

Catherine Lopera Estrada, Iván Darío Rojas Arenas, Nicolás Restrepo Henao

Institución Universitaria Pascual Bravo Medellin, Colombia

Resumen

Para su supervivencia el ser humano requiere del agua, un recurso que en el planeta tierra se encuentra en grandes cantidades, pero muy poca de ella se encuentra disponible para el consumo, por esto se vio la necesidad de generar procesos de potabilización que permitan el acceso a este líquido a los humanos a las distintas poblaciones. Sin embargo, dichos procesos no han sido suficientes ni han llegado a todas las areas geográficas del planeta de tal forma que se pueda asegurar agua potable a todo el mundo; en un futuro cercano, esta problemática tiende a aumentar dada la escasez de este compuesto vital.

En la actualidad en nuestro país existen lugares que no cuentan con un buen sistema de tratamiento de agua ni sus redes de distribución, características que impiden que la población acceda al agua potable y el saneamiento básico, por esto se busca una alternativa viable por medio de procesos de desalinización, enfocada en poblaciones vulnerables de la costa colombiana, una región muy afectada con este problema. En este proyecto se aborda el análisis de alternativas existentes para la desalinización del agua de mar, con objetivo de solucionar los problemas de la escasez de agua potable. Se plantea una investigación experimental, descriptiva y con enfoque mixto. Se propone el diseño de un desalinizador de agua por medio de destilación solar dadas las ventajas de este metodo en términos de costos y funcionalidad.

Palabras clave: diseño industrial; proceso de desalinización; diseño social

Abstract

Human beings require water for their survival, a resource that is found in large quantities on planet Earth, but very little of it is available for consumption, which is why there is a need to generate drinking water purification processes that allow access to this liquid for humans in different populations. However, these processes have not been sufficient nor have they reached all the geographical areas of the planet in such a way that drinking water can be assured to everyone; in the near future, this problem tends to increase given the scarcity of this vital compound.

Currently in our country there are places that do not have a good water treatment system or distribution networks, characteristics that prevent the population from accessing drinking water and basic sanitation, therefore a viable alternative is sought through desalination processes, focused on vulnerable populations of the Colombian coast, a region very affected by this problem. This project addresses the analysis of existing alternatives for the desalination of seawater, with the objective of solving the problems of drinking water scarcity. An experimental, descriptive and mixed approach research is proposed. The design of a water desalinator by means of solar distillation is proposed, given the advantages of this method in terms of cost and functionality.

Keywords: industrial design; desalinization process; social design

1. Introducción

El planeta tierra está enfrentando un serio problema ambiental, los recursos naturales son limitados y a medida que la población aumenta estos mismos disminuyen, generando que 3 de cada 10 personas vivan sin agua potable; en el futuro este recurso será aún más escaso por la poca agua dulce que tiene el planeta (2.5%), comparada con el 97.5% de agua salada (Berdonces, 2002). En la actualidad en nuestro país existen lugares que no cuentan con un buen sistema de tratamiento de agua ni sus redes de distribución, características que impiden que la población acceda al agua potable y saneamiento básico. Por esto se busca una alternativa viable por medio de la desalación de agua en la costa colombiana, asegurando que en un futuro esta población que se ha visto tan vulnerada por la escasez de agua y la pobreza, tengan agua potable y trabajo decente. En este sentido se planteo el presente proyecto investigativo, con el objetivo de diseñar un prototipo de desalinización por medio de un destilador solar, como alternativa de potabilización del agua, el cual pueda ser usado en poblaciones vulnerables del país, partiendo de un bajo costo y un diseño ergonómico, practico y fácil de transportar.

2. Marco teórico

El agua es la sustancia con mayor abundancia en la superficie terrestre (cubre cerca del 71% de la corteza de la tierra), además de ser parte fundamental de todos los organismos vivos. La mayor reserva de agua está en los océanos (agua salada), constituyendo cerca del 97% de toda la que existe en el planeta; el resto (agua dulce) permanece en gran parte en los casquetes polares y los glaciares (Gomez et al, 2016). El ciclo del agua es de vital importancia para la vida, y esta



constituido por una serie de fases por las que pasa en un proceso de transformaciones físicas a partir de sus cambios de estado (solido, líquido y gaseoso) mediados por cambios de temperatura.

Contaminación del agua

La contaminación del agua es cualquier cambio químico, físico o biológico en la calidad del agua, que tiene como consecuencia un efecto dañino en cualquier ser vivo que consuma esta agua. Sin agua, higiene y saneamiento se pone en riesgo la salud de las personas. En la actualidad cerca de 1,5 millones de personas en el mundo mueren al año por beber agua contaminada, una situación que se presenta en aquellos lugares de exclusión social, pobreza, entre otros (Huellas y Biografías, 2016). Factores naturales como la filtración de mercurio pueden contaminar los océanos, ríos, lagos, entre otros, sin embargo, el ser humano es el principal causante de esta contaminación, con el vertido de desechos industriales, deforestación, tráfico marítimo, entre otros.

El proceso de potabilización del agua requiere necesariamente de una modificación de la misma, de allí que sea muy común el consumo de agua embotellada dado la perdida de confianza en el liquido tratado que llega a los hogares. Lo anterior agrava el problema de la contaminación ambiental debido al uso intensivo de plástico y al mal manejo de los envases por parte de los usuarios, de allí que se requiera cada vez mas de procesos de potabilización amigables con el ambiente.

Huella hídrica

La huella hídrica es un indicador que define el volumen total de agua consumida por un individuo o comunidad, evaporada o contaminada a lo largo de la cadena de producción de bienes o servicios. Según este indicador la OMS advierte que para 2025, la mitad de la población mundial vivirá en zonas con escasez de agua (Historias y Biografías,2016). Además, cabe recalcar que, en 2015, 5200 millones de personas utilizaban servicios de suministro de agua potable gestionados de forma segura, es decir, cerca de 2100 millones de personas no tenían acceso a este compuesto de forma segura.

Procesos de desalinización del agua

Osmosis inversa

La osmosis es un fenómeno físico por el cual dos líquidos separados por una membrana semipermeable con diferente concentración entran en contacto igualando dichas concentraciones, del menor al de mayor concentración (Hidalgo, sf). En la osmosis inversa se invierte el proceso y el agua es forzada a cruzar la membrana para dejar las impurezas. Esto se debe a una presión que se ejerce sobre ella, la cual depende de esta presión depende de la cantidad de sólidos y del grado de desalinización que se quiera obtener.

Congelación

Consiste en el enfriamiento del agua de mar hasta que se congela parte del agua obtenida, lo cual hace que se formen unos cristales de hielo sobre la salmuera, que posteriormente se separan para



obtener el agua dulce; se puede realizar a partir de la expansión del agua o con la ayuda de un refrigerante (Acciona, 2020)

Formación de hidratos

El proceso consiste en añadir hidrocarburos a la solución salina que forman unos hidratos complejos en forma cristalina, que posteriormente se separan para obtener agua desalada, este proceso conlleva una gran dificultad tecnológica (Acciona, 2020)

Evaporación relámpago

En este proceso el agua se introduce en gotas sobre una cámara a baja presión, estas gotas se convierten en vapor y posteriormente son condensadas, el proceso se repite hasta conseguir la desalación deseada (Acciona, 2020).

Destilación

Consiste en calentar el agua hasta que entre en estado de evaporación, posteriormente se condensa para obtener agua dulce (Acciona, 2020). Algunos métodos de destilación son (Guagnelli y Rebollar, sf):

Destilación por múltiple efecto (MED): el agua a tratar pasa a través de evaporadores puestos en serie. El vapor de una de las celdas se usa para evaporar el agua de la siguiente mientras que el aporte de energía se hace sobre la primera de las etapas.

Destilación súbita (MSF): El agua a desalar se calienta a baja presión lo que permite una evaporación súbita e irreversible, repitiéndose este proceso en sucesivas etapas en las que la presión disminuye según distintas condiciones.

Destilación solar: Los colectores solares son el método ideal para producir agua en zonas áridas y muy aisladas del resto de poblaciones. A pesar de tener un coste energético nulo y escasa inversión necesaria, su baja rentabilidad reside en su escasa producción por metro cuadrado de colector al destilarse tan sólo unos litros al día en el caso de condiciones climatológicas favorables. Los destiladores solares pueden ser construidos de muchas formas y con diferentes materiales, así como destinados a diferentes usos, estos pueden construirse fijos o portátiles. El destilador solar reproduce en pequeña escala el ciclo natural del agua, el vapor de agua asciende hasta topar con la superficie, que por estar en contacto con el exterior está a una temperatura más fría que el resto del destilador. En esta superficie se condensa el agua formando pequeñas gotas y fluyen a un recipiente donde se recoge toda el agua destilada.

Diseño industrial como respuesta a necesidades

El diseño industrial podría ser entendido como una disciplina que desarrolla productos en serie de acuerdo con las tendencias, pero su en realidad su objetivo va mas allá, toda vez que implica el satisfacer necesidades de un mercado al tiempo que se busca el desarrollo de productos pertinentes con un contexto tanto economico como social. En este sentido, en el diseño industrial se debe tener en cuenta aspectos como (Rodriguez, sf):

• Satisfacción de necesidades mediante la producción de bienes o servicios en interacción directa con el usuario.



- Innovación en el ámbito ambiental.
- Incrementar el valor de uso de los productos.
- Las propiedades formales de los productos (estéticas, estructurales y funcionales).
- Coordinación de desarrollo y planificación de productos.

Un adecuado diseño obedece a tres propiedades formales, las cuales definen en gran medida la filosofía del diseño industrial: la estética, referida a la reacción del usuario con el producto y manifestada a partir de los sentidos; lo estructural que consiste en considerar al producto como un conjunto de elementos interconectados e interactuantes cuyas conexiones responden a la finalidad para lo que fue construido; y lo funcional en donde se analiza por qué y para que del producto (Diseño para la interacción, 2010).

3. Metodología

Enfoque metodológico y tipo de investigación

El presente proyecto se enmarca en un tipo de investigación experimental, dado que se construirá el prototipo de desalinizador y se le harán las respectivas pruebas tanto de eficiencia de producción de agua como de potabilidad de la misma. De igual forma se trata de una investigación descriptiva en la medida en que se describe una situación problémica específica, así como la posible alternativa de solución y la manera de llegar a esta; se tiene un enfoque mixto, dado que se usa información de tipo cualitativo y cuantitativo.

Las fases del proyecto son las siguientes:

- a. Caracterización de la problemática planteada a partir de una pregunta de investigación
- b. Revisión de fuentes bibliográficas para la construcción del marco teórico y el estado del arte de la cuestión.
- c. Revisión de posibles alternativas de solución a partir del análisis de diseños existentes
- d. Realización de prediseño ajustada a los requerimientos del problema.
- e. Validación del prediseño por parte de expertos
- f. Construcción de prototipo.
- g. Realización de pruebas de eficiencia del dispositivo y calidad del agua obtenida.
- h. Ajustes y mejoras para el desarrollo del prototipo final.

4. Resultados parciales

Se aclara que el presente texto solo abarca el desarrollo del proyecto hasta la etapa C (revisión teórica de alternativas existentes), dado que es una investigación en curso, de allí que los resultados parciales que se presentan están relacionados con la indagación teórica preliminar para identificar las ventajas de un desalinizador solar y las características de algunos diseños existentes; así las cosas, se tiene que dentro de las ventajas de la utilización de este tipo de dispositivos se encuentra el hecho que utilizan energía solar para su funcionamiento, lo cual permite un bajo costo de operación.

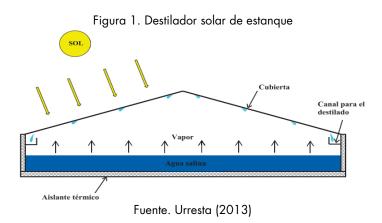


Sumado a lo anterior, también se puede decir que el tipo de equipo que se planea diseño es de fácil transporte y manipulación, de forma que puede ser usado por hogares en donde se requiera el mismo. Además, se puede pensar en un uso posterior de la salmuera obtenida en el proceso, lo cual puede ser objeto de otro proyecto de investigación.

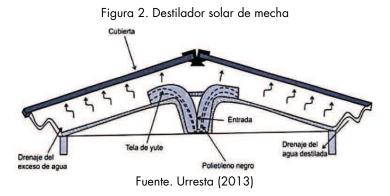
Para el presente trabajo, se establecieron unos parámetros de diseño y construcción del dispositivo de forma que este sea pertinente con la problemática planteada: bajo peso relativo, fácil transporte, materiales de construcción comerciales, debe tener piezas estandarizadas y ser fácil de instalar de manera que se facilite el trabajo humano.

Frente al análisis de distintos diseños existentes, se tienen los siguientes:

 Destilador solar de estanque (figura 1): entre sus características se encuentran que es de bajo costo y fácil construcción, así como de operar y mantener. Su instalación es sencilla, aunque tiene una baja producción de agua y utiliza una cubierta frágil, generalmente de vidrio.



 Destilador solar de mecha: es de fácil transporte y tiene una producción de agua mayor a la del anterior, pero su mantenimiento debe ser mas frecuente y es más costoso.





 Destilador solar activo de múltiples etapas con colector plano: presenta una alta producción de agua y un funcionamiento flexible, ocupa menos espacio que un destilador solar. Tiene un alto costo y su operación, mantenimiento e instalación son complicados

Aislante térmico

Radiación solar

Depósito

Primer depósito

Primer depósito

Agua salina

Agua circulando por termosifón

Fuente. Urresta (2013)

Figura 3. Destilador solar activo de múltiples etapas con colector plano

En la figura 4 se muestra un análisis comparativo de las tres alternativas de dispositivo mostradas en los párrafos anteriores, basado en 7 aspectos: producción de agua, complejidad, disponibilidad de materiales para su construcción, costos de fabricación, operación y mantenimiento, facilidad de transporte e instalación y vida útil.

Figura 4. Análisis comparativo

PARÁMETRO DE	PESO DE	Alternativas		
SELECCIÓN	VALORACIÓN	DSE	DSMM	DSMP
Producción diaria de agua destilada	10	2	3	8
Complejidad del desalinizador	6	9	8	7
Disponibilidad de materiales en el mercado local	7	9	9	9
Costos de fabricación	9	8	7	5
Facilidad de transporte e instalación	5	8	8	7
Costos de operación y mantenimiento	7	7	6	5
Vida útil	8	8	8	8
MEDIA PONDERADA		6.96	6.73	7

Fuente. Urresta (2013)

5. Referencias

 Berdonces, J. (2002). Agua potable. La problemática del tratamiento del agua potable. Natura Medicatrix: Revista médica para el estudio y difusión de las medicinas alternativas, 20, (3), 2002, pp. 114-118



- Gomez, A., Miralles, M., Cordomi, I., Garcia, S., Navarro, S., Llebaria, X. (2016). Gaceta sanitaria: Órgano oficial de la Sociedad Española de Salud Pública y Administración Sanitaria, 30, (1), pp. 63-68.
- Historias y Biografías (2016). Consumo de agua en el mundo huella hídrica, tablas y mapa.
 Consultado el 20 de noviembre de 2020 en: https://historiaybiografias.com/historia_consumo_agua/
- Hidalgo, A (sf). Desalación de aguas ósmosis i versa implicaciones medio ambientales y lucha contra la sequía. Ciencia y Vida Cotidiana. Recuperado de: https://www.um.es/sabio/docs-cmsweb/aulademayores/resumen tema desalacion.pdf
- Acciona (2020). Desalinización del agua. Recuperado el 20 de noviembre de 2020 de: https://www.acciona.com/es/tratamientodeagua/desalacion/#:~:text=El%20proceso%20de%20 desalinizaci%C3%B3n%20consiste,el%20electrodo%20positivo%20(%C3%A1nodo)
- Guagnelli, M., y Rebollar, M. (sf). Tecnologías de tratamiento de aguas en Latinoamérica: oferta disponible y diagnóstico de demanda. Recuperado el 10 de noviembre de 2020 de: https://www.psa.es/es/projects/solarsafewater/documents/libro/03_Capitulo_03.pdf
- Daza, M., y Hernandez, M. (2020). Las plantas de ósmosis inversa, una apuesta segura en tiempos de pandemia. Tecnoaqua, 43, pp. 48-57
- IDE (2018). Manejo de la Salmuera. Recuperado el 2 de octubre de: https://www.ide-tech.com/es/solutions/desalinizacion/brine-management/?data=item_1
- Rodriguez (sf). Manual de diseño industrial. Ediciones G. Gilli S.A de C.V: Mexico.
- Diseño para la interacción (2010). Recuperado el 30 de octubre de 2020 de: http://mooldesign.blogspot.com/2010/11/funcion-estetica-en-los-productos.html
- Urresta, E. (2013). Diseño, construcción y simulación de un desalinizador solar térmico modular de agua de mar para el laboratorio de energías alternativas y eficiencia energética con una capacidad diaria de 4 litros. (tesis de pregrado). Quito: Escuela Politécnica Nacional.

Sobre los autores

- **Catherine Lopera Estrada**: Estudiante Profesional en Gestión del Diseño, Institución Universitaria Pascual Bravo. catherine.lopera976@pascualbravo.edu.co
- Iván Darío Rojas Arenas: Ingeniero Industrial, Especialista en Logística Integral, Especialista en Gerencia Educativa, Magister en Gestión de la Innovación Tecnológica, Cooperación y Desarrollo Regional, Doctorando en Pensamiento Complejo. Profesor Asistente Institución Universitaria Pascual Bravo. ivan.rojasar@pascualbravo.edu.co
- **Nicolás Restrepo Henao**: Diseñador Industrial, MBA. Profesor Ocasional Institución Universitaria Pascual Bravo. nrestrepo@pascualbravo.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2021 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)

