



Calidad del agua marina en el Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche

Seawater quality in the Pacoche Coastal Wildlife and Marine Refuge

Autores

Patricio Javier Cool Mero ¹

<https://orcid.org/0009-0003-3858-6166>

José Manuel Calderón Pincay ^{1*}

<https://orcid.org/0000-0002-3315-997X>

¹ Carrera de Ingeniería Ambiental, Escuela Superior Politécnica de Manabí. Calceta, Ecuador.

* Autor para correspondencia.
jose.calderon@espam.edu.ec

Citacion sugerida: Cool, M. P., & Calderón, P. R., (2025). Calidad del agua marina en el Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche. *Revista de Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología. RIEMAT*, 10(1), pp. 23-34 <https://doi.org/10.33936/riemat.v10i1.7330>

Recibido: 12/02/2024
Aceptado: 25/03/2024
Publicado: 30/04/2025

Resumen

El estudio se realizó en el Refugio de Vida Silvestre Marino Costera Pacoche (RVSMCP), con el propósito de evaluar la calidad del agua utilizando un enfoque cuantitativo que combinó técnicas descriptivas, exploratoria. Se examinaron tanto los parámetros fisicoquímicos como microbiológicos del agua, identificando las causas y efectos de las variaciones en su calidad, relacionadas con las actividades humanas, las condiciones climáticas, además, se analizó la gestión y conservación de los recursos hídricos en la zona, observándose una gestión eficaz y un compromiso con la sostenibilidad, junto con una activa participación de la comunidad en la administración del agua. Se escogieron seis puntos de monitoreo a lo largo de la costa, priorizando áreas con mayor afluencia turística. Los resultados obtenidos mostraron parámetros de calidad del agua favorables, como niveles adecuados de oxígeno disuelto, un pH estable, baja concentración de sólidos suspendidos, ausencia de metales pesados y coliformes termotolerantes. El índice de calidad del agua marina (ICAM) aplicado en todos los puntos mostró una clasificación de adecuada, lo que indica condiciones propicias para la vida acuática. En conclusión, la calidad del agua se mantiene en un estado óptimo, lo que favorece tanto la conservación de los ecosistemas marinos como el bienestar de las comunidades locales.

Palabras clave: Calidad del agua; parámetros; índice de calidad; gestión; monitoreo.

Abstract

The study was conducted in the Pacoche Coastal Marine Wildlife Refuge (RVSMCP), with the purpose of evaluating water quality using a quantitative approach that combined descriptive, exploratory techniques. Both the physicochemical and microbiological parameters of the water were examined, identifying the causes and effects of variations in its quality, related to human activities, climatic conditions, and the management and conservation of water resources in the area was analyzed, observing effective management and a commitment to sustainability, along with active community participation in water management. Six monitoring points were chosen along the coast, prioritizing areas with greater tourist influx. The results obtained showed favorable water quality parameters, such as adequate levels of dissolved oxygen, a stable pH, low concentration of suspended solids, absence of heavy metals and thermotolerant coliforms. The Marine Water Quality Index (MWQI) applied at all points showed an adequate classification, indicating conditions conducive to aquatic life. In conclusion, water quality remains at an optimal state, which favors both the conservation of marine ecosystems and the well-being of local communities.

Keywords: Water quality; parameters; quality index; management; monitoring.





1. Introducción

El agua es un recurso natural esencial para la vida y el desarrollo económico de las sociedades, ya que actividades como la industria, la agricultura y la ganadería dependen de su disponibilidad y calidad (Molinos y González, 2019), se conoce que aproximadamente el 71% de la superficie terrestre está cubierta por agua, de la cual el 97,5% se encuentra en los océanos (Grueso et al., 2019), sin embargo, su idoneidad para usos humanos y ecosistémicos se ve influenciada por la calidad, misma que está relacionada a los parámetros fisicoquímicos y biológicos que la componen (Brum et al., 2020), estos son factores que permiten evaluar los diferentes aprovechamientos ya sea para el desarrollo humano o para la conservación de los ecosistemas (Chávez y Sánchez, 2022).

Las reservas naturales marinas desarrollan un importante papel en la adaptación a los efectos del cambio climático, debido a que estas son barreras naturales que atenúan dichos efectos, además de brindar refugio para las comunidades costeras (Jodar et al., 2018), también contribuyen a la disminución del proceso de erosión, son depósitos de carbono ya que capturan y almacenan el dióxido de carbono (Palacios et al., 2019), lo que favorece a la regulación del clima, preservación de la biodiversidad, el mantenimiento del equilibrio ecológico y el desarrollo sostenible de comunidades cuyo estilo de vida se basa en los recursos marinos (Paula et al., 2018).

Sin embargo, el desarrollo demográfico descontrolado ocasiona el colapso de estos ecosistemas, debido a problemas como la sobrepesca, el exceso de nutrientes y contaminantes provenientes de la tierra (Santos et al., 2019), la degradación de hábitats y los impactos del cambio climático representan una amenaza para la calidad del agua y la biodiversidad marina incluyendo a especies marinas, entre ellas mamíferos, aves y tortugas (Cutipa et al., 2020).

La gestión de los recursos hídricos marinos es un desafío clave debido a la contaminación proveniente de actividades terrestres, que llegan al mar a través de ríos o deposición atmosférica, lo que altera los ecosistemas marinos y amenaza su integridad, a esto se le suma la creciente demanda de agua dulce en las zonas costeras (Lozeca et al., 2018), la salud ambiental de los océanos está estrechamente vinculada a cómo se gestionan estos recursos, ya que el aumento de residuos en los océanos afecta tanto la calidad del agua como la biodiversidad (Casallas y Gutiérrez, 2019).

El impacto económico y medioambiental generado por la gestión de los recursos hídricos es considerable, lo que convierte este tema en un asunto de gran relevancia sociopolítica a nivel global, para abordar esta problemática (Gárate et al., 2021), es fundamental implementar una gestión integral de los recursos que se base en indicadores de calidad que evalúen tanto parámetros fisicoquímicos como biológicos, estos permiten un monitoreo continuo y eficiente del estado de los ecosistemas, lo que facilita la evaluación de su salud y su capacidad de recuperación, garantizando su sostenibilidad (Mena y Rodríguez, 2019).

El Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche (RVSMCP) es parte del Patrimonio de Áreas Naturales del Estado Ecuatoriano, en el año 2008 fue incorporado al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), esta área incluye bosques de garúa y bosques secos deciduos, abarcando cerca de 5045 hectáreas de ecosistemas terrestres y 8500 hectáreas marino-costeros, es así que este estudio se enfoca en evaluar la calidad del agua de mar en el Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche para la gestión de los recursos hídricos.

2. Materiales y Métodos

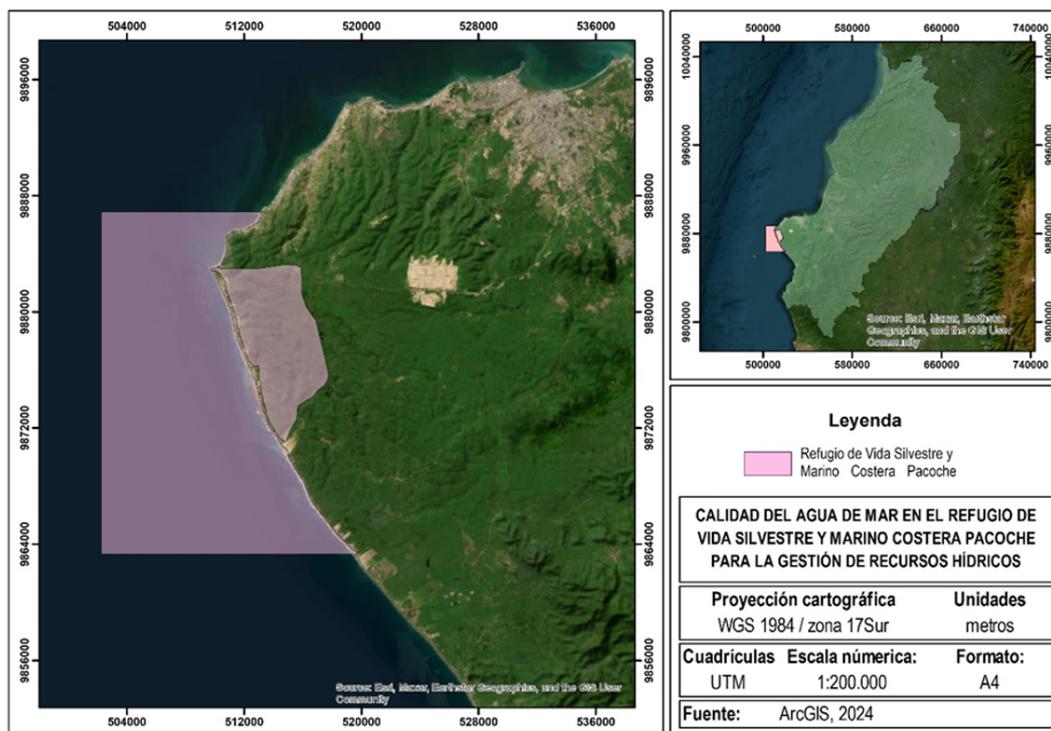
Área de estudio

La investigación se desarrolló en el Refugio de Vida Silvestre Marino Costera Pacoche (RVSMCP), la cual

es catalogada como un área protegida, se encuentra ubicado en la costa central de Ecuador entre los cantones Manta y Montecristi, con coordenadas 9882132 latitud sur y 511651 de longitud oeste como se observa en la Figura 1.

Figura 1

Ubicación del Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche.



Fuente: Los autores

La investigación fue de tipo cuantitativa con un enfoque combinado que incluye elementos descriptivos, para caracterizar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua, y analizar las causas y efectos de los cambios en la calidad del agua en relación con actividades humanas, factores climáticos o biodiversidad, de carácter exploratorio considerando la posible escasez de estudios previos en la zona; ya que se pretende evaluar las variaciones en la calidad del agua.

Diagnóstico del estado actual de la gestión de los recursos hídricos en RVSMCP

Se aplicó una entrevista utilizando un cuestionario de Google previamente diseñado que incluía 12 preguntas abiertas y cerradas, con el objetivo de recopilar información específica, para facilitar el proceso, se emplearon una grabadora de audio (previo consentimiento del entrevistado) y una libreta para tomar notas clave durante la interacción (Feria et al., 2020). La muestra correspondió al 100% del personal asignado al área protegida: un analista de proyectos, ocho guardaparques y una administradora de área.

Puntos y frecuencia de monitoreo

Considerando la evaluación de las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua, se tomaron en cuenta los puntos de muestreo con base en el conocimiento de las áreas de playas donde se realizaban actividades recreativas con contacto primario y que contaban con gran afluencia de bañistas. Se estipuló que, en playas con extensiones mayores a 500 m, se debía definir al menos un punto de muestreo por cada 200 m (Patiño et al., 2024), abarcando toda el área de bañistas. El muestreo se realizó de manera mensual y se estableció que, para agua de mar con uso recreativo con contacto primario, se definieron dos frecuencias de muestreo mensual durante tres meses, lo cual consistía en tomar una muestra de agua de mar por duplicado durante los primeros días de cada mes (Secretaría de Salud de México, 2019).



Toma de la muestra de agua de mar

En zonas de oleaje tranquilo, se tomaron las muestras en áreas donde la profundidad del agua alcanzaba un metro; la muestra se tomó a contracorriente del flujo entrante y a aproximadamente 30 centímetros bajo la superficie del agua. Las muestras de agua de mar fueron recolectadas siguiendo la metodología descrita en la edición 23 del Standard Methods. Posteriormente, se colocaron en hielo y se trasladaron al laboratorio en condiciones de oscuridad, a una temperatura entre 1 y 4 °C, para su posterior análisis. Las muestras fueron procesadas en un tiempo menor a 8 horas (APHA-AWWA-WEF, 2017).

Parámetros evaluados

Los análisis fisicoquímicos y microbiológicos se realizaron en el Laboratorio de Química Ambiental y Suelos de la ESPAM MFL y en el Centro de Servicios para el Control de Calidad (Cesecca) de la ULEAM, respectivamente, en función del Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (American Public Health Association, 2020). Los resultados se visualizaron en la Tabla 1.

Tabla 1

Variables del ICAM, unidad de medida, métodos y factores de ponderación.

Parámetros	Unidad	Método
pH	-	Potenciómetro
Oxígeno disuelto	mg/L	Medidor de oxígeno
Temperatura	°C	Termómetros
Conductividad Eléctrica	mS/cm	Conductímetro
Sólidos suspendidos totales	mg/L	Gravimetría
Nitratos	µg/L	Espectrofotómetro
Fosfatos	µg/L	Espectrofotómetro
DBO ₅	mg/L	Incubación
Plomo	µg/L	Espectrofotómetro
Coliformes Totales	NMP/100 mL	Incubación por tubos

Fuente: Los autores.

Determinación del índice de calidad del agua de mar

Para la evaluación del índice de calidad del agua de mar en la Reserva, se empleó el Índice de Calidad de Aguas Marinas y Costeras – ICAMPFF (INVEMAR, 2023) (Ecuación 1), el cual establecía un marco de 8 indicadores con su respectivo factor de ponderación (Tabla 2). Este índice arrojó un dato numérico que permitió asignar valores específicos a diferentes categorías de calidad del agua de manera cualitativa, facilitando una interpretación clara y comparativa de los resultados obtenidos (Garcés et al., 2021).

Tabla 2

Variables del ICAM, unidad de medida, métodos y factores de ponderación.

Parámetros	Unidad	Factor de ponderación
pH	-	0,12
Oxígeno disuelto	mg/L	0,16
Sólidos suspendidos totales	mg/L	0,13
Nitratos	µg/L	0,09
Fosfatos	µg/L	0,13

DBO ₅	mg/L	0,13
Plomo	µg/L	0,12
Coliformes totales	NMP/100 mL	0,14

Fuente: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés”.

$$ICAM_{PFF} = \left[(X_{OD})^{0.16} * (X_{pH})^{0.12} * (X_{SST})^{0.13} * (X_{DBO})^{0.13} * (X_{CTE})^{0.14} * (X_{Pb})^{0.12} * (X_{NO3})^{0.09} * (X_{PO4})^{0.13} \right]^{\frac{1}{10}} \tag{1}$$

Para la clasificación del ICAM se utilizó la siguiente escala de valoración con rangos, color y descripción de uso (Tabla 3) (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés”, 2023).

Tabla 3

Escala de valoración de la calidad del agua de mar.

Escala de calidad	Color	Rango	Descripción
Óptimo	Azul	100-90	Calidad excelente del agua.
Adecuada	Verde	90-70	Agua con buenas condiciones para la vida acuática.
Aceptable	Amarillo	70-50	Agua que conserva buenas condiciones y pocas restricciones de uso.
Inadecuada	Naranja	50-25	Agua que presenta muchas restricciones de uso.
Pésima	Rojo	25-0	Agua con muchas restricciones que no permiten un uso adecuado.

Fuente: Los autores

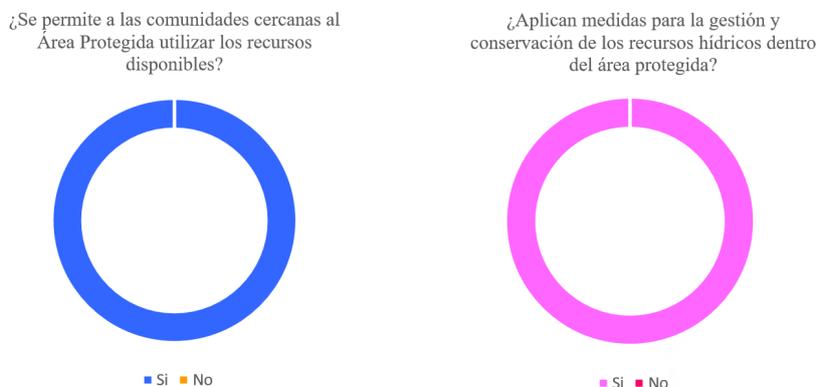
3. Resultados y Discusión

Diagnóstico del estado actual de la gestión de los recursos hídricos en RVSMCP

Respecto a la gestión de recursos hídricos en la RVSMCP, el personal administrativo y los trabajadores (10 personas en total) mencionaron que, en el área protegida, la comunidad tenía permitido utilizar los recursos disponibles, con un 100 % de respuestas afirmativas. Además, se aplicaban medidas para la gestión y conservación de los recursos hídricos dentro del área, lo cual fue respaldado también por un 100 % de respuestas afirmativas, como se muestra en la Figura 2.

Figura 2

Uso, gestión y conservación de los recursos hídricos.



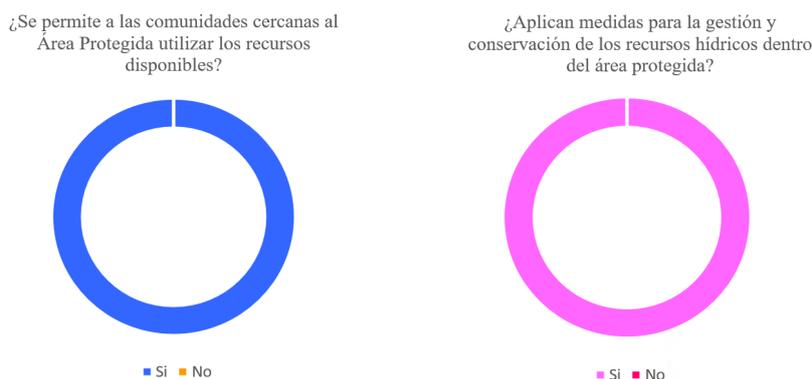
Fuente: Los autores

La gestión de los recursos hídricos permite garantizar la sostenibilidad de los ecosistemas y las comunidades locales, resalta el rol de la comunidad en la gestión del agua, puesto que favorece la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales (Rojas y Restrepo, 2024), donde las acciones de conservación y regulación de los recursos, como el monitoreo de su calidad, permiten mantener un equilibrio ecológico y fomentar la resiliencia de los ecosistemas, un cumplimiento total de estas medidas de conservación hídrica, demuestra un manejo eficiente y comprometido con la sostenibilidad (Martín y Montico, 2023, Gaspar, 2024).

Paralelamente, se observa un fuerte enfoque en la educación ambiental, donde la totalidad de la comunidad recibe formación en temas ambientales, y por último mencionan que el turismo resulta rentable para la zona y las comunidades vecinas (Figura 3), lo que sugiere un manejo integral y responsable de los recursos naturales, donde las estrategias de conservación, uso sostenible y educación ambiental trabajan de manera articulada para garantizar la preservación de los ecosistemas hídricos y el bienestar comunitario.

Figura 3

Educación e impacto turístico en el área protegida.



Fuente: Los autores

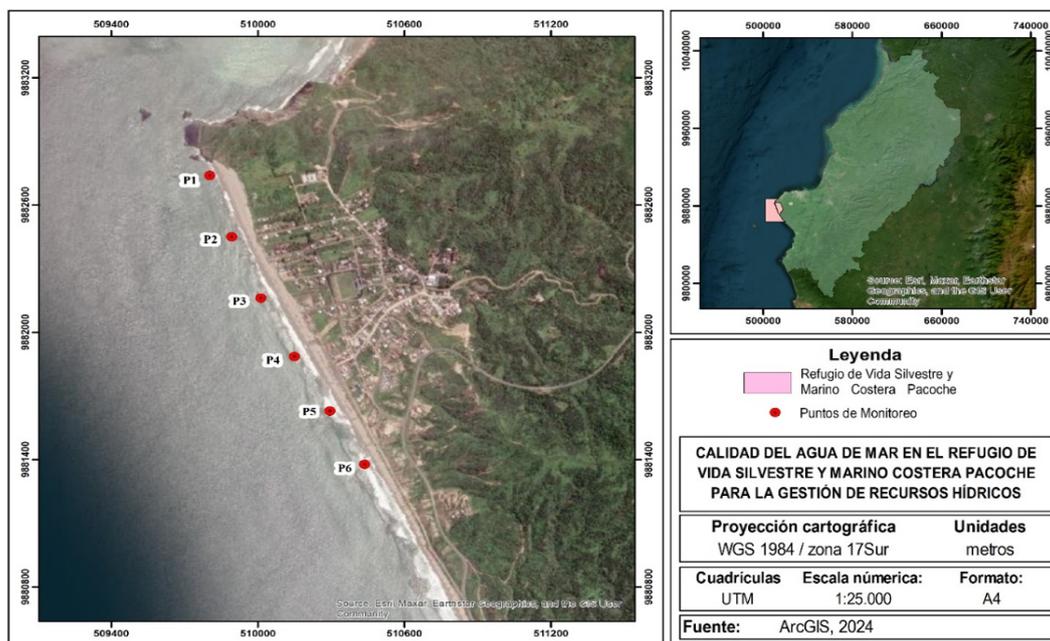
La gestión integral de los recursos, que incluye educación ambiental y turismo sostenible, es clave para la conservación de los ecosistemas y el bienestar de las comunidades, la importancia de la educación ambiental para promover la participación comunitaria en la gestión de los recursos naturales (Lapuerta, 2022), el turismo ecológico bien gestionado puede generar ingresos y ser una herramienta de conservación, la combinación de estrategias de conservación y educación ambiental favorece tanto la preservación de los ecosistemas como el bienestar social y económico de las comunidades (Ramos y Morales, 2022).

Selección de los puntos de monitoreo

Se seleccionaron seis puntos de monitoreo distribuidos a lo largo de la zona costera de manera estratégica considerando afluencias turísticas, accesibilidad, concentración demográfica entre otros, tal como se evidencia en la Figura 4.

Figura 4

Selección de los puntos de monitoreo.



Fuente: Los autores

La selección de puntos de monitoreo en zonas con alta presión humana es clave para evaluar con precisión los efectos del turismo en el ecosistema, ya que la concentración de visitantes puede generar impactos como la degradación del suelo, alteraciones en la biodiversidad y cambios en la calidad del agua y el aire (Pesantez y Teran, 2023).

Al focalizar los estudios en estas áreas críticas, se facilita la recopilación de datos relevantes para comprender la magnitud del impacto humano y detectar problemas ambientales de manera temprana, esto permite desarrollar estrategias de manejo sostenible, como la regulación del flujo de turistas, la implementación de infraestructuras ecológicas y la educación ambiental, minimizando los daños y asegurando la conservación a largo plazo de los recursos naturales (Hernández y Mercado, 2021).

Cálculo del índice de calidad del agua

Los resultados de calidad del agua en RVSMCP reflejan condiciones favorables en todos los parámetros evaluados (Tabla 4), los niveles de oxígeno disuelto son adecuados para la vida acuática, cumpliendo con los estándares de calidad, el pH se mantiene estable y dentro del rango óptimo (7-9) según la normativa ecuatoriana e internacional, la conductividad eléctrica y la temperatura presentan valores típicos de ecosistemas marino-costeros tropicales, asimismo, las concentraciones de sólidos suspendidos totales y la demanda bioquímica de oxígeno muestran bajos niveles de materia orgánica, lo que sugiere una mínima contaminación.

Los nutrientes se encuentran en concentraciones controladas, descartando riesgos de eutrofización, y los niveles de plomo están por debajo de los límites permisibles, asegurando la ausencia de metales pesados significativos, finalmente, los valores de coliformes son muy bajos, lo cual garantiza la excelente calidad microbiológica del agua, en general, los parámetros analizados cumplen con la normativa legal ecuatoriana (TULSMA) e internacional (OMS y EPA), evidenciando un adecuado estado de conservación del recurso hídrico en la reserva.



Tabla 4

Datos de los parámetros fisicoquímicos y biológicos monitoreados.

Parámetros	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6
OD (mg/L)	6,5	6,75	6,65	6,35	6,5	6,55
pH	8,165	8,185	8,185	8,23	8,27	8,265
CE (mS/cm)	55,1	55,85	54,95	59,3	54,9	55,4
T (°C)	25,25	25,1	25,15	25,1	24,95	25,05
SST (mg/L)	25,5	27,5	26,5	26,5	27,5	28,5
DBO (mg/L)	1,55	2,05	1,3	1,65	1,85	1,55
N-NO ₃ (µg/L)	13,6	13,9	12,2	15,6	15,55	16,5
P-PO ₄ ⁻³ (µg/L)	20	22	25	21,5	25,5	24
Pb (µg/L)	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
CTE (NMP/100ml)	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8

Fuente: Los autores

Los resultados del estudio ambiental indican una rehabilitación progresiva de los indicadores, lo cual concuerda con Hernández et al. (2021). Sin embargo, estudios recientes destacan la importancia de monitorear estos cambios, especialmente en la salinidad, la cual puede fluctuar debido a factores climáticos y dinámicas hídricas (United Nations UN Water, 2021). De manera similar, el aumento de la temperatura del agua, relacionado con el cambio climático, podría afectar la oxigenación de los ecosistemas marinos, como lo indica un informe del INVEMAR (ICAM - INVEMAR). A pesar de esto, se ha observado estabilidad en los niveles de oxígeno disuelto (OD), superando los 5 mg/L en la mayoría de las mediciones, lo que es crucial para la supervivencia de la fauna marina (SIAM - INVEMAR).

La variación en las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos durante épocas está influenciada principalmente por el aumento de la población, tanto flotante como no flotante, y la variabilidad climática (Betancourt et al., 2019), la calidad del agua varía según el crecimiento de la población y factores climáticos e hidrodinámicos, que afectan el atractivo turístico, en algunas temporadas, la calidad mejora debido a la dispersión de contaminantes por cambios en las corrientes marítimas y vientos alisios, así como a una disminución del turismo, lo que reduce los vertimientos al océano (Gálvez y Mendoza, 2020).

Los resultados del ICAM para los seis puntos durante los tres meses de monitoreo en la reserva indican que todos los puntos evaluados presentan una clasificación “Adecuada” (Tabla 5), lo que sugiere que las aguas en estas áreas se encuentran en buenas condiciones para la vida acuática, los valores van desde 86,51 hasta 82,32, lo que refleja una calidad del agua consistente y favorable para la conservación de los organismos marinos en la zona de estudio.

Tabla 5*Aplicación del índice de Calidad del Agua Marino-Costera.*

Puntos	ICAM	Escala		Clasificación
Punto 1	86,51	Adecuada		Agua con buenas condiciones para la vida acuática
Punto 2	83,14	Adecuada		Agua con buenas condiciones para la vida acuática
Punto 3	86,39	Adecuada		Agua con buenas condiciones para la vida acuática
Punto 4	84,75	Adecuada		Agua con buenas condiciones para la vida acuática
Punto 5	82,32	Adecuada		Agua con buenas condiciones para la vida acuática
Punto 6	84,49	Adecuada		Agua con buenas condiciones para la vida acuática
Promedio	84.60	Adecuada		Agua con buenas condiciones para la vida acuática

Fuente: Los autores

En el análisis de la calidad del agua de la Bahía El Ostional realizado por Hurtado y Barberena (2023) en la que se aplicó el índice de calidad utilizado en este estudio, se obtuvo que las aguas marinas presentan una calidad adecuada y óptima, las cuales oscilan entre una calidad deseada y favorable, por otro lado, la Bahía La Flor mantiene aguas óptimas durante todo el año, lo que garantiza una calidad constante, en la Bahía de Escameca, las aguas son adecuadas en la temporada, y las aguas de la Bahía de San Juan del Sur son adecuadas, con pocas limitaciones, lo esto se debe al efecto de dilución generado por la dinámica de las corrientes oceánicas (Lizano, 2016).

La aplicación del ICAM en este estudio determinó que la mayoría de las estaciones monitoreadas registraron una calidad del agua que varió de aceptable a óptima (Almarales y Guardo, 2020), lo que significa que no es necesario imponer restricciones de uso, ya que las condiciones son adecuadas para la preservación de la flora y fauna, así como para el uso recreativo (Choque, 2021), donde la mayoría de las playas y los parámetros específicos se encuentran en un estado óptimo o dentro de los rangos normales, con un porcentaje que oscila entre el 70% y el 100%, según la escala de calidad del ICAM (Primera y Ardila, 2021).

El parámetro más afectado en una playa con fluencia de bañistas es el oxígeno disuelto, ya que este se ve influenciado por factores como la turbidez y las actividades turísticas, lo que reduce notablemente su valor en el ICAM (Martínez y Carrillo, 2021), además se determinó que ningún parámetro afecta de manera negativa las playas, y que las variaciones observadas en los puntos de muestreo responden a situaciones puntuales, como el brote de algas que impacta directamente los niveles de dióxido de carbono y oxígeno disuelto, y el aumento de turistas, que incide en los niveles de turbidez, de igual manera se identificó que factores como el manejo de residuos afectan las concentraciones de nutrientes (Jiménez y Paredes, 2021), aunque existen otros factores asociados a la presencia de parámetros como las grasas y aceites, dichos contaminantes no se evaluaron en esta investigación.

En una comparación general de los datos globales obtenidos para el ICAM, se observa que, para las playas de Castillo Grande, Cartagena entre los meses de agosto y noviembre de 2019, la mayoría de las playas se encuentran en estado óptimo o adecuado, con la excepción de octubre, cuando tres de las cuatro playas presentaron indicadores de calidad aceptables o inadecuados, por otro lado, en el mismo período, las playas de Huanchaco, la Libertad-Perú muestran indicadores adecuados y óptimos, se observa el valor inadecuado para el oxígeno disuelto, que se presenta específicamente en el mes de septiembre en las playas de El Cabrero (Trujillo y Guerrero, 2015; Jaramillo et al, 2021).

4. Conclusiones

La investigación reveló que la administración de los recursos hídricos en RVSMCP se realiza de forma



eficiente, con un enfoque claro en la sostenibilidad y con la activa participación de la comunidad local.

Los resultados obtenidos en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, tales como el oxígeno disuelto, el pH, los niveles de sólidos suspendidos y la ausencia de metales pesados, demuestran que la calidad del agua en el RVSMCP se mantiene dentro de los rangos óptimos para el desarrollo de la vida acuática.

El uso del ICAM reveló que todos los puntos evaluados obtuvieron una clasificación “Adecuada”, este índice subraya que la calidad del agua es favorable para la vida acuática y la conservación de los ecosistemas marinos.

5. Referencias bibliográficas

- Almarales, M. y Guardo, N. (2020). Evaluación y diagnóstico de los parámetros fisicoquímicos de agua marina en Bocagrande sur, Cartagena-Colombia. Universidad Tecnológica de Bolívar. <https://hdl.handle.net/20.500.12585/11470>
- American Public Health Association. (2020). Standar methods for the examination of water and wastewater.
- APHA-AWWA-WEF. (2017). *Standard methods for the examination of water and wastewater, 23 ed.*, Washington DC,.
- Betancourt, C., Tartabull, T., Labaut, Y. y Ferradaz, R. (2019). Principales procesos que impactan la calidad del agua para el riego en pozos costeros del centro sur cubano. *Revista Internacional De Contaminación Ambiental, 35(3)*. <https://doi.org/10.20937/RICA.2019.35.03.02>
- Brum, L., Álava, D., Chocca, J. y Marín, Y. (2020). With the backs to the Sea. Challenges for an Integrated Management of the Coastal and Maritime Archaeological Heritage of Uruguay. *Revista Costas, 2(1)*. <https://rodin.uca.es/handle/10498/28177>
- Casallas, E. y Gutiérrez, A. (2019). Characterization of uses of water resources in the National Natural Parks System of Colombia. *Tecnología Y Ciencias Del Agua, 10(5)*. <https://doi.org/10.24850/jtyca-2019-05-01>
- Chávez, D. y Sánchez, A. (2022). Evaluación de la calidad de agua de mar afectado por los vertimientos domésticos en la bahía del distrito de Huacho – 2021. Universidad Nacional José Faustino Sanchez Carrión, Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental (tesis de grado). <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/6564>
- Choque, A. (2021). Determinación de los principales parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua de la Playa Turística San Juan de la ciudad Juli – 2020. Universidad Privada San Carlos. Facultad de Ingenierías. <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/341>
- Cutipa, L., Alvarino, L. y Iannacone, J. (2020). Situación actual de las áreas marinas protegidas en el Perú y propuestas de conservación. *Paideia XXI, 10(2)*. <https://doi.org/10.31381/paideia.v10i2.3446>
- Feria, H., Matilla, M. y Mantecón, S. (2020). La entrevista y la encuesta ¿métodos o técnicas de indagación empírica?. *Didáctica y Educación, 11(3)*. <https://revistas.ult.edu.cu/index.php/didascalia/article/view/992>
- Gálvez, P. y Mendoza, A. (2020). Tourist load capacity as tool for sustainable development of beaches: Montañita case, province of Santa Elena, Ecuador. *Revista Empresarial, 14(1)*. <https://editorial.ucsg.edu.ec/ojs-empresarial/index.php/empresarial-ucsg/article/view/171>
- Gárate, J., Palomino, G., Pereyra, T. y Torres, F. (2021). Water resources management: an international literature review. *Sapienza: International Journal of Interdisciplinary Studies, 2(1)*. <https://doi.org/10.24850/sapienza-2021-01-01>

- org/10.51798/sijis.v2i1.49
- Garcés, O., Rodríguez, A., Espinosa, L., Escobar, F. y Del Valle, D. (2021). Respuesta a corto plazo de parámetros fisicoquímicos del agua a la rehabilitación hidrológica de caños en manglares de Cispata, Caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 50(2). <https://boletin.invemar.org.co/ojs/index.php/boletin/article/view/1106>
- Gruoso, M., Castro, C., Correa, M. y Saldarriaga, J. (2019). State of the Art: Desalination Using Membrane Technologies as an Alternative for the Problem of Fresh Water Shortage. *Revista Ingenierías Universidad De Medellín*, 18(35). <https://doi.org/10.22395/rium.v18n35a5>
- Hernández, I., Borroto, D., Castro, M., Caraballo, J. y Falcón, A. (2021). Evaluación de la calidad del agua marina en el Parque Nacional Caguanes, Sancti Spiritus, Cuba. *Revista De Investigaciones Marinas*, 41(2 (Especial 3)). <https://revistas.uh.cu/rim/article/view/5275>
- Hernández, Y. y Mercado, M. (2021). Diagnóstico de la calidad del agua en las playas de la zona sur del Corregimiento de la Boquilla mediante la determinación de ICAs basado en los usos del agua. Trabajo de grado. Programa de Ingeniería Ambiental. Universidad Tecnológica de Bolívar. <https://hdl.handle.net/20.500.12585/10589>
- Hurtado, I. y Barberena, J. (2023). Calidad de aguas marino-costeras en bahías de San Juan del sur, Escameca, La Flor y El Ostional, Costas del Océano Pacífico nicaragüense. *Revista Científica Esteli*, 12(45). <https://doi.org/10.5377/farem.v12i45.16047>
- Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés”. (2023). Metodología de la operación estadística índice de calidad de aguas marinas y costeras – OE ICAM. INVEMAR. <https://icam-invemar.opendata.arcgis.com/documents/documento-metodol%C3%B3gico-del-icam/explore>
- Jaramillo, A., Durán, C., Esteban, O. y Díaz, J. (2021). Regresión lineal múltiple como herramienta complementaria del ICAM para análisis predictivo de la calidad hídrica en la zona nerítica superficial de San Andrés Isla, Colombia. *Revista Educación En Ingeniería*, 16(32). <https://doi.org/10.26507/rei.v16n32.1173>
- Jiménez, E. y Paredes, K. (2021). Diagnóstico de la calidad del agua de las playas de Castillogrande y El Laguito de la ciudad de Cartagena, de agosto a noviembre del 2019. Universidad Tecnológica de Bolívar (Tesis de pregrado). <https://hdl.handle.net/20.500.12585/10596>
- Jodar, A., Ruiz, M. y Melgarejo, J. (2018). Climate change impact assessment on a hydrologic basin under natural regime (SE, Spain) using a SWAT model. *Revista Mexicana De Ciencias Geológicas*, 35(3). <https://doi.org/10.22201/cgeo.20072902e.2018.3.564>
- Lapuerta, N. (2022). La configuración de Consejos de Cuenca como espacios de participación y Gestión Integral de los Recursos Hídricos del Ecuador. Universidad Andina Simón Bolívar (Maestría en Gerencia para el Desarrollo). <http://hdl.handle.net/10644/8684>
- Lizano, O. (2016). Spatio-temporal distribution of temperature, salinity and dissolved oxygen around the Costa Rica Thermal Dome. *Revista De Biología Tropical*, 64(S1). <https://doi.org/10.15517/rbt.v64i1.23422>
- Lozeca, C., Arbueta, A., Pusineri, G. y Romanatti, M. (2018). Propuesta de creación de una organización de cuenca como pilar de la gestión de los recursos hídricos en un área rural Antropizada de entre ríos (Argentina). *Aqua-LAC*, 10(2). <https://doi.org/10.29104/phi-aqualac/2018-v10-2-01>
- Martín, L. y Montico, S. (2023). Diseño de un sistema de indicadores para la gestión integrada de los recursos hídricos (girh) en la cuenca del arroyo Ludueña, Santa Fe. *Cuadernos Del CURIHAM*, 29. <https://doi.org/10.35305/curiham.v29i.190>
- Martínez, A. y Carrillo, G. (2021). Monitoreo y diagnóstico de la calidad del agua de las playas de Bocagrande Norte, Cartagena de Indias durante la época seca del 2019. Trabajo de grado. Programa de Ingeniería Ambiental. Universidad Tecnológica de Bolívar. <https://repositorio.utb.edu.co/handle/20.500.12585/10597>



- Mena, A. y Rodríguez, W. (2019). Propuesta de gestión del recurso hídrico y los ecosistemas estratégicos del municipio de Guasca Cundinamarca para el plan de desarrollo 2019-2024. Facultad de Ciencias Ambientales. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/6643>
- Molinos, M. y Gozález, D. (2019). Evaluation of the economics of desalination by integrating greenhouse gas emission costs: An empirical application for Chile. *Renewable Energy*, 133. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960148118310826?via%3Dihub>
- Palacios, I., Castro, S. y Rodríguez, F. (2019). Almacenamiento de carbono como servicio ambiental en tres reservas naturales del Ecuador. *Revista Geoespacial*, 16(1). <https://doi.org/10.24133/geoespacial.v16i1.1275>
- Patiño, M., Quintana, Y., Pincay, M. y Calderón, J. (2024). Evaluación de microplásticos presentes en agua y arena en playas de Pacoche y de Tarqui. *Revista Científica y Tecnológica UPSE (RCTU)*, 11(2), 68-78. <https://doi.org/10.26423/rctu.v11i2.808>
- Paula, P., Zambrano, L. y Paula, P. (2018). Multitemporal Analysis of vegetation change at Chimborazo Reserve as a result of climate change. *Enfoque UTE*, 9(2). <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v9n2.252>
- Pesantez, M. y Terán, C. (2023). Evaluación de los impactos ambientales generados por actividades turísticas en las cascadas de Manuel, Cantón El Guabo. Tesis de grado. Universidad Técnica de Machala. <https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/22824/1/Pesantez%20Salcedo%2C%20Marian%20AMB%2003.pdf>
- Primera, B. y Ardila, M. (2021). Diagnóstico de la calidad del agua de las playas de Cartagena. Caso de estudio: playa de Bocagrande sector norte en temporada de lluvias del año 2019. Universidad Tecnológica de Bolívar. <https://hdl.handle.net/20.500.12585/10599>
- Ramos, M. y Morales, L. (2022). Gestión integral de residuos y recursos hídricos en la región noreste del Uruguay. *Cuadernos Del Claeh*, 41(115). <https://doi.org/10.29192/claeh.41.1.1>
- Rojas, S. y Restrepo, M. (2024). Desafíos en la gestión de recursos hídricos en Sopo: impacto en la agricultura ante el crecimiento urbano y normativas ambientales. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/63497>
- Santos, C., Ehler, C., Agardy, T., Andrade, F., Orbach, M. y Crowder, L. (2019). Marine spatial planning. *World Seas: An Environmental Evaluation (Second Edition)*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128050521000334>
- Secretaría de Salud de México. (2019). Manual operativo vigilancia de agua de contacto primario en playas y cuerpos de agua dulce. <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/gob-mx/playas/pdf/lineamientos.pdf>
- Trujillo, G. y Guerrero, A. (2015). Caracterización físico-química y bacteriológica del agua marina en la zona litoral costera de Huanchaco y Huanchaquito, Trujillo, Perú. *REBIOL*, 35(1). <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/faccbiol/article/view/872>
- United Nations UN Water. (2021). Resumen Actualización de los progresos realizados 2021: ODS 6 — Agua y saneamiento para todos. En línea. Disponible en: https://www.unwater.org/publications/summary-progress-update-2021-sdg-6-water-and-sanitation-all?utm_source=chatgpt.com