

DEPÓSITO LEGAL ZU2020000153

ISSN 0041-8811

E-ISSN 2665-0428

Revista de la Universidad del Zulia

Fundada en 1947
por el Dr. Jesús Enrique Lossada



Ciencias
Exactas,
Naturales
y de la Salud

79
ANIVERSARIO

Año 17 N° 49
Mayo - Agosto 2026
Tercera Época
Maracaibo-Venezuela

Modelo de gestión integral para la protección ambiental de los cuerpos de agua en Machala

Rafael Gilberto Zhindon Almeida*

Jazmin Anai Avila Treviño**

RESUMEN

Esta investigación desarrolló y validó un modelo de gestión ambiental para proteger el agua en Machala, combinando análisis cuantitativo de calidad del agua con evaluación cualitativa de percepciones comunitarias e institucionales. El estudio es no experimental de corte transversal con alcance exploratorio-descriptivo, aplicando muestreo probabilístico estratificado para encuestas (n=384), muestreo intencional para entrevistas semiestructuradas y grupos focales, y muestreo sistemático para análisis de laboratorio en 15 puntos estratégicos. Los resultados revelaron un ICA de 56.26 (rango regular), contaminación microbiológica por coliformes fecales 7.5 veces superior al límite, el pH y oxígeno disuelto mantuvieron valores al límite permitido. La comunidad evaluó críticamente el compromiso ambiental (M=2.53), transparencia comunicacional nula y ausencia de mecanismos participativos formales. El modelo propuesto articula monitoreo técnico con participación comunitaria y responsabilidad social empresarial, estableciendo protocolos de validación cruzada que trascienden enfoques tradicionales; contribuye al desarrollo teórico de la gestión hídrica al demostrar que la integración GIRH-RSE requiere transformaciones institucionales profundas para materializar beneficios. Los hallazgos proporcionan herramientas transferibles para empresas públicas del sector hídrico y establecen precedentes metodológicos para la evaluación simultánea de variables técnicas y sociales en sistemas de gestión hídrica municipal.

PALABRAS CLAVE: Gestión ambiental, Responsabilidad social, Indicadores ambientales, Participación comunitaria, Metodología.

*Doctorando en Proyectos. Universidad Americana de Europa. Docente, Universidad de Machala, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3901-1829>. Email: rgzhindon@hotmail.com

** Doctor en Ciencias Biológicas. Profesor-investigador en la Universidad Americana de Europa, México. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-3583-1050>. E-mail: jazminanai.avila@aulagrupo.es

Comprehensive Management Model for the Environmental Protection of Bodies of Water in Machala

ABSTRACT

This research developed and validated an environmental management model to protect water in Machala, combining quantitative analysis of water quality with qualitative assessment of community and institutional perceptions. The study is non-experimental and cross-sectional with an exploratory-descriptive scope, applying stratified probabilistic sampling for surveys (n=384), intentional sampling for semi-structured interviews and focus groups, and systematic sampling for laboratory analysis at 15 strategic points. The results revealed an ICA of 56.26 (regular range), microbiological contamination by fecal coliforms 7.5 times above the limit, pH and dissolved oxygen remained at the allowed limit. The community critically evaluated the environmental commitment (M=2.53), zero communication transparency, and the absence of formal participatory mechanisms. The proposed model articulates technical monitoring with community participation and corporate social responsibility, establishing cross-validation protocols that transcend traditional approaches; it contributes to the theoretical development of water management by demonstrating that the integration of IWRM-CSR requires deep institutional transformations to materialize benefits. The findings provide transferable tools for public companies in the water sector and set methodological precedents for the simultaneous evaluation of technical and social variables in municipal water management systems.

KEYWORDS: Environmental management, Social responsibility, Environmental indicators, Community participation, Methodology.

Introducción

Los recursos hídricos urbanos experimentan deterioro acelerado debido a múltiples factores antropogénicos que comprometen la sostenibilidad de los sistemas acuáticos, Marion et al. (2014). El contexto ecuatoriano presenta características específicas que agravan la problemática hídrica urbana. Zhindón-Almeida et al. (2024), documentaron mediante análisis estadístico que el Estero El Macho en Machala presenta concentraciones de coliformes fecales, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, hierro y niveles de oxígeno disuelto que exceden los límites aceptables para calidad del agua.

La literatura revela vacíos sustanciales en la comprensión de cómo integrar efectivamente la dimensión social empresarial en modelos de gestión hídrica urbana. Khan y Malano (2009), identificaron la necesidad de cruzar el abismo entre enfoques de modelado integrado para apoyar la toma de decisiones sobre recursos hídricos, requiriendo integración entre clima, hidrología, sistemas hídricos, economía y ciencias sociales para abordar interacciones económicas, sociales y ambientales más amplias. Este vacío se amplifica cuando Beniston et al. (2012) documentaron obstáculos institucionales y financieros para el acceso a datos relacionados con el clima y el agua, con implicaciones para la ciencia y la formulación de políticas en la Unión Europea, mientras que Chong et al. (2017) exploraron la diversidad y el diseño de modelos hídricos en la interfaz ciencia-política, evidenciando la complejidad de los marcos participativos. Simultáneamente, Rogut y Piasecki (2011) establecieron que la metodología de prospectiva constituye una herramienta para elaborar planes de gestión sostenible del agua, energía, medio ambiente y sociedad, aunque Yu et al. (2020) y D'Ambrosio et al. (2020) demostraron limitaciones en las evaluaciones de sostenibilidad que utilizan marcos como DPSIR y análisis de huella hídrica.

En el contexto nacional, Jerves-Cobo et al. (2020), desarrollaron un modelado ecológico integrado para determinar intervenciones de gestión hídrica basadas en evidencia en cuencas fluviales urbanizadas, específicamente en la cuenca del río Cuenca, mientras que Carrión-Mero et al. (2021), aplicaron un modelo socio-hidrogeológico conceptual a la gestión sostenible del agua en la cuenca del río Valdivia, suroeste de Ecuador, y Terneus-Jácome y Yánez (2018) establecieron principios fundamentales sobre calidad del agua, uso de bioindicadores acuáticos y restauración ecológica fluvial en Ecuador.

Teniendo en cuenta la problemática planteada, y las proyecciones de investigaciones anteriores, se planteó como objetivo desarrollar y validar un modelo de gestión integral para la protección ambiental de cuerpos de agua en Machala mediante un enfoque mixto que combine análisis cuantitativo de la calidad del agua, evaluación cualitativa de percepciones comunitarias e institucionales, e integración sistemática de la responsabilidad social de Aguas Machala-EP como eje transversal del modelo propuesto. Los objetivos específicos contemplan la evaluación mediante análisis de laboratorio de la calidad actual de los cuerpos de agua utilizando el Índice de Calidad del Agua y la comparación de prácticas locales con estándares internacionales,

R. G. Zhindon Almeida & J. A. Avila Treviño // Modelo de gestión integral para la protección ambiental... 90-114 identificando brechas cuantificables en parámetros físicos, químicos y biológicos. Asimismo, se propone analizar las percepciones de actores clave sobre la efectividad de la gestión hídrica actual mediante entrevistas semiestructuradas y grupos focales, triangular datos cuantitativos de calidad del agua con percepciones cualitativas para establecer políticas y recursos necesarios, y diseñar el modelo integral mediante la síntesis de evidencia cuantitativa y cualitativa.

1. Revisión de la literatura

1.1. Teorías que sustentan las variables del estudio

La fundamentación teórica del Modelo de Gestión Integral (MGI) para la protección ambiental de cuerpos de agua se sustenta en múltiples marcos conceptuales que convergen en la necesidad de enfoques integrados y participativos. La teoría de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) constituye el fundamento principal, tal como establecen Tejada-Guibert et al. (2015), quienes conceptualizan la sostenibilidad de la gestión integrada considerando la gobernanza del agua, el clima y la ecohidrología como componentes indisociables. Esta perspectiva teórica se complementa con los postulados de Ibisch et al. (2016), quienes enfatizan que la GIRH trasciende la mera coordinación sectorial para constituirse en un paradigma que integra aspectos económicos, sociales y ambientales del manejo hídrico.

El marco teórico de la Responsabilidad Social Empresarial (RSE) encuentra sustento en la teoría de la creación de valor compartido, donde las organizaciones del sector hídrico deben equilibrar objetivos económicos con impactos sociales y ambientales positivos. Herrera-Franco et al. (2025) proporcionan soporte teórico mediante el análisis PESTEL/SWOT-TOWS para la gobernanza del agua, estableciendo que la gestión hídrica debe considerar dimensiones políticas, económicas, sociales, tecnológicas, ecológicas y legales de manera simultánea. Esta aproximación teórica se fortalece con los planteamientos de Cachipundo y Pilataxi (2025), quienes integran el conocimiento ancestral andino en la gestión y manejo del agua como marco de gobernanza territorial, evidenciando que la RSE debe incorporar dimensiones culturales locales.

La teoría de servicios ecosistémicos proporciona fundamento adicional al MGI, particularmente en la valoración de beneficios proporcionados por los ecosistemas acuáticos. Portalanza et al. (2024) establecen que los servicios ecosistémicos incluyen control de erosión,

R. G. Zhindon Almeida & J. A. Avila Treviño // Modelo de gestión integral para la protección ambiental... 90-114
regulación de inundaciones, retención de nutrientes y provisión de hábitat, constituyendo elementos fundamentales para la gestión integral. Esta perspectiva teórica se articula con los enfoques de soluciones basadas en la naturaleza desarrollados por Fonseca et al. (2024), quienes integran el conocimiento comunitario en soluciones naturales para la sostenibilidad de servicios ecosistémicos hídricos.

1.2. Hallazgos clave de estudios en otros contextos

Los antecedentes teóricos internacionales revelan patrones consistentes en la implementación de modelos de gestión integral de recursos hídricos urbanos. Marion et al. (2014), identificaron que las interfaces acuáticas requieren perspectivas hidrodinámicas y ecológicas integradas, enfatizando la necesidad de investigación interdisciplinaria que combine métodos experimentales, modelado teórico y herramientas estadísticas. Estos hallazgos contrastan parcialmente con los de Paul et al. (2021), quienes demostraron la primacía de herramientas de ingeniería ecológica para combatir la eutrofización, sugiriendo que los enfoques tecnológicos pueden complementar, pero no reemplazar, las aproximaciones ecosistémicas integrales.

Las experiencias europeas documentadas por Gryz y Gromadzki (2024), evidencian que las alianzas locales de agua entre múltiples actores logran integrar necesidades locales con objetivos regionales, mejorando la seguridad hídrica y la protección ambiental. Sin embargo, Vamvakeridou-Lyroudia et al. (2010), demostraron mediante modelado de sistemas dinámicos en Bulgaria que el uso eficiente del agua por grandes consumidores puede reducir la competencia sin requerir participación comunitaria extensiva, sugiriendo que existen múltiples vías para alcanzar objetivos de gestión integral.

En el contexto ecuatoriano, el modelo de Jerves-Cobo et al. (2020) vincula sistemas urbanos de aguas residuales con modelos ecológicos para restaurar la calidad ecológica del agua en la cuenca del río Cuenca, demostrando la viabilidad técnica de intervenciones basadas en evidencia. Este enfoque se complementa con los hallazgos de Carrión-Mero et al. (2021), identificando problemas como sequías, sobreexplotación de acuíferos y contaminación de fuentes hídricas que requieren estrategias integradas de sostenibilidad.

1.3. Definición conceptual de los constructos

Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH): Constituye un enfoque holístico que combina estrategias múltiples para gestionar recursos hídricos de manera sostenible, integrando aspectos económicos, sociales y ambientales del manejo del agua (Tejada-Guibert et al., 2015; Ibsch et al., 2016). La GIRH trasciende la coordinación sectorial tradicional para establecer marcos de gobernanza que consideren la interconexión entre sistemas naturales y humanos, promoviendo la participación de múltiples actores en la toma de decisiones hídricas (Herrera-Franco et al., 2025).

Responsabilidad Social Empresarial (RSE): Se define como la integración voluntaria de preocupaciones sociales y ambientales en las operaciones empresariales y la interacción con stakeholders, particularmente en el sector de servicios hídricos públicos (Cachipundo & Pilataxi, 2025). La RSE en gestión hídrica implica la incorporación de dimensiones culturales locales y conocimiento ancestral en la gobernanza territorial del agua, estableciendo marcos de creación de valor compartido entre empresas y comunidades.

Modelo de Gestión Integral (MGI): Representa un marco conceptual que articula elementos técnicos, sociales, económicos y ambientales para la protección y manejo sostenible de cuerpos de agua urbanos (Jerves-Cobo et al., 2020). El MGI integra modelado ecológico con sistemas de gestión de aguas residuales urbanas, incorporando análisis SWOT-TOWS para establecer directrices estratégicas orientadas hacia regulaciones de protección de cuerpos de agua superficiales y subterráneos (Herrera-Franco et al., 2025).

Índice de Calidad del Agua (ICA): Constituye una herramienta cuantitativa que evalúa parámetros biológicos, químicos y físicos que influyen en el consumo del agua, proporcionando una medida integral de la condición de cuerpos de agua en relación con estándares de calidad establecidos (Zhindón-Almeida et al., 2024). El ICA integra múltiples variables incluyendo coliformes fecales, demanda bioquímica y química de oxígeno, presencia de metales pesados y niveles de oxígeno disuelto para generar una valoración comprehensiva de la calidad hídrica.

Servicios ecosistémicos: Se conceptualizan como los beneficios proporcionados por ecosistemas acuáticos, incluyendo control de erosión, regulación de inundaciones, retención de nutrientes y provisión de hábitat, fundamentales para el mantenimiento de la integridad

R. G. Zhindon Almeida & J. A. Avila Treviño // Modelo de gestión integral para la protección ambiental... 90-114 ecológica y el bienestar humano (Portalanza et al., 2024). Los servicios ecosistémicos hídricos constituyen elementos centrales para la gestión integral, requiriendo valoración económica y social para su incorporación efectiva en marcos de decisión sobre recursos hídricos.

Soluciones basadas en la naturaleza (SbN): Representan intervenciones que integran conocimiento comunitario con restauración ecológica pasiva para sostener servicios ecosistémicos hídricos, incorporando elementos como islas flotantes artificiales y restauración fluvial pasiva para mejorar la calidad del agua y la salud ecosistémica (Fonseca et al., 2024). Las SbN constituyen alternativas tecnológicas que complementan infraestructura tradicional mediante el aprovechamiento de procesos naturales para la purificación del agua y conservación del hábitat.

2. Método

2.1. Enfoque de la investigación

Esta investigación adopta un enfoque mixto, integrando métodos cualitativos y cuantitativos para desarrollar una comprensión integral del modelo de gestión de recursos hídricos en Machala. Como señalan Creswell y Plano Clark (2018), el enfoque de métodos mixtos proporciona una comprensión más completa del problema de investigación al combinar las fortalezas de ambos paradigmas metodológicos. El enfoque cualitativo permite analizar las percepciones de actores clave como autoridades locales, representantes de Aguas Machala-EP, organizaciones ambientales y líderes comunitarios, mientras que el enfoque cuantitativo se centra en la medición objetiva de la calidad del agua y la evaluación de la efectividad del modelo propuesto mediante indicadores específicos.

2.2. Diseño y tipo de investigación

El diseño de investigación es no experimental de corte transversal, ya que no se manipulan variables y los datos se recopilan en un momento específico para examinar las variables en su contexto natural (Hernández-Sampieri et al., 2014). Por su alcance, la investigación es exploratoria y descriptiva. La dimensión exploratoria permite comprender en profundidad el contexto de la gestión hídrica en Machala, identificar a los principales actores involucrados y explorar perspectivas sobre la gestión de cuerpos de agua. La dimensión descriptiva proporciona

R. G. Zhindon Almeida & J. A. Avila Treviño // Modelo de gestión integral para la protección ambiental... 90-114
información detallada sobre la calidad actual del agua, las prácticas de gestión existentes y la efectividad percibida del modelo propuesto.

2.3. Población y muestra

La población comprende los principales cuerpos de agua que circundan la ciudad de Machala, Ecuador, y sus 278,966 habitantes según el censo de 2022 del INEC, quienes son beneficiarios directos o indirectos de la gestión hídrica municipal.

2.4. Estrategia de muestreo

Se implementaron estrategias de muestreo paramétrico y no paramétrico según las necesidades específicas de cada instrumento.

Muestreo probabilístico estratificado: Para las encuestas se aplicó un muestreo probabilístico estratificado, el cual según Malhotra (2008) es apropiado cuando se requiere garantizar la representatividad de diferentes segmentos de la población. Se calculó una muestra de 384 residentes utilizando la fórmula para poblaciones finitas, considerando un nivel de confianza del 95%, error máximo del 5% y proporción esperada de 0.5.

Muestreo intencional: Para las entrevistas semiestructuradas y grupos focales se utilizó muestreo intencional o por conveniencia, que según Patton (2015) es el método más apropiado cuando se busca información rica y detallada de participantes que poseen conocimiento específico sobre el fenómeno estudiado. Se seleccionaron 10 informantes clave para entrevistas y 24 participantes distribuidos en 4 grupos focales.

Muestreo sistemático: Para el análisis de laboratorio se implementó un muestreo sistemático de 15 puntos estratégicos, metodología que según Scheaffer et al. (2012) asegura una distribución uniforme de las muestras en el área de estudio.

Como se observa en la Tabla 1, la muestra presenta características representativas de la población de Machala, con una edad promedio de 43 años y una ligera predominancia femenina (59.9%). El nivel educativo muestra que más de la mitad de participantes (52.3%) cuenta con educación secundaria, lo que facilita la comprensión de los instrumentos aplicados y la confiabilidad de las respuestas obtenidas.

2.5. Características de los participantes

Tabla 1. *Características sociodemográficas de los participantes*

Variable	Categoría	Frecuencia (n=384)	Porcentaje
Edad	Media ± DE	43.00 ± 12.18 años	-
Género	Masculino	154	40.1%
	Femenino	230	59.9%
Nivel educativo	Primaria	89	23.2%
	Secundaria	201	52.3%
	Superior	94	24.5%

2.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.6.1. Instrumentos cualitativos

Análisis documental: Se desarrolló una matriz de análisis documental basada en los criterios de Dulzaides y Molina (2004), quien establece que este método permite la revisión sistemática y crítica de documentos para extraer información relevante. Se revisaron 47 documentos incluyendo artículos científicos, informes técnicos y documentos normativos, organizados en tres dimensiones: marco normativo, prácticas internacionales y gestión local.

Guía de entrevista semiestructurada: Se elaboró una guía de entrevista de 15 preguntas abiertas, estructurada según las recomendaciones de Kvale y Brinkmann (2009), quienes enfatizan la importancia de preguntas que permitan explorar experiencias y percepciones en profundidad. El instrumento aborda cuatro dimensiones: prácticas actuales de gestión (4 ítems), responsabilidad social empresarial (4 ítems), participación comunitaria (4 ítems) y propuestas de mejora (3 ítems).

Guía de discusión para grupos focales: Basada en la metodología de Krueger y Casey (2015), se diseñó una guía de 12 preguntas distribuidas en seis temas principales, cada uno con duración estimada de 15 minutos. Las dimensiones incluyen: percepción del servicio hídrico, calidad del agua, participación ciudadana y expectativas futuras.

2.6.2. Instrumentos cuantitativos

Cuestionario estructurado: Se desarrolló un cuestionario de 25 ítems basado en la escala de Likert de cinco puntos, siguiendo las recomendaciones metodológicas de Likert (1932) para la medición de actitudes y percepciones. El instrumento se estructura en cuatro dimensiones principales: conocimiento de prácticas de gestión (6 ítems), percepción de efectividad (7 ítems), participación comunitaria (8 ítems) y adopción de prácticas sostenibles (4 ítems). La validez de contenido fue establecida mediante juicio de cinco expertos, obteniendo un índice de validez de contenido de 0.89.

Protocolo de análisis de laboratorio: Se implementó un protocolo estandarizado según los métodos de la American Public Health Association (APHA, 2017) para el análisis de nueve parámetros de calidad del agua. El protocolo incluye procedimientos específicos para parámetros físicos (temperatura, pH, turbidez, sólidos disueltos totales), químicos (oxígeno disuelto, DBO, fosfatos, nitratos) y biológicos (coliformes fecales), garantizando la reproducibilidad y confiabilidad de los resultados.

2.6.3. Cálculo del Índice de Calidad del Agua (ICA)

Para la evaluación cuantitativa de la calidad del agua se implementó el cálculo del ICA según la metodología establecida en el Libro VI del TULSMA (Ministerio del Ambiente, 2017), integrando nueve parámetros con sus respectivas ponderaciones. La fórmula integra el subíndice de cada parámetro multiplicado por su peso específico, donde los parámetros incluidos son: temperatura (10%), pH (12%), turbidez (8%), sólidos disueltos totales (8%), oxígeno disuelto (17%), demanda bioquímica de oxígeno (10%), coliformes fecales (15%), fosfatos (10%) y nitratos (10%).

2.6.4. Procesamiento y análisis de datos

El procesamiento estadístico se realizó utilizando IBM SPSS Statistics 25, aplicando análisis descriptivos para variables cuantitativas (medidas de tendencia central y dispersión) y análisis de frecuencias para variables categóricas. Se emplearon pruebas de normalidad (Kolmogorov-Smirnov) para determinar la aplicabilidad de estadística paramétrica o no

R. G. Zhindon Almeida & J. A. Avila Treviño // Modelo de gestión integral para la protección ambiental... 90-114
paramétrica, y se utilizaron tablas de contingencia y pruebas chi-cuadrado para examinar relaciones entre variables categóricas.

Para el análisis cualitativo se implementó codificación temática según la metodología de Braun y Clarke (2006), categorizando respuestas según patrones emergentes y triangulando información entre diferentes fuentes para validar hallazgos.

2.7. Consideraciones éticas y de calidad

La investigación siguió principios éticos de consentimiento informado, confidencialidad y anonimato de participantes, según las directrices del Comité de Ética en Investigación. Se implementaron mecanismos de control de calidad incluyendo calibración de equipos de laboratorio, análisis por duplicado del 10% de muestras, y validación cruzada entre métodos cualitativos y cuantitativos para asegurar la confiabilidad de los resultados.

La triangulación metodológica permitió contrastar hallazgos entre diferentes fuentes de información, fortaleciendo la validez interna del estudio y proporcionando una comprensión integral del fenómeno estudiado.

3. Resultados

3.1. Resultados cualitativos

3.1.1. Análisis documental de prácticas de gestión hídrica

El análisis comparativo entre las mejores prácticas internacionales y la gestión actual en Machala reveló disparidades estructurales que trascienden las diferencias operativas superficiales. La **Tabla 2** presenta estas divergencias, las cuales evidencian un patrón sistemático de desalineación entre los marcos conceptuales contemporáneos de gestión hídrica y la implementación local.

La brecha normativa identificada refleja lo que Ibisch et al. (2016) describen como la persistencia de enfoques sectoriales fragmentados que contradicen los principios de la GIRH. Mientras las mejores prácticas internacionales han evolucionado hacia marcos adaptativos que integran gobernanza del agua, clima y ecohidrología, como sugieren Tejada-Guibert et al. (2015), Machala mantiene un paradigma centrado exclusivamente en infraestructura hidráulica. Esta desalineación no solo limita la capacidad de respuesta ante desafíos emergentes como la

R. G. Zhindon Almeida & J. A. Avila Treviño // Modelo de gestión integral para la protección ambiental... 90-114
contaminación por arsénico documentada por García (2022), sino que perpetúa vulnerabilidades sistémicas en la gestión del recurso.

Tabla 2. *Análisis comparativo de prácticas internacionales versus gestión actual en Machala*

Dimensión	Práctica Internacional	Gestión Actual Machala	Brecha Identificada
Marco normativo	Principios con enfoque ecosistémico	Ordenanza Municipal centrada en infraestructura	Ausencia de actualización normativa GIRH
Participación	Mecanismos formales multisectoriales	Centralización en Aguas Machala-EP	Limitada contraloría social estructurada
Tecnología	Sistemas LID y tratamiento terciario	PTAR en construcción (11% avance)	Cobertura insuficiente (46.83% alcantarillado)
Monitoreo	Redes automatizadas tiempo real	Muestreos manuales trimestrales	Intervalos extensos, parámetros limitados
Protección fuentes	Corredores ecológicos $\geq 30m$	Forestación subcuenca Casacay	Fragmentación ecosistemas urbanos
Economía circular	Reúso 85% aguas tratadas	Descarga directa sin aprovechamiento	Pérdida potencial económico

La centralización decisional en Aguas Machala-EP contrasta marcadamente con los modelos participativos exitosos documentados por Gryz y Gromadzki (2024) en Europa, donde las alianzas locales de agua logran integrar necesidades locales con objetivos regionales. Esta concentración de poder decisional, identificada en los grupos focales como una barrera fundamental para la legitimidad institucional, refleja lo que Khan y Malano (2009) conceptualizan como el "abismo entre enfoques de modelado integrado", donde la ausencia de integración entre dimensiones técnicas, económicas y sociales limita la efectividad de las intervenciones.

3.1.2. Percepciones de responsabilidad social y gestión comunitaria

Los hallazgos cualitativos derivados de entrevistas semiestructuradas y grupos focales revelan una desconexión profunda entre la empresa pública y la comunidad, caracterizada por lo que los participantes describen como "gestión unilateral sin integrar actores clave ni

R. G. Zhindon Almeida & J. A. Avila Treviño // Modelo de gestión integral para la protección ambiental... 90-114 establecer canales de diálogo". Esta percepción se manifiesta en seis dimensiones críticas identificadas en el análisis temático.

El compromiso ambiental es percibido como "bajo o nulo" según la evaluación unánime de los grupos focales, quienes reportan desconocimiento total de programas ambientales específicos. Esta percepción se alinea con lo documentado por Wingfield et al. (2021), sobre desafíos sistémicos en la gestión hídrica ecuatoriana, donde la autorización legal y los parámetros de calidad presentan respuestas sociopolíticas inadecuadas. La ausencia de programas ambientales visibles contradice las expectativas normativas de responsabilidad social empresarial establecidas por la teoría de creación de valor compartido.

La conservación de recursos hídricos evidencia deficiencias estructurales que trascienden la gestión técnica. Los participantes identifican "pozos mal gestionados, con poca planificación y sin controles posteriores", esta gestión deficiente se manifiesta en la vulnerabilidad documentada ante la contaminación por arsénico, evidenciando la ausencia de protocolos técnicos y regulación estricta.

La transparencia y comunicación representan el déficit más crítico identificado, caracterizado por los participantes como "nula" y "inexistente". Esta opacidad informativa contradice los principios de gobernanza ambiental establecidos por Herrera-Franco et al. (2025), quienes enfatizan la importancia de considerar dimensiones políticas, sociales y tecnológicas de manera simultánea. La ausencia de información técnica accesible no solo alimenta la desconfianza ciudadana sino que impide el ejercicio efectivo de contraloría social.

3.2. Resultados cuantitativos

3.2.1. Validación estadística del modelo de medición

La evaluación estadística del modelo reveló propiedades psicométricas que sustentan la confiabilidad de los hallazgos cuantitativos. El análisis de consistencia interna mediante Alpha de Cronbach arrojó valores de 0.847 para la escala completa, superando el umbral de 0.70 establecido por Nunnally y Bernstein (1994) para investigación aplicada. La dimensión de percepción del desempeño social y ambiental mostró la mayor consistencia ($\alpha = 0.892$), mientras que la participación comunitaria presentó el valor más conservador pero aceptable ($\alpha = 0.734$).

La normalidad de las distribuciones fue evaluada mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov, revelando desviaciones significativas de la normalidad en siete de las diez variables analizadas ($p < 0.001$), justificando el uso de estadística no paramétrica para análisis inferenciales posteriores. La **Tabla 3** presenta las medidas de tendencia central y dispersión que constituyen la base del análisis descriptivo.

Tabla 3. Estadísticos descriptivos de percepciones comunitarias ($n=384$)

Dimensión	Media	Mediana	DE	Asimetría	Curtosis	IC 95%
Compromiso ambiental	2.53	2.00	0.74	0.43	-0.89	[2.46, 2.61]
Conservación recursos	2.53	2.00	0.99	0.48	-0.76	[2.43, 2.63]
Transparencia comunicacional	2.93	3.00	1.03	0.08	-1.12	[2.83, 3.04]
Respuesta preocupaciones	2.20	2.00	0.68	0.89	0.21	[2.13, 2.27]
Involucramiento comunitario	2.40	2.00	0.83	0.72	-0.58	[2.32, 2.48]

Nota. DE: Desviación Estándar; IC: Intervalo de Confianza

Los coeficientes de asimetría positiva en todas las dimensiones indican concentración de respuestas en valores bajos de la escala, confirmando la percepción predominantemente crítica. La curtosis negativa (platocúrtica) en la mayoría de dimensiones sugiere distribuciones más dispersas que la normal, evidenciando heterogeneidad en las percepciones comunitarias. Los intervalos de confianza estrechos confirman la precisión de las estimaciones, fortaleciendo la validez estadística de los hallazgos.

3.2.2. Índice de calidad del agua y parámetros técnicos

La evaluación técnica mediante análisis de laboratorio proporcionó evidencia cuantitativa del estado de degradación de los cuerpos de agua. La **Tabla 4** presenta la síntesis de parámetros analizados y su contribución al ICA calculado.

Tabla 4. *Parámetros de calidad del agua y contribución al ICA*

Parámetro	Valor	Límite	Estado	Sub índice	Peso	Contribución	Varianza explicada
Coliformes Fecales	15000	≤2000	Crítico	8	0.15	1.20	23.4%
Oxígeno Disuelto	6.5	>6	Aceptable	90	0.17	15.30	29.8%
pH	7.6	6-9	Óptimo	92	0.12	11.04	21.5%
Temperatura	28.4	<35	Aceptable	93	0.10	9.30	18.1%
Nitratos	1.55	-	Moderado	90	0.10	9.00	17.5%
ICA Total			Regular			56.26	100%

El ICA de 56.26 sitúa la calidad en el rango "regular" (51-70), indicando contaminación moderada que requiere intervención inmediata. El análisis de contribución relativa revela que los coliformes fecales, a pesar de representar solo el 15% del peso total, ejercen el impacto más negativo debido a su subíndice extremadamente bajo (8), evidenciando contaminación fecal 7.5 veces superior al límite permisible. Paradójicamente, parámetros como oxígeno disuelto y pH mantienen valores óptimos, sugiriendo que la degradación es específicamente atribuible a descargas de aguas residuales no tratadas rather que a problemas sistémicos de eutrofización o acidificación.

La varianza explicada por cada parámetro revela que el oxígeno disuelto (29.8%) y los coliformes fecales (23.4%) constituyen los determinantes principales del ICA, confirmando que la problemática central reside en la gestión de aguas residuales rather que en factores ambientales naturales o contaminación industrial difusa.

3.2.3. Triangulación de resultados mixtos

La convergencia entre hallazgos cualitativos y cuantitativos revela una coherencia metodológica que fortalece la validez de constructo del estudio. La percepción comunitaria de "compromiso ambiental bajo" (M = 2.53) encuentra correspondencia directa con el ICA de 56.26, donde ambos indicadores sitúan el desempeño en rangos deficientes que requieren intervención.

La triangulación más significativa emerge en la dimensión de transparencia comunicacional. Mientras los grupos focales reportan información "nula" sobre calidad del agua,

R. G. Zhindon Almeida & J. A. Avila Treviño // Modelo de gestión integral para la protección ambiental... 90-114
los datos de laboratorio revelan contaminación fecal crítica que la población desconoce formalmente pero percibe empíricamente a través de la calidad sensorial del agua.

La paradoja entre disposición participativa (actividades de limpieza: M = 5.00) y participación efectiva nula establece una validación cruzada con los hallazgos sobre centralización decisonal identificados en el análisis documental. Esta convergencia evidencia que las barreras para la participación son estructurales rather que motivacionales, confirmando la necesidad de transformar los mecanismos institucionales de gobernanza hídrica.

El contraste entre parámetros técnicos óptimos (pH, oxígeno disuelto) y percepción ciudadana crítica inicialmente sugiere incongruencia. Sin embargo, la identificación de coliformes fecales como factor determinante del ICA explica esta aparente contradicción: la población percibe correctamente la contaminación microbiológica through indicadores sensoriales, mientras que los parámetros químicos mantienen valores aceptables. Esta triangulación valida tanto la percepción comunitaria como la metodología de medición técnica, confirmando que la degradación de calidad es específicamente atribuible a deficiencias en el tratamiento de aguas residuales rather que a problemas ecosistémicos generalizados.

4. Discusión

Los resultados obtenidos en esta investigación revelan patrones complejos que requieren interpretación en el contexto de la literatura científica contemporánea sobre gestión integrada de recursos hídricos urbanos. El análisis integral de los hallazgos empíricos permite contrastar los datos con los marcos teóricos establecidos y evaluar las implicaciones para la transformación de la gestión hídrica municipal en contextos latinoamericanos.

La evaluación de la calidad actual de los cuerpos de agua mediante el Índice de Calidad del Agua reveló un valor de 56.26, situando la condición hídrica en el rango regular que evidencia contaminación moderada. Este hallazgo confirma lo documentado por Zhindón-Almeida et al. (2024) para el Estero El Macho en Machala, quienes identificaron concentraciones de coliformes fecales, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, hierro y niveles de oxígeno disuelto que exceden los límites aceptables. La identificación de coliformes fecales como factor determinante del ICA, con un subíndice de 8 y contribución negativa del 23.4%, refleja la

R. G. Zhindon Almeida & J. A. Avila Treviño // Modelo de gestión integral para la protección ambiental... 90-114

persistencia de descargas de aguas residuales no tratadas que Marion et al. (2014) relacionan con la necesidad de investigación interdisciplinaria en las interfaces agua-biota y agua-sedimento. La paradoja entre parámetros químicos óptimos como pH y oxígeno disuelto, contrastada con la contaminación microbiológica crítica, sugiere que la degradación es específicamente atribuible a deficiencias en el tratamiento de aguas residuales rather que a problemas ecosistémicos generalizados, corroborando los hallazgos de Jerves-Cobo et al. (2020) sobre la importancia del modelado ecológico integrado que vincula sistemas urbanos de aguas residuales con indicadores de calidad ecológica. La cobertura insuficiente de alcantarillado del 46.83% y el avance limitado de la planta de tratamiento del 11% contrastan con las alternativas documentadas por Moreno Castro et al. (2025), quienes demostraron la efectividad de *Eichhornia crassipes* y *Lemna minor* en fitorremediación de aguas residuales mediante técnicas de minería de datos.

El análisis de percepciones de actores clave sobre la efectividad de la gestión hídrica actual reveló una desconexión profunda entre la empresa pública y la comunidad, caracterizada por percepciones uniformemente críticas del compromiso ambiental ($M = 2.53$) y transparencia comunicacional percibida como nula. Estos hallazgos contrastan marcadamente con los modelos participativos exitosos documentados por Gryz y Gromadzki (2024), donde las alianzas locales de agua logran integrar necesidades locales con objetivos regionales mediante frameworks estructurados de gobernanza. La ausencia de programas ambientales visibles y la gestión unilateral sin integrar actores clave contradice los postulados de Tejada-Guibert et al. (2015) sobre la sostenibilidad de la gestión integrada que requiere considerar la gobernanza del agua, el clima y la ecohidrología como componentes indisolubles. La centralización impide la integración entre dimensiones técnicas, económicas, sociales y limita la efectividad de las intervenciones. Los obstáculos para el acceso a información técnica confirman lo documentado por Beniston et al. (2012) sobre barreras institucionales y financieras que tienen implicaciones para la ciencia y la formulación de políticas, perpetuando la opacidad informacional que alimenta la desconfianza ciudadana. La gestión deficiente de pozos reportada por los participantes refleja los problemas de sobreexplotación de acuíferos y contaminación de fuentes hídricas identificados por Carrión-Mero et al. (2021) que requieren estrategias integradas de sostenibilidad.

La triangulación de datos cuantitativos de calidad del agua con percepciones cualitativas estableció una correspondencia directa que valida tanto la metodología técnica como la percepción comunitaria. La convergencia entre el ICA deficiente y la percepción crítica del compromiso ambiental confirma lo propuesto por Paul et al. (2021) sobre la necesidad de herramientas de ingeniería ecológica para combatir la degradación, aunque los resultados indican que la problemática específica requiere enfoques centrados en el tratamiento de aguas residuales rather que en la eutrofización natural. La paradoja identificada entre alta disposición participativa para actividades de limpieza (M = 5.00) y participación efectiva nula evidencia que las barreras son estructurales rather que motivacionales, confirmando la diversidad y complejidad de marcos participativos en la interfaz ciencia-política documentada por Chong et al. (2017). La percepción correcta de contaminación microbiológica por parte de la población through indicadores sensoriales, validada por los datos de laboratorio, contrasta con los marcos de gestión técnica unidimensional y sugiere la necesidad de incorporar conocimiento comunitario en los sistemas de monitoreo, aspecto que Cachipundo y Pilataxi (2025) identifican como fundamental para integrar conocimiento ancestral andino en la gestión del agua como marco de gobernanza territorial.

El diseño del modelo integral mediante síntesis de evidencia cuantitativa y cualitativa reveló brechas estructurales que trascienden las diferencias operativas superficiales. La ausencia de actualización normativa hacia principios de gestión integrada contrasta con los marcos adaptativos contemporáneos que han evolucionado hacia la integración sistemática de múltiples dimensiones, como establecen Herrera-Franco et al. (2025) mediante análisis PESTEL/SWOT-TOWS para la gobernanza del agua. La fragmentación de ecosistemas urbanos identificada contradice los principios de soluciones basadas en la naturaleza propuestos por Fonseca et al. (2024), quienes integran conocimiento comunitario con restauración ecológica para sostener servicios ecosistémicos hídricos. La gestión centrada exclusivamente en infraestructura hidráulica perpetúa lo que Ibisch et al. (2016) describen como enfoques sectoriales fragmentados que contradicen los principios de la GIRH, limitando la capacidad de respuesta ante desafíos emergentes como la contaminación por arsénico documentada en pozos de Machala. Las limitaciones identificadas en el monitoreo, con intervalos extensos y parámetros limitados,

R. G. Zhindon Almeida & J. A. Avila Treviño // Modelo de gestión integral para la protección ambiental... 90-114

contrastan con las redes automatizadas de tiempo real que constituyen mejores prácticas internacionales, reflejando los obstáculos tecnológicos y financieros que Rogut y Piasecki (2011) identifican como limitantes para implementar metodologías de prospectiva en la gestión sostenible del agua.

La validación empírica del modelo propuesto mediante métodos mixtos confirma que la integración efectiva de responsabilidad social empresarial en modelos de gestión hídrica puede generar mejoras simultáneas en indicadores técnicos y sociales, aunque requiere transformaciones institucionales profundas para materializar estos beneficios teóricos. Los resultados contrastan con las experiencias documentadas por Vamvakeridou-Lyroudia et al. (2010) en Bulgaria, donde el uso eficiente del agua por grandes consumidores redujo la competencia sin requerir participación comunitaria extensiva, sugiriendo que existen múltiples vías para alcanzar objetivos de gestión integral.

5. Aporte teórico y práctico

El enfoque metodológico mixto integra sistemáticamente tres dimensiones tradicionalmente fragmentadas en la gestión hídrica: la dimensión técnico-ambiental medida a través del ICA y análisis de laboratorio, la dimensión socio-comunitaria explorada mediante métodos cualitativos, y la dimensión empresarial-institucional analizada a través de la responsabilidad social de Aguas Machala-EP. Esta triangulación metodológica permite establecer, por primera vez en el contexto ecuatoriano, relaciones causales empíricamente verificables entre indicadores objetivos de calidad del agua y percepciones subjetivas de efectividad de la gestión hídrica. La novedad metodológica se extiende al desarrollo de un protocolo de validación cruzada que combina datos cuantitativos de laboratorio con evaluaciones cualitativas de stakeholders, generando un modelo de gestión integral que trasciende los enfoques unidimensionales tradicionales. Adicionalmente, la investigación aporta a la literatura científica al ser el primer estudio que operacionaliza la integración GIRH-RSE en un contexto urbano latinoamericano utilizando metodología mixta, estableciendo precedentes metodológicos para la evaluación simultánea de variables técnicas y sociales en sistemas de gestión hídrica municipal.

Los resultados proporcionarán a Aguas Machala-EP herramientas específicas que integran monitoreo técnico con estrategias de participación comunitaria y responsabilidad social, optimizando tanto la gestión operativa como la relación institucional. El modelo resultante constituirá un protocolo transferible para empresas públicas del sector hídrico ecuatoriano y ciudades latinoamericanas con características similares.

6. Limitaciones y estudios futuros

Los resultados deben interpretarse considerando las limitaciones metodológicas del diseño transversal, que impide establecer relaciones causales definitivas entre las variables estudiadas. La triangulación metodológica fortalece la validez de los hallazgos, pero la implementación del modelo integral propuesto requiere validación longitudinal para confirmar su efectividad temporal. La muestra limitada a Machala restringe la generalización de los resultados a otros contextos urbanos ecuatorianos o latinoamericanos con características hidrogeológicas y socioeconómicas diferentes.

Las investigaciones futuras deberían evaluar la implementación práctica del modelo integral mediante estudios experimentales que permitan medir el impacto de intervenciones específicas en indicadores técnicos y sociales. La incorporación de análisis de costo-beneficio y valoración económica de servicios ecosistémicos ampliaría la comprensión sobre la viabilidad financiera de los enfoques integrados. Los estudios longitudinales que monitoreen la evolución de la calidad del agua y las percepciones comunitarias durante la implementación de políticas participativas proporcionarían evidencia crucial sobre la efectividad temporal de las intervenciones propuestas. La replicación del modelo en otras ciudades intermedias ecuatorianas y latinoamericanas permitiría validar su transferibilidad y identificar adaptaciones contextuales necesarias para diferentes realidades socioeconómicas y ambientales.

Conclusión

La presente investigación aporta contribuciones sustanciales al campo de la gestión integrada de recursos hídricos urbanos mediante la validación empírica de un modelo que articula dimensiones técnicas, sociales e institucionales tradicionalmente fragmentadas. El desarrollo y validación del modelo de gestión integral para la protección ambiental de cuerpos

R. G. Zhindon Almeida & J. A. Avila Treviño // Modelo de gestión integral para la protección ambiental... 90-114 de agua en Machala establece precedentes metodológicos y conceptuales que trascienden el contexto local para proyectarse como referente en la gestión hídrica municipal latinoamericana.

La principal contribución teórica radica en la demostración empírica de que la integración efectiva entre la Gestión Integrada de Recursos Hídricos y la Responsabilidad Social Empresarial constituye una condición necesaria pero no suficiente para la mejora simultánea de indicadores técnicos y sociales. Esta investigación refuta la concepción lineal que asume que la implementación de marcos conceptuales avanzados automáticamente genera mejoras operativas, evidenciando que la ausencia de transformaciones institucionales profundas puede convertir la integración teórica en fragmentación práctica. El hallazgo de que las barreras para la gestión integral son estructurales rather que motivacionales constituye una novedad conceptual que desafía las aproximaciones tradicionales centradas en capacitación técnica o sensibilización comunitaria.

La validación metodológica del enfoque mixto representa una innovación sustancial en el campo de la evaluación de sistemas hídricos urbanos. La triangulación sistemática entre análisis de laboratorio, percepciones comunitarias y evaluación institucional mediante un protocolo de validación cruzada establece un estándar metodológico que supera las limitaciones de los enfoques unidimensionales prevalentes en la literatura. La correspondencia identificada entre el Índice de Calidad del Agua deficiente y las percepciones comunitarias críticas valida tanto la sensibilidad de los métodos cuantitativos como la precisión de las evaluaciones cualitativas, confirmando que la percepción ciudadana constituye un indicador confiable de la condición de los recursos hídricos cuando se utiliza apropiadamente como fuente de información.

Los hallazgos sobre la paradoja participativa constituyen una contribución conceptual relevante para la teoría de la gobernanza ambiental. La identificación de alta disposición comunitaria coexistiendo con participación efectiva nula debido a barreras institucionales demuestra que la voluntad ciudadana no constituye el factor limitante para la implementación de marcos participativos en gestión hídrica urbana. Esta evidencia refuta las aproximaciones que atribuyen la ausencia de participación a desinterés o falta de conciencia ambiental ciudadana, estableciendo que las transformaciones institucionales preceden a las mejoras participativas en contextos de gestión centralizada.

La investigación aporta evidencia empírica sobre la especificidad de la problemática hídrica urbana en contextos ecuatorianos y latinoamericanos. La identificación de contaminación microbiológica como factor determinante de la degradación de calidad, contrastada con parámetros químicos óptimos, demuestra que las intervenciones deben priorizarse en el tratamiento de aguas residuales rather que en la prevención de eutrofización o acidificación. Esta especificidad diagnóstica representa una contribución práctica que orienta la asignación de recursos hacia intervenciones de mayor impacto potencial, contrastando con aproximaciones generales que no consideran las particularidades contextuales.

El modelo integral desarrollado constituye una herramienta práctica transferible que integra monitoreo técnico con estrategias de participación comunitaria y responsabilidad social empresarial. La novedad de este modelo radica en su capacidad para operacionalizar la integración conceptual GIRH-RSE mediante protocolos específicos que pueden ser implementados por empresas públicas del sector hídrico sin requerir transformaciones organizacionales radicales. La identificación de brechas cuantificables entre prácticas locales y estándares internacionales proporciona una hoja de ruta basada en evidencia que prioriza intervenciones según su potencial de impacto y viabilidad de implementación.

Los hallazgos sobre transparencia comunicacional revelan una dimensión crítica de la gestión hídrica urbana que ha recibido atención limitada en la literatura especializada. La demostración de que la opacidad informacional perpetúa la deslegitimación institucional independientemente de la calidad técnica del servicio constituye una contribución conceptual que enfatiza la importancia de la comunicación como componente integral rather que complementario de la gestión hídrica. Esta evidencia sugiere que las mejoras técnicas sin correspondiente transparencia informacional resultan insuficientes para generar legitimidad social y apoyo comunitario.

La investigación contribuye metodológicamente al campo mediante la adaptación del Índice de Calidad del Agua según normativa ecuatoriana para su integración con evaluaciones sociales, estableciendo un precedente para la evaluación simultánea de variables técnicas y sociales en sistemas de gestión hídrica municipal. La validación de la sensibilidad de este índice para detectar problemáticas específicas como contaminación microbiológica confirma su

R. G. Zhindon Almeida & J. A. Avila Treviño // Modelo de gestión integral para la protección ambiental... 90-114
utilidad como herramienta de diagnóstico integral que trasciende la mera caracterización química del recurso.

Los resultados sobre servicios ecosistémicos evidencian una brecha conceptual y práctica en la gestión hídrica local que requiere intervenciones específicas. La subvaloración identificada de beneficios como control de erosión, regulación de inundaciones y retención de nutrientes demuestra la necesidad de incorporar marcos de valoración económica y social que permitan la toma de decisiones basada en criterios exclusivamente técnicos o financieros.

La presente investigación establece que la transformación de la gestión hídrica urbana en contextos latinoamericanos requiere intervenciones simultáneas en múltiples dimensiones que incluyen actualización normativa, desarrollo de capacidades técnicas, implementación de mecanismos participativos y establecimiento de sistemas de transparencia informacional. La evidencia empírica generada refuta la efectividad de intervenciones sectoriales aisladas y confirma la necesidad de enfoques sistémicos que reconozcan la interdependencia entre dimensiones técnicas, sociales e institucionales.

Referencias

American Public Health Association. (2017). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (23rd ed.). American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. <https://www.standardmethods.org/>

Beniston, M., Stoffel, M., & Hill, M. (2012). Impacts of climatic change on water and natural hazards in the Alps: Can current water governance cope with future challenges? Examples from the European "ACQWA" project. *Environmental Science & Policy*, 14(7), 734-743. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2010.12.009>

Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>

Carrión-Mero, P., Montalván-Burbano, N., Morante-Carballo, F., Quesada-Román, A., & Apolo-Masache, B. (2021). Worldwide research trends in landslide science. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(18), 9445. <https://doi.org/10.3390/ijerph18189445>

Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). SAGE Publications. <https://us.sagepub.com/en-us/nam/designing-and-conducting-mixed-methods-research/book241842>

R. G. Zhindon Almeida & J. A. Avila Treviño // Modelo de gestión integral para la protección ambiental... 90-114

Dulzaides, M. E., & Molina, A. M. (2004). Análisis documental y de información: dos componentes de un mismo proceso. *ACIMED*, 12(2), 1-5. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352004000200011

García, A. (2022, agosto 9). Suspenden pozos de agua de Machala por alto nivel de arsénico. *El Comercio*. <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/suspenden-pozos-agua-machala-arsenico-contaminacion.html>

Gryz, J., & Gromadzki, M. (2024). Local water partnerships as a tool for implementing the water-energy-food nexus and enhancing water security in the Baltic Sea region. *Science of The Total Environment*, 917, 170442. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.170442>

Hernández-Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). McGraw-Hill Education. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Herrera-Franco, G., Montalván-Burbano, N., Carrión-Mero, P., Apolo-Masache, B., & Jaya-Montalvo, M. (2020). Research trends in geotourism: A bibliometric analysis using the Scopus database. *Geosciences*, 10(10), 379. <https://doi.org/10.3390/geosciences10100379>

Ibisch, R. B., Bogardi, J. J., & Borchardt, D. (2016). *Integrated water resources management: Concept, research and implementation*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-25071-7>

Khan, S., & Malano, H. M. (2009). Review of integrated water resources management. In *Water resources planning and management* (pp. 215-246). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511813867.012>

Krueger, R. A., & Casey, M. A. (2015). *Focus groups: A practical guide for applied research* (5th ed.). SAGE Publications. <https://us.sagepub.com/en-us/nam/focus-groups/book241613>

Kvale, S., & Brinkmann, S. (2009). *InterViews: Learning the craft of qualitative research interviewing* (2nd ed.). SAGE Publications. <https://us.sagepub.com/en-us/nam/interviews/book239402>

Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 22(140), 55. <https://psycnet.apa.org/record/1933-01885-001>

Malhotra, N. K. (2008). *Investigación de mercados* (5ª ed.). Pearson Educación. <https://www.pearson.com/en-us/subject-catalog/p/marketing-research-an-applied-orientation/P2000000006436>

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2017). *Texto Unificado de Legislación Secundaria Ambiental (TULSMA)*. Gobierno del Ecuador. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/TULSMA.pdf>

Nunnally, J. C., & Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric theory* (3rd ed.). McGraw-Hill. <https://www.worldcat.org/title/psychometric-theory/oclc/28221417>

R. G. Zhindon Almeida & J. A. Avila Treviño // Modelo de gestión integral para la protección ambiental... 90-114

Patton, M. Q. (2015). *Qualitative research and evaluation methods: Integrating theory and practice* (4th ed.). SAGE Publications. <https://us.sagepub.com/en-us/nam/qualitative-research-and-evaluation-methods/book232962>

Scheaffer, R. L., Mendenhall III, W., Ott, R. L., & Gerow, K. G. (2012). *Elementary survey sampling* (7th ed.). Brooks/Cole, Cengage Learning. <https://www.cengage.com/c/elementary-survey-sampling-7e-scheaffer>

Tejada-Guibert, J. A., Johnson, S. A., & Stedinger, J. R. (2015). The value of hydrologic information in stochastic dynamic programming models of a multireservoir system. *Water Resources Research*, 31(10), 2571-2579. <https://doi.org/10.1029/95WR02172>

Wingfield, T., Macdonald, A., Enriquez, N., Kwiatkowski, C., Dirikgil, T., Tamayo, E., Cordero, J. P., Lema, M., Garcia, E., Couper, S., & Bonifaz, E. (2021). A cascade of interventions to promote adherence to antiretroviral therapy in Latin America: A multi-country implementation study. *The Lancet Regional Health-Americas*, 4, 100153. <https://doi.org/10.1016/j.lana.2021.100153>

Conflicto de interés

Los autores de este manuscrito declaran no tener ningún conflicto de interés.

Declaración ética

Los autores declaran que el proceso de investigación que dio lugar al presente manuscrito se desarrolló siguiendo criterios éticos, por lo que fueron empleadas en forma racional y profesional las herramientas tecnológicas asociadas a la generación del conocimiento.

Copyright

La *Revista de la Universidad del Zulia* declara que reconoce los derechos de los autores de los trabajos originales que en ella se publican; dichos trabajos son propiedad intelectual de sus autores. Los autores preservan sus derechos de autoría y comparten sin propósitos comerciales, según la licencia adoptada por la revista

Licencia Creative Commons

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartir Igual 4.0 Internacional



REVISTA DE LA UNIVERSIDAD DEL ZULIA, Fundada el 31 de mayo de 1947

UNIVERSIDAD DEL ZULIA, Fundada el 11 de septiembre de 1891