

Aprovechamiento integral del agua para consumo humano y agropecuario, en la península de Yucatán

Raúl Alberto Santos Valencia¹
Mariana Trinidad Santos Cervera²
Andrés Miguel Pereyra Chan³
Héctor Raúl Santos Cervera⁴

Recepción: 07 agosto 2020
Aprobado: 13 octubre 2020

Resumen

En la Península de Yucatán la distribución de agua dulce para consumo humano y agropecuario es cada vez más escasa debido, principalmente, a la contaminación de los recursos hídricos y en particular el manto acuífero donde se extrae el agua exclusivamente para consumo humano. En este documento se proponen un conjunto de cuatro sistemas que coadyuvarán a captación, recuperación, preservación y buen uso de los recursos hídricos.

Las investigaciones documentales y el desarrollo tecnológico sugieren la posibilidad de implementar con éxito estos sistemas y garantizan su buen funcionamiento, sin afectar de manera significativa el medio ambiente.

Palabras claves: Aprovechamiento, Agua, Consumo humano, Península de Yucatán.

1 Doctor en Gestión Estratégica y Políticas de Desarrollo. Instituto Tecnológico de Mérida. 9811351336, 97314. Yucatán, México.

<https://orcid.org/0000-0002-9824-8789>

2 Maestría en Ciencias en Metodología de la Ciencia. Benemérito Instituto Campechano. 9817506054. 24085. Campeche, México.

<https://orcid.org/0000-0001-5763-693X>

3 Maestría en Planificación de Empresas y Desarrollo Regional. Instituto Tecnológico de Mérida. 9992614459, 97314. Yucatán, México.

<https://orcid.org/0000-0003-3175-1694>

4 Ingeniería en Acuacultura. Instituto Tecnológico de Lerma. 9811351336. 24085. Campeche, México.

<https://orcid.org/0000-0002-0960-8181>

Abstract

In the Yucatan peninsula, the distribution of fresh water for human and agricultural consumption is increasingly scarce, mainly due to the contamination of water resources and in particular the aquifer where the water is extracted exclusively for human consumption. In this document a set of four systems are proposed that will contribute to the capture, recovery, preservation and good use of water resources.

Documentary research and technological development suggest the possibility of successfully implementing these systems and guarantee their proper functioning, without significantly affecting the environment.

Keywords: Utilization, Water, Human consumption, Yucatan Peninsula.

Introducción.

En tiempos precolombinos, Los mayas creían que el agua era una de las fuerzas superiores y sostén fundamental de la estructura del mundo, según la cosmovisión de los antiguos mayas, bajo esta cosmovisión se veneraba y festejaba a la deidad de la lluvia llamada Cháak (representado como una figura humana con nariz ganchuda) para que lloviese y se obtuvieran buenas cosechas. Gracias a esto, los pobladores de la Península de Yucatán contemplan el cuidado del agua de manera arraigada.

Según Mendicuti (2019), la Península de Yucatán es una de las zonas con más abundancia de agua en México; ocupa la primera posición en recarga de los acuíferos con un volumen anualizado de 35 mil 316 hectómetros cúbicos (CONAGUA, 2019). Esto significa que el promedio de disponibilidad de agua por habitante en la Península de Yucatán prácticamente el doble que la media nacional; no obstante, la alta porosidad del material geológico hace que el acuífero sea frágil a la contaminación (González, Albornoz, Sánchez y Osorio, 2018). Una vez que el acuífero se contamina, la implementación de las técnicas para la detección, el monitoreo y la remediación de la contaminación es un

proceso complejo, costoso y parcialmente efectivo, por lo cual se ha dado gran énfasis a la prevención de la contaminación (Twarakavi y Kaluarachchi, 2017). Aun cuando se han realizado diversos estudios y elaborado propuestas para mitigar la contaminación de los mantos acuíferos, estas acciones pocas veces pueden implementarse. Por lo anteriormente señalado, es necesario realizar acciones tendientes a minimizar la contaminación de los mantos acuíferos y a incrementar el caudal hídrico que permita obtener agua dulce, limpia y apta para el consumo humano y agropecuario. En el presente trabajo, se establecen un conjunto de cuatro líneas de acciones que coadyuvan en la captación, tratamiento y/o recuperación de recursos hídricos para consumo humano y agropecuario sin impactar, en gran medida, al medio ambiente.

Objetivo General

Identificar los factores de vulnerabilidad que amenazan los recursos hídricos y en particular los mantos acuíferos para consumo humano en la Península de Yucatán a fin de proponer el desarrollo de soluciones innovadoras y factibles que coadyuvan en la captación, tratamiento y/o recuperación de dichos hídricos para consumo humano y agropecuario sin impactar, en gran medida, al medio ambiente.

Metodología

Se realizó una búsqueda con base a la Investigación documental existente para conocer los factores que vulneran los mantos acuíferos en la península de Yucatán de la cual se extrae el agua para consumo humano, mediante la información obtenida, se propuso soluciones innovadoras y factibles que aprovechen los recursos hídricos a fin de coadyuvar a la sustentabilidad del agua en la región y herramientas para utilizar la tecnología y el relieve de la región para procurar la captación, tratamiento y/o recuperación de recursos hídricos para consumo humano y agropecuario.

Resultados

Observándose la problemática del agua de manera holística y sistémica en la cual el factor humano es pieza fundamental en la solución; se proponen una serie de cuatro sistemas que coadyuvarían a desarrollar una infraestructura para el almacenaje, distribución y preservación del vital líquido (Fig.1);

PROPUESTA DE SOLUCIÓN



Figura 1 Sistemas que coadyuvan al aprovechamiento integral del agua en la península de Yucatán. 2019.

1.- Sistema de educación para uso, cuidado y ahorro de agua.

La idea central de este sistema es la creación y fomento de una campaña basada en cuidar los recursos hídricos y ahorrar haciendo un uso más racional del agua, tomando como base la idiosincrasia de la región y segmentando a la población para hacerla más efectiva.

El uso racional del agua consiste en emplear aguas de diversos orígenes en función de la labor y la calidad determinada de esta, salvaguardando los recursos con calidad óptima y direccionándolos hacia el consumo humano, reservando el agua potable para las actividades con un mayor requerimiento en la calidad y favoreciendo el uso de fuentes alternativas de suministro para acciones que no requieren una elevada calidad (Morillas y García, 2009). Estos usos pueden ser:

Urbanos: Como son riego de zonas verdes urbanas, baldeo de calles, sistemas contra incendios, descarga de aparatos sanitarios, limpieza de interiores, exteriores y herramientas.

Agrícolas: Tal es el caso del riego para actividades ganaderas, cultivos ornamentales, viveros e invernaderos, cultivos leñosos, cultivos industriales no alimentarios y cultivos agrícolas destinados al consumo humano.

Industriales: Por ejemplo, aguas de proceso y limpieza, exceptuando la industria alimentaria, torres de refrigeración y condensadores evaporativos, uso de aguas en la producción de energía.

Recreativos: Casos particulares riego de campos de uso común, estanques, cuerpos de agua y caudales circulantes ornamentales, en los que está impedido el acceso del público al agua.

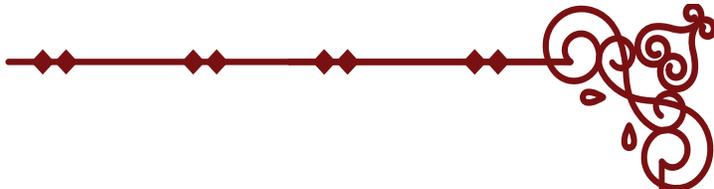
Ambientales: Recarga de acuíferos por percolación localizada a través del terreno, recarga de acuíferos por inyección directa, riego de bosques y zonas verdes, mantenimiento de humedales y caudales mínimos.

2.- Sistema de captación de agua pluviales a través de sistemas mecatrónicos

La captación de agua por precipitaciones es un método fácil de obtener agua dulce, ésta puede ser utilizada en las tareas domésticas que no requieran agua potable, así mismo se puede utilizar en actividades pecuarias, pero sobre todo se puede utilizar en actividades agrícolas con mucho éxito. También se puede utilizar para consumo humano después de un proceso de potabilización o purificación.

El agua de precipitaciones y su uso como alternativa presentan una serie de particularidades favorables, como su alta calidad, su aprovechamiento resulta gratuito e independiente de compañías privadas, evitando el consumo innecesario, precisa una infraestructura de captación, almacenamiento y distribución, así como proporciona mayor eficiencia en su empleo.

En la península de Yucatán la ausencia de orografía (relieves del suelo) no permite que se presente el efecto del ascenso orográfico de las nubes que



descargan lluvia, como en otras regiones del país; el componente principal es la llamada lluvia convectiva, este proceso surge debido a la evaporación, de forma que el aire húmedo formado en las capas bajas asciende por calentamiento hacia las capas altas, donde se enfría produciéndose la condensación y la lluvia. Por tanto, durante el verano y en consecuencia del sobrecalentamiento del océano, se forman las tormentas tropicales que pueden dar lugar a los huracanes. De acuerdo los datos de la Secretaría de Desarrollo Humano y Medio Ambiente de Yucatán (SEDUMA, 2018), el aporte de lluvia por los huracanes, aunque no son muy abundantes, suele ser importante.

Durante el año se suscitan de tres regímenes de precipitaciones: de verano, intermedio o irregular con tendencia al verano y de verano con alto porcentaje de lluvia invernal. El más numeroso es el del verano con alto porcentaje de lluvia invernal. Es importante señalar que la presencia de los frentes fríos en la Península satura de humedad a la región, este proceso de saturación se denomina como “nortes” y éstos depositan lluvia, estos fenómenos radican entre el mes de noviembre hasta marzo.

Ante esta oportunidad ambiental, se propone un mecanismo de obtención de aguas pluviales cuyo objetivo es coleccionar la mayor cantidad de agua de lluvia con el menor índice posible de contaminación ambiental a fin de disponer del vital líquido para tiempo de sequías que abarcan los meses de marzo a agosto, esto mediante dispositivos mecatrónicos que faciliten la captación del líquido de manera eficiente y económica.

Una fortaleza que ostenta la península de Yucatán son las Instituciones de Educación Superior (IES), que en este momento preparan a jóvenes para dar solución las problemáticas presentes en la región., tal son los casos de: el Instituto Tecnológico de Mérida, la Universidad Autónoma de Yucatán, el Instituto Tecnológico Superior de Calkiní en el Estado de Campeche, El Instituto Tecnológico del Mar y la Universidad Autónoma de Campeche, quienes desde hace algunos años están desarrollando dispositivos y prototipos para la solución de problemas agrícolas, ganaderos, acuícolas y empresariales,

actualmente disponen de algunos de los prototipos que aquí se mencionan. Para el sistema de captación de aguas pluviales se proponen dos dispositivos mecatrónicos para la obtención de agua de lluvia uno implementado en el mar y otro terrestre.

Captación de agua lluvia implementado en el Mar:

Se propone instalar enormes colectores parabólicos instalados sobre la superficie del mar (al igual que las plataformas petroleras), de la cual puede acopiar el agua de lluvia sin que se mezcle con el agua de mar.

Captación de agua de lluvia terrestre:

El recolector pluvial terrestre es un mecanismo que almacena el agua de lluvia sin que éste toque la superficie terrestre, es la más común y barata de los mecanismos y su uso se ha utilizado desde siglos atrás.

El colector pluvial terrestre: tiene un diseño parabólico en forma de paraguas invertido de grandes dimensiones que se activa a través de sensores detectores de humedad ambiental (Lluvia) y se desactiva cuando ésta ya no se encuentra.

3.- Sistemas de desalinización de agua marina por medios físicos naturales.

Según Best, citado por Navarro (2018), México debería estar a la vanguardia en energía solar desde perspectiva climática y aplicativa. Afirma que todo el país cuenta con un nivel de insolación superior al que se considera apropiado para estudiar aplicaciones y posibilidades solares. Las zonas más prometedoras son Baja California, Sonora, parte de Chihuahua, Sinaloa, Yucatán y algunas partes de la costa del Pacífico, particularmente en Colima y Nayarit.

En gran parte de la Península de Yucatán, surgen dos etapas de sequía: la

preestival o de primavera, que se comprende de dos a cuatro meses, y la intraestival o canícula, suscitado desde finales de julio a septiembre en estos períodos recibe los índices de radiación que puede alcanzar los 6,3 kWh/m² por día (SEDUMA, 2018) la cual permite que la península resalte en el mapa mundial de territorios con mayor promedio de radiación solar anual.

El SEDUMA (2018) estima que en la próxima década esta temperatura tenderá a subir, por lo que el sistema de desalinización se pudiera instalar en las azoteas de las viviendas lo que les permitirá obtener agua dulce a partir del agua de mar.

Una ventaja que se tiene en la península de Yucatán es su enorme extensión del litoral ya que posee 1941 Km. de litoral, lo que representa el 17.45% del litoral total del país. Por tanto, la opción de desalar agua marina representa una opción viable y rentable.

La desalación es un proceso mediante el cual elimina la sal del agua de mar convirtiéndose esta en agua dulce; existen diversas formas de realizar el proceso sin embargo la desalación por destilación es un mecanismo natural que utiliza la energía solar para evaporar agua de mar y condensarla en el mismo mecanismo permitiendo su recolección. Una vez condensada pasa de ser agua salada a agua dulce que puede ser recolectada.

Con el fin de acelerar y eficientar el proceso de destilación se sugiere la incorporación de un sistema de colector solar, que es un dispositivo diseñado para recoger la energía radiada por el sol, convirtiéndola en energía térmica.

4.- Sistemas de minimización de contaminantes en cuerpos fluviales y subsuelo.

La contaminación de las aguas subterráneas es considerada un grave problema ambiental que difícilmente es reparable. El subsuelo las mantiene preservadas de la pronta contaminación; sin embargo, una vez que se presenta es muy costoso y complicada su limpieza, por difícilmente conocer

su movimiento y evolución, así como su detención para que no situarse en los pozos de explotación (CNDH. 2018)

Según Gil, Soto, Usma, Gutiérrez (2017) existe una diversidad de contaminantes del agua que se pueden distribuir de diferentes maneras. Estos autores sugieren concentrarlos en los próximos ocho grupos los cuales se mencionan a continuación:

1. Microorganismos patógenos. Son los diferentes tipos organismos que emiten enfermedades como el cólera, tifus, gastroenteritis diversas, hepatitis, etc.
2. Desechos orgánicos. Son el conjunto de residuos orgánicos producidos por los seres humanos, ganado, etc. Incluyen heces y otros materiales que pueden ser descompuestos por bacterias aeróbicas, es decir, en procesos empleando oxígeno.
3. Sustancias químicas inorgánicas. Este grupo está constituido por ácidos, sales y metales tóxicos como el mercurio y el plomo. Las cuales en altas concentraciones causan daños irremediables a los seres vivos, así como reducir los beneficios agrícolas y desgastar los equipos que utilizan el agua para trabajar.
4. Nutrientes vegetales inorgánicos. Nitratos y fosfatos son sustancias solubles en agua que las plantas necesitan para su desarrollo, pero en abundantes concentraciones producen el crecimiento excesivo de algas y otros organismos provocando la eutrofización de las aguas.
5. Compuestos orgánicos. Muchas moléculas orgánicas como petróleo, gasolina, plásticos, plaguicidas, disolventes, detergentes, etc. acaban en el agua y persisten, en algunos casos, largos períodos de tiempo debido a que poseen una estructura molecular compleja difícil de degradar por los microorganismos.

6. Sedimentos y materiales suspendidos. Son partículas del suelo arrastradas a las aguas junto con otros materiales en suspensión, son, en términos de masa total, la mayor fuente de contaminación del agua.

7. Sustancias radiactivas. Isótopos radiactivos solubles pueden estar presentes en el agua y, a veces, se pueden ir acumulando a lo largo de las cadenas tróficas, alcanzando concentraciones considerablemente más altas en algunos tejidos vivos que las que tenían en el agua.

8. Contaminación térmica. El agua caliente liberada por centrales de energía o procesos industriales eleva, en ocasiones, la temperatura de ríos o disminuyendo a la concentración de oxígeno y repercutiendo en los organismos.

Los contaminantes que se han incorporados al ambiente subterráneo en algunos lugares de la península de Yucatán y alteran las particularidades del agua son especialmente:

a.- Sustancias químicas (Orgánicas e inorgánicas), metales pesados y microorganismos producidos por la actividad humana

b.- Cambios en los patrones habituales de circulación, ya sea por la sobreexplotación del cuerpo de agua o por las características hidrogeológicas propias estas.

Para este tipo de cuerpos hídricos se sugiere la utilización de mecanismos para minimizar los contaminantes a fin de poderlos utilizar en las actividades agropecuarias y de consumo humano. para ello se plantea los siguientes métodos:

1.- Filtración con arena, carbón o cerámicas.

2.- Intercambio iónico con resinas.

3.- Osmosis inversa,

4.- Cloración

5 - Rayos UV.

Estos sistemas combinados han demostrado ser muy eficaces en la desinfección del agua. Sin embargo, algunos de ellos resultan ser muy costosos y demandan mucha energía.

Otro sistema que se presenta para disminuir la contaminación en aguas fluviales y repercute de manera eficiente en actividades agropecuarias exclusivamente es un tipo de agricultura sustentable conocida como Acuaponía o Hidroponía consta de los siguientes 4 elementos fundamentales y está basado en los sistemas de cultivo de los aztecas y los mayas en zonas de humedales y zonas lacustres.

Conclusiones

Como conclusión, la idea central del sistema de educación es la creación y fomento de una campaña basada en cuidar los recursos hídricos y ahorrar haciendo un uso más racional del agua, tomando como base la idiosincrasia de la región y fraccionando a la población para hacerla más efectiva. Esta estrategia a su vez sensibilizará a los habitantes de la región, sobre la significancia que contiene el agua como recurso limitado y vital, y las terribles consecuencias que se tendrían de no cuidarlo y en el peor de los casos, acabarlo.

De igual forma, el conocimiento de estos cuatro sistemas lograría que la ciudadanía adopte actitudes y hábitos racionales y responsables con respecto al consumo del agua, para evitar su derroche y escases y que la ciudadanía pague un precio justo por los servicios de agua que se le proporcionan.

Los recursos que se pueden utilizar en la campaña para darse a conocer son variados. Se anuncian en folletos, trípticos, carteles. también se sugiere el uso de medios de comunicación masiva como la radio, T.V, y la prensa que coadyuvarían a la divulgación de la información; pero, sobre todo, se sugiere el uso del internet en redes sociales, páginas y portales web en donde se proporcionará la información suficiente sobre los objetivos y metas de la campaña y líneas de acción a seguir. Estos medios han demostrado ser económicos y efectivos.

En cuanto al tiempo, la educación debe ser permanente, poniendo énfasis en las nuevas generaciones (niños y jóvenes) para crear la cultura de cuidado y ahorro del agua.

Bibliografía

Mendicuti, I. (2019). Agua, el tesoro que la Península de Yucatán debe cuidar. Recuperado de <https://www.elfinanciero.com.mx/peninsula/agua-el-tesoro-que-la-peninsula-de-yucatan-debe-cuidar>

SEDUMA(2018). Bitácora de ordenamiento del Estado de Yucatán, Recuperado de: <http://bitacoraordenamiento.yucatan.gob.mx/archivos/200605025953.pdf>

González, R. Albornoz, B. Sánchez, I y Osorio, J (2018). El acuífero Yucateco. Análisis del Riesgo de Contaminación con apoyo de un sistema de información geográfica. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v34n4/0188-4999-rica-34-04-667.pdf>

Twarakavi N. y Kaluarachchi J. (2017). Sustainability of groundwater quality considering land use changes and public health risks. J. Environ. Manage. 81 (4), 405- 419. DOI: 10.1016/j.jenvman.2005.11.008

Morillas, E. y García, I. (2009). Las campañas de ahorro de agua. Lecciones aprendidas. Recuperado de <https://ecodes.org/docs/conama9/Presentacion.pdf>

Navarro, M (2018). La energía solar en México. Una encuesta. Recuperado de <https://www.nexos.com.mx/?p=3219>.

CNDH (2018). Estudio sobre protección de ríos, lagos y acuíferos desde la perspectiva de los derechos humanos. Recuperado de: https://www.cndh.org.mx/sites/all/doc/Informes/Especiales/ESTUDIO_RIOS_LAGOS_ACUIFEROS.pdf

Gil, M. Soto, A. Usma, J. y Gutiérrez, O. (2017). Contaminantes emergentes en aguas, efectos y posibles tratamientos. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v7n2/v7n2a05.pdf>