

Assessment of bottled water for the Province of Sechura (Peru) from the initiative of a pilot plant that sanitizes water from a spring source using solar energy

Milagros B. Pasache, MBA¹, Hugo Fiestas, MEng¹, Eduardo A. Sanchez, MSc¹

¹UNIVERSIDAD DE PIURA, Perú, milagros.pasache@udep.pe, hugo.fiestas@udep.pe, eduardo.sanchez@udep.pe

Abstract– *This research allows knowing the Sector of bottled water in the district of Sechura, one of the 8 provinces of the Department of Piura-Peru. To assess by a proof of concept, water bottled obtained from the underground of Sechura has been processed and purified with filters and solar panels as a result from the Project financed by Innovate Peru-Fidecom with the Periche Company. Also, knowing its behavior with regards to the origin of the water consumed the assessment of the faucet and bottled water.*

The project starts because the lack of water and because the low quality of it in Sechura. Therefore, low supply in the area and high demand make feasible the initiative of extracting water from its underground. At the regional level, we are one of the countries with lower consumption per capita of bottled water. There is a great potential for demand reflected in the growth rate of more than 10% in the sector in the last five years.

The market of Sechura, according to data from INEI, is comprised by 58,497 inhabitants of the urban area of 6 districts of Sechura. These constitute, by area of influence of the project, the main potential market.

Research was performed to identify the consumer of bottled water in the area of influence of the Project, a representative research with 102 surveys and product tests to final users. Surveyed people were explained that the project consisted on the manufacturing of a pilot plant to sanitize the water from a spring source using solar power, a friendly system with the environment, sustainable over time using resources of the area.

The trend is to use water from the faucet, mainly for cooking and hygiene, and bottled water for daily consumption featured in 20 liters bottle. Also, water studied have been performed through the People's Protection Office to the districts of Sechura, which have set its bad quality, and this study presents with low score provided by the surveyed people.

The assessment to bottled water is mainly hygiene (61%), health (56%) and taste (50%).

In surveys, it is shown that users in 87% are willing to take this new proposal of bottled water. Also, they value the regional origin of water and the care for their environment in 92%. The environmental value of the water is the recognition as an essential part of the system.

It constitutes an opportunity for communication and positioning for the innovative company. Therefore, it is a demand in a brand introduction phase where promoting and distribution are essential, and should be focused emphasizing in the differential features of the product to create awareness and testing of the product.

The water, being a vital product for consumption, has a strong acceptance. Therefore, the put in place of policies for an integrative management of the resource by authorities and better planning are necessary as part of a governmental commitment or private initiatives, and a change in one of them impacts in the other components of the system

Keywords- *bottled water, Sechura, water quality*

Digital Object Identifier (DOI):<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2018.1.1.248>

ISBN: 978-0-9993443-1-6

ISSN: 2414-6390

Valoración del agua embotellada para la provincia de Sechura (Perú) a partir de la iniciativa de una planta piloto que potabiliza el agua de un manantial empleando energía solar

Milagros B. Pasache, MBA¹, Hugo Fiestas, MEng¹, Eduardo A. Sanchez, MSc¹

¹UNIVERSIDAD DE PIURA, Perú, milagros.pasache@udep.pe, hugo.fiestas@udep.pe, eduardo.sanchez@udep.pe

Abstract— Esta investigación permite conocer el Sector de agua embotellada en el distrito de Sechura, una de las 8 provincias del Departamento de Piura–Perú. Valorizar a través de una prueba de concepto el agua embotellada obtenida del subsuelo de Sechura que ha sido procesada y purificada con filtros y paneles solares como resultado del proyecto financiado por Innovate Perú–Fidecom con la Empresa Periche. Asimismo conocer su comportamiento respecto a la procedencia del agua que consume, su valoración del agua de grifo y embotellada.

El proyecto nace por la escasez de agua y por la baja calidad de la misma en Sechura, por ello la baja oferta en el medio y la gran demanda hacen viable la iniciativa de explotar el agua de su subsuelo. El potencial de demanda se refleja en la tasa de crecimiento de más de 10% en el sector en los últimos cinco años.

Se identifica al consumidor de agua embotellada de la zona de influencia del proyecto y se realiza una investigación representativa con 102 encuestas y pruebas de producto a los usuarios finales.

La tendencia es consumir agua de grifo, principalmente para cocina y aseo, y el agua embotellada para consumo diario en presentación de bidón de 20 litros. Los estudios de agua de la Defensoría del Pueblo a los distritos de Sechura, han determinado su mala calidad y se prueba en el presente estudio con la baja calificación que dan los encuestados.

La valoración al agua embotellada es principalmente en higiene(61%), salud(56%) y sabor(50%).

Los usuarios en 87% están dispuestos a consumir esta nueva propuesta de agua embotellada. Y además valoran el origen regional del agua y el cuidado de su medio ambiente en 92%. El valor ambiental del agua es el reconocimiento como parte esencial del sistema. Se constituye una oportunidad de comunicación y posicionamiento para la empresa innovadora. Por tanto es una demanda en etapa de introducción de marca donde la promoción y distribución son esenciales y deberá ser enfocada haciendo énfasis en las características diferenciales del producto para crear conciencia y prueba de producto.

La gestión integrada del recurso por parte de las autoridades y una mejor planeación son necesarios como parte de un compromiso gubernamental o iniciativas privadas y un cambio en uno de ellos impacta en los demás componentes del sistema.

Keywords— agua embotellada, Sechura, calidad de agua

I. INTRODUCCION

El consumo de agua está incrementándose en todo el mundo a través del crecimiento poblacional y su aprovisionamiento se ve afectado por la mala gestión del agua y la contaminación (Al-Hayek & Badran, 2004) (Kumar, Kumar, Prakash, & Kumar Kaviti, 2015) (Tiwari & Sahota, 2017).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), alrededor del 20% de la población mundial carece de suficiente acceso al agua para consumo. Aunque más del 70% de la superficie terrestre está cubierta de agua, sólo el 1% está disponible para las necesidades humanas (Qtaishat & Banat, 2013). Hoy día el principal desafío es cubrir la brecha entre demanda y aprovisionamiento de agua para consumo (World Bank, 2010) (Tiwari & Sahota, 2017).

Existen diferentes métodos para purificar el agua no apta (de la lluvia, ríos, lagos, manantiales, mar, etc.) a un agua para consumo humano a bajo costo. Muchos de los métodos son dependientes de fuentes convencionales de energía: la electricidad, y además requieren elementos de alta tecnología como baterías, filtros, membranas (Fath, 1998) (Tiwari & Sahota, 2017).

Es por eso que en lugares donde hay fuerte irradiación solar y donde las fuentes de agua dulce son escasas se puede utilizar la destilación solar a pequeña escala comercial para abastecer a las pequeñas comunidades de áreas aisladas (Boucheikima, 2002) (Al-Hayek & Badran, 2004) (Khanna, Rathore, & Sharma, 2008) (Mboumboue & Njomo, 2016). Siendo el uso de energía solar para destilar y purificar el agua una tecnología de bajo costo y amigable al medio ambiente (Shatat, Worall, & Riffat, 2013) (Tiwari & Sahota, 2017).

En el Perú existen zonas de escasa cobertura de agua potable como Sechura ubicada en el norte del país, que a pesar de ser una provincia con un gran potencial de recursos minerales, marinos, turísticos tiene problemas muy fuerte de desabastecimiento y baja calidad de agua potable. Más del 71,5 % de la población de Sechura no tiene servicio de agua potable, llegando el déficit a 98.5% en las áreas rurales. (Instituto Nacional de Estadística e Informática , 2007).

Digital Object Identifier (DOI): <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2018.1.1.248>
ISBN: 978-0-9993443-1-6
ISSN: 2414-6390

Sechura cuenta con solo dos horas de agua potable al día, provocando enfermedades en la población. Se requiere una nueva fuente de este recurso para que la comunidad pueda utilizar a un menor precio que el actual.

Sin embargo Sechura tiene un potencial solar no aprovechado. Según el Atlas de Energía Solar del Perú, Sechura tiene una radiación solar anual promedio de 6 kWh/m³ (Ministerio de Energía y Minas del Perú, 2003) llegando a temperaturas máximas de 35.8°C en los meses de verano (SENAMHI, 2016).

El trabajo presentado nace de esta escasez de agua en Sechura y el buscar aprovechar su potencial solar. Para abordar esta problemática se implementó un sistema amigable con el medio ambiente, sostenible en el tiempo. El prototipo está implementado con un sistema de purificación solar, no emite gases de efecto invernadero y no usa químicos. Este sistema aprovecha la constante radiación solar para purificar el agua, combinando el efecto térmico con la radiación UV. Adicionalmente, se instaló un sistema de bombeo fotovoltaico y el sistema de tratamiento de agua basado en filtros de arena.

Este proyecto de implementación de una planta piloto para destilación de agua utilizando energía solar, se desarrolló bajo los lineamientos del Contrato N° 180-FINCYT-FIDECOM-PIMEN-2014 en una asociación entre la Universidad de Piura, Empresa de Transportes Periche S.R.L. y el programa gubernamental “Innovate Perú”.

Con el uso de herramientas informáticas en el diseño y simulación de los procesos de la planta piloto se ha logrado optimizar las operaciones. La producción de la planta piloto es de 300 litros por día trabajando 8 horas, y la calidad del agua obtenida cumple con los parámetros establecidos para agua de consumo humano según el DS N°031-2010-SA del Ministerio de Salud del Perú.

La importancia de la implementación de esta planta piloto radica en su sostenibilidad y en la garantía de un suministro de agua continuo en zonas rurales, aprovechando el potencial solar para provisionar de energía térmica y fotovoltaica necesarias para el funcionamiento de paneles destiladores y del sistema de bombeo.

Los resultados de la implementación de la planta piloto en Sechura ya han sido descritos previamente por los autores (Fiestas et al., 2016). En este documento nos enfocamos en valorizar el agua obtenida de esta planta piloto y presentar los resultados de evaluar el sector de agua embotellada en la zona de Sechura. Se realizó una investigación para identificar al consumidor de agua embotellada en la zona de influencia del proyecto, una investigación cuantitativa representativa con 102 encuestas y pruebas de producto a los usuarios finales. Se explicó a los encuestados que el proyecto consistió en la fabricación de una planta piloto que potabilice el agua de un manantial empleando energía solar, un sistema amigable con el

medio ambiente, sostenible en el tiempo y que aprovecha los recursos de la zona

A. *El Propósito*

El proyecto financiado por Innovate Perú consiste en “Fabricación de una planta piloto que potabilice el agua de un manantial empleando energía solar, para ampliar la cobertura de agua potable en la provincia de Sechura (Piura)” y la presente investigación es realizada como parte del proyecto y con pruebas de producto del agua procesada y en presentación de bidones de 20 litros. Las encuestas y pruebas se realizaron en el distrito de Sechura.

Esta investigación permite conocer el sector de agua embotellada en el distrito de Sechura, que pertenece a una de las 8 provincias del Departamento de Piura-Perú. Valorizar a través de una prueba de concepto el agua embotellada obtenida del subsuelo de Sechura que ha sido procesada y purificada con filtros y paneles solares. Asimismo se realizaron 102 pruebas de producto que identifican el comportamiento del usuario final respecto a la procedencia del agua que consume, su valoración del agua de grifo y embotellada y disposición hacia la nueva propuesta: fabricación de una planta piloto que potabilice el agua de un manantial empleando energía solar, un sistema amigable con el medio ambiente, sostenible en el tiempo con uso de los recursos de la zona.

B. *El Problema*

El proyecto nace por la escasez de agua y por la baja calidad de la misma en Sechura por ello la baja oferta en el medio y la gran demanda hacen viable la iniciativa de explotar el agua de su subsuelo. Y la presente investigación es para demostrar la aceptación del carácter innovador del proyecto de uso de energía renovable como suministro de la planta piloto para potabilizar agua de manantial. Esto se suma a la tendencia de mayor conciencia en los temas de bienestar y salud siendo la bebida más natural: el agua embotellada

II. DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS

A. *Metodología*

Para cumplir con el objetivo se plantearon las siguientes consideraciones iniciales de investigación (Ver Tabla 1):

Tabla 1. Consideraciones iniciales de la investigación

Factor	Consideración inicial
Tipo de metodología	Analítico
Objeto de estudio	Pobladores en el distrito de Sechura (Piura-Perú)
Objetivo Principal	<ul style="list-style-type: none"> • Medir el nivel de aceptación del agua embotellada extraída del subsuelo de Sechura y procesada con energía solar.
Objetivos Secundarios	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer tendencias del mercado de agua embotellada. • Definir hábitos del consumidor de agua embotellada del distrito de Sechura y su valoración hacia la misma.
Herramientas de recopilación de información	<ul style="list-style-type: none"> - Encuestas al usuario final. - Pruebas de producto.

Fuente: Elaboración propia

1. La planta piloto

La planta piloto para destilación de agua consta de una cisterna de almacenamiento de agua cruda, proveniente de la poza de agua cruda, una caseta de bombeo fotovoltaico, un tanque elevado, sistema de tuberías, estructura de soporte, paneles destiladores de agua, y un tanque de almacenamiento de agua destilada o procesada. La planta fue diseñada para procesar 300 litros por día, trabajando de 8 a 10 horas según la disponibilidad solar. En la Figura 1 se presenta el esquema de la planta piloto (Fiestas et al., 2016:p.964).

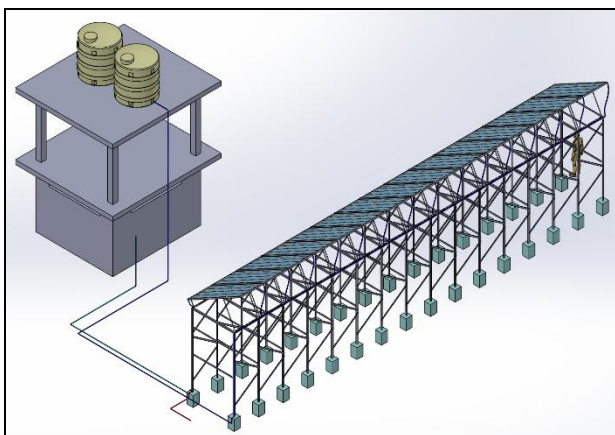


Figura 1. Esquema de la planta piloto
Fuente: Fiestas et al. (2016)

Los paneles destiladores de agua empleados son de tipo destiladores de paño, de la marca Fcubed Solar Water Processors modelo CAROCELLTM 3000, sus dimensiones son 1110 x 2880 mm con un área efectiva de 3 m².

El proceso de la planta piloto inicia con la captación de agua cruda de la poza, luego utilizando bombas fotovoltaicas se lleva el agua cruda al tanque elevado. Después por gravedad el agua cruda se traslada al ingreso de los paneles destiladores, donde se separa el agua destilada y el agua de desecho. El agua destilada fluye por gravedad hacia el tanque de almacenamiento ubicado en la caseta de bombeo, y el agua de desecho se envía nuevamente a la poza de agua cruda.

Luego proceso sigue el mismo principio de los diferentes diseños de destiladores solares (Vinoth & Kasturi, 2008) (Panchal & Patel, 2017). Se inicia con el ingreso de agua en la parte superior del panel, luego el agua discurre por un paño instalado en el interior. El paño permite que el flujo de agua sea lento, de forma que la irradiación solar caliente el agua por radiación y convección. Este calentamiento genera la evaporación del agua, que asciende y choca con una pantalla transparente donde se condensa debido al choque térmico con la temperatura exterior. El agua condensada discurre por la pantalla transparente y es recolectada en la parte inferior del panel y derivada hacia un tanque de almacenamiento; por otro lado el agua que no es condensada también es recolectada en la parte inferior y derivada a la poza de agua cruda. En la Figura 2 se presenta los paneles destiladores instalados en Sechura (Fiestas et al., 2016:p.964).



Figura 2. Paneles destiladores instalados
Fuente: Fiestas et al. (2016)

2. Pruebas de producto y encuestas

El mercado potencial por cercanía geográfica sería la Provincia de Sechura, que cuenta con seis distritos los cuales totalizan una población de 75151 habitantes (urbana+rural), y según el Instituto Nacional de Estadística (2011) la población urbana es la siguiente:

Tabla 2. Población urbana en la provincia de Sechura

Distritos	Población Urbana
Sechura	32144
Bellavista de la unión	3344
Bernal	5633
Cristo nos valga	2218
Vice	12335
Rinconada Licuar	2823
TOTAL	58497

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2011)

Se realizó una investigación para identificar al consumidor de agua embotellada en la zona de influencia del proyecto. Fue una investigación cuantitativa representativa con 102 encuestas y pruebas de producto a los usuarios finales, de manera aleatoria, en las principales calles del distrito de Sechura.

Las encuestas buscaron identificar el perfil de los usuarios: los hábitos sobre consumo de agua de grifo o embotellada, calificación del agua de grifo y los valores relevantes para elegir agua embotellada.

Para las pruebas de productos se explicó a los encuestados que el proyecto consistió en la instalación de una planta piloto que potabiliza el agua de un manantial empleando energía solar, un sistema amigable al medio ambiente, sostenible en el tiempo y que usa los recursos de la zona. El encuestado testeó el producto y valoró su disposición al consumo y gasto.

III. RESULTADOS

A. Perfil

La tendencia es consumir agua de grifo, principalmente para cocina y aseo. El agua embotellada para consumo diario en presentación de bidón de 20 litros se constituye también como tendencia. El agua a granel en Perú se vende principalmente en dispensadores de cartón de 20 litros que se pueden almacenar fácilmente en casa y pueden venir con un pequeño grifo de plástico para facilitar el consumo (Euromonitor International, 2016).

Asimismo en el mes de marzo 2016 se han realizado estudios del agua a través de la Defensoría del Pueblo a los distritos de Sechura, los cuales han determinado su mala

calidad (Diario Correo, 2016) y que se valida en el presente estudio con la baja calificación del agua que dan los encuestados.

Tabla 3. Calificación del agua de grifo que consume actualmente

Características	Muy mala	mala	indiferente	buena	Muy buena
Porcentaje (%)	9.8	23.5	41.2	22.5	2.9

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de los usuarios finales determinan que los principales factores relevantes para elegir agua embotellada se presentan en la Tabla 4, listadas de mayor a menor importancia.

Tabla 4. Factores relevantes para elegir agua embotellada

Características	Higiene	salud	sabor	pureza	precio	marca	mineral
Porcentaje (%)	59.8	54.9	49.0	48.0	37.3	30.4	19.6

Fuente: Elaboración propia

B. Oportunidad de mercado y expectativas del uso de agua embotellada

El agua siendo un producto vital para el consumo tiene una fuerte acogida por tanto es necesario cumplir un buen proceso de fabricación con estándares de calidad y una estrategia de comercialización para establecer impacto en la comunidad. La baja oferta en el medio y la gran demanda hacen viable la iniciativa de explotar el agua del subsuelo de Sechura a través de un sistema amigable con el medio ambiente y sostenible en el tiempo.

Asimismo a nivel regional somos uno de los países con menor consumo per cápita de agua embotellada. El consumo per cápita de agua embotellada en Perú registra cerca de 16 litros (Euromonitor International, 2014). Una cantidad muy baja si la comparamos con otros países de la región Latinoamericana, por ejemplo con México y Ecuador, donde cada persona consume 163.5 y 39.9 litros al año respectivamente.

Hay un gran potencial de demanda que se refleja en la tasa de crecimiento, “el agua embotellada sigue registrando el volumen de comercio y el de crecimiento de valor más rápido de 12% y 14%, respectivamente en 2015” (Euromonitor International, 2016)

Tabla 5. Calificación de la iniciativa de agua embotellada con paneles solares a partir agua subsuelo de Sechura

		Según agua de consumo		
		De Grifo	Embotellada	Otros
TOTAL ENCUESTAS	102	55	56	10
Muy mala	0%	0%	0%	0%
Mala	0%	0%	0%	0%
Indiferente	7.8%	7.3%	7.1%	0%
Buena	63.7%	70.9%	60.7%	50%
Muy buena	28.4%	21.8%	32.1%	50%

Fuente: Elaboración propia

C. Competidores y Posicionamiento

Corporación Lindley con su Agua San Luis, la más importante de su cartera, lidera el agua embotellada con una cuota de valor al por menor de 45%, seguida por Ajeper con 40% con su agua Cielo.(Euromonitor International, 2016)

El mercado de agua de Sechura sigue la tendencia nacional con fuerte presencia de las marcas “San Luis” y “Cielo” y con fuerte nivel de recordación del agua regional “La Inmaculada” (37%). Se constituye una oportunidad de comunicación y posicionamiento para la empresa innovadora. Por tanto es una demanda en etapa de introducción de marca donde la promoción y distribución son esenciales y deberá ser enfocada haciendo énfasis en las características diferenciales del producto para crear conciencia y prueba de producto.

D. Prueba de Producto: Agua embotellada de Sechura

Los 102 participantes en las encuestas y pruebas de producto reflejaron en 87% (top two box) están dispuestos a consumir esta nueva propuesta de agua embotellada y la disposición para la compra, respecto al precio, tanto de los que consumen agua de grifo como de agua embotellada va en el orden de 43% al precio de 8 soles por un bidón de 20 litros y de 9% al precio de 6 soles. Y además valoran el origen regional y el cuidado de su medio ambiente en 92%.

Tabla 6. Disposición al consumo de agua de los pobladores de Sechura

		Consumo agua de:		
		De Grifo	Embotellada	Otros
TOTAL ENCUESTAS	102	55	56	10
Definitivamente SI	32.4%	38.2%	23.2%	30%
Probablemente SI	54.9%	50.9%	57.1%	70%
Indiferente	6.9%	5.5%	10.7%	0%
Probablemente NO	2.9%	5.5%	3.6%	0%
Definitivamente NO	2.9%	0%	5.4%	0%

Fuente: Elaboración propia

Respecto al nombre de la nueva marca de agua se muestra con mayor preferencia la opción de “Agua del desierto de Sechura” (60%); seguido del nombre del patrono de Sechura “San Martín de Tours” (17%), lo que indica fuerte presencia regionalista en los nombres para la nueva propuesta de marca.

C. Otras Recomendaciones:

Los resultados de las pruebas de producto son alentadores permitiendo que la propuesta de agua embotellada empleando energía solar en Sechura se presenta como oportunidad de posicionamiento, de desarrollo y conocimiento de una nueva marca con estrategias que deben ser coherentes con la visión empresarial.

Por tanto es una demanda en etapa de introducción de marca donde la promoción y distribución son esenciales y deberá ser enfocada haciendo énfasis en las características diferenciales del producto para crear conciencia y prueba de producto.

En el norte del Perú, no muy lejos de Sechura existen más provincias con problemas de desabastecimiento de agua principalmente en la sierra que ha conllevado a que la población consuma agua de fuentes superficiales contaminadas, causantes de enfermedades gastrointestinales (Lossio Aricoché , 2012).

Por tal motivo la experiencia en Sechura con la planta piloto y los resultados de la valoración del producto dan indicios de la factibilidad y el potencial para replicar este proyecto a otras zonas similares y lograr impactos positivos en

el sector económico, social y ambiental. Más familias tendrán acceso al agua potable, se desarrollarán negocios, se disminuirán epidemias y enfermedades, y además no se atentará contra la flora y fauna de la zona al no utilizar componentes contaminantes durante la extracción del agua, no habrá efectos negativos ni en el aire ni en el suelo.

Sin el apoyo del gobierno central del Perú este proyecto de innovación, desarrollado entre la empresa y universidad, no hubiera llegado a los resultados obtenidos. Es necesario que el estado siga apoyando estas iniciativas y siga desarrollando instrumentos políticos y financieros para resolver el problema del agua a través de la innovación y el trabajo colaborativo interinstitucional.

El agua seguirá siendo un producto vital para el consumo y es necesario además la gestión integrada del recurso por parte de las autoridades y una mejor planeación como parte de un compromiso gubernamental

REFERENCIAS

- Al-Hayek, I., & Badran, O. (2004). The effect of using different designs of solar stills on water distillation. *Desalination* 169, 121-127 .
- Bouchekima, B. (2002). A solar desalination plant for domestic water needs in arid areas of South Algeria. *Desalination* 153, 65-69.
- Diario Correo. (22 de marzo del 2016). Supervisan la calidad de agua en Sechura. *Diario Correo*, p. 5.
- Euromonitor International. (2014). *Passport Bottled Water Americas*. Santiago: Euromonitor International.
- Euromonitor International. (2016). *Passport Bottled water in Peru*. Santiago: Euromonitor International.
- Fath, H. (1998). Solar distillation: a promising alternative for water provision with free energy, simple technology and a clean environment . *Desalination* 116, 45-56.
- Fiestas, H., Sanchez, E., Quinde, M., & Cumpa, A. (2016). Implementation of a Pilot Plant for Distilling Water Using Solar Energy. In: *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science 2016 Vol II*. San Francisco, IAENG. pp 963-966.
- Instituto Nacional de Estadística. (2011). *Compendio Estadístico*. Lima: INEI.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática . (2007). *Mapa del déficit de agua y saneamiento básico a nivel distrital*. Lima: INEI.
- Khanna, R., Rathore, R., & Sharma, C. (2008). Solar still an appropriate technology for potable water need of remote villages of desert state of India - Rajasthan. *Desalination* 220, 645-653.
- Kumar, P., Kumar, A., Prakash, O., & Kumar Kaviti, A. (2015). Solar stills system design: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 153–181.
- Lossio Aricoché , M. (2012). *Sistema de abastecimiento de agua potable para cuatro poblados rurales del distrito de Lancones*. Tesis. Universidad de Piura.
- Mboumboue, E., & Njomo, D. (2016). Potential contribution of renewables to the improvement of living conditions of poor rural households in developing countries: Cameroon's case study. 266–279: *Renewable and Sustainable Energy Reviews*.
- Ministerio de Energía y Minas del Perú. (2003). *Atlas de Energía Solar del Perú*. Available from: <http://dger.minem.gob.pe/atlassolar/> [Accessed 28th January 2017].
- Panchal, H., & Patel, S. (2017). An extensive review on different design and climatic parameters to increase distillate output of solar still. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 750–758.
- Qtaishat, M., & Banat, F. (2013). Desalination by solar powered membrane distillation. *Desalination* 308, 186-97.
- SENAMHI. (2016). *Boletín Climático Nacional*. Lima: SENAMHI.
- Shatat, M., Worall, M., & Riffat, S. (2013). Economic study for an affordable small scale solar water desalination system in remote and semi-arid region. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 543–551.
- Tiwari, G., & Sahota, L. (2017). Review on the energy and economic efficiencies of passive and active solar distillation systems. *Desalination*, 151-179.
- Vinoth, K., & Kasturi, B. (2008). Performance study on solar still wit enhanced condensation. *Desalination*, 51-61.
- World Bank. (2010). *The millennium development goals and the road to 2015: Building on progress and responding to crisis*. Washington: World Bank.