



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

**ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA DE LOS
PUERTOS PESQUEROS DE SANTA ROSA Y
CHANDUY, PROVINCIA DE SANTA ELENA – ECUADOR**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR**

Previa a la obtención del Título de: BIÓLOGO

AUTOR:

Aguilar Pinos Daniel Alexander

DOCENTE TUTOR:

Blga. María Herminia Cornejo Rodríguez, Ph.D

LA LIBERTAD – ECUADOR

2024

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

**ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA DE LOS
PUERTOS PESQUEROS DE SANTA ROSA Y
CHANDUY, PROVINCIA DE SANTA ELENA – ECUADOR**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR**

Previa a la obtención del Título de:

BIÓLOGO

AUTOR:

Aguilar Pinos Daniel Alexander

DOCENTE TUTOR:

Blga. María Herminia Cornejo Rodríguez, Ph.D

LA LIBERTAD – ECUADOR

2024

DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular, “ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA DE LOS PUERTOS PESQUEROS DE SANTA ROSA Y CHANDUY, PROVINCIA DE SANTA ELENA – ECUADOR”, elaborado por **Aguilar Pinos Daniel Alexander**, estudiantes de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo/a, me permito declarar que luego de haber dirigido su desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, apruebo en todas sus partes, encontrándose apto para la evaluación del docente especialista.

Atentamente;



Blga. María Herminia Cornejo Rodríguez, PhD

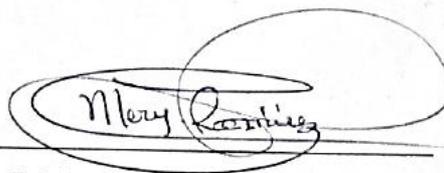
DOCENTE TUTOR

C.I. 090526088-1

DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA

En mi calidad de Docente Especialista, del Trabajo de Integración Curricular **“ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA DE LOS PUERTOS PESQUEROS DE SANTA ROSA Y CHANDUY, PROVINCIA DE SANTA ELENA – ECUADOR”**, elaborado por **AGUILAR PINOS DANIEL ALEXANDER**, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo, me permito declarar que luego de haber evaluado el desarrollo y estructura final del trabajo, éste cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, declaro que se encuentra apto para su sustentación.

Atentamente

A handwritten signature in black ink, reading "Mery Ramirez", is written over a horizontal line. The signature is enclosed within a large, loopy oval shape.

Q.F. Mery Ramírez Muñoz, Ph.D.

DOCENTE DE ÁREA

C.I. 090769418-6

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, en especial a mi madre Gladys Pinos Dávila, por su gran paciencia, dedicación, esfuerzo para darme siempre lo mejor, pilar de mi vida y fuente inagotable de amor, dedicación y sacrificio, vuestra incansable labor y apoyo incondicional han sido la brújula que guio mis pasos en este largo trayecto académico.

Con gratitud dedico hacia aquellos que me acompañaron en este viaje académico, a mi familia por su incondicional apoyo, a mis amigos por su aliento constante y a mis profesores por su guía y sabiduría, este trabajo es el fruto de su confianza en mí y de su contribución a mi crecimiento personal y profesional.

AGRADECIMIENTO

A lo largo de este camino académico, han sido muchas las personas que han dejado una huella indeleble en mi formación y en la realización de este trabajo de investigación, a todas ellas, deseo expresar mi más sincero agradecimiento.

En primer lugar, agradezco a mis profesores, cuya sabiduría y orientación han sido fundamentales en el desarrollo de este trabajo, dedicación y compromiso con la enseñanza han sido un faro de luz en momentos de confusión y dificultad. En particular, quiero reconocer a la Blga. María Herminia Cornejo Rodríguez, PhD., cuya guía experta y comentarios constructivos han enriquecido enormemente este trabajo.

A mi familia, extendida más allá de los lazos de sangre, les debo un profundo agradecimiento por su constante apoyo y aliento. A mis hermanos, Christian Aguilar Pinos, Dina Pinos Dávila y Marco Aguilar Pinos, quienes siempre estuvieron dispuestos a escuchar y brindar palabras de aliento en los momentos más desafiantes. A mis abuelos, tíos, primos y demás familiares, quienes compartieron conmigo cada pequeña victoria y me impulsaron a seguir adelante.

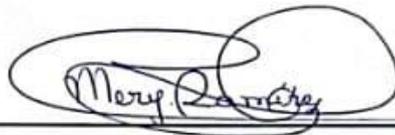
TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **AGUILAR PINOS DANIEL ALEXANDER** como requisito parcial para la obtención del grado de Biólogo de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 18 de julio de 2024



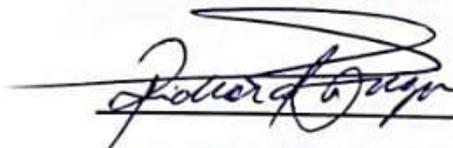
Ing. Jimmy Villón Moreno M.Sc.
DIRECTOR/A DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



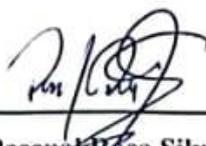
Q.F. Mery Ramírez Muñoz, Ph.D
PROFESOR DE ÁREA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Blga. María Cornejo Rodríguez, Ph.D.
DOCENTE TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



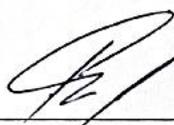
Blgo. Richard Duque Marín Mgt.
DOCENTE GUÍA DE LA UIC II
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Lic. Pascual Boca Silvestre. Mgtr.
SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los datos, ideas y resultados expuestos en este trabajo de integración curricular, me corresponden exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la misma compartido con la Universidad Estatal Península de Santa Elena.



Aguilar Pinos Daniel Alexander

C.I. 2350338063

ÍNDICE

DEDICATORIA	5
AGRADECIMIENTO	6
GLOSARIO	14
ABREVIATURAS	16
RESUMEN	17
INTRODUCCIÓN	21
JUSTIFICACIÓN	24
4. OBJETIVOS	26
4.1 Objetivo General	26
5. Objetivo Específicos	26
6. HIPÓTESIS	27
7. MARCO TEÓRICO	28
7.1 Calidad de agua	28
7.1.1 Contaminación del agua	29
7.2 Índice de Calidad de Agua (ICA).....	30
7.3 Parámetros de evaluación.....	32
7.4 Parámetros fisicoquímicos y microbiológico	34
7.4.1 Potencial de hidrógeno (pH).....	34
7.4.2 Temperatura	35
7.4.3 Turbidez.....	35
7.4.4 Oxígeno disuelto	36
7.4.5 Demanda Biológica de Oxígeno (DBO en mg/ L)	37
7.4.6 Sólidos disueltos (en mg/ L)	38
7.4.7 Nitratos.....	39
7.4.8 Fosfatos.....	39
7.4.9 Coliformes Fecales	40
8. MARCO METODOLÓGICO	42
8.1 Área de estudio	42
8.2 Fase de campo	44
8.2.1 Recolección de muestras para análisis de calidad de agua	44

8.3 Parámetros “in situ”	45
8.3.1 pH:	45
8.3.2 Temperatura:	45
8.3.3 Turbidez:	45
8.3.4 Oxígeno disuelto:	46
8.3.5 Demanda biológica de oxígeno:	46
8.3.6 Sólidos disueltos:	46
8.4 Análisis químicos	47
8.4.1 Nitratos:	47
8.4.2 Fosfatos totales:	47
8.5 Análisis microbiológico.....	48
8.5.1 Coliformes fecales:	48
8.6 Análisis estadísticos	49
8.7 Datos de Coliformes totales	60
8.8 Análisis comparativo de la calidad del agua	61
9. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	62
9.1 Parámetros físicos y químicos	62
9.2 Calidad del agua por estación durante la investigación.....	72
9.3 Comparación por estaciones y toma de muestras	75
9.3.1 Estación 1 – Santa Rosa.....	75
9.3.2 Estación 2 – Chanduy	77
9.3.3 Comparación entre las estaciones de Santa Rosa y Chanduy	79
10 DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	83
10.1 DISCUSIÓN.....	83
10.2 CONCLUSIONES	90
10.3 RECOMENDACIONES	92
11 REFERENCIAS	94
12. ANEXOS	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geografica de los puertos pesqueros.....	43
Figura 2. Volorización del ICA en función a Coliformes fecales.....	53
Figura 3. Volorización del ICA en función al pH.....	54
Figura 4. Volorización del ICA en función a BDO	54
Figura 5. Volorización del ICA en función a Nitratos	55
Figura 6. Volorización del ICA en función a Fosfatos	56
Figura 7. Volorización del ICA en función al Cambio de Temperatura.....	56
Figura 8. Volorización del ICA en función a Turbidez	57
Figura 9. Volorización del ICA en función Solidos Disueltos.....	58
Figura 10. Volorización del ICA en función a OD	59
Figura 11. Variación de valores del pH	63
Figura 12. Variación de valores de la Temperatura	64
Figura 13. Variación de valores de Turbidez	65
Figura 14. Variación de valores de Oxígeno Disuelto	66
Figura 15. Variación de valores de DBO	67
Figura 16. Variación de valores de Solidos Disueltos	68
Figura 17. Variación de valores de Nitratos.....	69
Figura 18. Variación de valores de Fosfatos	70
Figura 19. Variación de valores de Colifores Fecales.....	71
Figura 20. Variación de valores ICA, estación 1 - Santa Rosa.....	73
Figura 21. Variación de valores ICA, estación 2 - Chanduy	74
Figura 22. Comparación de valores ICA por toma de muestra, estación 1	77
Figura 23. Comparación de valores ICA por toma de muestra, estación 2.....	79

Figura 24. Comparación de valores ICA por estación	82
Figura 25. Puerto Pesquero de Santa Rosa.	125
Figura 26. Puerto Pesquero de Chanduy.	125
Figura 27. Toma de muestras en el mes de abril. Estación 1.	126
Figura 28. Toma de medidas con el medidor multiparámetro y recolección de muestras en el mes de abril. Estación 1.	127
Figura 29. Toma de medidas con el medidor multiparámetro, mes de abril. Estación 2.	128
Figura 30. Toma de muestras, mes de abril. Estación 2.	128
Figura 31. Toma de muestras y medidas con el medidor multiparámetro, mes de mayo. Estación 1.	129
Figura 32. Toma de muestras y medidas con el medidor multiparámetro, mes de mayo. Estación 2.	130
Figura 33. Muestras del mes mayo, estación 1 y estación 2.	130
Figura 34. Muestras del mes junio estación 1 y estación 2.	130
Figura 35. Resultados análisis de agua mes de abril estación 1 - toma 1.	131
Figura 36. Resultados análisis de agua mes de abril estación 1 - toma 2.	132
Figura 37. Resultados análisis de agua mes de abril estación 2 - toma 1.	133
Figura 38. Resultados análisis de agua mes de abril estación 2 - toma 2.	134
Figura 39. Resultados análisis de agua mes de mayo estación 1 - toma 1.	135
Figura 40. Resultados análisis de agua mes de mayo estación 1 - toma 2.	136
Figura 41. Resultados análisis de agua mes de mayo estación 2 - toma 1.	137
Figura 42. Resultados análisis de agua mes de mayo estación 2 - toma 2.	138

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas geográficas del área de estudio.....	44
Tabla 2. Cálculos de calidad de agua	51
Tabla 3. Calidad del agua asociada al valor del ICA	52
Tabla 4. Criterio de evaluación para la calidad microbiológica.....	60
Tabla 5. Variación de pH, Estación de Santa Rosa y Chanduy.	109
Tabla 6. Variación de temperatura, Estación de Santa Rosa y Chanduy.	109
Tabla 7. Variación de Turbidez, Estación de Santa Rosa y Chanduy.....	110
Tabla 8. Variación de Oxígeno Disuelto, Estación de Santa Rosa y Chanduy.	110
Tabla 9. Variación de DBO, Estación de Santa Rosa y Chanduy.....	111
Tabla 10. Variación de Sólidos Disueltos, Estación de Santa Rosa y Chanduy.	111
Tabla 11. Variación de Nitratos, Estación de Santa Rosa y Chanduy.	112
Tabla 12. Variación de Fosfatos, Estación de Santa Rosa y Chanduy.....	112
Tabla 13. Variación de Coliformes fecales, Estación de Santa Rosa y Chanduy.	113
Tabla 14. Variación de valores ICA, Estación 1 – Santa Rosa y Estación 2 - Chanduy.	113
Tabla 15. Tabulación de datos ICA. Estación 1 – Santa Rosa, punto T1 mes de abril. .	114
Tabla 16. Tabulación de datos ICA. Estación 1 – Santa Rosa, punto T2 mes de abril. .	114
Tabla 17. Tabulación de datos ICA. Estación 2 – Chanduy, punto T1 mes de abril.	115
Tabla 18. Tabulación de datos ICA. Estación 2 – Chanduy, punto T2 mes de abril.	115
Tabla 19. Tabulación de datos ICA. Estación 1 – Santa Rosa, punto T1 mes de mayo. .	116
Tabla 20. Tabulación de datos ICA. Estación 1 – Santa Rosa, punto T2 mes de mayo. .	116
Tabla 21. Tabulación de datos ICA. Estación 2 – Chanduy, punto T1 mes de mayo....	117
Tabla 22. Tabulación de datos ICA. Estación 2 – Chanduy, punto T2 mes de mayo....	117
Tabla 23. Tabulación de datos ICA. Estación 1 – Santa Rosa, punto T1 mes de junio. .	118
Tabla 24. Tabulación de datos ICA. Estación 1 – Santa Rosa, punto T2 mes de junio. .	118
Tabla 25. Tabulación de datos ICA. Estación 2 – Chanduy, punto T1 mes de junio.....	119
Tabla 26. Tabulación de datos ICA. Estación 2 – Chanduy, punto T2 mes de junio.....	119
Tabla 27. ANOVA de un solo factor: T1, T2 – Estación 1.....	120
Tabla 28. ANOVA de un solo factor: T1, T2 – Estación 2.....	121
Tabla 29. ANOVA de un solo factor: T1, T2 – Estación 1 y Estación 2	122
Tabla 30. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos durante los meses de abril, mayo y junio.	123

GLOSARIO

Aguas oleosas: Aguas que contienen una mezcla de aceites y grasas, generalmente derivadas de actividades industriales, marítimas, o de procesos de maquinaria.

Entornos portuarios: Actividades relacionadas con el transporte marítimo.

Estuarinas: Desembocadura de un río caudaloso en el mar.

Saneamiento: Manejo seguro de residuos.

Antropogénico: Actividad causada o generada por el ser humano.

Relaciones funcionales: Interacción y conexión de diferentes elementos.

Curvas de función: Representación gráfica de como una variable dependiente cambia según la respuesta de una o más variables dependientes.

Alcalinidad: Capacidad para neutralizar ácidos.

Dispersión coloidal: Dispersión de partículas coloidales en un medio dispersante.

Unidades nefelométricas: Medida de la turbidez o la cantidad de partículas suspendidas en un líquido.

Aeróbicos: Organismos, procesos o condiciones que requieren oxígeno para vivir o llevar a cabo sus actividades metabólicas.

Anaeróbicos: Ausencia de oxígeno molecular.

Escorrentía: Flujo de agua que se desplaza sobre la superficie del suelo o a través de él.

Esporuladas: Organismo que produce y libera esporas.

Hipoxia: Falta de oxígeno.

Eutrofización: Exceso de nutrientes en el agua.

Desnitrificación: Los microorganismos convierten los nitratos presentes en el suelo o el agua en nitrógeno molecular.

Nitrificación: Oxidación biológica del amonio.

Oscilando: Variaciones periódicas en valores como temperatura, presión, concentración de una sustancia, o cualquier otra magnitud que fluctúe en el tiempo.

ABREVIATURAS

ICA: Índice de Calidad del Agua.

NSF: National Sanitation Foundation (Fundación Nacional de Saneamiento).

SNET: Servicio Nacional de Estudios Territoriales.

pH: potencial de hidrogeno.

° C: grados Celsius.

NTU: Unidades nefelométricas.

OD: Oxígeno disuelto.

DBO: Demanda Biológica de Oxígeno.

NO₃-NO₃: Nitratos.

PO₄³⁻: Fosfatos.

NMP: Número más probable.

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación.

Bact: Bacterias.

FAU: Unidad de Atenuación de Formacina.

NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration (Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica).

CNA: Comisión Nacional del Agua.

LMP: Límite máximo permisible.

EPA: Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos

CVC: Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca

RESUMEN

La provincia de Santa Elena cuenta con varios puertos pesqueros, entre los cuales el Puerto Pesquero de Santa Rosa y el Puerto Pesquero de Chanduy se destacan por su impacto económico en la economía local y nacional, estas actividades han generado efectos negativos cada vez mayores, causando daños irreparables. Por la falta de normativas y regulaciones adecuadas que aseguren un equilibrio entre el desarrollo económico y la conservación del ecosistema marino. Por tal motivo en la investigación se analizó el Índice De Calidad De Agua (ICA), determinando el grado de contaminación presente en las áreas de estudio, mediante tres muestreos realizados en los meses de abril, mayo y junio del 2024, con el propósito de generar información que aporte al conocimiento de este recurso hídrico. El índice ICA se estableció mediante 9 parámetros que son el potencial de hidrogeno (pH) (Estación 1 Puerto de Santa Rosa media 7.54; Estación 2 Puerto de Chanduy media 7.76), temperatura (Estación 1 media 28.04; Estación 2 media 28.35), turbidez (Estación 1 media 128.67; Estación 2 media 30.61), oxígeno disuelto (OD) (Estación 1 media 27.83; Estación 2 media 43.5), demanda biológica de oxígeno (DBO) (Estación 1 media 16.66; Estación 2 media 5.66), sólidos disueltos (Estación 1 media 25.02; Estación 2 media 24.60), nitratos (Estación 1 media 2.45; Estación 2 media 1.97), fosfatos (Estación 1 media 6.92; Estación 2 media 3.43) y coliformes fecales (Estación 1 media 2,150.50; Estación 2 media 443.17), obteniendo el puerto pesquero de Santa Rosa un rango de calidad de agua media a mala, mientras que el puerto de Chanduy presento una calidad de agua media, establecido por Fernández y Solano, demostrando el estado deficiente de las estaciones de estudio, con niveles

moderados y altos de contaminación con condiciones fisicoquímicas y biológicas que son perjudiciales para los organismos, presentando alta concentración de contaminantes orgánicos e inorgánicos provocando la eutrofización, hipoxia, nitrificación, etc. Establecido por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.

Palabras clave: Índice de Calidad de Agua, contaminación, puertos pesqueros, parámetros.

ABSTRACT

The province of Santa Elena has several fishing ports, among which the Santa Rosa Fishing Port and the Chanduy Fishing Port stand out for their economic impact on the local and national economy. These activities have generated increasingly greater negative effects, causing irreparable damage. For the need for adequate standards and regulations that ensure a balance between economic development and the conservation of the marine ecosystem. For this reason, the Water Quality Index (ICA) was analyzed in the research, determining the degree of contamination present in the study areas, through three samplings carried out in the months of April, May and June 2024, with the purpose of generate information that contributes to the knowledge of this water resource. The ICA index was established using 9 parameters that are hydrogen potential (pH) (Station 1 Puerto de Santa Rosa average 7.54; Station 2 Puerto de Chanduy average 7.76), temperature (Station 1 average 28.04; Station 2 average 28.35), turbidity (Station 1 average 128.67; Station 2 average 30.61), dissolved oxygen (DO) (Station 1 average 27.83; Station 2 average 43.5), biological oxygen demand (BOD) (Station 1 average 16.66; Station 2 average 5.66), dissolved solids (Station 1 average 25.02; Station 2 average 24.60), nitrates (Station 1 average 2.45; Station 2 average 1.97), phosphates (Station 1 average 6.92; Station 2 average 3.43) and fecal coliforms (Station 1 average 2,150.50; Station 2 average 443.17), the fishing port of Santa Rosa obtained a range of medium to poor water quality, while the port of Chanduy presented a medium water quality, established by Fernández and Solano, demonstrating the poor state

of the study stations, with levels moderate and high levels of contamination with physicochemical and biological conditions that are harmful to organisms, presenting high concentrations of organic and inorganic contaminants causing eutrophication, hypoxia, nitrification, etc. Established by the United States Environmental Protection Agency.

Keywords: Water Quality Index, pollution, fishing ports, parameters.

INTRODUCCIÓN

La degradación de los recursos marinos se encuentra disminuyendo con el paso de los años, debido a la contaminación generada por el ser humano en los ecosistemas marinos – costeros, han enfrentado una serie de desafíos críticos. La mayoría de los problemas relacionados con la contaminación en el medio marino se ubican en las regiones costeras, donde se descargan vertidos de aguas residuales e industriales, se llevan a cabo desarrollos que alteran la geografía de la costa, estas áreas litorales representan solamente el 10% de la extensión total de los océanos del planeta, del mismo modo son responsables de la captura del 90% de la población mundial de peces (Cevallos y Merchán, 2019).

De acuerdo con Mendoza (2023), la contaminación marina se caracteriza como cualquier acción llevada a cabo por la actividad humana, ya sea de manera directa o indirecta, que resulta en la introducción de sustancias al medio marino, estas sustancias provocan efectos perjudiciales y generan perturbaciones sistemáticas en los diversos ecosistemas asociados al océano. La vida marina puede sufrir daños a causa de la contaminación y las consecuencias de diversas actividades pesqueras, los impactos económicos de la contaminación y otros cambios ambientales causados por la actividad humana en la pesca global son difíciles de cuantificar en

la actualidad, el simple retiro de recursos marinos debido a la contaminación de las aguas residuales puede resultar en pérdidas financieras que podrían alcanzar cientos de millones de dólares anuales (Asobanca, 2022).

Abarca y Acuña (2023), mencionan que en los últimos años, se ha observado que la pesca, tanto industrial y artesanal, ha contribuido a generar factores de contaminación, como la emisión de huella de carbono generado por la combustión, la presencia de aguas oleosas y la liberación de residuos orgánicos, así como otros tipos de contaminación que tienen un impacto negativo en la biodiversidad y en el ecosistema marino-costero de la zona de los puertos pesqueros de Santa Rosa y Chanduy provincia de Santa Elena – Ecuador.

Debido a la imperante necesidad de implementar una técnica capaz de medir la calidad del agua, Brown y colaboradores (1970) desarrollaron por primera vez una metodología destinada a establecer un índice de calidad del agua, este índice se diseñó para ser sensible a los agentes químicos más contaminantes, contribuyendo así a la comprensión de los efectos adversos de la contaminación tanto en los seres humanos como en la vida acuática, la metodología tenía como objetivo permitir la evaluación de cambios en la calidad del agua a lo largo del tiempo.

La utilidad del índice ICA, posibilita la representación de las variaciones temporales en una región costera, estas variantes pueden ser resultado de procesos naturales, como El Niño y La Niña, o de actividades humanas, como la pesca, la maricultura, laboratorios camaroneros, etc. Además, dado su carácter de valores relativos, estos índices facilitan la comparación entre diversos casos a nivel tanto nacional como internacional, teniendo un interés evidente en reconocer la importancia y los beneficios de una gestión integral, centrándose en diversas soluciones para abordar las deficiencias, la falta de calidad y los eventos catastróficos, según indican Flores y Vela en su trabajo del 2021.

En base a esto, es importante recalcar que el Índice de Calidad del Agua (ICA) es una herramienta que facilita la evaluación de la calidad de un cuerpo de agua, ya sea superficial o subterráneo, en un momento específico, en términos generales, el ICA integra información de diversos factores físicos, químicos y biológicos en una fórmula matemática que se emplea para determinar el estado del cuerpo de agua en cuestión (Kevin Montaluisa, 2021). A partir de lo mencionado, con el fin de conocer el estado actual de calidad del agua de los puertos es necesario analizar el grado de contaminación presente en cada zona de muestreo.

JUSTIFICACIÓN

En las últimas décadas la contaminación del agua ha sido considerada un tema de gran importancia, principalmente por las diversas actividades de las embarcaciones pesqueras en los puertos, causantes de cambios en el estado del agua. La calidad del agua marina se ve continuamente en peligro a causa de las constantes introducciones de desechos, la mayoría no han sido sometidos a un tratamiento previo; Además, la implantación de actividades en los alrededores de los puertos marinos plantea una amenaza para la decadencia de los cuerpos de agua afectadas por la contaminación.

Se han creado varios índices para determinar la calidad del agua, convirtiéndose en herramientas esenciales para informar el grado de contaminación de un cuerpo de agua. El Índice de Calidad del Agua (ICA), integra datos de parámetros químicos, físicos y biológicos en una fórmula exacta con el propósito de evaluar el estado del cuerpo del agua y de esta forma poder realizar un análisis completo de su calidad a través de estos diferentes parámetros.

La necesidad de analizar la calidad del agua en entornos portuarios surge a la interacción compleja entre las actividades humanas y los ecosistemas acuáticos, el Índice de Calidad de Agua (ICA) es reconocido como un indicador integral que aborda diversos parámetros, ofreciendo así una evaluación holística de la salud del agua en puertos pesqueros, se destaca su utilidad para identificar patrones de contaminación en ambientes marítimos y facilitar la implementación de medidas correctivas, la realización periódica de evaluaciones mediante el ICA se propone como una estrategia efectiva para gestionar la calidad del cuerpo de agua y prevenir posibles impactos negativos (Carangui y Pólit, 2017).

El crecimiento del sector pesquero en los puertos de Santa Rosa y Chanduy ha dado lugar a una proliferación de contaminantes, generando cambios en la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, turbidez y la concentración de contaminantes químicos, a causa de la afluencia diaria de barcos que ingresan a los puertos para desembarcar sus productos, llegan a un punto en el que degradan la calidad del agua en las estaciones de investigación. Por lo tanto, esta investigación sirvió para establecer si la calidad del agua se encuentra en el marco de lo establecido por las normativas y reglamentos del Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) relacionadas con los criterios admisibles para los cuerpos de agua marina.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar la calidad de agua de los puertos pesqueros de Santa Rosa y Chanduy, mediante la metodología ICA determinando el grado de contaminación presente en ambas áreas.

5. OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Determinar los parámetros fisicoquímicos y biológicos de la metodología ICA mediante toma de muestras en dos estaciones de los puertos pesqueros.
- Establecer el grado de contaminación presente en el agua con la tabla de rangos establecidos por el ICA.
- Comparar los resultados del ICA con relación a su nivel de contaminación entre cada una de las estaciones.

6. HIPÓTESIS

H1: La calidad del agua de los puertos pesqueros de Santa Rosa y Chanduy no está dentro de los rangos permisibles para la vida marina.

7. MARCO TEÓRICO

7.1 Calidad de agua

Las zonas estuarinas y costeras representan áreas de gran importancia ecológica y socioeconómica, son reconocidas como ecosistemas altamente diversos y productivos, pero al mismo tiempo se enfrentan a una creciente amenaza por la contaminación que proviene de fuentes continentales, esta contaminación, generada principalmente por actividades como el turismo, la agricultura, la pesca, la industria y el uso doméstico, introduce una variedad de contaminantes, como grasas, aceites, materia orgánica, sedimentos, metales y microorganismos, que afectan la calidad físico-química del agua y su capacidad para albergar comunidades biológicas de importancia ecológica y ambiental (Garros & Safar, 2020).

La contaminación que deriva de las fuentes hídricas continentales cercanas a las zonas costeras y sus ecosistemas, en su mayoría surge en consecuencia de la carencia de una adecuada planificación y supervisión de las actividades económicas, así como a la falta de una gestión ambiental territorial efectiva y las deficiencias en los sistemas de saneamiento básico en los asentamientos urbanos ubicados en su entorno. Estas circunstancias propician que estos frágiles hábitats

no solo se conviertan en lugares propicios para el desarrollo humano, sino también en puntos habituales de descarga de desechos sólidos y líquidos, lo cual provoca serios impactos en la sostenibilidad de los ecosistemas marinos costeros y sus recursos.

Tay (2019), indica que los océanos son extensos cuerpos de agua salada que albergan una amplia diversidad de vida marina. En años recientes, la contaminación de las aguas oceánicas ha experimentado un aumento significativo por la presencia de una variedad de contaminantes, originados por actividades como el vertido de aguas residuales e industriales, la práctica de la minería y la extracción de petróleo, el turismo y la generación de residuos sólidos, tales como latas, botellas, bolsas y papel, entre otros. Básicamente el crecimiento poblacional y las acciones humanas han alterado la composición del agua, poniendo en riesgo la salud humana y medioambiental (Flores, 2022).

7.1.1 Contaminación del agua

En los puertos pesqueros, se hace referencia a la contaminación del agua cuando se detecta la presencia de sustancias disueltas o suspendidas, las cuales son introducidas en el cuerpo de agua, de manera directa o indirectamente. Esta

contaminación puede limitar el uso del agua para actividades específicas y generar efectos adversos, como riesgos y perturbaciones en las actividades pesqueras, industriales y en general las económicas. Las causas de esta contaminación pueden tener origen tanto natural como antropogénico, destacándose en el segundo caso, actividades como la ganadería, la agricultura, el uso doméstico e industrial del agua, así como la gestión inadecuada de residuos en los puertos pesqueros (Jiménez Novoa et al., 2021).

7.2 Índice de Calidad de Agua (ICA)

Existen diversas metodologías para evaluar la calidad del agua, que van desde proporcionar mediciones individuales de diferentes características del cuerpo de agua hasta la formulación de expresiones que combinan ciertas propiedades según un criterio específico. Estas permiten simplificar la naturaleza compleja de los análisis de calidad del agua en un solo valor, lo que facilita una rápida comprensión del "estado de salud" del sistema bajo monitoreo.

Horton (1965) y Liedman (1969), son reconocidos por haber ideado una metodología unificada para calcular el Índice de Calidad (ICA), el cual se convirtió en un referente importante en el campo del monitoreo de la calidad del agua. Sus

esfuerzos y contribuciones sentaron las bases para la estandarización de los parámetros utilizados en la evaluación de la calidad del agua, aunque inicialmente su metodología solo fue adoptada y aceptada por las agencias responsables del monitoreo ambiental en los años setenta, su influencia y utilidad continuaron expandiéndose con el tiempo. Durante esa década, el ICA emergió como una herramienta esencial para evaluar la salud y viabilidad de los recursos hídricos, proporcionando un marco estructurado para evaluar la calidad del agua de manera integral.

El Índice de Calidad de Agua, es un índice multiparámetro que se deriva de tres investigaciones, las cuales proporcionan el contexto histórico que condujo a la metodología actual desarrollada por la National Sanitation Foundation (NSF). En primer lugar, se evaluaron treinta y cinco variables de contaminación incluidos en el índice; expertos en el área expresaron opiniones sobre cada una de ellas y las categorizaron en tres grupos: "incluido", "indeciso" o "no incluido". En un segundo estudio, se realizó una comparación de las respuestas de todos los expertos, identificando nueve variables de mayor importancia, entre las que se incluyen el Oxígeno Disuelto, los Coliformes Fecales, el pH, la DBO 5, los Nitratos, los Fosfatos, Temperatura, Turbidez y los Sólidos Totales. Finalmente, en el tercer estudio, se llevó a cabo la valoración de las relaciones causales entre el nivel de contaminación de las variables y sus respectivas respuestas, se establecieron niveles de calidad del agua en un rango de 0 a 100 en el eje vertical, y los distintos rangos

de las variables en el eje horizontal. Estas relaciones se representaron gráficamente mediante "Relaciones Funcionales" o "Curvas de Función" (Valcarcel Rojas, et al., 2009).

Del mismo modo Amón y López (2020), mencionan el Índice de Calidad del Agua (ICA) como un enfoque simplificado y comprensible para evaluar diversos parámetros físicos, químicos y microbiológicos que caracterizan la composición y el estado de un cuerpo de agua determinado. Este método proporciona una representación numérica de la calidad del agua, expresada en forma de porcentaje, en este contexto, un valor del ICA cercano al 0% sugiere una calidad de agua deficiente o altamente contaminada, mientras que un valor próximo al 100% indica condiciones excepcionales de calidad del agua.

7.3 Parámetros de evaluación

Las etapas para desarrollar un índice de calidad, según los Servicio Nacional de Estudios Territoriales - SNET (2017), incluyen la selección de parámetros relevantes, la conversión de los valores analíticos de estos parámetros a una unidad de calidad estandarizada, la asignación de pesos que reflejen la importancia relativa de cada parámetro, la formulación del índice como una combinación ponderada de

parámetros, y la definición de una escala general de calidad con rangos o categorías específicas. Para calcular el valor del "ICA" en un punto específico, es necesario disponer de mediciones de los nueve parámetros incluidos en el cálculo del índice.

Parámetros fisicoquímicos

1. pH (en unidades de pH)
2. Temperatura (en °C)
3. Turbidez (en NTU)
4. Oxígeno disuelto (OD en % saturación)
5. Demanda Biológica de Oxígeno (DBO en mg/ L)
6. Sólidos disueltos totales (en mg/ L)
7. Nitratos (NO₃-NO₃ en mg/L)
8. Fosfatos (PO₄³⁻ en mg/L)

Parámetros microbiológicos

9. Coliformes Fecales (en NMP/100 mL)

7.4 Parámetros fisicoquímicos y microbiológico

7.4.1 Potencial de hidrógeno (pH)

El pH representa la concentración de iones de hidrógeno presentes en un cuerpo de agua. Este parámetro se mide en una escala que va desde 0 hasta 14, donde 0 indica la máxima acidez y 14 la máxima alcalinidad, el punto neutro se encuentra en 7, lo que indica una neutralidad absoluta en la escala de pH.

Variaciones en este parámetro puede surgir como resultado de la actividad biológica de los organismos acuáticos, la influencia de la degradación atmosférica, las características geológicas y la introducción de descargas de aguas contaminadas. El pH, en particular, ejerce un impacto significativo en los procesos químicos y biológicos del agua, concentraciones bajas de pH pueden activar de manera adversa sustancias tóxicas presentes en cuerpos de agua (Ondarze, 2021). A partir de esto, se han establecido los límites extremos de acidez en 4 y alcalinidad en 11 respectivamente (Swingle 1961 y Calabrese 1969).

7.4.2 Temperatura

La temperatura, un parámetro físico; se evalúa para estimar la sensación térmica mediante dispositivos como sensores y termómetros, siendo de vital importancia para representar las condiciones de calidad del agua. Ésta influye en la mayoría de las reacciones bioquímicas y procesos fisicoquímicos que ocurren en un ecosistema, como la solubilidad de gases y sales, así como la velocidad de reacciones (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018; Osorio et al., 2000). Además, desempeña un papel crucial en la determinación de otros parámetros como el oxígeno disuelto, la alcalinidad, la conductividad, la salinidad y la actividad biológica (UICN, 2018).

7.4.3 Turbidez

La turbidez se deriva de la presencia de partículas en suspensión o dispersión coloidal en el agua, lo que resulta en la visibilidad reducida de la materia, la muestra se registra en unidades nefelométricas (NTU), estas partículas pueden ser de origen tanto orgánico como inorgánico, incluyendo una extensa variedad de materiales como el plancton, las arcillas, los sedimentos, los microorganismos, grasas y otros componentes suspendidos en el agua que absorben la luz (Baños, 2019).

7.4.4 Oxígeno disuelto

En los ecosistemas costeros, los niveles de oxígeno disuelto (OD) reflejan variaciones significativas tanto en términos temporales como espaciales. Esto se debe a que el oxígeno disuelto es sensible a cambios en la salinidad, la profundidad y la turbulencia del agua, los cuales, a su vez, están influenciados por la actividad biológica, la hora del día y la estación del año. El volumen de OD en el agua define salud de un ecosistema acuático, este permite la estabilidad de una gran diversidad de organismos que llevan a cabo procesos metabólicos (Rajesh y Rehana, 2022). Igualmente, la cantidad de oxígeno disuelto en el agua está directamente relacionada con la temperatura: a medida que la temperatura aumenta, la solubilidad del oxígeno disminuye, por lo tanto, existe una relación inversa entre la temperatura y la cantidad de oxígeno disuelto en el agua.

Normalmente las concentraciones elevadas de oxígeno (superiores a 6 mg/l) indican una calidad óptima del agua para mantener la vida acuática (Blanco Campo y Sierra Salcedo, 2016). Por consiguiente, este parámetro es esencial para la supervivencia de diversas especies, así como para los procesos biológicos de producción y la respiración de microorganismos y otras formas de vida. Pero la disminución de los niveles de oxígeno disuelto puede tener efectos adversos en la biodiversidad, el crecimiento y la producción, así como en la actividad adecuada de estas especies.

Cabe señalar que, el oxígeno disuelto también es crucial para evaluar la capacidad del agua para llevar a cabo procesos de autodepuración, ya que su concentración determina qué tipo de organismos predominan en los procesos de descomposición (aeróbicos o anaeróbicos) (REDCAM, 2021).

7.4.5 Demanda Biológica de Oxígeno (DBO en mg/ L)

La Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), de un cuerpo de agua se refiere a la cantidad de oxígeno que es consumida por microorganismos, especialmente bacterias como *Pseudomonas*, *Escherichia*, *Aerobacter* y *Bacillus*, así como hongos y plancton, durante el proceso de descomposición de las sustancias orgánicas presentes, este parámetro se expresa comúnmente en miligramos por litro (mg/l) (Brañez, 2013).

De acuerdo con Chaparro (2020), la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) se refiere a la cantidad de oxígeno disuelto necesaria para que los organismos descompongan la materia orgánica presente en el agua mediante procesos aeróbicos. Es así que, las cargas de DBO se definen como la cantidad de oxígeno en masa, expresada en unidades como miligramos, gramos, kilogramos o toneladas,

requerida para la descomposición de la materia orgánica a lo largo de un período de tiempo específico, que puede ser en minutos, horas, días o años.

7.4.6 Sólidos disueltos (en mg/ L)

Los sólidos disueltos totales son partículas microscópicas presentes en el agua en forma molecular o iones; una muestra después de someterla a un proceso de filtración y secado bajo condiciones específicas, para determinar estos sólidos, se mide el aumento de peso de una cápsula después de evaporar la muestra filtrada y secarla hasta alcanzar un peso constante a una temperatura de 180 °C, donde el agua de cristalización está prácticamente ausente, los sólidos disueltos totales pueden calcularse restando los sólidos suspendidos totales de los sólidos totales (Severiche et al., 2017). Cuando se identifican en altas concentraciones, se proporciona color natural del agua, produciendo un sabor salado o metálico (Jácome Yáñez y Calle Naranjo, 2014).

7.4.7 Nitratos

El nitrato es la forma oxidada del nitrógeno, siendo un compuesto inorgánico soluble que desempeña un papel crucial en el ciclo biogeoquímico del nitrógeno, siendo mayormente generado mediante el proceso de nitrificación, a parte de su origen biológico. Este compuesto puede hallarse en el entorno natural por el proceso de la degradación realizada por bacterias nitrificantes (Palomarez, 2015). Así como su presencia en minerales y plantas específicas, las actividades humanas contribuyen significativamente a su presencia, siendo las fuentes antropogénicas más comunes el uso de fertilizantes nitrogenados, los desechos industriales y la excreción animal, entre otros. Los nitratos consisten en iones compuestos por tres átomos de oxígeno y uno de nitrógeno, con carga negativa, no poseen color ni sabor y se encuentran naturalmente disueltos en el agua, encontrándose en aguas superficiales o subterráneas resultado del ciclo natural del nitrógeno (Madero Orozco y Olivo Martínez, 2020).

7.4.8 Fosfatos

Los fosfatos son compuestos inorgánicos que pueden presentarse en formas moleculares deshidratadas, denominadas polifosfatos o fosfatos condensados,

cuando el fósforo está unido en una estructura molecular específica, su importancia puede ser limitada, el fósforo también es un nutriente esencial para todos los organismos en sus procesos vitales fundamentales. Es un elemento natural que puede encontrarse en rocas y materia orgánica. Este un componente esencial para la vida acuática; no obstante, su exceso puede provocar una proliferación excesiva de algas y, posteriormente, fenómenos de eutrofización en cuerpos de agua, este compuesto puede encontrarse por efecto de la escorrentía, actividades industriales, descargas de aguas residuales y uso de productos de limpieza (REDCAM, 2021).

7.4.9 Coliformes Fecales

Los coliformes fecales constituyen un grupo de bacterias anaeróbicas, con forma de bastón, gramnegativos y no esporuladas, aunque su origen suele ser fecal, los organismos que dan positivo en este tipo de pruebas, pueden provenir también de aguas enriquecidas, efluentes industriales, materia vegetal en descomposición y del suelo, por lo tanto, el término "coliformes fecales" puede no ser completamente preciso, ya que estas bacterias coliformes pueden encontrarse en aguas contaminadas, aguas residuales, en descomposición u otros tipos de desechos (Fernández, 2017).

A menudo son referidos como "organismos indicadores", su presencia en el agua no garantiza necesariamente que su consumo cause enfermedades, en cambio, su detección sugiere la existencia de una vía de contaminación desde una fuente bacteriana (Swistock, 2020). Los coliformes fecales, provienen de la materia fecal, al igual que los coliformes totales, están compuestos por bacterias Gramnegativas que generan gas a través de la fermentación de la lactosa.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO, 2020), más de 80 países en todo el mundo se dedican a la pesca. En la provincia de Santa Elena por su ubicación geográfica, se han establecido numerosas industrias dedicadas a esta actividad, las mismas que carecen de sistemas adecuados para el tratamiento de aguas residuales, como resultado, aquellos que generan aguas servidas optan por verterlas en el sistema de alcantarillado doméstico, en las quebradas, ríos o directamente en el mar, sin tener en cuenta los parámetros establecidos en la normativa ambiental vigente (Pincay, 2022).

8. MARCO METODOLÓGICO

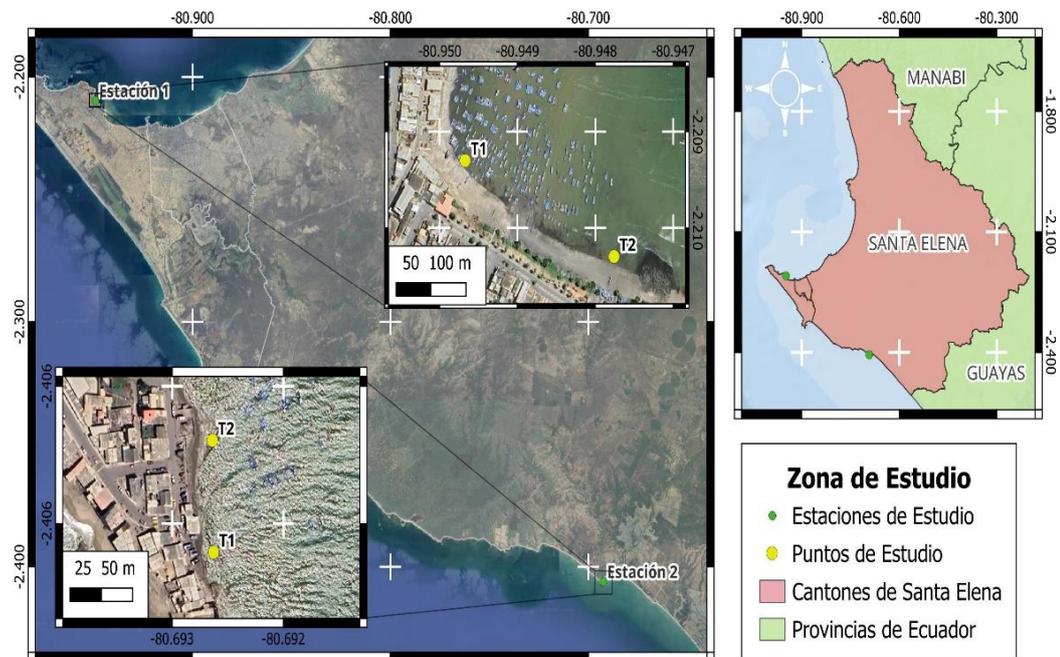
8.1 Área de estudio

El estudio se realizó en dos puertos pesqueros situados en la costa suroeste de Ecuador, en la provincia de Santa Elena, el puerto pesquero de Santa Rosa se encuentra ubicado en la costa suroeste de la provincia, limita al norte con el Océano Pacífico y al sur con las parroquias del cantón Salinas, el cual cuenta con aguas turbias y presencia de mucha contaminación, el periodo de muestreo corresponde a los meses de abril, mayo y junio del 2024.

El puerto pesquero de Chanduy se localiza en la zona sur de la provincia de Santa Elena, limita al norte con las parroquias de Santa Elena y al sur con el Océano Pacífico, se caracteriza por el agitado oleaje el cual influye en la presencia de residuos sólidos (Figura 1).

Figura 1.

Ubicación geográfica de los puertos pesqueros



Las áreas seleccionadas para llevar a cabo los monitoreos se ubican en la zona intermareal rocosa. Estas áreas serán objeto de seguimiento conforme al ciclo de mareas, con el propósito de analizar cómo se relacionan las condiciones de calidad del agua y a la influencia de los puertos pesqueros. Las coordenadas específicas utilizadas para cada área de estudio, obtenidas mediante un GPS Garmin, se proporcionan en la tabla 1.

Tabla 1.

Coordenadas geográficas del área de estudio.

Estaciones	Punto de muestra	Latitud	Longitud
<i>Estación 1</i>	T1	2°12'33.3"S	80°56'58.7"W
	T2	2°12'37.0"S	80°56'51.8"W
<i>Estación 2</i>	T1	2°24'23.5"S	80°41'33.1"W
	T2	2°24'21.8"S	80°41'33.1"W

8.2 Fase de campo

8.2.1 Recolección de muestras para análisis de calidad de agua

Las jornadas de monitoreo comenzó a las 10:00 de la mañana en cada estación una vez al mes, a lo largo de la zona intermareal de manera aleatoria en dos puntos T1 y T2. El análisis físico se realizó en su mayoría de manera *in situ* utilizando el equipo medidor de medio multiparámetro Hi9829, donde se registraron los parámetros de temperatura, pH, sólidos disueltos, turbidez, oxígeno disuelto y demanda biológica de oxígeno.

En la misma estación se extrajo 250 ml de agua para su posterior análisis químico en busca de nitrato, fosfato y coliformes fecales. Estas muestras se transportaron hasta la ciudad de Durán provincia del Guayas, donde se entregó al Laboratorio Lazo para llevar a cabo los análisis correspondientes.

8.3 Parámetros “in situ”

8.3.1 pH: El sensor multiparámetros se sumergió en el agua hasta que haga contacto con el lecho rocoso, se esperó aproximadamente 3 minutos hasta que el valor del pH mostrado en la pantalla del dispositivo sea estable. Posteriormente, se registró este valor en la bitácora correspondiente.

8.3.2 Temperatura: El sensor del medidor del medio multiparámetro se sumergió hasta que alcance el lecho de este. Luego, se esperó un lapso aproximado de 2 minutos hasta que el valor de la temperatura que se muestra en la pantalla del dispositivo sea estable, se registró este valor en la bitácora correspondiente

8.3.3 Turbidez: El sensor del medidor multiparámetros se sumergió en el agua, se esperó aproximadamente un periodo de 5 minutos hasta que el valor de turbidez

que se visualice en la pantalla del dispositivo sea constante, y posteriormente, dicho valor se registró en la bitácora.

8.3.4 Oxígeno disuelto: El sensor del medidor multiparámetros se sumergió en el agua, se esperó aproximadamente un periodo de 5 minutos hasta que el valor del oxígeno disuelto que se visualice en la pantalla del dispositivo se mantenga constante, y posteriormente, dicho valor se registró en la bitácora.

8.3.5 Demanda biológica de oxígeno: El sensor del medidor multiparámetros se sumergió en el agua, se esperó aproximadamente un periodo de 3 minutos hasta que el valor de Demanda biológica de oxígeno se visualice en la pantalla del dispositivo se mantenga constante, y posteriormente, dicho valor se registró en la bitácora.

8.3.6 Sólidos disueltos: El sensor del medidor multiparámetros se sumergió en el agua, se esperó aproximadamente un periodo de 2 minutos hasta que el valor de sólidos disueltos se visualice en la pantalla del dispositivo se mantenga constante, y posteriormente, dicho valor se registrará en la bitácora.

8.4 Análisis químicos

Una vez recolectadas las muestras, se transportó estos envases al laboratorio Lazo ubicado en el cantón Durán en el km 4, provincia del Guayas, manteniendo su temperatura de a 4°C en una caja térmica para su análisis correspondiente.

8.4.1 Nitratos: Se llevó a cabo un procedimiento en el que se lavó previamente el recipiente con agua de la sección de muestreo, con el propósito de evitar cualquier posible contaminación de la muestra con partículas. Luego, se recolectó una muestra de agua en un recipiente de plástico de 250 ml. El cual fue inmerso en el agua para la recolección de la muestra y se mantuvo cerrado en el entorno acuático con el fin de prevenir cualquier forma de contaminación, después, estos recipientes se trasladaron al laboratorio Lazo para su análisis correspondiente.

8.4.2 Fosfatos totales: Se llevó a cabo un procedimiento en el que se lavó previamente el recipiente con agua de la sección de muestreo, con el propósito de evitar cualquier posible contaminación de la muestra con partículas. Luego, se recolectó una muestra de agua en un recipiente de plástico de 250 ml. Él fue inmerso en el agua para la recolección de la muestra y se mantuvo cerrado en el entorno

acuático con el fin de prevenir cualquier forma de contaminación, después, estos recipientes se trasladaron al laboratorio Lazo para su análisis correspondiente.

8.5 Análisis microbiológico

Una vez que las muestras hayan sido recolectadas, se llevaron los recipientes al laboratorio Lazo, que se encuentra en el cantón Durán, a lo largo del kilómetro 4 en la provincia de Guayas, manteniendo una temperatura de 4°C en una caja térmica.

8.5.1 Coliformes fecales: Para la recolección de muestras, se utilizaron recipientes de plástico estériles de 100 ml. Este envase se sumergió en el agua, se destaparon en el entorno acuático para llenarlos y luego se cerraron en el mismo medio con el fin de prevenir la contaminación. Posteriormente, las muestras se enviarán al laboratorio químico Lazo, ubicado en el Cantón Durán de la Provincia del Guayas.

8.6 Análisis estadísticos

Los resultados del Índice de Calidad del Agua (ICA) fueron evaluados y ponderados de acuerdo a las pautas sugeridas por "The National Sanitation Foundation (NSF)" y la fórmula propuesta por Horton en 1965, este se basa en un procedimiento que considera el promedio aritmético ponderado de nueve variables y se determina a través de la siguiente ecuación.

$$ICA = \sum_{i=1}^{i=n} Q_i w_i$$

Dónde:

W_i: Expresa la ponderación de la variable "i" en comparación a las demás variables que componen el índice.

Q_i: Corresponde al factor de escala de la variable, el cual depende de su magnitud de la variable y no está relacionada con las otras variables.

i: Representa la variable o parámetro considerado.

El valor de Q_i se obtiene a partir de funciones de calidad, las cuales se representan mediante ecuaciones o curvas específicas para cada variable, esto se realiza con el propósito de convertir los valores de las variables a una escala adimensional, dado que inicialmente están expresados en diversas unidades como mg/L, porcentaje, unidades, etc., con el fin de facilitar su combinación o agregación.

Las curvas de función muestran una escala de evaluación para cada indicador, de manera que se establece una relación entre los distintos parámetros y su impacto en el nivel de contaminación, según lo definido en la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) (2004).

Para obtener el resultado preliminar previo a la sumatoria se multiplicó el valor Q con el factor de ponderación establecido por el ICA. Los parámetros, sus resultados, las unidades, el valor Q calculado y el factor de ponderación se registró en una tabla, tal como se ilustra a continuación en la tabla 2.

Tabla 2.

Cálculos de la calidad de agua.

Prueba	Resultado	Unidad	Valor Q	Factor de Ponderación	Subtotal
OD		% sat		0.17	
Coliformes fecal		#/100 mL		0.16	
pH				0.11	
DBO		mg/L		0.11	
Temperatura		Grados Celsius		0.10	
Fosfato Total		mg/L PO ₄ -P		0.10	
Nitratos		mg/L NO ₃		0.10	
Turbidez		NTU		0,08	
Sólidos Totales		mg/L		0.07	
Índice de calidad del agua					

Nota: Fundación Nacional de Sanidad (NSF) en 1970 (Brown y otros, 1970). ICA

El valor de calidad Q se multiplicado por el factor de ponderación y el resultado obtenido se registró en la columna de "subtotal".

La escala utilizada por Fernández y Solano (2015) para interpretar el resultado final de la calidad del agua de acuerdo con este índice como se muestra en la tabla 3.

La suma de todos los valores de la columna "subtotal" determinara la calidad del agua, de acuerdo con los intervalos o rangos establecidos por el ICA. Este nivel de calidad de agua se representó mediante colores predefinidos.

Tabla 3.

Calidad del agua asociada al valor del ICA.

Calidad del agua	Color	Valor del ICA
Excelente		91 – 100
Buena		71 – 90
Media		51 – 70
Mala		26 – 50
Muy Mala		0 – 25

Fuente: Fernández y Solano, 2015

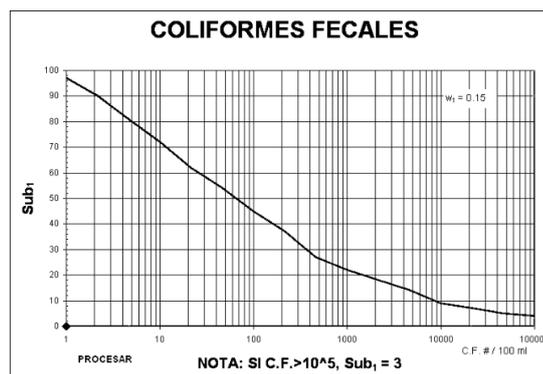
- El ICA se codifica mediante colores específicos, donde el azul, con un rango de 91 a 100, denota una calidad excelente.
- El verde, con valores entre 71 y 90, indica una calidad buena.
- El amarillo, en el rango de 51 a 70, señala una calidad media.
- El naranja, con valores entre 26 y 50, refleja una calidad deficiente.
- El rojo, con un rango de 0 a 25, representa una calidad muy deficiente.

Las etapas por seguir para determinar el valor Q (Sub_i) del ICA son:

Si los coliformes fecales superan los 100,000 Bact/100 mL, el valor de Sub₁ se establece en 3, pero si la cantidad de coliformes fecales es inferior a 100,000 Bact/100 ml, se busca el valor en el eje “x” como se muestra en la figura 2, se interpola en el eje “y”. El valor resultante será el Sub₁ de coliformes fecales (Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET), 2017).

Figura 2.

Valorización del ICA en función a Coliformes Fecales.

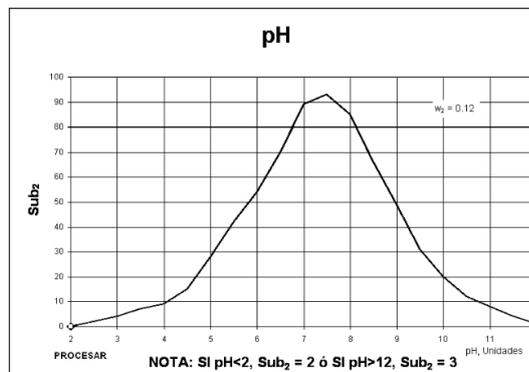


Fuente: SNET, 2017

Si el valor del pH es menor o igual a 2 unidades, el Sub₂ se asignado un valor a 2, pero si es mayor o igual a 10 unidades tendrá un valor de 3. Para valores de pH entre 2 y 10, se busca el valor correspondiente en el eje “x” como indica la figura 3 y luego interpolarlo en el eje “y”. El valor obtenido será el resultado de Sub₂ con respecto al pH (Corrales y Fung, 2017).

Figura 3.

Valorización del ICA en función al pH.

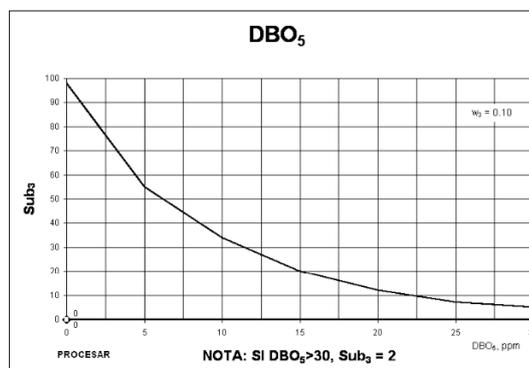


Fuente: Corrales y Fung, 2017

Con respecto al DBO, si es mayor de 30 mg/L el Sub₃ se establece en 2, pero si este es inferior a 30 mg/L, se localiza el valor en el eje “x” como se muestra en la figura 4, se interpola ese valor en el eje “y”, el valor obtenido será de Sub₃ con respecto al DBO (Corrales y Fung, 2017).

Figura 4.

Valorización del ICA en función a DBO.

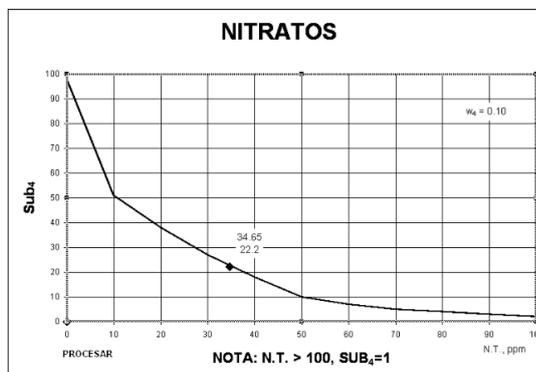


Fuente: Corrales y Fung, 2017

Si el valor de Nitratos supera los 100 mg/L el Sub₄ tendrá un valor de 2, si es menor a 100 mg/L, se debe buscar en el eje “x” (figura 5) después se ejecuta a interpolar el valor en el eje “y”, este valor encontrado es el Sub₄ de nitratos (SNET, 2017).

Figura 5.

Valorización del ICA en función a Nitratos.

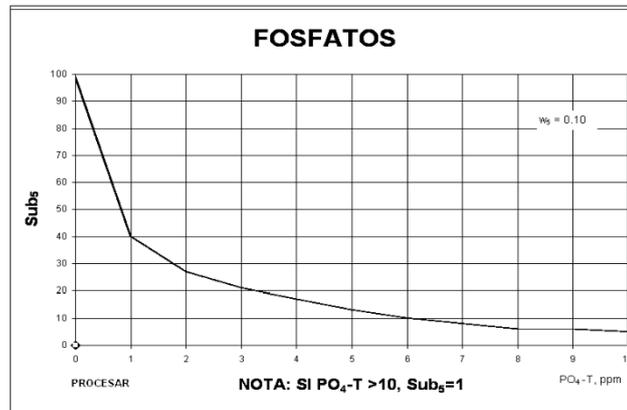


Fuente: SNET, 2017

En SNET (2017) se menciona que, si los Fosfatos superan los 10 mg/L, el Sub₅ es asignado con un valor de 5, pero si es inferior a 10 mg/L se busca dicho valor en el eje “x” como se muestra en la figura 6 para poder interpolar en el eje “y” y obtener el resultado del Sub₅.

Figura 6.

Valorización del ICA en función a Fosfatos.

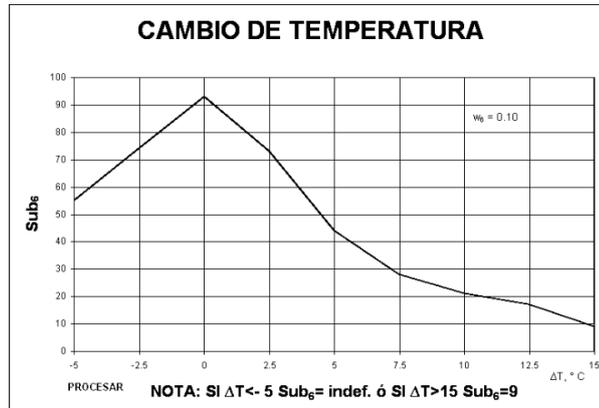


Fuente: SNET, 2017

Con relación a la temperatura representado por el Sub₆, se calcula la diferencia de la temperatura de la muestra menos la temperatura del ambiente. Con este valor, se procede de la siguiente manera: si la diferencia es mayor de 15°C, el Sub₆ se asigna un valor de 9. Si la diferencia es menor de 15°C, se debe buscar el valor en el eje “x” de la Figura 7, luego interpolar en el eje “y”. El valor obtenido será el Sub₆ del parámetro de temperatura (Corrales y Fung, 2017).

Figura 7.

Valorización del ICA en función al Cambio de Temperatura.

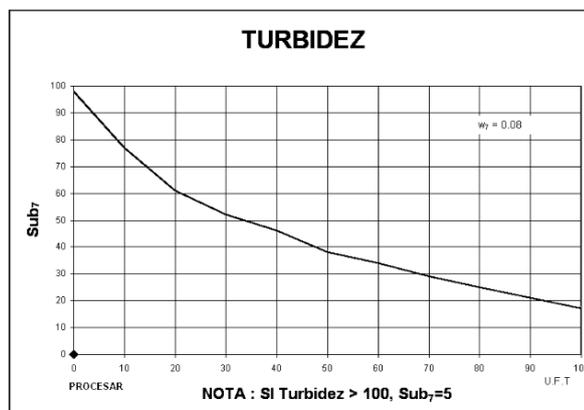


Fuente: Corrales y Fung, 2017

Con respecto a la turbidez Corrales L. Fung E. (2017) indica que, si supera los 100 FAU o NTU, el Sub_7 es asignado con un valor de 5. Si es menor de 100 FAU o NTU, se busca el valor correspondiente en el eje “x” e interpolarlo en el eje “y”. El valor obtenido será el Sub_7 de turbidez (figura 8).

Figura 8.

Valorización del ICA en función a la Turbidez.

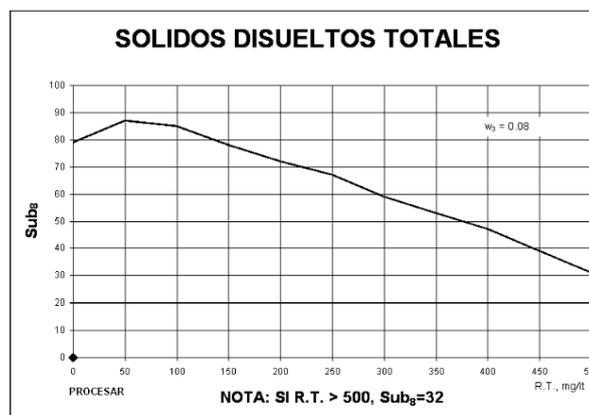


Fuente: Corrales y Fung, 2017

Si los sólidos disueltos totales superan los 500 mg/L, el Sub₈ se establece en 3, si estos valores son inferiores a 500 mg/L, se debe buscar el valor en el eje “x” de la Figura 9, luego interpolar en el eje “y”. El valor obtenido será el Sub₈ de residuo total (SNET, 2017).

Figura 9.

Valorización del ICA en función a Sólidos Disueltos.



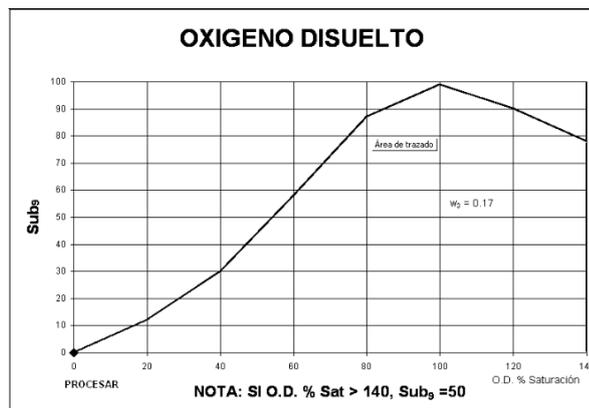
Fuente: SNET, 2017

Para el parámetro de oxígeno disuelto (OD), inicialmente se debe calcular el porcentaje de saturación del OD en el agua, para ello, es necesario identificar el valor de saturación de OD correspondiente a la temperatura del agua (Corrales L. Fung E., 2017). Después, si el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto es superior al 140%, el Sub₉ se establece en 47. Si el valor obtenido es inferior al 140% de saturación de OD, se debe buscar el valor en el eje “x” de la figura 10, luego

interpolarse en el eje “y”. El valor obtenido será el Sub_9 de oxígeno disuelto (SNET, 2017).

Figura 10.

Valorización del ICA en función a OD.



Fuente: SNET, 2017

El análisis estadístico se efectuará utilizando el software R Studio y se aplicará el método ANOVA en minitab para la representación gráfica y la realización de comparaciones entre los resultados de los parámetros del índice de calidad del agua en diversos puntos del monitoreo.

8.7 Datos de Coliformes totales

Una vez que las muestras fueron recopiladas, se trasladó los recipientes al laboratorio Lazo, manteniendo una temperatura de 4°C en una caja térmica, los datos relativos a los coliformes totales se anotó en la bitácora y posteriormente se llevó a cabo los cálculos correspondientes.

Dentro de los estándares de calidad de aguas marinas y estuarinas, definidos por el Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA). Determina el grado de contaminación biológico permisible de 200NMP/100ml, que evalúa la contaminación microbiológica, aplicada por Palacios, 2013 (Tabla 4).

Tabla 4.

Criterio de evaluación para calidad microbiológica.

Valores NMP/100ml	Criterio de evaluación
> 3 a 100	Aguas no contaminadas
100 a 200	Aguas no contaminadas, con tendencia a sobrepasar LMP

200	Límite Máximo Permissible. Criterio de calidad para aguas marinas y estuarinas (TULSMA, 2014)
200 a 1100	Aguas contaminadas
<1100	Aguas muy contaminadas

Fuente: Palacios, 2013

8.8 Análisis comparativo de la calidad del agua

Se generó un gráfico lineal utilizando los resultados del índice ICA para cada zona de muestreo, luego, se calculó un promedio de estos valores para obtener un índice único, y se evaluó la calidad del agua, con el fin de identificar en donde se registró el nivel más alto de contaminación, una vez obtenido este dato, se analizó si las condiciones de la calidad del agua de los puertos pesqueros de Santa Rosa y Chanduy está dentro de los rangos permisibles para la vida marina, establecido por la Norma de Calidad ambiental y descarga de efluentes: Recurso Agua TULSMA (Libro VI, 2015).

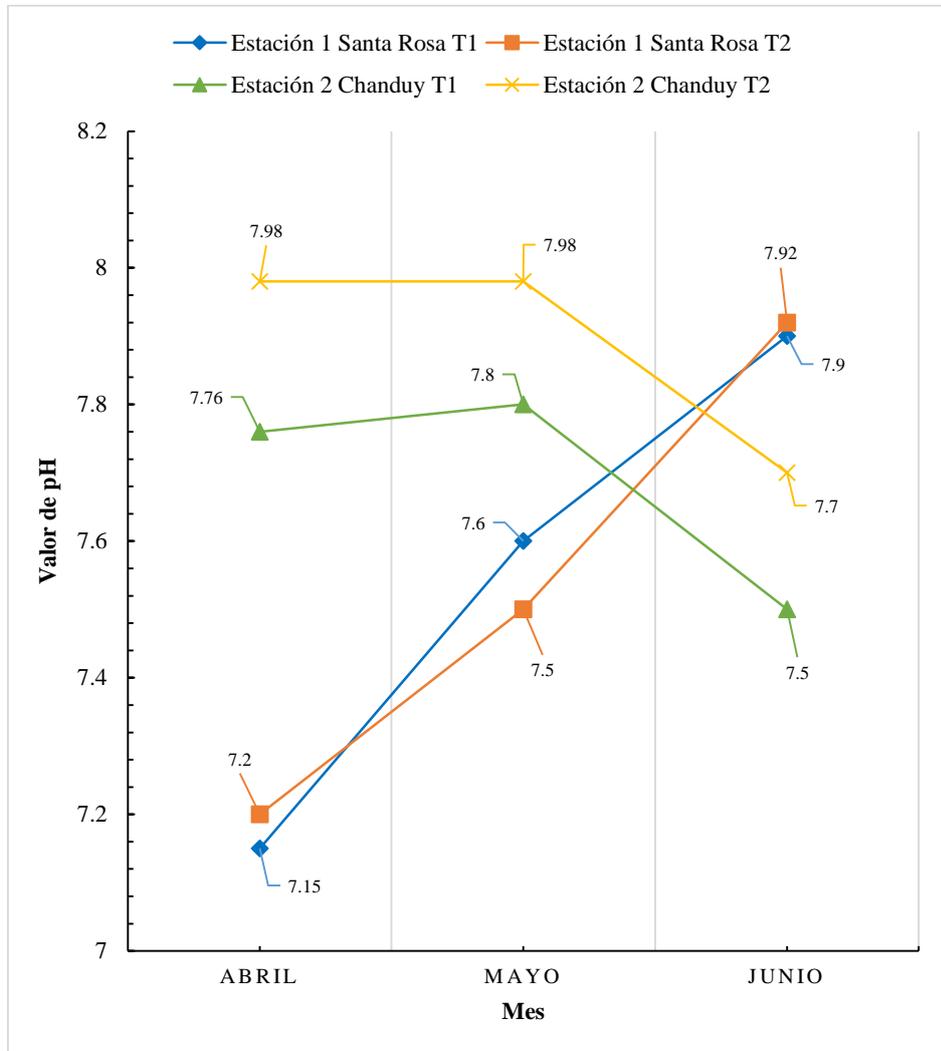
9. RESULTADOS

9.1 Parámetros físicos y químicos

Se delimitaron dos puntos de muestreo aleatorio en cada estación del puerto pesquero de Santa Rosa y Chanduy, llevando a cabo los registros de parámetros fisicoquímicos y biológicos, en el caso del pH (potencial de hidrogeno), se consignaron variaciones en cada estación durante los meses de estudio como se muestra en la tabla 5 en anexos. Las muestras analizadas corresponden a ser ligeramente alcalinas, con un valor máximo de 7.92 en el punto T2 en el mes de junio y un valor mínimo de 7.15 en el punto T1 que corresponde al mes de abril con una media de 7.54; con respecto a la estación 2 – Chanduy presenta un valor máximo de 7.98 en el punto T2 en los meses abril y mayo; mínimo de 7.5 en el punto T1 correspondiente al mes de junio y una media de 7.76 como se observa en la figura 11. Algunos organismos acuáticos son más sensibles a las variaciones del pH y perduran de manera eficiente en rango de pH de 7.5 a 8.4 en relación a la densidad del agua marina.

Figura 11.

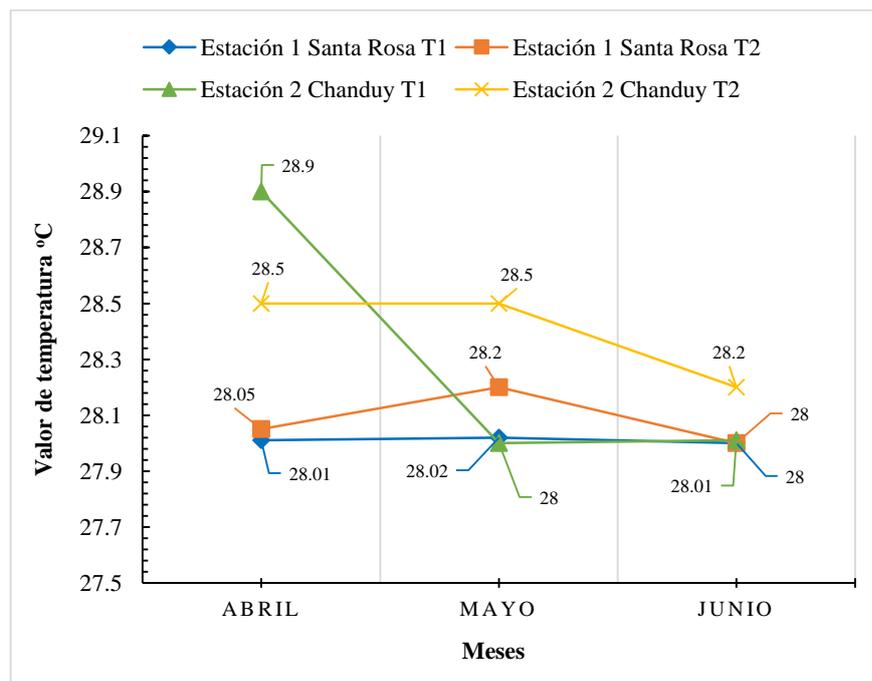
Variación de valores del pH.



La temperatura es un parámetro influenciado por el nivel de radiación solar, factores meteorológicos como nubosidad y temperatura ambiente, estos componentes pueden afectar directa o indirectamente las variaciones observadas. Durante los meses de estudio se determinó que no hay diferencia significativa entre cada monitoreo como se muestra en la tabla 6 de anexos, en la estación 1 - Santa Rosa se registró un valor máximo de 28.20 °C en el punto T2 en mayo y un valor mínimo de 28.01 en el punto T1 correspondiente al mes de abril, con una media de 28.04 °C, mientras que en la estación 2 - Chanduy un valor máximo de 28.9 °C en el punto T1 en abril y un valor mínimo de 28 °C en el punto T1 en junio, con una media de 28.35 °C (figura 12).

Figura 12.

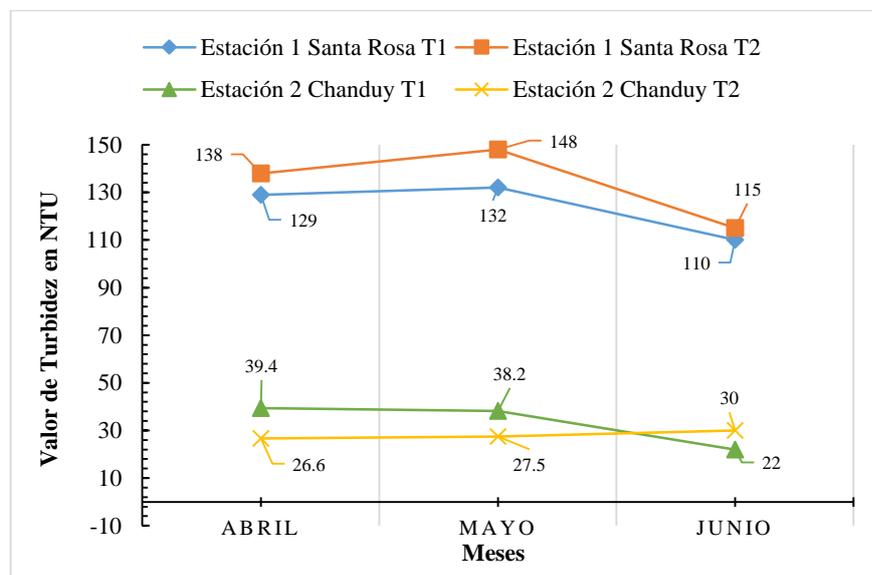
Variación de valores de la temperatura en grados Celsius.



Los niveles de turbidez son un parámetro crucial que indica la presencia de materiales suspendidos y coloidales, como materia orgánica e inorgánica. Su importancia radica en el efecto sobre la calidad de agua, por su influencia significativa en la claridad y salud de los ecosistemas acuáticos. Los datos observados en la estación de Santa Rosa representan diferencias muy elevadas en comparación a la segunda estación (tabla 7 en anexos). Se obtuvo un valor máximo de 148 NTU en el mes de mayo en el punto T2 y un valor mínimo de 110 NTU en el punto T1 en junio con una media de 128.67 NTU. Esto representa una gran cantidad de materia coloidal y partículas suspendidas, mientras que en la estación de Chanduy se registró un valor máximo de 39.4 NTU en el mes de abril en el punto T1 y un valor mínimo de 22 NTU en el punto T1 en junio, con un promedio de 30.67 NTU (figura 13).

Figura 13.

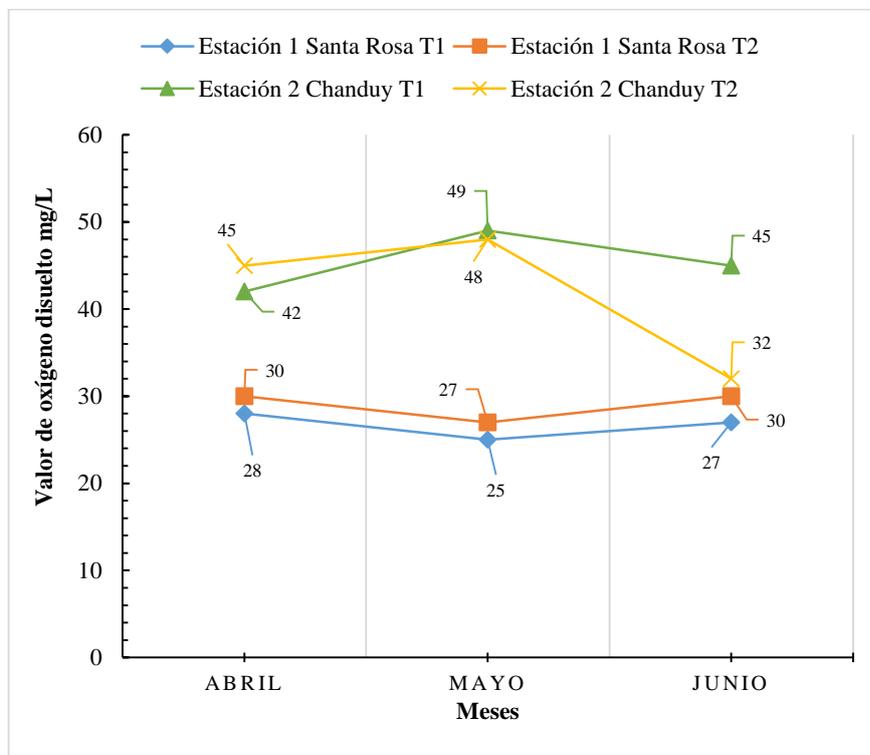
Variación de valores de turbidez.



Con respecto al porcentaje de saturación de oxígeno disuelto fue inferior al 50 % en ambas estaciones durante el periodo de monitoreo (tabla 8 en anexos), de tal manera que, en la estación 1 - Santa Rosa durante los mes de abril y junio, se obtuvo un valor máximo de 30 % SAT en el punto T2 y un valor mínimo de 25 % SAT en el punto T1 en mayo, con una media de 27.83 % SAT; con respecto a la segunda estación se observó un valor máximo de 49 % SAT en el mes de mayo en el punto T1 y un valor mínimo de 32 % SAT en el punto T2 en junio con una media de 43.5 % SAT (figura 14).

Figura 14.

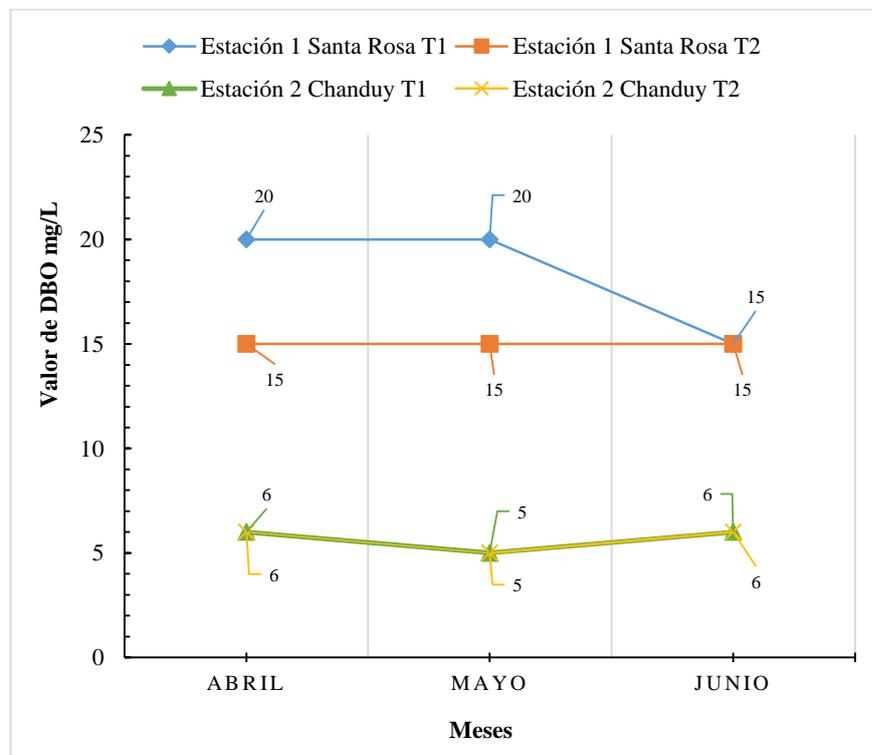
Variación de valores de oxígeno disuelto en %SAT.



Los altos niveles de DBO, genera condiciones anaeróbicas y desfavorables para el desarrollo de los organismos, en la estación 1 - Santa Rosa, la concertación de DBO se mantiene constante, sin variaciones significativas. Se registró un valor máximo de 20 mg/L en el mes de abril y mayo en el punto T1 y un valor mínimo de 15 mg/L en el punto T2 durante todos los meses de muestreo con una media de 16.66 mg/L (tabla 9 en anexos). En la segunda estación se observó un valor máximo de 6 mg/L en el punto T1 y T2 en abril y junio; un valor mínimo de 5 mg/L en el punto T1 y T2 en el mes de mayo con una media de 5.66 mg/L (figura 15).

Figura 15.

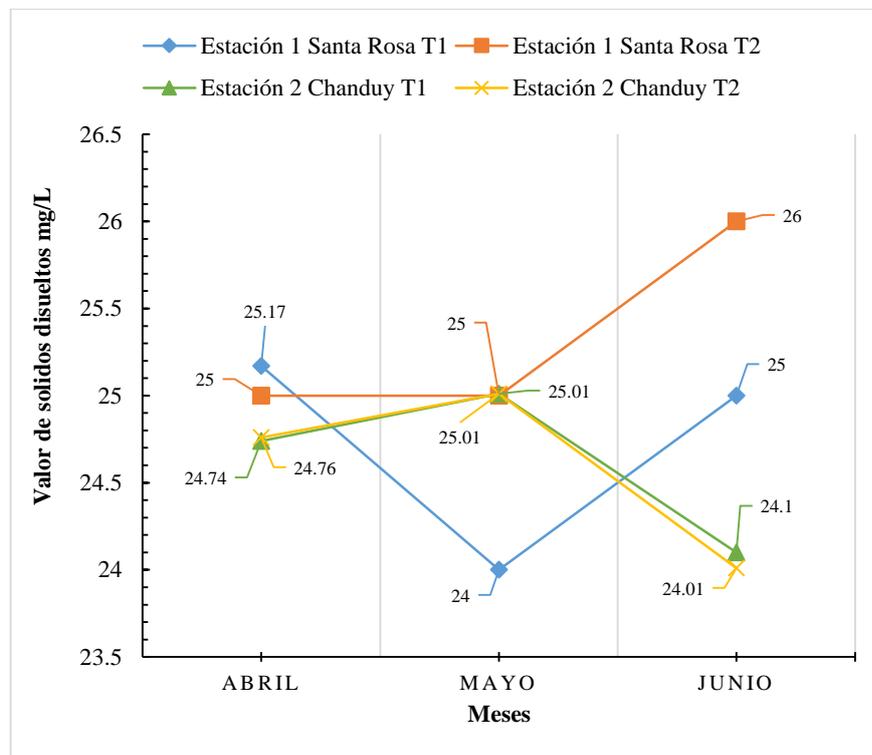
Variación de valores de DBO.



A niveles bajos de concentraciones, los sólidos disueltos son vitales para los organismos, pero en concentraciones altas, restringen el crecimiento de los seres vivos, en ambas estaciones se mantiene valores constantes, con un valor máximo de 26 mg/L en el punto T2 en el mes de junio y un valor mínimo de 24 mg/L en mayo en el punto T1 teniendo una media de 25.02 (tabla 10); la concentración de sólidos disueltos no muestra variaciones en sus valores en la segunda estación, representando un valor máximo de 25.01 mg/L en el mes de mayo en el punto T1 y T2 y un valor mínimo de 24.01 mg/L en el punto T2 en junio con una media de 24.60 mg/L (figura 16).

Figura 16.

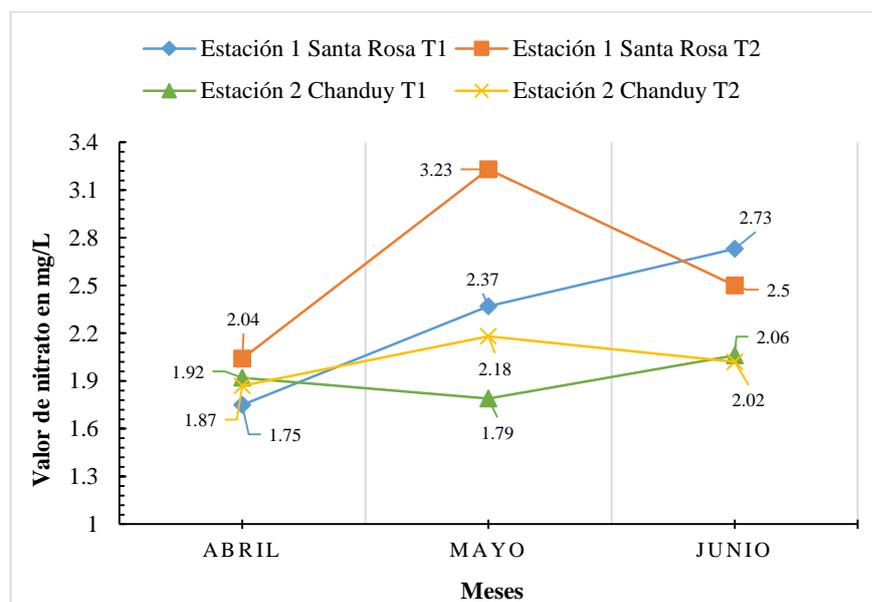
Variación de valores de sólidos disueltos.



En cuanto a los niveles de nitratos, se considera que hay contaminación cuando los niveles superan 1 mg/L, lo cual puede ser indicativo de actividades humanas como el uso de agroquímicos o la descarga de aguas residuales en las proximidades de las zonas de muestreo. En relación a la estación 1 - Santa Rosa se observó la concentración más elevada con un valor máximo de 3.23 mg/L en el punto T2 en mayo, lo que indica un alto nivel de nitrato y un valor mínimo registrado de 1.75 mg/L en el punto T1 en abril con una media de 2.45 mg/L (tabla 11). En la estación de Chanduy, se determinó un valor máximo de 2.18 mg/L en mayo en el punto T2 y un valor mínimo de 1.79 mg/L del mismo mes en el punto T1. En el mes de junio se observó un valor de 2.73 mg/L en T1 y un valor de 2.50 mg/L en T2 con una media de 1.97 mg/L (figura 17).

Figura 17.

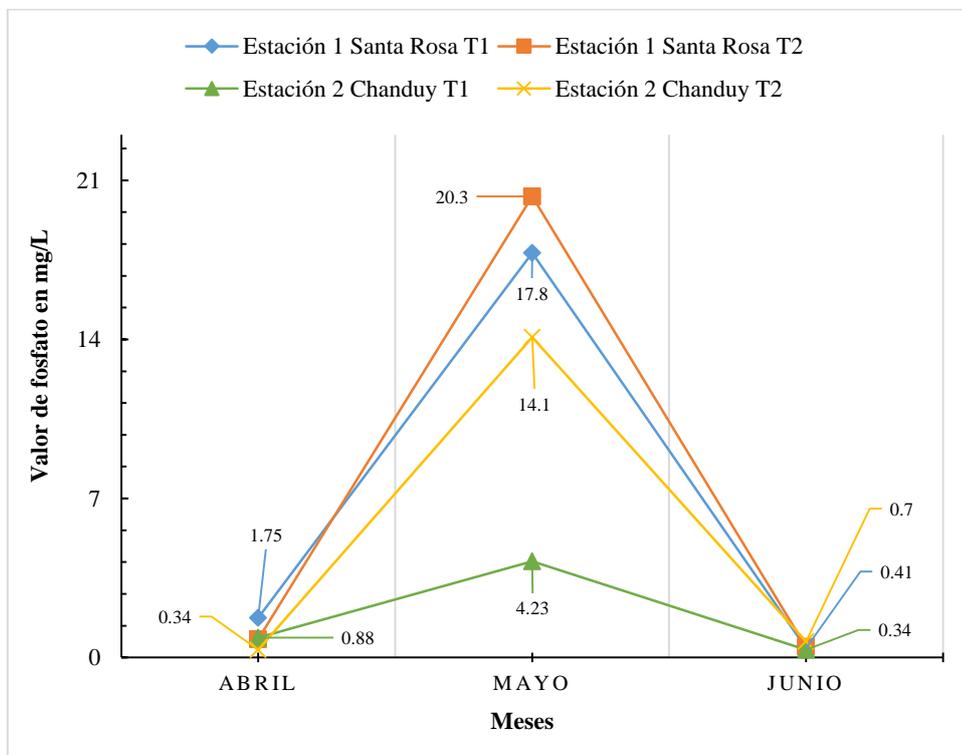
Variación de valores de nitratos.



La concentración de fosfatos sirve como indicador de contaminación provocada por actividades humanas como el vertido de aguas residuales no trata, o la agricultura. En la estación 1 – Santa Rosa, se registró un valor máximo de 20.3 mg/L en mayo en el punto T2 y un valor mínimo de 0.8 mg/L en abril en el punto T2 con una media de 6.92 mg/L. En la estación 2 – Chanduy, se determinó un valor máximo de 14.1 mg/L en mayo en el punto T2 y un valor mínimo de 0.34 mg/L en el punto T2 en abril con una media de 3.43 mg/L como se muestra en la figura 18 (ver tabla 12 en anexos).

Figura 18.

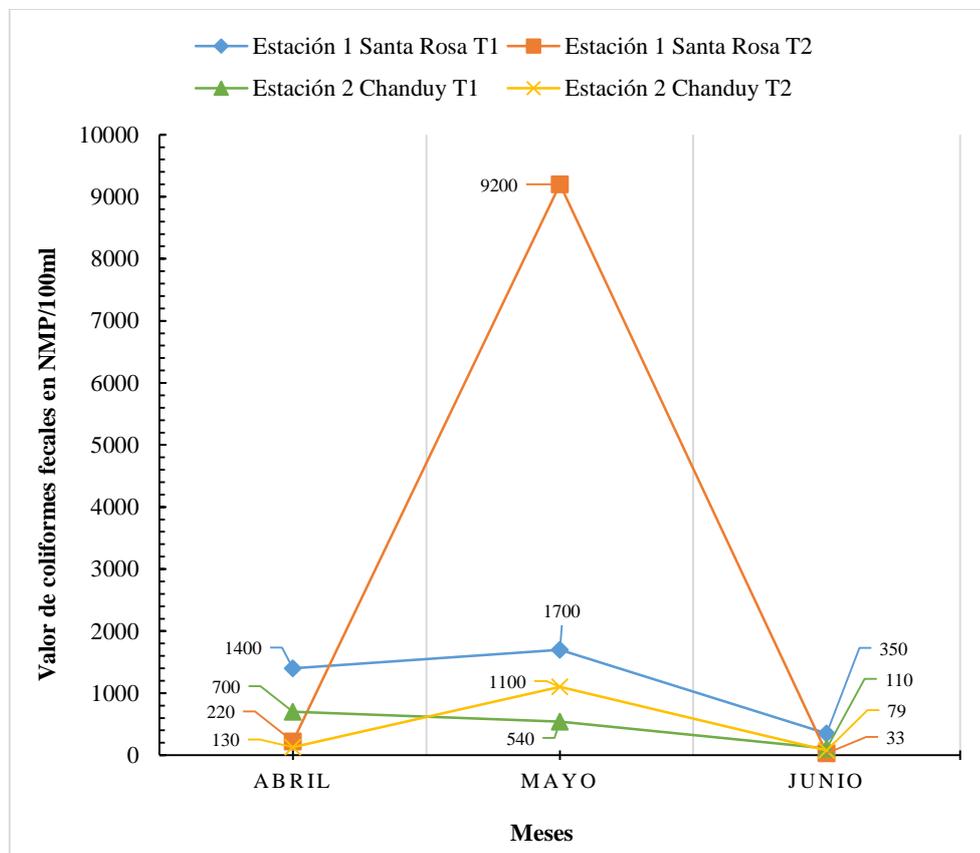
Variación de valores de fosfatos.



Las bacterias de coliformes fecales son un indicador de la presencia de excrementos humanos y animales en el agua, los cuales pueden transportar patógenos nocivos. En la estación 1 – Santa Rosa, se registró un valor máximo de 92×10^2 NMP/100 ml en el punto T2 en mayo y un valor mínimo de 22 NMP/100 ml en el mes de junio con una media de 2150.50 NMP/100 ml (tabla 13 anexos). En la estación 2 – Chanduy, se observó un valor máximo de 11×10^2 NMP/100 ml en el punto T2 en mayo y un valor mínimo de 79 NMP/100 ml en el punto T2 en junio con una media de 443.17 NMP/100 ml (figura 19).

Figura 19.

Variación de valores de coliformes fecales (NMP = número más probable)



9.2 Calidad del agua por estación durante la investigación.

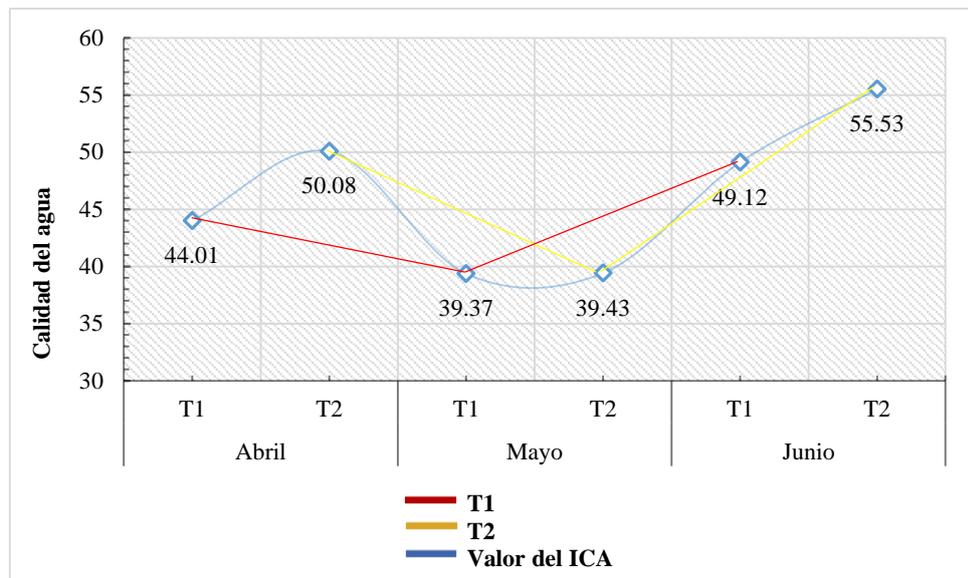
Utilizando la tabla de cálculo del ICA y de acuerdo con los rangos definidos por esta técnica, en la estación 1 (tabla 14 en anexos) el estado del agua fue de calidad mala con un rango de 26-50 representado por el color naranja, en el mes de abril se determinó un valor en punto T1 de 44.01 (tabla 15 anexos), significa que el estado del agua fue de calidad mala, en el punto T2 hubo una variación significativa con un valor de 50.08 (tabla 16 anexos), lo que significa que el estado del agua fue de calidad media; con respecto al mes de mayo el valor obtenido en el punto T1 fue de 39.37 (tabla 19 anexos), estableciendo un estado de calidad mala, mientras que en el punto T2 no se presentó mucha variación con un valor de 39.43 (tabla 20 anexos), estableciendo que el estado del agua fue de calidad mala. En el mes de junio se observó un aumento de la calidad de agua en el punto T1 con un valor de 49.12 (tabla 23 anexos) aunque esto sigue indicando una calidad de agua mala. En cuanto al punto T2, se observó un ligero incremento con un valor de 59.20 (tabla 24 anexos), lo que sigue indicando una calidad de agua media (figura 20).

Según los rangos establecidos por el ICA, en la estación 1 – Santa Rosa, y considerando el promedio de todos los meses, se confirma que la calidad del agua fue mala, a excepción del segundo punto T2 en el mes de abril, esto significa que

los cuerpos de agua generalmente presentan una menor diversidad de organismos acuáticos y, a menudo, han experimentado un aumento en el crecimiento de algas, residuos sólidos, materia orgánica en descomposición y descarga de agua residuales, lo que provoca la contaminación del cuerpo de agua.

Figura 20.

Variación de valores ICA, estación 1 - Santa Rosa.

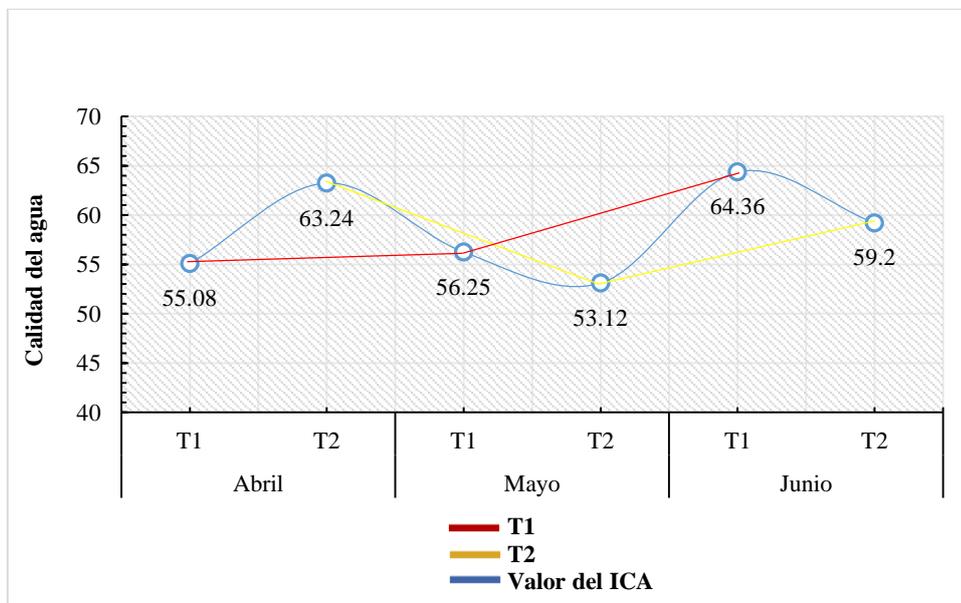


A través de la tabla de cálculo del ICA y en relación con los rangos definidos por esta técnica, en la estación 2 (tabla 14 en anexos) el estado del agua fue de calidad media con un rango de 51-70 representado por el color amarillo, en el mes de abril con el punto T1 se observó un valor de 55.08 (tabla 17), lo que significa un estado

del agua de calidad media, mientras que en el punto T2 se obtuvo un valor de 63.24 (tabla 18 anexos), determinando un estado del ICA de calidad media; con respecto al mes de mayo en el punto T1 su calidad fue de 56.25 (tabla 21 anexos), significando un estado del agua de calidad media, en relación al punto T2 se presentó un decrecimiento con un valor de 53.12 (tabla 22 anexos), pero sigue formando parte de una calidad de agua media. En el mes de junio se observó un aumento tanto en el punto T1 con un valor de 64.36 (tabla 25 anexos) aunque aún se considera parte de una calidad de agua media al igual que el punto T2 con un valor de 59.20 (tabla 26 anexos) como se muestra en la figura 21.

Figura 21.

Variación de valores ICA, estación 2 – Chanduy.



9.3 Comparación por estaciones y toma de muestras

9.3.1 Estación 1 – Santa Rosa

En primer lugar, se realizó la prueba de Anderson-Darling para evaluar la normalidad de las distribuciones de las tomas T1 y T2. Para T1, el estadístico de Anderson-Darling fue 0.190, mientras que para T2 fue 0.227 (figura 24 en anexos). Los valores críticos para ambos conjuntos de datos fueron [-1.296, -1.476, -1.771, -2.065, -2.457] para los niveles de significancia de 15%, 10%, 5%, 2.5%, y 1%. Dado que los estadísticos de Anderson-Darling para T1 y T2 son significativamente menores estos valores críticos en todos los niveles de significancia estándar, no se rechaza la hipótesis nula de normalidad. Esto sugiere que tanto T1 como T2 se distribuyen de manera normal.

9.3.1.1 ANOVA de un solo factor: T1, T2

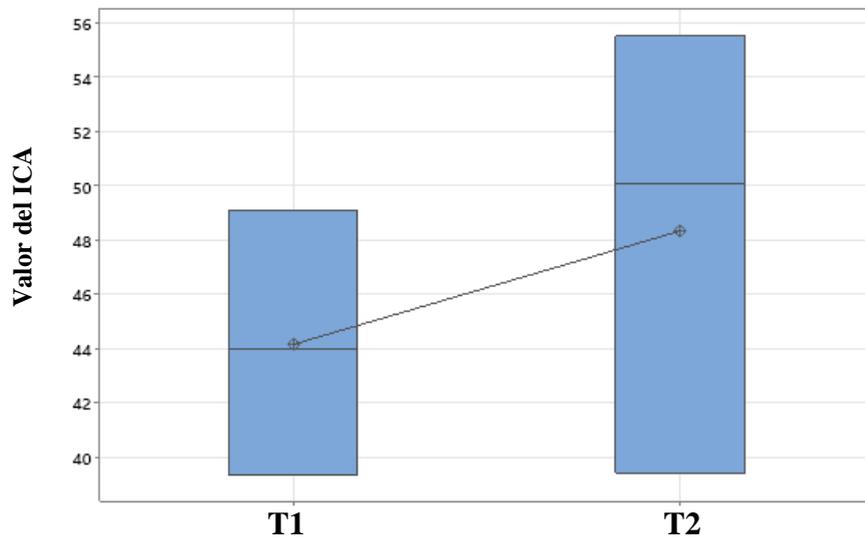
Seguidamente, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para determinar si existían diferencias significativas entre las medias de los valores ICA de T1 y T2.

El resultado del ANOVA dio un valor estadístico F de 0.577 y un valor p de 0.490. El valor p es considerablemente mayor que el umbral común de significancia de 0.05, lo que indica que no se puede rechazar la hipótesis nula de que las medias de T1 y T2 son iguales. Por lo tanto, no hay evidencia estadísticamente significativa que sugiera que los valores ICA de T1 y T2 son diferentes en términos de sus medias (tabla 26 en anexos).

Finalmente, se utilizó una gráfica de cajas para visualizar la dispersión y los estadísticos descriptivos de los valores ICA T1 y T2. La gráfica muestra que T1 tiene una dispersión más pequeña en comparación con T2, indicando que los valores ICA de T1 son más consistentes y presentan menos variabilidad. En términos específicos, el rango intercuartil (IQR) de T1 es de 4.82 (desde el primer cuartil de 39.37 hasta el tercer cuartil de 44.19), mientras que para T2 el IQR es de 8.56 (desde el primer cuartil de 39.43 hasta el tercer cuartil de 47.99). Las medianas de T1 y T2 están alineadas, con valores de 44.01 y 50.08 respectivamente, lo cual concuerda con los resultados del ANOVA que muestran que no hay una diferencia significativa entre sus medias. Sin embargo, T2 presenta una mayor variabilidad, con una desviación estándar de 8.80 en comparación con 4.88 para T1 (figura 22).

Figura 22.

Comparación de valores ICA por toma de muestra, estación 1 – Santa Rosa.



9.3.2 Estación 2 – Chanduy

Para ambos conjuntos de datos de valores de ICA T1 y T2, se realizó el test de Anderson-Darling para verificar la normalidad. Los resultados mostraron que el estadístico de Anderson-Darling calculado para T1 fue aproximadamente 0.64, y para T2 fue aproximadamente 0.87. Estos valores fueron menores que los valores críticos correspondientes para un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$. Por lo tanto, no tenemos suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula de normalidad en ninguno de los dos conjuntos de datos. Esto sugiere que tanto T1 como T2 podrían seguir una distribución normal.

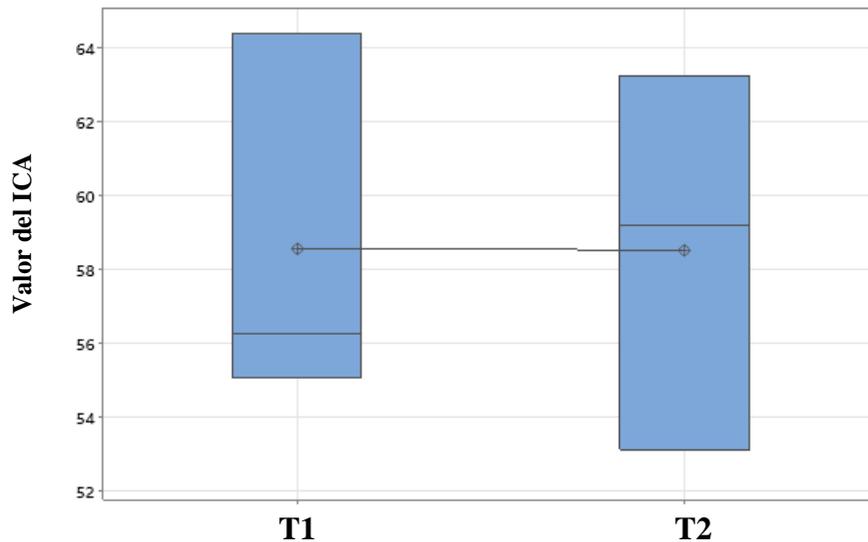
9.3.2.1 ANOVA de un solo factor: T1, T2

Se realizó un ANOVA para comparar los valores de ICA de T1 y T2. El estadístico F calculado fue aproximadamente 0.80, mientras que el valor crítico de F para un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ y grados de libertad 1 y 1 fue aproximadamente p igual a 0.992. Como el estadístico F calculado fue menor que el valor crítico, no tenemos suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula. Esto sugiere que no hay diferencias significativas entre las medias de los valores de ICA de T1 y T2 (tabla 27 en anexos).

Los diagramas de cajas mostraron la distribución de los datos de ICA de T1 y T2. Ambos diagramas mostraron una dispersión similar de los datos, con medianas cercanas entre sí. Los valores numéricos dentro de las cajas muestran los datos observados en cada conjunto de datos, incluidos los valores de los quintiles. Para T1, los valores de los quintiles fueron $Q1 = 55.08$, $Q2$ (mediana) = 56.25, y $Q3 = 64.36$, con una desviación estándar de aproximadamente 4.88. Para T2, los valores de los quintiles fueron $Q1 = 53.12$, $Q2$ (mediana) = 59.2, y $Q3 = 63.24$, con una desviación estándar de aproximadamente 8.19. No hubo valores atípicos evidentes en ninguno de los conjuntos de datos. Esto respalda los hallazgos del ANOVA, donde no se encontraron diferencias significativas entre las medias de T1 y T2 (figura 23).

Figura 23.

Comparación de valores ICA por toma de muestra, estación 2 – Chanduy.



9.3.3 Comparación entre la estación de Santa Rosa y Chanduy

Se llevó a cabo la prueba de normalidad Anderson-Darling para los conjuntos de datos de ICA T1 y T2. Para T1, el estadístico de Anderson-Darling calculado fue aproximadamente 0.32, mientras que para T2 fue aproximadamente 0.63. Estos valores fueron menores que el valor crítico de 0.787 para un nivel de significancia $\alpha = 0.05$. Además, se calcularon los valores de los quintiles para T1: Q1 = 39.37, Q2 (mediana) = 44.01, Q3 = 49.12, con una desviación estándar de aproximadamente 4.42. Para T2, los valores de los quintiles fueron Q1 = 55.08, Q2 (mediana) = 56.25, Q3 = 63.24, con una desviación estándar de aproximadamente

2.64. No se observaron valores atípicos evidentes en ninguno de los conjuntos de datos, lo que sugiere que tanto T1 como T2 podrían seguir una distribución normal.

9.3.3.1 ANOVA de un solo factor: Estación 1, Estación 2

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para comparar los niveles del factor "Estación", que incluye dos niveles: Estación 1 y Estación 2. Los resultados del ANOVA mostraron que el factor "Estación" tuvo un efecto significativo en los datos de interés, con un valor F calculado de aproximadamente 14.56 y un valor p de 0.003. Esto indica que hay diferencias significativas entre al menos dos de las medias de los niveles del factor "Estación".

Se construyeron diagramas de cajas para visualizar la distribución de los datos de ICA para las Estaciones 1 y 2. Los diagramas de cajas muestran la mediana, los cuartiles, los valores mínimos y máximos, y cualquier valor atípico potencial en los datos.

Para la Estación 1, la mediana de los valores de ICA fue de aproximadamente 46.26, y la distribución de los datos mostró una dispersión moderada, con valores que

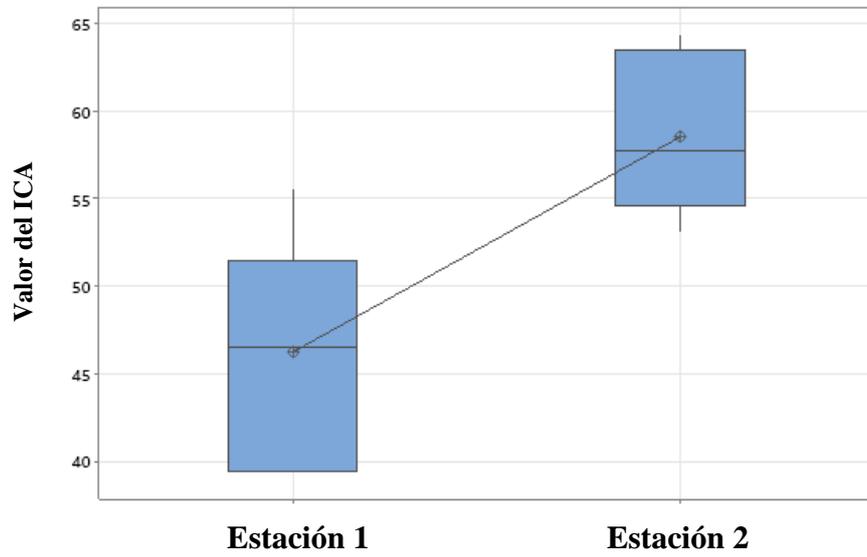
varían entre aproximadamente 41.18 y 51.33, como se indica en el intervalo de confianza del 95%.

Para la Estación 2, la mediana de los valores de ICA de muestras fue de aproximadamente 58.54, y la distribución de los datos mostró una dispersión similar, pero con una variabilidad menor en comparación con la Estación 1. Los valores oscilaron entre aproximadamente 53.47 y 63.61, según el intervalo de confianza del 95% (tabla 29 en anexos).

Ambos diagramas de cajas mostraron una clara diferencia en los valores de ICA entre las dos estaciones, con la Estación 2 exhibiendo valores ICA más altas en general en comparación con la Estación 1 no se observaron valores atípicos evidentes en ninguno de los conjuntos de datos (figura 24).

Figura 24.

Comparación de valores ICA por estación.



10 DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1 DISCUSIÓN

Según NOAA (2021) el pH óptimo para la vida marina generalmente se encuentra en el rango de 7.5 a 8.5. Este rango es ideal para la mayoría de los organismos, incluyendo corales, peces y otros invertebrados, dado que les permite realizar sus procesos biológicos de manera eficiente, durante este estudio se determinó un pH ligeramente alcalino con valores que oscilan entre 7.15 a 7.98. Este parámetro es crucial para la vida de los organismos marinos pero las actividades pesqueras llevadas a cabo en los puertos de Santa Rosa y Chanduy alteran el nivel del pH del agua, los desechos orgánicos generados por las actividades pesqueras tienden a descomponerse en el agua generando alteraciones en este parámetro (Boyd, 2020) aunque todas las mediciones realizadas indican que los valores se mantienen dentro del límite permitido por la Normativa del Acuerdo Ministerial (Libro VI, 2015), que establece el rango de pH permisible está entre 6.5 y 9.5 para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas marinas y estuarios. Mientras que, para actividades recreativas que implican contacto directo con el agua, como el buceo y la natación, el rango del potencial de hidrogeno permitido es de 6.5 a 8 (TULSMA, Libro VI, 2015).

Los niveles óptimos para la vida marina varían según la especie, pero en general, muchas especies marinas prosperan en temperaturas entre 23°C y 28°C (NOAA, 2021). Por ejemplo, los arrecifes de coral, que son muy sensibles a los cambios de temperatura, se desarrollan mejor dentro de este rango. Las mediciones realizadas en los diferentes puntos de muestreo indican que los niveles de temperatura se mantuvieron en un rango de 28°C a 28.9°C., no exceden los límites permitidos por la normativa del Acuerdo Ministerial (Libro VI, 2015), que establece un límite máximo de 35°C para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas marinas y estuarios.

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), (2020) indica que los niveles óptimos de turbidez para la vida marina suelen ser bajos, generalmente menos de 5 NTU, lo que permite una mejor penetración de la luz solar, crucial para la fotosíntesis de plantas acuáticas y algas, así como para la salud general de los ecosistemas marinos. No obstante, se registró una turbidez excesivamente elevada en la estación 1 - Santa Rosa, con valores que oscilaron entre 110 NTU y 148 NTU. Por otro lado, la normativa del Acuerdo Ministerial (Libro VI, 2015) establece que la turbidez en las aguas de estuarios o marinas debe estar entre 0 y 50 NTU para no perjudicar la flora y fauna acuática, cumpliendo la estación 2 – Chanduy con estos requisitos.

De acuerdo con la NOAA (2021), el nivel óptimo de oxígeno disuelto para la vida marina suele estar por encima de 5 mg/L. La mayoría de los organismos acuáticos requieren al menos este nivel mínimo de oxígeno para llevar a cabo funciones vitales y mantener la salud del ecosistema. Según lo establecido por la normativa del Acuerdo Ministerial (Libro VI, 2015), en aguas marinas se debe garantizar un porcentaje de saturación no menor al 60 %Sat, ya que una baja saturación puede indicar una situación de estrés para los organismos acuáticos, especialmente aquellos que dependen del oxígeno para su supervivencia. En este estudio se determinó que los niveles de oxígeno disuelto se encontraban en un rango de 25 %Sat a 49 %Sat. Esta baja saturación puede resultar en condiciones de hipoxia, donde los niveles de oxígeno son insuficientes para sostener la vida de ciertas especies, lo que puede llevar a la mortalidad de organismos sensibles o el desplazamiento de comunidades acuáticas hacia áreas con mejores condiciones de oxigenación (EPA, 2020).

Es importante destacar que los niveles óptimos de la demanda biológica de oxígeno para la vida marina son bajos y se considera un valor ideal por debajo de 2 mg/L (NOAA, 2021). Concentraciones más altas de DBO pueden indicar la presencia de materia orgánica en descomposición en el agua, lo que puede reducir los niveles de oxígeno disuelto y afectar negativamente a la vida acuática. Los resultados obtenidos en esta investigación superan el rango establecido, con un valor de 15 mg/L a 20 mg/L en la estación 1 - Puerto pesquero de Santa Rosa y un valor de 5 mg/L a 6 mg/L en la estación 2 - Puerto de Chanduy, representando un peligro para

la salud del ecosistema acuático en ambas estaciones. Este riesgo se debe al crecimiento descontrolado de algas, el cual puede reducir la transparencia del agua y limitar la penetración de la luz solar, afectando negativamente a la flora y fauna acuática

La Comisión Nacional del Agua (CNA) (2000) menciona que el rango máximo de sólidos disueltos en agua de mar se sitúa en 35.000 ppm (34.99 mg/L), una cifra cercana a los valores encontrados en esta investigación en la estación del puerto pesquero de Santa Rosa y Chanduy, que oscilan entre 24 mg/L y 26 mg/L. Por otro lado, Marine Pollution (2020) señala que la presencia de sólidos disueltos en el agua marina puede tener repercusiones negativas en la fauna marina de diversas maneras. La reducción de la penetración de la luz en el agua disminuye la disponibilidad de oxígeno y puede dar lugar a la disminución de estos valores. Esto evita que el agua mantenga su color natural, aumenta la turbidez y restringe el desarrollo de la vida acuática, generando desequilibrios en el ecosistema.

Por otro lado, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) (2021) establece que los niveles óptimos de nitratos para la vida marina deben ser bajos, generalmente menos de 1 mg/L. Concentraciones altas de nitratos pueden causar problemas como la eutrofización, que conduce al crecimiento excesivo de algas. En esta investigación, se encontró que la estación 1 - Santa Rosa supera el rango establecido por la EPA, con valores que oscilan entre 1.75 mg/L y 3.23 mg/L.

Se observó una gran cantidad de algas a lo largo de la zona intermareal en los puntos T1 y T2, lo que afecta negativamente a los organismos acuáticos. En comparación, la estación 2 - Chanduy también presentó niveles elevados de nitratos, con valores entre 1.79 mg/L y 2.18 mg/L. Ninguna de las dos estaciones cumple con los requisitos establecidos por la EPA. Entonces la presencia de materia orgánica en los puertos pesqueros altera el ciclo del nitrógeno en el agua, llevando a problemas como el aumento de la demanda biológica de oxígeno, la producción de amoníaco, la nitrificación, la eutrofización y la desnitrificación, con diversas consecuencias para la calidad del agua y la salud del ecosistema acuático (REDCAM, 2021).

No existen límites establecidos en los criterios de calidad del agua para el fosfato en la preservación de la flora y fauna en aguas dulces frías, cálidas o marinas según TULSMA (2015). Sin embargo, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) menciona que los niveles óptimos de fosfatos para la vida marina deben ser inferiores a 0.1 mg/L para evitar la eutrofización y mantener la salud del ecosistema acuático (EPA, 2021). En relación con esta investigación, los niveles de fosfato se encuentran excesivamente elevados en todos los meses. Los valores más altos se registraron en mayo en la estación 1, con un nivel de 17.8 mg/L en el punto T1 y 20.30 mg/L en el punto T2. Estos niveles son extremadamente altos y preocupantes, ya que superan con creces el umbral máximo recomendado por la EPA para evitar la eutrofización y otros problemas ambientales.

Palacios (2013) establece que el límite permisible para la calidad de aguas marinas y estuarinas en relación con los coliformes fecales es de 200 NMP/100 ml (TULSMA, 2015). En este estudio, ambas estaciones superaron este límite, con una media de 2,150.50 NTU en la estación 1 (Puerto pesquero de Santa Rosa) y 443.17 NTU en la estación 2 (Puerto de Chanduy), registrando los niveles más altos en el mes de mayo por la sobrepesca generada en este mes. Mantener estos niveles de coliformes fecales por debajo del límite es crucial para asegurar la seguridad y calidad del agua marina, protegiendo tanto la salud humana como la integridad ecológica de los ecosistemas marinos. Swistock (2020) indica que la detección de coliformes fecales se utiliza como un indicador de la posible existencia de otros organismos patógenos de origen fecal, incluyendo bacterias, virus o protozoos parásitos multicelulares.

El índice de calidad de agua ICA establece rangos específicos para determinar el nivel de contaminación de un cuerpo de agua con un rango de 91 a 100, se observa una calidad excelente, con valores entre 71 y 90 indica una calidad buena. En el intervalo de 51 a 70, se indica una calidad media, mientras que los valores entre 26 y 50 sugieren una calidad considerada mala o deficiente. Por otro lado, en el rango de 0 a 25, se refleja una calidad muy mala o muy deficiente (Fernández y Solano, 2015). En la estación 1 - Santa Rosa se evaluó un ICA máximo en el mes de junio de 55,53 representado por una calidad media, este valor indica que el agua en esta estación no es óptima, pero tampoco está en condiciones extremadamente deterioradas. Una calidad media sugiere que, aunque el agua puede ser adecuada

para ciertos usos, existen niveles de contaminantes como nitratos, fosfatos u otros nutrientes que pueden afectar negativamente los ecosistemas marinos. Por otro lado, se obtuvo una calidad de agua mala en los meses de abril y mayo, siendo mayo el mes con los valores más bajos, con un ICA 39.37. Este resultado muestra la presencia de múltiples problemas ambientales; una calidad del agua deficiente puede ocasionar la muerte de peces y otros organismos acuáticos, así como la pérdida de biodiversidad y la degradación de los hábitats (UNESCO, 2020).

Con respecto a la estación 2 – Chanduy durante todos los meses de muestreo se mantuvo con una calidad media, con un rango del Índice de Calidad del Agua (ICA) oscilando entre 53.12 y 64.36. Este rango implica condiciones más estables la cual puede ofrecer una oportunidad para implementar medidas de mitigación focalizadas en las fuentes específicas de contaminación identificadas, así como para evaluar la eficacia de las estrategias de gestión actuales.

En el mes de mayo, se observó un aumento significativo en los valores de diversos parámetros. Este incremento se debe principalmente a dos factores: la sobrepesca intensiva genera vertidos de vísceras y restos de peces, lo que incrementa la DBO por la descomposición de materia orgánica. Además, por los vertidos de aguas residuales que pueden contener metales pesados, compuestos orgánicos e inorgánicos, y microorganismos patógenos, alterar la turbidez, el pH y las concentraciones de nutrientes como nitratos y fosfatos (NOAA, 2019).

10.2 CONCLUSIONES

Los parámetros físicos como la temperatura, turbidez, oxígeno disuelto, demanda biológica de oxígeno y sólidos disueltos se encuentran fuera de los rangos establecidos en ambas estaciones, lo que sugiere un desequilibrio en la calidad del agua en estas áreas. Aunque el pH se mantuvo dentro de los límites permitidos, su interacción con otros parámetros puede tener consecuencias significativas para la calidad de los cuerpos de agua.

Durante todos los meses de muestreo en la Estación 1 - puerto pesquero de Santa Rosa y Estación 2 - puerto pesquero de Chanduy, se observó que los niveles de nitrato excedieron los límites permisibles establecidos, alcanzando su punto máximo en el mes de mayo. Del mismo modo, los fosfatos también se hallaron por encima de los rangos permitidos, al igual que los coliformes fecales.

En la estación 1 – Santa Rosa, se evaluó el Índice de Calidad del Agua (ICA) mediante muestreos en dos puntos distintos, lo cual también confirma que la calidad del agua se mantiene dentro del rango considerado como malo. Estos resultados recalcan la persistencia de condiciones desfavorables para el ecosistema acuático en esta área, En el punto T1 se clasificada como mala. Por otro lado, en el punto

T2, se registró como calidad media, reflejando posibles impactos negativos sobre la biodiversidad y la salud del cuerpo de agua.

En la estación 2 – Chanduy, se realizó un análisis en dos puntos de muestreo. En el punto T1 se determinó una calidad de agua clasificada como media. Por otro lado, en el punto T2 se mantiene dentro del rango considerado como calidad media. Estos resultados revelan una estabilidad en las condiciones del agua en esta estación, aunque es importante seguir monitoreando para detectar posibles cambios y tomar medidas de gestión adecuadas si es necesario.

De acuerdo a los indicadores obtenidos mediante la metodología del Índice de Calidad del Agua (ICA), se determinó que la calidad del agua en la Estación 1, ubicada en el Puerto Pesquero de Santa Rosa, siendo de una calidad mala, mientras que en la Estación 2, localizada en el Puerto de Chanduy, presento una variabilidad menor en comparación con la Estación 1. Los análisis revelan que, aunque ambas estaciones muestran cierta variabilidad en los valores del ICA, la Estación 2 tiende a tener valores más altos y una menor variabilidad en comparación con la Estación 1. Esto sugiere que la calidad del agua es relativamente mejor en la Estación 2 en comparación con la Estación 1.

10.3 RECOMENDACIONES

Es fundamental continuar recopilando información en las áreas para identificar las actividades pesqueras que están afectando la calidad del agua para desarrollar estrategias efectivas de mitigación y conservación.

Para prevenir el deterioro ambiental de las zonas costeras debido a los vertimientos de aguas residuales es la ejecución de plantas de tratamiento, acompañada de un análisis previo de costo - beneficio.

Imponer sanciones económicas a la comunidad debido a la falta de conciencia sobre la importancia de un recurso esencial, el cual es crucial para las localidades de Santa Rosa y Chanduy. Esta medida tiene como objetivo resaltar la necesidad de una mayor educación y sensibilización sobre la preservación del agua, vital para el medio ambiente y para el bienestar de las comunidades locales. Además de las multas, sería beneficioso implementar programas educativos y campañas de concientización que promuevan prácticas sostenibles y responsables en el uso y manejo de los recursos hídricos. Estas acciones no solo penalizarían el comportamiento irresponsable, sino que también fomentarían un cambio de actitud hacia la conservación del agua, asegurando así la protección de este recurso indispensable para las generaciones presentes y futuras.

El Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE), encargado de dirigir, regular y supervisar el cumplimiento de las normativas medioambientales, junto con el Gobierno Descentralizado del Municipio de Santa Elena y Salinas, debería implementar un plan más efectivo para mejorar la calidad del agua y reducir la contaminación marina.

11 REFERENCIAS

Abarca, L., y Acuña, A. (2023). Análisis de la situación actual de residuos marinos en Costa Rica. Tecnología en Marcha.

doi:https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/6672

Amón, J. y López, C. (2020). Estudio de la influencia de la vegetación y bisque de ribera en la calidad del agua del Río Tomebamba de la ciudad de Cuenca.

Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana – Sede Cuenca, Ecuador, 156 pp. Disponible en:

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18462/4/UPSCT008707.pdf>

Apaéstegui, M. (2019). CALIDAD DEL AGUA DE MAR EN EL ÁREA CIRCUNDANTE AL DESEMBARCADERO PESQUERO ARTESANAL

DE CHIMBOTE EN EL 2019 obtenido de

[https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/3784/52311.](https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/3784/52311.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/3784/52311.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Armas, T. (2023). Parametrización oceanográfica en índices de calidad del agua obtenido de

[https://aquadocs.org/bitstream/handle/1834/3590/066;jsessionid=2D29E6](https://aquadocs.org/bitstream/handle/1834/3590/066;jsessionid=2D29E6BB893E9A3FD0A111DF917DC59E?sequence=1)

[BB893E9A3FD0A111DF917DC59E?sequence=1](https://aquadocs.org/bitstream/handle/1834/3590/066;jsessionid=2D29E6BB893E9A3FD0A111DF917DC59E?sequence=1)

Asobanca. (2022). *Guia de pesca marítima continental*. Obtenido de <https://asobanca.org.ec/wp-content/uploads/2022/12/5.-Guia-Pesca-MaritimaContinental.pdf>

Baños, A. (24 de 12 de 2019). la turbidez sobre la calidad de agua. Obtenido de <https://higieneambiental.com/aire-agua-y-legionella/que-nos-dice-la-turbidez-sobre-la-calidad-del-agua-potable>

Barreto, P. (2010). PROTOCOLO DE MONITOREO DE AGUA obtenido de https://biorem.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/p_biorem/education/research/protocols/Protocolo_Agua.pdf

Blanco Campo, R. A., y Sierra Salcedo, J. R. (2016). Trabajo de grado: Calidad de las aguas de las playas del sector turístico de Cartagena de Indias, norte de Colombia. Universidad Tecnológica de Bolívar-Programa de Ingeniería Ambiental.

<https://repositorio.utb.edu.co/bitstream/handle/20.500.12585/1014/0069799.pdf?sequence=1&isallowed=y>

Brañez Roy, 2013. Demanda Bioquímica de Oxígeno. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Escuela de formación profesional de Ingeniería Ambiental.

Boyd, C. E. (2020). *Water Quality: An Introduction*. Springer Nature.

Brown R. M., McClelland N. I., Deninger R. A. and Tozer R. G. (1970). "A water quality index: do we dare?", *Water & Sewage Works*, vol 117, no. 10, pp. 339-343., Gillette Pub. Co., Chicago, USA.

Calidad del agua del mar. (s.f.) Contaminación marina. MED EDUC. Recuperado de [https://www.mededuc.eu/es/centro-de-recursos/marco-pedagogico/124-calidad-del-agua-del-mar.html#:~:text=Los%20par%C3%A1metros%20que%20habitualmente%20se,y%20los%20nitratos%20\(N\).](https://www.mededuc.eu/es/centro-de-recursos/marco-pedagogico/124-calidad-del-agua-del-mar.html#:~:text=Los%20par%C3%A1metros%20que%20habitualmente%20se,y%20los%20nitratos%20(N).) (2023)

Calidad de aguas marinas y costeras - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2022, 13 enero). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-marinos-costeros-y-recursos-acuaticos/calidad-de-aguas-marinas-y-costeras/>

Cevallos, T., y Merchan, A. (2019). *Basuras procedentes de embarcaciones al mar.* Obtenido de <https://repositorio.ulead.edu.ec/bitstream/123456789/3094/1/ULEAMRN-A-0060.pdf>

COTRINA, D. (2022). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE MAR RELACIONADA AL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA PESQUERA, BAHIA DE SUPE PUERTO obtenido de

https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/7198/tesis_merged_organized_compressed.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Carangui, G. M., y Pólit, P. V. (2017). *Determinación del Índice de Calidad del Agua del Estero Salado, entre el Puente 5 de Junio y el Puente el Velero, 2017*. [Tesis de pre grado, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/29111>

Corrales L. y Fung E. (2017). Diseño de un Sistema de monitoreo de los cobeneficios generados por la iniciativa REDD+ MbA de El Salvador. CATIE. Turrialba, Costa Rica

CVC (2004). “Estudio de la calidad del agua del río Cauca y sus principales tributarios mediante la aplicación de índices de calidad y la contaminación tramo Salvajina-la Virginia”, Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) & Universidad del Valle, Convenio Interadministrativo 0168 de Noviembre 27 de 2002, Santiago de Cali, Colombia.

CNA (2000). Comisión Nacional del Agua. Ley Federal en Materia de Agua. México D.F. 141 p.
<https://www.itson.mx/publicaciones/rlrn/Documents/v9-n1-13-afectacion-del-nivel-de-concentracion-del-agua-de-mar-por-vertidos-de-plantas-desaladoras-en-sonora.pdf>

Chaparro, S. (2020) *Determinación De La Capacidad De Autodepuración De Un Tramo Del Rio Tunjuelo Respecto Al hP Y La Demanda Biológica De Oxígeno (DBO)*. [Tesis de pre grado, Universidad Católica De Colombia]. <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/9ba38a9b-9094-4c12-a998-a7fe923d25f0/content>

EPA (2020). Water Quality Criteria. United States Environmental Protection Agency. Retrieved from EPA. <https://www.epa.gov/wqc>

Fernández, M. (2017). Determinación de coliformes totales y fecales en aguas de uso tecnológico para la centrífugas. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar, 70-73.

Fernández N. y Solano F. (2015). “Índices de Calidad de Agua e Índices de Contaminación”, Universidad de Pamplona, Colombia

Flores, S., y Vela, N. C. (2021). *Indice de la calidad ambiental de los recursos hídricos superficiales (icarhs) de la unidad hidrográfica bajo marañón, período 2014-2020* [Tesis de pre grado, Universidad Científica del Perú]. <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1492>

Flores, J. (2022). *Estudio de microplasticos en el tracto digestivo y en tejidos de Selene peruviana y Lepophidium negropinna que desembarcan en el puerto*

pesquero Anconcito-Santa Elena Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/8842/1/UPSE-TBI-2022-0039.pdf>

Garay Ja, Marín B, Ramírez G, Betancourt J, Troncoso W, Gómez ML, et al. Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y Pacífico colombiano. Red de vigilancia para la protección y conservación de la calidad de las aguas marinas y costeras. Diagnóstico 2002. INVEMAR; 2002.

Garros, M., y Safar, E. (2020). *Agua segura como derecho humano*. Ediciones Universidad Católica de Salta.

Giménez, A. (2023). *Causas y efectos de la contaminación marina en el puerto pesquero de Manta provincia de Manabí por parte del sector pesquero* obtenido de https://uprepositorio.upacifico.edu.ec/bitstream/123456789/928/1/MM_U PACIFICO_21060.pdf

Horton R.K., An Index Number System for Rating Water Quality., Jr. Of WPCF, Vol. 37, 1965.

Induanalisis, Laboratorio, monitoreo, consultoría y equipo. Bucaramanga - Col. (s. f.). *DBO y DQO | Publicaciones | Induanalisis, laboratorio, monitoreo,*

consultoría y equipo. Bucaramanga - Col.

https://www.induanalisis.com/publicacion/detalle/dbo_y_dqo_31

Jácome Yánez, J. A., y Calle Naranjo, M. (2014). Trabajo de investigación: *Validación de métodos analíticos para la determinación de la demanda química de oxígeno (rango bajo, rango medio, rango alto), sólidos totales disueltos y sólidos totales suspendidos en matrices de agua clara y residual en el centro de investigaciones y control ambiental "CICAM"*. Universidad Técnica de Ambato - Facultad de ciencia e ingeniería en alimentos.

Jiménez Novoa, E. M., y Paredes Morelos, K. (2021). Trabajo de grado: 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- Programa de ingeniería ambiental.

Kevin Montaluisa, D. C. (2021). Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/20026/1/UPS-CT009012.pdf>

Libro VI, A. (2015). Norma de calidad de ambiental y descarga de efluentes. Ecuador. Obtenido de <https://faolex.fao.org/docs/pdf/ecu112180.pdf>

Marine, P. (2020). *ScienceDirect*

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X17304000>

Mendoza, G. (2023). *Corazón Planeta Verde Protección Ambiental Marino: Playa*

Varadero.

Obtenido

de

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/25040/1/UPSGT004399.pdf>

f

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). Guía nacional de modelación del recurso hídrico para aguas superficiales continentales. Dirección de gestión integral del recurso hídrico.

http://www.andi.com.co/uploads/gu%c3%ada_modelaci%c3%b3n_final_%20aguasuperficialcontinental.pdf

Ministerio del Ambiente, «Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua,» de *Registro Oficial Suplemento 387 - ANEXO 1 DEL LIBRO VI DEL TULSMA*, Quito, 2015.

Mosquera, V. (2017). *Sistematización del monitoreo de calidad de agua marina:*

Zona de protección especial marina Sandy Bay West End, Roatan,

Honduras

obtenido

de

[https://marfund.org/en/wp-](https://marfund.org/en/wp-content/uploads/2018/04/Marine-Water-Quality-Monitoring-Program-Honduras.pdf)

[content/uploads/2018/04/Marine-Water-Quality-Monitoring-Program-](https://marfund.org/en/wp-content/uploads/2018/04/Marine-Water-Quality-Monitoring-Program-Honduras.pdf)

[Honduras.pdf](https://marfund.org/en/wp-content/uploads/2018/04/Marine-Water-Quality-Monitoring-Program-Honduras.pdf)

Madero, O. A., y Olivo, M. (2020). Trabajo de grado: *Diagnóstico de la calidad del agua en las playas de el Cabrero (Cartagena, Colombia) durante el periodo de lluvias de 2019*. Universidad Tecnológica de Bolívar - Programa de Ingeniería Ambiental.

NOAA. (2021). Biological Oxygen Demand. National Oceanic and Atmospheric Administration. Retrieved from <https://www.noaa.gov/education/resource-collections/ocean-coasts/biological-oxygen-demand>.

NOAA. (2021). Dissolved Oxygen. National Oceanic and Atmospheric Administration. Retrieved from <https://www.noaa.gov/education/resource-collections/ocean-coasts/dissolved-oxygen>

NOAA. (2021). Ocean Acidification: What You Need to Know. National Oceanic and Atmospheric Administration. Retrieved from <https://www.noaa.gov/education/resource-collections/ocean-coasts/ocean-acidification>

Ondarze, D. (7 de 2021). pH significado y como medir usando indicadores acido-base. Obtenido de <https://concepto.de/ph/>

Ordoñez, J. (2023). determinación de la calidad de agua por bioindicadores (macroinvertebrados) – en el río illuchi – para el planteamiento de una

propuesta de manejo de recurso hídrico Latacunga provincia de Cotopaxi –
período abril- agosto 2023 obtenido de
<https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/11451/1/PC-003087.pdf>

Palomarez, A. (2015). Instituto de tecnología química. Obtenido de
<https://www.esferadelagua.es/agua-y-tecnologia/contaminacion-del-agua-pornitratos-y-tecnicas-para-su-tratamiento>

Pérez-Farfante, I y Kensley, B. 1997. Keys and diagnoses for the families and genera. Penaeoid and sengeroid shrimps and prawns of the world. Mémoires dumuseum national d histoire naturelle. pp 233

Pincay, M. (2022). Contaminación microbiológica por aguas residuales de industrias atuneras asentadas en Manabí. *Revista de Manabí*.
<https://revistademanabi.com/2022/03/15/contaminacion-microbiologica-poraguas-residuales-de-industrias-atuneras-asentadas-en-manabi/>

Quiroz, L. (2017). Aplicación del índice de calidad de agua en el río Portoviejo, Ecuador obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/riha/v38n3/riha04317.pdf>

Rajesh, M., y Rehana, S. (2022). Impact of climate change on river water temperatura and dissolved oxygen: Indian riverine thermal regimes.

Scientific Reports, 12(1), 1–12. [https://doi.org/10.1038/s41598-022-12996-](https://doi.org/10.1038/s41598-022-12996-7)

7

REDCAM. (2021). Siam. <https://siam.invemar.org.co/redcam-icam> Roca, F.

(2015). Análisis de la calidad de agua aplicando metodología ICA. Obtenido

de

[https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/46000/2053/UPSE-](https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/46000/2053/UPSE-TBM2015-002.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[TBM2015-002.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/46000/2053/UPSE-TBM2015-002.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Severiche, C., Castillo, M. & Rosa, A. (2017). Manual de Métodos Analíticos Para

la Determinación de Parámetros Físicoquímicos Básicos en Agua. (Nº

Registro: 201364334). Cartagena de Indias

SNET. (2017). *Índice de calidad del agua general “ICA”*. Recuperado de

<https://www.snet.gob.sv/Hidrologia/Documentos/calculoICA.pdf>

Swingle (1961) & Calabrese (1969), Obtenido de concepto de Variaciones de pH

trae consecuencias dañinas para las moléculas.

Swistock, B. (2020). Bacterias coliformes. Universidad Estatal de Pensilvania.

Obtenido

de:

<https://extension.psu.edu/bacteriascoliformes#:~:text=Las%20bacterias%2>

Ocoliformes%20fecales%20son,a
guas%20residuales%20o%20desechos%20animales.

Swistock, B. (10 de 2020). Bacterias coliformes y contaminación de agua. Obtenido de <https://extension.psu.edu/bacterias-coliformes>

Tay, G. (2019). Prácticas culturales ambientales de los gremios de surf y su influencia en la disminución de contaminación marina en Huanchaco. Tesis de postgrado, Universidad Nacional de Trujillo, 94 pp. Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/15803/Tay%20Tay%20C%20Gerardo%20Manuel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

UICN. (2018). Guía de monitoreo participativo de la calidad de agua. <https://www.iucn.org/sites/dev/files/content/documents/guia-monitoreo-participativo-calidad-agua-digital.pdf>

UNESCO. (2020). Water Quality and Pollution Management. Retrieved from <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/facts-and-figures/all-facts-wwdr3/facts-10-water-quality-and-pollution-management/>

Vargas, L. (2020). Impactos ambientales de la producción petrolera en Colombia y su relación con la innovación tecnológica en los últimos quince años. [Tesis

para optar por el título de especialista en gestión ambiental]. Universidad de América.

<https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7843/1/463974-2020-I-GA.pdf>

Valcarcel Rojas, L., Alberro Macías, N. y Fías, F. D., (2009) El Índice de Calidad de Agua como herramienta para la gestión de los recursos hídricos. *Agencia de Medio Ambiente*, Vól. II, pp. 5-10

VERA, M. (2020). Prototipo dron naval para la adquisición de parámetros de calidad del agua en la zona marina costera de Salinas obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5327/1/UPSE-TET-2020-0001.pdf>

Vista de determinación de metales pesados e índices de calidad en aguas y sedimentos del río magdalena – tramo tolima, colombia. (s. f.). <https://revistas.ut.edu.co/index.php/tumbaga/article/view/1092/856>

12. ANEXOS

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los puertos pesqueros son centros vitales para la economía y el sustento de las comunidades costeras en todo el mundo, en la provincia de Santa Elena, los puertos de Santa Rosa y Chanduy son dos puntos importantes de la actividad pesquera, donde se capturan y procesan una gran cantidad de productos marinos, la variación de la calidad del agua es un elemento que puede perturbar los ciclos vitales del ambiente marino y costero, lo que amenaza toda su diversidad biológica. La calidad del agua al ser altamente sensibles a las alteraciones físicas, químicas y microbiológicas por medio de las descargas de aguas residuales pueden introducir contaminantes bacterianos en las áreas de estudio, lo que representa un riesgo para la vida marina.

La descarga de desechos orgánicos e inorgánicos proveniente de las actividades de las embarcaciones pesqueras como hidrocarburos, vertidos de aguas residuales, desechos de artes de pesca y sustancias químicas que contienen nitrógeno o fosfato, degradan la calidad del agua de manera significativa lo cual puede provocar la muerte de las especies marinas, así como la destrucción de hábitats y la proliferación de enfermedades. Dentro de este contexto, la falta de atención a este

aspecto puede tener efectos devastadores en los ecosistemas, en el caso de los Puertos Pesqueros de Santa Rosa y Chanduy, la posible contaminación del agua es un problema que afecta directamente a los ecosistemas marinos en las zonas de estudio.

Los permanentes drenajes de agua sin tratamiento alguno con poblaciones de microorganismos patógenos, virus, bacterias, parásitos y otras sustancias contaminantes que se observa a través de los desechos sólidos, constituyen uno de los principales inconvenientes sanitarios y ecológicos de las comunidades costeras (Garay et al., 2002). Generando efectos adversos tanto en el entorno biótico como abiótico, ya que su acumulación en cantidades significativas conlleva a la pérdida de la vegetación natural, la alteración de las características microbiológicas del agua, perturbaciones en las condiciones de cuerpos de agua que afectan la fauna acuática, y cambios en la calidad fisicoquímica, entre otros aspectos (Vargas, 2020).

En este sentido, se realizó un estudio comparativo de calidad de agua de las dos estaciones seleccionadas determinado el grado de contaminación presente en cada una de ellas, la calidad del agua es un aspecto crucial para la preservación del medio ambiente, afectando directamente a los ecosistemas acuáticos y a las comunidades que dependen de estos recursos.

Tabla 5. Variación de pH, Estación de Santa Rosa y Chanduy.

Mes	Estación 1 Santa Rosa		Estación 2 Chanduy	
	T1	T2	T1	T2
<i>Abril</i>	7.15	7.2	7.76	7.98
<i>Mayo</i>	7.6	7.5	7.8	7.98
<i>Junio</i>	7.9	7.92	7.5	7.7
V. máximo	7.92		7.98	
V. mínimo	7.15		7.5	
TOTAL	45.27		46.56	
Media	7.54		7.76	

Tabla 6. Variación de temperatura, Estación de Santa Rosa y Chanduy.

Mes	Estación 1 Santa Rosa		Estación 2 Chanduy	
	T1	T2	T1	T2
<i>Abril</i>	28.01	28.05	28.9	28.5
<i>Mayo</i>	28.02	28.2	28	28.5
<i>Junio</i>	28	28	28.1	28.2
V. máximo	28.05		28.9	
V. mínimo	28		28	
TOTAL	168.28		170.11	
Media	28.04		28.35	

Tabla 7. Variación de Turbidez, Estación de Santa Rosa y Chanduy.

Mes	Estación 1 Santa Rosa		Estación 2 Chanduy	
	T1	T2	T1	T2
<i>Abril</i>	129	138	39.4	26.6
<i>Mayo</i>	132	148	38.2	27.5
<i>Junio</i>	110	115	22	30
V. máximo	148		39.4	
V. mínimo	110		22	
TOTAL	772		183.7	
Media	128.67		30.61	

Tabla 8. Variación de Oxígeno Disuelto, Estación de Santa Rosa y Chanduy.

Mes	Estación 1 Santa Rosa		Estación 2 Chanduy	
	T1	T2	T1	T2
<i>Abril</i>	28	30	42	45
<i>Mayo</i>	25	27	49	48
<i>Junio</i>	27	30	45	32
V. máximo	30		49	
V. mínimo	25		32	
TOTAL	167		261	
Media	27.83		43.5	

Tabla 9. Variación de DBO, Estación de Santa Rosa y Chanduy.

Mes	Estación 1 Santa Rosa		Estación 2 Chanduy	
	T1	T2	T1	T2
<i>Abril</i>	20	15	6	6
<i>Mayo</i>	20	15	5	5
<i>Junio</i>	15	15	6	6
V. máximo	20		6	
V. mínimo	15		5	
TOTAL	100		34	
Media	16.66		5.66	

Tabla 10. Variación de Sólidos Disueltos, Estación de Santa Rosa y Chanduy.

Mes	Estación 1 Santa Rosa		Estación 2 Chanduy	
	T1	T2	T1	T2
<i>Abril</i>	25.17	25	24.74	24.76
<i>Mayo</i>	24	25	25.01	25.01
<i>Junio</i>	25	26	24.1	24.01
V. máximo	26		25.01	
V. mínimo	24		24.01	
TOTAL	150.17		147.63	
Media	25.02		24.60	

Tabla 11. Variación de Nitratos, Estación de Santa Rosa y Chanduy.

Mes	Estación 1 Santa Rosa		Estación 2 Chanduy	
	T1	T2	T1	T2
<i>Abril</i>	1.75	2.04	1.92	1.87
<i>Mayo</i>	2.37	3.23	1.79	2.18
<i>Junio</i>	2.73	2.50	2.06	2.02
V. máximo	3.75		2.18	
V. mínimo	1.75		1.79	
TOTAL	14.71		11.84	
Media	2.45		1.97	

Tabla 12. Variación de Fosfatos, Estación de Santa Rosa y Chanduy.

Mes	Estación 1 Santa Rosa		Estación 2 Chanduy	
	T1	T2	T1	T2
<i>Abril</i>	1.75	0.80	0.88	0.34
<i>Mayo</i>	17.8	20.3	4.23	14.1
<i>Junio</i>	0.41	0.47	0.34	0.70
V. máximo	20.3		14.1	
V. mínimo	0.41		0.34	
TOTAL	41.53		20.59	
Media	6.92		3.43	

Tabla 13. Variación de Coliformes fecales, Estación de Santa Rosa y Chanduy.

Mes	Estación 1 Santa Rosa		Estación 2 Chanduy	
	T1	T2	T1	T2
<i>Abril</i>	14x10 ²	22x10 ¹	70x10 ¹	13x10 ¹
<i>Mayo</i>	17x10 ²	92x10 ²	54x10 ¹	11x10 ²
<i>Junio</i>	350	33	110	79
V. máximo	9200		1100	
V. mínimo	33		79	
TOTAL	12903		2659	
Media	2150.50		443.17	

Tabla 14. Variación de valores ICA, Estación 1 – Santa Rosa y Estación 2 - Chanduy.

Mes	Estación 1 - Santa Rosa		Estación 2 - Chanduy	
	T1	T2	T1	T2
<i>Abril</i>	44.01	50.08	55.08	63.24
<i>Mayo</i>	39.37	39.43	56.25	53.12
<i>Junio</i>	49.12	55.53	64.36	59.2
Media	44.17	48.35	58.56	58.52
V. máximo	55.53		64.36	
V. mínimo	39.43		53.12	
TOTAL	277.54		351.25	
Media	46.26		58.54	
Mediana	46.565		57.725	

Tabla 15. Tabulación de datos ICA. Estación 1 – Santa Rosa, punto T1 mes de abril.

Parámetros	Valor	Unidad	Valor Q	Factor Ponderación	Subtotal
pH	7.15		90	0.11	9.9
Temperatura	28.01	°C	86	0.1	8.6
Turbidez	129	NTU	5	0.08	0.4
Oxígeno disuelto	28	%Sat	19	0.17	3.23
Demanda biológica de oxígeno	20	mg/L	12	0.11	1.32
Sólidos disueltos	25.17	mg/L	84	0.07	5.88
Nitratos	1.75	mg/L	88	0.1	8.8
Fosfato	1.75	mg/L	30	0.1	3
Coliformes fecales	14x10 ²	NMP/100ml	18	0.16	2.88
Total valor del ICA					44.01

Tabla 16. Tabulación de datos ICA. Estación 1 – Santa Rosa, punto T2 mes de abril.

Parámetros	Valor	Unidad	Valor Q	Factor Ponderación	Subtotal
pH	7.2		92	0.11	10.12
Temperatura	28.05	°C	84	0.1	8.4
Turbidez	138	NTU	5	0.08	0.4
Oxígeno disuelto	30	%Sat	21	0.17	3.57
Demanda biológica de oxígeno	15	mg/L	20	0.11	2.2
Sólidos disueltos	25	mg/L	83	0.07	5.81
Nitratos	2.04	mg/L	82	0.1	8.2
Fosfato	0.8	mg/L	53	0.1	5.3
Coliformes fecales	22x10 ¹	NMP/100ml	38	0.16	6.08
Total valor del ICA					50.08

Tabla 17. Tabulación de datos ICA. Estación 2 – Chanduy, punto T1 mes de abril.

Parámetros	Valor	Unidad	Valor Q	Factor Ponderación	Subtotal
pH	7.76		90	0.11	9.9
Temperatura	28.9	°C	79	0.1	7.9
Turbidez	39.4	NTU	46	0.08	3.68
Oxígeno disuelto	42	%Sat	31	0.17	5.27
Demanda biológica de oxígeno	6	mg/L	50	0.11	5.5
Sólidos disueltos	24.74	mg/L	81	0.07	5.67
Nitratos	1.92	mg/L	85	0.1	8.5
Fosfato	0.88	mg/L	45	0.1	4.5
Coliformes fecales	70x10 ¹	NMP/100ml	26	0.16	4.16
Total valor del ICA					55.08

Tabla 18. Tabulación de datos ICA. Estación 2 – Chanduy, punto T2 mes de abril.

Parámetros	Valor	Unidad	Valor Q	Factor Ponderación	Subtotal
pH	7.98		86	0.11	9.46
Temperatura	28.5	°C	82	0.1	8.2
Turbidez	26.6	NTU	55	0.08	4.4
Oxígeno disuelto	45	%Sat	37	0.17	6.29
Demanda biológica de oxígeno	6	mg/L	50	0.11	5.5
Sólidos disueltos	24.76	mg/L	81	0.07	5.67
Nitratos	1.87	mg/L	90	0.1	9
Fosfato	0.34	mg/L	80	0.1	8
Coliformes fecales	13x10 ¹	NMP/100ml	42	0.16	6.72
Total valor del ICA					63.24

Tabla 19. Tabulación de datos ICA. Estación 1 – Santa Rosa, punto T1 mes de mayo.

Parámetros	Valor	Unidad	Valor Q	Factor Ponderación	Subtotal
pH	7.6		91	0.11	10.01
Temperatura	28.02	°C	86	0.1	8.6
Turbidez	132	NTU	5	0.08	0.4
Oxígeno disuelto	25	%Sat	14	0.17	2.38
Demanda biológica de oxígeno	20	mg/L	12	0.11	1.32
Sólidos disueltos	24	mg/L	82	0.07	5.74
Nitratos	2.37	mg/L	77	0.1	7.7
Fosfato	17.8	mg/L	5	0.1	0.5
Coliformes fecales	17x10 ²	NMP/100ml	17	0.16	2.72
Total valor del ICA					39.37

Tabla 20. Tabulación de datos ICA. Estación 1 – Santa Rosa, punto T2 mes de mayo.

Parámetros	Valor	Unidad	Valor Q	Factor Ponderación	Subtotal
pH	7.5		93	0.11	10.23
Temperatura	28.2	°C	85	0.1	8.5
Turbidez	148	NTU	5	0.08	0.4
Oxígeno disuelto	27	%Sat	17	0.17	2.89
Demanda biológica de oxígeno	15	mg/L	20	0.11	2.2
Sólidos disueltos	25	mg/L	83	0.07	5.81
Nitratos	3.23	mg/L	73	0.1	7.3
Fosfato	20.3	mg/L	5	0.1	0.5
Coliformes fecales	92x10 ²	NMP/100ml	10	0.16	1.6
Total valor del ICA					39.43

Tabla 21. Tabulación de datos ICA. Estación 2 – Chanduy, punto T1 mes de mayo.

Parámetros	Valor	Unidad	Valor Q	Factor Ponderación	Subtotal
pH	7.8		86	0.11	9.46
Temperatura	28	°C	85	0.1	8.5
Turbidez	38.2	NTU	45	0.08	3.6
Oxígeno disuelto	49	%Sat	43	0.17	7.31
Demanda biológica de oxígeno	5	mg/L	55	0.11	6.05
Sólidos disueltos	25.01	mg/L	83	0.07	5.81
Nitratos	1.79	mg/L	89	0.1	8.9
Fosfato	4.23	mg/L	15	0.1	1.5
Coliformes fecales	54x101	NMP/100ml	32	0.16	5.12
Total valor del ICA					56.25

Tabla 22. Tabulación de datos ICA. Estación 2 – Chanduy, punto T2 mes de mayo.

Parámetros	Valor	Unidad	Valor Q	Factor Ponderación	Subtotal
pH	7.98		85	0.11	9.35
Temperatura	28.5	°C	82	0.1	8.2
Turbidez	27.5	NTU	56	0.08	4.48
Oxígeno disuelto	48	%Sat	41	0.17	6.97
Demanda biológica de oxígeno	5	mg/L	55	0.11	6.05
Sólidos disueltos	25.01	mg/L	83	0.07	5.81
Nitratos	2.18	mg/L	84	0.1	8.4
Fosfato	14.1	mg/L	5	0.1	0.5
Coliformes fecales	11x102	NMP/100ml	21	0.16	3.36
Total valor del ICA					53.12

Tabla 23. Tabulación de datos ICA. Estación 1 – Santa Rosa, punto T1 mes de junio.

Parámetros	Valor	Unidad	Valor Q	Factor Ponderación	Subtotal
pH	7.9		86	0.11	9.46
Temperatura	28	°C	85	0.1	8.5
Turbidez	110	NTU	5	0.08	0.4
Oxígeno disuelto	27	%Sat	17	0.17	2.89
Demanda biológica de oxígeno	15	mg/L	20	0.11	2.2
Sólidos disueltos	25	mg/L	83	0.07	5.81
Nitratos	2.73	mg/L	70	0.1	7
Fosfato	0.41	mg/L	71	0.1	7.1
Coliformes fecales	350	NMP/100ml	36	0.16	5.76
Total valor del ICA					49.12

Tabla 24. Tabulación de datos ICA. Estación 1 – Santa Rosa, punto T2 mes de junio.

Parámetros	Valor	Unidad	Valor Q	Factor Ponderación	Subtotal
pH	7.92		86	0.11	9.46
Temperatura	28	°C	85	0.1	8.5
Turbidez	115	NTU	5	0.08	0.4
Oxígeno disuelto	30	%Sat	21	0.17	3.57
Demanda biológica de oxígeno	15	mg/L	20	0.11	2.2
Sólidos disueltos	26	mg/L	82	0.07	5.74
Nitratos	2.50	mg/L	81	0.1	8.1
Fosfato	0.47	mg/L	70	0.1	7
Coliformes fecales	33	NMP/100ml	66	0.16	10.56
Total valor del ICA					55.53

Tabla 25. Tabulación de datos ICA. Estación 2 – Chanduy, punto T1 mes de junio.

Parámetros	Valor	Unidad	Valor Q	Factor Ponderación	Subtotal
pH	7.5		86	0.11	9.46
Temperatura	28.1	°C	85	0.1	8.5
Turbidez	22	NTU	59	0.08	4.72
Oxígeno disuelto	45	%Sat	40	0.17	6.8
Demanda biológica de oxígeno	6	mg/L	50	0.11	5.5
Sólidos disueltos	24.1	mg/L	82	0.07	0
Nitratos	2.06	mg/L	86	0.1	8.6
Fosfato	0.34	mg/L	80	0.1	8
Coliformes fecales	110	NMP/100ml	44	0.16	7.04
Total valor del ICA					64.36

Tabla 26. Tabulación de datos ICA. Estación 2 – Chanduy, punto T2 mes de junio.

Parámetros	Valor	Unidad	Valor Q	Factor Ponderación	Subtotal
pH	7.7		86	0.11	9.46
Temperatura	28.2	oC	85	0.1	8.5
Turbidez	30	NTU	52	0.08	4.16
Oxígeno disuelto	32	%Sat	22	0.17	3.74
Demanda biológica de oxígeno	6	mg/L	50	0.11	5.5
Sólidos disueltos	24.01	mg/L	82	0.07	7.74
Nitratos	2.02	mg/L	85	0.1	8.5
Fosfato	0.7	mg/L	56	0.1	5.6
Coliformes fecales	79	NMP/100ml	50	0.16	8
Total valor del ICA					59.20

Tabla 27. ANOVA de un solo factor: T1, T2 – Estación 1

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	1	26.21	26.21	0.58	0.490
Error	4	181.68	45.42		
Total	5	207.89			

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
6.73943	12.61%	0.00%	0.00%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	3	44.17	4.88	(33.36, 54.97)
T2	3	48.35	8.19	(37.54, 59.15)

Desv.Est. agrupada = 6.73943

Tabla 28. ANOVA de un solo factor: T1, T2 – Estación 2

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	1	0.003	0.0028	0.80	0.992
Error	4	102.987	25.7468		
Total	5	102.990			

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
5.07413	0.00%	0.00%	0.00%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	3	58.56	5.05	(50.43, 66.70)
T2	3	58.52	5.09	(50.39, 66.65)

Desv.Est. agrupada = 5.07413

Tabla 29. ANOVA de un solo factor: T1, T2 – Estación 1 y Estación 2

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	1	452.8	452.76	14.56	0.003
Error	10	310.9	31.09		
Total	11	763.6			

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
5.57565	59.29%	55.22%	41.38%

Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Estación 1	6	46.26	6.45	(41.18, 51.33)
Estación 2	6	58.54	4.54	(53.47, 63.61)

Desv.Est. agrupada = 5.57565

Tabla 30. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos durante los meses de abril, mayo y junio.

Parámetros	Unidad	Mes											
		Abril				Mayo				junio			
		Estación 1		Estación 2		Estación 1		Estación 2		Estación 1		Estación 2	
		T. 1	T. 2	T. 1	T. 2	T. 1	T. 2						
pH		7.15	7.20	7.76	7.98	7.60	7.50	7.80	7.82	7.9	7.92	7.5	7.7
Temperatura	°C	28.01	28.2	28.9	28.5	28.02	28.20	28	28.5	28	28	28.01	28.02
Turbidez	NTU	129	138	39.4	26.6	132	148	38.2	27.5	110	115	22	30
Oxígeno disuelto	%Sat	28	30	42	45	25	27	49	48	27	30	45	32
Demanda biológica de oxígeno	mg/L	20	15	6	6	20	15	5	5	15	15	6	6
Sólidos disueltos	mg/L	25.17	25	24.74	24.76	24	25	25.01	25.01	25	26	24.1	24.01
Nitratos	mg/L	1.75	2.04	1.92	1.87	2.37	3.23	1.79	2.18	2173	2.50	2.06	2.02
Fosfato	mg/L	1.75	0.80	0.88	0.34	17.8	20.3	4.23	14.1	0.41	0.47	0.34	0.70
Coliformes fecales	NMP/100ml	14x10 ²	22x10 ¹	70x10 ¹	13x10 ¹	17x10 ²	92x10 ²	54x10 ¹	11x10 ²	350	33	110	79

PRESUPUESTO

MATERIAL	Cantidad	Precio. Unitario	Total
Esferos	2	\$ 0,30	\$ 0,60
Laptop	1	\$ 700,00	\$ 700,00
Celular	1	\$ 500,00	\$ 500,00
TOTAL			\$ 1.200,60

ANÁLISIS	Cantidad	Precio. Unitario	Total
Nitratos	12	\$ 20,00	\$ 240,00
Fosfatos	12	\$ 30,00	\$ 360,00
Coliformes fecales	12	\$ 20,00	\$ 240,00
Medidor multiparámetros Hi9829	1	\$ 3.000,00	\$ 3.000,00
TOTAL			\$ 3.840,00

MATERIAL	Cantidad	Precio. Unitario	Total
Botellas plásticas	12	\$ 0,20	\$ 2,40
Recipiente estéril	6	\$ 0,50	\$ 30,00
Transporte provincial	6	\$ 5,00	\$ 30,00
Transporte cantonal	6	\$ 7,00	\$ 42,00
Bitácora	3	\$ 0,20	\$ 2,40
Guantes quirúrgicos	1 caja	\$ 10,00	\$ 10,00
Hielera	1	\$ 10,00	\$ 10,00
Hielo	4	\$ 1,15	\$ 4,60
TOTAL			\$ 131,40
SUMA TOTAL			\$ 5.171,40

Figura 25. Puerto Pesquero de Santa Rosa.



Figura 26. Puerto Pesquero de Chanduy.



Figura 27. Toma de muestras en el mes de abril. Estación 1.



Nota. Presencia de materia orgánica e inorgánica en el punto T1.

Figura 28. Toma de medidas con el medidor multiparametro y recolección de muestras en el mes de abril. Estación 1.



Nota. Presencia excesiva de algas, materia orgánica e inorgánica punto T2.

Figura 29. Toma de medidas con el medidor multiparametro, mes de abril. Estación 2.



Figura 30. Toma de muestras, mes de abril. Estación 2.



Figura 31. Toma de muestras y medidas con el medidor multiparametro, mes de mayo. Estación 1.



Nota. Punto T1



Nota. Punto T2

Figura 32. Toma de muestras y medidas con el medidor multiparametro, mes de mayo. Estación 2.



Nota. Punto T2

Figura 33. Muestras del mes mayo, estación 1 y estación 2.



Nota. Entrega de muestras al laboratorio mes de mayo.

Figura 34. Muestras del mes junio estación 1 y estación 2.



Nota. Entrega de muestras al laboratorio mes de junio.

Figura 35. Resultados análisis de agua mes de abril estación 1 - toma 1.



LABORATORIO LAZO LABLAZO C.LTDA.

Informe de Ensayo			
Orden N° 0357 - Muestra N° 2024 - 03301 *) Datos del Cliente			
Cliente:	SR. DANIEL ALEXANDER AGUILAR PINOS		
Dirección:	SANTA ELENA, CDLA. CICA, CALLE GUAYAQUIL		
Solicitado por: SR. DANIEL ALEXANDER AGUILAR PINOS			
Toma de Muestra realizada por: Cliente			
Fecha de Recepción de Muestra:	Inicio de Ensayo:	Término de Ensayo:	
04/04/2024	04/04/2024	08/04/2024	
Datos de la Muestra			
Tipo: Agua de Mar		Temperatura de Recepción de la Muestra: Refrigeración	
Cantidad de Muestra Recibida: 2 botellas de 500 ml, 1 envase de 150 ml			
*) Identificación de la muestra: Agua de Mar Estación 1, Toma 1 - Santa Rosa			
Análisis Microbiológico			
Parámetros	Unidad	Resultados	Métodos de Referencia
Recuento de Coliformes Fecales	NMP / 100 ml	14 x 10 ²	SM 24, 9221E
Análisis Físico - Químico			
Parámetros	Unidad	Resultados	Métodos de Referencia
Fosfatos	mg / L	1.75	SM 24, 4500 F-P
Nitratos	mg / L	1.75	SM 24, 4500 B (NO ₃)

Durán, 12 de Abril del 2024
RITA SUSANA LAZO LARA
 Firmado digitalmente por RITA SUSANA LAZO LARA
 Fecha: 2024.04.12 12:19:24 -05'00'
 Q.F. Susana Lazo
 Dir. Técnica

Observaciones:
 a) Datos proporcionados por el cliente. Laboratorio Lazo no es responsable de dicha información. Los resultados aplican a la muestra ensayada tal como se recibió.
 Este informe no se puede reproducir, excepto totalmente, sin una autorización escrita de Laboratorio Lazo.
 Página 1 de 1

Figura 36. Resultados análisis de agua mes de abril estación 1 - toma 2.



LABORATORIO LAZO LABLAZO C.LTDA.

Informe de Ensayo			
Orden N° 0357 - Muestra N° 2024 - 03302 *) Datos del Cliente			
Cliente:	SR. DANIEL ALEXANDER AGUILAR PINOS		
Dirección:	SANTA ELENA, CDLA. CICA, CALLE GUAYAQUIL		
Solicitado por: SR. DANIEL ALEXANDER AGUILAR PINOS			
Toma de Muestra realizada por: Cliente			
Fecha de Recepción de Muestra:	Inicio de Ensayo:	Término de Ensayo:	
04/04/2024	04/04/2024	08/04/2024	
Datos de la Muestra			
Tipo: Agua de Mar	Temperatura de Recepción de la Muestra: Refrigeración		
Cantidad de Muestra Recibida: 2 botellas de 500 ml, 1 envase de 150 ml			
*) Identificación de la muestra: Agua de Mar Estación 1, Toma 2 - Santa Rosa			
Análisis Microbiológico			
Parámetros	Unidad	Resultados	Métodos de Referencia
Recuento de Coliformes Fecales	NMP / 100 ml	22 x 10 ¹	SM 24, 9221E
Análisis Físico - Químico			
Parámetros	Unidad	Resultados	Métodos de Referencia
Fosfatos	mg / L	0.80	SM 24, 4500 F-P
Nitratos	mg / L	2.04	SM 24, 4500 B (NO ₃)

Durán, 12 de Abril del 2024
RITA
SUSANA
LAZO
LARA
 Firmado digitalmente por
 RITA SUSANA
 LAZO LARA
 Fecha:
 2024.04.12
 12:19:43 -05'00'
 Q.F. Susana Lazo
 Dir. Técnica

Observaciones:
 a) Datos proporcionados por el cliente. Laboratorio Lazo no es responsable de dicha información.
 Los resultados aplican a la muestra ensayada tal como se recibió.
 Este informe no se puede reproducir, excepto totalmente, sin una autorización escrita de Laboratorio Lazo.
 Página 1 de 1

Figura 37. Resultados análisis de agua mes de abril estación 2 - toma 1.



LABORATORIO LAZO LABLAZO C.LTDA.

Informe de Ensayo			
Orden N° 0357 - Muestra N° 2024 - 03299 *) Datos del Cliente			
Cliente:	SR. DANIEL ALEXANDER AGUILAR PINOS		
Dirección:	SANTA ELENA, CDLA. CICA, CALLE GUAYAQUIL		
Solicitado por: SR. DANIEL ALEXANDER AGUILAR PINOS			
Toma de Muestra realizada por: Cliente			
Fecha de Recepción de Muestra:	Inicio de Ensayo:	Término de Ensayo:	
04/04/2024	04/04/2024	08/04/2024	
Datos de la Muestra			
Tipo: Agua de Mar	Temperatura de Recepción de la Muestra: Refrigeración		
Cantidad de Muestra Recibida: 2 botellas de 500 ml, 1 envase de 150 ml			
*) Identificación de la muestra: Agua de Mar Estación 2, Toma 1 - Chanduy			
Análisis Microbiológico			
Parámetros	Unidad	Resultados	Métodos de Referencia
Recuento de Coliformes Fecales	NMP / 100 ml	70 x 10 ¹	SM 24, 9221E
Análisis Físico - Químico			
Parámetros	Unidad	Resultados	Métodos de Referencia
Fosfatos	mg / L	0.88	SM 24, 4500 F-P
Nitratos	mg / L	1.92	SM 24, 4500 B (NO ₃)

Durán, 12 de Abril del 2024

RITA
SUSANA
LAZO
LARA

Firmado digitalmente por
RITA SUSANA
LAZO LARA
Fecha:
2024.04.12
12:18:45 -05'00'

Q.F. Susana Lazo
Dir. Técnica

Observaciones:

a) Datos proporcionados por el cliente. Laboratorio Lazo no es responsable de dicha información. Los resultados aplican a la muestra ensayada tal como se recibió. Este informe no se puede reproducir, excepto totalmente, sin una autorización escrita de Laboratorio Lazo.

13

Página 1 de 1

Figura 38. Resultados análisis de agua mes de abril estación 2 - toma 2.



LABORATORIO LAZO LABLAZO C.LTDA.

Informe de Ensayo			
Orden N° 0357 - Muestra N° 2024 - 03300 *) Datos del Cliente			
Cliente:	SR. DANIEL ALEXANDER AGUILAR PINOS		
Dirección:	SANTA ELENA, CDLA. CICA, CALLE GUAYAQUIL		
Solicitado por: SR. DANIEL ALEXANDER AGUILAR PINOS			
Toma de Muestra realizada por: Cliente			
Fecha de Recepción de Muestra:	Inicio de Ensayo:	Término de Ensayo:	
04/04/2024	04/04/2024	08/04/2024	
Datos de la Muestra			
Tipo: Agua de Mar	Temperatura de Recepción de la Muestra: Refrigeración		
Cantidad de Muestra Recibida: 2 botellas de 500 ml, 1 envase de 150 ml			
*) Identificación de la muestra: Agua de Mar Estación 2, Toma 2 - Chanduy			
Análisis Microbiológico			
Parámetros	Unidad	Resultados	Métodos de Referencia
Recuento de Coliformes Fecales	NMP / 100 ml	13 x 10 ¹	SM 24, 9221E
Análisis Físico - Químico			
Parámetros	Unidad	Resultados	Métodos de Referencia
Fosfatos	mg / L	0.34	SM 24, 4500 F-P
Nitratos	mg / L	1.87	SM 24, 4500 B (NO ₃)

Durán, 12 de Abril del 2024

RITA
SUSANA
LAZO
LARA

Firmado digitalmente por
RITA SUSANA
LAZO LARA
Fecha: 2024.04.12
12:19:08 -05'00'

Q.F. Susana Lazo
Dir. Técnica

Observaciones:

a) Datos proporcionados por el cliente. Laboratorio Lazo no es responsable de dicha información. Los resultados aplican a la muestra ensayada tal como se recibió. Este informe no se puede reproducir, excepto totalmente, sin una autorización escrita de Laboratorio Lazo.

Página 1 de 1

Figura 39. Resultados análisis de agua mes de mayo estación 1 - toma 1.



LABORATORIO LAZO LABLAZO C.LTDA.

Informe de Ensayo			
Orden N° 0521 - Muestra N° 2024 - 04696 *) Datos del Cliente			
Cliente:	SR. DANIEL ALEXANDER AGUILAR PINOS		
Dirección:	SANTA ELENA, CDLA. CICA, CALLE GUAYAQUIL		
Solicitado por: SR. DANIEL ALEXANDER AGUILAR PINOS			
Toma de Muestra realizada por: Cliente			
Fecha de Recepción de Muestra: 21/05/2024	Inicio de Ensayo: 21/05/2024	Término de Ensayo: 28/05/2024	
Datos de la Muestra			
Tipo: Agua de Mar	Temperatura de Recepción de la Muestra: Refrigeración		
Cantidad de Muestra Recibida: 2 envases de 600 ml c/u, 1 envase de 150 ml			
*) Identificación de la muestra: Agua de Mar Estación 1, Toma 1 - Santa Rosa			
Análisis Microbiológico			
Parámetros	Unidad	Resultados	Métodos de Referencia
Recuento de Coliformes Fecales	NMP / 100 ml	17 x 10 ²	SM 24, 9221E
Análisis Físico - Químico			
Parámetros	Unidad	Resultados	Métodos de Referencia
Fosfatos	mg / L	17.8	SM 24, 4500 F-P
Nitratos	mg / L	2.37	SM 24, 4500 B (NO ₃)

Durán, 31 de Mayo del 2024

RITA
SUSANA
LAZO
LARA

Firmado digitalmente por
RITA SUSANA
LAZO LARA
Fecha: 2024.05.31
162325-05'00'

Q.F. Susana Lazo
Dir. Técnica

Observaciones:

a) Datos proporcionados por el cliente. Laboratorio Lazo no es responsable de dicha información. Los resultados aplican a la muestra ensayada tal como se recibió. Este informe no se puede reproducir, excepto totalmente, sin una autorización escrita de Laboratorio Lazo.

Página 1 de 1

Figura 40. Resultados análisis de agua mes de mayo estación 1 - toma 2.



LABORATORIO LAZO LABLAZO C.LTDA.

Informe de Ensayo			
Orden N° 0521 - Muestra N° 2024 - 04698			
*) Datos del Cliente			
Cliente:	SR. DANIEL ALEXANDER AGUILAR PINOS		
Dirección:	SANTA ELENA, CDLA. CICA, CALLE GUAYAQUIL		
Solicitado por: SR. DANIEL ALEXANDER AGUILAR PINOS			
Toma de Muestra realizada por: Cliente			
Fecha de Recepción de Muestra:	Inicio de Ensayo:	Término de Ensayo:	
21/05/2024	21/05/2024	28/05/2024	
Datos de la Muestra			
Tipo: Agua de Mar	Temperatura de Recepción de la Muestra: Refrigeración		
Cantidad de Muestra Recibida: 2 envases de 600 ml c/u, 1 envase de 150 ml			
*) Identificación de la muestra: Agua de Mar Estación 1, Toma 2 - Santa Rosa			
Análisis Microbiológico			
Parámetros	Unidad	Resultados	Métodos de Referencia
Recuento de Coliformes Fecales	NMP / 100 ml	92 x 10 ²	SM 24, 9221E
Análisis Físico - Químico			
Parámetros	Unidad	Resultados	Métodos de Referencia
Fosfatos	mg / L	20.3	SM 24, 4500 F-P
Nitratos	mg / L	3.23	SM 24, 4500 B (NO ₃)

Durán, 31 de Mayo del 2024

RITA
SUSANA
LAZO
LARA

Firmado digitalmente por
RITA SUSANA
LAZO LARA
Fecha:
2024.05.31
16:24:12 -05'00'

Q.F. Susana Lazo
Dir. Técnica

Observaciones:

a) Datos proporcionados por el cliente. Laboratorio Lazo no es responsable de dicha información. Los resultados aplican a la muestra ensayada tal como se recibió. Este informe no se puede reproducir, excepto totalmente, sin una autorización escrita de Laboratorio Lazo.

Página 1 de 1

Figura 41. Resultados análisis de agua mes de mayo estación 2 - toma 1.



LABORATORIO LAZO LABLAZO C.LTDA.

Informe de Ensayo			
Orden N° 0521 - Muestra N° 2024 - 04697 *) Datos del Cliente			
Cliente:	SR. DANIEL ALEXANDER AGUILAR PINOS		
Dirección:	SANTA ELENA, CDLA. CICA, CALLE GUAYAQUIL		
Solicitado por: SR. DANIEL ALEXANDER AGUILAR PINOS			
Toma de Muestra realizada por: Cliente			
Fecha de Recepción de Muestra:	Inicio de Ensayo:	Término de Ensayo:	
21/05/2024	21/05/2024	28/05/2024	
Datos de la Muestra			
Tipo: Agua de Mar	Temperatura de Recepción de la Muestra: Refrigeración		
Cantidad de Muestra Recibida: 2 envases de 600 ml c/u, 1 envase de 150 ml			
*) Identificación de la muestra: Agua de Mar Estación 2, Toma 1 - Chanduy			
Análisis Microbiológico			
Parámetros	Unidad	Resultados	Métodos de Referencia
Recuento de Coliformes Fecales	NMP / 100 ml	54 x 10 ¹	SM 24, 9221E
Análisis Físico - Químico			
Parámetros	Unidad	Resultados	Métodos de Referencia
Fosfatos	mg / L	4.23	SM 24, 4500 F-P
Nitratos	mg / L	1.79	SM 24, 4500 B (NO ₃)

Durán, 31 de Mayo del 2024

RITA
SUSANA
LAZO
LARA

Firmado digitalmente por RITA SUSANA LAZO LARA
Fecha: 2024.05.31 16:23:47 -05'00'

Q.F. Susana Lazo
Dir. Técnica

Observaciones:

a) Datos proporcionados por el cliente. Laboratorio Lazo no es responsable de dicha información. Los resultados aplican a la muestra ensayada tal como se recibió. Este informe no se puede reproducir, excepto totalmente, sin una autorización escrita de Laboratorio Lazo.

Página 1 de 1

Figura 42. Resultados análisis de agua mes de mayo estación 2 - toma 2.



LABORATORIO LAZO LABLAZO C.LTDA.

Informe de Ensayo			
Orden N° 0521 - Muestra N° 2024 - 04699			
a) Datos del Cliente			
Cliente:	SR. DANIEL ALEXANDER AGUILAR PINOS		
Dirección:	SANTA ELENA, CDLA. CICA, CALLE GUAYAQUIL		
Solicitado por: SR. DANIEL ALEXANDER AGUILAR PINOS			
Toma de Muestra realizada por: Cliente			
Fecha de Recepción de Muestra:	Inicio de Ensayo:	Término de Ensayo:	
21/05/2024	21/05/2024	28/05/2024	
Datos de la Muestra			
Tipo: Agua de Mar	Temperatura de Recepción de la Muestra: Refrigeración		
Cantidad de Muestra Recibida: 2 envases de 600 ml c/u, 1 envase de 150 ml			
a) Identificación de la muestra: Agua de Mar Estación 2, Toma 2 – Chanduy			
Análisis Microbiológico			
Parámetros	Unidad	Resultados	Métodos de Referencia
Recuento de Coliformes Fecales	NMP / 100 ml	11 x 10 ²	SM 24, 9221E
Análisis Físico - Químico			
Parámetros	Unidad	Resultados	Métodos de Referencia
Fosfatos	mg / L	14.1	SM 24, 4500 F-P
Nitratos	mg / L	2.18	SM 24, 4500 B (NO ₃)

Durán, 31 de Mayo del 2024

RITA
SUSANA
LAZO
LARA

Firmado digitalmente por RITA SUSANA LAZO LARA
Fecha: 2024.05.31 16:24:41 -05'00'

Q.F. Susana Lazo
Dir. Técnica

Observaciones:

a) Datos proporcionados por el cliente. Laboratorio Lazo no es responsable de dicha información. Los resultados aplican a la muestra ensayada tal como se recibió. Este informe no se puede reproducir, excepto totalmente, sin una autorización escrita de Laboratorio Lazo.

Página 1 de 1

Figura 43. Resultados análisis de agua mes de junio estación 1 - toma 1.



LABORATORIO LAZO LABLAZO C.LTDA.

Informe de Ensayo			
Orden N° 0569 - Muestra N° 2024 - 05155 *) Datos del Cliente			
Cliente:	SR. DANIEL ALEXANDER AGUILAR PINOS		
Dirección:	SANTA ELENA, CDLA. CICA, CALLE GUAYAQUIL		
Solicitado por: SR. DANIEL ALEXANDER AGUILAR PINOS			
Toma de Muestra realizada por: Cliente			
Fecha de Recepción de Muestra:	Inicio de Ensayo:	Término de Ensayo:	
03/06/2024	03/06/2024	07/06/2024	
Datos de la Muestra			
Tipo: Agua de Mar		Temperatura de Recepción de la Muestra: Refrigeración	
Cantidad de Muestra Recibida: 2 envases de 600 ml c/u, 1 envase de 150 ml			
*) Identificación de la muestra: Agua de Mar Estación 1, Toma 1 - Santa Rosa			
Análisis Microbiológico			
Parámetros	Unidad	Resultados	Métodos de Referencia
Recuento de Coliformes Fecales	NMP / 100 ml	350	SM 24, 9221E
Análisis Físico - Químico			
Parámetros	Unidad	Resultados	Métodos de Referencia
Fosfatos	mg / L	0.41	SM 24, 4500 F-P
Nitratos	mg / L	2.73	SM 24, 4500 B (NO ₃)

Durán, 08 de Junio del 2024

**RITA
SUSANA
LAZO
LARA**

Firmado digitalmente por
RITA SUSANA
LAZO LARA
Fecha: 2024.06.10
08:57:07 -05'00'

Q.F. Susana Lazo
Dir. Técnica

Observaciones:

a) Datos proporcionados por el cliente. Laboratorio Lazo no es responsable de dicha información. Los resultados aplican a la muestra ensayada tal como se recibió. Este informe no se puede reproducir, excepto totalmente, sin una autorización escrita de Laboratorio Lazo.

Página 1 de 1

Figura 44. Resultados análisis de agua mes de junio estación 1 - toma 2.



LABORATORIO LAZO LABLAZO C.LTDA.

Informe de Ensayo			
Orden N° 0569 - Muestra N° 2024 - 05156 *) Datos del Cliente			
Cliente:	SR. DANIEL ALEXANDER AGUILAR PINOS		
Dirección:	SANTA ELENA, CDLA. CICA, CALLE GUAYAQUIL		
Solicitado por: SR. DANIEL ALEXANDER AGUILAR PINOS			
Toma de Muestra realizada por: Cliente			
Fecha de Recepción de Muestra:	Inicio de Ensayo:	Término de Ensayo:	
03/06/2024	03/06/2024	07/06/2024	
Datos de la Muestra			
Tipo: Agua de Mar	Temperatura de Recepción de la Muestra: Refrigeración		
Cantidad de Muestra Recibida: 2 envases de 600 ml c/u, 1 envase de 150 ml			
*) Identificación de la muestra: Agua de Mar Estación 1, Toma 2 - Santa Rosa			
Análisis Microbiológico			
Parámetros	Unidad	Resultados	Métodos de Referencia
Recuento de Coliformes Fecales	NMP / 100 ml	33	SM 24, 9221E
Análisis Físico - Químico			
Parámetros	Unidad	Resultados	Métodos de Referencia
Fosfatos	mg / L	0.47	SM 24, 4500 F-P
Nitratos	mg / L	2.50	SM 24, 4500 B (NO ₃)

Durán, 08 de Junio del 2024

**RITA
SUSANA
LAZO
LARA**

Firmado digitalmente por
RITA SUSANA
LAZO LARA
Fecha: 2024.06.10
08:57:22 -05'00'

Q.F. Susana Lazo
Dir. Técnica

Observaciones:

a) Datos proporcionados por el cliente. Laboratorio Lazo no es responsable de dicha información. Los resultados aplican a la muestra ensayada tal como se recibió. Este informe no se puede reproducir, excepto totalmente, sin una autorización escrita de Laboratorio Lazo.

Página 1 de 1

Figura 45. Resultados análisis de agua mes de junio estación 2 - toma 1.



LABORATORIO LAZO LABLAZO C.LTDA.

Informe de Ensayo			
Orden N° 0569 - Muestra N° 2024 - 05153			
*) Datos del Cliente			
Ciente:	SR. DANIEL ALEXANDER AGUILAR PINOS		
Dirección:	SANTA ELENA, CDLA. CICA, CALLE GUAYAQUIL		
Solicitado por: SR. DANIEL ALEXANDER AGUILAR PINOS			
Toma de Muestra realizada por: Cliente			
Fecha de Recepción de Muestra: 03/06/2024	Inicio de Ensayo: 03/06/2024	Término de Ensayo: 07/06/2024	
Datos de la Muestra			
Tipo: Agua de Mar	Temperatura de Recepción de la Muestra: Refrigeración		
Cantidad de Muestra Recibida: 2 envases de 600 ml clu, 1 envase de 150 ml			
*) Identificación de la muestra: Agua de Mar Estación 2, Toma 1 - Chanduy			
Análisis Microbiológico			
Parámetros	Unidad	Resultados	Métodos de Referencia
Recuento de Coliformes Fecales	NMP / 100 ml	170	SM 24, 9221E
Análisis Físico - Químico			
Parámetros	Unidad	Resultados	Métodos de Referencia
Fosfatos	mg / L	0.34	SM 24, 4500 F-P
Nitratos	mg / L	2.06	SM 24, 4500 B (NO ₃)

Durán, 08 de Junio del 2024

RITA
SUSANA
LAZO
LARA

Firmado digitalmente por RITA SUSANA LAZO LARA
Fecha: 2024.06.10 08:56:23 -05'00'

Q.F. Susana Lazo
Dir. Técnica

Observaciones:

a) Datos proporcionados por el cliente. Laboratorio Lazo no es responsable de dicha información. Los resultados aplican a la muestra ensayada tal como se recibió. Este informe no se puede reproducir, excepto totalmente, sin una autorización escrita de Laboratorio Lazo.

Página 1 de 1

Figura 46. Resultados análisis de agua mes de mayo estación 2 - toma 2.



LABORATORIO LAZO LABLAZO C.LTDA.

Informe de Ensayo			
Orden N° 0569 - Muestra N° 2024 - 05154 *) Datos del Cliente			
Ciente:	SR. DANIEL ALEXANDER AGUILAR PINOS		
Dirección:	SANTA ELENA, CDLA. CICA, CALLE GUAYAQUIL		
Solicitado por: SR. DANIEL ALEXANDER AGUILAR PINOS			
Toma de Muestra realizada por: Cliente			
Fecha de Recepción de Muestra: 03/06/2024	Inicio de Ensayo: 03/06/2024	Término de Ensayo: 07/06/2024	
Datos de la Muestra			
Tipo: Agua de Mar	Temperatura de Recepción de la Muestra: Refrigeración		
Cantidad de Muestra Recibida: 2 envases de 600 ml clu, 1 envase de 150 ml			
*) Identificación de la muestra: Agua de Mar Estación 2, Toma 2 - Chanduy			
Análisis Microbiológico			
Parámetros	Unidad	Resultados	Métodos de Referencia
Recuento de Coliformes Fecales	NMP / 100 ml	79	SM 24, 9221E
Análisis Físico - Químico			
Parámetros	Unidad	Resultados	Métodos de Referencia
Fosfatos	mg / L	0.70	SM 24, 4500 F-P
Nitratos	mg / L	2.02	SM 24, 4500 B (NO ₃)

Durán, 08 de Junio del 2024

RITA
SUSANA
LAZO
LARA

Firmado digitalmente por RITA SUSANA LAZO LARA
Fecha: 2024.06.10 08:56:40 -05'00'

Q.F. Susana Lazo
Dir. Técnica

Observaciones:

a) Datos proporcionados por el cliente. Laboratorio Lazo no es responsable de dicha información. Los resultados aplican a la muestra ensayada tal como se recibió. Este informe no se puede reproducir, excepto totalmente, sin una autorización escrita de Laboratorio Lazo.

Página 1 de 1



Aguilar Pinos Daniel Alexander COMPILATO

3%
Textos
sospechosos



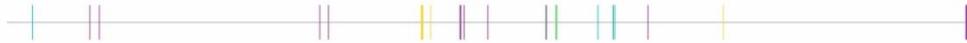
2% Similitudes
0% similitudes entre
comillas
0% entre las fuentes
mencionadas
< 1% Idiomas no reconocidos

Nombre del documento: Aguilar Pinos Daniel Alexander
COMPILATO.docx
ID del documento: 24fa2f085a3e1769205a536d1b6944103a520cc2
Tamaño del documento original: 17,69 MB

Depositante: MARIA HERMINIA CORNEJO RODRIGUEZ
Fecha de depósito: 8/7/2024
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 8/7/2024

Número de palabras: 13.206
Número de caracteres: 82.030

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.upse.edu.ec https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2053/6/AJ-PSE-TBM-2015-002.pdf.txt	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (50 palabras)
2	www.doi.org https://www.doi.org/10.7705/Biomedica.v2i5i3.1360	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (30 palabras)
3	repositorio.utc.edu.ec http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/5170/6/PC-000366.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (32 palabras)
4	repositorio.espe.edu.ec https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/29216/5/T-ESPE-052252.pdf.txt	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (32 palabras)

HOJA DE CAMPO

Fecha:			Fecha:		
ESTACIÓN 1:					
Toma 1.			Toma 2.		
Parámetros "in situ"			Parámetros "in situ"		
Tipo de Variable		Unidad	Tipo de Variable		Unidad
pH			pH		
Temperatura		°C	Temperatura		°C
Turbidez		NTU	Turbidez		NTU
Oxígeno disuelto		%Sat	Oxígeno disuelto		%Sat
Demanda biológica de oxígeno		mg/L	Demanda biológica de oxígeno		mg/L
Sólidos disueltos		mg/L	Sólidos disueltos		mg/L
Parámetros químicos			Parámetros químicos		
Tipo de Variable		Unidad	Tipo de Variable		Unidad
Nitratos		µg/L	Nitratos		µg/L
Fosfato		µg/L	Fosfato		µg/L
Parámetros microbiológico			Parámetros microbiológico		
Tipo de Variable		Unidad	Tipo de Variable		Unidad
Coliformes fecales		NMP/100ml	Coliformes fecales		NMP/100ml

Fecha:			Fecha:		
ESTACIÓN 2:					
Toma 1.			Toma 2.		
Parámetros "in situ"			Parámetros "in situ"		
Tipo de Variable		Unidad	Tipo de Variable		Unidad
pH			pH		
Temperatura		°C	Temperatura		°C
Turbidez		NTU	Turbidez		NTU
Oxígeno disuelto		%Sat	Oxígeno disuelto		%Sat
Demanda biológica de oxígeno		mg/L	Demanda biológica de oxígeno		mg/L
Sólidos disueltos		mg/L	Sólidos disueltos		mg/L
Parámetros químicos			Parámetros químicos		
Tipo de Variable		Unidad	Tipo de Variable		Unidad
Nitratos		µg/L	Nitratos		µg/L
Fosfato		µg/L	Fosfato		µg/L
Parámetros microbiológico			Parámetros microbiológico		
Tipo de Variable		Unidad	Tipo de Variable		Unidad
Coliformes fecales		NMP/100ml	Coliformes fecales		NMP/100ml