

Análisis de las tecnologías en sistemas de abastecimiento de agua potable

Analysis of technologies in drinking water supply systems

Estiven González Sarmiento, Jhoselin Roa Perez, Luis Ortiz-Ospino

Universidad Simón Bolívar, Barranquilla-Colombia

Open Access

Publicado:

1 julio de 2019

Correspondencia:

egonzalez58@unisimon.edu.co

jroa10@unisimon.edu.co

Resumen

El agua es parte de todos los procesos naturales de la tierra, por lo que tiene un impacto en todos los aspectos de la vida. Como cada organismo depende del agua, se ha convertido en el eje primario del desarrollo de la sociedad a lo largo de la historia. Actualmente, gran parte de la sociedad no tiene acceso a los servicios públicos, además de esto, los proyectos que pueden tener recursos para llevarse a cabo en pequeñas comunidades, todo el tiempo se desperdician, siendo afectados por la ejecución de metodologías equívocas. Por lo tanto, el tratamiento o purificación del agua es una de las opciones útiles para proporcionar su calidad a los estándares de uso. Los sistemas tradicionales de purificación y purificación exigen numerosos equipos y sistemas electromecánicos que causan altos costos de operación y mantenimiento. El establecimiento de estos sistemas plantea grandes dificultades en los países en desarrollo, por lo que las tecnologías sostenibles de bajo costo se convierten en una alternativa asequible. Teniendo en cuenta lo anterior, el propósito de esta investigación es revisar las iniciativas a nivel internacional y nacional que intentan aliviar la situación actual de crisis general, como el suministro de agua potable, enfatizando las principales tecnologías en los sistemas de suministro, todo esto desde la vigilancia tecnológica para identificar aquellos tecnológicos con el fin de establecer condiciones iniciales y promover el desarrollo de nuevas alternativas tecnológicas para la mejora de los sistemas de suministro de agua potable.

Palabras claves: Vigilancia tecnológica, sistemas de abastecimiento, potabilización, tratamiento, agua potable.

Abstract

Water is part of all the natural processes of the earth, so it has an impact on all aspects of life. Because each organism depends on water, it has become the primary axis of the development of society throughout history. Currently, much of society does not have access to public services, in addition to this, projects that may have resources to be carried out in small communities, all of the times are wasted, being affected by the execution of methodologies equivocal. Thus, Water treatment or purification is one of the useful options to provide its quality to the standards of use. Traditional purification and purification systems demand numerous electromechanical equipment and systems that cause high operating and maintenance costs. The establishment of these systems poses great difficulties in developing countries, so that low-cost sustainable technologies become an affordable alternative. Taking into account the above, the purpose of this research is to review the initiatives at international and national level that try to alleviate the current situation of general crisis such as the supply of drinking water, emphasizing the main technologies in supply systems, all this from the technological surveillance in order to identify those technological in order to establish initial conditions and promoting the development of new technological alternatives for the improvement of drinking water supply systems..

Keywords: Technological surveillance, supply systems, purification, treatment, drinking water.

Como citar (IEEE): E. González Sarmiento, Jh. Roa Perez, L. Ortiz-Ospino, "Análisis de las tecnologías en sistemas de abastecimiento de agua potable", *Investigación y Desarrollo en TIC*, vol. 10, no. 2, pp. 32-44., 2019

Introducción

En la actualidad el recurso hídrico está bajo presiones crecientes como consecuencia del crecimiento de la población mundial, el incremento de las actividades pecuarias, una combinación de problemas económicos y socioculturales, lo cual afecta negativamente la calidad del agua; las carencias de medidas de control de la contaminación dificultan el uso sostenible del vital líquido [1]. La disponibilidad del agua es un problema actual y complejo en el que interviene una serie de factores que van más allá del incremento poblacional que demanda cada vez más este recurso para uso del consumo humano, así como para llevar a cabo actividades económicas. El crecimiento urbano-industrial, la sobreexplotación y la contaminación de los recursos hídricos han generado conflictos y escasez de agua, afectando de manera significativa a ciudades y localidades. Actualmente, gran parte de la sociedad no cuenta con el acceso a servicios públicos, además de esto, los proyectos que pueden contar con recursos para ser efectuados en colectividades pequeñas, la totalidad de las veces son desaprovechados, siendo estos afectados por la ejecución de metodologías equívocas [2].

El tratamiento del agua o potabilización es una de las opciones servibles para proporcionar su calidad a las normas propias del uso. Los sistemas tradicionales de potabilización y purificación demandan de numerosos equipos y sistemas electromecánicos que provocan costos de explotación y mantenimiento elevados. El establecimiento de estos sistemas plantea grandes dificultades en países en vías de desarrollo, de manera que las tecnologías sostenibles de bajo costo se convierten en una alternativa asequible [3].

De esta forma, el desarrollo sostenible garantiza la existencia del género humano, mantiene los niveles productivos de la sociedad e identifica alternativas de desarrollo de sociedad [4].

Por todo ello, el uso de tecnologías sostenibles para el abastecimiento de agua potable se transforma en una de las soluciones a la difícil crisis del agua, ideado todo el proceso desde la evaluación de las condiciones de la locación donde se aplicará, es decir, desde un alcance económico, social, legal y medioambiental.

Es importante que los sistemas de abastecimiento de agua desarrollen e implementen estrategias preventivas para gestionar los riesgos; la metodología de los Planes de Seguridad del Agua permite mejor comprensión del sistema mediante la identificación de los eventos peligrosos y medidas de control, evaluación del riesgo y formulación de programas de mejoramiento, modernización o implementación de nuevas medidas de control como parte de la gestión del riesgo. La aplicabilidad de esta metodología se extiende a todos los Sistema de Abastecimiento de Agua Potable, siendo posible el uso de herramientas sencillas. La intención de este trabajo es hacer una revisión de las iniciativas a nivel internacional y nacional que intentan paliar la actual situación de crisis general como lo es el abastecimiento de agua potable, haciendo hincapié en las principales tecnologías en sistemas de abastecimiento de agua potable con el fin de identificar esas tecnológicas para establecer unas condiciones iniciales y así impulsando el desarrollo de nuevas alternativas tecnológicas para el mejoramiento de los sistemas de abastecimiento, todo esto por medio de un proceso de vigilancia tecnológica.

Marco contextual

La disponibilidad del agua es un problema actual y complejo en el que interviene una serie de factores que van más allá del incremento poblacional que demanda cada vez más este recurso para uso del consumo humano, así como para llevar a cabo actividades económicas. El crecimiento urbano-industrial, la sobreexplotación y la contaminación de los recursos hídricos han generado conflictos y escasez de agua, afectando de manera significativa a ciudades y localidades.

A lo largo del tiempo, se han hecho estudios de tecnologías en sistemas de abastecimiento de agua potable, ya que es una problemática a nivel mundial.

En el medio rural casi todas las comunidades cuentan con fuentes de agua ya que este es un requisito indispensable para su establecimiento. Las tres categorías más importantes de las que suelen disponer las comunidades son las fuentes subterráneas, las superficiales y las pluviales [5].

Autores como Morató et al. [3] estudiaron las tecnologías sostenibles para la potabilización y el tratamiento de aguas residuales, donde presentaron que los humedales construidos como un ejemplo de tecnología adecuada y sostenible de tratamiento para una gran variedad de aguas residuales, incluyendo un origen urbano, agrícola o industrial, entre otros. Estos, como una alternativa viable de tratamiento para la mejora de la calidad de los recursos de agua, la salud pública y el medio ambiente, así como por la valorización de los recursos tratados.

Por otra parte, en África Subsahariana donde menos de la mitad tiene acceso a una fuente de agua potable. Estas carencias se acrecientan particularmente en las zonas rurales de estos países donde las infraestructuras de saneamiento no son óptimas. Esta problemática se ve evidenciado en Togo, ubicado en África occidental, en el golfo de Guinea. Se presenta la problemática de agua potable, los principales condicionantes son la poca profundidad del suelo y la composición del mismo (las primeras capas están compuestas de arcillas lo que dificultará el trabajo en la época lluviosa). La región de Danyí se encuentra en una meseta a una altitud de 800m sobre el nivel del mar. La comunidad presenta un único cauce de agua permanente.

Durante la época lluviosa hay numerosos cauces temporales que se secan en la época de sequía. En el momento que realizaron este estudio se comprobaron la existencia de unos manantiales naturales, pero ninguno de ellos es suficiente para cubrir sus necesidades. Únicamente se cuenta con el río Tonón con el suficiente caudal durante todo el año que garantice el suministro de agua y que esté situado a una distancia aceptable. En la temporada seca analizaron los ríos más cercanos a la población de Danyí, observándose que el río Tonón es el río más caudaloso en temporada seca, pudiendo suficiente agua durante todo el año, realizaron una acequia de derivación construida con cemento que desviaré el caudal necesario del río hacia la planta de tratamientos físicos. Para asegurar el caudal suficiente en la derivación se construyó un azud (barrera) que ocupará una parte del cauce principal. buscaron la pendiente necesaria para tener una circulación fluida del agua y colocaron un aliviadero que conduce el agua hacia el caudal principal del río para evitar que las crecidas deterioren las instalaciones. En las tomas de río, y debido a la velocidad del agua, aumentan los arrastres de flotantes, sólidos, arenas, maleza, etc. Para evitar que estas impurezas entren en las conducciones, colocaron rejillas de desbaste a lo largo de todo el canal de derivación. posteriormente instalaron el sistema de bombeo y se le hace tratamiento del agua [6].

La utilización del agua subterránea como fuente de abastecimiento hídrico por operación de pozos y redes de distribución es práctica corriente en numerosas localidades, Según [7]-[8], para darle respuesta al problema de la falta de agua potable a nivel mundial se han planteado diferentes estrategias de manejo y aplicación de filtros potabilizadores de agua. Ésta es una medida de acción a la problemática actual que se presenta por los desastres naturales, el cambio climático y las zonas de conflicto, donde el agua no tiene las mejores cualidades para el consumo humano. A su vez, se debe tener en cuenta que existen comunidades rurales que no cuentan con plantas de tratamiento de agua o tienen acueductos veredales ineficientes.

De acuerdo con lo anterior, es importante resaltar que existen métodos que se encuentran al alcance de todos y pueden proporcionar una mejor calidad del recurso hídrico a las comunidades que lo necesitan. Estos métodos se basan en el principio de la filtración, un proceso en el que se retiene, por un medio poroso, la materia en suspensión contenida en un fluido [9]. En la actualidad se han desarrollado diferentes métodos para realizar la filtración y potabilización de agua: filtro de carbón activado, filtro de tela, filtro lento de arena, filtro de velas, filtro de cerámica y filtro de membrana de ultrafiltración [10].

Esto se ve reflejado en El Proyecto Guayabal de Síquima, Ingenieros sin fronteras Colombia —isf-col—: Mejoramiento de la calidad del agua de una comunidad del departamento de Cundinamarca, Colombia. Para el desarrollo del proyecto se realizó un diagnóstico en el que se hicieron pruebas de laboratorio para conocer la calidad del agua en aspectos físico - químicos y microbiológicos que demostraron la baja calidad del agua de consumo en la comunidad de Guayabal de Síquima.

Se realizaron talleres con metodologías de acción participativa para la implementación de filtros lentos de arena; luego se realizaron pruebas al agua procesada siguiendo los parámetros físico - químicos y microbiológicos de: turbidez, pH, conductividad, color verdadero, coliformes totales y *Escherichia coli*. Según los resultados de campo se evidenció que el sistema de filtración implementado eliminó el 90% de heces y coliformes totales durante el periodo de maduración de la cama de filtrado. Más aún, se mejoraron las condiciones organolépticas del agua después de ser tratada, por lo que se comprobó la disminución de sólidos en suspensión y se permitió el acceso al agua potable para las personas de la comunidad intervenida [11].

Por otra parte, Tradicionalmente las fuentes de agua provienen de quebradas, ríos o lagunas, esto implica que estas fuentes mantengan caudales permanentes y en especial su flujo al final del verano de cada año y así poder definir su uso para fines de consumo humano y productivo. Otros sitios de captación incluyen nacientes, manantiales, ojos de agua o y pozos superficiales. Actualmente las técnicas de captación, más utilizadas en zonas secas son la recolección de agua de lluvia, de escorrentía y la extracción de aguas subterráneas; estas técnicas tienen como complemento, el establecimiento de estructuras de almacenamiento [12].

Recientemente, David Cañón & Mónica Mora [13] plantearon la propuesta de formular todo un sistema de agua potable, con el fin de brindarles a la vereda Basconta, en el municipio de Icononzo en Tolima finalmente un servicio que satisfaga las necesidades de la comunidad. Para el desarrollo de la investigación se hizo mediante tres tipos de metodologías diferentes: descriptiva, prospectiva y retrospectiva. En la metodología descriptiva básicamente exploraron e indagaron acerca el servicio que les estaban ofreciendo a la comunidad del municipio de Icononzo en cuanto su cobertura, calidad, servicio constante, operación, mantenimiento y demás detalles. Seguido a esto en la metodología prospectiva analizaron la prestación del servicio por parte de la empresa de acueducto municipal, donde obtuvieron como resultado el poco cubrimiento que tiene la prestación del servicio sobre las veredas del municipio y más exactamente se conocieron las dificultades que en este caso sufren los habitantes de la vereda Basconta en la cual para tener agua en sus casas los pobladores deben conectar mangueras a fuentes cercanas a sus casas. Finalmente, en la metodología retrospectiva formularon a partir del análisis de la metodología prospectiva y como resultado la propuesta en resumen era instalar una bocatoma lateral en la quebrada Juan Lopitos ya que era la quebrada óptima la cual conducirá el fluido a una serie de tratamientos logrando obtener como resultado agua potable para el sector C de la vereda Basconta del municipio Icononzo – Tolima.

Marco teórico

Como soporte teórico para esta investigación se presentan los siguientes conceptos: la vigilancia tecnológica y otros conceptos relacionados con sistemas de abastecimiento de agua potable. Esto permitió considerar los enfoques, autores y conceptos adecuados como soporte teórico a este trabajo.

El problema de la calidad de agua es tan importante como aquellos relativos a la escasez de esta, pero sin embargo se le ha brindado menos atención. El término calidad de agua se refiere al conjunto de parámetros que indican que el agua puede ser usada para diferentes propósitos. Es importante contar con un abastecimiento seguro y conveniente, y de satisfacción para el consumo humano, y la higiene personal, debe limitarse a normas adecuadas en cuanto a disponibilidad, cantidad, calidad y confiabilidad del abastecimiento [14].

Se prevé que para el año 2020, el aprovechamiento de agua aumentará en un 40%, y que aumentará un 17% adicional para la producción alimentaria, a fin de satisfacer las necesidades de una población en crecimiento. Colombia tiene abundantes recursos hídricos y a pesar de contar con estos recursos persisten los problemas relacionados a la cobertura y eficiencia de la calidad de los abastecimientos de agua, su desenfadada contaminación, el agotamiento de las fuentes subterráneas, el deterioro de las aguas dulces se ha convertido en un problema serio, ya que aproximadamente solo el 30% de la población consume agua con los estándares establecidos por la Organización Panamericana de la Salud (OPS). Esto también se debe a que los sistemas tradicionales de potabilización y purificación demandan de numerosos equipos y sistemas electromecánicos que provocan costos de explotación y mantenimiento elevados, es por ello que se hará uso de la vigilancia tecnológica.

Según Escorsa et al. [15] “la vigilancia tecnológica consiste en la observación y en el análisis del entorno científico, tecnológico y de los impactos económicos presentes y futuros, para identificar las amenazas y las oportunidades de desarrollo”.

La Tipología de la vigilancia a partir del modelo de Michael Porter de fuerzas que caracterizan la posición competitiva de la empresa hablan de cuatro tipos de vigilancia [16]:

Tecnológica o centrada en el seguimiento de los avances del estado de la técnica y en particular de la tecnología y de las oportunidades / amenazas que genera.

Tecnológica competitiva, implica un análisis y seguimiento de los competidores actuales, potenciales y de aquellos con producto sustitutivo.

Tecnológica comercial, dedica la atención sobre los clientes y proveedores, entorno, centra la observación sobre el conjunto de aspectos sociales, legales, medioambientales, culturales, que configuran el marco de la competencia.

En los casos que se mencionan, se pone de manifiesto que la vigilancia: Facilita la incorporación de nuevos avances tecnológicos a los propios productos y procesos. Es esta una de las funciones más importantes de la vigilancia tecnológica. También, ayuda a decidir el programa de I+D y su estrategia. Los resultados de la vigilancia pueden ayudar a la dirección a decidir la orientación de sus proyectos de I+D y el enfoque técnico de los mismos.

Marco conceptual

Calidad del agua: El problema de la calidad de agua es tan importante como aquellos relativos a la escasez de esta, sin embargo, se le ha brindado menos atención. El término calidad de agua se refiere al conjunto de parámetros que indican que el agua puede ser usada para diferentes propósitos como: doméstico, riego, recreación e industria.

La calidad del agua se define como el conjunto de características del agua que pueden afectar su adaptabilidad a un uso específico, la relación entre esta calidad del agua y las necesidades del usuario. También la calidad del agua se puede definir por sus contenidos de sólidos y gases, ya sea que estén presentes en suspensión o en solución [17].

La evaluación de la calidad del agua es un proceso de enfoque múltiple que estudia la naturaleza física, química y biológica del agua con relación a la calidad natural, efectos humanos y acuáticos relacionados con la salud.

El análisis de cualquier agua revela la presencia de gases, elementos minerales, elementos orgánicos en solución o suspensión y microorganismos patógenos. Los primeros tienen origen natural, los segundos son procedentes de las actividades de producción y consumo humano que originan una serie de desechos que son vertidos a las aguas para su eliminación [18].

La contaminación causada por efluentes domésticos e industriales, la deforestación y las malas prácticas de uso de la tierra, están reduciendo notablemente la disponibilidad de agua. En la actualidad, una cuarta parte de la población mundial, que principalmente habita en los países en desarrollo, sufre escasez severa de agua limpia, lo que provoca que haya más de diez millones de muertes al año producto de enfermedades relacionadas a la contaminación hídrica [19].

Muchas de las actividades humanas contribuyen a la degradación del agua, afectando su calidad y cantidad. Entre las causas de mayor impacto a la calidad del agua en las cuencas hidrográficas de mayor importancia, está el aumento y concentración de la población, actividades productivas no adecuadas, presión sobre el uso inadecuado, mal uso de la tierra, la contaminación del recurso hídrico con aguas servidas domésticas sin tratar, por la carencia de sistemas adecuados de saneamiento, principalmente en las zonas rurales. De igual manera, la contaminación por excretas humanas representa un serio riesgo a la salud pública [20].

Es de vital importancia, tanto para la salud humana como para el bienestar de la sociedad, contar con un abastecimiento seguro y conveniente, de satisfacción para el consumo humano, y la higiene personal debe ceñirse a normas adecuadas en cuanto a disponibilidad, cantidad, calidad y confiabilidad del abastecimiento. Dado que el agua es un líquido vital para los seres vivos, debe poseer un alto grado de potabilidad que puede resumirse en:

- Condiciones físicas: que sea clara, transparente, inodora e insípida.
- Condiciones químicas: que disuelva bien el jabón sin formar grumos, que cueza bien las legumbres.
- Condiciones biológicas: que esté libre de organismos patógenos, con alto contenido de oxígeno y una temperatura que no debe sobrepasar más de 5°C a la del ambiente, pH no menor de seis ni mayor de ocho.
- Escasez de agua: Los recursos hídricos se encuentran en peligro, los más importantes y estratégicos están sometidos a un alto grado de vulnerabilidad, por negligencia, falta de conciencia y desconocimiento de la población acerca de la obligación de protegerlos y la carencia de autoridades, profesionales y técnicos, a los que les corresponde cuidarlos y utilizarlos [21].

Cerca de una tercera parte de la población del planeta vive en países que sufren una escasez de agua alta o moderada. Unos 80 países, que representan el 40% de la población mundial, sufrían una grave escasez de agua a mediados del decenio de los noventa, y se calcula que en menos de 25 años las dos terceras partes de la población mundial estarán viviendo en países con escasez de agua.

Importancia de la calidad del agua: Cada vez la disponibilidad de agua para consumo humano es menor, debido al crecimiento poblacional, incremento en el consumo, contaminación de las fuentes de agua en general y al manejo inadecuado de las cuencas hidrográficas [22].

Aunque el recurso hídrico sea constante, la calidad de esta va disminuyendo rápidamente, como consecuencia de la contaminación de las fuentes de agua, lo cual genera el estrés hídrico. En la región Centroamericana, la magnitud del problema de la contaminación es alarmante ya que a estas alturas es imposible solucionar el problema mediante la dilución por efecto del aumento del caudal [23].

El peligro de que ciertos elementos solubles se incorporen al agua, y aún más peligroso, si estos elementos están en contacto directo con estas fuentes de agua, provocarán enfermedades en la salud pública. Las implicaciones de consumir agua contaminada son muchas: En el contexto de la salud pública se establece que aproximadamente un 80% de todas las enfermedades y más de una tercera parte de las defunciones en los países en vías de desarrollo tienen principal causa la ingestión del agua contaminada. Se estima que el 70% de la población que vive en áreas rurales de países en desarrollo, está principalmente relacionada con la contaminación de agua por heces fecales [20].

Lo anterior tiene una estrecha relación con la escorrentía superficial, una forma de contaminación difusa o no localizada. La contaminación por fuentes no localizadas contribuye significativamente con niveles altos de agentes patógenos en las fuentes de aguas superficiales, especialmente por coliformes fecales de origen humano y animal. En este sentido, un suministro seguro de agua para uso potable en cantidad, calidad y continuidad contribuye a la reducción de la probabilidad de enfermedades transmitidas por la vía fecal y oral.

Tecnologías apropiadas para desinfección del agua: Son tecnologías sencillas, de bajo costo y de fácil implementación que permiten alcanzar niveles aceptables de descontaminación en regiones rurales, de escasos recursos hídricos y económicos que resulten aceptables y sean socios económicamente viables.

El más importante requerimiento individual del agua bebida es que debe estar libre de cualquier microorganismo que pueda transmitir enfermedades al consumidor. Procesos tales como almacenamiento, sedimentación coagulación, floculación y filtración rápida, reducen en grado variable el contenido bacteriológico del agua. Sin embargo, estos procesos no pueden asegurar que el agua que producen sea bacteriológicamente segura. Frecuentemente se necesitará una desinfección final, la cual se encarga de la destrucción o al menos la desactivación completa de los microorganismos dañinos. Se realiza usando medios físicos o químicos [19, 29,30,31].

Entre los factores que influyen en el método a elegir para la desinfección del agua se pueden mencionar:

- La naturaleza y número de organismos a ser destruidos.
- El tipo y concentración del desinfectante usado.
- La temperatura del agua a ser desinfectada: a mayor temperatura más rápida la desinfección.
- El tiempo de contacto del desinfectante: a mayor contacto desinfección, es más completa.
- La naturaleza del agua a ser desinfectada: si el agua contiene partículas coloidales y orgánicas obstaculiza el proceso de desinfección.
- El pH, acidez o alcalinidad del agua.
- Mezcla: buena mezcla de los desinfectantes a través de toda el agua.

Metodología

A. Tipo de investigación

En la presenta investigación se utilizó un diseño de investigación tipo documental a través de la consulta de documentos (base de datos, patentes, artículos científicos, informes, revistas) [24, 25,26,27,28], con el fin de realizar el análisis de tecnologías en sistemas de abastecimientos de agua potable.

B. Fuentes de información

Se toman fuentes de información como libros, artículos y documentos especializados, fuentes precisas como páginas web especializadas.

C. Método de investigación

Para el logro del objetivo planteado se desarrolló un proceso de vigilancia tecnológica a través de la descripción y análisis de los procedimientos implementados para realizar las tareas de vigilancia y obtener las herramientas propias para recuperar, difundir y analizar los datos recopilados. También, para el logro del objetivo de investigación se llevó a cabo tres fases metodológicas por medio del proceso de vigilancia tecnológica, en la cual la primera es la identificación de los factores de las tecnologías de sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de un mapeo tecnológico, que permita tener una visión panorámica de las tecnologías de abastecimiento de agua potable, conocer el posicionamiento de las tecnologías frente a las necesidades del mercado y cuáles son las tendencias tecnológicas. La segunda fase metodológica constó de una elaboración de perfiles tecnológicos a través de una caracterización con el fin de identificar esas tecnologías para establecer unas condiciones iniciales y así en la tercera fase se propuso alternativas para el mejoramiento en la aplicación de los sistemas abastecimiento de agua potable.

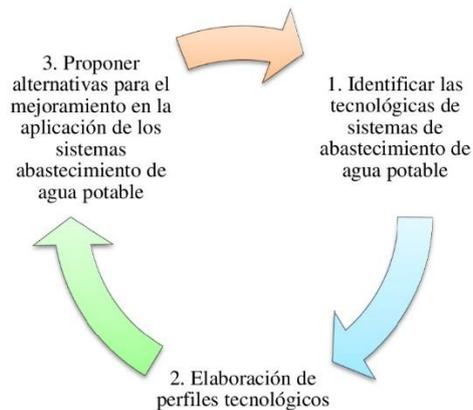


Figura. 1 Proceso de vigilancia tecnológica

Resultados

En esta sección se muestran los resultados obtenidos a través de la consulta de documentos (base de datos, patentes, artículos científicos, informes, revistas) realizada. Se inicia con un proceso de vigilancia tecnológica, en donde se muestran los procedimientos implementados en las tareas de vigilancia, y de esta manera se obtuvieron las herramientas propias para analizar los datos recopilados. Este proceso de vigilancia se desglosa en tres fases: la primera fase se identificaron los factores de las tecnologías de sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de un mapeo tecnológico, en la segunda fase se realizó un análisis bibliométrico mediante el Software VOSviewer y en la tercera fase se hizo la realización de perfiles tecnológicos a través de la caracterización, para así proponer alternativas para el mejoramiento en la aplicación de los sistemas abastecimiento de agua potable:

Mapeo tecnológico: se inició con una revisión de los factores para la identificación de las tecnologías de sistemas de abastecimiento de agua potable, esto se obtuvo mediante la búsqueda de patentes en las bases de datos de Google Patents que es una herramienta que brinda Google y por medio de Patentscope, una herramienta que brinda la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI). Se utilizó una ecuación de búsqueda ((TECHNOLOGY, SYSTEM, TREATING, CATERING, PURIFICATION, WATER) and (WATER TREATMENT, POTABLE WATER, WATER PURIFICATION, WATER

Tabla 1. Ficha perfil

Categorías	Características
Tecnologías	Tratamiento de aguas por procesos: ciclo natural inducido, sistema compacto, Aprovechamiento eficiente del agua lluvia. Generación de agua: dispositivos termoeléctricos.
Tiempos	2014, 2016, 2017.
Países	Estados unidos, Reino unido, China, Japón.

Conclusión

Se identificaron las diferentes metodologías y técnicas de investigación que se han utilizado en las prácticas de sistemas de abastecimiento de agua potable relacionándola con la vigilancia tecnológica. Mediante este proceso de vigilancia, se obtuvieron las herramientas propias para el análisis de los datos recopilados, y de esta forma dio conocer el posicionamiento de las tecnologías frente a las necesidades del mercado y cuáles son esas tendencias tecnológicas actuales.

Adicionalmente, tras el proceso de vigilancia, se recomienda que para la toma de decisiones de política pública inicialmente se hagan estudios de vigilancia tecnológica, con el fin de aterrizar al contexto, y tomar decisiones asertivas en la aplicación de estos sistemas. Segundo, realizar ejercicios de apropiación social de la tecnología para que realmente las personas se apropien de ellas y así tener un impacto esperado con el desarrollo tecnológico.

Referencias bibliográficas

1. S. A. Otero, Creación y diseño de organismos de cuencas en la subcuenca del río Copán, Honduras (No. Thesis O87cr), CATIE, Turrialba (Costa Rica), 2002.
2. S. Méndez, M. Opazo, Y. Romero y B. C. Pérez, «Metodología para la apropiación de tecnologías de saneamiento básico en comunidades indígenas,» Cuadernos de Desarrollo Rural, vol. 8, nº 66, pp. 153-176, 2011.
3. J. Morató, A. Subirana, A. Gris, A. Carneiro y R. Pastor , «Tecnologías sostenibles para la potabilización y el tratamiento de aguas residuales,» Revista Lasallista de Investigación, vol. 3, nº 1, pp. 19-29, 2006.
4. E. De La Hoz y L. Lopez Polo, «Análisis conceptual del desarrollo sostenible y el desarrollo sustentable,» Investigación e Innovación en Ingenierías, vol. 2, nº 2, 1 Julio 2014.
5. C. UNATSABAR, Tecnologías para abastecimiento de agua en poblaciones dispersas, Lima: OPS, 2005.
6. A. J. Serrano, “Proyecto de un sistema de abastecimiento de agua potable en Togo”, Doctoral dissertation, Tesis Ing. Técnica Industrial Mecánica. Madrid, ES. Universidad Carlos III de Madrid. 132p, 2009.
7. J. Cavero, Mejoramiento de la calidad del agua de consumo en los caseríos de Tambogrande, Piura: sistematización de la experiencia, Peru: CEPIS, 2004.

8. Universidad de Manizales, Sistemas de tratamiento de aguas de la maestría en desarrollo sostenible y medio ambiente de la cátedra manejo integrado del agua, Manizales: Universidad de Manizales, 2015.
9. J. García, Estudio sanitario del agua filtración, Granada: Universidad de Granada, 1995.
10. UNAD, Diseño de plantas potabilizadoras, 2015.
11. J. Plazas, C. Torres, J. C. Silva, M. C. Ramírez, L. C. Caicedo y M. A. González, «A Systemic Framework to Develop Sustainable Engineering Solutions in Rural Communities in Colombia,» Syst Pract Action Res., vol. 25, nº 2, pp. 95-116, 2012.
12. IDEAM, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2004.
13. D. S. Cañón Alvarado y M. A. Mora Alfonso, Propuesta De Un Sistema De Abastecimiento de Agua Potable para el sector C de la Vereda Basconta en el Municipio de Icononzo - Tolima, Universidad Francisco José De Caldas, 2017.
14. B. L. Guzmán Barragán, P. Días Bevilacqua y G. Nava Tovar, «Contextos locales de la vigilancia de calidad del agua para consumo humano: Brasil y Colombia,» Revista de Salud Pública, vol. 17, nº 6, pp. 961-972, 2015.
15. P. Escorsa, R. Maspons y J. Llibre, De la vigilancia tecnológica a la inteligencia competitiva, vol. 1, Madrid: Prentice hall, 2001.
16. B. Martinet y J. M. Ribault, La veille technologique concurrentielle et commerciale (sources, méthodologie, organisation), Collection hommes et techniques, 1989.
17. M. Mendoza, Impacto de la tierra, en la calidad del agua de la microcuenca río Sábalo, Cuenca del río San Juan Turrialba, Costa Rica: CR CATIA, 1996, p. 81.
18. F. Sáenz, Identificación de áreas críticas para el manejo de la cuenca del río Pacuare, Costa Rica, Costa Rica, 1995.
19. M. R. Mejía Clara, Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliar, en la microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras, CATIE, 2005.
20. Organización Mundial para la Salud, (OPS), Consideraciones sobre el programa de medio ambiente y salud en el istmo de Centroamérica, San Jose: CR, 1993, p. 50.
21. J. Reynolds, Manejo integrado de aguas subterráneas: un reto para el futuro, San José: CR: EUNED, 2002, p. 340.
22. R. Radulovich, «Sostenibilidad en el uso del agua en América Latina,» Revista Forestal Centroamericana (CATIE), nº 18, pp. 13-17, 1997.
23. E. D. Ongley, «Lucha Contra la Contaminación Agrícola de los Recursos Hídricos.(Estudio FAO Riego y Drenaje-55),» GEMS/Water Collaborating Center Canada Center for Inland Waters, pp. 21-37, 1997.
24. R. Hernández, C. Fernández y M. Baptista, Metodología de la investigación, México DF: McGraw-Hill, 2014.

25. J. Guillot and A. Vilorio, "Estudio Sobre el Abastecimiento Constante de Energía Eólica", Investigación e Innovación en Ingenierías, vol. 3, no. 2, 2015. DOI: <https://doi.org/10.17081/invinno.3.2.2028>
26. R. Piteres, M. Cabarcas., y H. Gaspar, "El recurso humano factor de competitividad en el sector salud", Investigación e Innovación en Ingenierías, vol. 6, n°. 1, pp. 93 - 101., 2018 DOI: <https://doi.org/10.17081/invinno.6.1.2778>
27. V. Iguaran, y L. Campo, " Eficiencia en la productividad desde la perspectiva del cliente interno y externo en las empresas recicladoras del plástico en el departamento de la Guajira-Colombia", Revista Investigación e Innovación en Ingenierías, vol. 5, n°. 1, pp. 72-91, 2017. DOI: <https://doi.org/10.17081/invinno.5.1.2617>
28. D. Henao - león, A. Camilo Báez - Alarcón, y J. Bethsaid Pedroza - Rojas, "Metodología para determinar la viabilidad de generación de energía eléctrica por medio del recurso eólico", Revista Investigación e Innovación en Ingenierías, vol. 6, n°. 2, 2018. DOI: <https://doi.org/10.17081/invinno.6.2.3108>
29. A. Contreras, "Gestión de la motivación en escenarios organizacionales" Investigación e Innovación en Ingenierías, vol. 6, n°. 1, pp. 84 - 92., 2018. DOI: <https://doi.org/10.17081/invinno.6.1.2777>
30. P. Sánchez-Sánchez, J. R. García-González., y L. E. Ortiz-Ospino, "Metodología para la comparación de sistemas de planificación de recursos empresariales para servicios logísticos portuarios", Ingeniare. Rev. chil. ing. vol.25 no.3., 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052017000300547>
31. J. Garcia y P. Sanchez, «Autoregressive Moving Average Recurrent Neural Networks Applied to the Modelling of Colombian Exchange Rate,» International Journal Of Artificial Intelligence, vol. 16, nº 2, pp. 194-207, 2018.