

SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA: ABASTECIMIENTO DE AGUA EN ZONAS RURALES DEL MEDIO ATRATO-CHOCÓ

SOLUTIONS BASED ON NATURE: WATER SUPPLY IN RURALES ZONES OF THE MIDDLE ATRATO-CHOCÓ

Diana María Castro Valencia¹, Yefer Asprilla Lara² y José A. Lizcano Caro³

Fecha de Recepción: 13/03/2023

Fecha de aprobación: 02/06/2023

Resumen

El abastecimiento de agua en zonas urbanas como rurales, es uno de los desafíos que tienen los países a nivel global debido al crecimiento poblacional, la sobreexplotación de las fuentes hídricas, el cambio climático entre otros; en este sentido, las soluciones basadas en naturaleza son alternativas que proporcionan beneficios sociales, económicos y ambientales a una población, en especial a las de bajos ingresos. Las comunidades ribereñas del medio Atrato en el Chocó no cuentan con sistemas de acueducto que les garanticen continuidad y calidad en el suministro de agua potable. Este artículo analiza las alternativas utilizadas para acceder al valioso líquido las cuales están sustentadas en la naturaleza en la

¹ Administradora Ambiental. Magister en Gestión Ambiental y Desarrollo Sustentable. Docente de cátedra Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo: dmcastrov@udistrital.edu.co

² Ingeniero Civil, Magister en ingeniería e Investigador grupo Servipúblicos, profesor asociado Universidad Distrital Francisco José de Caldas, correo: yasprillal@udistrital.edu.co

³ Ingeniero Catastral y Geodesta, Magíster en Planeación Urbana y Regional, Doctor en Ingeniería y Profesor Titular de planta de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo: jalizcanoc@udistrital.edu.co

obtención del agua para el consumo. Metodológicamente se acudió a la revisión documental, inspección visual in situ y observación participante; los resultados dan cuenta de las soluciones prácticas aplicadas y de bajo costo en el abastecimiento de agua, usando los recursos naturales del entorno donde se encuentran asentadas estas poblaciones.

Abstract

The water supply in urban and rural areas is one of the challenges that countries face globally due to population growth, overexploitation of water sources, climate change, among others; In this sense, nature based solutions are alternatives that provide social, economic, and environmental benefits to a population, especially low-income ones. The riverside communities of the middle Atrato in Chocó do not have aqueduct systems that guarantee continuity and quality in the supply of drinking water. This article analyze the alternatives used to access the valuable liquid which are supported by nature in obtaining water for consumption. Methodologically, the documentary review, visual inspection in situ and participant observation were used; The results show the practical and low-cost solutions applied in the water supply, using the natural resources of the environment where these populations are settled.

Palabras clave: Abastecimiento, agua lluvia, naturaleza, zona rural.

Keywords. Supplying, water rain, nature, rural zone.

1. INTRODUCCIÓN

La presente agenda global 2030 sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible, contempla el agua como eje estratégico para lograr los 17 objetivos; en este sentido, el objetivo 6 “Agua limpia y saneamiento” busca que todas las personas puedan tener acceso y disponibilidad del preciado líquido, así como su tratamiento y disposición final a las fuentes hídricas (Organización de Naciones Unidas-ONU, 2017). Según datos del Banco Mundial cerca de dos mil cien (2.100) millones de personas no tienen acceso a una fuente de agua segura para el consumo y más de cuatro mil quinientos (4.500) millones que carecen de saneamiento gestionado de manera segura para evitar los vertimientos directos (Banco Mundial, 2018). Si a lo anterior le sumamos los cerca de 3600 millones de personas en el mundo que viven en áreas con riesgo de sufrir escasez de agua al menos un mes al año, lograr el objetivo 6 de los ODS implicará un gran reto en alcanzarlo y requerirá de la movilización de miles de millones de dólares (UNESCO, 2018).

La problemática del acceso al agua se vio reflejada con la llegada de la pandemia de la Covid-19, donde para mitigar esta emergencia sanitaria que ha cobrado la vida de millones de personas a nivel global es indispensable contar con el preciado líquido. América Latina contiene el 30% de la reserva de agua dulce en el mundo lo cual equivale a 12,3 millones de kilómetros cúbicos; sin embargo, el 21 % de su población alrededor de 140 millones personas no tienen acceso agua potable y más de 400 millones de personas correspondiente al 60% de la población están sin saneamiento óptimo (BID, 2022; Bocco, 2022). En 2020 el 71% de la población mundial contaba con instalaciones básicas para el lavado de manos con jabón y agua en el hogar (OMS/UNICEF, 2021), dichas instalaciones cada día cobran importancia y se

vienen priorizado en la mayoría de países desde el brote de la pandemia, ya que es necesario lavarse las manos para reducir la transmisión del virus; así como, otras enfermedades relacionadas con servicios sanitarios (Brauer et al, 2020; Espinosa, 2021).

Con la puesta en marcha de los ODS, la Organización de Naciones Unidas (ONU, 2018), declara el decenio Internacional para la acción por el agua (2018-2028), aprobado el 22 de marzo del 2018 y denominado “Agua para el desarrollo sostenible”. En la siguiente década los problemas relacionados con los recursos hídricos estarán en los primeros lugares de las agendas de los gobiernos, de manera que se puedan trazar políticas públicas que permitan afrontar las problemáticas y desafíos que exacerbaban el acceso agua potable y saneamiento básico. Estos lineamientos plasmados en el decenio han servido para trazar nuevos enfoques y alternativas que permitan afrontar los retos que cada país tiene entorno a la compleja situación del valioso líquido; en este sentido, surgen opciones como las “soluciones basadas en la naturaleza” (SbN) como oportunidades que permiten aprovechar los procesos naturales que regulan diferentes elementos del ciclo del agua (UNESCO, 2018).

Las SbN permiten mejorar los procesos en la gestión integral del elemento agua para lograr la seguridad hídrica y garantizar el abastecimiento a las comunidades, lo que traerá beneficios colaterales esenciales en el marco de un desarrollo sostenible y el logro de las metas trazadas en la presente agenda global 2030, la cual busca alcanzar un futuro mejor para todos, con sociedades más justas, equitativas, incluyentes y sostenibles (UNESCO, 2018).

En Colombia existe una asimetría entre las zonas urbanas y rurales en cuanto al acceso a agua potable y saneamiento básico, según la Banca de Desarrollo Territorial-FINDETER en las zonas urbanas la cobertura llega 98 % en acueducto y 94% en alcantarillado, mientras que en las zonas rurales la cobertura

en acueducto es de 74 % y en alcantarillado llega al 73% (FINDETER, 2021). Estas cifras contrastan con las de la Superintendencia Servicios Públicos Domiciliarios-SSPD, la cual tiene en sus registros una cobertura nacional en áreas urbanas de 85% en acueducto y 81% de alcantarillado, mientras que en las zonas rurales a nivel nacional la cobertura solo llega al 37 % y en alcantarillado al 16 % (SSPD, 2021).

Lo anterior muestra el gran reto que tiene el país para reducir las brechas entre al campo y la ciudad en materia de agua potable y saneamiento básico. En este sentido, las soluciones basadas en la naturaleza (SbN), son alternativas que permitirían aprovechar los recursos naturales y su biodiversidad que tienen algunas zonas rurales para satisfacer sus necesidades en torno al acceso y abastecimiento de agua.

En el caso particular del departamento del chocó uno de los más ricos en biodiversidad de America Latina; la mayoría de su población no cuenta con sistemas de abastecimiento de agua potable y saneamiento básico o acceso a agua segura y permanente, lo que incide en una mejor salud, calidad de vida y bienestar de sus pobladores. Lo anterior, configura una paradoja debido a que este territorio cuenta con los índices más altos de precipitación y gran cantidad de fuentes hídricas de agua azul y verde en Colombia (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAN, 2022); pero las coberturas en las zonas urbanas (cabeceras municipales) en acueducto no supera el 50% y en alcantarillado solamente llega al 10 % situación que se hace más crítica en las zonas rurales donde solo el 38% de la población tiene acceso agua segura para el consumo humano (SSPD, 2021; DANE,2019; Mosquera, 2017).

Las estadísticas anteriores son muy desalentadoras y preocupantes cuando se comparan con el promedio nacional, evidenciándose el rezago que tiene el departamento del chocó en cuanto acceso agua potable y saneamiento básico, sumado al vertimiento de aguas residuales, mercurio y desechos orgánicos, a las

fuentes hídricas sin ningún tipo de tratamiento, lo cual genera problemas de morbilidad y mortalidad en especial a la población infantil por el uso de agua no apta para consumo humano.

Este artículo analiza las alternativas basadas en la naturaleza que tienen las poblaciones rurales ribereñas del medio Atrato chocoano para acceder al valioso líquido, ya que en algunos casos los sistemas convencionales de abastecimiento de agua (acueductos), no siempre son la solución más eficiente y eficaz para estas comunidades; debido a que las viviendas están dispersas, hay baja densidad poblacional, no habría economía de escala y el nivel de ingreso de sus pobladores no es muy alto que les permita costear el servicio, entre otros aspectos (Barde, 2017).

2. METODOLOGÍA

En el análisis del estudio se acudió metodológicamente a la revisión documental en bases de datos, informes de diferentes entidades gubernamentales del orden nacional e internacional, estudios realizados por investigadores y organizaciones no gubernamentales; así mismo se realizó observación participante e inspección visual in situ. Esta metodología cualitativa fue complementada con datos históricos de registros pluviométricos de la zona, con los cuales se pudo determinar el potencial o volumen de lluvia en metros cúbicos (m³) durante el año para abastecer de agua a las comunidades del medio Atrato, partiendo de una dotación neta de 140 litros/habitante*día. En el desarrollo del estudio se indagó sobre algunas características generales de la zona objeto de estudio, así como sus condiciones, climatológicas, hidrológicas y pluviométricas las cuales se describen a continuación.

2.1 Generalidades de la zona de estudio

El río Atrato tiene una longitud aproximada de 750 km desde su nacimiento en los farallones de Citará municipio del Carmen de Atrato-Chocó, hasta su desembocadura en el golfo de Urabá- mar Caribe, con un caudal medio anual de 2550 m³/s (IDEAM, 2022); es considerado uno de los ríos más caudalosos del mundo con relación a su longitud, gran parte de su recorrido lo hace por el departamento del Chocó limitando con el Antioquia. El régimen de su caudal muestra algunas variaciones durante el año, con sequías de enero a marzo y crecientes en el período de abril a diciembre; sin embargo, en los meses de julio-agosto presenta eventualmente niveles más bajos en su caudal.

Es de resaltar que este río es una de las principales arterias fluviales navegables de Colombia, sobre la cual se asienta la mayor población del departamento del Chocó; así mismo, hace parte de la región conocida como Chocó biogeográfico considerada una de las zonas más biodiversas del globo terráqueo y más lluviosas del mundo, con exuberante selva tropical y diversidad de flora y fauna.

Figura 1. Río Atrato



Fuente: www.colombia.unwomen.org

Las poblaciones objeto de estudio las comprenden alrededor de 33 corregimientos y veredas, en un área aproximada de 600 km², con una temperatura promedio de 28 grados centígrados y ubicadas aledaña al río Atrato, en su mayoría están a nivel de mar con una elevación que no supere los 50 msnm. En estas comunidades viven cerca de 40 mil habitantes, donde su principal economía es la pesca, la agricultura con productos como el arroz, plátano y maíz, otra de las actividades económicas es la explotación maderera a baja escala y minería artesanal.

Las viviendas de estas comunidades en su mayoría son hechas aprovechando los recursos naturales de la región como la madera, el bareque o guadua, zinc o paja en sus cubiertas, entre otros materiales, que les permiten construir las viviendas adaptadas a las condiciones climatológicas y pluviométricas de la zona; es de anotar, que la mayoría de las viviendas no cuentan con sistemas de acueducto y alcantarillado.

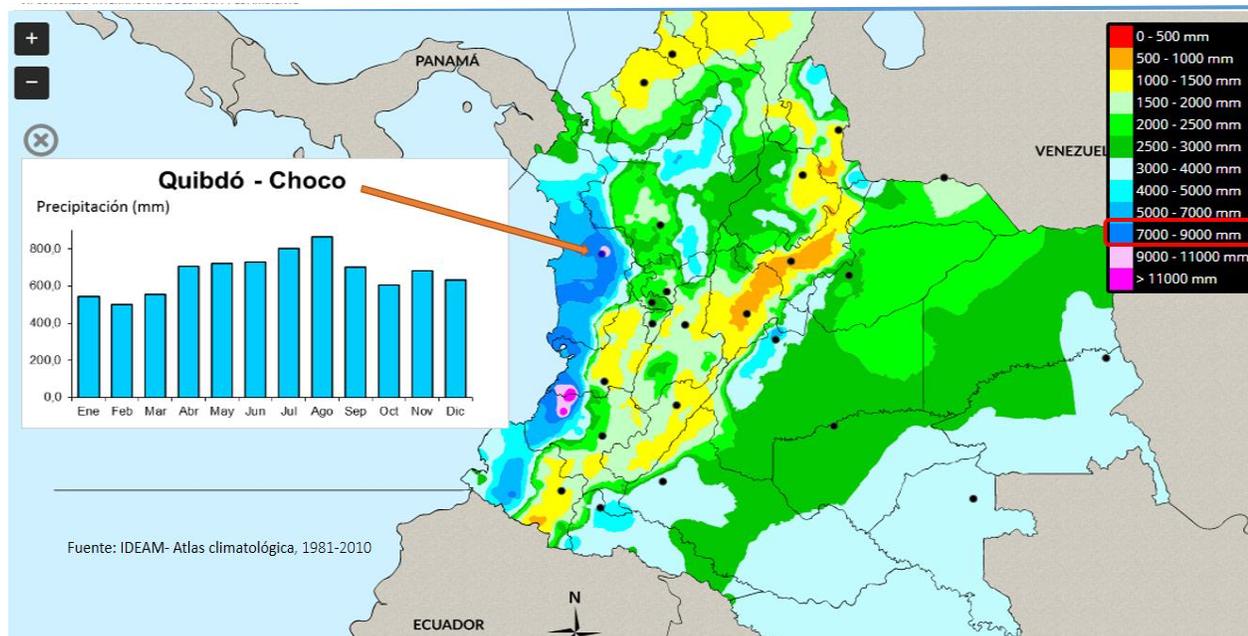
En este sentido, el abastecimiento de agua se hace a través del aprovechamiento de aguas lluvias con tanques o recipientes que permiten su almacenamiento por varios días.

2.2 Hidrología y pluviosidad

El chocó es una de las regiones del país con mayor riqueza hídrica, sus principales ríos son el Atrato, San Juan, Baudó y Truandó, a estos ríos confluyen otros, que constituyen un gran potencial para el desarrollo fluvial de la región, que permitiría la construcción de puertos para la comercialización e intercambio comercial de productos con los departamentos vecinos y el resto del país. Por su ubicación geográfica, según datos del IDEAM el chocó es una de las regiones más lluviosas de Colombia y del mundo alcanzando registros que oscilan entre los 9000 y 11000 milímetros de precipitación anual, lo que desafía

las condiciones de vida y desarrollo de sus pobladores (Romero, 2020). La zona del medio Atrato área de estudio, registra precipitaciones entre los 7000 y 9000 mm anuales.

Figura 2. Pluviometría zona del medio Atrato



Fuete: IDEAM- Atlas climatológica.

2.3 Infraestructura de abastecimiento

La infraestructura que estas comunidades han construido y adecuado en sus territorios, les permiten abastecerse del preciado líquido a través del aprovechamiento de la lluvia que cae a lo largo del año, la cual garantiza el abasto para atender sus necesidades de consumo. Esta infraestructura la conforman tanques de 500 y 1000 litros de capacidad, canaletas de zinc, PVC o guadua, angeo que sirve de filtro y en algunos casos se dispone de tuberías en PVC, hierro fundido y grifos.

Figuras 3 y 4. Infraestructura recolección de aguas lluvias.



Fuente: Elaboración propia

2.4 Determinación del volumen de agua lluvia

A partir de los registros pluviométricos del IDEAM, se obtuvieron los datos de pluviosidad promedio de la zona de estudio el cual corresponde a 7000 mm/año, a partir de ello y teniendo en cuenta según Helmreich (2009), que un milímetro de agua lluvia recolectada al año equivale a un litro de agua por metro cuadrado (ver Ecuación 1).

$$\frac{1mm}{año} = \frac{1litro}{m^2} \qquad \text{Ec. 1}$$

Al realizar la conversión de la pluviosidad de zona según la ecuación 1, tendremos 7000 litros/m² que equivalen a 7 m³/m².

De la inspección visual in situ, se puede establecer que las dimensiones en promedio de la mayoría de las viviendas son 8 metros de frente x 8 metros de fondo, obteniendo un área promedio del tejado de las viviendas de 64 m².

Figura 5. Comunidad de Tagachí-Chocó.



Fuente: Elaboración propia

En la zona de estudio según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística-DANE (2019) existen 3451 soluciones de vivienda y teniendo en cuenta el área de estas viviendas, se tendría la siguiente área: $64 \text{ m}^2 \times 3451 = 220.864 \text{ m}^2$

El potencial de agua lluvia en metros cúbicos (m³) que se recogería en la zona, se calcula con la siguiente fórmula:

$$V = A \times Pv \quad \text{Ec. 2}$$

Donde:

V = Potencial agua lluvia (m³)

A = Area cubierta de las viviendas (m²)

Pv = Pluviometría de la zona (m³/m²)

Remplazando en la ecuación 2 se obtiene el siguiente volumen, que sería el potencial de agua lluvia anual disponible para atender las necesidades de la población.

$$V = 220864m^2 \times \frac{7m^3}{m^2} = \mathbf{1.546.048 m^3}$$

Por otro lado, para determinar la demanda de agua requerida por los pobladores, se tiene en cuenta el promedio de habitantes por vivienda; según el DANE (2019) este valor es de 4,8 personas; así mismo, para determinar la dotación neta se tuvo en cuenta el clima de la zona y su ubicación con respecto al nivel del mar, el cual según el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2017) sería una dotación de 140 litros/habitante*día, que al convertirlo a metros cúbicos serán 0,140 m³/habitante*día, para poblaciones que estén por debajo de los 1000 m.s.n.m, elevación que tienen las poblaciones de clima cálido.

En este sentido, la demanda de agua para la población que habita la zona de estudio los cuales son alrededor de 16.565 habitantes, se calculó con la siguiente formula:

$$V = Pb \times D \quad \mathbf{Ec. 3}$$

Donde:

V = Demanda de agua en (m³/día)

Pb = Población (habitantes)

D: dotación neta (m³/habitante*día)

Al remplazar los datos en la ecuación 3 se obtiene el siguiente resultado

$$V = 16565 \text{ Habitantes} \times 0,140 \text{ m}^3/\text{Hanitantes} * \text{dia}$$

La demanda de agua o volumen diario de la población es de **2319,1 m³/día**, que al multiplicarla por los 365 días del año la demanda de agua sería de **846.471,5 m³/año**.

3. RESULTADOS

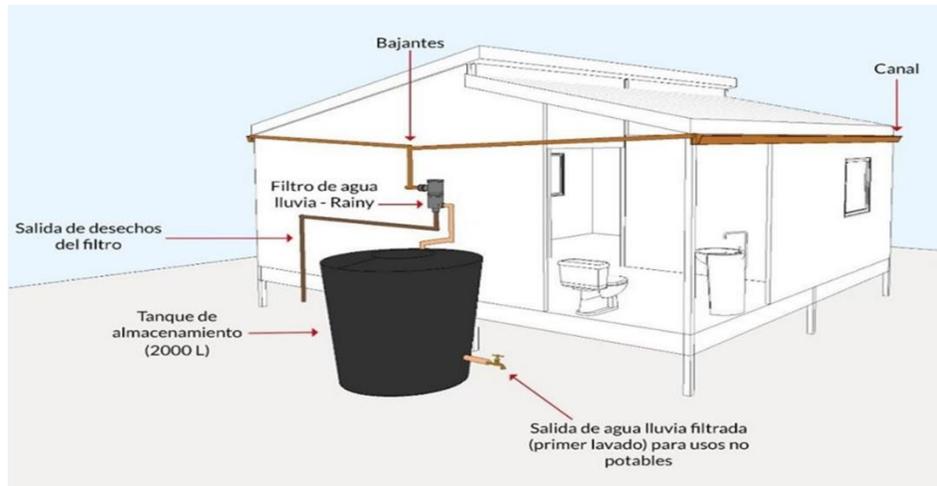
Al analizar los resultados de los cálculos se puede ver que la precipitación anual o volumen de agua lluvia disponible es superior al consumo o demanda que tiene la población. Lo que indica que el agua lluvia que cae tiene un potencial de abastecimiento de 1,82 veces la demanda que tiene la población.

En términos numéricos el excedente de agua lluvia sería de alrededor de 700 mil m³/año. Lo anterior permite establecer la utilización de aguas lluvias como solución basadas en la naturaleza, la cual sería una alternativa viable y de bajo costo, para satisfacer las necesidades de abastecimiento en la zona rural del medio Atrato del departamento del Chocó.

Alternativas de solución basadas en la naturaleza (SbN)

Las soluciones basadas en la naturaleza permiten aprovechar los recursos disponibles en el territorio y garantizar su sostenibilidad en el tiempo, de tal manera que su aprovechamiento garantice el bienestar para las futuras generaciones. En este sentido, estas comunidades pueden mejorar sus sistemas de abastecimiento de agua utilizando un diseño que permita una mayor eficiencia y eficacia en su proceso constructivo, el cual está compuesto por la canaleta, bajantes, filtros de agua lluvia, tanque de almacenamiento y la lleve de salida del agua lluvia para el consumo (Organización Panamericana de la Salud OPS, 2010).

Figura 6. Diseño sistema de aprovechamiento agua lluvia en zonas rurales.



Fuente: <https://vic.com.co/filtros-rainy/>

Por otro lado, para el sistema de bajantes y canaletas de recolección, se puede utilizar la guadua o bambú, un material resistente y durable en el tiempo (Figura 7 y 8).

Figura 7 y 8. Canaletas y bajantes en guadua o bambú



Fuente: <https://es.dreamstime.com> y <https://es.123rf.com/>

Otra de las alternativas que permiten almacenar el agua lluvia y mantenerla a temperaturas adecuadas y fresca debido a que su interior es termo-aislante, son las históricas vasijas utilizadas por nuestros ancestros llamadas “*Tinajas*”, recipientes hechos en barro cocido o arcilla de forma artesanal y que tienen una durabilidad en el tiempo siempre y cuando sean dispuestos en un lugar de la vivienda de manera adecuada que resista su peso; entre otros, elementos que se disponen en la naturaleza para el almacenamiento, tratamiento y aprovechamiento de las aguas lluvias.

4. CONCLUSIONES

Las comunidades rivereñas del medio Atrato, pueden aprovechar el potencial de agua lluvia que tiene esta zona rural del Chocó, implementando infraestructuras basadas en la naturaleza, para resolver los problemas de abastecimiento de agua sin tener que incurrir en grandes inversiones, mejorando de esta manera su calidad de vida.

Las soluciones basadas en la Naturaleza (SbN), contribuyen de manera significativa al logro de la presente agenda global 2030 en especial el objetivo 6 “Agua limpia y saneamiento”. Avanzar con el cumplimiento de este objetivo servirá de soporte para el logro otros que están estrechamente relacionados con el agua como la reducción de la pobreza, seguridad alimentaria para eliminar el hambre, mejorar la salud, tener un mejor bienestar en las ciudades, territorios rurales y comunidades sostenibles, entre otros.

Garantizar el abastecimiento de agua a través de SbN ayudan a la solución de otros desafíos sociales como la seguridad alimentaria, la salud humana, desarrollo económico, el fenómeno de migraciones que por falta de agua algunas comunidades abandonan sus territorios que ancestralmente han habitado.

El acceso al agua segura para el consumo humano incide de manera positiva en la adaptación y mitigación al cambio climático, ya que esto facilita y mejora el suministro del preciado líquido y garantiza la prestación de los servicios sanitarios; así mismo, permite una gestión integral del elemento agua y reducir el riesgo de las causas y consecuencias devastadoras que se han venido evidenciando por el calentamiento global.

Referencias bibliográficas

Banco Interamericano de Desarrollo-BID (2022). Servicios de agua y saneamiento en América Latina y el Caribe: un panorama de las fuentes de datos y las brechas de información.

<http://dx.doi.org/10.18235/0004190>

Banco Mundial (2018). Calendario del Agua. extraído del World Wide Web:

<http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2018/01/24/de-enero-a-diciembre-sin-agua>

Barde, J. A. (2017). What Determines Access to Piped Water in Rural Areas? Evidence from Small-Scale Supply Systems in Rural Brazil, *World Development*. Vol. 95 pág. 88-110.

Bocco, María J (2022, agosto). Semana Mundial del Agua: Foco en las Américas 2022. extraído del World Wide Web: <https://blogs.iadb.org/agua/es/semana-mundial-del-agua-2022/>

Brauer M, Zhao JT, Bennitt FB, Stanaway JD. 2020. Global access to handwashing: implications for COVID-19 control in low-income countries. *Environ Health Perspect* 128(5). <https://doi.org/10.1289/EHP7852>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística-DANE (2019). Resultados Censo Nacional de Población y Vivienda 2018. extraído del World Wide Web:

<https://www.dane.gov.co/files/censo2018/informacion-tecnica/presentaciones-territorio/190806-CNPV-presentacion-Choco.pdf>

Espinosa, C. (2021). Provisión de agua potable a las poblaciones sin acceso a redes durante la emergencia por COVID-19. Experiencias en Latinoamérica y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo-BID.

Helmreich, H. (2009). Opportunities in rainwater harvesting. *Desalination*, Vol. 248 (1-3):118-124.

Financiera del Desarrollo Territorial-FINDETER (2021). Informe sectorial: Agua potable y Saneamiento básico. Bogotá-Colombia. extraído del World Wide Web:

<https://repositorio.findeter.gov.co/bitstream/handle/123456789/9703/%284%29%20ESTUDIO%20SECTORIAL%20apysb%20.pdf?sequence=13&isAllowed=y>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-Ideam (2023). Estudio Nacional del Agua 2022. Ideam. Bogotá, Colombia. 464 pp. extraído del World Wide Web:

<http://www.ideam.gov.co/web/agua/estudio-nacional-del-agua>

Mosquera W. G., (2017). Abastecimiento de agua potable en comunidades rurales en el Chocó Biogeográfico. Aplicación de tecnologías no convencionales, Universidad Nacional de Colombia Facultad de Minas, Departamento de Geociencia y Medio Ambiente Medellín, Colombia. extraído del World Wide Web:

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/63097/1077432851.2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio (2017). Resolución 0330. “Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000” extraído del World Wide Web:

<https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/0330-2017.pdf>

Organización de Naciones Unidas (ONU, 2022). Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos. extraído del World Wide Web:

<https://www.unwater.org/publications/un-world-water-development-report-2022/>

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2018).

Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos:

Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua. Paris-Francia. extraído del World

Wide Web: <http://unesdoc.unesco.org/images/0026/002614/261494s.pdf>

Organización de Naciones Unidas (ONU, 2018). Decenio Internacional para la Acción «Agua para el Desarrollo Sostenible», 2018-2028. extraído del World Wide Web:

<http://www.un.org/es/events/waterdecade/>

Organización de Naciones Unidas- ONU. (2017). Objetivos de Desarrollo Sostenible. extraído del

World Wide Web: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>

- Organización Mundial de la Salud-OMS/UNICEF (2021). Informe del Programa Conjunto de Monitoreo Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000 – 2020. extraído del World Wide Web: <https://www.unicef.org/es/comunicados-prensa/miles-de-millones-de-personas-se-queadar%C3%A1n-sin-acceso-servicios-de-agua-potable>
- Organización Panamericana de la Salud OPS (2010). Tecnologías apropiadas para el suministro de agua en situaciones de emergencia. Colombia, 68p. extraído del World Wide Web: www.paho.org/col
- Romero, M. J. (2020). Retos y desafíos en la implementación de técnicas de manejo de sedimentos en embalses de Colombia. Bogotá D. C.: Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería civil y ambiental.
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios - SSPD (2021). Informe Nacional de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo 2020. Bogotá D. C. extraído del World Wide Web: https://www.superservicios.gov.co/sites/default/files/inline-files/informe_nacional_de_coberturas_de_los_servicios_publicos_aaa_2020