

**DISEÑO DE ALTERNATIVAS DE POTABILIZACION DE AGUA MEDIANTE
SISTEMAS DE SOLUCIONES CON BASE A LA NATURALEZA (sbn) EN EL
CORREGIMIENTO DE SEMPEGUA, CESAR**

AUTOR (ES):

LUIS MANUEL FRAGOZO PRENTT
LEINER DAMIAN NAVARRO FERNÁNDEZ

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR - CESAR
2025-1**

**DISEÑO DE ALTERNATIVAS DE POTABILIZACION DE AGUA MEDIANTE
SISTEMAS DE SOLUCIONES CON BASE A LA NATURALEZA (sbn) EN EL
CORREGIMIENTO DE SEMPEGUA, CESAR**

AUTOR (ES):

LUIS MANUEL FRAGOZO PRENTT
LEINER DAMIAN NAVARRO FERNÁNDEZ

DIRECTOR:

JOSE MAURICIO PEREZ

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR - CESAR
2025-1**

RESUMEN

Las alternativas de soluciones basadas en la naturaleza (SBN) ofrecen un enfoque innovador y sostenible para enfrentar los problemas de potabilización del agua que replican y aprovechan procesos naturales para mejorar la calidad del agua, restaurar ecosistemas y asegurar un suministro de agua seguro para el consumo humano, entre otros. Por medio del proyecto se diseñaron alternativas de potabilización de agua mediante sistemas de soluciones con base a la naturaleza (SbN) en el corregimiento de Sempegua, Cesar, ofreciendo alternativas que busquen garantizar el acceso a agua segura y limpia, esencial para la salud y el bienestar de sus habitantes. La ponderación ambiental determinó que las alternativas biofiltros, franjas vegetativas y bosques riparios son las más sostenibles ambientalmente con calificaciones superiores a 24/25. El análisis económico muestra que los bosques riparios son la alternativa más rentable, con un ROI del 80%, seguidos por las franjas vegetativas con un 20%, por ende, estas opciones no solo representan soluciones basadas en la naturaleza eficientes, sino que también generan beneficios económicos claros a largo plazo. La combinación de bosques riparios + biofiltro comunitario de arena representa una estrategia integral, viable y sostenible para el tratamiento de agua en Sempegua. Reduce la presión sobre las fuentes hídricas, mejora la calidad del agua cruda desde su origen y asegura potabilidad de forma accesible y participativa, siendo la opción más adecuada para comunidades rurales con recursos limitados y alta vulnerabilidad a la contaminación del agua.

Palabras claves: calidad del agua, soluciones basadas en la naturaleza, potabilización del agua.

ABSTRACT

Nature-based solutions (NBS) offer an innovative and sustainable approach to addressing water purification problems by replicating and leveraging natural processes to improve water quality, restore ecosystems, and ensure a safe water supply for human consumption, among other things. Through the project, water purification alternatives using nature-based solutions (NBS) systems were designed in the municipality of Sempegua, Cesar, offering alternatives that seek to guarantee access to safe, clean water, essential for the health and well-being of its inhabitants. Environmental weighting determined that biofilters, vegetative strips, and riparian forests were the most environmentally sustainable alternatives, with scores above 24/25. The economic analysis showed that riparian forests were the most profitable alternative, with an ROI of 80%, followed by vegetative strips at 20%. Therefore, these options not only represent efficient nature-based solutions but also generate clear long-term economic benefits. The combination of riparian forests and a community sand biofilter represents a comprehensive, viable, and sustainable strategy for water treatment in Sempegua. It reduces pressure on water sources, improves raw water quality from its source, and ensures safe drinking water in an accessible and participatory manner. It is the most appropriate option for rural communities with limited resources and high vulnerability to water pollution. Keywords: water quality, nature-based solutions, water purification.

Tabla de contenido

DEDICATORIA	3
RESUMEN	5
ABSTRACT	6
INTRODUCCIÓN	9
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
2. JUSTIFICACIÓN	12
3. OBJETIVOS	13
3.1 OBJETIVO GENERAL	13
4 MARCO DE REFERENCIA	14
4.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	14
4.2 MARCO TEÓRICO	17
4.3 MARCO CONCEPTUAL	23
4.5 MARCO LEGAL	28
5. MARCO METODOLÓGICO	30
5.1. LÍNEA Y SUBLINEA DE INVESTIGACIÓN	30
5.5. MUESTREO POBLACIONAL	31
6. RESULTADOS Y ANÁLISIS	36
7. CONCLUSIONES	53
8. RECOMENDACIONES	54
9. BIBLIOGRAFÍA	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de Sempegua	23
---	----

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Características del agua potable.....	18
Tabla 2 Normatividad.....	28
Tabla 3. Diagnóstico según revisión documental.....	36
Tabla 4. Posibles fuentes de contaminación.....	37
Tabla 5. Matriz DOFA	38
Tabla 6. Base de datos de revisión documental	42
Tabla 7. Matriz efectuada	45
Tabla 8. Análisis del ciclo de vida de las alternativas propuestas.....	47
Tabla 9. Ponderación multicriterio de las alternativas.....	47
Tabla 10. Resultado de ponderación	48
Tabla 11. Costos de operación y mantenimiento	48
Tabla 12. Beneficios ambientales esperados	49
Tabla 13. Cálculo del ROI.....	49
Tabla 14. Beneficios	50

7. CONCLUSIONES

El análisis DOFA permitió identificar con claridad la interacción entre los factores internos y externos que inciden en la calidad del agua en el corregimiento de Sempegua, Cesar. Las fortalezas comunitarias, como el conocimiento del entorno natural y la organización social, representan una base sólida para el desarrollo de estrategias sostenibles, especialmente cuando se articulan con oportunidades externas como el acceso a programas gubernamentales y fondos de cooperación. No obstante, las debilidades estructurales, entre ellas la falta de infraestructura de potabilización y la limitada educación ambiental, requieren atención inmediata mediante soluciones adaptadas al contexto, como tecnologías de bajo costo y soluciones basadas en la naturaleza.

La ponderación ambiental determinó que las alternativas biofiltros, franjas vegetativas y bosques riparias son las más sostenibles ambientalmente con calificaciones superiores a 24/25. Por otro lado, las lagunas de estabilización son útiles, pero tienen riesgos por emisiones de gases y mantenimiento y los humedales artificiales y filtros verdes son balanceados y apropiados para condiciones rurales con cierto nivel técnico.

El análisis económico muestra que los bosques riparios son la alternativa más rentable, con un ROI del 80%, seguidos por las franjas vegetativas con un 20%, por ende, estas opciones no solo representan soluciones basadas en la naturaleza eficientes, sino que también generan beneficios económicos claros a largo plazo.

La combinación de bosques riparios + biofiltro comunitario de arena representa una estrategia integral, viable y sostenible para el tratamiento de agua en Sempegua. Reduce la presión sobre las fuentes hídricas, mejora la calidad del agua cruda desde su origen y asegura potabilidad de forma accesible y participativa, siendo la opción más adecuada para comunidades rurales con recursos limitados y alta vulnerabilidad a la contaminación del agua.

8. RECOMENDACIONES

Se recomienda a futuros estudios priorizar el estudio del contexto hídrico y ecológico de la zona, ya que, las SbN dependen del funcionamiento de los ecosistemas, por lo que es fundamental conocer el régimen de lluvias, los suelos, la vegetación, la calidad del agua cruda y la biodiversidad.

Además, se recomienda evaluar con herramientas de análisis multicriterio (ambiental, técnico, social y económico, ya que las decisiones deben ir más allá del componente ambiental: también deben considerar la relación costo-beneficio, el mantenimiento requerido y la capacidad técnica local.

Por otro lado, se recomienda Implementar prototipos o pilotos a pequeña escala antes de escalar la solución, ya que, esto permite validar su eficiencia, adaptabilidad y aceptación comunitaria sin comprometer recursos mayores.



9. BIBLIOGRAFÍA

- AEMA (Agencia Europea de Medio Ambiente).2016. Green Roofs in Basel, Switzerland: Combining Mitigation and Adaptation Measures (2015). Climate-ADAPT, Plataforma europea de adaptacion al cambio climatico, AEMA. climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/green-roofs-in-basel-switzerland-combining-mitigation-and-adaptation-measures-1
- Banco Mundial. (2021). Nature-based solutions for disaster risk management. World Bank Group. <https://documents.worldbank.org>
- C. Diaz, D. García y C. Solís, «Abastecimiento de aguas potable para pequeñas comunidades rurales por medio de un sistema de colección de lluvia- planta potabilizadora,» CIENCIA ergo sum, vol. 7, N° 2, pp. 129-134
- CBI (Climate Bonds Initiative). 2017. Green Bonds Policy: Highlights from 2016. CBI. www.climatebonds.net/files/reports/cbi-policy-roundup-2016.pdf. _____. n.d. Boosting Demand: Mandates for Domestic Funds, Quantitative Easing. sitio web de la. www.climatebonds.net/policy/policy-areas/boosting-demand.
- CDB (Convenio sobre la Diversidad Biológica). 1992. Convenio sobre la Diversidad Biológica. Río de Janeiro, Brasil, 5 de junio de 1992. www.cbd.int/convention/text/default.shtml.
- CEPAL (Comision Economica de las Naciones Unidas para America Latina y el Caribe 2015. Peru's Compensation Mechanisms for Ecosystem Services Act. Network for Cooperation in Integrated Water Resource Management for Sustainable Development in Latin America and the Caribbean, Circular No. 41. Santiago, CEPAL. repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37850/S1421023_es.pdf
- CEPAL. (2022). Infraestructura natural y soluciones basadas en la naturaleza para América Latina y el Caribe. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. <https://www.cepal.org>

CORPOCESAR (2024). Resolución 0397 de 2024.

<https://www.corpocesar.gov.co/files/2024/08/RESOLUCION/RESOLUCION-0397-02-08-2024-DG.pdf>

Duque, Miguel. «Diagnóstico de sistemas de Acueductos Rurales en el Municipio de Arbeláez Cundinamarca.» 2012: 2-7

European Commission. (2015). Nature-based solutions and re-naturing cities: Final report of the Horizon 2020 expert group. Publications Office of the European Union.
<https://ec.europa.eu/>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2010. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010: Informe principal FAO. Documento sobre silvicultura No. 163. Roma, FAO.
www.fao.org/docrep/013/i1757e/i1757e.pdf

ICLEI América del Sur. (2020). Manual de soluciones basadas en la naturaleza en ciudades. <https://americadosul.iclei.org/>

Instituto Humboldt. (2022). Soluciones basadas en la naturaleza: Oportunidades para la planificación territorial. <https://www.humboldt.org.co>

IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2012. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. Informe especial de los grupos de trabajo I y II del Grupo Intergubernamental sobre Cambio Climático. Cambridge, Reino Unido/Nueva York, Cambridge University Press. www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/SREX_Full_Report.pdf.

Ligardo Moreno, A. E. (2019). Diagnóstico planta de tratamiento de agua potable, desde su punto de captación hasta la red de distribución, en el municipio de El Castillo, departamento del Meta. [Trabajo de grado]. Universidad Cooperativa de Colombia.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). Lineamientos para la implementación de soluciones basadas en la naturaleza en Colombia.

<https://www.minambiente.gov.co/>

Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, Colombia, Titulo C, Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico-RAS, C. y. T. Ministerio de Vivienda, Ed., Bogotá

Mora Bermúdez, E. (2021). Manuales de operación y mantenimiento de las plantas de potabilización de La Corporación Acueducto Multiveredal La Acuarela.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). (2021). Making peace with nature: A scientific blueprint to tackle the climate, biodiversity and pollution emergencies. United Nations Environment Programme.

<https://www.unep.org/>

Rivas, William Antonio Lozano, y Guillermo Lozano Bravo. Potabilización del Agua Principios de diseño, control de procesos y laboratorio. Primera Edición. Editado por Fernando Sánchez

Romero, Jairo Alberto. Calidad del Agua. Editado por Cristina Salazar Perdomo. Bogotá D.C: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2009.

Rromero, Jairo Alberto. Purificación del Agua. 2 . Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2006.

Sánchez y Alexandra Cerón Vivas. Vol. 1. Bogotá D.C: Universidad Piloto de Coombia, 2015. Rojas, Jairo Alberto Romero. Calidad del Agua . Editado por Cristina Salazar Perdomo. Bogotá D.C : Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito , 2009.

The Nature Conservancy. (2019). Nature-based solutions for water management.

<https://www.nature.org/>

UICN. (2016). Nature-based solutions to address global societal challenges. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

<https://portals.iucn.org/library/node/46191>

UNESCO (2018). Las Soluciones basadas en la naturaleza (SbN) y el agua. Disponible:

https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261605_spa

WWF & GIZ. (2020). Soluciones basadas en la naturaleza: Guía práctica para gobiernos locales. Fondo Mundial para la Naturaleza y Cooperación Alemana.

<https://www.wwf.org.co/>

