

AGUA

EDICIÓN # 5

LA DUREZA DEL
AGUA ¿ES UN FACTOR
PARA VIVIR MÁS
DE 100 AÑOS?

DIRECTORIO DE
CONSULTORES Y EMPRESAS
DE EQUIPOS Y MATERIALES

MAYO
2024



REVISTA DIGITAL

INDICE



07

¿HASTA QUÉ EDAD VAMOS A VIVIR, APROXIMADAMENTE, EN CADA PAÍS DE AMÉRICA LATINA?



10

LA DUREZA DEL AGUA, ¿ES UN FACTOR PARA VIVIR MÁS DE 100 AÑOS?



Ioanna Proiou
Tiene 107 años y aun teje para su tienda

12

EFFECTOS DEL CALCIO Y EL MAGNESIO EN EL CUERPO HUMANO



16

¿HAY SUFICIENTES EVIDENCIAS PARA AFIRMAR QUE EL AGUA DURA TIENE EFECTOS EN LA SALUD HUMANA?

EL AGUA DURA EN GUANACASTE Y EN LAS OTRAS ZONAS AZULES

19



42

LA DESALINIZACIÓN EN EL SALVADOR

EL AGUA EN LA TERCERA EDAD

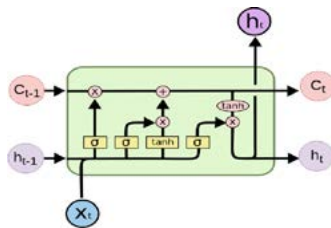


22

LA DUREZA DEL AGUA EN LAS VIVIENDAS, COMERCIOS E INDUSTRIAS



24



47

PRONÓSTICO DE CAUDALES

DIRECTORIO DE CONSULTORES Y EMPRESAS EN PROYECTOS HÍDRICOS DE NICARAGUA

31



54

NUEVA LEY DE AGUA Y SANEAMIENTO EN EL PERÚ

AGUA | MAYO 2024



60

Nota del editor

En base a un artículo del Dr. Darner Mora, Salubrista público y miembro de ACREH-AIDIS de Costa Rica y colaborador activo de la Revista Agua, hemos desarrollado una serie de artículos sobre el tema de la dureza y el ablandamiento del agua que consumimos en las viviendas, en los comercios y en la industria, con un abordaje introductorio.

Seguramente hay especialistas en calidad del agua y en diseño de equipos de ablandamiento que conocen el tema con mayor profundidad por lo que a estos les invitamos a compartir sus conocimientos en siguientes ediciones de la Revista. La calidad del agua es un tema que pocas veces se conoce bien y por tanto, en la presente y futuras ediciones, la Revista Agua irá abordando temas como la cloración del agua, el riesgo en salud que significa la presencia de metales pesados (mercurio, arsénico, plomo, cobre y otros) en el agua para bebida y otros similares.

Un tema que también se comienza a abordar a partir de esta edición es el de los consultores con los que se cuenta en los países, especialistas en los temas de recursos hídricos y sus usos (agua de bebida, agricultura, ganadería, industria, comercio y otros usos). En cada país existen estos expertos de los que publicamos sus referencias personales y tipo de especialidad más específica en la que trabajan. Algunos de estos expertos se han asociado y creado empresas consultoras, que participan solas o en sociedad con otras empresas nacionales o internacionales en licitaciones de proyectos de gran envergadura.

Las empresas que proveen bienes y servicios, relacionadas con los usos del agua, disponen de información pública en sus páginas web que en forma resumida también estamos incluyendo a partir de esta edición, en el caso de Nicaragua. Pronto también contaremos con información de los demás países y las estaremos divulgando por este medio. Los consultores, empresas consultoras, empresas proveedoras de bienes y servicios, nacionales e internacionales, constituyen el sector privado del agua, que trabaja en los diferentes sectores que se divide el uso de este vital recurso en la economía de los países, como es la Agricultura, el Agua para Consumo Humano, la Producción de Energía eléctrica a partir de Hidroeléctricas y muchos usos más.

La Revista Agua cumplirá su misión de comunicar lo que los especialistas escriban en artículos o entrevistas, así como la descripción técnica de los bienes que comercializan las empresas y sus servicios, en beneficio de los clientes que son las empresas públicas de agua, las diferentes industrias, como la arrocera, las cañeras, tabacaleras, etc., las empresas municipales de agua y el comercio.



Fotografía: <https://www.freepik.es/>

Uno de los artículos de los especialistas lo hemos recibido de la Presidencia de AIDIS de El Salvador y Vicepresidente de AIDIS Región II Centroamérica, el amigo Ingeniero Guillermo Umaña, sobre el tema de la desalinización del agua en El Salvador. Este tema fue presentado en el recién concluido XXXIII Congreso Centroamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental realizado en marzo de este año en El Salvador. En futuras ediciones trataremos este tema con mayor profundidad.

De Perú recibimos con agrado la colaboración del amigo Doctor Oscar Castillo, brindándonos información de lo que acontece en los temas legal e institucional del sector de agua potable de la hermana república de Perú.

De Nicaragua, un ingeniero joven con mucha visión, nos ha compartido un artículo sobre un tema que ya hemos abordado en ediciones anteriores que es el uso de la Inteligencia Artificial en temas hídricos. Igual agradecimientos a Linda Stone de Texas Water Mission. Como siempre, damos las gracias a los colaboradores de esta edición, esperando sus contribuciones futuras, así como a los patrocinadores de la misma.

Muchas gracias a quienes nos han enviado notas de aliento sobre la Revista, en particular, al Ingeniero Francisco Martínez, presidente de AIDIS Paraguay.

CRÉDITOS Y AGRADECIMIENTOS

Director y Editor: director@revistaagua.info
MSc. en Ingeniería Ambiental, Nelson Medina Rocha [y medinanelson2022@outlook.com](mailto:y_medinanelson2022@outlook.com)
Cel. (505) 88550144

Diagramación: highquality.dc@gmail.com
Lic. Oscar Céspedes, Director High Quality. Cel. (505) 77215453

Editor página web: vicvalles@hotmail.com
Ingeniero Eléctrico Víctor Valle Solórzano Cel. (505) 84556963

COLABORADORES

Dr. Darner Mora, Salubrista Público y miembro honorario de ACREH (AIDIS Costa Rica).

Ing. Mario Sorto, INHIDRICA El Salvador

Ing. Iván García, Nicaragua

Dr. Oscar Castillo, Perú

Sra. Linda Stone, Texas Water Mission

DISTRIBUCIÓN

Rural Water and Sanitation Network (RWSN): 150 países.
AIDIS: Presidentes de AIDIS en 34 países del Continente Americano

México: FCEA A.C.

Guatemala: RASGUA

Nicaragua:

Instituciones, Sector Privado, PIENSA/UNI y RASNIC de Nicaragua

Portugal:

APEMETA

A todos, muchas gracias por su esfuerzo y apoyo.

LA REVISTA AGUA AGRADECE A LA RED RURAL DE AGUA Y SANEAMIENTO (RWSN) POR PERMITIRNOS COMUNICAR CON COLEGAS DE AMÉRICA Y OTRAS PARTES DEL MUNDO, COLOCANDO LA REVISTA EN SUS PÁGINAS WEB DE RECURSOS. LA RWSN TIENE SU SEDE EN SUIZA Y CUENTA CON UNA COBERTURA EN 150 PAÍSES



Rural Water Supply Network

www.rural-water-supply.net

¿Que es la Red de Abastecimiento de Agua Rural?

- RWSN es la **única red global centrada en profesionales dedicada al suministro de agua rural.**
- Desde 1992, lideramos acciones colectivas para acelerar el progreso hacia servicios de agua universales y sostenibles, con un enfoque en las personas de las zonas rurales.
- No construimos perforaciones, ni pozos; Ayudamos a capacitar a los proveedores de servicios de agua rurales y conectamos a las personas del sector del agua rural para que aprendan unos de otros.
- ¿Quienes colaboran con nosotros? Pongase en contacto: sean(punto) furey(arroba)skatfoundation(punto)ch.



XXXIX CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

“Gestión Responsable de los Recursos para un Planeta Sostenible. El Rol de la Ingeniería Sanitaria y Ambiental”

LIMA 2024



**EXPO
AGUA
PERÚ
INTERNACIONAL**

26 a 29 de noviembre 2024

Centro de Convenciones de Lima, Perú

AIDIS es la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, que está presente en 32 países del continente y cuenta con aproximadamente 32,000 asociados. La revista Agua se envía bimestralmente a los 32 presidentes de las AIDIS del continente americano.

¿HASTA QUÉ EDAD VAMOS A VIVIR, APROXIMADAMENTE, EN CADA PAÍS DE AMÉRICA LATINA?



A medida que vamos avanzando en la edad, los seres humanos pensamos en la vejez y en la muerte, lo cual es lógico hacerlo. Morir es una condición de la vida misma. Lo pensaban desde hace miles de años los cavernícolas que nos precedieron.

También se piensa en la vejez, en esos años en los que se restan las condiciones físicas y mentales y que en ocasiones, llevan a las personas a pasar sus últimos días con malestares o en instituciones de todo tipo, entre ellas algunas muy tristes. Por eso en esta edición de la revista hemos

primado un artículo que tiene relación con los años de vida y también con el agua, que es el tema principal de este medio.

Cuántos años nos quedan en promedio o afortunadamente, cuántos años ya pasamos el promedio?

La esperanza de vida al nacer es un parámetro que estiman los demógrafos para conocer, en promedio, cuántos años de vida alcanzan las personas en cada país. Esto, indudablemente depende de la calidad de vida que se experimenta en estos sitios.

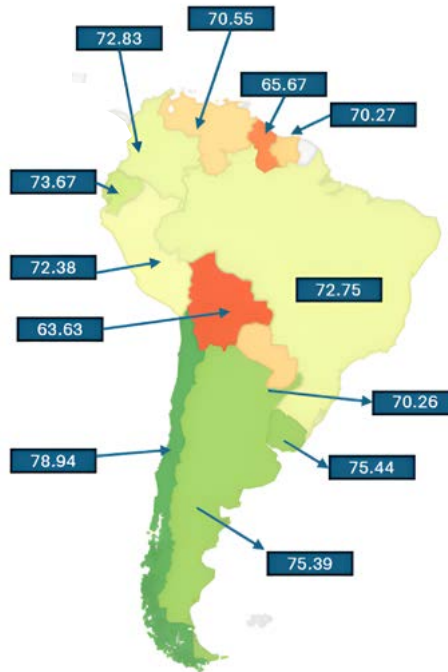
Según el medio digital Expansión

(<https://datosmacro.expansion.com/demografia/esperanza-vida>), la mayor esperanza de vida en América Latina, a 2022, la experimentó Chile, con 78.94 años, muy cerca ya de los 80 años, mientras que la más baja, la tuvo Haití, con 63.19 años.



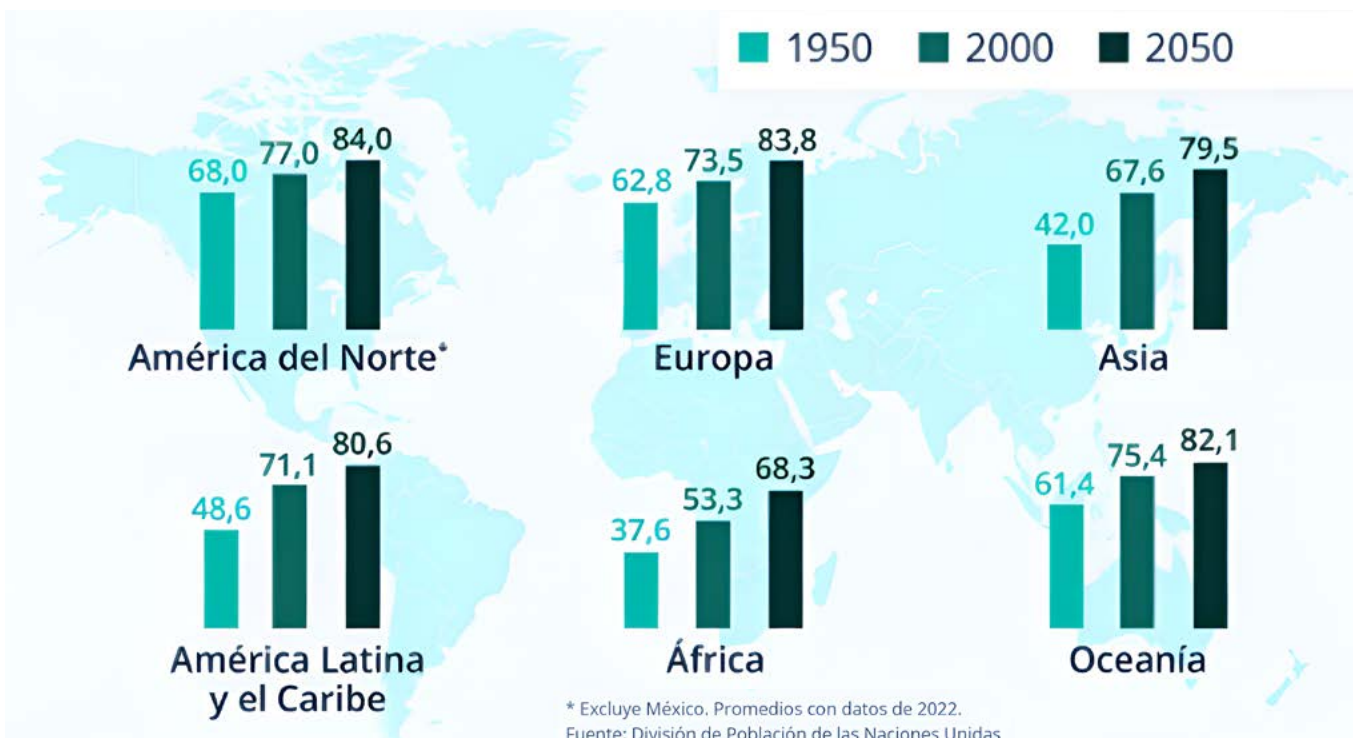
En el área de México y Centroamérica, el país que tuvo la esperanza de vida más alta fue Costa Rica, con 77.02 años, mientras que Guatemala tuvo 69.24 años. La mayoría de los datos están estimados a 2022 y cambian de un año al otro.

En el mundo, la esperanza de vida ha ido en aumento a través del tiempo, debido a las mejores condiciones de salud en muchos países, al adelanto de la medicina y a otros factores más. Como se puede observar en el gráfico abajo, en América Latina pasamos de tener una esperanza de vida de 48.6 años en 1950 y se esperamos llegar a alcanzar 80.6 años para el año 2050.



AUMENTAR LA ESPERANZA DE VIDA EN EL MUNDO

Esperanza de vida al nacer estimada en 1950, 2000 y 2050, por región (en años)



El siguiente artículo que envió a la Revista Agua el Dr. Darner Mora, salubrista público de Costa Rica, llamó mucho la atención, pues se refiere a cinco áreas en el mundo en donde viven personas arriba de los 100 años, lo cual de por sí ya es muy interesante. Además de citar varios factores que estarían influyendo para que esta población sea tan longeva, el Dr. Mora y un equipo de profesionales de Costa Rica mencionan que el consumo de agua dura en estas poblaciones, es decir, con altos contenidos de calcio y de magnesio, es uno de los nueve factores que influyen en esta condición tan particular de longevidad.

Es posible que en nuestros países conozcamos a personas de edad avanzada pero desafortunadamente son casos aislados. Lo que llama la atención en estas 5 "zonas azules" es que la mayoría de ellos viven en las mismas comunidades.

A nivel mundial los países con mayor longevidad son Japón y Liechtenstein, con 84.4 años de vida en ambos casos, lo que se

debe a que los niveles de calidad de vida en ambos países son altos, pero solamente en un área de estos países, en Okinawa, Japón, se conocen poblaciones con tantas personas que superan los 90 o 100 años.

En los siguientes artículos conoceremos un poco más sobre el parámetro de calidad del agua conocido como dureza, primero, para conocer un poco más sobre la relación entre el consumo de agua dura y la salud y luego, con los efectos de este tipo de aguas en las viviendas y en diversas industrias. Para ello, contamos con el apoyo de especialistas en calidad del agua y diseño de sistemas, con el fin de converger en las tecnologías para el ablandamiento de estas aguas y las referencias a casas comerciales e industriales que disponen del equipamiento a ser adquirido, todos incluidos en los Directorios de Consultores, Empresas Consultoras y Empresas proveedoras de bienes y servicios, que se presentan a partir de esta edición.

En relación con el tema específico que titula este artículo de apertura de tema, es posible que lo que aprendamos no sea una receta que nos lleve a vivir más de 100 años tomando agua con alto contenido de calcio y magnesio, pero es una buena oportunidad para aprender un poco más sobre este importante parámetro de la calidad del agua.



LA DUREZA DEL AGUA, ¿ES UN FACTOR PARA VIVIR MÁS DE 100 AÑOS?

MSc. DARNER A. MORA, SALUBRISTA PÚBLICO, COSTA RICA



En las 5 zonas azules del mundo viven las personas más longevas. Entre otros factores, uno se relaciona con el consumo de agua con mayor contenido de calcio y magnesio que la norma nacional.

En el contexto mundial, se han identificado 5 poblaciones relacionadas con la longevidad de sus habitantes. Los mismos, se denominan "Zonas Azules", en donde las personas más longevas llegan a superar los 100 años de edad, activos y con buena salud. Estas Zonas Azules son:

- Loma Linda, en California
- La Península de Nicoya, Costa Rica
- Cerdeña en Italia
- Icaria en Grecia
- La Isla de Okinawa, Japón

Estas comunidades tienen los siguientes factores en común: Las 5 poblaciones tienen influencia marina al estar cerca de las zonas costeras. El clima va de subtropical a tropical y su altitud no sobrepasa los 850 m.s.n.m. Con respecto, a las características como actitudes, hábitos y costumbres psicosociales de sus habitantes, se resumen los siguientes aspectos:

1. Las personas mantienen una vida activa, en movimiento en donde se desplazan constantemente y las actividades diarias están acompañadas de trabajo físico y caminatas diarias.
2. Su dieta es rica en verduras, legumbres y frutas.
3. Consumen agua moderadamente dura con minerales con calcio y magnesio.
4. Siguen tendencias de reducción de cantidad de alimentos calóricos.
5. Evitan el estrés crónico.
6. Se sienten útiles, necesarios en la familia y la comunidad.
7. Mantienen frecuentes relaciones sociales.
8. Predominan las actitudes espirituales o creencias religiosas

Panchito Villegas
tiene 101 años y reside en
Nicoya, Costa Rica.
Foto: Jorge Vindas,



Genética

Lógicamente, la longevidad también es un componente genético, el cual es asociado con los factores indicados anteriormente y permiten una vida larga y activa, que, por cierto, la Zona Azul de Nicoya es la más extensa territorialmente hablando, pero además, según estudios de Luis Rosero de la Universidad de Costa Rica, determinó que la mortalidad de los mayores de 90 años es un 10% más bajo que en el resto del país y que la mortalidad por cáncer es un 23% menor.

Con respecto a los contenidos minerales del agua que consumen la generalidad de los habitantes de la Península de Nicoya,

en un estudio realizado en el Laboratorio Nacional de Aguas de Acueductos y Alcantarillados de Costa Rica (AyA), titulado "Diferencias de dureza del agua y las tasas de longevidad en la Península de Nicoya y los otros distritos de Guanacaste", se demostró una asociación positiva significativa entre el consumo de aguas "duras" y las tasas de longevidad en personas mayores a 80 años, lo cual evidencia que el agua mineralizada es un factor de protección para la longevidad y la calidad de vida de los respectivos habitantes.

Este estudio ha sido motivo de un reportaje de la televisora pública de Paris, Francia, el cual fue realizado del 5 al 14 de diciembre del 2018.



EFECTOS DEL CALCIO Y EL MAGNESIO EN EL CUERPO HUMANO



Ioanna Proiou

Tiene 107 años y aun teje para su tienda



Para llegar a tener una vida longeva, es decir, más de 90 o 100 años, el factor principal es disponer de condiciones de salud física y mental favorables. Pero nos adentramos en un razonamiento que nos lleva a considerar el consumo diario de agua con dureza, como uno de los factores de la longevidad, así que conozcamos un poco más sobre estos dos importantes minerales.

Fuente: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=yeOwKBURuY>
Ioanna vive en Icaria, Grecia, una de las cinco zonas azules del mundo.

En química, el agua dura –por contraposición al agua blanda– es aquella que contiene un alto nivel de minerales, en particular sales de magnesio y calcio. La dureza del agua se expresa normalmente como cantidad equivalente de carbonato de calcio y se calcula a partir de la suma de las concentraciones de calcio y magnesio existentes (miligramos) por cada litro de agua; que puede expresarse en concentración de CaCO_3 .

Algunos aspectos básicos que se saben respecto al agua dura son:

A) Tanto el Agua como los alimentos que consumimos diariamente contienen diversos tipos de minerales, entre ellos el calcio y el magnesio, que tienen efectos positivos en la salud de las personas.

El calcio, que forma parte de los llamados macronutrientes, es esencial para para que los músculos se muevan y los nervios transmitan mensajes desde el cerebro hasta las distintas partes del cuerpo. Además, el calcio ayuda a que la sangre circule a través de los vasos sanguíneos por todo el cuerpo y a liberar las hormonas necesarias para muchas funciones del organismo.

El magnesio, por su parte, regula la función de los músculos y el sistema nervioso, los niveles de azúcar en la sangre, y la presión sanguínea.

El Ingeniero sanitario Ernesto Murguía Vaca, profesor de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) dice en su libro "Ingeniería Sanitaria": "El contenido de calcio en el agua es muy pequeño en comparación con el que se necesita para la nutrición. El cuerpo humano requiere de 0.7 a 1.0 gramo de calcio por día, de allí a que no se limite su cantidad".

El CALCIO en el cuerpo humano

99%

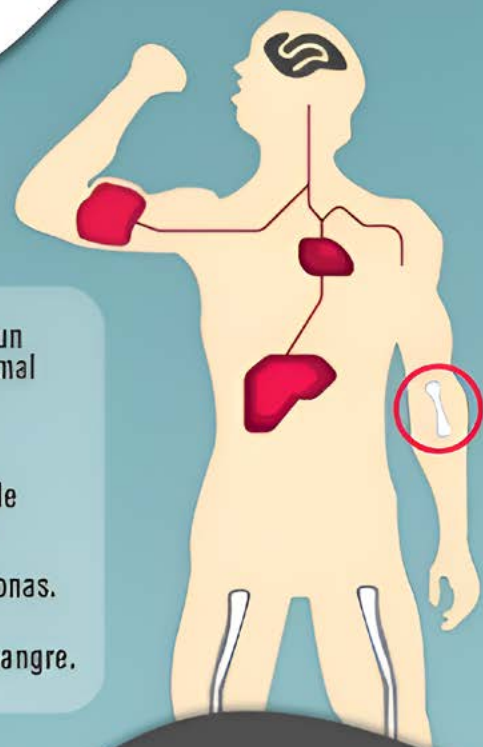
la mayor parte del calcio corporal

Se encuentra depositado en hueso y dientes.

1%

Además, es necesario para las siguientes funciones metabólicas

-  Mantenimiento de un ritmo cardíaco normal
-  Adecuada función muscular
-  Envío y recepción de señales nerviosas
-  Secreción de hormonas.
-  Coagulación de la sangre.



Fuente: ModlinePlus/ Biblioteca Nacional de Medicina de los EE.UU



Museo Agua y Tierra Interactivo

Los 7 beneficios del Magnesio avalados por la ciencia

1 Mejora el insomnio.

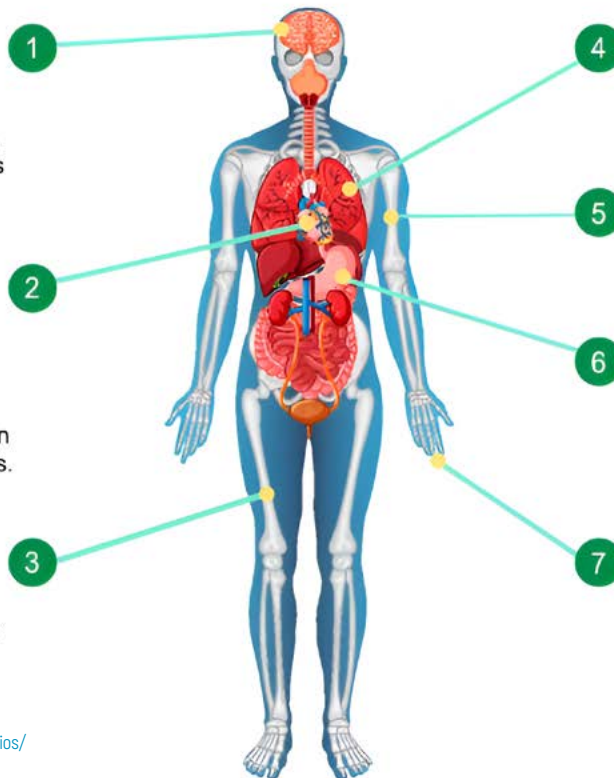
El magnesio prepara el cuerpo para el sueño relajando la musculatura y el sistema nervioso, equilibrando los neurotransmisores que nos mantienen despiertos.

2 Protege el corazón.

Niveles bajos de magnesio están relacionados con alto riesgo cardiovascular. El magnesio juega un papel fundamental reteniendo el calcio en los tejidos y fijándolo en los huesos.

3 Salud ósea.

Investigaciones demuestran que las personas con niveles correctos de magnesio tienen mayor densidad ósea.



4 Mejora el Asma.

Contribuye a mejorar los espasmos de la musculatura bronquial.

5 Reduce la hipertensión.

El magnesio relaja las células musculares lisas que están en las arterias mejorando el flujo.

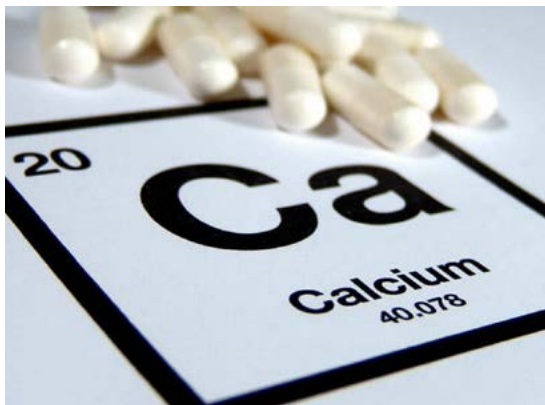
6 Mejora la digestión y alivia el estreñimiento.

Es imprescindible para los procesos digestivos y contribuye a mejorar el estreñimiento.

7 Protege contra la diabetes.

La deficiencia de magnesio está asociada en el desarrollo de la diabetes tipo II.

<https://www.vitobest.com/blog/magnesio-beneficios/>



B) Los requerimientos diarios de calcio y magnesio son suplidos por los alimentos y suplementados con agua dura.

De acuerdo con los Institutos Nacionales de Salud (NIH) de Estados Unidos, los adultos debemos consumir entre 1,000 y 2,500 mg para que nuestros cuerpos funcionen adecuadamente. En caso de que el calcio no sea consumido por alimentos como la leche, el yogur, queso parmesano, espinacas o cítricos, entre muchos, el contenido de calcio en el agua dura puede funcionar como un suplemento a la alimentación dura.

Igual sucede con el magnesio, cuya ingesta diaria debe mantenerse, en hombres adultos, de 400 a 420 mg/día y en Mujeres adultas: de 310 a 320 mg/día. La deficiencia de magnesio en la alimentación provista por la leche, nueces, soja y arroz integral, entre otros, puede ser suplida por el agua dura consumida diariamente.

C) El calcio y magnesio no debe ser consumido en exceso.

Como todo mineral, lo que hay que cuidar con el consumo del agua dura es que esta contenga cantidades no excesivas para evitar que estos se vuelvan tóxicos. El alto consumo de magnesio en suplementos dietéticos y medicamentos puede causar diarrea, náuseas y cólicos estomacales y el consumo extremadamente alto, puede provocar un ritmo cardíaco irregular y paro cardíaco.

En relación con el calcio, de acuerdo con la Mayo Clinic, demasiado calcio en la sangre puede debilitar los huesos, formar cálculos renales e interferir en el funcionamiento del corazón y el cerebro.

D) La regulación de la dureza.

Por las razones anteriores, la OMS regula el contenido de carbonatos de calcio, medidos por la dureza del agua, hasta 180 mg/L. Para el magnesio, La EPA ha establecido que la exposición a concentraciones de 1 mg/L en el agua potable por hasta 10 días no causará efectos adversos en un niño y que la exposición de por vida a concentraciones de magnesio de 0.3 mg/L no causará efectos adversos. Por su parte, las Normas CAPRE, que todavía son utilizadas como referencia en algunos países de Centroamérica, consideran un valor recomendado de dureza de 400 mg/L como Carbonato de Calcio.

E) Los electrólitos comunes incluyen: Calcio, Cloruro, Magnesio, Fósforo, Potasio y Sodio.

Los electrólitos son minerales presentes en la sangre y otros líquidos corporales que llevan una carga eléctrica.

PRODUCTOS RICOS EN CALCIO



¿HAY SUFICIENTES EVIDENCIAS PARA AFIRMAR QUE EL AGUA DURA TIENE EFECTOS EN LA SALUD HUMANA?



Yogena Shigue de 100 años, en Grecia, cantando Karaoke.

Fuente: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=LfMiZlnzDg>

Una primera incursión en la literatura que se encuentra en la web da la primera impresión de que no hay suficientes estudios que respalden una u otra teoría; en efecto, esto es lo que indica un artículo del International Journal of Preventive Medicine (2013) <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3775162/#ref3>, publicado por Pallav Sengupta en 2013, en el que se resaltan los siguientes hallazgos:

1. La OMS afirma que el agua dura no tiene efectos adversos para la salud conocidos, según indicó en una conferencia llevada a cabo en Ginebra en el año 2013. Además, indicó que especialmente el agua muy dura, podría proporcionar una importante contribución suplementaria a la ingesta total de calcio y magnesio.



2. El aumento de la ingesta de sales de magnesio puede provocar un cambio en los hábitos intestinales (diarrea). El agua potable en la que tanto el magnesio como el sulfato están presentes en altas concentraciones (~250 mg/l cada uno) pueden tener un efecto laxante. Los efectos laxantes también se han asociado con la ingesta excesiva de magnesio en forma de suplementos, pero no con el magnesio en la dieta.

3. En la mayoría de los estudios a gran escala, se ha informado de una relación inversa entre la dureza del agua potable y las enfermedades cardiovasculares.

4. Algunos estudios de científicos taiwaneses sugieren que "hubo un efecto protector significativo de la ingesta de calcio del agua potable en el riesgo de cáncer gástrico. El magnesio también ejerció un efecto protector contra el cáncer gástrico, pero solo para el grupo con los niveles más altos de exposición al magnesio."

5. Estas investigaciones han producido la evidencia epidemiológica más fuerte del efecto protector significativo de la ingesta de magnesio del agua potable sobre el riesgo de cáncer de esófago y de ovario.

6. Los estudios llevados a cabo en Taiwán indican que, en conclusión, los resultados de sus estudios muestran que existe un efecto protector significativo de la ingesta de magnesio del agua potable sobre el riesgo de enfermedad cerebrovascular. "Este es un hallazgo importante para la industria del agua de Taiwán y la evaluación de riesgos para la salud humana."



7. En otro estudio para determinar la relación entre la ingesta de magnesio y la diabetes tipo II, las conclusiones a las que se llegaron indican: "Nuestros hallazgos sugieren una asociación inversa significativa entre la ingesta de magnesio y el riesgo de diabetes. Este estudio respalda la recomendación dietética de aumentar el consumo de las principales fuentes alimentarias de magnesio, como cereales integrales, nueces y verduras de hojas verdes." <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14693979/>

<https://superafarma.com.br/beneficios-de-beber-agua-mitos-e-verdades/>

8. En relación con el impacto de la dureza del agua en la formación de cálculos urinarios estas conclusiones aún no están claras, al presentarse una débil correlación entre la dureza del agua y la excreción urinaria de calcio, magnesio y citrato. "Varios estudios no han demostrado ninguna asociación entre la dureza del agua y la incidencia de formación de cálculos urinarios. Se ha observado una correlación entre la dureza del agua y los niveles urinarios de calcio, citrato y magnesio, aunque se desconoce su importancia."

9. Un aspecto estudiado y reportado es el de la salud reproductiva. Se cuenta con muy pocos informes sobre el efecto de la dureza del agua sobre la salud reproductiva de los hombres pues la mayoría de ellos enfatizaron el efecto de sus componentes, calcio y magnesio, mientras que otros sobre otros componentes como el fluoruro. Sin embargo, algunos de estos informes muestran la aparición de fallas reproductivas y muertes fetales en la India en regiones de agua dura de ese país.

10. En lo referente al estreñimiento, la Asociación Estadounidense de Gastroenterología recomienda la leche de magnesia para el tratamiento del estreñimiento como una de las opciones terapéuticas aunque, la Rehabilitation Nursing Foundation desaconseja el uso rutinario de laxantes salinos de magnesio debido a posibles efectos secundarios como calambres abdominales, heces acuosas y potencial de deshidratación e hipermagnesio.

11. Sobre los efectos en los huesos, en un estudio se informó que la densidad mineral de la columna vertebral era significativamente mayor en mujeres de 30 a 70 años que vivían en Sangemini, una región del centro de Italia, y que bebían el agua local con alto contenido de calcio (318 mg/l), en comparación con mujeres de la misma región que bebieron agua con bajo contenido de calcio (<60 mg/l). La diferencia estimada en la ingesta de calcio a partir de una evaluación de la dieta y el agua fue de 258 mg/día en promedio.

12. En un estudio realizado por la empresa pública de agua de Costa Rica, AyA, se identificó que el uso prolongado de aguas duras con parámetros encima de los 120 mg/L, pueden ser un factor de riesgo para la formación de cálculos de las vías urinarias.



Lo que es seguro es que el tema de la relación del agua dura y la salud está en continuo estudio. Aunque los más recientes resultados aún no estén publicados en la web, es asunto de tiempo que se consigan. La longevidad es un asunto que está en la agenda de muchas áreas tanto médicas, de nutrición, sociales, empresas de seguros y de ingeniería, por lo que puede existir el incentivo de continuar con más investigaciones al respecto.

EL AGUA DURA EN GUANACASTE Y EN LAS OTRAS ZONAS AZULES



Desde 1999, el equipo de científicos del Laboratorio de Calidad de Aguas de AyA de Costa Rica, conducido por el Dr. Darner Mora, ha venido realizando diversos estudios sobre la dureza en la calidad de agua en la península de Nicoya, reconocida como una de las 5 zonas azules del mundo.

<https://www.casachameleonhotels.com/es/news/talk-about-blue-zones/>

Como lo han manifestado estos estudios, los factores sociales y dietéticos para lograr la longevidad son determinantes, pero no desechan la idea de que la presencia de aguas con mayor contenido de calcio y magnesio también es uno de estos factores. En uno de estos estudios, fechado en el año 2014 y conocido como "Dureza del agua para consumo humano y tasas distritales de longevidad en habitantes de guanacaste mayores de 80 años 2007-2013", se realizan considerables estudios estadísticos con datos demográficos disponibles de poblaciones longevas y datos de dureza del agua disponibles en el Laboratorio de AyA, concluyendo que efectivamente existe una clara relación entre longevidad y dureza del agua. Estos estudios se pueden encontrar en la web.

Sin entrar en muchos detalles estadísticos, comparamos muy macro los resultados y claramente se observa que:

1

Mientras que la dureza total en 59 distritos de Guanacaste resultó, en promedio, de 138.447 mg/L, en los 30 distritos de la zona azul, la dureza total resultó de 184.78 mg/L, con un pico máximo de 445.5, en un sitio en donde no se notan altos índices de longevos y cero centenarios.

2

En las zonas azules, 3 poblaciones rurales sobresalen en población centenaria, [Santa Rita de Nandayure](#), con 6.92 y dureza total de 173.86; [Mansión, de Nicoya](#), con 5.25 y dureza total de 250.67 y [Cartagena, de Santa Cruz](#), con 5.23 y dureza total de 218.97.

Los análisis realizados por el equipo de AyA revelan además que pareciera que en el intervalo de longevidad de 80 a 99 años, las tasas se incrementan a medida que se incrementan los valores de dureza total. En el intervalo de 90 a 99 años, las tasas suben hasta el nivel de 270, para luego decrecer y en el grupo de mayores de 100 años, su mayor nivel lo alcanza en el rango de 90 a 180 mg/L, para luego decrecer significativamente en la medida en que los valores de dureza se incrementaban:

En el mismo estudio, el equipo de investigadores da la siguiente recomendación:

“Para efectos de verificar si el agua “Dura” es un factor protector común de la longevidad de los habitantes y de su salud, es conveniente analizar las características de la dureza del agua en las restantes 4 “Zonas Azules” del mundo”.

Por este motivo, vía internet investigamos si existían estudios similares al de Costa Rica, sin encontrarlos. En cambio, se logró saber que Dan Buettner, el periodista que ha investigado las zonas azules desde 2005 aproximadamente, había hecho una miniserie en Netflix llamada: “Vivir 100 años. Secretos de las zonas azules”, en la cual analizó todos los factores de longevidad que se han mencionado y otros más específicos, resumiéndolos en los siguientes:

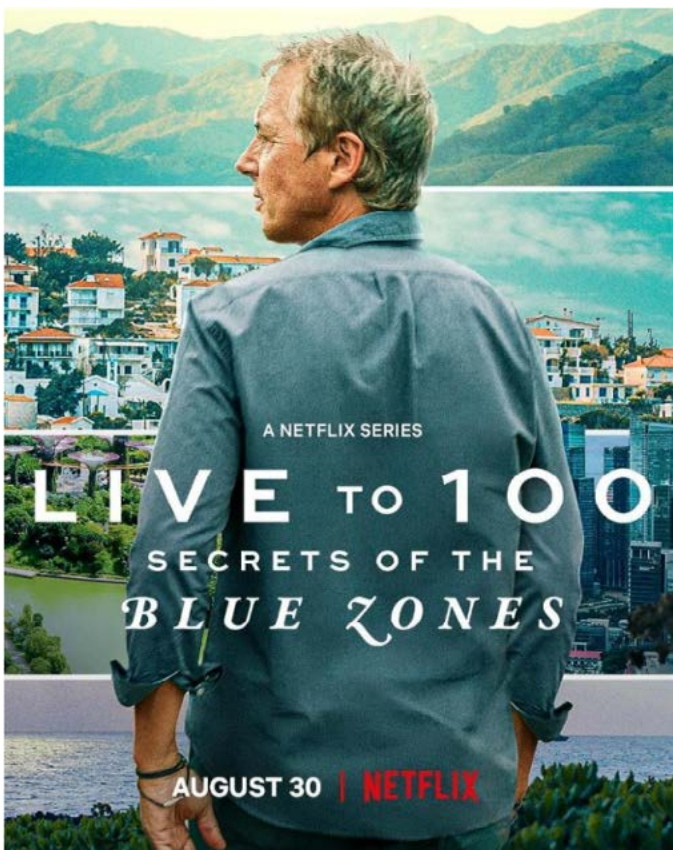
1. “Se mueven de forma natural. La mayoría de los habitantes de las zonas azules no dependen de la tecnología para ir de un sitio a otro ni para hacer las cosas del día a día. Van caminando, fabrican cosas con sus propias manos o se dedican a la jardinería. Se trata de actividades físicas de baja intensidad que resultan más valiosas que hacer ejercicio como tal, pues les hacen estar activos durante la mayor parte del día, señala Buettner en el documental.”

2. “Tienen una visión positiva de la vida. Las personas que viven en las zonas azules suelen tener una perspectiva optimista de la vida y profesan algún tipo de fe, ya sea religiosa o espiritual. También hacen pausas cuando es necesario y descansan de forma intencional. Pero, quizá, lo que más contribuye a su actitud positiva es la conexión que tienen con su propósito. Desde el “ikigai” de Okinawa hasta el “plan de vida” de Nicoya, los residentes de las zonas azules descubren su verdadera vocación y la utilizan como combustible para seguir adelante en la vida.”

3. “Comen sabiamente. Muchos de los habitantes de las zonas azules siguen dietas basadas principalmente en verduras, frutas, frutos secos y tubérculos como el boniato. También suelen comer con moderación y no son propensos a excederse con la comida. Como en varias zonas azules se da prioridad a la jardinería, se suelen comer alimentos frescos que salen directamente del huerto.”

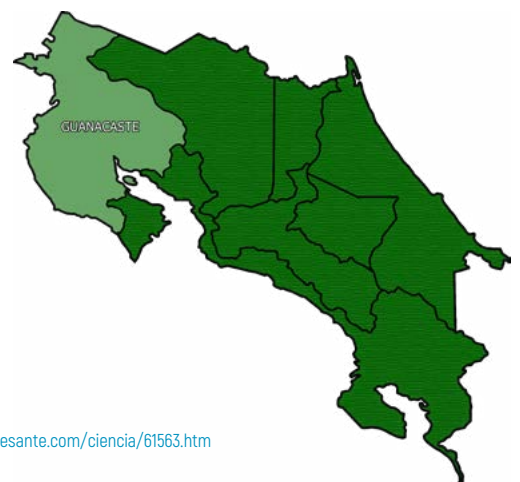
4. "Valoran la conexión. Los habitantes de las zonas azules valoran, ante todo, la familia, y suelen dar prioridad a pasar tiempo con ella antes que a pasar más horas en el trabajo. La colaboración también es importante para ellos: "Las personas de las zonas azules dan prioridad a sus parejas, cuidan sus relaciones e invierten en ellas", afirma Buettner en el documental de Netflix. Y mantienen activamente el círculo social adecuado. "Tener los amigos adecuados es el mayor secreto para ayudar a estas personas a hacer lo correcto y evitar lo incorrecto", añade el periodista."

<https://vozdeguanacaste.com/peninsula-de-nicoya-celebrara-la-longevidad-en-encuentro-mundial-de-zonas-azules/>



Como puede haberse notado al leer estos 4 grandes factores, ninguno se refiere al consumo de agua con una alta dureza, si bien, en alguna parte de la miniserie, uno de los entrevistados manifestó que valora positivamente que en el país se "fortifique el agua".

En ninguna parte del documental se refiere a análisis de la calidad del agua tal como los ha practicado el AyA de Costa Rica, por lo que el reto sigue en pie.



<https://www.muyinteresante.com/ciencia/61563.htm>

EL AGUA EN LA TERCERA EDAD



Por lo que ahora sabemos, existe la posibilidad de que el contenido de calcio y magnesio en el agua, tomada durante toda una vida, ayude a las personas a vivir más años que el promedio. Habrá que hacer más estudios, como lo recomienda el equipo del Dr. Mora, en las otras cuatro zonas azules del mundo, y diríamos en más zonas, para llegar a conocer no solo la relación estadística entre longevos y calidad del agua, sino el peso específico de este factor entre los otros, como los abstraídos por Dan Buettner.

Lo que sí es un hecho, en cuanto a la relación entre longevidad y consumo de agua, es que esta es determinante. Como indica el Instituto Nacional de las Personas Mayores de México, "al envejecer el volumen de agua en el cuerpo disminuye, lo que propicia mayores posibilidades de deshidratación. Además, se pueden presentar circunstancias que favorecen a la falta de agua y electrolitos en el organismo, como son la disminución de la percepción de la sed, la incontinencia urinaria, funciones

renales y digestivas anormales, uso de laxantes y diuréticos, etc." "Es por eso por lo que las personas mayores deben consumir agua en cantidad suficiente, ya que la deshidratación se asocia con una serie de trastornos conocidos como desequilibrios electrolíticos, que pueden ocasionar problemas del corazón, alteraciones neurológicas, mal funcionamiento de todo el organismo, deterioro cognitivo, confusión aguda, caídas, estreñimiento e incluso la muerte." <https://www.gob.mx/inapam/articulos/>

De igual manera, el blog de la Universidad de Santo Tomás en Chile, indica que: "A medida que envejecemos va disminuyendo la proporción de agua de nuestro cuerpo, pasando del 80% del peso corporal en los niños, hasta el 60% en hombres y el 50% en mujeres de edad avanzada. Existe además, una disminución de la masa muscular y un aumento del tejido graso en la edad avanzada. Es por esto por lo que los requerimientos de agua no son iguales en las distintas etapas de la vida."

En los adultos mayores "las necesidades de agua oscilan entre 30-35 ml por kg de peso/ día o bien 1-1,5ml por cada kilocaloría ingerida en la dieta. Ello implica un total de unos 2.000-2500ml/día, equivalentes a unos 8-12 vasos. Estos requerimientos podrían modificarse de acuerdo con la actividad física, condiciones ambientales, consumo de alcohol, enfermedades etc."

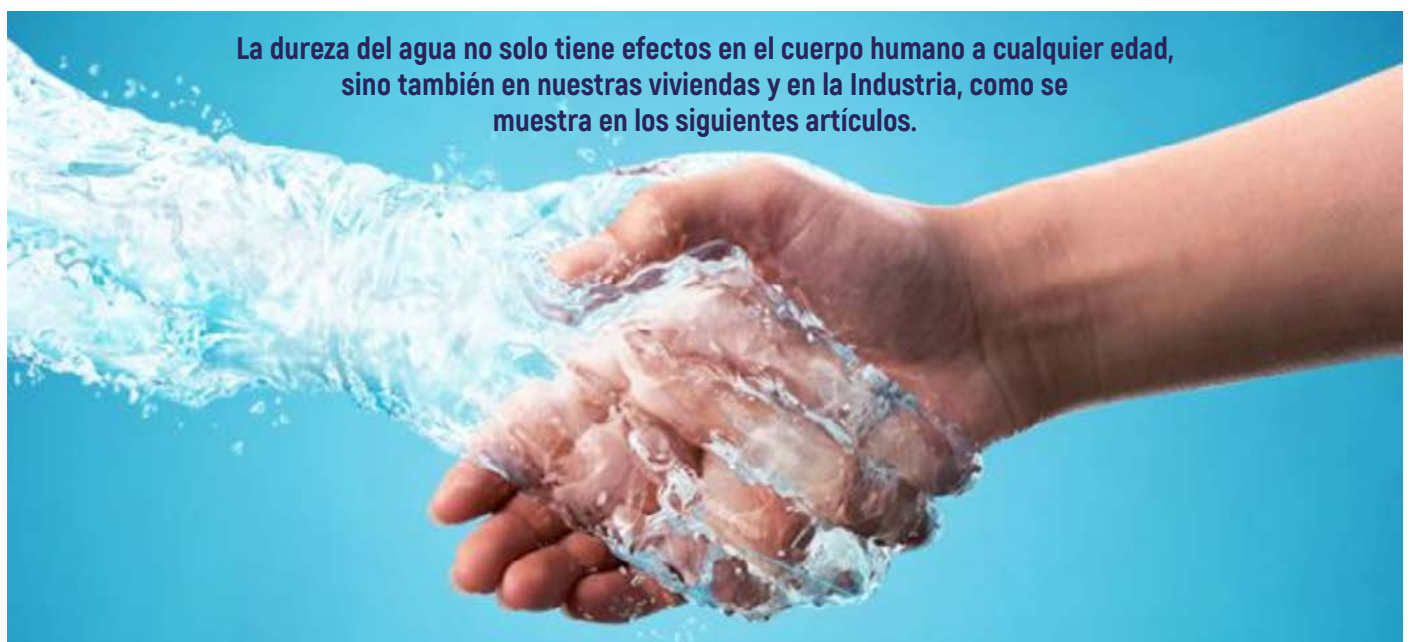
Una de las mayores enseñanzas que deja el analizar el tema de la longevidad es que el agua y su calidad tienen una importancia fundamental en la buena vida de las personas de la tercera edad y en su posibilidad de vivir muchos años más del promedio. Pero también deja esas otras lecciones de vida que menciona Buettner en sus investigaciones en las zonas azules.

Todos, sin exclusión alguna llegaremos o ya estamos en una edad adulta mayor y estas lecciones nos pueden servir a nosotros mismos y a nuestros padres o abuelos si afortunadamente todavía viven con nosotros.

Dejamos abiertas las páginas de la revista para que alguno de sus lectores que cuente con más información actualizada sobre este tema pueda presentarlas y divulgarlas.



Jeanne Calment marcó el actual récord de la expectativa de vida humana en 1997, cuando murió a la edad de 122 años. Según lo que los científicos saben hasta el momento, nadie ha vivido más tiempo.



La dureza del agua no solo tiene efectos en el cuerpo humano a cualquier edad, sino también en nuestras viviendas y en la Industria, como se muestra en los siguientes artículos.

LA DUREZA DEL AGUA EN LAS VIVIENDAS

COMERCIOS E INDUSTRIAS



Cuando se habla de dureza del agua, en castellano, lo más cercano que uno se imagina con respecto al agua, es el hielo. Este, por ser un sólido, puede tener más o menos dureza, pero y el agua en estado líquido, ¿puede ser dura? El término, según la literatura, fue puesto al referirse al agua que es "dura" o difícil de usar. En las viviendas, el efecto de la presencia de calcio en el agua municipal se reconoce de la siguiente manera:

- Cuando se calienta este tipo de aguas, se sedimentan y se forma una costra o sarro que se acumula en el fondo de las ollas, teteras y hervidores eléctricos.
- Se dificulta la formación de espumas del jabón, lo que complica el baño o ducha.
- Se forman láminas de jabón en la piel al bañarse.
- Puede provocar importantes pérdidas de presión en el agua a causa de las incrustaciones de calcio reduciendo el diámetro de la tubería.
- Los aparatos de agua caliente (caldera, termo eléctrico, calentador) y electrodomésticos (lavadora, lavavajillas) se dañan, y pueden ocasionar averías.
- El agua con exceso de calcio no es tan eficaz si se utiliza con productos de limpieza y de higiene.
- Causa estragos en la piel de las personas. Puede provocar sequedad e irritabilidad.
- Reseca el cabello y la piel. Obstruye también los poros de la piel. No obstante, lo peor es cuando se originan eccemas o dermatitis.
- Los electrodomésticos que funcionan con agua dura pueden consumir hasta un 60% más de energía calorífica, pudiendo reducirse su eficacia en un 12%, generando altos costes.

Otro aspecto importante en relación con la dureza del agua es el gustativo. Al respecto, la OMS, en la Guía para la calidad del agua de consumo humano, cuarta edición, 2011, página 268, indica: "La aceptabilidad por parte de la población del grado de dureza del agua puede variar considerablemente de una comunidad a otra.

El valor del umbral gustativo del ion calcio se encuentra entre 100 y 300 mg/l, dependiendo del anión asociado, mientras que el del magnesio es probablemente menor que el del calcio. En algunos casos, los consumidores toleran una dureza del agua mayor que 500 mg/l."



En resumen, aunque atraiga la idea de lograr que vivamos muchos años más de los esperados consumiendo agua con una dureza alta, este tipo de aguas hay que ablandarlas si su dureza es sumamente alta (mayor de 200 mg/L.), en los sistemas de agua potable.



COMERCIOS E INDUSTRIAS

Como indica la empresa española Arveng Training & Engineering SL, la dureza del agua es responsable de la formación de incrustaciones en equipos de transferencia de calor, calderas y tuberías, causando los siguientes efectos:

Favorece la formación de depósitos en tuberías, lo que implica una reducción del flujo, redundando en mayores costes de bombeo derivados de la pérdida de carga asociada, llevando a la necesidad de limpiar las tuberías o bien reemplazarlas.

La dureza del agua en torres de enfriamiento puede reducir la efectividad de la transferencia de calor incrementando los costes asociados. También, puede causar corrosión en las torres, lo que lleva a mantenimientos costosos o incluso el reemplazo de los equipos y rellenos.

En calderas, una vez que las incrustaciones derivadas de la dureza del agua comienzan a formarse sobre la superficie del tubo, se genera una capa adicional de material que impide la buena transferencia de calor a través del metal hacia el agua. Dos son los problemas principales derivados de la formación de incrustaciones: corrosión y sobrecalentamiento del metal, llevando a "puntos calientes" y roturas por stress térmico. Esto reduce la vida útil de las calderas e incrementa los costes productivos, así como los gastos de mantenimiento.

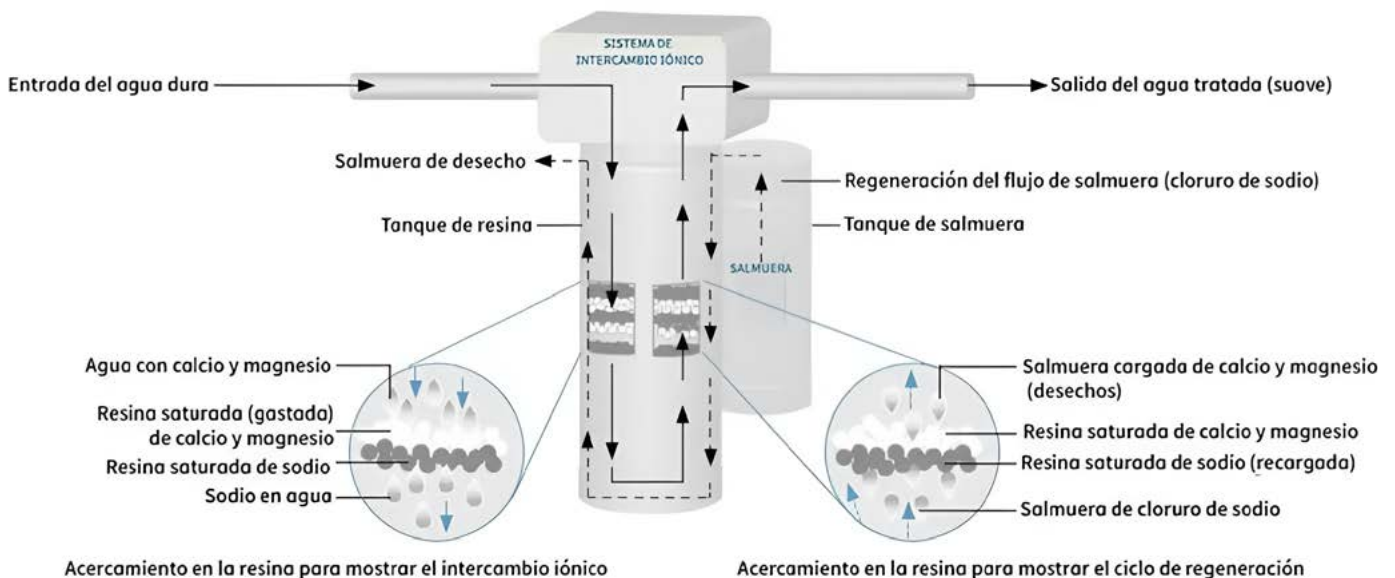
De esta manera, la pobre calidad del agua utilizada en los procesos es la responsable de la pérdida de grandes cantidades de dinero por daños de corrosión metálica. Todo lo anterior supone pérdidas económicas asociadas a paradas productivas para llevar a cabo reparaciones y/o limpiezas químicas o mecánicas.

LAS SOLUCIONES

La Ingeniería Sanitaria, provee estas soluciones a través de equipos de filtración conocidos como Sistemas de Intercambio Iónico, cuya constitución gráfica simple, puede verse en el gráfico a continuación.

Estos Sistemas de Intercambio Iónico se componen de:

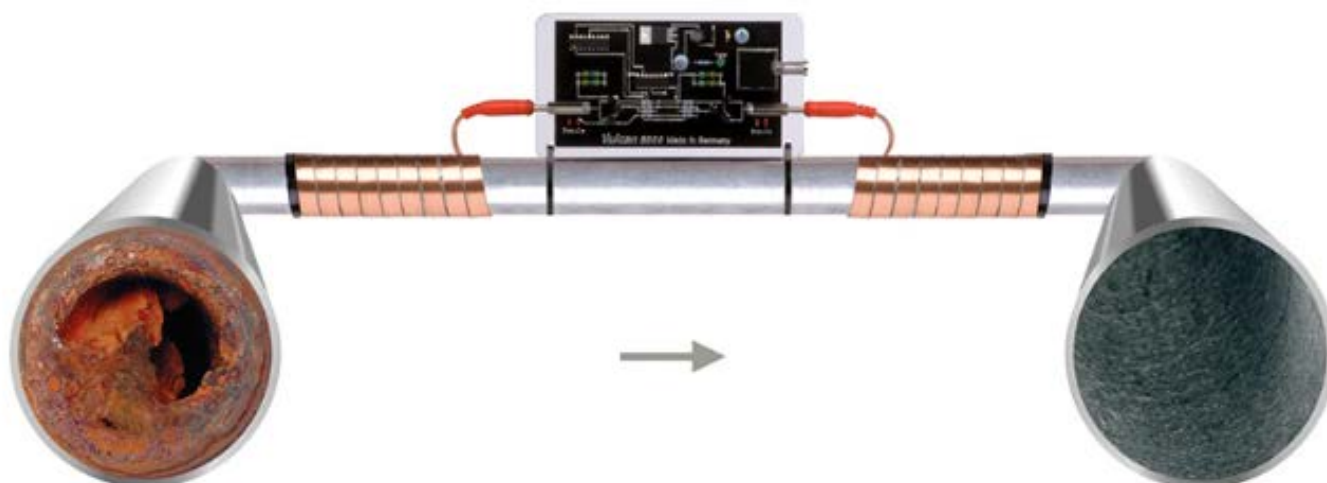
- 1. El Tanque filtro**, que es la unidad en el centro del gráfico. En ella se lleva a cabo el proceso del intercambio iónico entre el agua con calcio y magnesio y las resinas, las cuales son esferas de tamaños que varían entre 0,5-1 mm de diámetro.
- 2. Una Válvula de Control**, colocada sobre el tanque.
- 3. Un tanque de salmuera**: Las dimensiones de estos tanques dependen del caudal de agua requerido a ser ablandada; la dureza que trae el agua y el tiempo de operación de estas unidades. La dureza será determinada por un Laboratorio, que en el caso de Nicaragua puede ser uno de los que se incluyen en el Directorio de Laboratorios de Calidad del agua del país.



En el mercado también se encuentran otras tecnologías para eliminar los problemas de sarro en tuberías ya existentes, tal es la tecnología Vulcan.

Vulcan es un sistema de tratamiento físico del agua que no utiliza ni químicos ni sales y no altera la composición química del agua. En vez de ello, cambia las características físicas de los cristales de tal manera que las partículas de cal pierden su capacidad adherente. Sus promotores indican que no necesita estar en contacto directo con el agua, sino que se instala fuera de la tubería.

Con esta tecnología se trata el agua mediante impulsos eléctricos que son generados en la unidad electrónica y que son controlados por un microchip computarizado. Las frecuencias de señal son transmitidas a través de las bandas impulsoras que rodean la tubería. Las bandas interactúan por pares, creando un campo de frecuencia que modifica los cristales en el agua a medida que esta circula.



En el Directorio de Empresas proveedoras de Bienes y Servicios que se incluye a partir de esta edición, se brindan las referencias de estas empresas que pueden brindar una oferta técnica y económica de los equipos idóneos a ser adquiridos para solucionar el problema de la dureza en sistemas de agua potable, comerciales o industriales.

CÓMO SELECCIONAR UN EQUIPO PARA ABLANDAR EL AGUA EN UNA VIVIENDA

Un primer aspecto a saber para seleccionar un equipo es que existen dos tipos: a) los suavizadores tradicionales con su tanque de fibra para la resina y su tanque de salmuera y, por el otro, los suavizadores de gabinete, en los cuales el tanque para resina y el de salmuera están armados en una sola pieza de manera que ocupan menos espacio y son más estéticos.

Los suavizadores tradicionales ocupan más espacio, pero son un poco más económicos. Los de gabinete ocupan menos espacio, son más estéticos, pero tienen un precio más alto. Se puede elegir el modelo que más se acomoda al espacio, instalación y presupuesto de la vivienda. Solo para tener una primera idea de costos, los tradicionales pueden tener un costo de US\$ 500 aproximadamente mientras que los de gabinete pueden rondar los US\$ 750.

En el caso del tipo de válvula a utilizar, también hay de dos tipos: manual o automática. Se recomienda la automática por facilidad de operación.

¿QUÉ DATOS SE REQUIEREN ANTES DE ELEGIR UN SUAVIZADOR DE AGUA?

Los datos básicos a recabar para seleccionar un equipo para ablandar el agua son los siguientes:

1. Dureza total del agua

La dureza total se obtiene mediante un análisis físico químico del agua en un laboratorio o utilizando alguno de los medidores de dureza existentes en el mercado. El dato generalmente se requiere en granos por galón (gpg). Si el valor se dispone en ppm o mg/L, este se divide entre 17.1. Por ejemplo, si la dureza total es de 600 ppm / 17.1 = 35.09 gpg.

2. Consumo estimado de agua al día

Se refiere al promedio de agua en galones que se consume en la casa durante 1 día completo. Se puede obtener por medio del recibo del agua sacando un promedio del consumo diario, por medio de un estimado basado en el tamaño de la casa y la cantidad de personas que la habitan.

Para una casa mediana con 5 personas, el consumo diario por persona puede ser de 300 litros, por lo tanto $5 \times 300 = 1,500$ litros/día de consumo estimado de agua al día o 396.30 galones/día.



Equipo tradicional



Equipo de gabinete

3. Caudal nominal y simultáneo

Estos datos se requieren para determinar la capacidad del equipo en pies cúbicos. El caudal nominal puede estimarse fácilmente conociendo el diámetro de la tubería (acometida) de la conexión a la vivienda.

Diámetro de la tubería	Flujo nominal
1/2"	4 gpm
3/4"	9 gpm
1"	16 gpm

Por tanto, el Caudal Nominal en este ejemplo es de 16 gpm.

Para calcular el caudal simultáneo se requiere asumir que la vivienda del ejemplo cuenta con 3 baños (3 gpm cada uno) y 6 llaves (1 gpm cada una). Se estima que en un momento determinado están funcionando simultáneamente 2 baños y 2 llaves, lo cual da como resultado 8 gpm.

Por tanto, el Caudal simultáneo en este caso es de 8 gpm.

Es la cantidad de agua que demandan los servicios en un determinado tiempo. Este dato se requiere en gpm (galones por minuto). Se puede obtener un estimado de dos formas:

Para el ejemplo, se estimará una casa con una acometida de 1", por lo que el flujo estimado

4. Cálculo de la Dureza total a suavizar por día

Se calcula multiplicando la dureza total en granos (primer dato obtenido) por el consumo estimado de agua al día en galones (segundo dato obtenido). Siguiendo los ejemplos multiplicamos 35.09 gpg x 396.30 galones = 13,906.17 gpg / día.

¿Cómo hacer la selección del suavizador óptimo?

Capacidad del equipo. Para una marca "x" disponible en el mercado, se utilizan tablas de especificaciones de tal marca.

En el ejemplo se calculó un flujo nominal de 8 gpm y uno simultáneo de 15 gpm. Revisando la tabla ejemplo a continuación, se determina que el suavizador de 2 pies tiene un flujo nominal de 10 gpm y pico de 15 gpm por lo que cubre los requerimientos en el caso ejemplo.

Capacidad (pies cúbicos)	Caudal	
	Nominal	Simultáneo
1	5	8
1.5	7.5	11
2	10	15
2.5	13	19
3	15	23
4	20	30
5	24	32
7	35	45
10	40	48

Otro dato a considerar son los días necesarios para que el suavizador realice su proceso de regeneración. Para ello se debe dividir capacidad (en gpg) del suavizador entre la dureza total a suavizador por día, en base a la siguiente tabla:

Capacidad (pies cúbicos)	Dureza total (gpg)
1	25,000.00
1.5	37,500.00
2	50,000.00
2.5	62,500.00
3	75,000.00
4	100,000.00
5	125,000.00
7	175,000.00
10	250,000.00

Para el ejemplo, el equipo ablandador seleccionado es de 2 pies, con una capacidad de 50,000 gpg. La dureza total a suavizar por día es de 13,906.17 gpg. Por lo tanto $50,000 \text{ gpg} / 13,906.17 \text{ gpg} = 3.6$ días. Esto significa que cada 3.6 días deberá hacerse la regeneración de la resina del suavizador para que recupere su capacidad de intercambio iónico.

Si se desea espaciar más la cantidad de días para la regeneración se puede elegir el tamaño siguiente de suavizador que sería el de 2.5 pies con una capacidad de 62,500 gpg. Con este equipo: $62,500 \text{ gpg} / 13,906.17 \text{ gpg} = 4.5$ días para cada regeneración.

Mientras más días se requieran para cada regeneración, más durará la resina catiónica del equipo que se adquiera. Para una casa lo ideal es una regeneración cercana a los 5 días. En el ejemplo, lo ideal sería un suavizador de 2.5 pies, pero por disponibilidad de presupuesto bien puede funcionar uno de 2 pies.

COMPONENTES DE UN DESCALCIFICADOR



DIRECTORIO DE PROFESIONALES Y EMPRESAS EN LOS PROYECTOS HÍDRICOS DE NICARAGUA

El desarrollo de proyectos hídricos en Nicaragua es activo, impulsado tanto por el Sector Público como el Privado, en la Agricultura, Industria, Agroindustria, Municipal, Sitios Recreativos y otros.

Se presenta en las tablas adelante, el directorio de: a) Consultores, b) Empresas Consultoras, c) Proveedores de bienes y servicios y d) Compañías Constructoras. Si bien la mayoría de estos son actores nacionales, algunos son de otros países.

La Revista Agua pone a la disponibilidad estos Directorios para facilitar la localización de los recursos humanos especializados nicaragüenses y empresas establecidas en el país, que se requieren para la preparación de ofertas de licitación de los proyectos hídricos, así como para la ejecución de proyectos.

Los Directorios se irán ampliando con el tiempo, ocupando siempre un lugar en la revista. Queda a opción de los integrantes de estos Directorios ampliar su información con artículos o publicidad dentro de este medio.

#	Nombre	Email	Teléfono	Especialidad
1	Alvaro Largaespada	alargaespada61@gmail.com	8100 7574	Estudios básicos y Diseño de Sistemas AP, AS, PTAR, PTAP
2	Bismark Contreras Ruiz	bjcruiz@hydingsa.com	8674 3103	Estudios básicos y Diseño de Sistemas AP, AS, PTAR, PTAP
3	Carlos Morales Castillo	moralesc201154@hotmail.com	8680 8092	Estudios analíticos y Evaluación de Proyectos
4	Carlos Vanegas Benavides	carlinhosnica@gmail.com	8972 3211	Diseño de sistemas de agua potable, alcantarillado sanitario y drenaje pluvial. Estudios hidrológicos y crecidas de cauces.

#	Nombre	Email	Teléfono	Especialidad
5	Carmen Pong	carmenpongw@gmail.com	7734 8848	MSc Ingeniería Hidráulica, Especialista en gestión de programas de agua y saneamiento.
6	Craudy Norori	craudyni@yahoo.es	8894 3561	Estudios básicos y Diseño de Sistemas AP, AS, PTAR, PTAP
7	Cony Montenegro	montenegro.ing8@gmail.com	8997 3268	Medio ambiente, PGA, EIA, auditorías ambientales
8	Dannette Bernica Robinson Ubau	ing.drobinson@gmail.com	8684 0162	Estudios básicos y Diseño de Sistemas AP, AS, PTAR, PTAP
9	Derling Uriel Torres Martínez	d.urielt@yahoo.es	8531 0408	Ingeniería Civil, Sanitaria y Ambiental, Sistemas Contra Incendios, Sistemas de Vapor
10	Elizabeth Peña Solano	elisa_peso1@yahoo.com	8643 8880	Estudios hidrológicos, hidrogeológicos, vertidos, Evaluaciones de calidad de agua, supervisión de pozos y piezómetros convencionales
11	Felipe Gonzalez	felipegonzalez@slcengineering.com	8881 5496	Ingeniero de Recursos Hídricos con especialidad en diseño de drenaje pluvial urbano e ingeniería hidráulica.
12	Félix Tapia Avilés	ftapia50@gmail.com	5813 0043	Hidráulica, Planificación estratégica
13	Francisco Carranza	fcarranza200@gmail.com	8250 1982	PhD en Ingeniería Sanitaria. Estudios y Diseños AP, AS, PTAP,PTAR

#	Nombre	Email	Teléfono	Especialidad
14	Idalia Lau	idalialaub@gmail.com	8850 9263	Evaluación impacto ambiental y social en proyectos. Fortalecimiento organizacional de estructuras de agua y saneamiento
15	Iván García	ivagaresearch@proton.me	8203 9781	Ingeniero Civil, con conocimientos en Aplicaciones de Inteligencia Artificial
16	Ivette García	iveth.garcia@dihisa.com	7751 7875	Estudios básicos y Diseño de Sistemas AP, AS, PTAR, PTAP
17	Jaime José Matus Vigil	dscmatus@gmail.com	8883 7154	Ingeniería Sanitaria (ERIS), MAE y Doctorado en Ciencias
18	José Ángel Mejía Paz	josemejiap@gmail.com	8653 6141	Estudios básicos y Diseño de Sistemas AP, AS, PTAR, PTAP
19	José Ernesto Zeledón	detecciones@gmail.com	8888 3444	Experiencia en Gerencia de Proyectos de Agua y Saneamiento. Especialidad en detección de Fugas de Agua. Detección de Tuberías
20	Juan Carlos Valle	juancarlos.valle@hydinsa.com	8884 9857	Estudios básicos y Diseño de Sistemas AP, AS, PTAR, PTAP
21	Loyda Isamar Mendieta Sotelo	loydams@gmail.com	88213002	Tecnologías de tratamiento de aguas residuales
22	María Laura Salinas R.	Proisa@ymail.com	86322306	Estudios Especializados de Diseño de Sistemas AP, AS, PTAR, PTAP, Manejo de Sistemas Municipales, recolección y tratamiento de desechos sólidos, Diseño de sistemas contra incendio bajo normativas NFPA

#	Nombre	Email	Teléfono	Especialidad
23	Manuel I. Salinas M.	manolosalinas2007@yahoo.com	8463 9762	Ingeniero Civil, Ambiental, Diseño de sistemas contra incendio bajo normativa NFPA, sistemas de agua potable y saneamiento
24	Marcelino Jiménez Guerrero	mvj_0066j@yahoo.com	8768 2447	MSc. en Ingeniería Ambiental. Gerencia de Proyectos.
25	Marvin Palacios Rodríguez	palaciosmarvin@yahoo.com	8604 8937	Arquitecto, MSc en Ingeniería Ambiental. Gestión Integral de Residuos Sólidos y Fortalecimiento Municipal.
26	Máximo Edelberto Angulo Jarquín	maximo.angulo30@gmail.com	8106 2441	Estudios Hidrogeológicos, Hidrológicos, Vertidos de aguas residuales, estudios de Tarifas.
27	Mirta Violeta Bravo Mendoza	mbravomendoza@yahoo.com	8841 7323	Estudios básicos y Diseño de Sistemas AP, AS, PTAR, PTAP
28	Nelson Medina Rocha	medinanelson2022@outlook.com	8855 0144	Estudios analíticos, Optimización de Operaciones y Sector Rural.
29	Noelia Lazo Sosa	noelia.lazo@gmail.com	8600 7054	Estudios básicos y Diseño de Sistemas AP, AS, PTAR, PTAP
30	Ricardo Ramón Alvarado Cuadra	ralvarado@gmail.com	8851 8365	Estudios básicos y Diseño de Sistemas AP, AS, PTAR, PTAP
31	Ruth Mendez	mendezruth@live.com.ar	8786 0040	Estudios básicos y Diseño de Sistemas AP, AS, PTAR, PTAP
32	Tatiana Pérez	info@dihisa.com	8676 5695	Estudios básicos y Diseño de Sistemas AP, AS, PTAR, PTAP

DIRECTORIO DE EMPRESAS CONSULTORAS DE PROYECTOS HÍDRICOS, A 15 DE MAYO, 2024

#	Nombre	Email	Teléfono	Página web	Especialidad
1	HYDINGSA	juancarlos.valle@hydingsa.com	2270 4321 8674 3103	https://hydingsa.com/	Ingeniería Civil, Hidrogeología, Hidrología, Ingeniería Sanitaria (Agua y Saneamiento), Drenaje Pluvial
2	INYSSA	info@inyssa.com	5701 7640	https://inyssa.com/	Estudios de factibilidad de proyectos de agua y saneamiento, Diseño y supervisión de proyectos de sistemas de agua potable y saneamiento
3	DIHISA	info@dihisa.com	8600 7054 7751 7875	https://dihisa.com/	Dimensionamiento de redes de distribución de agua, redes de recolección de aguas residuales y drenaje pluvial. Tratamiento de aguas residuales y potabilización.
4	PROISA	proisa@ymail.com	8632 2306		Estudios Especializados de Diseño de Sistemas AP, AS, PTAR, PTAP, Manejo de Sistemas Municipales, recolección y tratamiento de desechos sólidos, Diseño de sistemas contra incendio.
5	VIELCA Ingenieros, Nicaragua	vielca@vielca.com	+34 96 360 42 85	https://www.vielca.com/	Obras Hidráulicas: Saneamiento, Abastecimiento, Encauzamiento, Presas, Riegos, Modelizaciones Hidráulicas, Uni y dimensional.

#	Nombre	Email	Teléfono	Página web	Especialidad
6	Ingeniería Procon	info@ingenieriaprocon.com	+{34} 96 573 37 22	www.ingenieriaprocon.com	Gestión Integral de Proyectos de Ingeniería, Urbanismo y Arquitectura
7	Hydro LOGICA	info@HydroLOGICA.com	2226 3362	https://piensa.uni.edu.ni/	Laboratorio, Estudios y Diseño
8	CIRA UNAN	ape@cira.unan.edu.ni	2278 6981	https://cira.unan.edu.ni/	Laboratorio de Calidad de Aguas
9	PIENSA/ Universidad Nacional de Ingeniería	atencion.cliente@piensa.uni.edu.ni	8152 7314	https://piensa.uni.edu.ni/	Laboratorio, Estudios y Diseño
10	Bio Analítica	info@bioanalitica.net	8519 9979	https://labnica-ragua.com/	Laboratorio de Calidad de Aguas
11	Centro de Investigación en Biotecnología/UNAN	mlacayo@unan.edu.ni	2270 1287	https://www.unan.edu.ni/	Laboratorios y Elaboración de Informes
12	CAPRONIC	servicios@capronic.com.ni	8257 7057	https://capronic.com/	Estudios Ambientales
13	AMBAGUA	ambaguaconsultor@gmail.com	8166 8020		Estudios hidrológicos, Calidad del Agua, Diseño AP, AS
14	Desarrollo Industrial y Medio Ambiente	yeldaruiz@hotmail.com	8750 0060		Estudios hidrológicos, Calidad del Agua, Diseño AP, AS
15	CYA Ambiental. Consultoría y Auditoría Ambiental	karina.sinclair@cyaambiental.com	7537 7577		Estudios hidrológicos, Calidad del Agua, Diseño AP, AS

#	Nombre	Email	Teléfono	Página web	Especialidad
16	EMANIC. Especialistas en Monitoreo del Agua	karinaema.nic.gerencial@gmail.com	8239 2437		Estudios hidrológicos, Calidad del Agua, Diseño AP, AS
17	HENASA	henasa.gerencia.2021@gmail.com	2276 1307		Estudios hidrológicos, Calidad del Agua, Diseño AP, AS
18	SOLTECASA	gerencia@soltecasa.com.ni	2293 7907		Estudios hidrológicos, Calidad del Agua, Diseño AP, AS
19	BTZ, SA	btzconsultores@hotmail.com	8494 0284		Estudios hidrológicos, Calidad del Agua, Diseño AP, AS
20	Constructora Agrícola, Civil e Hidráulica, S.A.	cach.esteli@gmail.com	8854 4219		Estudios hidrológicos, Calidad del Agua, Diseño AP, AS
21	AGEGSA	gerencia@acegsa.com	8850 3012		Estudios hidrológicos, Calidad del Agua, Diseño AP, AS
22	CEMASA	mariajo2983@gmail.com	8716 5057		Estudios hidrológicos, Calidad del Agua, Diseño AP, AS
23	SOLUCIONA	elispot17@hotmail.com	5765 1474		Estudios hidrológicos, Calidad del Agua, Diseño AP, AS
24	MFK	mflores@mfkinnova.com	8855 8373		Estudios hidrológicos, Calidad del Agua, Diseño AP, AS
25	HASER	proyectos.haser@gmail.com	8786 0040		Estudio, manejo y protección de recursos hídricos

DIRECTORIO DE EMPRESAS PROVEEDORAS DE BIENES Y SERVICIOS, A 15 DE MAYO, 2024

#	Nombre	Email	Teléfono	Página web	Especialidad	Marcas representadas
1	Casa McGregor	ehernandez@casamcgregor.com.ni	2266 6151	https://casamcgregor.com.ni/	Industrial ferretera, agroforestal, riego, construcción, eléctrica, hidráulica.	BARMESA, FRANKLIN ELECTRIC, PAM SAINT GOBAIN, PEERLESS PUMPS, VIKINGS
2	PAM Saint Gobain. Distribuidor exclusivo : Casa McGregor	lucas.reis@saint-gobain.com	2266 6151	https://www.pamline.com.co	Tuberías y accesorios de hierro fundido dúctil.	PAM SAINT GOBAIN
3	Aquatec, parte del Grupo AQUACORP	servicioalcliente@aquacorp.com	2255 9797	https://aquatec.com.ni	Bombas, motores, consultoría	AFT y AQUAPRO
4	Bomonsa	ventascliente@bomonsa.ni	8285 2582	https://bomonsa.com	Bombas, motores, asesoría, consultoría, servicios de grúa, servicios técnicos de taller.	GRUNDFOS, GOULD PUMPS, BERMAD, GLOBALWATER.
5	La Casa del Tanque		2269 6423	https://lacasadeltanque.com/	Tanques para Agua Potable, Aguas Residuales, Equipos de Bombeo	ECOTANK, PEDROLLO
6	Válvulas y Filtraciones	info@valvulas.com.ni	2254 8106	https://www.vfhidraulica.com/	Válvulas, Medidores de Agua, Filtros	KITS, ARMAS, AMERICAN VALVES, BAR METERS

#	Nombre	Email	Teléfono	Página web	Especialidad	Marcas representadas
7	Stefani Nicaragua	ehernandez@casamcgregor.com.ni	2266 6151	https://casamcgregor.com.ni/	Bombas, motores, consultoría com	BARMESA, FRANKLIN ELECTRIC, PAM SAINT GOBAIN, PEERLESS PUMPS, VIKINGS
8	Influtec	info@influtecnicaragua.com	2220 5734	https://www.influtecnicaragua.com	Bombas sumergibles, Perforación de pozos	RHINO POWER, STS, ROTOPLAS
9	Durman Esquivel Industrial de Nicaragua, S.A	nicaragua@alixis-la.com	2331254	http://www.durman.com	Tuberías y accesorios	PROPIOS
10	Hydro soluciones	ventas@hydrosoluciones.com	2279 1716	https://hydrosoluciones.com/	Proyectos de agua a nivel residencial, comerciales e industriales.	ROTOPLAS

DIRECTORIO DE EMPRESAS CONSTRUCTORAS, A 15 DE MAYO 2024

#	Nombre	Teléfono	Email
1	Aguirre Pozo Construcciones	8353 3500	aguirrepozoc43@hotmail.com
2	AITA Nicaragua S.A	8430 5015	nivcantarero@aitasc.com
3	Asesoría & Construcción S.A (ACONSA)	2251 7279	aconsa@gmail.com
4	ATICO S.A.	2270 1788	aticosa@yahoo.com.mx
5	Calero Pereira Construcciones, S.A.	277 1048 / 270 8436	lorena@calero_pereira.com.ni

#	Nombre	Teléfono	Email
6	Construcciones Lacayo Fiallos, S.A.	2270 0320	rmelendez@lacayofiallos.com
7	Constructora Meco S.A. Nicaragua Constructora Meco S.A. Nicaragua	7732 2047	info@constructorameco.com
8	Diseño, Presupuesto y Construcción, S.A. (DIPRECO, S.A.)	266 7364 266 7365	dipreco@turbonet.com.ni
9	Llansa ingenieros	2249 0580	info@llansaingenieros.com.ni
10	NAP Ingenieros, S.A.	2270 9997	naping@tmx.com.ni

Los consultores, empresas consultoras, proveedores de bienes y servicios y compañías constructoras, a quienes les llega esta revista, están invitados a ampliar la información que se ha compartido en estos breves y preliminares directorios.

El nivel académico y experiencia acumulada de los profesionales y empresas nicaragüenses es considerable y el mismo puede expresarse en artículos sobre casos concretos en los que hayan trabajado o investigado, ligado a los proyectos hídricos.

La revista Agua este medio llega a todos los países de América Latina, Estados Unidos y Canadá por medio de las AIDIS del continente, así como a Europa por medio de organizaciones como APEMETA y RWSN. Por lo tanto, empresas de estos países interesadas en asociarse con consultores o empresas nacionales en proyectos licitados a nivel internacional, pueden tener en estos directorios información de inicio para hacer estas asociaciones.

De igual manera, las empresas pueden si así lo desean, dar a conocer más su experiencia con publicidad o igualmente, artículos en forma de blog.

La revista cuenta con tarifas accesibles bimestrales, por su característica de ser digital. El medio se distribuye gratuitamente a todos los lectores, que a nivel internacional se estima en 2,000 lectores.

ESPACIO	DESCRIPCIÓN	U\$
Contraportada	Última página de la Revista	100
Portada Interna	Parte trasera de la Portada	200
Contraportada interna	Penúltima página de la Revista	100
Bisagra	2 páginas continuas	300
1 Página	En cualquier parte de la edición	100
1/2 página	En cualquier parte de la edición	75
1/4 página	En cualquier parte de la edición	50
Publirreportaje por página	En cualquier parte de la edición	100

Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente

LABORATORIO

**CALIDAD
DEL
AIRE**

PIENSA

Monitoreo de contaminantes atmosféricos,
tales como:

Partículas menores a 10 y 2.5 micras
Mediciones de gases dispersos en el
ambiente

Contaminación de ruido ambiental y
ocupacional.

Parámetros de la NTON 05 012 - 01 Calidad del
Aire

CONTÁCTENOS



(505)2270-1517 / 8152-7314



atencion.cliente@piensa.uni.edu.ni



piensa.uni.edu.ni



Avenida Universitaria, frente a la escuela de danza
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA



SCAN ME



LA DESALINIZACIÓN EN EL SALVADOR

Ing. Mario Sorto, Inhidrica el Salvador

La desalinización en El Salvador se vuelve cada día más relevante debido a la escasez de agua en el país. Aunque cuenta con varios ríos y fuentes de agua, la disponibilidad de agua potable es limitada debido a la contaminación, la deforestación, el cambio climático y la gestión ineficiente de los recursos hídricos. En áreas rurales, muchas comunidades dependen de fuentes de agua no tratada, aumentando el riesgo de enfermedades transmitidas por el agua. En zonas urbanas, la demanda de agua supera la capacidad de suministro, lo que ha llevado a problemas de acceso en las principales ciudades.

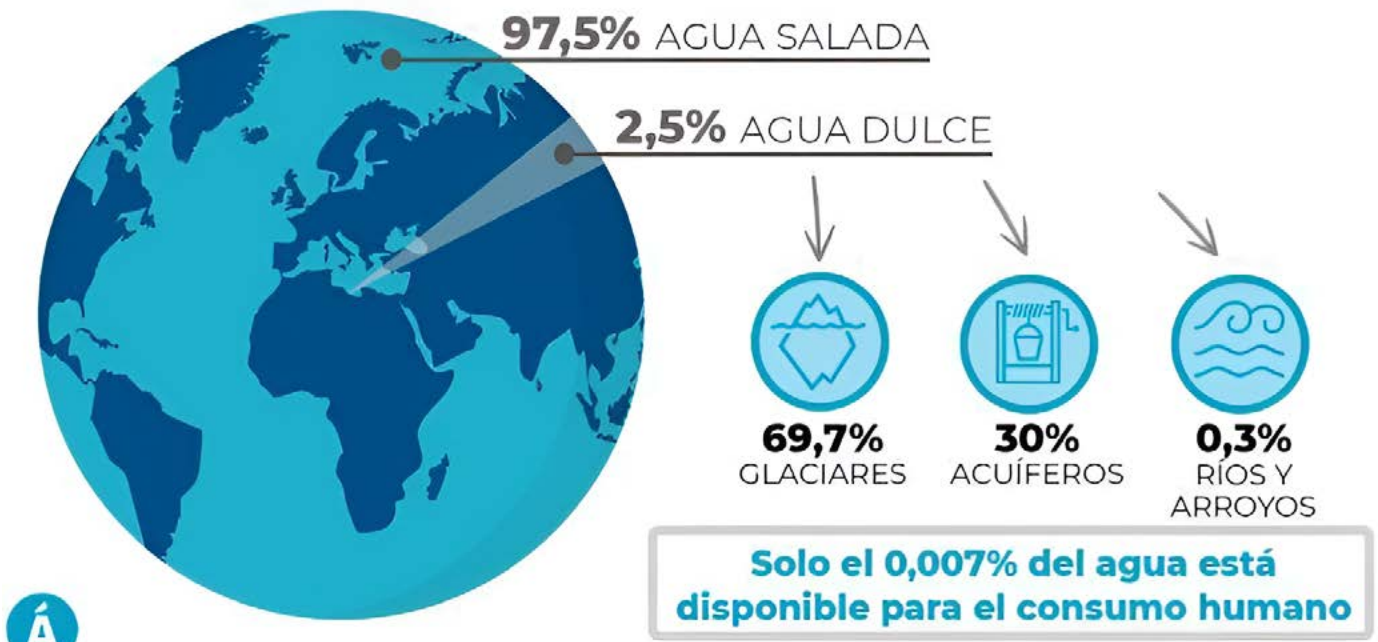
Para abordar estos desafíos, se han propuesto diversas soluciones, como la implementación de medidas de conservación del agua, la mejora de la infraestructura de distribución y la exploración de tecnologías como la desalinización.



¿Por qué decimos que hay escasez de agua en El Salvador?

Si partimos que en el mundo aproximadamente el 97.5% del agua de la Tierra es salada y se encuentra en los océanos y mares. Solo alrededor del 2.5% del agua en el planeta es agua dulce, la cual se encuentra en forma de agua subterránea, agua superficial (ríos y lagos), y en forma de hielo en los casquetes polares y glaciares. De esta pequeña cantidad de agua dulce, la mayor parte (alrededor del 69%) está atrapada en los glaciares y casquetes polares, mientras que una parte más pequeña está disponible en forma de agua subterránea (alrededor del 30%), y solo un pequeño porcentaje, menos del 0.1% está disponible como agua superficial en ríos y lagos.

Los mares y océanos son solo el 0,023% de la masa total del planeta



Parte del agua dulce disponible en el mundo es el agua lluvia, y en El Salvador llueve aproximadamente 1,800 mm de lluvia al año, y aunque El Salvador recibe una cantidad significativa de precipitación, la distribución irregular de las lluvias a lo largo del año, junto con otros factores como la deforestación, la contaminación y la gestión ineficiente de los recursos hídricos, contribuyen a la escasez de agua en algunas regiones y épocas del año.

Si tomamos en cuenta el Cambio Climático, la situación de escasez de agua, vuelve aún más crítica, pues este genera un impacto directo en recurso hídrico de la siguiente forma:

1. Variabilidad en las precipitaciones: Alteración de los patrones de lluvia, resultando en sequías más frecuentes o intensas, y en lluvias torrenciales difíciles de capturar.

2. Aumento de la temperatura: Mayor evaporación de fuentes de agua dulce debido al aumento de las temperaturas.

3. Mayor frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos extremos: Aumento en la frecuencia e intensidad de eventos como huracanes y tormentas, que pueden dañar la infraestructura hídrica y afectar la disponibilidad de agua.

4. Degradación de ecosistemas acuáticos: Impacto negativo en la salud de los ecosistemas acuáticos, reduciendo la disponibilidad de agua dulce.

La escasez de agua en El Salvador es un problema multifacético que requiere un enfoque integral para su solución. Además, el crecimiento poblacional y el rápido incremento de las zonas urbanas aumentan la demanda de agua, al mismo tiempo que generan residuos que contaminan el agua superficial y subterránea. Esto hace que conseguir agua potable sea cada vez más difícil y, por ende, más cara. La infraestructura limitada para capturar y almacenar agua de lluvia agrava la escasez de agua al reducir la disponibilidad de fuentes de agua dulce.

¿Soluciones?

La exploración de tecnologías como la desalinización se considera una posible solución a la escasez de agua en El Salvador y en otros lugares donde el acceso al agua dulce es limitado. La desalinización es el proceso de eliminar la sal y otros minerales del agua de mar para convertirla en agua potable. La desalinización por ósmosis inversa es un proceso mediante el cual se elimina la sal y otras impurezas del agua de mar o salobre para producir agua dulce potable. En este proceso, el agua salada se presuriza y se hace pasar a través de una membrana semipermeable que retiene las sales y otros contaminantes, permitiendo que solo el agua purificada pase al otro lado. Este método es uno de los más comunes y eficientes para la desalinización a gran escala, aunque requiere una cantidad significativa de energía para funcionar.

En áreas costeras de El Salvador, donde la escasez de agua es particularmente aguda, la desalinización podría proporcionar una fuente adicional de agua dulce para la población. Sin embargo, la desalinización también presenta desafíos, como su alto costo energético y dificultad de operación, así como la gestión adecuada de los subproductos salinos generados en el proceso.

Desalinización sostenible

La desalinización por ósmosis inversa como proceso industrial se desarrolló principalmente en la década de 1950 y 1960. Aunque los principios básicos de la ósmosis inversa fueron descubiertos en la década de 1740, no fue hasta mediados del siglo XX que se lograron avances significativos en la tecnología y se comenzó a utilizar a gran escala para la desalinización del agua de mar. Desde entonces, la ósmosis inversa se ha convertido en uno de los métodos más comunes y eficientes para la desalinización en todo el mundo. El desarrollo tecnológico hace que cada vez más, la desalinización sea más sostenible, que cada vez más se minimiza su impacto ambiental y cada vez más se usa más eficientemente los recursos; esto garantiza su viabilidad económica y social a largo plazo. Algunas prácticas y tecnologías que pueden contribuir a una desalinización más sostenible incluyen:

1. Uso de energías renovables: Utilizar fuentes de energía renovable, como la solar (fotovoltaica) o la eólica, para alimentar las plantas de desalinización puede reducir significativamente su huella de carbono.

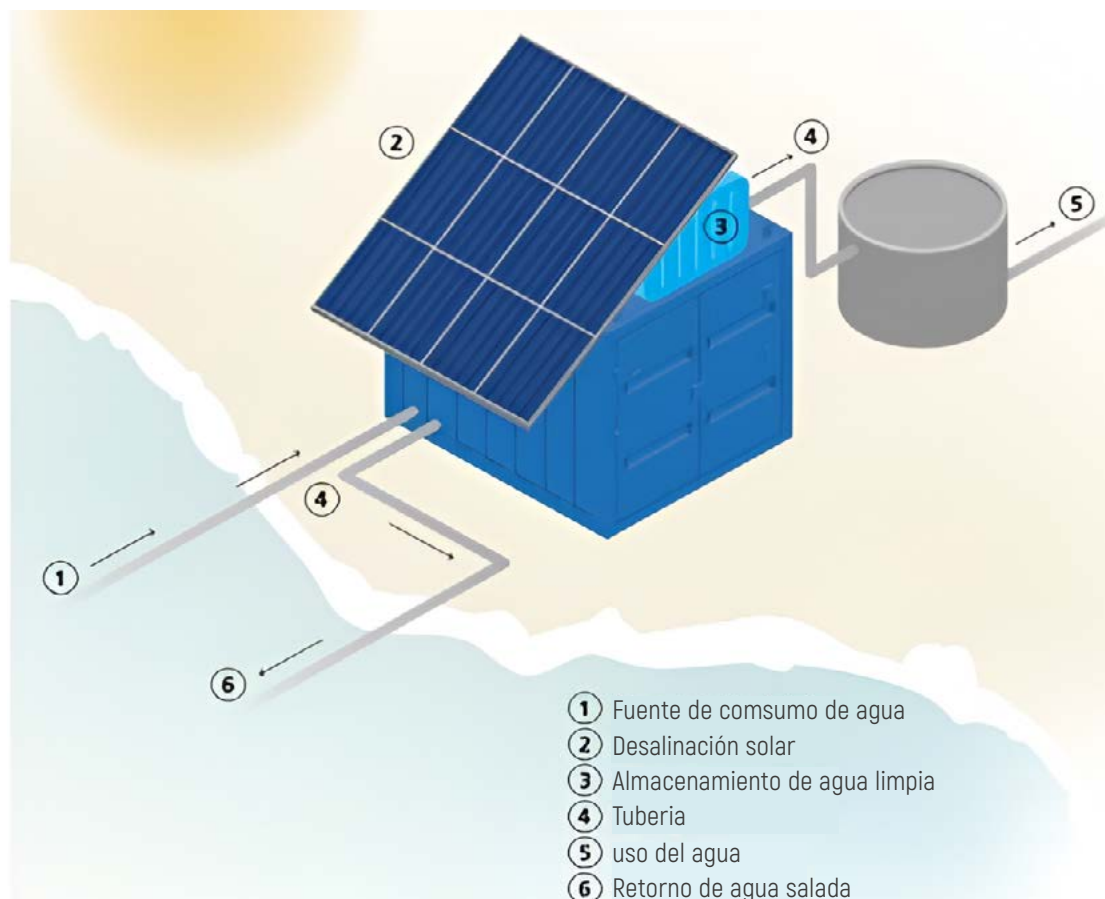
2. Recuperación de energía: Implementar sistemas de recuperación de energía, como la recuperación de presión o la osmosis de presión retardada, puede reducir el consumo total de energía de las plantas de desalinización.

3. Optimización del proceso: Mejorar la eficiencia de los procesos de desalinización, mediante el uso de tecnologías más eficientes y la optimización de los sistemas de membranas, puede reducir tanto el consumo de energía como la cantidad de agua residual generada.

4. Gestión de subproductos: Gestionar adecuadamente los subproductos de la desalinización, como los concentrados salinos, puede minimizar su impacto ambiental y maximizar su valor potencial como recursos.

5. Consideraciones ambientales y sociales: Realizar evaluaciones ambientales y sociales integrales antes de la construcción de plantas de desalinización para garantizar que se tomen en cuenta los impactos en los ecosistemas locales y las comunidades.

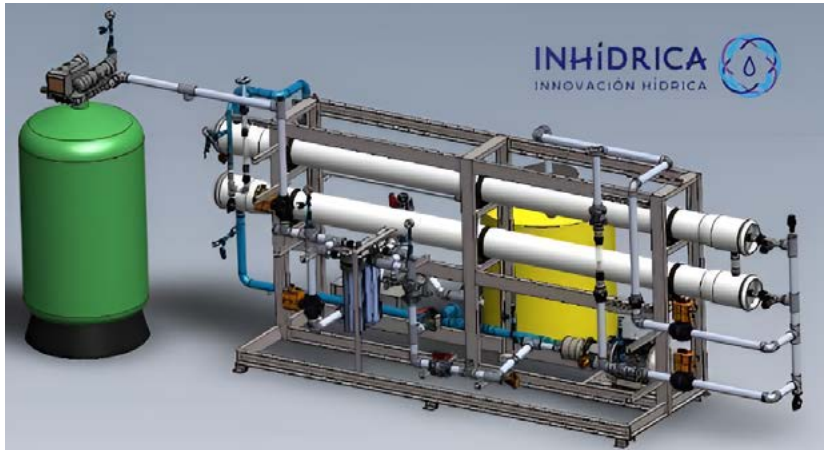
Al implementar estas prácticas y tecnologías, hacen que la desalinización pueda convertirse en una solución cada vez más sostenible para abordar la escasez de agua en áreas donde otras fuentes de agua dulce son limitadas. También la desalinización permite explorar usar fuentes de agua salobre o acuíferos con incrustación salina o utilizar el agua de mar, que antes no era considerada como viable.



Experiencia de Desalinización en El Salvador.

El Salvador cada vez más va avanzando en la innovación y en búsqueda de nuevas tecnologías para avanzar en el desarrollo sostenible especialmente en la Meta 6 de desarrollo sostenible del 2030, y ya se cuenta con experiencia de proyectos de Desalinización siguientes:

Proyecto de Construcción y Suministro de Equipos para Sistema Desalinizador para la Isla Madresal en la Bahía de Jiquilisco en Municipio de Puerto el Triunfo, Usulután. El cual fue realizado por ANDA con financiamiento del Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento, aportados por la Agencia Internacional de Cooperación Española. El cual beneficia a más de 600 familias. Realizado por la empresa INNOVACIÓN HÍDRICA.



Proyecto de Construcción y Suministro de Planta Desalinizadora de Cantón Las Hojas en Municipio de San Pedro Masahuat, en Departamento de La Paz. Que fue ejecutado por ANDA, financiado con fondos procedentes de la Autoridad Salvadoreña del Agua. Este beneficia a más 200 estudiantes y habitantes del municipio por medio de cantareras comunitarias. Este proyecto cuenta con equipos recuperadores de energía y paneles solares que reducen más del 70% del consumo eléctrico. Realizado por la empresa **INNOVACIÓN HÍDRICA**

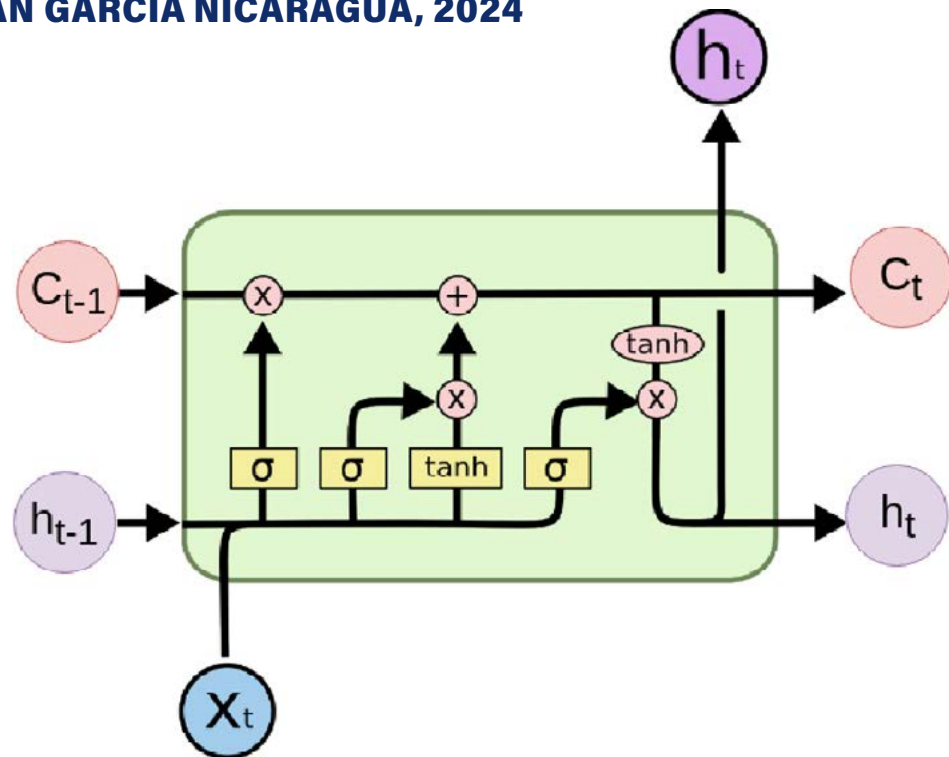
Proyecto de Construcción de Desalinizadora de Isla Meanguera del Golfo, ubicado en Departamento de La Unión. Proyecto aún en ejecución por la Dirección de Obras Municipales (DOM). Este beneficia con agua potable a más de 3000 habitantes de la isla. Y contará con alimentación del 100% mediante energía fotovoltaica. En ejecución por la empresa INNOVACIÓN HÍDRICA.

Además, ANDA proyecta realizar en 2024 otros dos proyectos de desalinización en zona de Surf City mediante fondos del BCIE.

El Salvador se vuelve líder en Centroamérica en proyectos de Desalinización y los acuerdos con instituciones de Gobierno y las comunidades, permiten una operación y mantenimiento sostenible.

PRONÓSTICO DE CAUDALES UTILIZANDO REDES NEURONALES RECURRENTES LSTM

POR INGENIERO IVÁN GARCÍA NICARAGUA, 2024



En este ensayo se explora el uso de redes neuronales artificiales recurrentes LSTM (Long-Short Term Memory) para la predicción de caudales sobre la cuenca alta del río Siquia en la Región Autónoma de la Costa Caribe Sur, Nicaragua. Debido a lo exiguo de los registros de datos sobre este punto geográfico se utilizaron únicamente dos variables para el entrenamiento del algoritmo, precipitación y caudal. Los resultados del modelo muestran la capacidad de generalización sobre el fenómeno por medio de las redes neuronales recurrentes LSTM en la descripción del fenómeno aún cuando se ignora una buena cantidad de variables meteorológicas, topográficas y morfológicas.

Un problema central en hidrología es simular o pronosticar la respuesta hidrológica (caudales) de ríos, puesto que, tal respuesta es el resultado de las interacciones no lineales de los procesos hidrometeorológicos y las características geomorfológicas que operan y dominan sobre las cuencas hidrográficas; varios métodos de modelado, simulación y pronóstico han sido desarrollados o son usados regularmente por hidrólogos como HEC-HMS (Shekar y Vinay, 2021), sin embargo, estos modelos asumen la disponibilidad de cierta cantidad de variables para su desarrollo (precipitación, topografía de la cuenca, temperatura, humedad relativa, usos de la tierra, radiación solar) puesto que estos son modelos conceptuales y describen a los procesos hidrológicos a través de la resolución de las ecuaciones físicas que gobiernan a estos fenómenos,

la necesidad de estas variables es una limitante donde la existencia de datos es escasa o inexistente, esta razón ha motivado que otro tipo de estudios vean la luz como, el modelado basado en algoritmos de "inteligencia artificial" en procesos hidrológicos y que han demostrado la posibilidad de implementación de esta tecnología (ASCE, 2000; JAWRA, 2006), incluso entregando resultados prometedores donde hay pocos datos en existencia como el caso del río Nzoia en Kenia (Ouma et al., 2021) o bien el río Coruh en Turquía (Mehr et al., 2014).

Las redes neuronales artificiales han venido experimentando una creciente aplicación práctica en muchas extensiones de las ciencias, no obstante, su uso en las ramas hidrológicas se ha dado de manera mucho más conservadora y paulatina, estos algoritmos de redes neuronales artificiales han visto la luz en fenómenos como la simulación de precipitación-escorrentía (Kumar et al., 2005). Sin embargo, los hidrólogos se han mostrado escépticos al momento de acoplar estos sistemas porque no suelen tomar en cuenta particularidad físicas de las cuencas como variables para su modelado, por tanto, cuenta con muy poca integración a nivel general y en los países en desarrollo dicha integración o aplicación es prácticamente nula. Nicaragua se ha visto particularmente retrasada en cuanto a estudios y aplicación de nuevas tecnologías como las mencionadas en procesos hidrológicos incursionando por primera vez hasta el año 2021 con la creación de un posgrado orientado a inteligencia artificial en hidrología facilitado por la UNAN-Managua FAO e INETER (UNAN, 2021), pero que previamente se ha mantenido un patrón de inclinación y dependencia por herramientas tradicionales lo cual genera un efecto de rechazo además de un marcado escepticismo hacia estas tecnologías.

Con este estudio se pretende demostrar las capacidades que pueden las redes neuronales tener dentro del territorio nicaragüense y específicamente en la subcuenca del Río Siquia para el pronóstico de los caudales futuros en ríos además de responder a la incógnita de ¿con qué eficacia es posible lograr una aproximación de la respuesta hidrológica (pronóstico) sobre la cuenca alta del río Siquia a través de redes neuronales recurrentes LSTM considerando como variables únicamente precipitación y caudales previos?

TEORÍA

Las redes neuronales pueden ser definidas como una interconexión de funciones matemáticas y cual objetivo esencial es simular de manera sintética y básica el proceso biológico del "aprendizaje" de las conexiones neuronales conformadas por axones y dendritas del cerebro animal, analógicamente estos elementos se encuentran dentro de las redes neuronales artificiales como unidades computacionales llamadas neuronas, interconectadas entre sí mediante pesos (weights) y umbrales (bias). Su configuración (arquitectura) básica consiste principalmente de tres "capas" (entrada, oculta, salida) conformadas por cierto número nodos (neuronas) que van desde uno hasta n cantidad de nodos.

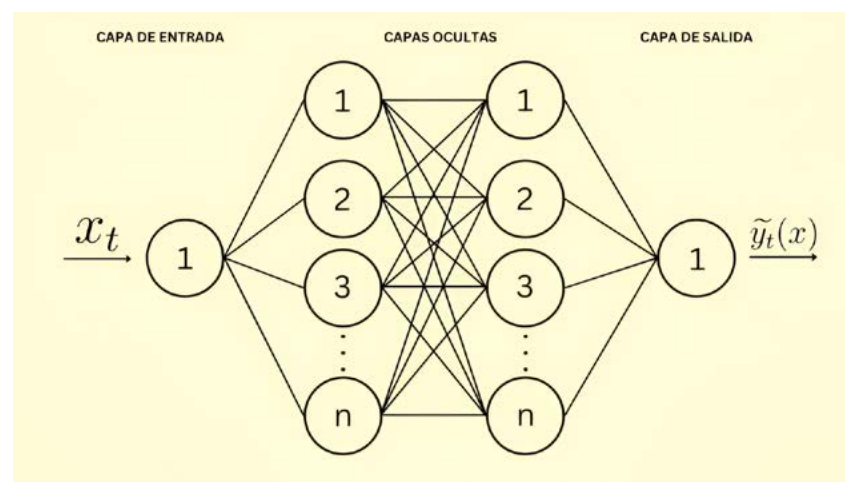


Figura 1. Red neuronal típica.

NEURONAS RECURRENTE

Si a la neuronas de estos modelos básicos o tradicionales se le realizan modificaciones, por ejemplo, utilizando la propia salida (output) de estas como entrada (input) sobre sí mismas se obtienen células neuronales recurrentes donde básicamente su salida es retroalimentada, permitiendo así un "estado" y dicho estado se considera como un tipo de memoria. Esta particularidad de "estado de memoria" hace a este tipo de células eficaces en problemas donde es esencialmente importante preservar cierto conocimiento del estado previo o memoria de inputs anteriores.

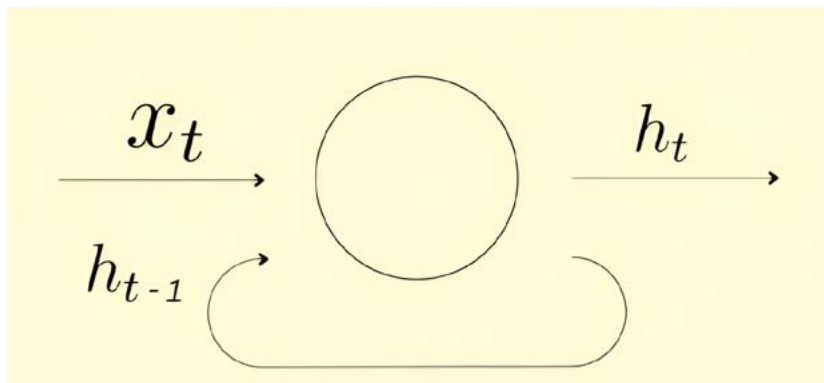


Figura 2.
Neurona Recurrente

Sin embargo este tipo de células suelen presentar dos problemas llamados explosión y desaparición del gradiente, los cuales radican en que dicho gradiente o "ritmo de cambio" en el entrenamiento durante la retropropagación de errores o bien se vuelve muy gigantesca resultando en una "explosión" del gradiente o totalmente lo opuesto, muy pequeña e infinitésima convergiendo en lo que se conoce como en la "desaparición del gradiente" o "muerte de neurona" (Aggarwa, 2018, pp. 129-132). Para mitigar este problema se han propuesto modificaciones operativas a las redes neuronales recurrentes resultando en GRU (Gated Recurrent Unit) o LSTM (Long Short-Term Memory) (Chung et al., 2014).

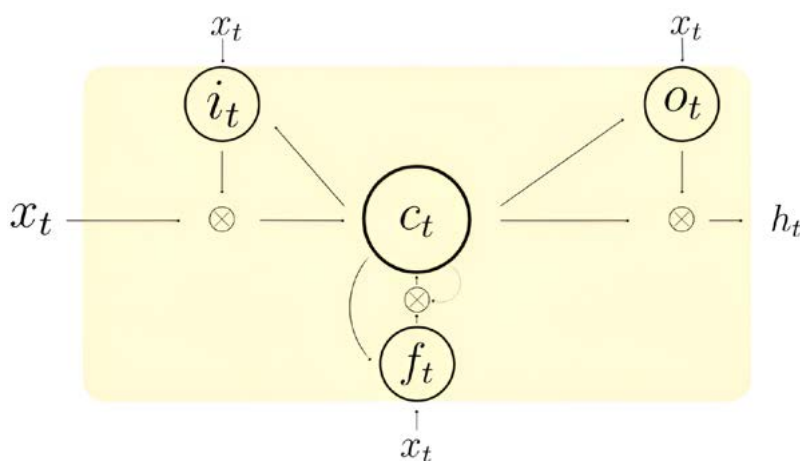


Figura 3. Célula LSTM.

LSTM

Para aumentar la capacidad de las neuronas recurrentes y posiblemente mitigar los problemas relacionados a la computación del gradiente durante el entrenamiento, las neuronas LSTM introducen "compuertas de señales". Estas compuertas de señales (gating signals) regulan hasta qué grado la información es olvidada por la célula de memoria, o si nueva información es añadida a la misma célula, extendiendo de esa forma la capacidad de la neurona recurrente.

Esta particularidad de retención u olvido sistemático de memoria las hace especialmente buenas para resolver problemas que involucran secuencias de datos, series temporales.

MATERIALES Y MÉTODOS

LOCALIZACIÓN

El estudio se realizó sobre la cuenca alta del río Siquia, el punto de control (estación hidrometeorológica) in situ se encuentra ubicada dentro de la Región Autónoma de la Costa Caribe Sur dentro del municipio de El Rama, en la latitud decimal 12.4900 y longitud decimal -84.5464.

DATOS

El Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) facilitó a través de la Dirección General de Recursos Hídricos el registro histórico comprendido por datos de precipitación y caudal diarios sobre la estación hidrometeorológica de Salto Grande desde el año 2005 hasta el año 2015. También se obtuvo precipitación satelital por medio del servicio web W3S-Water (<https://www.uoguelph.ca/watershed/w3s/>) para seis puntos geográficos distintos sobre la cuenca y durante el mismo periodo de tiempo (2005-2015).

PREPROCESAMIENTO DE DATOS

Del registro total de datos solo se utilizaron para el entrenamiento del algoritmo y posteriores pruebas sobre el mismo los valores disponibles desde el año 2010 hasta 2015 debido a que los años descartados presentaban muchos faltantes como para ser imputados, algunos con incongruencias en el registro de sus datos. En el periodo que se utilizó para entrenamiento se imputaron los valores faltantes donde se pudo con el método del último valor observado para los caudales, y sobre precipitación se realizó una simple media aritmética como método de imputación de faltantes. Se eliminaron también los caudales que superaron el umbral de nivel de desborde del río, de aproximadamente.

INGENIERÍA DE CARACTERÍSTICAS

Para mejorar la asimilación por parte de los valores de entrenamiento por parte del algoritmo, se ejecutó sobre estos transformación y reescalación de valores, creación de nuevas variables, creación de secuencias y como consecuencia se obtuvo lo siguiente:

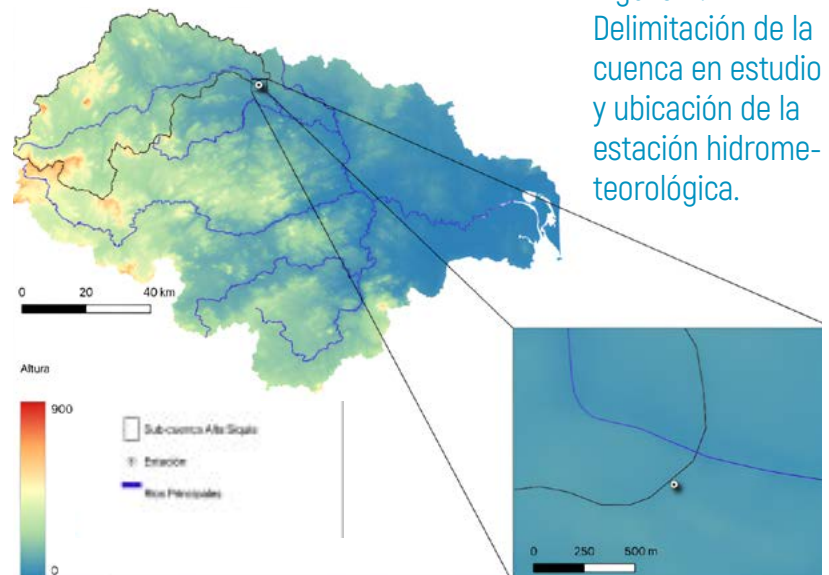


Figura 4. Delimitación de la cuenca en estudio y ubicación de la estación hidrometeorológica.

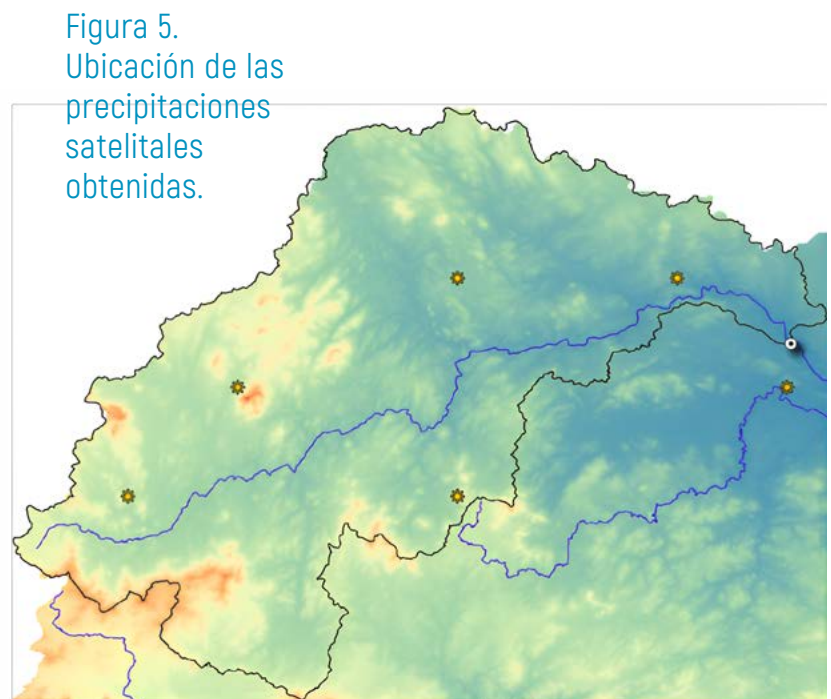


Figura 5. Ubicación de las precipitaciones satelitales obtenidas.

1. Creación de nuevas variables las cuales incluyeron:

- a. Caudales transformados por medio del método logarítmico (base 10).
- b. Caudales retrasados por uno, dos y tres días respectivamente.
- c. Media móvil sobre los caudales con un espacio temporal de 3 días.
- d. Precipitación promedia sobre todo el área de la cuenca a través de polígonos de Thiessen.
- e. Precipitación acumulada cada tres días.

2. Reescalación de los valores de precipitación por el método MinMax.

3. Creación de secuencias compuestas por arreglos de caudales de tres días para inyección al algoritmo.

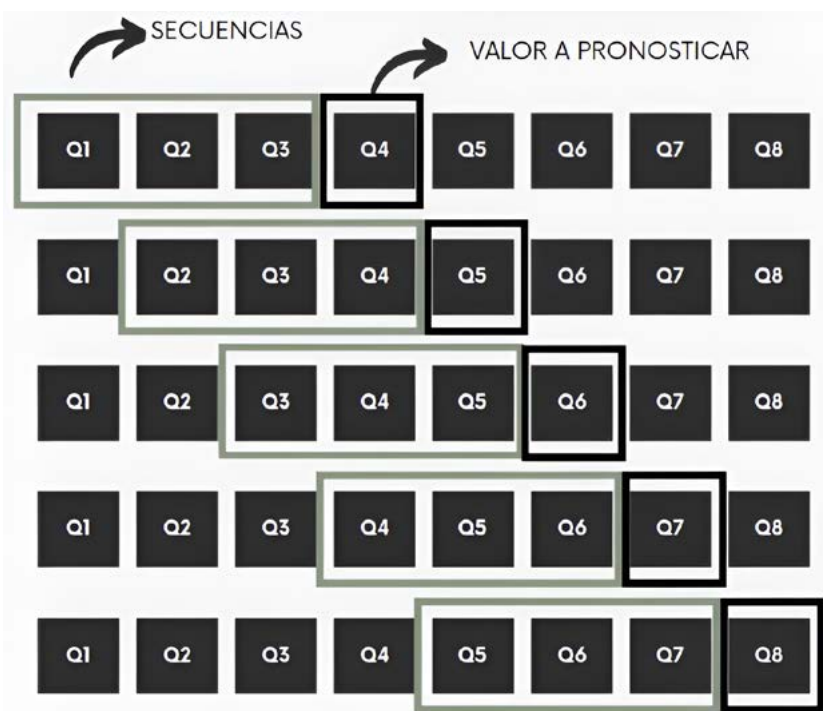


Figura 6. Lógica de las secuencias generadas.

4. Arreglos de precipitación compuestos por 4 valores (3 días previos de lluvia y la precipitación esperada para el día a pronosticar).

5. La base de datos se dividió en 3 segmentos, entrenamiento, validación y pruebas.

ARQUITECTURA

Puesto que la intención es pronosticar la respuesta hidrológica del río en función de los valores de precipitación y caudales pasados, por ello debía crearse una "arquitectura" capaz de aceptar una doble inyección de variables de entradas (inputs) para las secuencias generadas de los caudales y los valores de precipitación, de manera que se obtuvo la siguiente:

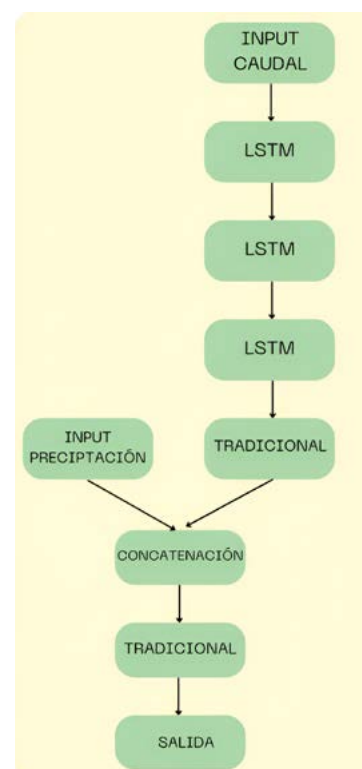


Figura 7. Arquitectura.

- Dos capas de entrada.
- 3 capas de neuronas LSTM con 64 nodos cada una, activación 'tanh', regularizadores L1 y L2.
- Una capa de concatenación de los valores de caudal y precipitación.
- Dos capas de neuronas tradicionales con 1 y 20 neuronas con activación 'lineal' y 'LeakyRelu', respectivamente, regularizadores L1, L2.
- Una capa de salida (output) con una neurona y activación 'relu'

ENTRENAMIENTO

El algoritmo fue entrenado haciendo uso del segmento de entrenamiento y durante este mismo proceso se corroboró su progreso con el segmento de validación, de esa manera se detectaban avances o errores durante cada iteración del entrenamiento, para el cálculo del error se utilizó la función del error de Huber y el optimizador con el cuál se compiló el modelo fue ADAM (Adaptive Moment Estimation) con un ritmo de aprendizaje de 0.0015.

	count	mean	std	min	25%	50%	75%	95%	max
REAL	357.0	57.609496	84.378486	0.210000	16.570000	23.360000	61.990000	227.08600	574.760000
PRONOSTICADO	357.0	64.688011	82.046997	2.967098	18.096222	30.061567	74.421738	217.89209	740.462402

	count	mean	std	min	25%	50%	75%	95%	max
REAL	274.0	64.192007	83.114131	12.190000	20.23250	20.395000	83.790000	223.521000	582.420000
PRONOSTICADO	274.0	69.442650	76.488609	12.604728	21.99499	24.050695	100.044743	217.015688	423.739807

En total, el algoritmo iteró 297 veces sobre los datos de entrenamiento, es decir 297 veces hizo reajustes a los parámetros antes de converger en la mínima local (o global) aceptable para el problema o al menos la mínima encontrada por el algoritmo.

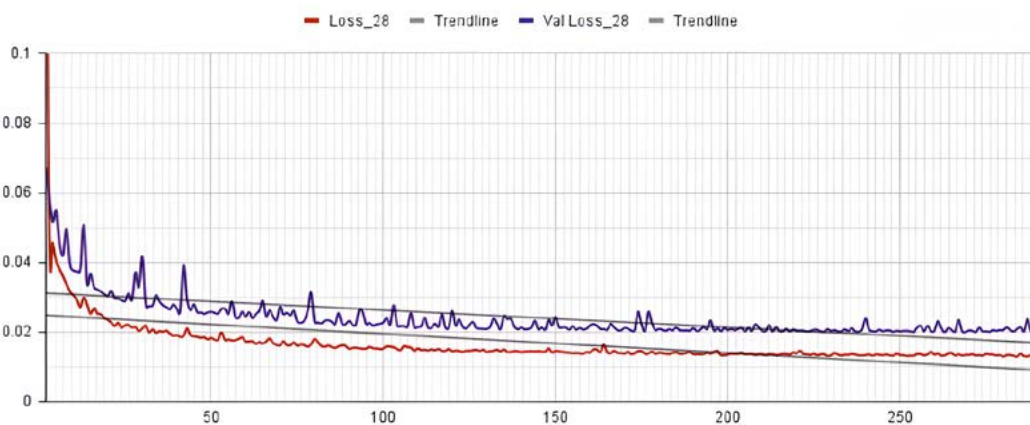


Figura 8. Gráfica de errores de entrenamiento (rojo) y validación (azul).

EVALUACIONES

La evaluación del desempeño del algoritmo hizo uso del cálculo de métricas (MAE, RMSE, BIAS, R2) que permitiesen observar de manera matemática en qué grado el modelo es capaz de describir al fenómeno y para enriquecer estas observaciones se utilizaron también gráficas para identificar y comparar el valor real con respecto al valor pronosticado para ese día.

RESULTADOS

Una vez entrenado el modelo se realizaron predicciones sobre los segmentos de validación y pruebas para verificar la eficacia y respuesta del algoritmo, recibiendo como resultados lo siguiente:



Figura 9. Plot de predicciones vs observaciones reales para el segmento de validación (arriba) y de pruebas (abajo), respectivamente.

Nota: Valores reales se muestran en color verde, valores producidos por el algoritmo en color naranja.

En anexos se expanden las figuras en intervalos de tiempos de 50 días para una mejor visualización de los resultados. En el cálculo de sus métricas se obtuvo:

Error	Segmento Validación	Segmento Prueba
MAE	17.35	16.25
RMSE	39.49	39.50
BIAS	7.08	5.25
R2	0.78	0.77

Tabla 1. Tabla de métricas.

Se puede apreciar el desempeño del modelo por medio de una descripción estadística para cada segmento y pronósticos que sus predicciones se acercan bastante a la media y la desviación estándar de los valores originales en ambos segmentos, se observa de igual manera que el modelo pudo replicar los percentiles con cierto margen de error, indicando que este fue capaz de reproducir la distribución original en ambos.

El modelo produjo resultados acertados en la abrumadora mayoría de predicciones ejecutando en promedio una sobreestimación de sus valores producidos, en una aparente efectiva generalización del fenómeno fue capaz de predecir el comportamiento del río con considerable eficacia según las métricas y las gráficas, el modelo replicó a también las distribuciones originales de ambos segmentos. Hubo, sin embargo, cierto desliz en sus predicciones en cuanto a los caudales picos se refiere, quedándose corto en el pronóstico de algunos de estos, especialmente en aquellos que registraban un gran diferencial con respecto a los registros de caudales de los días previos al día en cuestión.

RECOMENDACIONES

- Incluir en los datos de entrenamiento una mayor cantidad de valores de caudales picos.
- Para promover el desarrollo científico-tecnológico la disponibilidad de estas bases de datos a la comunidad académica deberían de ser acceso abierto.

AGRADECIMIENTOS

- Reconocimientos a INETER como institución por proporcionar los datos necesarios para este estudio.
- Se extienden agradecimientos a los colaboradores del Departamento de Recursos Hídricos de INETER por sus valoraciones y críticas retroalimentativas de carácter técnico.
- Con profunda gratitud expreso mis agradecimientos a Simba, Baco y Kyra por ser mi soporte emocional.

NUEVA LEY DE AGUA Y SANEAMIENTO EN EL PERÚ

DR. OSCAR CASTILLO



En las dos primeras décadas del presente siglo, el sector de agua y saneamiento en el país ha experimentado cambios, de distinta magnitud (legales, institucionales, etc.) y algunas reformas, en un intento por mejorar la calidad y la sostenibilidad de los servicios de agua y saneamiento, especialmente en el área rural. Sin embargo, desde que se adopta el actual modelo de gestión de los servicios, esto es con la Ley 26338 del año 1994, se observa una continuidad de casi los mismos problemas que se pretendían resolver, hace más de tres décadas. Los más importantes están relacionados con las coberturas limitadas, la baja calidad del servicio, y la poca sostenibilidad, los limitados resultados en los hábitos de higiene, y su precaria relación con el medio ambiente, ahora dichos problemas se reproducen; agravados en un nuevo contexto, impuesto por el cambio climático y la disminución de las fuentes, en amplias zonas geográficas.

LA GESTIÓN DEL SERVICIO URBANO Y RURAL

El sector del agua y saneamiento en el país ha tenido un desempeño errático, en las últimas décadas, el cual a pesar de las reformas realizadas, ha mantenido los principales

ejes o esquemas de intervención, sin lograr el acceso universal. Principalmente en el área rural, cuando desde 1962 se delega al Ministerio de Salud la construcción de los sistemas rurales y la organización de las JAS para la gestión del servicio.

En 1994 se realiza la reforma sectorial, en momentos en que el país venía de superar una dramática epidemia del colera, donde hubo más de 300 mil afectados, una enfermedad que se transmitía por el agua contaminada; tres décadas después, el país debió enfrentar otra epidemia, la del COVID 19, enfermedad que necesitaba como primera barrera de contención la práctica del lavado de manos con jabón, de manera frecuente, actividad que millones de habitantes de los Asentamientos Humanos, al igual que durante la epidemia del cólera, no podían practicar de manera eficiente, porque no tenían acceso al servicio de las redes públicas.

En la provisión de servicios de calidad a las familias, del área urbana y rural, no existen grandes "misterios", pues, se sabe muy bien que el acceso demanda una gran inversión en infraestructura por parte del Estado, que la sostenibilidad del servicio está ligada con la capacidad y voluntad de pago de los usuarios, y que los operadores, sean públicos, comunitarios, privados o mixtos, deben garantizar la eficiencia en su gestión.

Sin embargo, en estas tres décadas los desafíos han sido los mismos, casi con las mismas preguntas ¿de qué manera se pueden brindar servicios universales, de manera eficiente?, y, ¿cómo garantizar el acceso a dichos servicios a un costo accesible para los más desfavorecidos?

1. VARIAS REFORMAS Y EL MISMO MODELO

En el último medio siglo, el sector de agua y saneamiento ha tenido sucesivas reformas, pasando del centralismo total en la gestión, hacia la descentralización total, y luego en el

último periodo, a una nueva recentralización parcial (mediante la OTASS). Un esquema de ese ciclo es el siguiente (SUNASS, 1996):

A) En los años sesenta existía el Ministerio de Fomento y obras públicas, con una Sub Dirección de Obras Sanitarias.

B) Para el área rural, en las décadas de los años 60-80, había un marco legal e institucional específico, a cargo del Ministerio de Salud. En 1962 se aprueba la Ley 13997, Ley de Saneamiento Básico Rural; la cual establecía que el MINSA era el responsable del saneamiento en las localidades con menos de dos mil habitantes, para lo cual tenía una estructura organizacional con muchas oficinas regionales, implementadas para cumplir tales funciones. El MINSA elaboraba el Plan Nacional de Saneamiento Rural, se hacía cargo de las inversiones en infraestructura y entregaba las obras a las Juntas Administradoras de Servicios (JAS), organizadas con los usuarios en cada localidad, quienes operaban los servicios de manera gratuita. El rol del MINSA fue modificado en 1994, con la Ley 26338, designado solo como supervisor y del control de la calidad del agua. (Leon, 1996).

C) En 1969, la dictadura militar crea el Ministerio de Vivienda, con una Dirección General de Obras Sanitarias.

D) Una década después, y con el retorno a la democracia, en 1981 el gobierno de F. Belaunde crea el Servicio Nacional de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado (SENAPA), integrando a las empresas de agua de Lima, Arequipa, Trujillo y otras doce pequeñas empresas de distintas ciudades; era el modelo de la centralización total en la gestión de los servicios. El Senapa coexistía con el modelo de gestión directa de los servicios, a cargo de los municipios, en ms de 200 pequeñas ciudades.

E) En 1990, durante los últimos meses del primer gobierno de Alan García, emite el DL No 574, y el DL 601, transfiriendo todas las empresas y Unidades Operativas del SENAPA a las municipalidades provinciales y distritales, dejando al SENAPA solo como una unidad de asistencia técnica, con lo cual se iniciaba el modelo descentralista en el sector; en un contexto político y social donde había mucha expectativa por impulsar la descentralización del país.

F) Ese modelo descentralizado en los servicios fue ratificado en la nueva Constitución de 1993, delegando a las municipalidades la responsabilidad en la prestación de los servicios (SUNASS, 1996).

El centralismo en la gestión de los servicios, a cargo del SENAPA, tenía un énfasis en realizar inversiones para mejorar la infraestructura, pero, a pesar de ello se estima que en esa década solo se invirtieron setenta millones de dólares, aprox. (SUNASS, 1996). Luego, desde el año 1994, cuando se promulga la Ley de los servicios de agua y saneamiento No 26338, el sector registra sucesivas reformas, en el marco de una determinada política sectorial, con nuevas inversiones del Estado para mejorar el acceso y la calidad de los servicios.

Sin embargo, las inversiones realizadas en el área urbana y rural no lograron alcanzar las metas propuestas. Bancalari (2023), realizó un estudio sobre el abandono o parálisis de la inversión en infraestructura, en el periodo del 2005-2015. Encontró que en esas zonas se produjo un incremento las tasas de mortalidad de menores de 5 años, así como un aumento de las muertes por enfermedades y accidentes transmitidos por el agua. Según la mencionada autora, el Gobierno del Perú invirtió más de tres mil millones de dólares en infraestructura de alcantarillado, a nivel nacional, entre 2005 a 2015, donde el 80% de los municipios distritales comenzaron los proyectos de alcantarillado, pero solo el 19% completaron todas las obras.

A fines de diciembre del 2023, el gobierno Boluarte- Otarola aprobó el DL 1620, en el marco de las competencias delegadas por el Congreso. Dicho decreto establece una reforma en varios temas de la Ley anterior, el DL 1280, denominado Ley marco de la gestión y prestación de los servicios de saneamiento", del año 2013; se incluyen modificaciones en los títulos preliminares y en los artículos del 1 al 110, de la Ley 1280., tales como:

- Los principios son los mismos, pero incluye alguna redacción adicional que no modifica lo que estaba en el 1280.
- En el Art IV se incluye la idea del acceso universal.

- En cuanto a las EPS, se dice que para garantizar la universalidad, deberán mantener el equilibrio económico-financiero, con ingresos que les permitan:
 - 1) Cubrir costos de AOM,
 - 2) Las amortizaciones de las inversiones de ampliación y reposición;
 - 3) Remuneración del capital.
- Se incluye el concepto de economía circular: valorizar los subproductos, con reuso y reciclaje, reducción del ANF, y conservación de fuentes.
- El principio 13, sobre la territorialidad, propone: optimizar fuentes, la gestión integral (planificación, formulación, y ejecución), promueve el enfoque de cuenca.
- En el Art 6, sobre las funciones del Ente Rector, se indica que: Punto 12: Aprobar la normativa que promueva la ASOCIATIVIDAD de las organizaciones comunales, a través de incentivos a favor de los gobiernos locales, que cumplan las metas que establezca el Ente Rector. (pag 23)
- El punto 14, indica que el MVCS formula el tope de ingresos máximo anual e las EPS públicas de accionariado municipal.
- El MVCS elabora y aprueba la política remunerativa de las EPS. Lidera y participa en la planificación multianual de las inversiones en los servicios de agua y saneamiento

De manera específica para el área rural, esta nueva reforma ofrece algunas oportunidades para mejorar el acceso a los servicios, u cambiar algunos "mitos tradicionales" que se repiten de manera constante, por ejemplo, es un desafío atender a más de 27 mil JAS que existen a nivel nacional, encargadas de operar los servicios de manera gratuita...como hace medio siglo. La nueva Ley se propone:

- Adoptar mecanismos de sostenibilidad: se reconoce las diferencias entre lo rural y las pequeñas ciudades, y se dice que el Ente Rector les brindará asistencia técnica.
- El punto 3, propone el fortalecimiento de capacidades para la ASOCIATIVIDAD de las organizaciones comunales. Aunque esta propuesta ya estaba en la Ley anterior, de hace una década, pero la inercia burocrática del MVCS, nunca la puso en vigencia.
- El Art 66, indica que los gobiernos locales promueven la asociatividad de las organizaciones comunales, lo cual se podrá hacer efectivo si en el Reglamento de la Ley se especifican los incentivos para su implementación.

Finalmente, esta última reforma sectorial contiene un especial énfasis en lograr el acceso universal a los servicios de agua y saneamiento, urbano y rural. Pero, propone una definición sobre la universalización, que no se observa en ningún otro documento de políticas sectoriales: "Acceso universal temporal".

En efecto, el Art IV, indica que se propone lograr: "Acceso universal, que garantiza que toda persona acceda al agua potable y al saneamiento. El acceso universal (temporal), es una condición temporal hasta que se presten los servicios de agua y saneamiento. Excepcionalmente esta condición puede ser permanente en aquellos casos donde técnicamente no puedan prestarse los servicios de A y S. Como se sabe, el acceso universal requiere cuatro condiciones mínimas:

- A) Exista una política pública, con un horizonte de mediano plazo, para cumplir las metas de los ODS 2030. , objetivo 6.
- B) Un Plan e inversiones, sostenido para el cierre de brechas en el acceso a los servicios básicos, con calidad, usando los distintos modelos que se adapten a la realidad local: publico, alianza Publico-comunitaria, Publico-privada, entre otros.
- C) Modelos de gestión sostenibles, eco eficientes y con capacidad de gestionar el riesgo.
- D) Una gobernanza intersectorial apropiada, para lograr las metas del acceso universal sostenible.

Sin embargo, cabe considerar que, en el acceso universal, también se contabiliza el acceso a fuentes que no están conectadas con las redes regulares. (grifos o fuentes públicas, pozos entubados, pozos excavados o cubiertos, y recolección de agua de lluvia) (Rozas, 2011); pero contabilizar todos los accesos, no es lo mismo que establecer una diferencia en la política publica entre acceso universal y acceso universal temporal.

Bancalari, A. (2022). "The Unintended Consequences of Infrastructure Development". Londres: Institute For Fiscal Studies, Ms, 82 pages.

Leon, R. (1996). "Diagnostico del sector saneamiento basico rural". Lima: Cooperacion Suiza, Manuscrito, 40 paginas.

MVCS. (2021). "Plan Nacional de Saneamiento 2022-2026". Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 359 paginas.

Rozas, P. (2011). "Universalización del acceso a los servicios de agua y saneamiento: problemas de un desafío pendiente". Santiago de Chile: CEPAL, 16 paginas.

SUNASS. (1996). "Legislación en materia e prestación de los servicios de saneamiento". Lima: Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, 148 paginas.



INYSSA

Ingeniería y Suministros, S.A.

Agua y Saneamiento

PARA TODOS, DE FORMA SOSTENIBLE



Nuestras soluciones integrales combinan gestión, innovación y sostenibilidad para garantizar el acceso al agua y al saneamiento para todos, sin comprometer el medio ambiente.



INYSSA

Ingeniería y Suministros, S.A.



inyssa.com



info@inyssa.com



(505) 5701-7640



facebook

Linked



Texas Water Mission (TWM), una organización sin fines de lucro que ayuda a las comunidades de Honduras y a la Nación Navajo a acceder a agua potable segura y soluciones de higiene, tuvo su tercer evento anual celebrando el Día Mundial del Agua el sábado, 23 marzo, 2024. TWM colaboró con Celebration Circle, San Antonio River Foundation, y la Ciudad de San Antonio en el bello Parque de Confluencia para presentar un festival nocturno al lado del Rio San Antonio y del Arroyo San Pedro.

La idea fue crear un festival de arte y naturaleza gratis para familias. Intentamos entretener y educar a los miembros comunitarios de San Antonio sobre la importancia de cuidar los recursos naturales que nos mantienen a todos. El tema del Día Mundial del Agua 2024 fue "Agua para la Paz" y el tema del evento fue "La bioluminiscencia".

Antes del evento, TWM publicó en las redes sociales sobre formas en que se necesita agua para la paz, incluido el hecho de que en zonas de conflicto mueren más niños por falta de agua que por violencia. Los participantes conocieron la crisis mundial del agua, el saneamiento y la higiene a través de una búsqueda de tesoros en la que tuvieron que responder a preguntas tras visitar todos los stands del festival. Cada stand tenía un dato sobre el agua incluido como parte de su señalización. Las personas que llenaron correctamente su prueba de agua recibieron un premio. ¡Fue muy popular!

Los stands tenían una variedad de actividades mostrando y explorando la bioluminiscencia y criaturas nocturnas incluyendo pintar piedras, escribir poesía, crear arte de tiza en la acera, ver polillas y murciélagos y otros animales de la noche. Había comida en venta y música en vivo durante el evento, terminando en un espectáculo de baile por el grupo Urban 15.



Voluntarias en el stand de Texas Water Mission mostrando café hondureño.



Estudiante de estudio/ trabajo de TWM sirviendo aguas frescas de tuna.



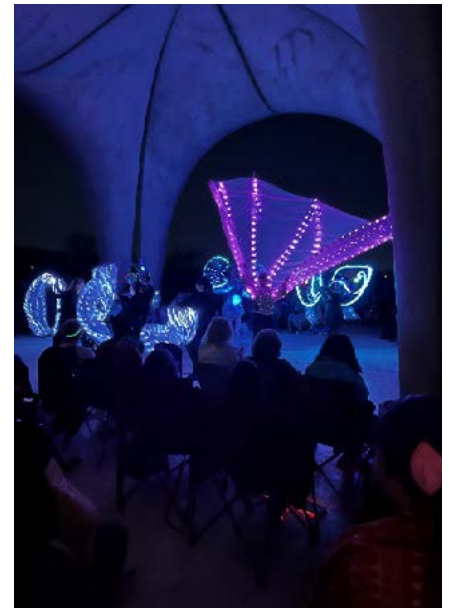
Representante del zoológico de San Antonio con un gran búho cornado



La mascota de la universidad de Texas A&M con la directora de TWM



"Hoja de polilla" donde la gente vio una variedad de insectos voladores de la noche



Urban 15 haciendo su rendimiento de la bioluminiscencia

EN CONMEMORACIÓN DE LOS 500 AÑOS DE
FUNDACIÓN DE LA CIUDAD DE LEÓN

COMPAÑÍA AGUADORA DE LEÓN

TOKEN 1 1/2 CENTAVOS - 1885



La calle Real de León

En imagen, se observa un ejemplar Certificado por NGC, catalogada como MS 64 RB (Red Brown)

A finales del siglo XIX, el agua para el consumo humano en Nicaragua se obtenía de pozos, ríos o lagunas. Los pueblos asentados a la orilla de las fuentes de agua, bajaban a tomar lo que necesitaban. El control sanitario en ese tiempo era deficiente y las enfermedades que se transmitían por el agua más numerosas.

La iniciativa de potabilizar el servicio de agua potable para el consumo humano no nace en Managua, que en 1852 ya era capital de la Nación. La primera ciudad en contar con servicio de Agua Potable fue la ciudad de Masaya a partir del año 1871.

La segunda ciudad de Nicaragua que tuvo agua potable fue León, debido al esfuerzo del señor Pedro Ruiz, de origen colombiano, quien gestionó ante la Municipalidad, en julio de 1875, hacer el estudio para instalar el servicio de agua potable por cañería.

Para el proyecto fue creada una compañía integrada por Pedro Ruiz, Dr. Tomás Ayón, Rafael Salinas, Dr. Modesto Barrios y Alberto Herdocia. Por medio del Alcalde de León, Dr. Tomás Ayón y su secretario Narciso Sotomayor, consiguieron que en los terrenos del viejo convento de La Merced se construyera la pila central. El agua sería extraída de El Pochote y llevada por cañería a la ciudad. El líquido fue extraído de El Pochote y llevado por cañería a la ciudad.

El 9 de septiembre de 1878, a las siete de la mañana, el Presidente de la República, Pedro Joaquín Chamorro, acompañado del Alcalde, el directorio de la Compañía de agua y un gran número de la población leonesa observaron el primer chorro de agua de la tubería recién instalada.

Catorce años después en 1892 surgió una empresa a la que, la Municipalidad de León le otorgó el derecho de llevar por cañería el agua del Río Chiquito hasta la ciudad, un total de 21 kilómetros de tubería.

En este contexto, 10 años después de creada la primer Compañía Aguadora, se tiene registros que, en el año 1885, se ordenó la emisión de una Moneda Privada (Token), para que los usuarios del Servicio de Agua Potable de la Ciudad de León pudieran realizar el pago de la tarifa mensual.

Para la acuñación de esta moneda, se firmó un contrato con la empresa Scovill Manufacturing Company ubicada en Waterbury, Connecticut, Estados Unidos.

En el diseño de su anverso, se puede apreciar el escudo de armas de la Republica de Nicaragua con un cañón en la parte inferior, en su reverso, al centro de la moneda sobresale el valor facial designado de "1 1/2 CENTAVOS" rodeado de la leyenda "COMPAÑÍA AGUADORA DE LEÓN NICA". Esta moneda fue acuñada en Cobre, con un diametro de 19 mm, canto liso, no se tienen registros de la cantidad de piezas acuñadas por la Compañía Aguadora.

Actualmente, esta pieza es algo difícil de conseguir por los coleccionistas, sobre todo en excelente condición, a pesar de ser catalogada como R3 (Común) en la escala de identificación asignada por el Ing. Luis H Flores en su libro Nicaragua It Coins, Paper Money, Medals, Tokens.

Fuentes:

- Extracto del Artículo escrito por Bosco León Báez – Semanario La Calle 30/01/2018
- Nicaragua It Coins, Paper Money, Medals, Tokens, Luis H Flores, 2002
- Imagenes: Worth Point