

# AGUA

EDICIÓN # 4

8 DE MARZO  
DÍA INTERNACIONAL  
DE LA MUJER

LA FUENTE DE LA  
ETERNA JUVENTUD

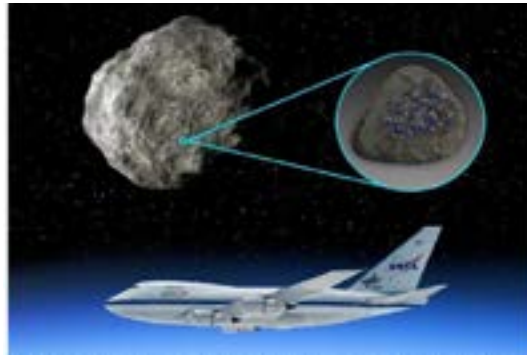
CIENTIFICOS DETECTAN  
AGUA EN ASTEROIDE

MARZO  
2024



REVISTA DIGITAL

# INDICE



05

CIENTÍFICOS DETECTAN AGUA EN ASTEROIDES POR PRIMERA VEZ EN LA HISTORIA



08

LAS MUJERES Y LAS NIÑAS CARGAN CON LA PEOR PARTE DE LA CRISIS DEL AGUA Y EL SANEAMIENTO – NUEVO INFORME DEL UNICEF Y LA OMS



11

LA FUENTE DE LA ETERNA JUVENTUD

13

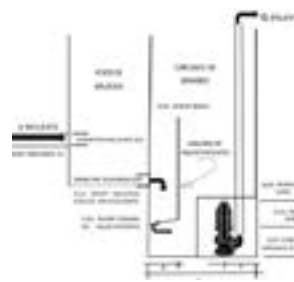
AGUA Y COVID-19 EN CHILE



DESEMPEÑO DE LOS HIETOGRAMAS DE DISEÑO EN LA ESTIMACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS EN LA SUBCUENCA DEL RÍO WIWILÍ, NICARAGUA

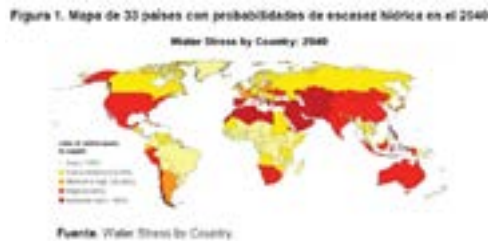
19

REGULACIÓN DE LA VELOCIDAD DEL INFLUENTE DE ESTACIONES DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES



15

ESCASEZ HÍDRICA Y/O SEQUÍA



33

ASOCIATIVIDAD EN EL SECTOR (WASH) EN HONDURAS



17

LOS ACUEDUCTOS EN LA HISTORIA



40

30 AÑOS EN LA BÚSQUEDA DE AGUA POTABLE EN NICARAGUA





## Nota del editor

**M**ientras editamos el cuarto número de la revista digital Agua, se está llevando a cabo en la ciudad de San Salvador, El Salvador, Centroamérica, el XXXIII Congreso Centroamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Región II de AIDIS, a la que pertenecen los países de Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Panamá. Deseamos a los colegas de El Salvador el mayor de los éxitos y estaremos al tanto de los resultados del Congreso para divulgarlo en la siguiente edición de la revista.

Arrancamos el 2024 con noticias de carácter internacional, como la divulgada por la Smithsonian Magazine en la que da a conocer una publicación de febrero de 2024 del Southwest Research Institute (SRI) en la que se procura explicar cómo vino el agua a la Tierra. Entrar superficialmente en este tema planetario, permite imaginar la respuesta a una pregunta fundamental de la humanidad y es la de porqué en este planeta abunda el Agua mientras que no sucede lo mismo en los planetas de nuestro sistema solar ni en sus satélites. Visto desde afuera, en este planeta el líquido vital abunda, aunque la realidad nos choca cuando sabemos de zonas en las que la sequía hace imposible la vida humana.

En ocasión del día 8 de marzo, en que se conmemora el Día Internacional de la Mujer por Naciones Unidas, reproducimos un artículo de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el que relacionan temas de la falta de abastecimiento de agua potable y su efecto en niñas y mujeres en general.

Recibimos con buena frecuencia artículos cortos sobre Agua y Saneamiento de nuestro buen amigo el Dr. Darner Mora, Salubrista Público y miembro honorario de ACREH (AIDIS Costa Rica), en los que mezcla cultura, salud y agua y que compartimos en esta ocasión solo cuatro de ellos, esperando seguir contando con su colaboración. Nuestra amiga, Ing. Yesenia Calderón, Presidenta de ACREH nos dijo que Darner es una máquina de escribir artículos, lo que hemos constatado y disfrutado.

Nos place incluir en esta edición número 4 de la revista un artículo muy importante sobre Ingeniería Sanitaria del buen amigo y maestro, Sergio Tercero Talavera, un profesional de alta valía en Nicaragua que conserva, gracias a Dios, el espíritu de la curiosidad y la investigación, como los ha tenido desde que era más joven.



Creditos Fotografia Portada  
<https://twitter.com/charitywater>

También contamos con la colaboración del MSc Miguel Blanco Chávez, gran investigador y docente de la Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua (UNI). Esperamos que su trabajo sea de utilidad para quienes aplican estos estudios en proyectos de ingeniería sanitaria o hidráulica en general.

Con mucho orgullo y agradecimiento, esta edición cuenta con un trabajo del amigo PhD Martín Rivera Valenzuela, de nuestra hermana República de Honduras, que es un extracto del tema que presentó para obtener su doctorado. En este artículo expone lo que han significado las redes de usuarios de agua y saneamiento rural en Honduras, que va a interesar mucho a quienes trabajan en este sector.

Incluimos un artículo publicado en la Rural Water and Sanitation Network (RWSN), sobre un breve repaso de 30 años en el sector de agua y saneamiento rural de Nicaragua por parte de otro gran amigo, el Ing. Joshua Briemberg, que les invitamos a leer.

## CREDITOS

**Director y Editor** [medinanelson2022@outlook.com](mailto:medinanelson2022@outlook.com)  
MSc. en Ingeniería Ambiental, Nelson Medina Rocha Cel. (505) 885 50144

**Diagramación** [highquality.dc@gmail.com](mailto:highquality.dc@gmail.com)  
Lic. Oscar Céspedes, Director High Quality. Cel. (505) 7721 5453

**Editor sitio web** [vicvalles@hotmail.com](mailto:vicvalles@hotmail.com)  
Ingeniero Electrónico Víctor Valle Solórzano Cel. (505) 8455 6963

## COLABORADORES

**Catherine Duncan**  
Colaboradora Smithsonian Magazine.

**Dr. Darner Mora**, Salubrista Público y miembro honorario de ACREH (AIDIS Costa Rica). 4 Artículos.

**MSc. Sergio Tercero Talavera**, Consultor en Agua y Saneamiento y Vicepresidente de ANISA, AIDIS Nicaragua

**MSc. Miguel Enrique Blanco Chávez**,  
Universidad Nacional de Ingeniería (UNI)

**PhD Martin Rivera Valenzuela**,  
Consultor en Agua y Saneamiento.

**Ing. Joshua Briemberg**,  
Gerente de SMART Nicaragua

## DISTRIBUCIÓN

Con el agradecimiento a:  
**Rural Water and Sanitation Network (RWSN)**

### AIDIS Internacional

**México:** AMICA y FCEA A.C.

**Guatemala:** AGISA y RASGUA

**Honduras:** AIDIS capítulo Honduras, PTPS

**El Salvador:** AISA

**Nicaragua:** ANISA, Instituciones, Sector Privado, PIENSA/UNI y RASNIC de Nicaragua

**Costa Rica:** ACREH

**Panamá:** PAN AidIS

República Dominicana: ADIS

**Portugal:** APEMETA

### Fotografía de Portada:

<https://twitter.com/charitywater>

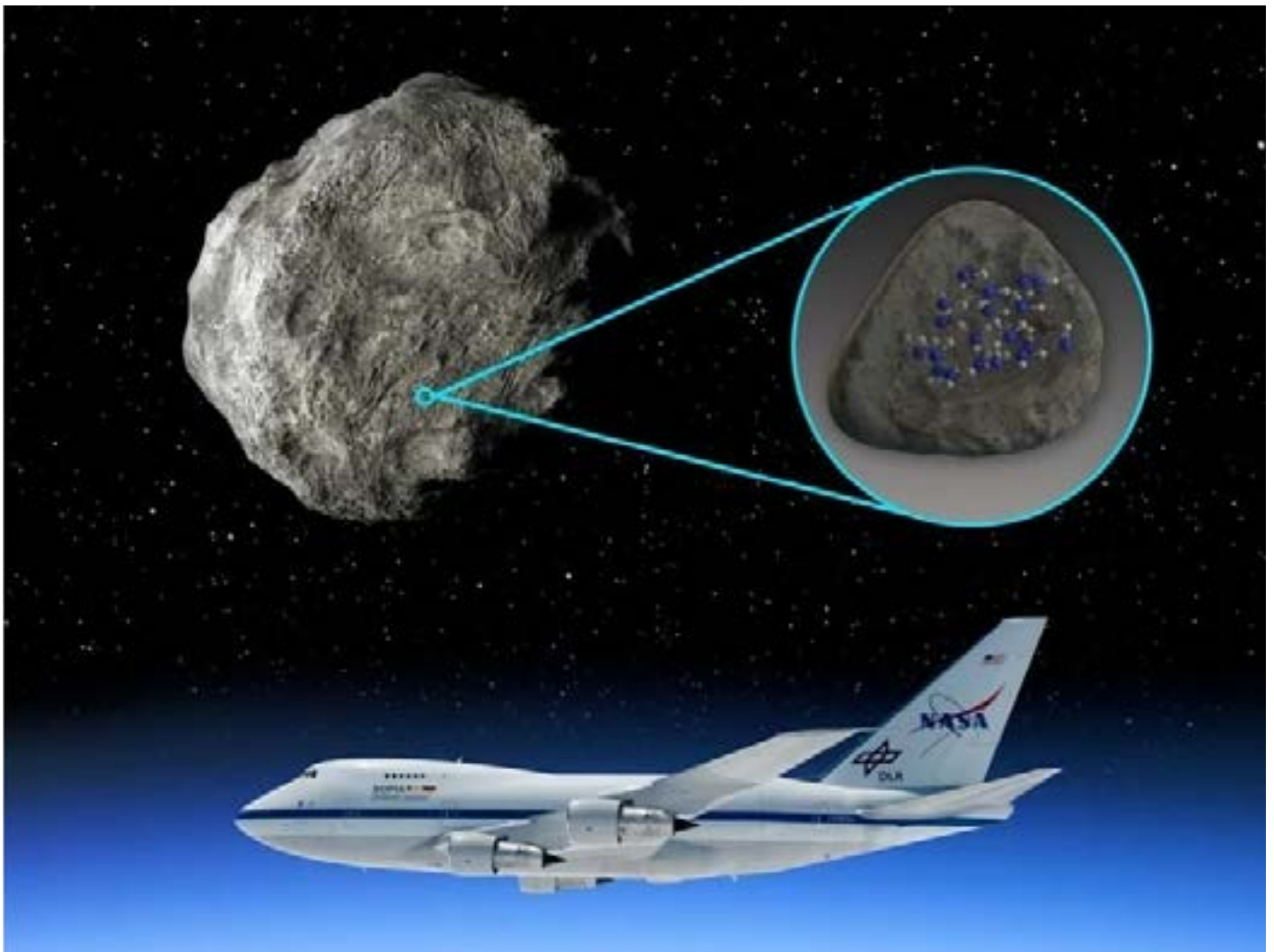
A todos, muchas gracias por su esfuerzo y apoyo.

# CIENTÍFICOS DETECTAN AGUA EN LA SUPERFICIE DE ASTEROIDES POR PRIMERA VEZ EN LA HISTORIA

**Catherine Duncan**

Colaboradora Smithsonian Magazine.

16 de Febrero de 2024



*Los datos del retirado Observatorio Estratosférico de Astronomía Infrarroja (SOFIA), una empresa conjunta entre la NASA y la Agencia Espacial Alemana, llevaron a los científicos a su descubrimiento. NASA/ Carla Thomas /SWRI*

Utilizando datos de una misión retirada de la NASA, los investigadores identificaron signos únicos de moléculas de agua en dos rocas espaciales, lo que desbloqueó nuevos conocimientos sobre cómo el agua pudo haber llegado a la Tierra.

Por primera vez en cósmica, los científicos han descubierto agua en la superficie de dos asteroides. Los hallazgos, publicados el lunes en *The Planetary Science Journal*, trazan un nuevo territorio para comprender cómo se distribuye la molécula que sustenta la vida en todo el sistema solar, e insinúan cómo terminó en la Tierra.

<https://www.smithsonian-mag.com/smart-news/scientists-detect-water-on-the-surface-of-asteroids-for-the-first-time-ever-180983801/>

Los científicos del Instituto de Investigación del Suroeste detectaron las moléculas de agua utilizando datos recopilados por el ahora desaparecido Observatorio Estratosférico de Astronomía Infrarroja (SOFIA), un avión Boeing modificado para llevar un telescopio que realizó su último vuelo en 2022.


Anteriormente, otros investigadores utilizaron un instrumento en SOFIA para examinar longitudes de onda particulares de la luz, llamadas firmas espectrales, emitidas por moléculas en la luna. En 2020, detectaron una longitud de onda específica única para las moléculas de agua, revelando suficiente agua en la superficie iluminada por el sol de la luna para llenar una botella de 12 onzas.

Inspirados por esta investigación, "pensamos que podríamos usar SOFIA para encontrar esta firma espectral en otros cuerpos", dice Anicia Arredondo, autora principal del nuevo estudio e investigadora de asteroides en el Southwest Research Institute, en un comunicado.

Los científicos estudiaron las observaciones de SOFIA de cuatro asteroides ricos en silicato, o minerales que contienen silicio y oxígeno. Se descubrió que dos de los asteroides, llamados Iris y Massalia, emitían la longitud de onda única que indicaba "inequívocamente" la presencia de moléculas de agua dice Arredondo en el comunicado.

Iris y Massalia, que miden 124 millas y 84 millas de diámetro, respectivamente, se formaron relativamente cerca del Sol. Según el estudio, su agua podría almacenarse de múltiples maneras: las moléculas podrían quedar atrapadas en perlas de vidrio de silicato o pegadas a la superficie de los silicatos. O, de manera similar a la superficie iluminada por el sol de la luna,

### ASTEROIDE MASSALIA



**Características orbitales**

Massalia orbita a una distancia media del Sol de 2,409 ua, pudiendo acercarse hasta 2,065 ua y alejarse hasta 2,753 ua. Su excentricidad es 0,1429 y la inclinación orbital 0,7083°. Emplea en completar una órbita alrededor del Sol 1366 días.

**Características físicas**

Massalia tiene un diámetro de 145,5 km y un periodo de rotación de 8,098 horas. Su magnitud absoluta es de 6,5 y el albedo de 0,2096.

### ASTEROIDE MASSALIA



**Características orbitales**

Iris orbita a una distancia media de 2,387 ua del Sol, pudiendo acercarse hasta 1,836 ua y alejarse hasta 2,937 ua. Tiene una excentricidad de 0,2308 y una inclinación orbital de 5,523°. Emplea 1347 días en completar una órbita alrededor del Sol.

**Características físicas**  
**Órbitas de la Tierra, Marte, Iris y Júpiter.**

Iris es uno de los mayores asteroides del cinturón de asteroides. Tiene una superficie de color muy brillante y está compuesto probablemente por una mezcla de metales de níquel-hierro y silicatos de hierro y magnesio. Se observó a Iris ocultando una estrella el 26 de mayo de 1995 y posteriormente el 25 de julio de 1997. De ambas observaciones se calculó un diámetro de unos 200 km. Observaciones de su espectro visual sugieren que, por sus propiedades minerales, Iris puede ser una fuente de meteoritos del tipo de los condritos.

donde el agua molecular se encontró dentro del suelo lunar, el agua de los asteroides puede estar unida a minerales.

Aunque los científicos han descubierto agua en muestras de asteroides traídas a la Tierra a través de misiones de retorno, nunca antes se habían identificado molé-

culas de agua en asteroides que aún flotan en el espacio, escribe Samantha Mathewson de Space.com. El hallazgo de agua molecular en Iris y Massalia, en particular, sugiere que el agua líquida puede existir durante eones en las rocas espaciales del sistema solar interior, contrariamente a las suposiciones anteriores de que el agua se habría evaporado de estos asteroides bajo el calor del sol.

“Los asteroides son restos del proceso de formación planetaria, por lo que sus composiciones varían dependiendo de dónde se formaron en la nebulosa solar”, dice Arredondo en el comunicado. “De particular interés es la distribución del agua en los asteroides, porque eso puede arrojar luz sobre cómo se entregó el agua a la Tierra”.

El hallazgo refuerza el apoyo a la teoría popular de que el agua no se originó en la Tierra, sino que se estrelló contra el planeta a través del impacto de un asteroide.

“Los asteroides, los cometas y su polvo y escombros asociados están siendo empujados continuamente por la gravedad de los planetas, cambiando los caminos que siguen a través del espacio”, dice Jonti Horner, astrofísico de la Universidad del Sur de Queensland en Australia, a Jess Thomson de Newsweek.

El conocimiento de la composición de los asteroides ayuda a explicar cómo se distribuyen los materiales dentro del sistema solar interior, según el estudio. Comprender dónde se encuentra el agua dentro de nuestro sistema solar podría proporcionar información sobre cómo se distribuye la sustancia en otros.

“Debido a que el agua es necesaria para toda la vida en la Tierra, [ella] indicará dónde buscar vida potencial, tanto en nuestro sistema solar como más allá”, según el comunicado.

Si bien los investigadores encontraron signos de agua en Iris y Massalia, los otros dos asteroides que examinaron no dieron resultados concluyentes. A continuación, el equipo planea utilizar el telescopio espacial James Webb para observar estos cuerpos con mayor resolución, y luego ampliar su búsqueda a más asteroides.

“Tenemos otra propuesta para el próximo ciclo para ver otros 30 objetivos [con Webb]”, agrega Arredondo en el comunicado. “Estos estudios aumentarán nuestra comprensión de la distribución del agua en el sistema solar”.

# AGUA

MAYO  
2024

NO TE PIERDAS NUESTRA  
SIGUIENTE EDICIÓN

COMO MEDIR LA HUELLA HIDRICA

LA NIÑA VIENE EN CAMINO





# LAS MUJERES Y LAS NIÑAS CARGAN CON LA PEOR PARTE DE LA CRISIS DEL AGUA Y EL SANEAMIENTO - NUEVO INFORME DEL UNICEF Y LA OMS

Comunicado de prensa conjunto NUEVA YORK/GINEBRA  
6 de Julio de 2023.



*Las mujeres y las niñas se encargan de ir a recoger agua en 7 de cada 10 hogares sin agua corriente, según el primer análisis en profundidad de las desigualdades de género en relación con el acceso a agua potable, saneamiento e higiene (ASH) en los hogares.*

**A** escala mundial, es más probable que sean las mujeres las que se encarguen de ir a recoger agua para los hogares, probabilidad que se dobla en el caso de las niñas, que pasan más tiempo que los niños dedicadas a esa tarea cada día, según un nuevo informe publicado hoy por el UNICEF y la OMS.

En la publicación titulada *Progress on household drinking water, sanitation and hygiene (WASH) 2000-2022: Special focus on gender* (Progresos en relación con el agua potable, el saneamiento y la higiene

[ASH] 2000-2022: con referencia especial a las cuestiones de género), que recoge el primer análisis en profundidad de las desigualdades de género en relación con el ASH, se señala también que las mujeres y las niñas tienen más probabilidades de sentirse inseguras al usar un inodoro fuera del hogar y que acusan de forma más intensa los efectos de la falta de higiene.

«Cada paso que dan las niñas para recoger agua es un paso que las aleja de la educación, el juego y la seguridad», señaló Cecilia Sharp, Directora de los Departamentos de Agua, Saneamiento e Higiene (WASH),





y **Clima, Medio Ambiente, Energía y Reducción del Riesgo de Desastres (CEED) en el UNICEF.** «El problema de la insalubridad del agua, los inodoros y el lavado de manos en el hogar impiden a las niñas alcanzar su potencial, comprometen su bienestar y perpetúan los ciclos de pobreza. Responder a las necesidades de las niñas en el establecimiento y aplicación de los programas de agua, saneamiento e higiene es fundamental para el acceso universal al agua y el saneamiento y lograr la igualdad y el empoderamiento de género».

Según el informe, a escala mundial 1800 millones de personas viven en hogares sin instalación de agua corriente. Las mujeres y las niñas mayores de 15 años son mayoritariamente las encargadas de recoger agua en 7 de cada 10 hogares, frente a 3 de cada 10 hogares en el caso de los varones. Las niñas menores de 15 años (7%) también tienen más probabilidades que los niños menores de 15 años (4%) de tener que ir a recoger agua. En la mayoría de los casos, las mujeres y las niñas recorren trayectos largos en busca del agua, lo que les impide dedicar ese tiempo a la educación, el trabajo o el ocio, además del riesgo que corren de sufrir daños corporales y enfrentarse a otros peligros en el camino.

El informe revela también que más de 500 millones de personas aún comparten instalaciones de saneamiento con otros hogares, lo que compromete la intimidad, dignidad y seguridad de las mujeres y las niñas. Por ejemplo, varias encuestas recientes realizadas en 22 países muestran que en los hogares con inodoros compartidos, las mujeres y las niñas tienen más probabilidades que los hombres y los niños de sentirse inseguras al caminar solas por la noche y de sufrir acoso sexual y otros riesgos para su seguridad.

Es más, cuando los servicios de ASH son inadecuados se incrementan los riesgos para la salud de las mujeres y las niñas, lo que limita su capacidad para gestionar de manera segura y privada sus periodos menstruales. En los 51 países de los que se dispone de datos, las mujeres y las adolescentes de los hogares más pobres y las que tienen alguna discapacidad tienen más probabilidades de carecer de un lugar privado para lavarse y cambiarse.

«Los datos más recientes de la OMS muestran la cruda realidad: cada año 1,4 millones

de personas mueren por falta de agua, saneamiento e higiene adecuados», declaró la Dra. María Neira, Directora del Departamento de Medio Ambiente, Cambio Climático y Salud de la OMS. «Las mujeres y las niñas no solo se enfrentan a enfermedades infecciosas por falta de agua, saneamiento e higiene, como diarrea o infecciones respiratorias agudas; también corren riesgos adicionales para su salud porque son vulnerables al acoso, la violencia y las lesiones cuando tienen que salir del hogar para transportar agua o simplemente para usar el inodoro».

Las conclusiones revelan asimismo que la falta de acceso a la higiene afecta también de forma más acusada a las mujeres y las niñas. En muchos países, las mujeres y las niñas son mayoritariamente las que se encargan de las tareas domésticas y de cuidar a otras personas –son, por ejemplo, las que limpian, preparan alimentos y atienden a los enfermos– lo que probablemente las expone a enfermedades y otros riesgos para su salud si no se protegen lavándose las manos. El tiempo adicional que dedican a las tareas domésticas también puede limitar sus posibilidades de finalizar la enseñanza secundaria y encontrar empleo.

En la actualidad, en torno a 2200 millones de personas –una de cada cuatro– todavía carecen de servicios de agua potable gestionados sin riesgos en el hogar y 3400 millones de personas –dos de cada cinco– no tienen acceso a servicios de saneamiento gestionados sin riesgos. En torno a 2000 millones de personas –una de cada cuatro– no pueden lavarse las manos con agua y jabón en el hogar.

En el informe se indican algunos progresos hacia el logro del acceso universal a servicios de ASH. Entre 2015 y 2022, el acceso de los hogares a servicios de agua potable gestionados sin riesgos se incrementó del 69% al 73%; el acceso a servicios de saneamiento gestionados sin riesgos se incrementó del 49% al 57%; y los servicios básicos de higiene se incrementaron del 67% al 75%.

Ahora bien, alcanzar la meta de los Objetivos de Desarrollo Sostenible del acceso universal a servicios de agua potable, saneamiento e higiene básica gestionados sin riesgos para 2030 requerirá multiplicar por seis las tasas actuales de progreso en los servicios de acceso al agua potable gestionados sin riesgos, multiplicar por cinco el acceso a servicios de saneamiento gestionados sin riesgos y multiplicar por tres el acceso a servicios básicos de higiene.

Es necesario redoblar los esfuerzos para que los progresos en materia de ASH contribuyan a la igualdad de género, así como la integración de las consideraciones de género en los programas y políticas de ASH y la recopilación y análisis de datos desglosados, con el fin de orientar intervenciones selectivas que aborden las necesidades específicas de las mujeres y las niñas y de otros grupos vulnerables.

<https://www.who.int/es/news/item/06-07-2023-women-and-girls-bear-brunt-of-water-and-sanitation-crisis---new-unicef-who-report>



# LA FUENTE DE LA ETERNA JUVENTUD



La fuente de la juventud-símbolo de la inmortalidad- es un legendario manantial que supuestamente cura y devuelve la juventud a quien beba de sus aguas o se bañe en ellas. Versiones escritas aparecen en la mitología clásica y medieval de muchas culturas. Una primera leyenda narrada por Heródoto habla de una fuente subterránea en algún lugar de Etiopía. Los antiguos griegos creían que los etíopes y, en general los habitantes de África Central eran muy longevos, gracias a las bondades del agua de esta fuente.

Otras narraciones que incrementaron la leyenda son las novelas de Alejandro Magno en donde se hablaba de una fuente de agua que prolongaba la vida y, en las otras interpretaciones orientales de estos textos en algunas regiones del Cáucaso, se denominaba "agua de vida".

Otra versión árabe de estos escritos de Alejandro fue muy popular en España y

amplificada por los conquistadores que viajaron a América, en donde historias similares de aguas milagrosas fueron extendidas por los indígenas del Caribe, alimentando el mito durante la colonización. En este contexto, las tribus nativas hablaban de los poderes curativos de las aguas de la mística **Isla de Bimini**, un lugar de riqueza y prosperidad situado en lo que hoy es Las Bahamas. Por otro lado, el explorador **Juan Ponce de León**, escuchó la historia entre los nativos de Puerto Rico y en 1513 emprendió una expedición sin éxito, para buscar la fuente de la juventud, en lo que ahora se conoce como el estado de Florida.

Actualmente la fuente milagrosa perdura como una metáfora de cualquier cosa que potencialmente incremente la longevidad. No obstante, la realidad es que desde tiempos de Hipócrates (450a.C), se conocía que, dependiendo de las características físicoquímicas de las aguas de consumo, así

Dr. Darner Mora, Salubrista público, Costa Rica



era la salud de los “pobladores” y se especificaba directamente a los contenidos de dureza, es decir a la presencia de sales de Carbonato de Calcio ( $\text{CaCo}_3$ ) y Carbonato de Magnesio ( $\text{MgCo}_3$ ) en el agua.

En el contexto mundial en los últimos años, el investigador Dan Buettner de la National Geographic, ha identificado 5 lugares del planeta, denominados “Zonas Azules”, en donde sus habitantes se caracterizan por ser muy longevos (más de 100 años), pero con alta vitalidad y felicidad. Dichas zonas son: Cerdeña (Italia), la Isla de Okinawa (Japón), Loma Linda (California), Icaria en la Isla de Grecia y la península de Nicoya (Costa Rica).



De acuerdo con estos estudios, los principales factores que favorecen la longevidad en estos 5 lugares son: la filosofía de vida de los ciudadanos con poco “stress”, ejercicio natural en sus labores, aspectos genéticos y el consumo de minerales en la dieta, mediante la ingesta de vegetales y aguas con mediano o alto contenido de dureza ( $\text{CaCo}_3$  y  $\text{MgCo}_3$ ) e incluso el consumo de tortillas, sobre todo en el caso de nuestra península de Nicoya. Fundamentado, en esto, en el Laboratorio Nacional de Aguas, realizamos el estudio titulado “Diferencias de dureza del agua y las tasas de longevidad en la península de Nicoya y otros distritos de Guanacaste”, con al menos 3000 análisis de 425 acueductos ubicados en los 59 distritos de la provincia, lo cual demostró una fuerte asociación estadística, entre el consumo de aguas duras y la Zona Azul (29 distritos) y la longevidad de los pobladores, con respecto a los treinta distritos control, del resto de Guanacaste. Esto aunado a que las cinco Zonas Azules del mundo consumen aguas entre moderadamente duras y duras, lo que comprueba el vínculo estrecho entre el agua y la calidad de vida en nuestro planeta.

*¡Quizás con este relato entendamos que lo importante es caracterizar y proteger nuestras fuentes de agua, en lugar de buscar en otros lugares la fuente de la Juventud!*



# AGUA Y COVID-19 EN CHILE

Dr. Darner Mora, Salubrista  
público, Costa Rica



**S**i bien es cierto, la República de Chile, se ubica junto con Costa Rica a la vanguardia en la cobertura de agua de calidad potable, la realidad es que el suministro del preciado líquido en las áreas urbanas en Chile, está en manos de empresas privadas extranjeras en la mayoría de las provincias, en donde a nivel nacional la cobertura de los servicios sanitarios en las ciudades han alcanzado niveles comparables con los países QECD con 99,93% en agua potable y 97,17% en recolección de aguas servidas y 99,98% en tratamiento de las aguas residuales con cobertura de alcantarillado. No obstante, en las zonas rurales la realidad es muy distinta, ya que la forma principal de abastecimiento es mediante sistemas de Agua Potable Rural (APR) que están a cargo del estado. En este caso, la cobertura no supera el 78% y en temas de saneamiento en este sector no alcanza el 45% de cobertura.

Aunado a esto, el número total de municipios afectados por escasez hídrica en Chile, decretados por el Ministerio de Obras Públicas, mediante la Dirección General de Aguas (2022), en el periodo analizado de pandemia es de 167, de los cuales los municipios de categoría rurales y mixtos con escasez hídrica ascienden a 132 y el resto comprende municipios urbanos. Las tres regiones con escasez hídrica en zonas rurales y mixtas fueron las regiones del Libertador General Bernardo O'Higgins, Valparaíso y Maule. Por el contrario, aquellas regiones de Atacama y la Metropolitana de Santiago.

En este contexto, un grupo de científicos elaboraron un interesante estudio, denominado "Escasez hídrica y letalidad por Covid-19 en zonas rurales chilenas", fundamentados en la importancia del acceso a agua potable, como una de las principales formas de prevalencias de la propagación del coronavirus SARS-Cov-2, mediante el frecuente lavado de manos con agua limpia y jabón; sin embargo los servicios de agua son un recurso escaso en varios municipios de Chile, evidenciando dificultades en el abastecimiento a nivel nacional, por lo que en esta investigación los autores vincularon la relación, entre los municipios decretados en situación de escasez hídrica por el gobierno y los niveles de letalidad al Covid-19, presentados en zonas rurales entre marzo del año 2020 y junio del año 2021. A través de los datos estadísticos obtenidos de diferentes bases de datos, se correlacionan las tasas de letalidad con el nivel de desarrollo municipal y el acceso a la respectiva red de agua potable. Los resultados indicaron una correlación negativa entre la alta letalidad al Covid-19 y los bajos niveles de desarrollo comunal y conexión a la red de agua potable, por lo que se considera necesario contemplar las variables geográficas como la escasez hídrica en la generación de políticas de salud pública y gestión de los recursos hídricos.



EL LAVADO DE  
MANOS SALVA VIDAS,  
ASEGUARAR EL AGUA  
ES RESPONSABILIDAD  
DE TODOS

Paradójicamente, mediante el índice del Impacto Sanitario de la Covid-19, desarrollado por el suscrito, Chile califica con impacto sanitario "Medio" con 9 puntos y Costa Rica con 7 puntos quien también califica como "Medio", ocupando Chile el lugar 4 y Costa Rica el lugar 18 en el mundo.

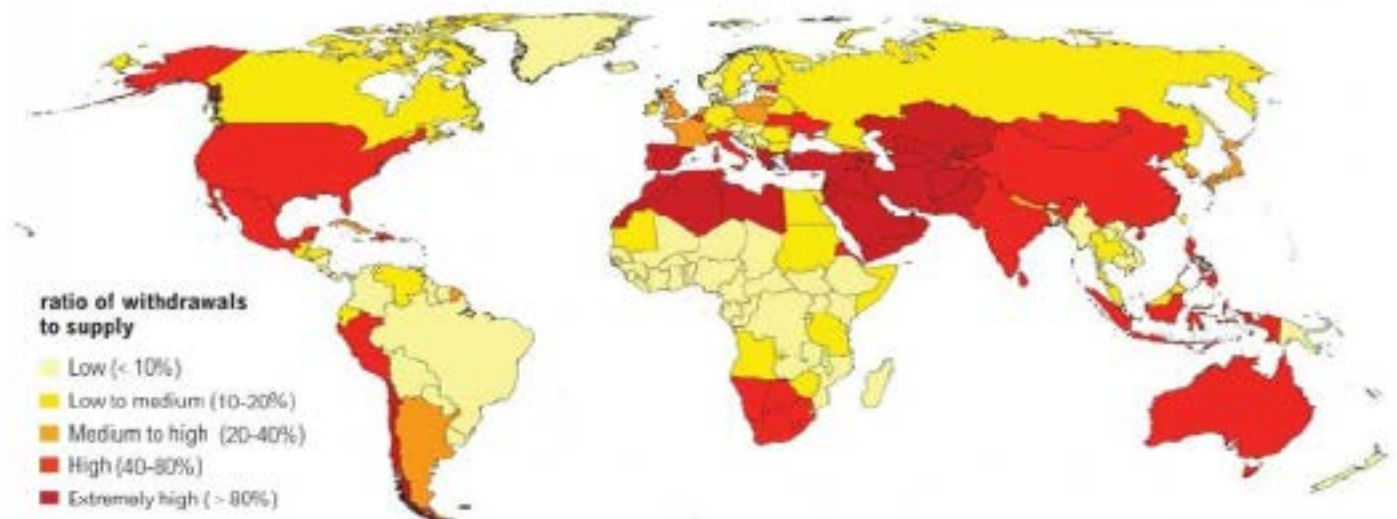
Fotografía:  
© Carlos Garriga / We Are  
Water Foundation



# ESCASEZ HÍDRICA Y/O SEQUÍA

Dr. Darner Mora, Salubrista  
público, Costa Rica

## Los 33 países con probabilidades de escasez hídrica en el 2040



### Fuente. Water Stress by Country. 2040

La escasez hídrica y la sequía son dos conceptos que se relacionan entre sí, pero que son disimiles. Para los especialistas, la escasez hídrica la definen como la sobreexplotación del recurso hídrico que ocurre cuando la demanda de agua es mayor a la disponibilidad, es decir, existe un desbalance entre la disponibilidad u oferta y la demanda de agua, por lo que, en términos prácticos, está señalada por la demanda insatisfecha de los usuarios, provocando competencia por el agua, debido a la extracción excesiva de aguas subterráneas y caudales insuficientes del ambiente natural. Por otro lado, la sequía es el resultado de la disminución de la disponibilidad del preciado líquido, relacionada con las causas de la escasez hídrica.

En este sentido, es importante vincular ambos conceptos al ciclo hidro social como el proceso socio natural, en donde el agua y la sociedad se hace y se rehace en el espacio y tiempo, en las diferentes poblaciones del mundo. Esta representación teórica, se conceptualiza en forma material, tangible y observable y que puede ser cuantificada, aprovechada y manipulada a lo socio-natural.

En este aspecto, se puede entender la escasez hídrica como el producto de las complejas relaciones entre diversos elementos del escenario natural y social.

En todo el mundo, la demanda del agua supera la disponibilidad, la cual se ha duplicado a partir de 1960. En los mapas 1 y 2, se presentan los países con mayores recursos de agua dulce renovables per-cápita y los más y menos vulnerables a la sequía.

MAPA DE 33 PAISES  
CON PROBABILIDADES DE  
ESCASEZ HIDRICA  
EN EL 2040

## Los países más o menos vulnerables a la sequía



Por otra parte, la ciencia más reciente dice que a medida que aumenta la temperatura del planeta cae más precipitación en forma de lluvia en lugar de nieve, es decir la nieve se derrite antes y la evaporación y transpiración aumenta. Todo esto reduce la disponibilidad de agua y aumenta su demanda, incrementando la escasez hídrica y la sequía.

En términos generales, una sequía es un momento en el que no hay suficiente agua para satisfacer las necesidades humanas y ambientales. Las sequías a menudo recuerdan imágenes de tierra agrietada, arroyos secos, campos amarillos o pocos secos. Además, en muchas comunidades rurales, el agua subterránea durante las sequías interrumpe por completo el acceso al agua. No obstante, cada una de estas imágenes representa un tipo diferente de sequía y se mide de manera diferente. Por ejemplo, con mayor frecuencia pensamos en la sequía en relación con la precipitación, evaluando el grado en comparación con un promedio local o regional y la duración del periodo seco y conocido como sequía meteorológica, en forma específica de una región, debido a que la precipitación media puede variar considerablemente de un lugar a otro. También podemos

pensar en la "sequía hidrológica, como la disminución de las precipitaciones afecta el agua de los arroyos, la humedad del suelo, los niveles de los embalses y lagos y la recarga de las aguas subterráneas. Otro tipo de sequía es la "agrícola", que afecta el suministro de agua disponibles para satisfacer las demandas de agua relacionados con los cultivos. Lógicamente, las sequías agrícolas pueden ocurrir por varias razones, incluida la escasez de precipitaciones, el momento de la disponibilidad de agua, la disminución del acceso al suministro de agua o el aumento de la demanda de agua del sector. Aunado a estos tipos de sequías, está la socioeconómica, la que ayuda a identificar los impactos sociales y económicos resultantes de la escasez de recursos hídricos.

Por último, los científicos han propuesto la "sequía antropogénica" que une a todos los demás, enfocado a la idea que las decisiones sobre el uso del agua y otros recursos pueden provocar condiciones de sequía, alterando las actividades humanas, la variabilidad natural del agua, el cambio climático, los cambios en la gestión del agua, el uso de suelos y sobre todo la salud humana y la biodiversidad de las zonas afectadas.

*El riesgo de sequía mide dónde es probable que se produzcan sequías, la población y los bienes expuestos y la vulnerabilidad de estos a sufrir efectos adversos.*

*Fuente: Instituto de Recursos Mundiales*

**Fuente. Statista**

# LOS ACUEDUCTOS

## EN LA HISTORIA

Dr. Darner Mora  
Salubista público, Costa Rica



Un acueducto se define como un conducto artificial para trasladar agua desde una fuente de abastecimiento, que puede ser utilizada para consumo en viviendas, riego o recolecta y para transportar aguas residuales (alcantarillado). El primer acueducto se denominó "Jerwan", construido en el año 700 a.C., en Nínive, capital de Asiria. En esa misma época Ezequías, Rey de Judá (715 a 586 a.C.), planificó y construyó un sistema de abastecimiento de agua de 30 km de longitud para la ciudad de Jerusalén.

El poderoso Imperio Romano desarrolló muchos acueductos a partir del año 312 a.C., con fuentes de aguas subterráneas como "Aqua Apia", bautizado luego como la "Vía Apia" en honor a Apio Claudio, el Emperador. En el año 145 a.C., el pretor Marcio construyó el primer acueducto que transportaba agua a nivel del suelo, con 90 km

de longitud, llamado "Aqua Marcia". En el año 70 a.C. ya existían más de 10 sistemas que suministraban 135.000 m<sup>3</sup> de agua al día, lo que obligó a designar como superintendente de aguas de Roma a Sextos Julios Frontinus.

Durante sus invasiones a diferentes zonas de Europa como Francia, España, Turquía y Alemania, los romanos construyeron varios acueductos. En esta última región el acueducto de "Eifel", el más grande conocido en esa época (80 años d.C.) de 130 km de largo (incluidos los ramales), ubicado desde la zona alemana de Eifel, hasta Colonia; después de su caída, los acueductos del área de su jurisdicción dejaron de funcionar. Entre el año 500 y 1500 d. C. hubo muy poco desarrollo en este campo, específicamente en el tratamiento y purificación que, en la mayoría de los casos, se hacía con aireación.



En Latinoamérica, las culturas indígenas aztecas en México, mayas en Guatemala e Incas en Perú y Bolivia, crearon verdaderas obras de ingeniería para abastecer a sus poblaciones. Un ejemplo nacional es el acueducto de Guayabo, en Turrialba, construido hace más de 1.000 años y declarado "Patrimonio de la Ingeniería" por la Asociación Americana de Ingenieros (2009).



**Acueducto el Monumento Nacional Guayabo ha sido reconocido como: Patrimonio Mundial de la Ingeniería el 24 de abril del año 2009. Foto: Andrea Sanabria**

Los acueductos indígenas fueron destruidos durante la conquista española. Por esta razón, en la época de la colonia se presentaron grandes epidemias debido a problemas de higiene.

En 1804 John Gill desarrolló, en Escocia, el primer suministro de agua potable filtrada trasladada a Glasgow. En 1806, en París, se comenzó a operar la mayor planta potabilizadora de la época, con un sedimentador y un filtro de arena y carbón, con 12 y 16 horas de tiempo de retención, respectivamente.

En 1827 el inglés James Simpon construyó un filtro "lento" de arena muy efectivo para potabilizar el agua; no obstante, el mayor desarrollo en plantas potabilizadoras se dio después de 1854, con el descubrimiento de John Snow de que el agua contaminada del pozo de Golden Square (Londres), era la causante del brote de cólera.

En el Siglo XX, después de los descubrimientos de Pasteur y Koch, tanto en Europa y América, como en otros continentes, se realizaron importantes obras de ingeniería para potabilizar y trasladar el agua a grandes ciudades.

Actualmente, existen mega plantas potabilizadoras como la de Cutzamala, en México, que abastece más de 10 millones de habitantes.

En Costa Rica, el primer acueducto moderno se inauguró en 1868, en San José. El inicio del análisis microbiológico y físico-químico del agua para consumo humano los realizó el Dr. Clodomiro Picado y su asistente Francisco Sancho, en las aguas de Tres Ríos y San José en 1915, solo cinco años antes del inicio de la construcción de la primera planta potabilizadora que estuvo a cargo de la Municipalidad de San José.

Si repasamos la historia, no cabe duda de que la salud de los seres humanos siempre es concordante con la administración y operación de un buen acueducto, la disposición adecuada de excretas y de la educación de la población.



### Historia Época prehispánica Acueducto de Chapultepec

Así se le nombró al acueducto que fuera construido sobre avenida Chapultepec en el virreinato. Cuando la ciudad de México-Tenochtitlán empezó a crecer y a buscar alternativas para abastecer de agua a sus habitantes; el huey tlatoani tenochca Chimalpopoca en 1381 solicitó a su abuelo, el huey tlatoani de Azcapotzalco Tezozómoc, que le permitiera aprovechar las aguas de los manantiales de Chapultepec.

# REGULACIÓN DE LA VELOCIDAD DEL INFLUENTE DE ESTACIONES DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES<sup>1</sup>



**AUTOR:**

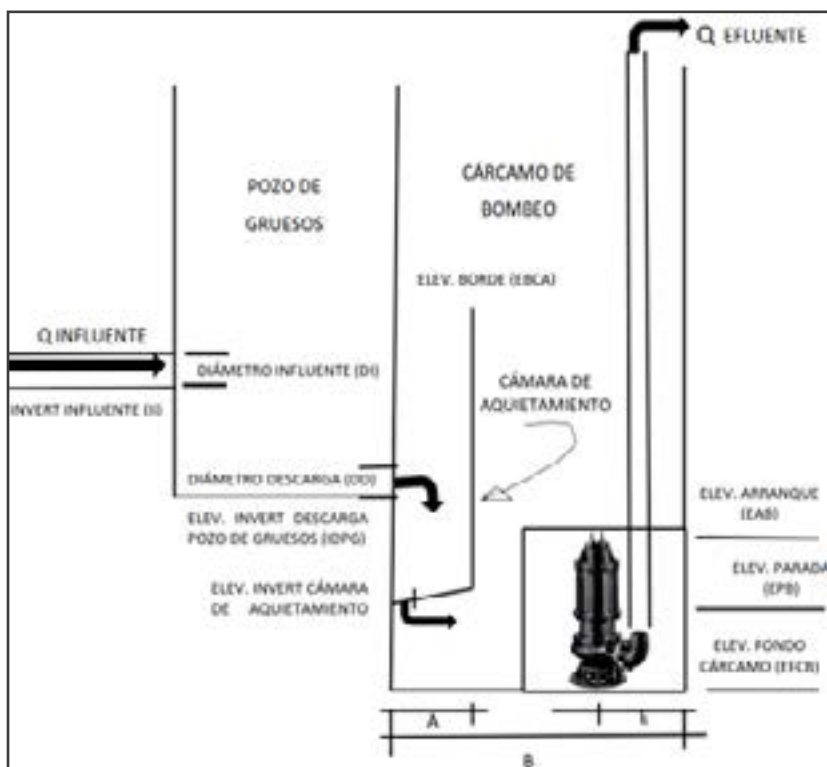
MSc. Sergio Tercero Talavera  
 Ing. Civil y Sanitario

[sertertal46@gmail.com](mailto:sertertal46@gmail.com)  
<https://sertertal.wordpress.com/>

## 1. INTRODUCCIÓN

Lo tradicional, lo común, ha sido descargar el influente de una EBAR directamente en el pozo húmedo, y es el diseño imperante en los sistemas de alcantarillado sanitario ejecutados o en ejecución en Nicaragua, siguiendo las normativas de los Estados Unidos de América. Sin embargo, en los últimos 5 años ha emergido el diseño y construcción de estaciones de bombeo con una nueva configuración proveniente de Europa en la cual, previo a la descarga del influente en el pozo húmedo, pasa primero por una cámara de aquietamiento o cámara tranquilizadora. Ver Ilustración 1.

Es la opinión del autor que en Nicaragua no existe una guía clara sobre el uso de un determinado diseño para las estaciones de bombeo de aguas residuales, por lo cual los diseñadores hacen acopio de sus propias experiencias y/o de las normativas y recomendaciones vigentes en otros países (E.U.A., España, Alemania, otros) para proponer la mejor solución posible, según su criterio técnico.



*Ilustración 1*  
 Modelo general de una EBAR con cámara de aquietamiento

1. Resumen del artículo Estudio de Casos: El uso de cámaras de aquietamiento en estaciones de bombeo de aguas residuales urbanas (EBAR). Sergio Tercero Talavera. Noviembre 2023.

<https://sertertal.wordpress.com/>

2. Pozo húmedo o cárcamo de bombeo son sinónimos utilizados indistintamente en este documento.

Las estaciones de bombeo de aguas residuales son un componente relativamente nuevo en Nicaragua, pues hasta el año 2000 solamente había EBAR en los sistemas de alcantarillado sanitario de las ciudades de León, Granada, Masaya, Chinandega y Corinto, que fueron construidas en los años de 1970. En el año 2010 se agregaron las EBAR en los sistemas de las ciudades de Managua y de Ciudad Sandino. Es hasta después del año 2020 que se ha generalizado el uso de las EBAR en las redes de alcantarillado sanitario. En los últimos 15 años, por la parte de electromecánica se han modernizado las estaciones de bombeo con la incorporación de los arrancadores suaves y los variadores de frecuencia.

Todos los cambios enunciados, efectuados en los últimos dos décadas, hacen que los técnicos, tanto de la autoridad ejecutora como de los consultores privados, todavía se estén adaptando a estos nuevos requerimientos.

## 2. MARCO CONCEPTUAL

Son dos medidas correctivas las que están en juego: la reducción de la velocidad del flujo de aproximación y la anulación o disminución de la altura de caída del agua en el cárcamo de bombeo.

En lo que se refiere al control del influente a los cárcamos de bombeo o pozos húmedos, en Nicaragua no existe ninguna regulación. Geográficamente, existen dos vertientes de información:

1. Una vertiente americana, que recomienda evitar la caída libre en todo momento y procurar que el influente llegue suavemente a las bombas, con una velocidad de entrada entre 0.5 (1.5 pies/s) y 1.2 m/s (4 pies/segundo). Las Empresas Públicas de Medellín (EPM), recomiendan que "la entrada de agua al pozo debe estar por debajo del nivel de agua en la tubería de succión." Y que "la velocidad de entrada al pozo de succión no debe ser mayor que 0.7 m/s. Se recomienda tener una velocidad de 0.5 m/s para las condiciones normales de operación."

2. Una vertiente europea, específicamente de España, que recomienda la construcción de las cámaras de aquietamiento o cámaras tranquilizadoras para disipar la energía cinética del influente y lograr una mejor distribución del flujo y, por ende, un mejor comportamiento de la estación de bombeo. También, se recomienda que la caída máxima del agua no supere la altura de 1 metro, "independientemente de que si la estación de bombeo tenga cámara tranquilizante separada o no."



<https://sertertal.wordpress.com/>



## 2.1 CÁLCULO DE VELOCIDADES

El cálculo de las velocidades presenta la mayor dificultad en el análisis, por cuanto existen varias metodologías y fórmulas de cálculo, presumiblemente aplicables, entre las cuales se han seleccionado 7 de ellas que hemos denominado como Fórmula 1: método de coordenadas, Charles S. Slichter; Fórmula 2: Método de la tubería, California; Fórmula 3: Método de Coordenadas, Purdue; Fórmula 4: Acevedo Netto y Acosta Álvarez – Manual de Hidráulica; Fórmula 5: Gilberto Sotelo – Hidráulica General; Fórmula 6: R.D. Gupta, Mohad Jamil, Mubeen Beg & Mohd Mousin, IJS y; Fórmula 7: Método de la Escuadra – IMTA, México

## 2.2 DATOS DE DISEÑO

Fueron estudiados 7 casos, en los cuales se combinaron los caudales, diámetros de la descarga, la existencia de cámaras de aquietamiento, la disponibilidad de variadores de velocidad y las alturas de caída libre.

## 3. CONCLUSIONES

1. El diseño de las estaciones de bombeo de aguas residuales (EBAR) ha tomado relevancia en los últimos años en Nicaragua, en medio de dos corrientes de pensamiento que son convergentes, si se ven con amplitud de criterio: la americana y la europea.
2. La velocidad de entrada a los pozos húmedos o cárcamos de bombeo tiene mucha importancia para asegurar la mejor operación del sistema de bombeo. Esta velocidad no debe ser mayor a 1.2 m/s.
3. La formación de vórtices de superficie libre y el consecuente arrastre del aire por la succión de la bomba ha sido objeto de mucha investigación y se ha llegado a la conclusión de que se deben crear las mejores condiciones hidráulicas para evitar su formación.
4. Los expertos recomiendan evitar, en todo lo que fuere viable, la caída libre del agua en el cárcamo de bombeo y que el chorro caiga lo más alejado posible de la succión de la bomba.
5. La turbulencia provocada por la caída libre del agua despide malos olores y gases corrosivos.
6. La corriente europea define con claridad meridiana la necesidad de construir cámaras tranquilizadoras en la entrada del influente al cárcamo de bombeo.
7. Por su parte, la corriente americana, si bien es cierto que no llega a recomendar explícitamente el uso de pantallas tranquilizadoras, insiste mucho sobre la necesidad de evitar la formación de vórtices de superficie libre e indica que la energía cinética del influente se puede disipar por medio de pantallas verticales en la entrada.

8. El uso de cámaras disipadoras de energía en el influente permite asegurar que el flujo llegue con la velocidad mínima deseada y sin caída libre del agua, asegurando el mejor funcionamiento de la bomba.

9. El uso de variadores de frecuencia en EBAR con una sola bomba debe ser evaluado detenidamente para considerar la conveniencia y provecho de esta inversión, que vuelve más compleja la operación y dependencia de equipos electromecánicos. Esto es debido a que el rango de operación de la bomba puede caer a los niveles de baja eficiencia de la bomba muy a la izquierda de su BEP y cercana al Shut Off de la misma.

10. Los variadores de frecuencia proveen un buen control del caudal y generalmente reducen los costos de operación en todos los sistemas, comparados con las válvulas de estrangulamiento. Sin embargo, si la carga estática es muy alta en relación con la carga por fricción, ( $H_e/H_f \Rightarrow 2$ ) su efectividad es muy cuestionada, por cuanto la mayor parte de la carga sería estática, independiente de la velocidad.

11. Se pueden lograr ahorros constructivos y de operación con el uso de variadores de frecuencia, fijando el nivel máximo de bombeo –nivel de arranque– cercano al invert del boquete de descarga del pozo de gruesos y fijando el nivel mínimo de bombeo –nivel de parada– a 0.60m por debajo del nivel de arranque.

12. En el caso de bombeo a velocidad constante, los niveles mínimo y máximo de bombeo se deben ajustar a los requerimientos de diseño.

#### **4. RECOMENDACIONES**

Se recomienda:

1. Establecer una velocidad máxima de entrada al cárcamo de bombeo de 1.2 m/s.
2. Fijar el nivel máximo del agua en el cárcamo de bombeo a un valor lo más cercano posible al invert de descarga del influente.
3. Utilizar cámaras tranquilizadoras en el influente al cárcamo de bombeo, con el nivel inferior a la misma altura del nivel de parada de las bombas, con aberturas en el fondo para obtener velocidades entre 0.7 y 0.5 m/s.
4. En caso de utilizar bombas con velocidad variable, estudiar con mayor profundidad si su uso es beneficioso, cuando el esquema de operación es para una sola bomba.
5. Cuando se cuenta con variadores de frecuencia para la variación de velocidades de la bomba, el nivel mínimo debe fijarse a 0.60 m por debajo del nivel máximo del agua.

# DESEMPEÑO DE LOS HIETOGRAMAS DE DISEÑO EN LA ESTIMACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS EN LA SUBCUENCA DEL RÍO WIWILÍ, NICARAGUA

*M. Sc. Miguel Enrique Blanco Chávez*  
*Universidad Nacional de Ingeniería, PIENSA.*  
*miguel.blanco@piensa.uni.w.edu.ni*

**E**n el país (Nicaragua) no hay estudios que documenten las variaciones temporales de las tormentas de cortas duración en diferentes zonas climáticas, mediante los cuales se obtengan los perfiles de lluvias y con estos las lluvias de diseño a utilizar en los cálculos hidrológicos para el dimensionamiento de obras hidráulicas. En este estudio se comparan los resultados obtenidos de las simulaciones hidrológicas realizadas utilizando el método de los bloques alternos y el método del perfil de la lluvia de la estación meteorológica Aeropuerto de Managua (69027), para obtener el hietograma de la tormenta de diseño, para estimar la precipitación efectiva se ha utilizado el método de los Números de Curvas, y para transformar la lluvia efectiva en caudales se ha utilizado el método del Hidrograma Unitario, ambos del Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura (USDA). Para este cálculo se ha utilizado el programa informático Sistema de Modelación Hidrológica (HEC-HMS) desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del ejército de EE. UU. Los resultados de la simulación hidrológica sugieren que se obtienen caudales máximos más altos con el método de bloques alternos que

con el método del perfil de la lluvia de la estación Aeropuerto de Managua, así para un período de retorno de 25 años, los caudales máximos se incrementan 13%, para 50 años se incrementan 15%, y para 100 años se incrementan 16%.

Palabras claves: Perfil de la lluvia, Bloques alternos, Caudales de crecidas, Numero de Curvas.

## Introducción

Las variaciones espaciales y temporales de las precipitaciones de corta duración se representan por medio de curvas llamadas perfil de la lluvia, las cuales se obtienen por medio de un tratamiento estadístico de los pluviogramas. Esto requiere que haya registros históricos de 20 a 30 años de precipitación y con intervalos de tiempo de 5 a 10 minutos, de los cuales se seleccionan los eventos que superan cierta altura de lluvia. Dado que existen restricciones presupuestarias para disponer de estaciones pluviográficas en muchas zonas rurales del país, muy a menudo se recurre a perfiles de lluvia sintéticos desarrollados en otras latitudes, que quizás no son tan representativos de las tormentas locales.



Una de las técnicas más utilizadas es el método de los bloques alternos desarrollada por Chow (1988), con el cual se obtiene una lluvia de diseño sintética, que sin embargo aún no se ha comprobado si realmente es representativa de las tormentas que ocurren en Nicaragua. Con la información pluviográfica de la estación Aeropuerto de Managua, se han desarrollado las curvas de perfiles de la lluvia con duraciones hasta de dos horas, y alturas mayores o iguales a 20 mm (Blanco Chávez, 2021), estos perfiles se han utilizado en este estudio para la simulación hidrológica de caudales máximos en la subcuenca del río Wivilí, en el departamento de Nueva Segovia. También se utilizó el perfil de la lluvia obtenido con el método de los bloques alternos (Chow, 1988), para hacer la simulación hidrológica de los caudales máximos. La comparación de los caudales obtenidos en la simulación hidrológica

con los dos perfiles de lluvia mencionados arriba, nos indican que el método de los bloques alternos sobrestima los caudales máximos, con lo cual se sobredimensionan las obras hidráulicas.

## Materiales y Métodos

### Área de estudio.

La subcuenca del río Wivilí se localiza en el departamento de Nueva Segovia y es un afluente del río Coco, ver Figura 1. Tiene un área de drenaje aproximado de 179 Km<sup>2</sup>, el uso del suelo incluye pastos, bosques latifoliados, cultivos anuales y permanentes, tacotales y vegetación arbustiva (ver Tabla 1 y Figura 2).

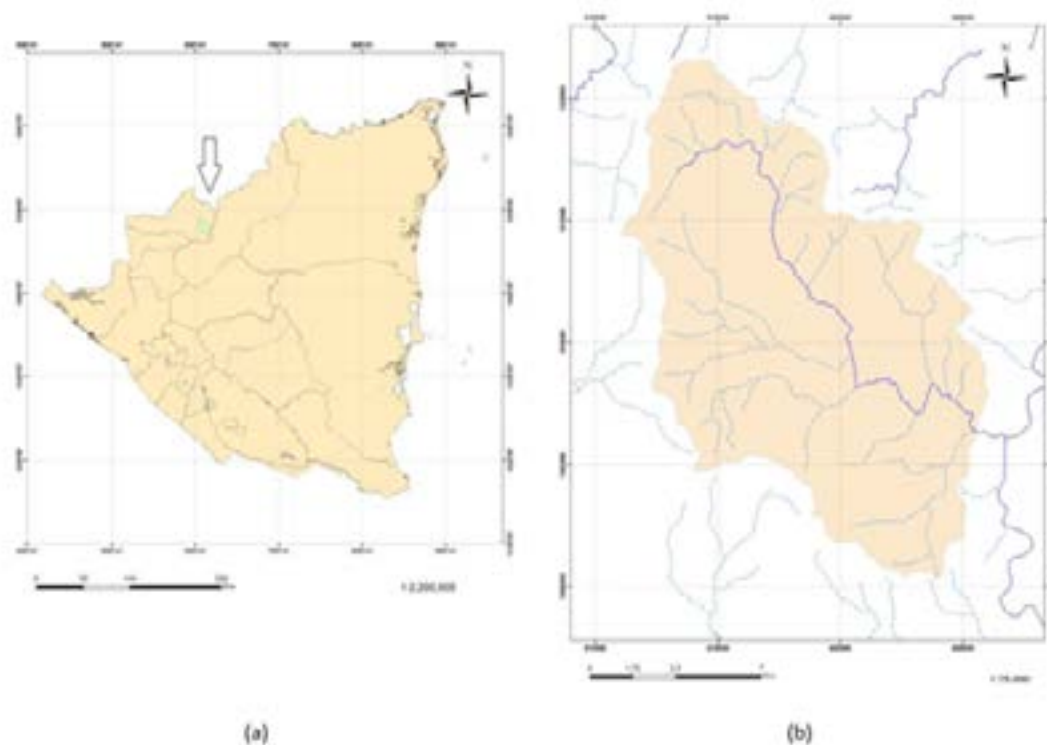


Figura 1. (a) Macro localización de la sub-cuenca del río Wivilí. (b) sub-cuenca Wivilí.

*Los pastos representan la mayor área de cobertura del suelo (67%), seguido del bosque latifoliado (17%), y cultivo (11%), lo que la hace básicamente una cuenca rural (INETER, 2015).*

Tabla 1. Uso del suelo en la sub-cuenca del río Wiwili.

Uso del Suelo	Área(Km <sup>2</sup> )	% de A
Pasto	119.80	67%
Cultivo Anual	1.19	1%
Cultivo Permanente	18.70	10%
Suelo sin Vegetación	0.71	0%
Bosque latifoliado Denso	13.14	7%
Bosque latifoliado Ralo	18.08	10%
Tacotal	6.21	3%
Vegetación Arbustiva	1.88	1%
Área Total	179.72	

Tormenta de diseño.

Para el desarrollo de la tormenta de diseño por el método de los bloques alternos se emplearon las curvas IDF de la estación meteorológica de Quilalí, para los períodos de retorno de 25, 50 y 100 años.

Para eso se estimó el tiempo de concentración de la cuenca utilizando la fórmula del modelo de California Culvert (Chow, 1988; SIECA, 2016)

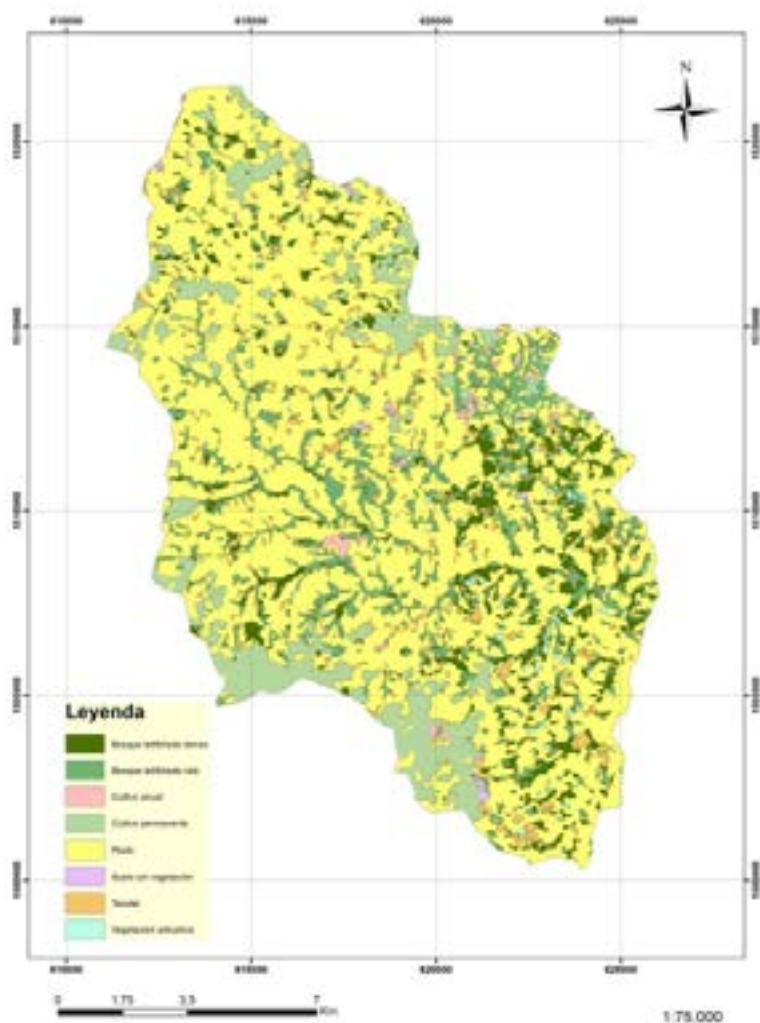


Figura 2. Uso del suelo en la sub-cuenca del río Wiwili.

$$t_c = 3.98 \left( \frac{L}{S^{0.5}} \right)^{0.77}$$

Donde:

*L* = longitud del río principal en Km.  
*S* = pendiente media del río principal, en tanto por uno.

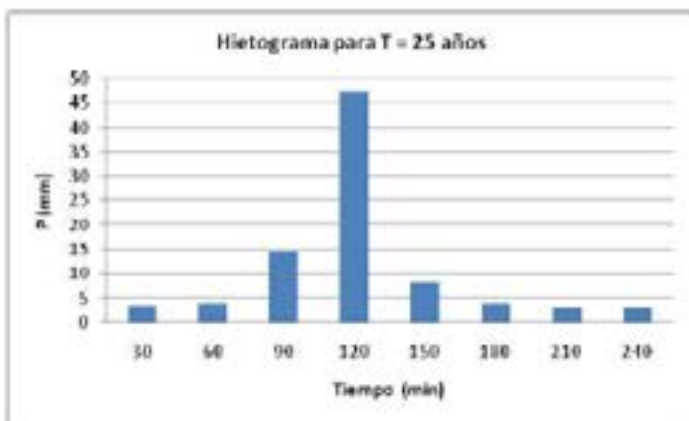


Figura 3. Hietograma para T = 25 años. Bloques alternos.

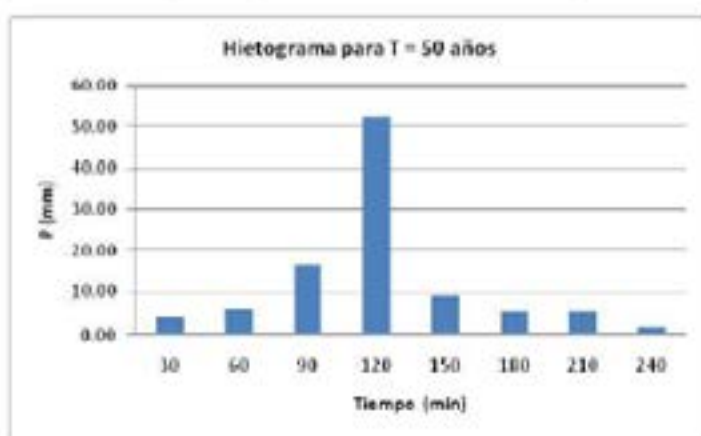


Figura 4. Hietograma para T = 50 años. Bloques alternos

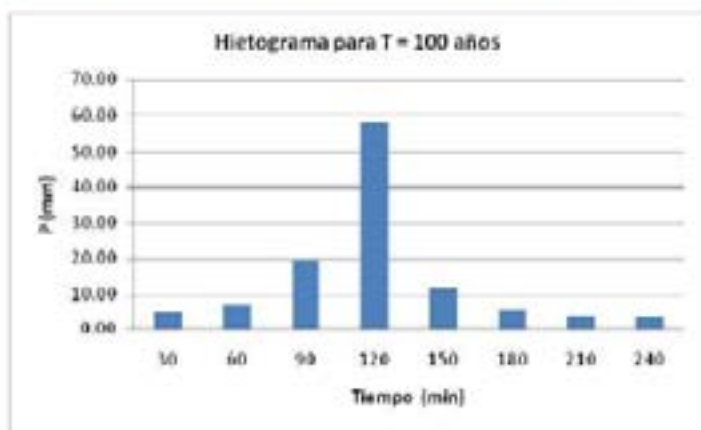


Figura 5. Hietograma para T = 100 años. Bloques alternos

Para el desarrollo de la tormenta de diseño por el método del perfil de la lluvia de la estación Aeropuerto de Managua, se utilizaron los datos presentados por Blanco Chávez (2021), para los cuartiles uno y dos, para los períodos de retorno de 25, 50 y 100 años. Se utilizaron estos dos cuartiles por representar el 82% del total de los eventos analizados. Las Figuras 6 a la 11 muestran los Hietogramas de diseño obtenidos por este método.



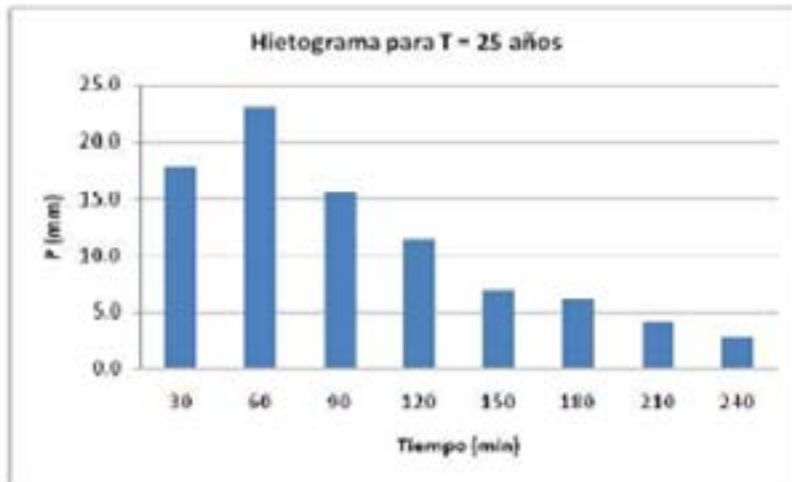


Figura 6. Hietograma para T = 25 años. Perfil del Aeropuerto de Managua, Cuartil 1.

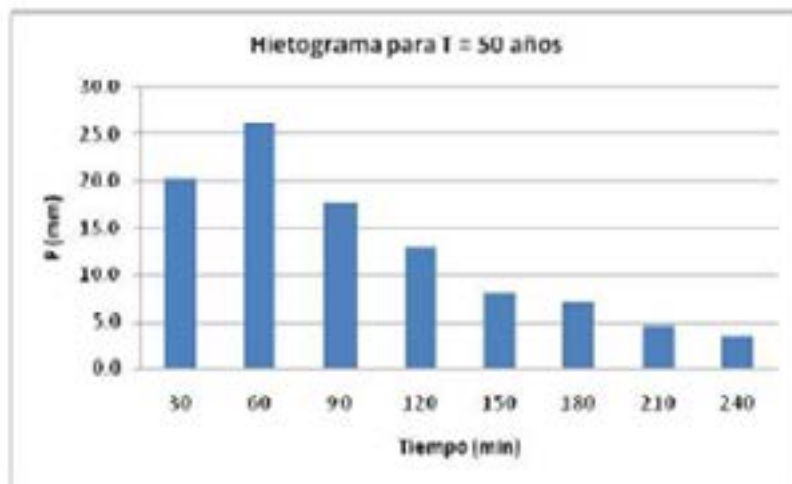


Figura 7. Hietograma para T = 50 años. Perfil del Aeropuerto de Managua, Cuartil 1.

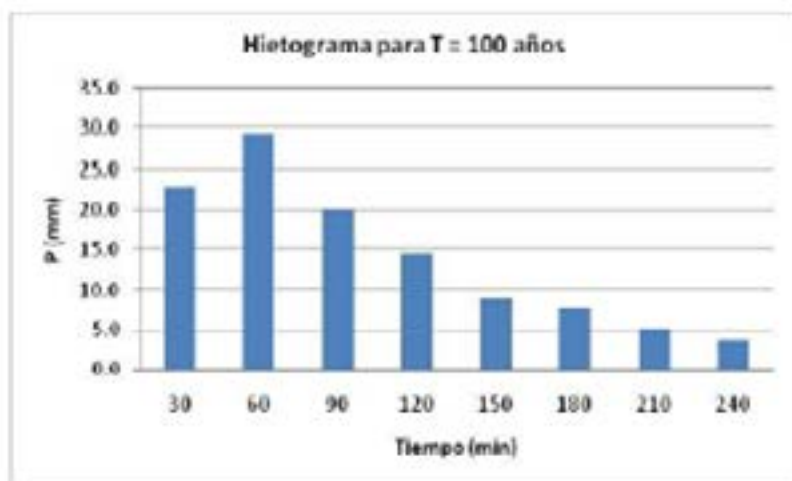


Figura 8. Hietograma para T = 100 años. Perfil del Aeropuerto de Managua, Cuartil 1.

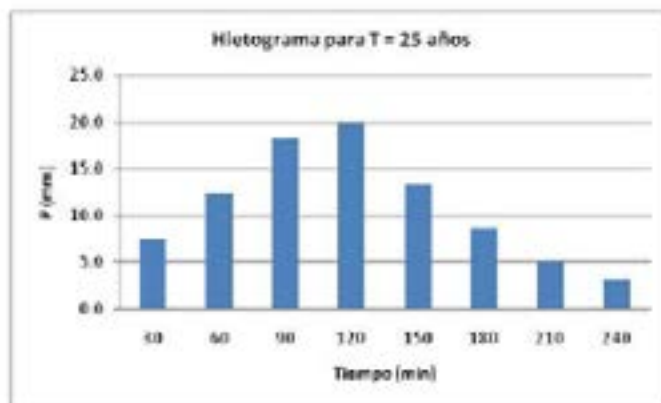


Figura 9. Hietograma para T = 25 años. Perfil del Aeropuerto de Managua, Cuartil 2.

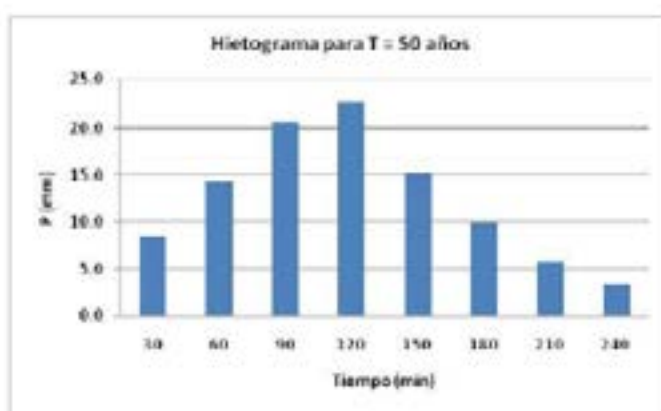


Figura 10. Hietograma para T = 50 años. Perfil del Aeropuerto de Managua, Cuartil 2.

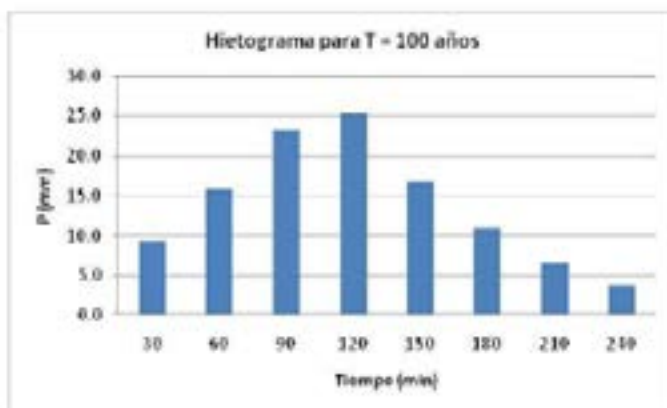


Figura 11. Hietograma para T = 100 años. Perfil del Aeropuerto de Managua, Cuartil 2.

### Simulación hidrológica

La simulación hidrológica se realizó con el software HEC-HMS Versión 5.3 (Hydrologic Engineering Center HEC, 2000), y se empleó el Método del Número de Curvas, para separar la precipitación efectiva de la precipitación total, y el Método del Hidrograma Unitario del Servicio de Conservación de Suelos (Natural Resources Conservation Services, NRCS, 2007), para transformar la precipitación efectiva en caudales.

La Tabla 2 muestra el cálculo del Número de Curva ponderado para las condiciones de uso del suelo, tipo de suelo y pendiente del terreno de la sub-cuenca del río Wiwili.

Tabla 2: Estimación del CN en la sub-cuenca del río Wiwili.

Uso Suelo	Área(Km <sup>2</sup> )	Tipo de Suelo	Pendiente	CN	CN x A
Pasto	119.85	B	>1%	79	9467.8
Cultivo Anual	1.19	B	>1%	78	92.4
Cultivo Permanente	18.67	B	>1%	78	1456.5
Suelo sin Vegetación	0.71	B	>1%	86	60.9
Bosque Latifoliado Denso	13.14	B	>1%	52	683.3
Bosque Latifoliado Ralo	18.08	B	>1%	68	1229.2
Tacotal	6.21	B	>1%	61	378.6
Vegetación Arbustiva	1.883	B	>1%	61	114.9
<b>Area Total</b>	<b>179.72</b>				<b>13483.6</b>
			<b>CN pondera =</b>	<b>13,483/179.7</b>	<b>= 75</b>

Los suelos son de permeabilidad media, por lo que clasificaron como suelos Tipo B, se considera la condición antecedente de humedad del suelo como Tipo 2 (promedio). El tiempo de desfase es  $t_{lag} = 0.6 T_c$  (NRCS, 2010), y la abstracción inicial se consideró de 17 mm. Con esta información se procedió al montaje del modelo de la cuenca en el HMS, y se realizó la simulación hidrológica para los tres perfiles de lluvia.

### Resultados

Los caudales máximos obtenidos en la simulación hidrológica utilizando los hietogramas del método los bloques alternos y del perfil de la lluvia del Aeropuerto de Managua se presentan en las Tabla 3. Para los tres períodos de retorno considerados los caudales máximos son mayores con el método de bloques alternos que con el del perfil del Aeropuerto de Managua, de los cuartiles Q-1 y Q-2. El tiempo al pico es 10 minutos menor con el cuartil Q-1 comparado con el de los bloques alternos, esto es debido a que la lluvia máxima ocurre mucho más temprano en el hietograma del Q-1 que en el de los bloques alternos; en cambio el tiempo al pico es 10 minutos mayor con el cuartil Q-2 comparado con el de los bloques alternos, esto es debido a que el intervalo de máxima precipitación es menor en el hietograma del Q-2, por lo que la cuenca tarda más tiempo en responder.



Tabla 3: Caudales obtenidos en la simulación para los dos métodos de cálculo de hietogramas

Método	T (Años)	Q pico (m <sup>3</sup> /s)	Hora Pico
Bloques Alternos	25	455	4:20
	50	582	4:20
	100	715	4:20
Perfil Q-1	25	400	4:10
	50	507	4:10
	100	618	4:10
Perfil Q-2	25	437	4:40
	50	552	4:30
	100	673	4:30

En la Figura 12 se muestra el grafico de los caudales máximos estimados en función del periodo de retorno, donde se observa la tendencia de que los caudales estimados utilizando el hietograma del método de los bloques alternos son mayores que utilizando los de los perfiles de la lluvia Q-1 y Q-2.

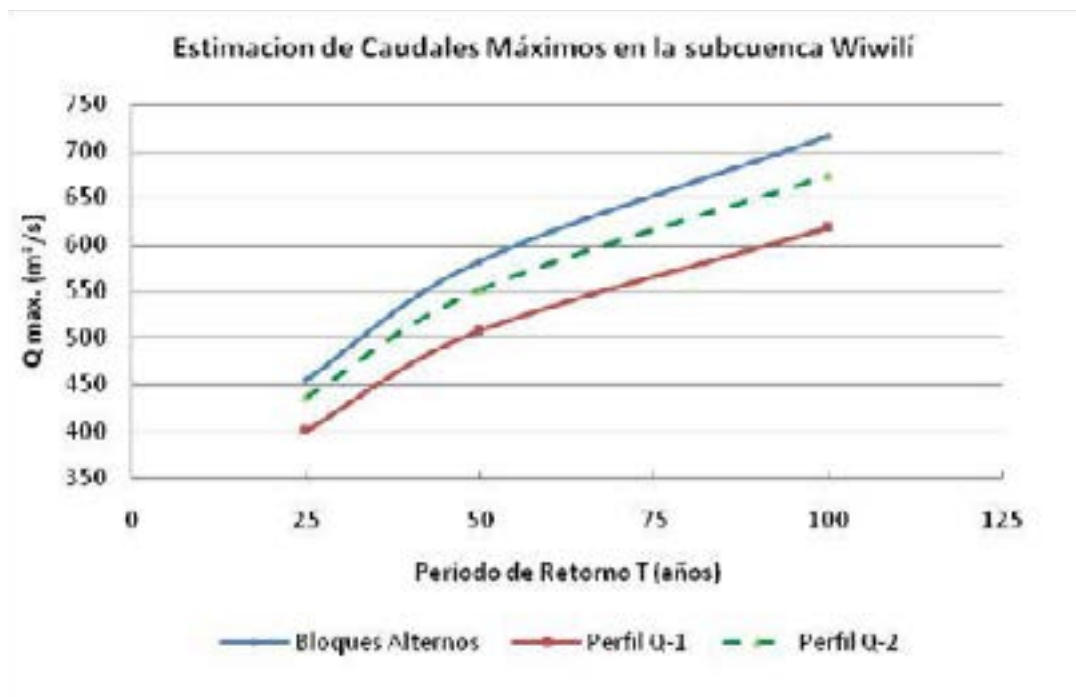


Figura 12. Caudales máximos en la sub-cuenca Wiwili.

Las Figuras 13 a la 15 se muestran los hidrogramas de crecidas del método de los bloques alternos (BA) y de los perfiles de la lluvia de los cuartiles Q-1 y Q-2 de la estación Aeropuerto de Managua, en los tres casos los hidrogramas de los cuartiles Q-1 y Q-2 tienen menores caudales máximos.

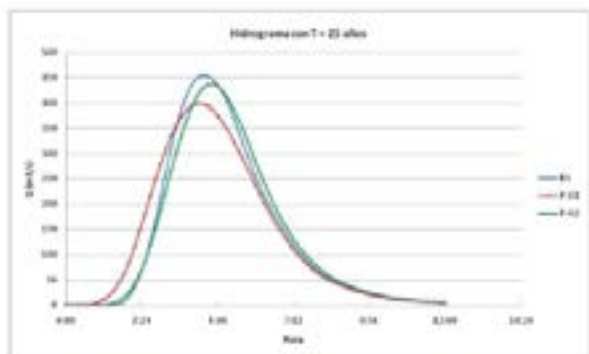


Figura 13. Hidrogramas de crecidas en la subcuenca Wiwilí, con T = 25 años

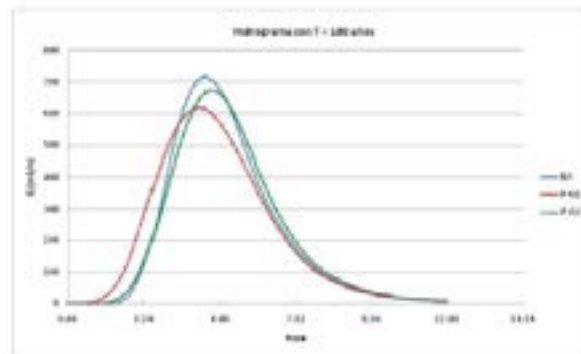


Figura 15. Hidrogramas de crecidas en la subcuenca Wiwilí, con T = 50 años.

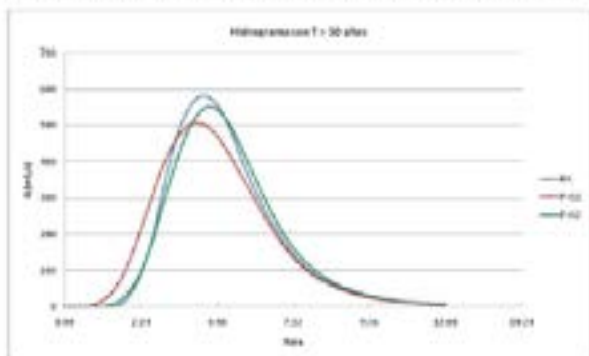


Figura 14. Hidrogramas de crecidas en la subcuenca Wiwilí, con T = 100 años.

Los datos mostrados en la Tabla 4 nos dicen que los caudales simulados con los perfiles Q-1 y Q-2 son menores que los simulados con los perfiles del método de los bloques alternos, para un período de retorno T de 25 años en un 12% y 4%, para T = 50 años en un 13% y 5%, y para T = 100 años en 14% y 6%.

Tabla 4: Diferencia de Caudales para los dos métodos de cálculo de hietogramas.

		T (Años)		
Cuartil		25	50	100
Q-1	$\Delta Q$ (m <sup>3</sup> /s)	55.1	75.3	96.9
	% $\Delta Q$	-12	-13	-14
Q-2	$\Delta Q$ (m <sup>3</sup> /s)	18.2	30.3	42.3
	% $\Delta Q$	-4	-5	-6

## Conclusiones

Los resultados encontrados en este estudio indican que las simulación hidrológica de la subcuenca Wiwilí con los hietogramas sintéticos de diseño del método de los bloques alternos sobre estiman los caudales máximos cuando se comparan con los caudales máximos obtenidos con los hietogramas sintéticos de diseño del método de los perfiles de tormentas de la estación Aeropuerto de Managua.

Los tiempos al caudal máximo de los hidrogramas simulados con los hietogramas sintéticos de diseño del Cuartil Q-1, para los tres períodos de retorno considerados, son menores que los tiempo al caudal máximo de los hidrogramas simulados con los hietogramas sintéticos de diseño del método de los bloques alternos.

Los tiempos al caudal máximo de los hidrogramas simulados con los hietogramas sintéticos de diseño del Cuartil Q-2, para los tres períodos de retorno considerados, son mayores que los tiempo al caudal máximo de los hidrogramas simulados con los hietogramas sintéticos de diseño del método de los bloques alternos.

## Recomendación

Tomando en consideración que los hietogramas sintéticos de diseño del método de los bloques alternos no representan el perfil de la lluvia en nuestro país, que es estadísticamente improbable su ocurrencia, y que su utilización en la simulación hidrológica de hidrogramas de crecidas sobre estima los caudales máximos, se recomienda utilizar los hietogramas sintéticos de diseño del método del perfil de la lluvia de la estación Aeropuerto de Managua, obtenidos en base a tormentas reales.

## Referencias

Blanco Chávez, M. E. (2021). Patrón de distribución temporal de la lluvia en la estación Aeropuerto de Managua, período 2002-2016. *Nexo Revista Científica*, Vol. 36, No. 06.

Chow, V.T., Maidment, D. & Mays, L. (1988). *Applied Hydrology*. McGraw Hill.

Hydrologic Engineering Center HEC. (2000). *Hydrologic Modeling System HEC-HMS. Technical Reference Manual*. Army Corps of Engineers.

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, INETER (2015). *Mapa de Suelos de la República de Nicaragua*. Autor.

Natural Resources Conservation Services, NRCS. (2007). *Part 630 Hydrology. National Engineering Hand Book NEH*. Author.

Natural Resources Conservation Services, NRCS. (2010). *Part 630 Hydrology. National Engineering Hand Book NEH*. Author.

Secretaría de Integración Económica Centroamericana SIECA. (2016). *Manual de Consideraciones Técnicas Hidrológicas e Hidráulicas para la Infraestructura Vial en Centroamérica*. Autor.

# EL POTENCIAL DE LA ASOCIATIVIDAD EN EL SECTOR AGUA, SANEAMIENTO E HIGIENE (WASH) EN HONDURAS

*PhD. Martín Rivera Valenzuela  
Consultor en agua y saneamiento, Honduras.*



<https://usaidmomentum.org/>

La relación entre el acceso a servicios de Agua Potable y Saneamiento (APS) y el Desarrollo Humano Sostenible es muy directa, por lo que históricamente ha sido tema central de muchas conferencias y foros internacionales en los que se ha reconocido la importancia del impacto de las intervenciones en agua potable y saneamiento en la salud, productividad, atención escolar, dignidad, equidad, seguridad personal y calidad de vida. De igual forma, es ampliamente conocido que la búsqueda de plataformas de concertación que hagan posible la generación de espacios de discusión y compromiso para afrontar los problemas del desarrollo humano de manera conjunta ha impulsado la conformación y el fortalecimiento de redes o agrupaciones humanas en las diferentes estructuras de la sociedad, incluyendo en el sector Agua Potable, Saneamiento e Higiene (WASH). El orden social necesitado por los seres hu-

manos que es producido por la interacción entre individuos les ha proporcionado diferentes canales para el intercambio de información, negociación, aprendizaje y diversas vías para el canje de servicios, bienes, etc., los cuales son la base para el establecimiento de las redes organizativas con sus propios objetivos y misiones.

Entre las diferentes redes organizativas en el sector WASH con accionar en Latinoamérica, existen algunas que se consideran pasivas o simples receptoras de información, ya que sus miembros solo son parte de una lista de distribución de boletines y reciben información relevante a través de listas electrónicas o acceso a información vía páginas Web o blogs. Por otro lado, existen las redes activas en las que hay un intercambio de información de dos vías y requiere del esfuerzo de los miembros para aprovechar sus productos, siendo ejemplos de ellas la

**Los hombres no viven juntos porque sí, sino para acometer juntos grandes empresas**

*José Ortegay Gasset*



Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS), la Asociación de Agua Global (GWP), la Asociación Internacional de Agua Rural (IRWA), Alianza de Agua para el Milenio (MWA), la Agenda para el Cambio, Saneamiento y Agua Para Todos (SWA), la Red Regional de Agua y Saneamiento de Centro América (RRAS-CA), la Alianza de Saneamiento Sostenible (SuSanA), la Confederación Latinoamericana de Organizaciones Comunitarias de Servicios de Agua y Saneamiento (CLOCSAS), y la Asociación de Entes Reguladores de Agua y Saneamiento de las Américas (ADERASA), entre otras. A nivel de Gobiernos, existe el Foro de Centro América y República Dominicana en Agua y Saneamiento (FOCARD-APS) que impulsa el desarrollo de estrategias y políticas a nivel regional que fortalecen la coordinación, intercambio de conocimientos y otras acciones sectoriales.

A nivel de los países han existido y existen varias organizaciones que trabajan en el sector APS como redes en donde se visualizan las acciones de consulta, intercambio de información, colaboración y coordinación. Algunas de las redes de carácter local están conectadas a redes regionales y/o nacionales, conformando una estructura que facilita el intercambio de actores de los diferentes niveles geográficos y jerarquía institucional, lo que facilita el fortalecimiento

de estrategias y desarrollo de capacidades sectoriales a nivel nacional.

En el caso de Honduras, con una gran tradición de asociatividad en el sector WASH, se observa la creación de redes de prestadores de servicios a nivel rural (Juntas Administradoras) como una estrategia de apoyo a la sostenibilidad impulsada por ONG que trabajaron en la década de los 80's en programas de Agua y Saneamiento financiados por USAID, como ser los Consejos Regionales de Juntas de San Lorenzo, Pespire y La Esperanza y otras que evolucionaron a facilitar procesos más amplios de desarrollo comunitario como AHJASA, COCEPRADIL y COCEPRADII. A partir de los 90's surgieron los modelos de asociaciones de juntas en función de las microcuencas abastecedoras de agua para sus sistemas, entre ellas la ASOMAINCUPACO, así como aquellas en función de su gobierno territorial que dieron paso al surgimiento de las Asociaciones de Juntas Administradoras de Agua del Municipio (AJAAM). Basados en la experiencia positiva de las diferentes redes asociaciones de Juntas prestadoras de servicios de agua potable en las zonas rurales, un grupo de empresas prestadoras de servicios en zonas urbanas crearon en el 2013 la Asociación Hondureña de Prestadores de Servicios de Agua y Saneamiento (AHPASAS).

<https://blogs.iadb.org/>



A nivel nacional surge el grupo Colaborativo de Agua y Saneamiento liderado por la Secretaría de Salud y apoyado por UNICEF en 1990, el cual posteriormente se convierte en una red independiente del Gobierno bajo el nombre de Red de Agua y Saneamiento de Honduras (RASHON). UNICEF también impulsó la creación de la Red Regional de Agua y Saneamiento de Centroamérica (RRASCA) y las redes nacionales socias en Guatemala, El Salvador y Nicaragua (RASGUA, RASES y RASNIC) que fueron fortalecidas con el apoyo dado por la COSUDE, el Banco Mundial, el BID, y otros. Cuando fue creado el Foro Centroamericano y República Dominicana de Agua y Saneamiento (FOCARD-APS) como parte del Sistema de Integración Centroamericana (SICA) se incluyó a la RRASCA como un miembro observador, y sus delegados en cada país impulsan a nivel local la asociatividad como estrategia clave para el fortalecimiento del funcionamiento y resultados del sector WASH. Como un mecanismo de coordinación de la respuesta a los daños de los desastres naturales, UNICEF apoyó la organización de Mesas de Emergencias de Agua y Saneamiento conformadas por organizaciones miembros de la red de respuesta humanitaria, evolucionando a lo que actualmente se conoce como Clusters WASH a nivel de país.



En el 2013 surge en Honduras el movimiento Para Todos Por Siempre (PTPS) como una red impulsora del acceso universal, calidad y sostenibilidad de los servicios de agua potable y saneamiento en el marco del cumplimiento de ese derecho humano. Ante el cierre de la RASHON, el PTPS se ha convertido en la plataforma nacional de fortalecimiento del sector WASH e impulsor del enfoque sistémico, por medio

del cual facilita la coordinación de acciones de otras redes como la SWA, Agenda para el Cambio, y mantiene comunicación y colaboración con GWP, AIDIS y el clúster WASH que impulsa UNICEF. El PTPS a través de sus miembros apoya la asociatividad no solo a nivel nacional e internacional, sino también a nivel regional y municipal ya que se impulsa la creación y fortalecimiento de asociaciones de juntas administradoras

y de Comisiones Municipales e Intermunicipales de Agua Potable y Saneamiento (COMAS y CIMAPS) y promueve el involucramiento de las mancomunidades de municipios (otro sistema asociativo) como un ente facilitador de planificación, monitoreo y asistencia técnica en el sector WASH.

Como parte del proceso de fortalecimiento de las asociaciones de Juntas, el PTPS realizó en Honduras en 2017 y 2019 encuentros nacionales de dichas asociaciones, en donde se evaluaron sus restos y oportunidades para planificar acciones que mejoraran su funcionamiento y resultados. En el encuentro del 2019 se aprovechó para hacer elecciones democráticas del representante propietario y suplente ante el Consejo Nacional de Agua Potable y Saneamiento (CONASA). Aunque no existe un registro oficial de cuantas asociaciones de Juntas existen en el país, se cree que existen más de 50, tanto a nivel regional como municipal o de microcuencas, no existiendo una federación nacional de las mismas.

## **2. La Contribución de las Redes Organizativas de WASH**

La mayor contribución de las redes organizativas de agua potable, saneamiento e higiene es crear y fortalecer las capacidades de las personas para ser actores de su propio desarrollo, coordinando esfuerzos en forma colectiva para mejorar las condiciones de vida de la población. Sin embargo, debemos describir los diferentes mecanismos y formas de contribución de las redes a los diferentes aspectos que mejoran en forma directa o indirecta, no solo las condiciones de acceso a los servicios de agua potable y saneamiento, sino a las otras implicaciones que ese acceso tiene en el desarrollo de la población. A continuación veremos en una forma más amplia las principales contribuciones de las redes

### **a). Las Redes como mecanismos de coordinación y de consulta**

Probablemente el principal valor agregado de las redes del sector WASH es el de llenar la necesidad de contar con un mecanismo participativo abierto para canalizar la experiencia de los practicantes y las demandas de la sociedad civil a las autoridades gubernamentales. De igual forma las redes, al ser espacios de diálogo y consulta, facilitan la comunicación y coordinación entre los actores en los diferentes niveles (local, municipal, regional, nacional e internacional), entre los diferentes actores (Gobierno, Sociedad Civil y Cooperantes) y entre los diferentes sectores de la sociedad (salud, educación, ambiente, agricultura, derechos humanos). La coordinación evita duplicidad de esfuerzos, mejor distribución y uso de los recursos, aprovechamiento de la economía de escala que reduce costos de inversión y la colaboración entre miembros que crea una fuerza conjunta que permite alcanzar las metas con mayor facilidad y prontitud.

### **b). Las Redes como impulsadoras de la Gobernabilidad, Democracia, y Paz**

Las redes impulsan la gobernabilidad y propician espacios en pro de la democracia y paz, ya que se da la apertura de canales para el diálogo del Gobierno con la sociedad civil y los usuarios de los servicios, los cuales generalmente no participan en debates públicos de política. La consulta crea compromiso con las reformas sectoriales, leyes y planes de desarrollo nacional, facilitando su adopción a los diferentes niveles, así como el diseño de políticas y estrategias más acordes a la realidad local que motivan a una mayor participación de la población en sus procesos de desarrollo y un ambiente propicio para la resolución de conflictos en forma pacífica y con integración de principios de solidaridad y respeto a los derechos humanos.



Las redes organizativas apoyan y promueven la aplicación de los principios que fortalecen la gobernabilidad, como la participación ciudadana, no discriminación, eficacia, transparencia y rendición de cuentas los cuales, al aplicarlos a los programas y procesos sectoriales, permiten que los ciudadanos adapten y los usen en otros sectores del desarrollo comunitario. Por ser las redes organizativas espacios amplios de participación ciudadana, en los que se promueve la colaboración horizontal y la toma de decisiones en forma democrática y con igualdad de derechos a la expresión de opiniones y de confrontación de intereses; propician un ambiente favorable para el diálogo y la negociación.

### c). Las Redes como plataformas de incidencia política

La mayoría de las redes a los diferentes niveles, tienen a la incidencia política como una de sus principales líneas estratégicas de acción, a través de la cual tratan de influenciar al Gobierno municipal o Nacional en el diseño de políticas y estrategias adecuadas y realistas que permitan mejorar las condiciones de agua potable y saneamiento en el país. De igual forma, las redes expresan opiniones colectivas en forma pública sobre temas relevantes, especialmente aquellos que tienden a afectar las condiciones de la población como contaminación de fuentes de agua, emisión de leyes y aplicación de procesos que afectan la dinámica y resultados del sector WASH; influenciando al Gobierno a la toma de mejores decisiones y a actuar en pro del bien común. La descentralización que es un elemento clave de la modernización sectorial es apoyada y facilitada por las redes, ya que éstas transfieren capacidades e información y promueven las sinergias para que los actores a nivel comunitario y municipal asuman y ejecuten sus roles y responsabilidades transferidos desde el gobierno central.

### d). Las Redes como generadoras de capacidades

La gestión del conocimiento e información es una línea estratégica clave en las redes, ya que obtener e intercambiar información y agregar o fortalecer sus conocimientos son una de las mayores razones por las que las personas e instituciones deciden integrarse a una red, sintiendo que estos mecanismos les proporcionan grandes beneficios al fortalecer sus capacidades técnicas y operativas que mejoran la eficiencia y eficacia de las acciones realizadas a nivel personal e institucional. La colectividad de las redes permite la gestión y administración del conocimiento entre el universo de actores del sector WASH, creando aprendizajes desde una reflexión individual y colectiva de las diversas experiencias, las mejores prácticas, la validación y adaptación de las nuevas tecnologías y metodologías usadas, y la investigación e innovación de nuevas formas de hacer las cosas.

<https://blogs.iadb.org/>





No cabe duda que las redes organizativas juegan un papel importante como canales para que la información sectorial sea levantada y actualizada y se integre en sistemas de información de apoyo a procesos de diagnóstico, planificación y monitoreo que mejoran la toma de decisiones e impulsan la transparencia. Además facilitan que la información fluya entre los diferentes niveles, de lo nacional a lo local y viceversa; y en algunos casos entre los niveles internacional y nacional, permitiendo que los actores sectoriales tengan mayores oportunidades del uso de la información para producir nuevos conocimientos, generar opiniones para hacer incidencia en las políticas públicas, y fortalecer las capacidades organizativas y operativas al facilitar la coordinación y colaboración y mejorar la toma de decisiones.

<https://learn.tearfund.org/>

### **e). Las Redes como promotoras de la Protección Ambiental, Gestión de Riesgos y la Resiliencia Climática**

Reflejando la creciente conciencia existente en todo el mundo, los servicios de agua potable y saneamiento están siendo vinculados cada vez más a la administración de los recursos naturales, colocando a la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) cerca de la cabeza de los planes nacionales de desarrollo, tal como lo expresa el Plan de Nación y Visión de País de Honduras en donde hay un enfoque de desarrollo basado en la administración de cuencas hidrográficas, por lo que las redes están priorizando la protección de las fuentes de agua en relación directa al nivel de la crisis por agua fresca existente en el país, relacionadas con las malas prácticas agrícolas, deforestación e inadecuado manejo del bosque y suelo, contaminación de las fuentes de agua por mala disposición de residuos sólidos, aguas residuales y residuos industriales y mineros; y los efectos del cambio climático.

Ante la alta vulnerabilidad de Honduras ante los desastres naturales y efectos climáticos, las redes organizativas del sector WASH implementan acciones de fortalecimiento de capacidades de sus miembros para la prevención y mitigación de desastres, y apoyan el desarrollo de instrumen-



tos de planificación, gestión, ejecución y monitoreo de acciones sectoriales con enfoque de gestión de riesgos y resiliencia climática. Además apoyan en el diagnóstico de daños causados por eventos climáticos a los sistemas de agua potable y saneamiento y la respuesta humanitaria y procesos de reconstrucción.

### **f). Las Redes promueven el Sector WASH y las inversiones**

Las redes organizativas están dando al sector WASH un perfil más alto y buscando mayores inversiones, ayudando así a crear un ambiente en el cual los interesados y las agencias internacionales sientan confianza en invertir. Las redes proveen coordinación, consenso y experiencia técnica a los Planes Nacionales y municipales del Sector APS y a programas de inversión individuales. La diversidad de los actores



que conforman las redes organizativas del sector APS, sus enfoques temáticos, áreas geográficas de intervención y relaciones con otras organizaciones y redes, crean oportunidades de identificación, obtención y canalización de diferentes tipos de financiamiento y de diferentes fuentes; incrementando las oportunidades de inversión para las acciones y proyectos del sector. Considerando los limitados recursos económicos del país y el poco financiamiento del Gobierno al sector WASH, las redes juegan un papel importante de canalización de recursos complementarios provenientes del sector privado y organismos internacionales; complementando los esfuerzos del Gobierno y la población y aumentando las inversiones.

### Las Redes contribuyen a la Sostenibilidad de los Servicios

La sostenibilidad de los servicios de agua potable y saneamiento en el área rural es y ha sido un tema central de debate y una condición para la implementación de los proyectos en el sector; siendo hoy un concepto clave e ineludible en los proyectos o programas orientados hacia ese tipo de comunidades. Es bajo esa preocupación que surgieron las primeras asociaciones o redes de Juntas Administradoras en Hon-

duras y las cuales continúan funcionando bajo el principio de fortalecer las capacidades y el manejo de recursos para mejorar la calidad y sostenibilidad de la prestación de los servicios. Bajo ese mismo argumento, el movimiento PTPS promueve en Honduras el concepto del ciclo de servicio en lugar del ciclo de proyecto, así como el enfoque de sistema, de tal forma que la planificación y ejecución de acciones no se ejecuten con un enfoque temporal y durante la construcción de los sistemas de agua potable y saneamiento, sino que se consideren las acciones de operación y mantenimiento que garanticen la sostenibilidad de los servicios prestados por la infraestructura construida.

Las asociaciones de prestadores de servicios urbanos y rurales constantemente ejecutan acciones de fortalecimiento de capacidades de sus miembros, promueven intercambios y apoyo mutuo para la resolución de sus problemas técnicos y administrativos y conjuntan esfuerzos para impulsar proyectos de financiamiento o de incidencia en las políticas públicas que les permita actuar en un ambiente legal e institucional adecuado para lograr la mejora y sostenibilidad de la prestación del servicio de agua potable y saneamiento en sus comunidades.

<https://www.unicef.org/nicaragua/comunicados-prensa>



# 30 AÑOS EN LA BÚSQUEDA DE AGUA POTABLE EN NICARAGUA



**E**ste año cumplimos 30 años de fundada formalmente la Red de Abastecimiento de Agua Rural (RWSN). Desde comienzos muy técnicos como grupo de expertos (en su mayoría hombres), Handpump Technology Network, hemos evolucionado hasta convertirnos en una red diversa y vibrante de más de 13 000 personas y 100 organizaciones que trabajan en una amplia gama de temas. En el camino, nos hemos ganado una reputación de imparcialidad y nos hemos convertido en un convocante mundial en el sector del agua rural.

RWSN no sería lo que es hoy sin las contribuciones y los esfuerzos incansables de muchos de nuestros miembros, organizaciones y personas. Como parte de la celebración del 30 aniversario de RWSN, estamos publicando una serie de blogs en [rwsn.blog](http://rwsn.blog), invitando a nuestros amigos y expertos en el sector a compartir sus pensamientos y experiencias en el sector del agua rural.



*Esta es una publicación de blog del miembro de*  
**RWSN**

**Joshua Briemberg**  
*con sede en Nicaragua.*

Mi carrera en el sector de agua y saneamiento comenzó en 1993, poco después del nacimiento de RWSN. Fue una elección deliberada para mí después de un breve período en la industria petrolera del Reino Unido que siguió a mi vida y trabajo durante cuatro meses entre 1991 y 1992 en la zona rural de Nicaragua para construir una escuela de dos habitaciones. Durante este tiempo, la diarrea estaba a menudo a la orden del día y de la noche para mí en una rudimentaria letrina de pozo. Todavía recuerdo mirar las hojas gigantes de plátano que se agitaban a la luz de la luna para encontrar una sensación de paz en cierta agonía. En ese momento, mientras estaba en la universidad en Canadá, tuve dificultades para concentrarme entre estudios de ingeniería química con una clase sobre tratamiento de agua que me llamó la atención y estudios de humanidades, intrigado por la discusión sobre los derechos del agua y las Primeras Naciones de Canadá .

Después de terminar mis estudios de ingeniería en 1992, mi verdadera vocación siguió eludiéndome y me mudé al Reino Unido. Mientras estuve en Londres, primero como mensajero en bicicleta y luego como ingeniero de salud y seguridad para la construcción de una plataforma petrolera de 11 mil millones de dólares en el Mar del Norte, la librería Intermediate Technology (que luego se convirtió en Practical Action ) se convirtió en mi destino favorito y la publicación mensual. Waterlines fue una inspiración temprana, ya que planeaba regresar a Nicaragua para hacer algo, cualquier cosa relacionada con el agua. También recuerdo llevar algún que otro paquete como mensajero a una pequeña oficina de WaterAid en un edificio cerca de Green Park. Veinte años después, todavía viviendo en Nicaragua, me pidieron que diseñara y luego dirigiera el primer programa nacional de WaterAid en América Latina.

En algún momento, dejé de lado cualquier idea de seguir una formación formal adicional en los pasillos de institutos de renombre como WEDC en la Universidad de Loughborough, donde una vez me reuní con John Pickford , o IHE en Delft, donde también hice un breve visita. El campo se convertiría en mi salón de clases.

Mi viaje en el mundo del agua y el saneamiento en 1993 comenzó realmente al realizar un estudio de la presencia de pesticidas en los suministros de agua subterránea de las ciudades del histórico cinturón algodónero de Nicaragua de los años 1970. De allí pasé a realizar un par de trabajos en lo que se suponía que sería mi campo como ingeniero químico: planes maestros de alcantarillado para Managua y tratamiento de aguas residuales mientras estuve brevemente en Canadá.





*Foto de : Agua Para la Vida Graduating Class*

Pero fue entonces, mientras me encontraba dirigiendo el primer ciclo de un programa para capacitar a ingenieros de aldeas para diseñar y construir pequeños sistemas rurales de suministro de agua impulsados por gravedad, alimentados por manantiales en las montañas del centro-norte, que realmente encontré mi vocación: abastecimiento de agua rural. En poco más de 30 años, esta operación – Agua para la Vida – ha trabajado con pequeñas comunidades rurales montañosas para establecer más de 100 sistemas de suministro de agua utilizando herramientas de diseño de última generación para optimizar el rendimiento y el costo. Los sistemas de suministro de agua por gravedad alimentados por manantiales de montaña bien diseñados son sorprendentemente duraderos y tienen costos operativos altamente manejables; el principal desafío es la protección del área de recarga de la cuenca y asegurar la cohesión comunitaria y una gestión efectiva.

Cautivado por la alegría de abrir el grifo y tener agua limpia brotando después de

meses de sudor y trabajo, me impulsó a seguir buscando un vaso de agua limpia en todas partes.

Una cosa que descubrí durante estos años fue que, si bien nos diseñamos para el crecimiento, las comunidades a menudo se redujeron de tamaño debido a la migración en busca de mayores oportunidades económicas en otros lugares.

Aproveché las habilidades aprendidas con comunidades devastadas por la guerra en la frontera agrícola para trabajar con comunidades indígenas miskitu y mayangna para llevar agua limpia de montaña a las personas a lo largo de un sistema de ríos en las profundidades más lejanas de una de las dos reservas de biosfera en Nicaragua. El suministro de agua corriente alimentada por gravedad siguió siendo mi opción predeterminada hasta que se acabaron los manantiales.

En mi primera misión de reconocimiento en 1997 al pueblo de Raiti en el río Coco (Wangki) que separa Honduras de Nicara-

gua, me acompañó un hidrogeólogo estadounidense que no hablaba ni español ni el idioma local miskitu. Durante la conversación con líderes comunitarios sobre la existencia de posibles fuentes de manantiales, un líder comunitario me dijo que la fuente potencial estaba a unos 15 minutos de distancia, mientras que otro dijo que estaba más bien a un día de distancia. ¡No hace falta decir que mi hidrogeólogo decidió quedarse y nos tomó cerca de 6 horas llegar al lugar que los aldeanos pensaban que era una fuente viable!

Lamentablemente, como casi todas las fuentes de agua superficial en la región oriental o caribeña de Nicaragua, estaba ubicada a elevaciones más bajas que la comunidad, que era la forma en que las comunidades se protegerían contra el riesgo de inundaciones. Y así comenzaron mis primeras experiencias con la excavación y perforación de pozos con lo que ya se había convertido en un estándar nicaragüense: la bomba de mecate .

### *Transporte de tuberías en el Río Coco (2000-2003)*



No fue hasta principios de la década de 2000, y con una década de experiencia empírica en el campo, que comencé a entrar en contacto con redes como RWSN , que se convirtieron en referencias esporádicas pero importantes combinadas con otras luces de inspiración que encontré en los raros oportunidades cuando salí de comunidades remotas por senderos, caminos de tierra y ríos.

A través de estos contactos, me inspiré para agregar nuevas herramientas a mi caja de herramientas en la búsqueda continua de agua potable. La recolección de agua de lluvia y el tratamiento o filtros en el punto de uso se convirtieron en aspectos importantes de mi búsqueda para llegar verdaderamente a la última milla, al mismo tiempo que experimentaba con bombas de ariete hidráulico a lo largo del



camino. Además de las tecnologías en sí, enfoques como el Marco de Aplicabilidad Tecnológica (TAF), la aceleración del autoabastecimiento y el fortalecimiento de los sistemas se han convertido en herramientas esenciales en los últimos diez años de mi trayectoria.

Además de RWSN, con el que no me encontré formalmente hasta 2011, cuando asistí al 6° Foro Internacional de RWSN en Kampala, Uganda, también encontré inspiración en la red HWTS, la Alianza Internacional para la Captación de Agua de Lluvia (IRHA), el Grupo SMART Center, SuSanA, Agenda para el Cambio y otros. A nivel local, las Redes WASH de Nicaragua y Centroamérica (RASNIC y RRAS-CA respectivamente) representaron esfuerzos para llevar la colaboración a los niveles regional, nacional y local.

De estos contactos surgieron no sólo referencias técnicas clave, sino también una mayor comprensión de la importancia del contexto en la aplicabilidad de una solución, la complejidad de la sostenibilidad, la importancia de los enfoques basados en la demanda acompañados de sistemas que no son necesariamente exclusivos del público, pero incluyen el papel del sector privado local, el emprendimiento, las alianzas y la aceleración de modelos de autoabastecimiento de prestación de servicios.

Todavía existe una tensión considerable entre estos dos enfoques del abastecimiento de agua –el fortalecimiento de los sistemas y la aceleración de los modelos de autoabastecimiento–, aunque considero que el segundo es complementario y parte del primero, y a pesar de que en saneamiento las soluciones individuales y familiares siguen siendo las estándar para la población de las zonas rurales.

No hace falta decir que pasé de mis inicios en sistemas impulsados por gravedad alimentados por resorte a pozos poco profundos y profundos, perforación manual y mecánica, bombas manuales y bombas impulsadas por energía renovable, captación de agua de lluvia en tejados y tratamiento y almacenamiento de agua en el hogar. También me aventuré en el concepto de resiliencia y en los conceptos tanto de usos múltiples como de fuentes múltiples o sistemas híbridos, estos últimos aún menos considerados.

*Formación a instaladores del sistema RWH Wawa Boom (2021)*



No debe pasar desapercibido que mi búsqueda de agua potable en Nicaragua se ha visto confrontada y marcada en el camino por un número cada vez mayor de huracanes: Mitch en 1998 que me llevó al río Coco para construir sistemas de abastecimiento de agua donde antes no los había. donde las comunidades a lo largo del río habían sido completamente arrasadas. En 2007, Félix dejó una franja de destrucción en la costa noreste del Caribe. Y más recientemente, Eta e Iota, consecutivamente, en noviembre de 2020, acabaron con los más de 250 sistemas de captación de agua de lluvia en tejados con tanques de ferrocemento de 4.000 litros que habían sido construidos uno por uno durante cinco años por hombres y mujeres de la comunidad de Bar Wawa.



En este viaje, también encontré algunas contribuciones significativas al abastecimiento de agua rural incubadas en Nicaragua en el espíritu de su famoso poeta de letras españolas modernas Rubén Darío : Si la Patria es pequeña, uno grande la sueña. (Si la patria es pequeña, uno sueña con que sea grande.) Estas incluyen la bomba de mecate (conocida en Nicaragua como bomba de mecate ), el filtro de vasija de barro (Filtron) y un clorador en línea hecho a mano (originalmente conocido como CTI-8).

Fueron el tratamiento y almacenamiento de agua en el hogar, y Ron Rivera de Potters for Peace quienes me iniciaron en el camino hacia el concepto de autoabastecimiento y enfoques basados en el mercado. Este concepto me ha terminado

costando dos veces mi trabajo en organizaciones "sin fines de lucro" que no están dispuestas a socavar su modelo de caridad y su dependencia de un estado permanente de "filantropía humanitaria".

Ahora que el viaje de mi vida llega a su recta final, mi atención se centra en reunir, tanto física como virtualmente, todas estas grandes iniciativas y otras nuevas a medida que surgen, dentro de un marco basado en el contexto y la construcción colectiva de modelos apropiados de prestación de servicios. Mi vehículo desde 2017 es el Nicaragua SMART Center : Conectando, asistiendo, acelerando. El Centro SMART se inspiró en 2015 en Henk Holtslag , a quien conocí por primera vez en el Foro RWSN en Kampala en 2011.

*El Centro SMART en Nicaragua*



A principios de este año, RWSN publicó una versión concisa de mi evaluación rápida del impacto a largo plazo del enfoque SMART: El caso de la bomba de mecate en Nicaragua, una mirada retrospectiva a 40 años de desarrollo como una historia exitosa de autoabastecimiento acelerado . Sólo me queda esperar que el faro de la Red de Abastecimiento de Agua Rural siga iluminando el camino otros 30 años más para poder aportar unos cuantos granos de arena más.

### Sobre el Autor:

Joshua ha trabajado como profesional en el sector rural de WASH durante más de 30 años, casi exclusivamente en Nicaragua, Centroamérica, con la excepción de un período de 3 años cuando dirigió el desarrollo de un programa en Colombia. Su trabajo lo ha llevado desde breves períodos en el sector público y en una firma privada de consultoría de ingeniería, hasta organizaciones no gubernamentales pequeñas e internacionalmente reconocidas y agencias de ayuda bilateral. Es el director fundador del Centro de Tecnologías SMART de Agua, Saneamiento e Higiene de Nicaragua , una empresa social que reúne a los sectores público y privado, instituciones de microfinanzas y el mundo académico para promover enfoques SMART, incluida la autogestión. suministro para llegar a la última milla. Recientemente fue coautor de una nota de campo de RWSN en la que se hace un balance de los 40 años de historia de la bomba de mecate en Nicaragua .



Foto: ONU Mujeres/Narendra Shrestha

# AGUA Y SALUD



**LOS ESFUERZOS FINANCIEROS REALIZADOS NO ESTÁN A LA ALTURA DE LAS MUERTES CAUSADAS POR EL AGUA INSALUBRE**

## **EL AGUA POTABLE INSALUBRE ES UNA DE LAS PRINCIPALES CAUSAS DE MUERTE EN EL MUNDO**

Aunque el agua es una fuente natural de vida, el agua no potable es la principal causa de muerte en el mundo, matando a 5 millones de personas cada año, la mayoría niños. La lucha contra las enfermedades relacionadas con el agua sigue siendo un reto importante en algunos países en los que el agua es portadora de un gran número de enfermedades debido a la inexistencia o las deficiencias de los sistemas de saneamiento y a los problemas de abastecimiento de agua potable. La mala calidad del agua y la falta de instalaciones de saneamiento repercuten negativamente no sólo en la salud, sino también en la seguridad alimentaria y las oportunidades educativas de las familias pobres de todo el mundo.

<https://www.think-tank-resources.com/es/thematiques/acces-a-leau/eau-et-sante/>

## **CUÁLES SON LAS NORMAS DE CALIDAD DEL AGUA EN LOS LLAMADOS PAÍSES EN DESARROLLO?**

En Francia, el agua distribuida debe cumplir 54 criterios bacteriológicos o fisicoquímicos para ser declarada apta para el consumo. ¿Deben aplicarse las mismas normas de potabilidad en todo el mundo? ¿O podemos conformarnos con normas menos estrictas? ¿No se corre el riesgo de que el aumento de las normas en los países llamados desarrollados acentúe la brecha con los países en desarrollo, donde la norma de potabilidad se aleja cada vez más?

El agua está en el centro de la cuestión de la salud pública en estos países. (Re) Fuentes ha puesto de relieve la importancia de revisar las normas de calidad del agua elaboradas por la Organización Mundial de la Salud para los países que no son capaces

de cumplirlas, y que suponen un bloqueo para las autoridades locales, que intentan a toda costa cumplirlas sin conseguirlo. Como dice Guy Carcassonne, hay que encontrar un óptimo que tenga en cuenta el nivel aceptable de calidad del agua, el número de personas beneficiarias y los recursos del país.

### **EL AGUA SANA, OBJETIVO FINAL DE LA NUEVA AGENDA 2015-2030**

Según Gérard Payen, asesor del Secretario General de las Naciones Unidas sobre agua y saneamiento y miembro de (Re)sources: "Hubo un gran malentendido sobre el indicador de los Objetivos del Milenio, que medía el número de personas que utilizaban una fuente de agua protegida de la contaminación animal, sin saber si el agua era potable o no. Todo el mundo asumió que se estaba midiendo el acceso al agua potable porque ese era el objetivo. Por eso la magnitud del problema del acceso al agua es hoy mucho mayor de lo que nunca se ha afirmado: probablemente entre 3.000 y 4.000 millones de personas no tienen acceso al agua potable.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible se fijan ahora como meta el acceso de todos al agua no contaminada disponible regularmente, en lugar del acceso a fuentes no utilizadas por los animales. El objetivo es también reducir a la mitad el flujo de aguas residuales no tratadas, lo que implica nuevas instalaciones para tratar el 40% de los flujos mundiales actuales. Desde este punto de vista, el objetivo 6 de los ODS es un gran paso adelante en términos de acceso al agua potable.

### **Hitos**

\* Los pobres pagan hasta 10 veces el precio regulado por el agua, que a menudo es de calidad mediocre.

\* El agua insalubre mata cada año a 5 millones de personas, entre ellas 1,8 millones de niños.

\* A escala internacional, la diarrea mata a más personas que la tuberculosis o la malaria.

\* Las enfermedades infecciosas transmitidas por el agua causan hasta 3,2 millones de muertes al año, lo que representa alrededor del 6% de los fallecimientos en todo el mundo.

\* La falta de acceso al agua potable tiene un impacto financiero de 1.600 millones de dólares al año en los sistemas sanitarios de los países en desarrollo.

\* Sólo la reducción de la diarrea representaría una ganancia de 3,2 millones de jornadas laborales para el grupo de edad de 15 a 59 años.

\* Los costes de la falta de acceso al agua y al saneamiento ascienden a 170.000 millones de dólares, es decir, el 2,6% del PIB de los llamados países en desarrollo.

\* Los programas representan menos del 5% de la ayuda internacional al desarrollo, cuando se necesita más del doble.



# AGUA



• EN CONSTRUCCIÓN •