


DESARROLLO SOSTENIBLE Y SANEAMIENTO ECOLÓGICO: OPCIONES PARA LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS DE HUARAL (LIMA, PERÚ)

SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND ECOLOGICAL SANITATION: OPTIONS FOR HUMAN SETTLEMENTS IN HUARAL (LIMA, PERU)

Recepción: 2018-10-15 - Aceptación: 2019-01-16

Alicia Juana Román Toledo^{1, a}

 ORCID iD 0000-0003-2536-3548

¹ Universidad Ricardo Palma. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Escuela Profesional de Administración de Negocios Globales.

^a Magister en Ecología y Gestión Ambiental.

RESUMEN

El objetivo es argumentar que es posible la reutilización de estos recursos. Consideramos que los mismos pueden servir para la conservación de parques y jardines dentro de las ciudades, en las zonas rurales y periurbanas en la agricultura, y en la industria, entre otros. El acceso a servicios de agua y saneamiento tienen implicaciones positivas en la consecución de indicadores favorables de nutrición, salud e inclusive educación. En este estudio se hicieron estimaciones de costos para las opciones tecnológicas de saneamiento ecológico, conocido como ECOSAN para desarrollar un modelo financiero para saneamiento sostenible para las áreas peri-urbanas. La tecnología ECOSAN es innovadora, y tiene, según nuestro estudio, viabilidad económica y social. Además, nos da la seguridad de que no se contaminarán los recursos hídricos y se obtiene un producto que es vendido a los agricultores que da la sostenibilidad al proyecto.

Palabras clave: Aguas residuales; Desarrollo sostenible; Saneamiento ecológico; Asentamientos humanos; Agricultura orgánica.

ABSTRACT

The objective is to argue that it is possible the recycling of these resources. We consider they can be served for the conservation of parks and gardens within cities, in rural and rural-urban areas in agriculture and industry, among others. Access to water and sanitation services have positive implications in achieving favorable indicators of nutrition, health and even education. In this study, cost estimates were made for ecological sanitation technology options, known as ECOSAN to develop a financial model for sustainable sanitation for rural-urban areas. According to our study, ECOSAN technology is innovative, and has, economic and social viability. In addition, it gives us the assurance that water resources will not be contaminated and a product is obtained that is sold to farmers that give sustainability to the project.

Key words: Wastewater; Sustainable development; Ecological sanitation; Human settlements; organic agriculture.

INTRODUCCIÓN

El Perú ha desarrollado una política de saneamiento que ha buscado mejorar los servicios básicos de saneamiento sobre todo en las ciudades. Sin embargo, millones de peruanos en zonas rurales y periurbanas no disponen de un servicio básico de saneamiento, pues el sistema de saneamiento convencional no puede llegar por razones de espacio, costos y de la misma dinámica de urbanización. Reinvertir o invertir en proyectos que no impacten negativamente al medio ambiente es una tarea que debe cumplir tanto el gobierno local como el gobierno regional y central. En las áreas desérticas con gran concentración poblacional en las zonas costeras, donde se tiene a más del 70% de la población peruana se necesitan sistemas que reduzcan las pérdidas de agua y también que utilicen un mínimo de agua destinada al transporte de residuos sanitarios.

En los últimos años se han estudiado y puesto en práctica sistemas alternativos de saneamiento que son efectivos para el tratamiento de las aguas servidas a través de métodos que permiten el tratamiento in situ y a los productos (abonos orgánicos) como insumos para la agricultura. En este contexto se debe subrayar que la eficiencia y la protección del medioambiente no ha sido la prioridad de los sistemas de saneamiento sino hasta hace muy poco tiempo (Calizaya, 2009) y la única vía de solución eficiente es la de vincularla nuevamente con la agricultura. Este artículo contribuir a la discusión de las mejores alternativas de saneamiento en los asentamientos humanos, que son característicos de las zonas peri urbanas de Huaral. ECOSAN es una alternativa con eficiencia económica frente a los sistemas que se ofrecen en los asentamientos humanos que rodean a las ciudades en la costa peruana.

MATERIAL Y MÉTODOS

En base a la información brindada por el Instituto Nacional de Estadísticas e Informática se elaboró una encuesta para el análisis poblacional de los asentamientos que se encuentran más alejados del casco de la ciudad y que tienen programas de dotación de servicios que comenzaran en 2025. La población total es de 3172 habitantes. Se obtuvo información de la población en los asentamientos escogidos para plantear el proyecto de inversión, tomando en cuenta la situación socioeconómica, grado de conocimiento ambiental y el grado de la necesidad de la población con respecto a los servicios básicos. Luego, hemos llevado a cabo estimaciones de costos para las opciones tecnológicas de ECOSAN y compararlos con los costos de los sistemas de saneamiento convencionales (en particular la letrina, basado en las opciones de saneamiento). Además, desarrollamos un modelo financiero que es una herramienta indispensable para seleccionar opciones de saneamiento sostenibles para las áreas periurbanas.

RESULTADOS

Panorama General

De acuerdo a la información de la Encuesta Nacional de Hogares 2013, la población total urbana para el año 2012 era de casi 23 millones de habitantes y la población total rural era alrededor de 8 millones. El acceso al servicio de agua potable para la zona urbana en el año 2012 fue del 82,73% respecto del total de la población, en cambio en la zona rural fue del 51,74% respecto del total de la población. Se presentó una evolución positiva en la cobertura desde 2006. Esto demuestra que existe una gran asimetría de cobertura entre las urbes y la zona rural ya que las inversiones en el servicio de agua potable para la zona rural son menores a las de las áreas urbanas.

Con respecto al servicio de saneamiento y la conexión a una red de alcantarillado para la eliminación de excretas de la población, la asimetría es de mayor proporción entre la zona urbana y la zona rural, donde el 78,55% de la población urbana está conectada a una red pública a comparación de la zona rural que solo el 11,89% posee esta conexión. Otras formas de eliminación de excretas en la zona rural son por medio del pozo ciego, pozo séptico y el vertimiento en los ríos, acequias o canales. Este vertimiento de excretas y residuos sólidos a los ríos y acequias trae como consecuencia una grave contaminación de las aguas y finalmente del mar. Este se acentúa más con el crecimiento de la población urbano marginal debido a los escasos recursos del gobierno para mitigar este problema.

El uso de fertilizantes para la actividad agrícola según el IV Censo Agropecuario (2012) realizado en el país, nos muestra que 1 millón 370 mil productores agropecuarios, que representan el 59% del total, utilizan algún tipo de abono orgánico. Los productores que usan fertilizantes químicos ascienden a 971 mil 200 que representan el 41% del total, incrementándose casi en 50% respecto a 1994.

Si bien es cierto que los sistemas convencionales de alcantarillado contribuyen a mejorar las condiciones de salud aportando una mayor comodidad a los usuarios, es evidente que no constituyen una opción realista para las poblaciones de escasos recursos de los países en desarrollo (Otterpohl, 2002). La alternativa de evacuar las excretas utilizando tecnologías de bajo costo es presentada y analizada ampliamente por varios autores (Otterpohl, 2000; Esrey, 1996).

Asentamientos humanos y servicio de saneamiento

Los Asentamientos Humanos (AAHH) en el Perú se definen también como pueblos jóvenes que conforman un tipo de urbanización que se caracteriza porque

su constitución se realiza a través de la invasión organizada (o espontánea) de terrenos del Estado o de particulares, utilizando distintas modalidades, desde las ocupaciones paulatinas, hasta las ocupaciones violentas, pasando por las autorizaciones indirectas o las reubicaciones hechas por el gobierno. En general, los asentamientos carecen de acceso a la electricidad, a la gestión de desechos sólidos, al saneamiento y al suministro hídrico. Es decir, los servicios más básicos llegan después de la ocupación, a veces con 20 años de retraso, con problemas de salud, nutrición, etc. para poder vivir. Conforme las ciudades crecen, estas pueden absorber los pueblos periféricos y borrar los límites urbano-rurales (Sawyer, et al., 2003; Román et al., 2007). Alrededor de una tercera parte de la población urbana del mundo vive en condiciones de pobreza, concentradas en su mayoría en estas periferias de la urbe. Esta expansión urbana plantea una gama de desafíos para los planificadores urbanos y es causa de congestión y degradación ambiental e incrementa los costos de la prestación del servicio (Sawyer, et al., 2003).

Saneamiento ecológico

El saneamiento ecológico es una alternativa para el manejo y gestión integral del recurso hídrico y de la calidad de suelos, con un impacto favorable para el medio ambiente y para la economía de la población. Consiste en la separación de aguas residuales para su posterior tratamiento. Se basa en un sistema de ciclo cerrado porque permite recuperar la energía y los nutrientes que se encuentran en los desechos domésticos con el fin de usarlo en la agricultura.

De acuerdo al ciclo del nutriente orgánico, el saneamiento ecológico considera a las heces como un recurso que, al tener un tratamiento apropiado, para disminuir el riesgo de transmitir infecciones de origen fecal, pueda servir para mejorar la calidad y estructura del suelo. La orina al ser un excelente fertilizante por su contenido de nitrógeno, fósforo y potasio, puede ser separada en los baños ecológicos secos con desviación de orina. El usuario puede separar las diferentes calidades de aguas grises, provenientes del uso doméstico y así mitigar el sobreuso del agua potable y la contaminación de ésta. Este sistema de saneamiento, llamado ECOSAN o saneamiento ecológico o baños secos, además del tratamiento de las heces y orina humana, promueve la participación responsable de los usuarios con respecto al ciclo del agua. Ellos ahorran agua, conocen como se deteriora la calidad del agua al utilizarse como transporte para los desechos humanos, la contaminación de las capas freáticas y cursos de agua cuando los desechos humanos no son tratados o se utilizan sistemas que no completan el ciclo de tratamiento.

Los tipos y aplicaciones de ECOSAN se clasifican

de acuerdo con el sector o infraestructura que recibe el beneficio, siendo los principales (i) el urbano, que incluye irrigación de parques públicos, campos de atletismo, áreas residenciales y campos de juego; (ii) el industrial, en el que ha sido muy empleado durante los últimos años, especialmente en los sistemas de refrigeración de las industrias; y, (iii) el agrícola, en la irrigación de cultivos. (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2008). Las aguas residuales domésticas, mezcladas con heces y orina humana pueden ser descargadas en cuerpos de agua (lagos, presas, ríos), que posteriormente son utilizados como fuente de abastecimiento. Y como consecuencia, las enfermedades gastrointestinales (fiebre tifoidea, disentería, gastroenteritis, cólera, etc.) pueden diseminarse a través de las aguas de abastecimiento público, sobre todo si no se les da un tratamiento antes de llegar al consumidor.

Tratamiento actual de las aguas residuales en Perú

La creciente demanda de agua por la agricultura y la disponibilidad de agua limpia cada vez menor (cursos de agua que se contaminan por la industria, la expansión urbana sin servicios, fertilizantes y agroquímicos), determina que busquen otras fuentes de agua como son los efluentes urbanos que pueden ser utilizados en la agricultura con prácticas seguras. En este contexto, se debe tomar en cuenta que durante muchos años la agricultura en ciertos sectores ha dependido del agua servida de los asentamientos humanos con el riesgo para los agricultores y los consumidores (Mateo-Sagasta, 2017)

En el mundo se estima que cada año se producen cerca de 8 millones de casos de diarrea en niños menores de 5 años. Cada año fallecen al menos 1,000 niños por enfermedades asociadas a la contaminación intra-domiciliaria. También la calidad de los cuerpos de agua natural (ríos, lagos, lagunas, mar) están siendo afectados debido al vertimiento de efluentes sin tratamiento; así como por la mala disposición de los residuos sólidos, una parte de la cual una parte es vertida a los ambientes acuáticos (BID, 2007).

El uso de la orina como un fertilizante generalmente se debe a su contenido de nitrógeno. En todo el mundo, el nitrógeno es con frecuencia el macro nutriente más utilizado para incrementar el desarrollo de las plantas. La orina tratada con ECOSAN (5g/l de nitrógeno disponible para las plantas) puede ser aplicada en la agricultura con una relación 1,68 excreta/fertilizante (Asante y Cofie, 2006). La orina como fertilizante puede ser diluida y aplicada directamente al suelo, o se almacena bajo tierra en tanques de almacenamiento antes de su aplicación al suelo. Es deseable para preservar el nitrógeno en la orina, mantenerlo en una forma que es utilizable por microorganismos y no dejar que se escape en forma de gas a la atmósfera

(Calizaya, 2009).

El tratamiento de las heces, con la tecnología ECOSAN, después de la defecación se añade ceniza o cal para reducir el contenido de humedad y para elevar el nivel de pH, creando así condiciones desfavorables para los patógenos, reducir el olor, y el riesgo de la atracción de moscas. Luego, se pueden tratar en compostaje y allí los niveles de patógenos se reducirán como resultado del tiempo de almacenamiento, la descomposición por microorganismos, la deshidratación, y el aumento del pH. El material generalmente se mantiene de 6 a 12 meses antes de su uso en la agricultura. Asante y Cofie (2006) explica que el fertilizante producido por los excrementos humanos contiene oligoelementos (cobre, boro, hierro, cloro, manganeso, molibdeno y zinc) que ayudan a proteger las plantas contra parásitos, según podemos ver en la tabla 1. Asimismo, promueve el desarrollo de pequeños microbios, que convierte a los minerales de manera que las plantas los puedan absorber y mejorar la estructura del suelo.

Tabla 1
Calidad y fertilizantes en las aguas negras y grises

(kg/año)	Cargas anuales	Aguas grises (25000-100000)	Volumen (L/año)	
			Orina (500)	Heces (50)
N (4-5)	3%		87%	10%
P (0,75)	10%		50%	40%
K (1,8)	34%		54%	12%
COD (30)	41%		12%	47%
Tratamiento	Re uso y ciclo del agua		Fertilizante	Biogás, compostaje y acondicionador de suelos

Fuente: Adaptado de Otterpohl (2002).

Análisis costo-efectividad e impacto

La inclusión de una perspectiva económica para evaluar los proyectos de servicios públicos y de atención de la salud se ha convertido en un componente de creciente aceptación en la política y planificación. En muchos casos se ha usado el análisis de costo-efectividad como una herramienta para abordar los temas relacionados con la eficiencia en la asignación de los recursos, ya que es un método que permite comparar los costos relativos, así como los beneficios para la población. Si los beneficios exceden a los costos, medidos todos con el patrón común, el proyecto es aceptable; en caso contrario, el proyecto debe ser rechazado. Es decir, los costos y los beneficios del proyecto deben medirse por comparación con la medida en que disminuyen la

posibilidad o contribuyen al logro de los objetivos de esa sociedad (Squire y Van der Tak, 1980). Su principal objetivo es maximizar la rentabilidad incrementando así el potencial de la inversión futura.

Aspectos sociodemográficos

El distrito de Huaral es uno de los 12 distritos que forma la provincia de Huaral. El distrito se encuentra a 80 kilómetros de la ciudad metropolitana de Lima. En la actualidad, la población de la ciudad de Huaral, casco urbano, cuenta con un sistema de agua potable y alcantarillado, pero los desagües no son tratados, disponiéndolos en los canales cercanos a la ciudad. Según el censo de 2007, en el distrito de Huaral encontramos que la población urbana ha crecido en la siguiente proporción:

Tabla 2
Crecimiento de la población de Huaral

Año de censo	Población urbana	Población rural	Población total
1972	19960	16455	36415
1981	35701	11528	47229
1993	54199	14572	68771
2007	79001	9557	88558

Fuente: Adaptado de INEI (2007).

En lo referente a la salud, la población se atiende en mayor porcentaje en el hospital de Huaral, la posta médica, las instituciones de ESSALUD, y por médicos particulares, curanderos o por la medicina natural. Las muertes son mayormente por infecciones bacterianas. La mayoría de la basura la recolecta la municipalidad. Los pobladores que no están conectados a la red de agua potable recolectan, en su mayoría, agua de pozos y la almacenan en baldes (Meneses, 2008).

Con respecto a la eliminación de excretas en los asentamientos humanos, la mayoría usa letrinas y desinfectan sus baños con químicos o cenizas y el promedio de pago de la población en Huaral por el servicio de saneamiento es de S/. 4, 64, por energía eléctrica S/. 43. La principal actividad económica de esta población es la agricultura.

Análisis tecnológico-económico de las opciones

En nuestro análisis consideramos dos tecnologías a seleccionar para determinar la que permite la mejor utilización y control de los recursos destinados a satisfacer la necesidad del grupo poblacional determinado. En la siguiente tabla podemos ver las opciones tecnológicas y sus ventajas en términos de costos.

Tabla 3
Opciones de saneamiento para la población de Huaral
 Elaboración propia

Opción 1 Letrinas ventiladas	Opción 2 Tecnología ECOSAN-inversión privada o en asociación de usuarios
Costos para el Estado.	Costos e ingresos lo que permite un retorno de la inversión para la población.
Como opción temporal se tendrá que incurrir en nuevos gastos para una solución permanente.	Como opción permanente con sostenibilidad, cada vez se pueden vender más los productos de ECOSAN
Educación y nuevos hábitos de higiene.	Educación y nuevos hábitos de higiene
Contaminación de recursos hídricos.	No hay contaminación de los recursos hídricos, pues las excretas son tratadas antes de ser dispuestas en los campos de cultivo.

La evaluación financiera nos permite conocer la rentabilidad económica y social del proyecto, de tal manera de resolver una necesidad humana en forma

segura, eficiente y rentable para asignar los recursos económicos a la mejor alternativa (Cohen y Franco, 2006). En la tabla 4 se hace una comparación entre ventajas y desventajas del escenario actual y del escenario esperado con la tecnología ECOSAN escogida para alcanzar los objetivos planteados.

Análisis Económico-financiero

La inversión para dotar de letrinas ventiladas a la población proyectada en los asentamientos seleccionados es de S/280,112 y los costos de mantenimiento y operación del orden de los S/32,190.73 al año. En los costos de inversión tenemos en cuenta los costos de la letrina ventilada con los correspondientes gastos de mantenimiento a través de la limpieza de lodos y traslado a una planta de tratamiento de los mismos.

La inversión en ECOSAN es de S/262,965.15 aparte de incurrir en menores costos que las “letrinas ventiladas”, también genera un beneficio monetario. Además, nos da la seguridad de que no se contaminarán los recursos hídricos y al tener un producto que es vendido a los agricultores se da la sostenibilidad del proyecto. La opción 2 (ECOSAN) tiene un costo menor al de las letrinas ventiladas y los costos de operación y mantenimiento son asumidos por los pobladores y/o los agricultores interesados en los productos para fertilizar sus campos.

Tabla 4
Comparación ventajas y desventajas de la tecnología ECOSAN.

Opción / Escenario	Ventajas	Desventajas
Opción 1: Letrina ventilada	<ul style="list-style-type: none"> • Menos emanación de olores que el pozo séptico. • No requiere de agua para el • Costo de construcción relativamente bajo y un bajo costo de operación y mantenimiento en comparación con la opción de fosas sépticas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Riesgo de contaminación de las aguas subterráneas. • Debe ser vaciado o abandonados cuando está llena. • Necesita manejo de lodos fecales. • Plantas de tratamiento de lodos fecales son difíciles de operar, con buena calidad de efluentes líquidos. • No se puede reutilizar los nutrientes de la excreta para la agricultura urbana.
Opción 2: Sanitario doble cámara con desviación de orina	<ul style="list-style-type: none"> • No hay contaminación de las aguas subterráneas o masas de agua receptoras. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor costo de inversión en comparación con la letrina ventilada. • Exigir el conocimiento del usuario, la cooperación y la capacitación para usar correctamente. • Requiere conocimientos de esta tecnología para los trabajadores y todo el personal involucrado en el proyecto. • Requiere vaciado anual de heces de cámara. • La orina recolectada debe ser tratada. • Puede emanar olor si se usa incorrectamente.

Elaboración propia.

Tabla 5
Resumen del análisis costos y beneficios de las tecnologías para Asentamientos Humanos en Huaral.

Opción 1	Opción 2
Costos	Costos
Costos de Inversión S/.280 112	Costos de Inversión S/. 262 965,15
Costos de O&M S/. 32 190,23	Costos de O&M S/. 6 032,88
Ingresos para la población: No existen ingresos debido a que no hay aprovechamiento de las aguas residuales.	Ingresos para la población: Ingreso por venta de excretas y orina como fertilizante asciende a S/. 48 965.28.
El excedente después de la inversión o el VAN resultante es de S/. -552476,15. Al obtener un monto negativo se deduce que es el monto que falta para obtener la rentabilidad deseada y que además no se llega a recuperar la inversión.	El excedente después de la inversión o el VAN resultante es de S/. 195 543,74. Este es el monto que se gana por realizar el proyecto y está por encima de la tasa de rentabilidad.
No puede obtenerse una rentabilidad en porcentaje o TIR debido a que los flujos de caja resultan ser todos negativos.	La rentabilidad en porcentaje o TIR es de 21%, que es mayor a la tasa de descuento del 10%, por lo que se entiende que el proyecto de inversión resulta ser rentable en el período de tiempo programado.
El índice de costo-efectividad o ICE es de S/. 164 por poblador, que viene a ser el costo por adquirir el servicio de saneamiento convencional.	El índice de costo-efectividad o ICE es de S/.84 que es un costo por poblador menor al de la opción 1 por adquirir esta nueva tecnología
No se puede obtener el ratio beneficio/costo debido a que no se cuenta con flujos de ingresos.	El ratio beneficio/ costo es de 1.64, lo que indica que la inversión puede realizarse para ejecutar el proyecto.

Elaboración propia.

DISCUSIÓN

Conclusiones

La opción 1 no es visto por los habitantes de los

asentamientos humanos como una opción permanente. Dado que pocas veces se logra una capacitación adecuada e involucramiento de los usuarios, a los pocos años son abandonadas y esto convierte los reclamos en un problema para las empresas y las municipalidades involucradas.

La opción 2 tiene viabilidad económica y social. Además, nos da la seguridad de que no se contaminarán los recursos hídricos. Además, al tener un producto que es vendido a los agricultores da la sostenibilidad del proyecto. ECOSAN permite a los agricultores ahorrar porque utilizan menos fertilizantes sintéticos de mayor costo que, además, degradan los suelos. El fertilizante orgánico que representa ECOSAN mejora la calidad del suelo agrícola. Por lo tanto, podemos concluir que el saneamiento ecológico es una opción de menor costo económico y menor impacto ambiental que el saneamiento básico de letrinas ventiladas al que podrían acceder los asentamientos humanos de Makatón, La Huaca y Contigo Perú de Huaral, Lima, Perú

El gobierno local, al orientar sus inversiones en una tecnología de las letrinas ventiladas que es perjudicial para el medio ambiente, incurre en mayores costos y en poco tiempo los pobladores deberán construir nuevas letrinas. Si se orienta la inversión hacia la adquisición de una tecnología ambientalmente adecuada, se incurre en menos costos, generando incluso un beneficio tanto monetario como ambiental y así protege la salud pública.

Formular más proyectos de inversión pública para las poblaciones vulnerables en los asentamientos humanos de las distintas ciudades y poblados que no cuentan con los servicios básicos impulsa el cambio hacia una perspectiva de ambiente saludable, como en el caso del saneamiento. Descentralizar este tipo de inversión también resultaría beneficioso para las poblaciones de la sierra y selva que no cuentan con el servicio de saneamiento.

REFERENCIAS

- Asante, H. & Cofie, O. (2006). Inventory of agriculture demand for ecosan products in Accra. Contribution to SWITCH WP 4.1. Ghana: International Water Management Institute.
- Bahri, A. (2012). Gestión integrada de aguas urbanas. 2012, de Global Water Partnership. Recuperado de http://www.gwp.org/Global/ToolBox/Publications/Background%20papers/GWP_TEC16_ESP_FINAL.pdf.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2007). Iniciativa de agua potable y saneamiento. Recuperado de <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument>.

- aspx?docnum=1090009.
- Brack, A. & Mendiola, C. (2000). *Ecología del Perú*. Lima: Ed. Bruño.
- Brack, A. (2000). *Agroecología y Desarrollo Rural Sostenible*. Lima: Centro Ideas.
- Calizaya, J.C. et. al. (2009). Una guía para el sistema integral de saneamiento ecológico en áreas periurbanas y rurales-EL ECODESS. Recuperado de <https://www.susana.org/en/knowledge-hub/resources-and-publications/library/details/843>.
- Castro, R., & Mokate, K. (1998). *Evaluación Económica y Social de Proyectos de Inversión*. Bogotá: De Ediciones Uniandes.
- Cohen, E. & Franco, R. (2006). *Evaluación de Proyectos Sociales*. México D.F.: Siglo Ventiuno Editores.
- De Silva, N. (2007). Multi-criteria analysis of options for urban sanitation and urban agriculture -Case study in Accra (Ghana) and in Lima (Peru) – 2007. UNESCO-IHE. Recuperado de: <http://www.susana.org/en/resources/library/details/341>.
- Esrey, S. (1996). Water, Waste, and Well-Being: A Multicountry Study. *American Journal of Epidemiology*, vol. 143 (6), 608-623.
- Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (2007). *Censo Nacional. Sistema de consulta de Censos Nacionales*. Recuperado de: <http://censos.inei.gob.pe/cpv2007>.
- Ministerio del Ambiente. (2011). *Informe Nacional del Estado del Ambiente 2009-2011*. Lima: Dirección General de Políticas, Normas e Instrumentos de Gestión Ambiental, pp. 21-29, 156-158.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2008). *Lineamientos de política para la promoción del tratamiento y uso de aguas residuales domesticas tratadas para el riego de áreas verdes y otros usos en zonas urbanas y periurbanas*. Recuperado de <https://www.yumpu.com/es/document/read/29558251/propuesta-de-estructura-ministerio-de-vivienda-construccion-y->.
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2011). *Guía Simplificada para la Identificación, formulación y evaluación social de proyectos*. Lima: Ministerio de Economía y Finanzas. Recuperado de https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/instrumentos_metod/prevencion_y_desastres/GUIA_SERVICIO_DE_PROTECCION_VERSION_FINAL_JUNIO24.pdf.
- Meneses, M. (2008). El problema del agua y el saneamiento en los asentamientos humanos de Lima sur 2008. *Scientia* 12 (12), 161-191.
- Otterpohl, R. Albold, A. & Oldenburg, M. (2000). Differentiating management resource of water and waste in urban areas. Hamburgo: TUHH.
- Otterpohl, R. (2002). Resource efficient wastewater concepts–technical options and initial experience. Recuperado de <http://www2.gtz.de/Dokumente/oe44/ecosan/en-resource-efficient-wastewater-concepts-2002.pdf>.
- Second International Symposium. (2003). *ECOSAN - Closing the loop*. Recuperado de https://www.susana.org/_resources/documents/default/3-2090-16-1413893032.pdf.
- Squire, L. & Van Der Tak, H. (1980). *Análisis económico de proyectos*. Madrid: Technos.
- Román, A., Winker, M., Tettenborn, F., & Otterpohl, R. (2007). *Informal settlements and Wastewater re use: Improve of Urban Environment and Alleviate Poverty in Lima, Peru*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/228613769_Informal_Settlements_and_Wastewater_Reuse_Improve_of_Urban_Environment_and_Alleviate_Poverty_in_Lima_Peru.
- Sawyer, R., Delmaire A., & Buenfil, A. (2003). *Planificación holística de saneamiento ecológico en ciudades pequeñas: El programa piloto TepozEco. 2º Simposio Internacional sobre Saneamiento Ecológico en Lubeck, Alemania*. Recuperado de http://www.sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/SAWYER%20DELMAIRE%20BUENFIL%202003%20Planificacion%20Holistica-SPANISH.pdf.
- Villacorta Olazábal, M. (2010). *Perú: Mapa del Déficit de Agua y Saneamiento Básico a Nivel Distrital, 2007*. Recuperado de http://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib0867/libro.pdf.
- Correo electrónico para correspondencia: alicia.roman@urp.edu.pe.