



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENINSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
CARRERA DE BIOLOGÍA**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

**MACROINVERTEBRADOS INTERMAREALES Y
COLIFORMES TOTALES COMO BIOINDICADORES DE LA
CALIDAD ECOLÓGICA EN LA PLAYA DE CHULLUYPE
PENÍNSULA DE SANTA ELENA, ECUADOR**

Prevía a la obtención del título de:

BIÓLOGO

AUTOR:

MENDOZA QUIROZ JUNIOR ALEJANDRO

TUTOR:

Blga. Ángela Reyes Lainez, Mgtr.

PERÍODO

2026



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
CARRERA DE BIOLOGÍA**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

**MACROINVERTEBRADOS INTERMAREALES Y
COLIFORMES TOTALES COMO BIOINDICADORES DE LA
CALIDAD ECOLÓGICA EN LA PLAYA DE CHULLUYPE
PENÍNSULA DE SANTA ELENA, ECUADOR**

Previa a la obtención del título de:

BIÓLOGO

AUTOR:

MENDOZA QUIROZ JUNIOR ALEJANDRO

TUTOR:

Blga. Ángela Reyes Lainez, Mgtr.

PERÍODO

2026

DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular, **“MACROINVERTEBRADOS INTERMAREALES Y COLIFORMES TOTALES COMO BIOINDICADORES DE LA CALIDAD ECOLÓGICA EN LA PLAYA DE CHULLUYPE, PENÍNSULA DE SANTA ELENA, ECUADOR”**, elaborado por **MENDOZA QUIROZ JUNIOR ALEJANDRO**, 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 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

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Ángela Reyes Lainez', is written over a horizontal line.

Blga. Ángela Reyes Lainez, Mgtr.

DOCENTE TUTOR

C.I. 0913401014

DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA

En mi calidad de Docente Especialista del Trabajo de Integración Curricular, **“MACROINVERTEBRADOS INTERMAREALES Y COLIFORMES TOTALES COMO BIOINDICADORES DE LA CALIDAD ECOLÓGICA EN LA PLAYA DE CHULLUYPE, PENÍNSULA DE SANTA ELENA, ECUADOR”**, elaborado por **MENDOZA QUIROZ JUNIOR ALEJANDRO**, 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/a, 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



Ac. José Melena Cevallos, Ph.D.

DOCENTE DE ÁREA

C.I. 0913432613

DEDICATORIA

A Dios, por concederme la fortaleza, sabiduría y perseverancia necesarias para afrontar cada desafío y permitirme alcanzar esta meta, fruto de un camino lleno de aprendizajes y experiencias que pusieron a prueba mi determinación.

A mis padres, por su amor, apoyo incondicional y confianza. Gracias por cada sacrificio, por sus palabras de aliento y por enseñarme, con su ejemplo, que las metas verdaderamente importantes requieren paciencia, esfuerzo, disciplina y constancia. Este logro es el reflejo de todo lo que han hecho por mí.

A mis abuelos paternos, Ramón Alfredo Mendoza Patiño y Serbia Bailón Casanova, y a mis abuelos maternos, Rosa Neida Briones y Armando Quiroz, por su cariño, sus enseñanzas y los valores que han contribuido a formar mi carácter. Gracias por cada consejo, por su ejemplo y por enseñarme a valorar el esfuerzo, mantenerme firme ante las dificultades y continuar siempre hacia adelante.

A todos ustedes, mi sincero agradecimiento. Este trabajo representa una etapa construida con dedicación, esfuerzo y aprendizaje, y lleva consigo las enseñanzas, valores y sacrificios de quienes han estado presentes a lo largo de este camino.

Junior Mendoza

AGRADECIMIENTO

A mis padres, señor Ramón Alfredo Mendoza Bailón y señora María Isabel Quiroz Briones, por su amor, apoyo incondicional y confianza. Por cada sacrificio, por sus enseñanzas y por ser el respaldo que me impulsó a perseverar aun en los momentos más difíciles.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena, a sus autoridades y al personal académico de la Facultad de Ciencias del Mar, por la formación, conocimientos y experiencias que han sido parte fundamental de mi preparación profesional.

A la Blga. Ángela Reyes Laínez, Mgtr., por su compromiso y rigurosidad académica, por compartir sus conocimientos y criterio científico, y por las valiosas directrices que permitieron fortalecer el desarrollo de esta investigación.

A la Blga. María Herminia Cornejo, Ph.D., por su confianza, acompañamiento y disposición para compartir sus conocimientos y experiencia. Su orientación y criterio profesional fueron fundamentales para consolidar este trabajo y enriquecer la formación como futuro profesional.

A todas las personas que, de manera directa o indirecta, hicieron posible la realización de esta investigación, expreso mi más sincero agradecimiento.

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **JUNIOR ALEJANDRO MENDOZA QUIROZ** como requisito parcial para la obtención del grado de Biólogo/a de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: **20 de agosto del 2026**



Ing. Jimmy Villón Moreno, M.Sc.
DIRECTOR DE CARRERA
Presidente DEL TRIBUNAL



Ac. José Melena Cevallos, Ph.D.
PROFESOR DE ÁREA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Blga. Angela Reyes Lainez, M.Sc.
DOCENTE TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Blgo. Richard Duque Marín, M.Sc.
DOCENTE GUÍA DE LA UIC II
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Lcdo. Pascual Roca Silvestre, M.Sc.
SECRETARIO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN EXPRESA

El presente trabajo de Titulación o Graduación “**MACROINVERTEBRADOS INTERMAREALES Y COLIFORMES TOTALES COMO BIOINDICADORES DE LA CALIDAD ECOLÓGICA EN LA PLAYA DE CHULLUYPE PENÍNSULA DE SANTA ELENA, ECUADOR**”. La responsabilidad por las ideas, hechos, investigaciones y resultados expuestos en esta tesis pertenece exclusivamente al autor, y el patrimonio intelectual de la misma, a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Atentamente



Junior Alejandro Mendoza Quiroz
C.I. 131553585-4

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
ABREVIATURAS	XVIII
ABSTRACT	XIX
RESUMEN	XX
CAPÍTULO I	- 1 -
1. INTRODUCCIÓN	- 1 -
2. JUSTIFICACIÓN	- 7 -
3. OBJETIVOS	- 10 -
3.1. Objetivo general	- 10 -
3.2. Objetivos específicos	- 10 -
4. HIPÓTESIS	- 11 -
4.1. Hipótesis Alternativa (H1):	- 11 -
CAPÍTULO II	- 12 -
5. MARCO TEÓRICO	- 12 -
5.1. Ecosistemas intermareales y playas arenosas	- 12 -

5.1.1.	Playas arenosas	- 12 -
5.1.2.	Zonación intermareal y gradientes ambientales	- 14 -
5.2.	Macroinvertebrados intermareales	- 17 -
5.2.1.	Relevancia ecológica	- 17 -
5.3.	Funciones ecológicas	- 18 -
5.3.1.	Distribución espacial de los macroinvertebrados intermareales ...	- 19 -
5.3.2.	Bioindicadores ecológicos	- 21 -
5.4.	Calidad sanitaria y antropología microbiológica	- 24 -
5.4.1.	Calidad sanitaria de playas e indicadores microbiológicos	- 24 -
5.4.2.	Coliformes totales y fundamento del método del Número Más Probable (NMP).....	- 26 -
5.5.	Evaluación de la calidad ecológica y sanitaria.....	- 30 -
5.5.1.	Antecedentes relevantes para el contexto ecuatoriano	- 30 -
5.6.	Características morfológicas de playas arenosas	- 32 -
5.6.1.	Perfil de playa.....	- 32 -
5.6.2.	Granulometría del sedimento y su influencia en el hábitat intermareal....	- 34 -

5.6.3. Relación entre morfología, deriva superficial asociada al transporte de sólidos suspendidos, macroinvertebrados y riesgo sanitario	36 -
5.6.4. Sustento teórico del estudio en la playa de Chulluype.....	38 -
5.7.MARCO LEGAL	40 -
5.7.1. Marco normativo y técnico aplicable al contexto ecuatoriano.....	40 -
CAPITULO III.....	43 -
6. MARCO METODOLÓGICO	43 -
6.1.Tipo de estudio.....	43 -
6.1.2. Área de estudio	51 -
6.1.2.1.2 Coordenadas geográficas de las estaciones de muestreo de la playa de Chulluype.....	53 -
6.2.Muestreo	54 -
6.2.1. Diseño de muestreo.....	55 -
6.3.Muestreo e identificación taxonómica de macroinvertebrados intermareales	
- 56 -	
6.3.1. Diseño y establecimiento de las estaciones.....	56 -
6.3.2. Las coordenadas geográficas registradas para cada estación fueron las siguientes:	57 -

6.3.3. Programación de las campañas según el régimen mareal	57 -
6.3.4. Unidades y esfuerzo de muestreo	58 -
6.3.5. Inspección y recolección de organismos	59 -
6.3.6 Codificación y trazabilidad de las muestras	60 -
6.3.7. Preservación y transporte	61 -
6.3.8. Identificación taxonómica	61 -
6.3.9. Autorización para la recolección de especímenes	63 -
6.4. Determinación concentraciones de coliformes totales	64 -
6.4.1. Análisis microbiológico de las muestras de agua	65 -
6.4.2. Recolección y conservación de las muestras de agua.....	67 -
6.5. Levantamiento y análisis del perfil de playa.....	68 -
6.6. Muestreo y análisis granulométrico del sedimento	71 -
6.7. Deriva superficial asociada al transporte potencial de sólidos suspendidos.-	
76 -	
6.8. Análisis estadístico	80 -
7. CAPÍTULO IV	82 -
7.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	82 -

7.1.1. Identificar las comunidades de macroinvertebrados intermareales y las concentraciones de coliformes totales presentes en la playa de Chulluype mediante muestreos in situ, considerando su distribución espacial dentro del área de estudio.	82 -
7.1.1.1. Comunidades de Macroinvertebrados Intermareales	82 -
7.1.1.1.2 Composición taxonómica y especies identificada	83 -
7.1.1.1.2.1. Clasificación de los 12 taxones registrados	87 -
7.1.1.1.3 Resultados	89 -
7.1.1.1.3. Composición taxonómica	91 -
7.1.1.1.4 Abundancia y densidad	92 -
7.1.1.1.5. Riqueza taxonómica	94 -
7.1.1.1.6. Variación de la abundancia, riqueza e índices ecológicos de los macroinvertebrados intermareales entre Marea baja y marea alta.	95 -
7.1.1.1.7 Índices de Diversidad Biológica	97 -
7.1.1.1.8 Índice de Shannon	97 -
7.1.1.1.9. Índice de Simpson	98 -
7.1.1.1.10. Equidad de Pielou	99 -
7.1.1.1.11. Evaluación exploratoria de la distribución de los datos.....	101 -

7.1.1.1.13. Comparación entre Marea baja y marea alta	101 -
8.1.1.2 Coliformes totales.....	103 -
8.1.1.2.1 Concentraciones registradas durante la Marea baja	106 -
8.1.1.2.3. Concentraciones registradas durante la marea alta	107 -
8.1.1.2.4. Análisis de los puntos de descarga observados Estación 1-A y Estación 2-B.....	108 -
8.1.1.2.5. Variación espacial entre estaciones.....	110 -
8.1.2. Caracterizar las condiciones físico-costeras de la playa de Chulluype mediante el análisis del perfil de playa, la composición granulométrica del sedimento y la estimación de la deriva superficial asociada a la dinámica ambiental del sistema costero.	114 -
8.1.2.1. Análisis e interpretación del perfil de playa	114 -
8.1.2.3. Resultados.....	115 -
8.1.2.4. Estación 1	115 -
8.1.2.5. Estación 2	116 -
8.1.2.6. Estación 3	117 -
8.1.2.7. Comparación de los parámetros morfológicos del perfil relativo de la playa de Chulluype por estación.	119 -

8.1.2.7. Variación temporal de los perfiles	123 -
8.1.3. Análisis de la granulometría sedimentaria.	124 -
8.1.3.1. Variación según el nivel de marea	127 -
8.1.3.2. Distribución de las fracciones granulométricas del sedimento en las estaciones E1, E2 y E3 Sector rocoso de la playa de Chullupe.	128 -
8.1.3.3. Variación temporal.....	129 -
8.1.3.4. Curvas granulométricas acumuladas del sedimento según las campañas de muestreo realizadas en la playa de Chullupe.....	130 -
8.1.3.5. Relación de la composición granulométrica con el perfil de playa y la comunidad de macroinvertebrados intermareales.	131 -
8.1.4. Deriva superficial asociada al indicador de la dinámica costera y referencia del potencial transporte de material suspendido.	132 -
8.1.4.1. Resultados.....	133 -
8.1.4.2. Dinámica de la deriva superficial bajo condiciones mareales	134 -
8.1.4.3. Variación según la condición de marea.....	135 -
8.1.4.4. Comportamiento por estación.....	137 -
8.1.4.5. Distribución de la velocidad de deriva superficial según la condición de marea en la playa de Chullupe.....	141 -

8.1.4.5.	Dirección predominante de la deriva superficial	142 -
8.1.4.6.	Variación de la deriva superficial según la condición de marea y el periodo de muestreo	144 -
8.1.5.	Analizar la asociación entre la comunidad de macroinvertebrados intermareales, las concentraciones de coliformes totales y las características físico-costeras de la playa de Chulluype mediante análisis estadísticos multivariados.	145 -
8.1.5.1.	Correlación entre los indicadores ecológicos	146 -
8.1.5.2.	Relación entre los coliformes totales y la comunidad biológica ..	147 -
8.1.5.3.	Relación entre la granulometría y los macroinvertebrados	149 -
8.1.5.4.	Relación con las variables del perfil de playa	152 -
8.1.5.5.	Análisis de componentes principales	154 -
8.1.5.6.	Análisis de relación entre las características de la playa, los macroinvertebrados intermareales y los coliformes totales.....	157 -
9.	DISCUSIÓN.....	159 -
10.	CONCLUSIONES.....	164 -
11.	RECOMENDACIONES	166 -
12.	BIBLIOGRAFÍA	167 -
13.	ANEXOS	182 -

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Zonación de una playa arenosa intermareal y niveles mareales ...-	16 -
Figura 2. Distribución espacial de macroinvertebrados intermareales en playas arenosas.-	20 -
Figura 3. Actividades recreativas y presión antrópica como factores de alteración ecológica en playas arenosas.-	23 -
Figura 4. Riesgo sanitario asociado a la contaminación microbiológica en playas recreativas.....-	25 -
Figura 5. Perfil transversal de una playa arenosa y su estructura morfológica....-	33 -
Figura 6. Escala granulométrica de Wentworth para la clasificación de sedimentos.-	34 -
Figura 7. Variación de la abundancia acumulada, riqueza taxonómica, diversidad de Shannon, diversidad de Simpson 1-D y equidad de Pielou.-	95 -
Figura 8. Gráficos de cuantiles teóricos de la abundancia, riqueza taxonómica e índices de Shannon, Simpson y Pielou de los macroinvertebrados intermareales registrados en la playa de Chulluype.-	101 -
Figura 9. Variación de las concentraciones de coliformes totales según la condición de marea y los puntos de Punto de Descarga Observada en la playa de Chulluype	112 -
Figura 10. Perfil relativo de la playa de Chulluype por estación.....-	119 -
Figura 11. Distribución de las fracciones granulométricas entre las estaciones de muestreo de la playa de Chulluype.-	128 -

Figura 12. Curva granulométrica acumulada correspondiente a los seis muestreos realizados en la playa de Chulluype.	130 -
Figura 13. Variación de la distancia recorrida y la velocidad de deriva superficial según la condición de marea en la playa de Chulluype.	134 -
Figura 14. Diagramas de velocidades de deriva superficial registradas durante la Marea baja y la Marea alta en las estaciones E1, E2 y E3.	141 -
Figura 15. Índice de correlación de Pearson entre los indicadores ecológicos, las concentraciones de coliformes totales y las variables morfológicas de la playa de Chulluype.	151 -
Figura 16. Biplot del análisis de componentes principales de las concentraciones de coliformes totales y la composición de macroinvertebrados intermareales de la playa de Chulluype.	156 -

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación geográfica de estaciones de muestreo	57 -
Tabla 2. Identificación de especies Macroinvertebrados Intermareales.....	83 -
Tabla 3. Estructura comunitaria e índices ecológicos de los macroinvertebrados intermareales según la estación y el nivel de marea en la playa de Chulluype.	90 -
Tabla 4. Variación de la abundancia acumulada, riqueza taxonómica e índices de Shannon, Simpson 1-D y Pielou de los macroinvertebrados intermareales entre Marea baja y Marea alta en la playa de Chulluype.....	103 -
Tabla 5. Concentraciones de coliformes totales registradas según el sitio y la condición de muestreo en la playa de Chulluype.	104 -
Tabla 6. Parámetros morfológicos del perfil de playa por estación de muestreo en la playa de Chulluype.	115 -

Tabla 7. Composición granulométrica del sedimento por estación de muestreo en la playa de Chulluype.	125 -
Tabla 8. Composición granulométrica del sedimento en Marea baja y Marea alta de la playa de Chulluype.....	126 -
Tabla 9. Velocidad promedio de deriva superficial por estación y condición de marea en la playa de Chulluype.....	137 -
Tabla 10. Variación de la velocidad promedio de deriva superficial entre Marea baja y Marea alta durante los seis muestreos realizados en la playa de Chulluype....	139 -
Tabla 11. Dirección del transporte superficial de sólidos suspendidos en Marea baja y Marea alta por estación de muestreo.	143 -
Tabla 12. Principales relaciones entre la abundancia, riqueza y diversidad de macroinvertebrados intermareales y la composición granulométrica del sedimento.-	149 -
Tabla 13. Relaciones entre la abundancia, riqueza e índices ecológicos de los macroinvertebrados y el rango global y la pendiente relativa del perfil de playa.	152 -

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1	182 -
Anexo 2	185 -
Anexo 3	186 -
Anexo 4	187 -
Anexo 5	189 -
Anexo 6	190 -
Anexo 7	191 -
Anexo 8	192 -

ABREVIATURAS

APHA: American Public Health Association

D: Índice de diversidad de Simpson

GPS: Sistema de Posicionamiento Global

H': Índice de diversidad de Shannon–Wiener

INOCAR: Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada

ISO: International Organization for Standardization

J': Índice de equidad de Pielou

MLM: Método de Laboratorio Microbiológico

NMP: Número Más Probable

NMP/100 mL: Número Más Probable por 100 mililitros

p: Valor de significancia estadística

r: Coeficiente de correlación de Pearson

SMWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

sp.: Especie no determinada

ABSTRACT

This study evaluated the relationship among intertidal macroinvertebrates, total coliforms, and physico-coastal variables at Chulluype Beach, Santa Elena, Ecuador. A non-experimental, field-based, and correlational study was conducted through sampling during low and mid tides. Community structure was assessed using the Shannon–Wiener, Simpson, and Pielou indices; total coliforms were determined using the Most Probable Number (MPN) method; and physico-coastal conditions were characterized through beach profiling, granulometric analysis, and surface drift measurements. Data were analyzed using the Wilcoxon test, Pearson correlation analysis, and Biplot analysis. The results revealed greater biodiversity in the rocky sector (E3), with 653 individuals and a Shannon–Wiener diversity index of 2.43, whereas total coliform concentrations ranged from ≤ 3 to 75 MPN/100 mL. Granulometric analysis showed a predominance of total sand (92.13–93.03%) and a median particle diameter (D50) of 0.353 mm, clearly differentiating sandy and rocky substrates. The integration of biological, microbiological, and physico-coastal indicators enabled a comprehensive assessment of the ecological and microbiological condition of the coastal ecosystem.

Keywords: intertidal macroinvertebrates; ecological quality; total coliforms; ecological indices, correlation coefficient.

RESUMEN

La presente investigación evaluó la relación entre macroinvertebrados intermareales, coliformes totales y variables físico-costeras en la playa de Chulluype, Santa Elena, Ecuador. Se desarrolló un estudio no experimental, de campo y correlacional, mediante muestreos en Marea baja y Marea alta. La estructura comunitaria se analizó con los índices Shannon-Wiener, Simpson y Pielou; los coliformes totales mediante la técnica del Número Más Probable (NMP); y las condiciones físico-costeras mediante perfil de playa, granulometría y deriva superficial. Los datos fueron analizados mediante Wilcoxon, Pearson y Biplot. Los resultados evidenciaron mayor diversidad en el sector rocoso E3, con 653 individuos y un índice Shannon-Wiener de 2,43; mientras que los coliformes oscilaron entre ≤ 3 y 75 NMP/100 ml. La granulometría presentó predominio de arena total 92,13–93,03 % y un diámetro medio de partícula (D50) de 0,353 mm, diferenciando sustratos arenosos y rocosos. La integración de indicadores permitió evaluar integralmente la condición ecológica y microbiológica del ecosistema costero.

Palabras clave: macroinvertebrados intermareales; calidad ecológica; coliformes totales; índices ecológicos, correlación de Pearson.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Las playas arenosas de la zona intermareal constituyen ecosistemas costeros dinámicos y heterogéneos, cuya configuración depende de la interacción entre el perfil de playa, las características del sedimento, las mareas y los procesos de circulación superficial. Estos factores determinan la disponibilidad y estabilidad de los hábitats, por lo que pueden influir en la distribución, abundancia y composición de las comunidades de macroinvertebrados que ocupan el ambiente intermareal (Costa et al., 2020).

La pendiente y configuración del perfil de playa, junto con el tamaño y la distribución de las partículas sedimentarias, intervienen en propiedades como la retención de humedad, la compactación, la aireación y la estabilidad del sustrato. En consecuencia, el análisis del perfil y de la composición granulométrica permite comprender las condiciones físicas bajo las cuales se desarrollan los organismos bentónicos y reconocer posibles diferencias espaciales entre las estaciones de muestreo.

Por su parte, el análisis de la deriva superficial permitió caracterizar el comportamiento del flujo de agua en el ambiente intermareal, proporcionando una aproximación de su dirección y dinámica de desplazamiento, así como de la potencial movilización y distribución de partículas suspendidas dentro del área de estudio. En la costa continental del Ecuador se reconoce una alta diversidad de macroinvertebrados marinos, con una representación significativa en ecosistemas intermareales y submareales asociados principalmente a sustratos rocosos. (Cárdenas-Calle, et al., 2020). Sin embargo, la información disponible sobre la composición, distribución y respuesta de las comunidades de macroinvertebrados en playas arenosas continúa siendo limitada.

Este vacío dificulta la comprensión de la relación existente entre las características del hábitat y la estructura de las comunidades biológicas presentes en estos ecosistemas. Los macroinvertebrados intermareales pueden emplearse como indicadores ecológicos debido a que permanecen asociados al sustrato y responden a variaciones ambientales y presiones de origen antrópico. La urbanización costera, el tránsito de visitantes, la compactación del sedimento, la limpieza mecánica, la modificación del hábitat y la acumulación de residuos pueden generar cambios en su riqueza, abundancia, distribución y composición comunitaria.

Se ha observado que las playas sometidas a mayores niveles de urbanización y uso recreativo pueden presentar una disminución de diversos atributos de los macroinvertebrados intermareales, mientras que los ambientes mejor conservados mantienen comunidades más abundantes y estructuradas (Costa et al., 2020). De igual manera, la presencia de desechos marinos en playas arenosas constituye una presión ambiental relevante para los ecosistemas costeros del Ecuador (Salazar, et al., 2022).

La evaluación de la calidad ambiental de una playa también requiere considerar su componente microbiológico, especialmente cuando el área es utilizada para actividades recreativas. Organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos recomiendan el análisis de bacterias indicadoras, principalmente enterococos y *Escherichia coli*, para estimar posibles riesgos sanitarios asociado a descargas observadas de origen antrópico en aguas recreativas (U.S. Environmental Protection Agency, 2012; WHO, 2021). No obstante, la determinación de coliformes totales continúa utilizándose como un indicador complementario de la condición microbiológica del agua debido a su accesibilidad analítica y a la rapidez de su procesamiento.

Su presencia puede evidenciar alteraciones en la calidad microbiológica, aunque no permite atribuir de manera exclusiva un origen fecal a la contaminación detectada. En Ecuador, las evaluaciones realizadas en playas sometidas a presiones urbanas y descargas de origen antrópico han demostrado la necesidad de fortalecer el monitoreo microbiológico de las aguas costeras. En la playa Los Esteros, ubicada en la ciudad de Manta, se registraron concentraciones de coliformes totales y *E. coli*, además de sólidos suspendidos y otros parámetros fisicoquímicos, que permitieron identificar condiciones poco favorables para determinados usos recreativos de contacto primario (Enrique & Yajaira, 2016). Estos antecedentes evidencian la importancia de integrar indicadores biológicos, microbiológicos y físicos para obtener una interpretación más completa de la calidad ambiental de las playas.

La caracterización de las condiciones físico-costeras complementa esta evaluación, debido a que el perfil de playa y la composición granulométrica determinan la estructura física del hábitat, mientras que la deriva superficial permite estimar el desplazamiento potencial del agua y de los materiales suspendidos. El empleo de botellas derivantes constituye un procedimiento de campo que permite calcular la velocidad de deriva a partir de la distancia recorrida y el tiempo de desplazamiento. Aunque este método no cuantifica directamente la concentración o la carga de sólidos suspendidos, proporciona un

indicador de la capacidad potencial de transporte y dispersión superficial en diferentes condiciones de marea.

En este contexto, la playa de Chulluype, ubicada en la península de Santa Elena, representa un área de interés para el estudio integrado de sus componentes ecológicos, microbiológicos y físico-costeros. La presencia de actividades recreativas, asentamientos cercanos y posibles aportes de origen antrópico justifica la generación de información científica que permite conocer su condición ambiental y establecer una línea base para futuros programas de seguimiento.

Por lo expuesto, la presente investigación tiene como finalidad identificar la composición y distribución de las comunidades de macroinvertebrados intermareales y determinar los niveles de coliformes totales presentes en la playa de Chulluype. De manera complementaria, se caracterizan sus condiciones físico-costeras mediante el análisis del perfil de playa, la composición granulométrica del sedimento y la deriva superficial asociada al transporte de sólidos suspendidos. Finalmente, se analiza mediante herramientas estadísticas la relación entre las características morfológicas de la playa, la

comunidad de macroinvertebrados intermareales y los niveles de coliformes totales. La integración de estos componentes permitirá aportar información técnica para la evaluación ecológica y sanitaria del área, así como para su manejo, conservación y monitoreo ambiental.

2. JUSTIFICACIÓN

La playa de Chulluype, ubicada en la península de Santa Elena, constituye un ecosistema marino-costero de importancia ecológica, social y económica, debido a su utilización con fines recreativos, comunitarios y de pesca artesanal. No obstante, la presencia de actividades humanas, la disposición inadecuada de residuos y los posibles aportes contaminantes provenientes del entorno costero pueden comprometer la calidad ambiental del área, lo que evidencia la necesidad de generar información científica que permita evaluar su estado ecológico y sanitario.

La investigación se fundamentó en el análisis integrado de los macroinvertebrados intermareales y de los indicadores microbiológicos del agua. Los macroinvertebrados mantienen una relación directa con las características del sustrato y responden a las variaciones del hábitat mediante cambios en su composición, abundancia, diversidad y distribución. Por su parte, la determinación de coliformes totales y *Escherichia coli* permitió valorar la calidad microbiológica del agua e identificar posibles riesgos asociados con el uso recreativo de la playa y con las actividades desarrolladas en su zona de influencia.

La pertinencia metodológica del estudio radicó en la incorporación de variables físico-costeras que permitieron contextualizar la respuesta biológica y microbiológica del ecosistema. Para ello, se consideraron el perfil de playa, la composición granulométrica del sedimento, los procesos de sedimentación y la deriva superficial asociada al transporte potencial de sólidos suspendidos.

La caracterización de estos componentes permitió reconocer diferencias entre estaciones y condiciones de marea, así como interpretar la influencia del sustrato, la configuración de la playa y el desplazamiento superficial del agua sobre la distribución de los organismos y la calidad ambiental del área. La estimación de la deriva superficial mediante una botella derivante artesanal aportó información comparativa sobre el tiempo, la distancia y la velocidad de retorno del dispositivo durante la Marea baja y la marea alta. Este procedimiento se empleó como una aproximación al desplazamiento superficial potencialmente relacionado con el transporte de materiales, sin considerarlo una medición directa de la concentración de sólidos suspendidos en la columna de agua.

La integración de indicadores biológicos, microbiológicos, sedimentológicos y morfológicos permitió desarrollar una evaluación ambiental más consistente que aquella sustentada en un único componente.

En este sentido, el estudio generó una línea base sobre las condiciones ecológicas de la playa de Chulluype y facilitó la identificación de variaciones espaciales y temporales entre las estaciones y campañas evaluadas. Los resultados obtenidos poseen utilidad para el seguimiento ambiental, la conservación del ecosistema intermareal, la prevención de riesgos sanitarios y la planificación de acciones orientadas al uso sostenible del espacio costero. En consecuencia, la investigación constituye un aporte científico y técnico para la gestión ambiental de la playa de Chulluype y para el fortalecimiento del conocimiento sobre los ecosistemas intermareales de la provincia de Santa Elena.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Determinar la relación entre las comunidades de macroinvertebrados intermareales, las concentraciones de coliformes totales y las características físico-costeras de la playa de Chulluype, mediante la evaluación de indicadores biológicos, microbiológicos y morfológicos.

3.2. Objetivos específicos

1. Identificar las comunidades de macroinvertebrados intermareales y las concentraciones de coliformes totales presentes en la playa de Chulluype mediante muestreos *in situ*, considerando su distribución espacial dentro del área de estudio.
2. Caracterizar las condiciones físico-costeras de la playa de Chulluype mediante el análisis del perfil de playa, la composición granulométrica del sedimento y la estimación de la deriva superficial asociada a la dinámica ambiental del sistema costero.
3. Analizar la asociación entre la comunidad de macroinvertebrados intermareales, las concentraciones de coliformes totales y las características físico-costeras de la playa de Chulluype mediante análisis estadísticos multivariados.

4. HIPÓTESIS

4.1. Hipótesis Alternativa (H1):

La composición y estructura de la comunidad de macroinvertebrados intermareales y las concentraciones de coliformes totales se encuentran asociadas con las características físico-costeras de la playa de Chulluype.

CAPÍTULO II

5. MARCO TEÓRICO

5.1. Ecosistemas intermareales y playas arenosas

5.1.1. Playas arenosas

Las playas arenosas constituyen ecosistemas costeros dinámicos localizados en la interfaz entre los ambientes marino y terrestre. Su estructura y funcionamiento están determinados por la interacción de procesos físicos, biológicos y químicos que actúan continuamente sobre el litoral. Factores como la energía del oleaje, el régimen de mareas, el transporte de sedimentos y la pendiente de la playa condicionan la formación y estabilidad del hábitat, generando un ambiente caracterizado por cambios espaciales y temporales constantes.

Estas características convierten a las playas arenosas en ecosistemas altamente heterogéneos donde la disponibilidad de refugio, alimento y condiciones físicas adecuadas influye directamente en la composición y distribución de las comunidades biológicas (Schlacher et al., 2008; Castelle & Masselink, 2023).

Desde una perspectiva ecológica, las playas arenosas constituyen ecosistemas costeros dinámicos que albergan comunidades biológicas diversas y proporcionan importantes servicios ecosistémicos de regulación, mantenimiento y provisión. Estos ambientes funcionan como áreas de alimentación, refugio, crianza y reproducción para macroinvertebrados, peces, aves playeras y otros organismos costeros, además de favorecer el intercambio de materia y energía entre los sistemas terrestres y marinos (Defeo et al., 2021; Harris & Defeo, 2022)

Asimismo, la playa, las dunas y la zona de rompiente contribuyen a disipar la energía del oleaje y a reducir los efectos de la erosión y de los eventos costeros sobre las áreas continentales. Los procesos de filtración del agua, descomposición de materia orgánica, mineralización y reciclaje de nutrientes también participan en el mantenimiento de la productividad y de la calidad ambiental de la franja litoral (Harris & Defeo, 2022). Debido a su relevancia ecológica y socioeconómica, así como a su vulnerabilidad frente a la urbanización, el uso recreativo intensivo, la alteración del hábitat y el cambio climático, las playas arenosas requieren estrategias de conservación, manejo y monitoreo ambiental sustentadas en evidencia científica (Fanini et al., 2020; Defeo et al., 2021; Costa & Zalmon., 2021).

5.1.2. Zonación intermareal y gradientes ambientales

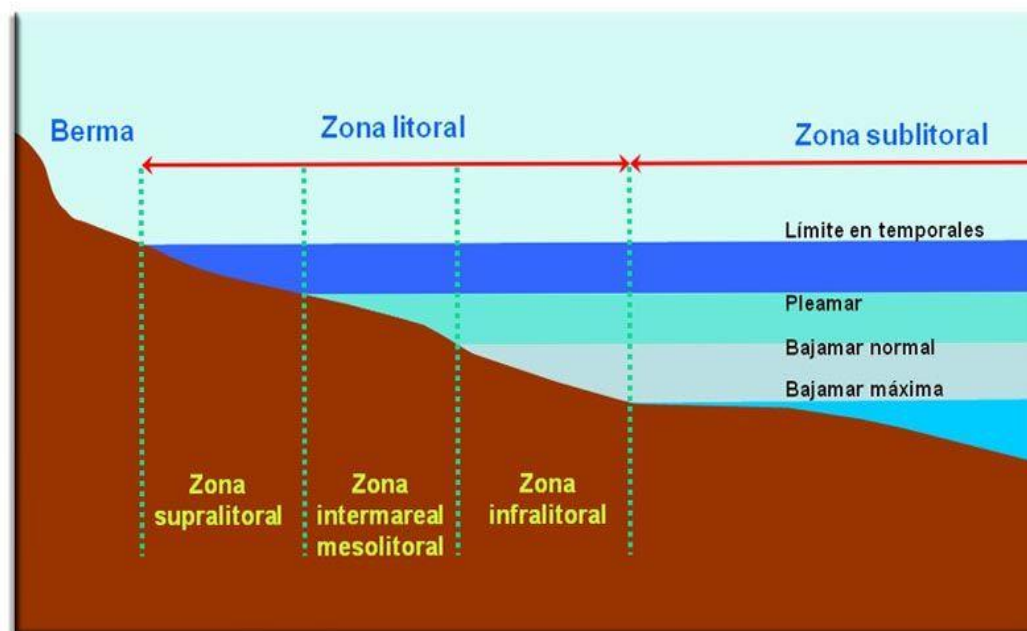
La zona intermareal corresponde al espacio comprendido entre los niveles máximos y mínimos alcanzados por las mareas. Este ambiente se caracteriza por experimentar ciclos continuos de inmersión y exposición que generan variaciones en la humedad, temperatura, salinidad, disponibilidad de oxígeno y energía hidrodinámica. Como resultado de estos gradientes ambientales, los organismos presentes desarrollan diferentes adaptaciones fisiológicas y ecológicas que les permiten sobrevivir a las condiciones cambiantes del medio (Horn et al., 2021; Jimenez et al., 2022)

Tradicionalmente, el gradiente litoral de las playas se divide en tres regiones principales: supralitoral, mediolitoral e infralitoral. La región supralitoral se localiza por encima del nivel habitual de pleamar, permanece expuesta al aire durante la mayor parte del tiempo y recibe principalmente la influencia de las salpicaduras, el oleaje intenso o las mareas excepcionales.

La zona mediolitoral se encuentra comprendida entre los niveles de Marea alta y Marea baja, por lo que experimenta periodos alternados de inmersión y exposición asociados con el ciclo mareal. Por su parte, la región infralitoral se extiende por debajo del nivel de Marea baja y permanece cubierta por agua durante la mayor parte del tiempo.

Las diferencias en el tiempo de exposición al aire, la humedad del sedimento, la energía del oleaje y las condiciones morfodinámicas generan microhábitats particulares que condicionan la distribución de las especies y la estructura de las comunidades bentónicas a lo largo del perfil de playa (*Johnson et al., 2024*).

Figura 1. Zonación de una playa arenosa intermareal y niveles mareales



Nota. Esquema de la zonación de una playa arenosa intermareal, donde se identifican la zona supralitoral, mesolitoral e infralitoral, así como los niveles de Marea alta y Marea baja. El diagrama ilustra la transición entre el ambiente terrestre y marino y la influencia del régimen de mareas sobre la configuración del hábitat intermareal.

La zonación intermareal constituye uno de los principales factores que explican la distribución espacial de los macroinvertebrados en las playas arenosas. A lo largo del gradiente transversal de la playa, las variaciones en la humedad y salinidad del sedimento, la disponibilidad de nutrientes y alimento, el tiempo de exposición al aire y la intensidad de la acción del oleaje generan condiciones ambientales diferenciadas que influyen en la presencia, abundancia y diversidad de las especies. En consecuencia, los organismos

tienden a distribuirse en determinadas franjas de acuerdo con sus requerimientos fisiológicos, estrategias de alimentación, capacidad de enterramiento y tolerancia a la desecación. Por esta razón, el análisis de la zonación resulta fundamental para comprender la organización ecológica de las comunidades intermareales y para interpretar adecuadamente los patrones de distribución observados durante los estudios de caracterización y monitoreo ambiental (Rodil et al., 2012).

5.2. Macroinvertebrados intermareales

5.2.1. Relevancia ecológica

Los macroinvertebrados intermareales comprenden organismos bentónicos de tamaño macroscópico que habitan sobre la superficie del sustrato o permanecen enterrados en el sedimento de la zona intermareal. En las playas arenosas, estas comunidades se encuentran constituidas principalmente por moluscos, crustáceos y anélidos, entre otros grupos taxonómicos asociados con los ambientes costeros (Guachamín Lamilla, 2021). Su presencia, abundancia y distribución espacial se relacionan estrechamente con factores físicos y químicos, como la humedad y salinidad del sedimento, la granulometría, la pendiente de la playa, el tiempo de exposición al aire y la intensidad del oleaje (Rodil et al., 2012).

Debido a su dependencia de las condiciones del hábitat, las comunidades de macroinvertebrados responden sensiblemente a las variaciones ambientales y constituyen componentes fundamentales para evaluar la biodiversidad y comprender el funcionamiento ecológico de los ecosistemas costeros.

5.3. Funciones ecológicas

Los macroinvertebrados intermareales desempeñan funciones ecológicas esenciales en los ecosistemas costeros. Mediante actividades como la excavación, el desplazamiento, la alimentación y la irrigación de galerías, algunas especies remueven y reorganizan las partículas del sedimento, proceso conocido como bioturbación. Esta actividad modifica la estructura física del sustrato, facilita la penetración de oxígeno y favorece el intercambio de sustancias entre el sedimento y la columna de agua. Asimismo, los macroinvertebrados intervienen en la fragmentación, descomposición y mineralización de la materia orgánica, estimulando la actividad microbiana y el reciclaje de nutrientes como el nitrógeno (Vlaminck et al., 2023).

Estos organismos también cumplen una función relevante en las redes alimentarias de las playas arenosas. Al consumir detritos, microorganismos y otros recursos disponibles en el sedimento, transforman la materia orgánica en biomasa y producción secundaria, facilitando la transferencia de energía hacia niveles tróficos superiores.

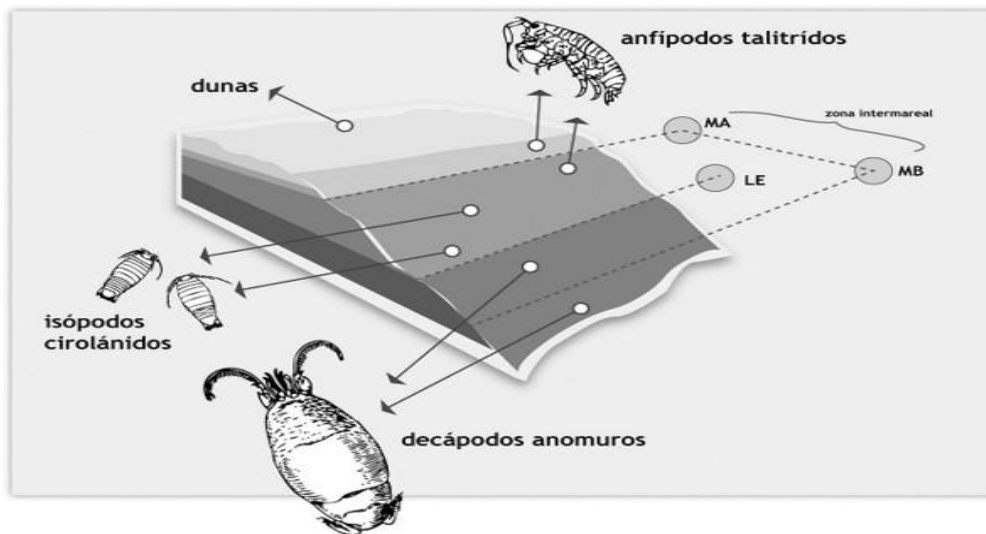
Por ello, constituyen una fuente de alimento para peces, aves costeras y otros depredadores, y contribuyen al mantenimiento de la productividad y del funcionamiento ecológico de las playas (Ronchi et al ., 2017; Harris & Defeo, 2022).

5.3.1. Distribución espacial de los macroinvertebrados intermareales

La distribución espacial de los macroinvertebrados intermareales se encuentra condicionada por diversos factores ambientales, entre los que destacan la humedad y salinidad del sedimento, la granulometría, la pendiente de la playa, la disponibilidad de nutrientes y alimento, y la intensidad del oleaje. La variación de estas condiciones a lo largo del perfil transversal genera gradientes ecológicos que influyen en la presencia, abundancia, riqueza y diversidad de las especies. Como resultado, los organismos tienden a distribuirse en franjas o zonas determinadas de acuerdo con sus requerimientos fisiológicos, estrategias de alimentación, capacidad de enterramiento y tolerancia a la

exposición aérea. Por tanto, los patrones de zonación reflejan la interacción entre las características morfodinámicas de la playa, las propiedades fisicoquímicas del sedimento y los requerimientos ecológicos de cada especie (Rodil et al., 2012).

Figura 2. Distribución espacial de macroinvertebrados intermareales en playas arenosas.



Nota.
Esquema

conceptual que muestra la zonación de macroinvertebrados intermareales a lo largo del gradiente playa–duna, destacando la asociación de anfípodos talitridos, isópodos cirolánidos y decápodos anomuros con diferentes condiciones ambientales del sedimento y la posición en la playa.

Fuente: (Jaramillo, Manzano, & Morales, 2012)

La zonación ecológica observada en playas arenosas responde a la capacidad adaptativa de las especies frente a las condiciones de inmersión y exposición características del régimen mareal. Los organismos ubicados en las zonas superiores presentan mayor

tolerancia a la desecación y a las fluctuaciones térmicas, mientras que aquellos localizados en zonas inferiores dependen de condiciones más estables de humedad y cobertura marina.

Estas diferencias generan patrones espaciales característicos que reflejan la interacción entre el ambiente físico y los requerimientos biológicos de las especies (Horn et al., 2021).

5.3.2. Bioindicadores ecológicos

El uso de macroinvertebrados intermareales como bioindicadores se fundamenta en la capacidad de sus poblaciones y comunidades para responder ante disturbios naturales y presiones de origen antrópico. Las variaciones en la riqueza, abundancia, diversidad, biomasa, dominancia y composición de especies pueden evidenciar alteraciones en las condiciones del hábitat, modificaciones del sustrato, contaminación ambiental, tránsito vehicular, limpieza mecánica, urbanización o uso recreativo intensivo.

Debido a que muchas especies presentan movilidad limitada, permanecen asociadas al sustrato y manifiestan distintos grados de sensibilidad frente a los factores ambientales,

su evaluación permite integrar los efectos de las perturbaciones sobre el ecosistema a través del tiempo.

No obstante, su aplicación como bioindicadores debe considerar las características morfodinámicas de la playa y la respuesta específica de cada grupo taxonómico (Costa et al., 2020; Checon et al., 2023).

Diversos estudios han demostrado que las condiciones morfodinámicas y sedimentarias influyen en la estructura de las comunidades de macroinvertebrados intermareales, modificando sus patrones de distribución, riqueza, abundancia y diversidad. Asimismo, la urbanización costera y el uso recreativo intensivo pueden reducir la abundancia, riqueza y biomasa de los macroinvertebrados intermareales, además de alterar su zonación y distribución a lo largo de la franja intermareal. Las playas con mayores niveles de urbanización y presión recreativa tienden a presentar valores inferiores en los descriptores comunitarios y en la abundancia de determinadas especies indicadoras, en comparación con playas conservadas o sometidas a una menor intervención humana. En consecuencia, los macroinvertebrados constituyen herramientas biológicas relevantes para el monitoreo ambiental, la detección de alteraciones ecológicas y la formulación de estrategias de manejo y conservación de los ecosistemas costeros (Costa et al., 2020; Checon et al., 2023).

Figura 3. *Actividades recreativas y presión antrópica como factores de alteración ecológica en playas arenosas.*



Nota. Fotografía de una playa arenosa intermareal que evidencia la presencia de actividades recreativas en la franja costera. Estas actividades pueden generar presión antrópica sobre el ecosistema mediante procesos como el pisoteo, la compactación del sedimento y la acumulación de residuos, afectando la estructura de las comunidades bentónicas. Adaptado de Dreamstime.

Fuente: <https://es.dreamstime.com/d%C3%ADa-de-verano-en-una-playa-yyteri-finlandia-image274182489>

La respuesta de los macroinvertebrados frente a estos disturbios permite identificar cambios en la calidad ecológica del ecosistema antes de que otras alteraciones sean evidentes.

Por esta razón, las comunidades de macroinvertebrados intermareales son ampliamente utilizadas en programas de monitoreo ambiental y gestión costera, donde constituyen

herramientas eficaces para evaluar el estado de conservación de playas arenosas sometidas a diferentes niveles de presión antrópica.

5.4. Calidad sanitaria y antropología microbiológica

5.4.1. Calidad sanitaria de playas e indicadores microbiológicos

La evaluación sanitaria de las aguas recreativas se fundamenta en el uso de microorganismos indicadores asociados a fuentes de origen antrópico. Organismos internacionales, como la Organización Mundial de la Salud y la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, reconocen a *Escherichia coli* y a los enterococos como indicadores relevantes para estimar el posible riesgo sanitario relacionado con el contacto recreativo con el agua.

La presencia y concentración de estos microorganismos permiten identificar alteraciones en la calidad microbiológica y orientar las acciones de vigilancia, control y prevención destinadas a proteger la salud de los usuarios y la calidad ambiental de los ecosistemas

costeros (World Health Organization., 2021; U.S. Environmental Protection Agency., 2023).

Figura 4. *Riesgo sanitario asociado a la contaminación microbiológica en playas recreativas*



Nota. Imagen ilustrativa de una playa arenosa recreativa que simboliza la posible presencia de microorganismos indicadores de Punto de Descarga Observada en el ambiente costero, lo que evidencia el riesgo sanitario asociado al uso recreativo de estas playas.

Fuente: <https://www.eleconomista.es/salud-bienestar/ultimas-noticias/noticias/13446274/07/25/los-posibles-efectos-en-la-salud-de-la-bacteria-intestinal-que-ha-obligado-a-cerrar-tres-playas-en-valencia.html>

No obstante, los coliformes totales continúan utilizándose como indicadores complementarios de calidad microbiológica en programas de monitoreo ambiental y sanitario. Su presencia permite identificar posibles alteraciones en la calidad del agua asociadas a actividades humanas y aportes de origen antrópicos. Aunque no constituyen indicadores exclusivos de contaminación fecal, su interpretación resulta más robusta

cuando se analiza en conjunto con variables físicas, ecológicas y microbiológicas del ecosistema, especialmente en playas recreativas expuestas a diferentes fuentes potenciales de contaminación (González-Arteaga & González-Arteaga, 2016; Gianoli Hung & Shiva, 2018).

5.4.2. Coliformes totales y fundamento del método del Número Más Probable (NMP)

Los coliformes totales comprenden un grupo de bacterias utilizado como indicador general de la calidad microbiológica del agua. Su detección y cuantificación permiten reconocer variaciones que pueden estar relacionadas con aportes de escorrentía superficial, deficiencias en los sistemas de tratamiento o diferentes actividades de origen antrópico.

Sin embargo, algunos integrantes de este grupo se encuentran naturalmente en el suelo, la vegetación y los ambientes acuáticos, por lo que su presencia no permite determinar por sí sola una fuente específica ni establecer directamente el nivel de riesgo sanitario.

En consecuencia, sus resultados deben interpretarse conjuntamente en indicadores más específicos, como *Escherichia coli*, y con las condiciones ambientales del área evaluada. El análisis de coliformes totales continúa siendo útil en los programas de monitoreo, debido a que proporciona información sobre las variaciones de la calidad microbiológica y permite identificar sectores que requieren evaluaciones complementarias (Standard Methods Committee of APHA AWWA and WEF., 2023; Health Canada., 2020; Cárdenas-Calle et al., 2024).

Uno de los métodos utilizados para estimar la concentración de coliformes en muestras de agua es el Número Más Probable (NMP), basado generalmente en la técnica de fermentación en tubos múltiples. El procedimiento consiste en inocular diferentes volúmenes o diluciones de la muestra en medios de cultivo apropiados y registrar la presencia o ausencia de crecimiento o de las reacciones características establecidas para el microorganismo evaluado. A partir de la combinación de tubos positivos y negativos se calcula estadísticamente la concentración más probable de microorganismos viables presentes en la muestra. Debido a su naturaleza probabilística, el resultado representa una estimación y puede acompañarse de intervalos de confianza.

En los análisis de agua, la concentración se expresa comúnmente como NMP por cada 100 mililitros de muestra —NMP/100 mL— (Standard Methods Committee of APHA AWWA and WEF., 2023; Blodgett, 2023).

El método del Número Más Probable (NMP) se utiliza ampliamente en la evaluación de la calidad microbiológica del agua, debido a que permite estimar concentraciones bajas de microorganismos viables y analizar muestras que contienen partículas capaces de dificultar el recuento directo de colonias mediante otros procedimientos. La técnica se basa en la inoculación de diferentes volúmenes o diluciones de la muestra y en la interpretación estadística de los resultados positivos y negativos obtenidos en los medios de cultivo.

Aunque proporciona una estimación probabilística, su aplicación mediante procedimientos estandarizados genera resultados útiles para el monitoreo microbiológico de aguas naturales y recreativas. Además, requiere materiales y equipos de laboratorio convencionales, por lo que constituye una alternativa aplicable para evaluar indicadores bacterianos en diferentes matrices acuáticas (Standard Methods Committee of APHA AWWA and WEF., 2023; Blodgett, 2023; APHA et al., 2017).

Desde una perspectiva metodológica, el Número Más Probable (NMP) constituye un método estandarizado para estimar la concentración de bacterias indicadoras, como los coliformes, en diferentes tipos de agua. Su aplicación permite expresar los resultados en una unidad comparable —generalmente NMP/100 mL— y analizar variaciones microbiológicas entre estaciones, áreas y periodos de muestreo. La información obtenida mediante este método contribuye a la evaluación sanitaria y al seguimiento de la calidad microbiológica de aguas continentales, estuarinas y marinas destinadas a actividades recreativas.

En los ecosistemas costeros, su interpretación conjunta con las condiciones ambientales y las posibles fuentes de aportes antrópicos facilita la identificación de cambios espaciales y temporales relevantes para el monitoreo y la protección de los usuarios (World Health Organization., 2021; Cárdenas-Calle et al., 2024).

En las playas arenosas de la península de Santa Elena, investigaciones recientes desarrolladas en Ayangue y San Pedro han evidenciado que la abundancia, diversidad y composición de los macroinvertebrados intermareales varían entre las distintas franjas de la zona intermareal. Estos patrones se relacionan con la posición de los organismos a lo

largo del perfil de playa y con factores ambientales como la frecuencia de inundación y la disponibilidad de materia orgánica en el sedimento. Tales resultados constituyen antecedentes relevantes para comprender la zonación ecológica y la organización espacial de los macroinvertebrados en los ambientes arenosos intermareales del litoral ecuatoriano (Landívar Zambrano, 2022).

5.5. Evaluación de la calidad ecológica y sanitaria

5.5.1. Antecedentes relevantes para el contexto ecuatoriano

La literatura disponible para Ecuador demuestra que existe una base de conocimiento importante sobre biodiversidad marina, aunque no siempre concentrada en playas arenosas (Cárdenas-Calle, et al., 2020). Sintetizaron la biodiversidad del litoral continental ecuatoriano, registrando más de 600 especies, lo que confirmó la alta riqueza biológica del país, pero también puso en evidencia la limitada información disponible para playas arenosas intermareales. Desde el componente sanitario, investigaciones recientes realizadas en playas urbanas del litoral ecuatoriano han evidenciado alteraciones de la calidad microbiológica asociadas con descargas de presiones de origen antrópico. En la ciudad de Manta, la evaluación de 21 puntos del perfil costero determinó que las

playas Los Esteros y Tarqui presentaron concentraciones de coliformes totales y *Escherichia coli* superiores a los valores considerados admisibles, por lo que fueron clasificadas como no aptas para determinadas actividades recreativas de contacto con el agua (Santana Delgado, 2024). Además, en la playa El Murciélago se identificaron puntos observables de descargas de aguas residuales y concentraciones elevadas de coliformes fecales en algunos sectores, lo que confirmó la influencia de los vertimientos sobre la calidad sanitaria del agua marina (Loor Barrezueta., 2023).

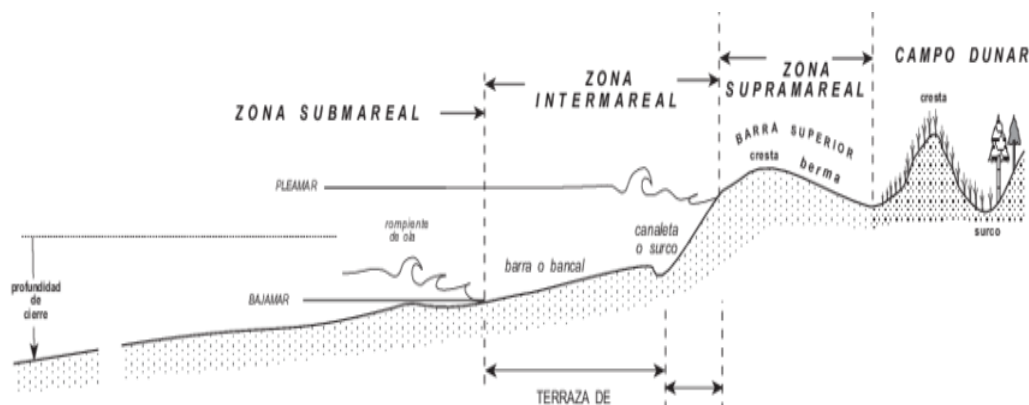
Estos resultados coinciden con evaluaciones efectuadas en otras zonas costeras de Ecuador, donde se detectó contaminación por coliformes termotolerantes y *E. coli* en una proporción importante de las playas analizadas, destacándose la necesidad de fortalecer el monitoreo microbiológico de las aguas recreativas (Cárdenas-Calle et al., 2024). En conjunto, estos antecedentes demuestran que la evaluación de indicadores bacteriológicos constituye un componente fundamental para determinar la calidad ambiental y el posible riesgo sanitario de las playas ecuatorianas destinadas al uso recreativo.

5.6.Características morfológicas de playas arenosas

5.6.1. Perfil de playa

El perfil de playa representa la configuración transversal del relieve costero y constituye uno de los principales indicadores para evaluar la dinámica sedimentaria de un sistema litoral. Su medición permite identificar cambios morfológicos asociados con procesos de erosión, transporte y deposición de sedimentos que ocurren en distintas escalas temporales (Banno, 2023). La forma del perfil responde a la interacción entre la energía del oleaje, las corrientes inducidas por las olas, las mareas, las características sedimentarias y el transporte transversal y longitudinal de materiales (Castelle & Masselink, 2023). Entre los elementos morfológicos más relevantes se encuentran la pendiente de la playa, las bermas, las barras arenosas y las canaletas, cuya formación, posición y variación reflejan las condiciones hidrodinámicas predominantes y los intercambios de sedimentos entre las zonas de rompiente, resaca y playa emergida (Grossmann et al., 2024; Castelle & Masselink, 2023).sedimentos entre las zonas de rompiente, resaca y playa emergida (Grossmann et al., 2024; Castelle & Masselink, 2023)

Figura 5. Perfil transversal de una playa arenosa y su estructura morfológica.



Nota. Perfil transversal esquemático de una playa arenosa que muestra la organización morfológica del sistema costero, incluyendo la zona submareal, intermareal y supramareal, así como elementos estructurales como la berma, barras arenosas, canaletas y el campo dunar. El esquema ilustra la relación entre el régimen de mareas, la morfodinámica costera y la configuración del hábitat intermareal.

Las variaciones en el perfil de playa influyen directamente sobre la disponibilidad y estabilidad de los hábitats intermareales. Una modificación en la pendiente o en la amplitud de la zona intermareal puede alterar la frecuencia de inundación, la retención de humedad y la acumulación de materia orgánica en el sedimento, factores determinantes para la supervivencia de numerosas especies bentónicas (Castelle & Masselink, 2023).

5.6.2. Granulometría del sedimento y su influencia en el hábitat intermareal

La granulometría corresponde al estudio del tamaño, forma y distribución de las partículas sedimentarias presentes en una playa. Este parámetro constituye uno de los principales indicadores físicos empleados para caracterizar ambientes costeros, ya que permite comprender los procesos de transporte, selección y deposición de sedimentos asociados a la dinámica litoral. La composición granulométrica de una playa depende principalmente de la energía del oleaje, las corrientes costeras, la pendiente y los aportes sedimentarios presentes en el ecosistema. Estas variables determinan las características físicas del sustrato y condicionan la estructura del hábitat disponible para la fauna bentónica (Castelle & Masselink, 2023).

Figura 6. Escala granulométrica de Wentworth para la clasificación de sedimentos.



Nota. La escala de Wentworth clasifica los sedimentos de acuerdo con el diámetro de las partículas, desde grava (> 2 mm) hasta arcilla ($\leq 0,004$ mm).

Las propiedades granulométricas del sedimento influyen directamente en sus condiciones físicoquímicas, debido a que el tamaño y la disposición de las partículas determinan la permeabilidad, la circulación del agua intersticial, la retención de humedad, la disponibilidad de oxígeno y la acumulación de materia orgánica. Los sedimentos con una mayor proporción de partículas finas tienden a presentar menor permeabilidad y una mayor capacidad para retener agua y materia orgánica; en contraste, las arenas de mayor tamaño favorecen el drenaje, el intercambio de agua intersticial y la penetración de oxígeno en el sustrato (Ahmerkamp et al., 2020; Cao et al., 2023).

Estas diferencias generan condiciones ambientales particulares que influyen en la riqueza, abundancia y composición funcional de las comunidades de macroinvertebrados intermareales. En las playas arenosas, la humedad, el tamaño del grano, la salinidad y la disponibilidad de nutrientes han sido identificados como factores relevantes en la distribución de los macroinvertebrados a lo largo de la franja intermareal (Rodil et al., 2012). Por consiguiente, cada especie puede presentar afinidad por determinadas características sedimentarias, de acuerdo con sus requerimientos de enterramiento, alimentación, movilidad, respiración y tolerancia a la desecación.

Diversos estudios han demostrado que la granulometría constituye uno de los factores más importantes en la estructuración de las comunidades de macroinvertebrados intermareales de playas arenosas. Los cambios en el tamaño de grano pueden influir en la abundancia, riqueza y diversidad de los macroinvertebrados, modificando los patrones de distribución espacial de las especies a lo largo de la zona intermareal. Por esta razón, el análisis granulométrico es considerado una herramienta fundamental para interpretar la relación entre las características físicas de la playa y la respuesta ecológica de los organismos asociados al sedimento (Castelle & Masselink, 2023).

5.6.3. Relación entre morfología, deriva superficial asociada al transporte de sólidos suspendidos, macroinvertebrados y riesgo sanitario

La calidad ecológica de una playa de arena no se puede entender adecuadamente solo al analizar variables físicas, biológicas o sanitarias de forma aislada. La forma de la playa, determinada por factores como la inclinación y la composición del sedimento, afecta la disponibilidad y estabilidad de los hábitats intermareales.

Además, el movimiento de la superficie relacionado con el transporte de sólidos en suspensión puede ayudar a redistribuir partículas y materiales en la columna de agua, lo que influye indirectamente en las características del entorno donde habitan los organismos bentónicos (Martínez et al., 2021).

Las comunidades de macroinvertebrados responden a estas condiciones físicas mediante cambios en su composición, cantidad y distribución espacial. Al mismo tiempo, la presencia de coliformes totales ofrece información sobre las condiciones microbiológicas del sistema y sobre posibles fuentes de contaminación relacionadas con actividades humanas.

Por ello, la integración de indicadores biológicos, microbiológicos y físico-costeros permite obtener una visión más completa de la calidad ambiental de una playa y refuerza la identificación de bioindicadores de riesgo ecológico y sanitario (Costa et al., 2020; WHO, 2021).

5.6.4. Sustento teórico del estudio en la playa de Chulluype

Sobre dicha base teórica, el litoral de Chulluype se entiende como un sistema marino donde rasgos morfológicos del arenal y la dinámica de deriva ligera vinculada a sedimentos en suspensión actúan configurando el hábitat intermareal. Por otro lado, acciones humanas realizadas en zona costera pueden afectar tanto la estructura poblacional de macroinvertebrados como las condiciones microbianas presentes en el agua.

En dicho escenario, el uso de macroinvertebrados intermareales como bioindicadores ecológicos y de los coliformes totales como marcadores microbiológicos posibilita valorar de forma combinada diversos elementos del ecosistema.

Este enfoque promueve la comprensión de vínculos presentes entre el entorno físico, la comunidad biológica y la condición sanitaria de la playa, aportando datos útiles para la valoración ambiental y la gestión sustentable de los sistemas costeros.

De esta manera, el trabajo actual descansa sobre tres pilares teóricos básicos: en primer lugar, que rasgos morfológicos propios de arenas litorales afectan tanto a la disposición como al agrupamiento de poblaciones intermareales; en segundo término, que los macroinvertebrados funcionan como seres vivos vulnerables ante cambios medioambientales y resultan útiles para medir calidad ecológica mediante su uso como bioindicadores; y finalmente, que los coliformes totales facilitan añadir un aspecto sanitario dentro de la valoración ambiental correspondiente al entorno costero. La unión de dichos elementos aporta cimientos conceptuales firmes necesarios para explicar diseños encontrados en la zona intermareal de la playa de Chulluype además de respaldar elaboración metodológica propia del proyecto investigativo.

5.7. MARCO LEGAL

5.7.1. Marco normativo y técnico aplicable al contexto ecuatoriano

En Ecuador, la evaluación de la calidad del agua se encuentra sustentada en disposiciones normativas y técnicas aplicables de acuerdo con el uso y las características del recurso hídrico. En el presente estudio, debido a que las muestras microbiológicas fueron recolectadas directamente en agua marina superficial de una playa de uso recreativo, se consideraron como referencia los criterios de calidad establecidos para aguas destinadas a fines recreativos mediante contacto primario, contemplados en el Anexo 1 del Acuerdo Ministerial No. 097-A. Para esta categoría, se establece un límite máximo permisible de 1.000 NMP/100 mL para coliformes totales. El criterio normativo utilizado corresponde a la calidad del agua para fines recreativos y no a los límites establecidos para descargas de efluentes hacia cuerpos receptores. En este sentido, la presente investigación no contempló el muestreo directo de un río, canal o efluente previo a su ingreso al mar, sino la recolección de muestras de agua marina superficial dentro del área de estudio. Por esta razón, los límites establecidos específicamente para descargas observadas no fueron utilizados como criterio principal para la interpretación de las concentraciones de coliformes totales obtenidas en la playa de Chulluype.

Desde el componente técnico, la investigación se sustentó en procedimientos estandarizados para el muestreo, conservación y análisis microbiológico. La conservación y manipulación de las muestras se realizó de acuerdo con los principios establecidos en la ISO 5667-3:2024, mientras que la determinación de coliformes totales se efectuó mediante el método interno MLM_28, basado en Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23.^a edición. Los resultados fueron expresados como Número Más Probable por cada 100 mililitros (NMP/100 mL), de acuerdo con el procedimiento analítico empleado por el laboratorio. La metodología de la investigación establece que el método MLM_28 se fundamentó en Standard Methods y que los resultados fueron reportados en NMP/100 mL.

El marco normativo y técnico se complementa con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos en la Agenda 2030. El ODS 6, relacionado con agua limpia y saneamiento, se vincula con la generación de información sobre la calidad del agua y el seguimiento de sus condiciones microbiológicas; mientras que el ODS 14, orientado a la conservación y utilización sostenible de los océanos, mares y recursos marinos, se relaciona con la protección de los ecosistemas costeros.

De manera complementaria, el enfoque integrado de la investigación se relaciona con el ODS 11, asociado con la gestión sostenible de asentamientos y espacios comunitarios, y con el ODS 13, orientado al fortalecimiento de la resiliencia frente a los efectos del cambio climático y las presiones ambientales.

En este contexto, la generación de información científica sobre la playa de Chullupe contribuye al conocimiento de las condiciones ecológicas y microbiológicas del ecosistema intermareal y proporciona una línea base para el seguimiento ambiental y la gestión sostenible del espacio costero. La integración de indicadores biológicos, microbiológicos y físico-costeros permite interpretar de manera conjunta las condiciones ambientales de la playa y reconocer variaciones espaciales relacionadas con las características del hábitat y las condiciones microbiológicas del agua.

CAPITULO III

6. MARCO METODOLÓGICO

6.1. Tipo de estudio

La investigación se estructuró como una evaluación ecológica costera de carácter multicomponente, orientada a comprender la calidad ecológica de la playa de Chulluype mediante la integración de indicadores biológicos, microbiológicos y físico-costeros. El estudio consideró la composición y estructura de las comunidades de macroinvertebrados intermareales, las concentraciones de coliformes totales, la configuración del perfil de playa, la granulometría del sedimento y la deriva superficial asociada a la dinámica costera y relacionada con el transporte potencial de material suspendido.

Esta aproximación permitió analizar el ecosistema como una unidad funcional, en la que las comunidades biológicas responden tanto a las características naturales del hábitat como a las presiones antropogénicas presentes en el entorno costero (Costa et al., 2020). El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, debido a que las variables fueron registradas, organizadas y analizadas mediante datos numéricos.

Este enfoque comprendió la abundancia, riqueza y diversidad de los macroinvertebrados; las concentraciones microbiológicas expresadas en NMP/100 ml; la distribución porcentual de las fracciones granulométricas; las mediciones del perfil de playa; y los registros de tiempo y distancia obtenidos durante los ensayos de deriva superficial.

La naturaleza cuantificable de estos datos permitió comparar las estaciones, las condiciones de marea y las campañas de muestreo mediante procedimientos estadísticos coherentes con los objetivos planteados (Creswell & Creswell, 2023). Por su finalidad, corresponde a una investigación aplicada, puesto que estuvo dirigida a generar conocimiento científico útil para la evaluación de una problemática ambiental concreta y territorialmente delimitada.

Los resultados obtenidos permitieron establecer información de referencia sobre las condiciones ecológicas de la playa de Chulluype, con potencial aplicación en programas de monitoreo ambiental, conservación de la zona intermareal, manejo costero y seguimiento de sectores sometidos a diferentes niveles de influencia antropogénica.

De acuerdo con el grado de intervención del investigador, se adoptó un diseño no experimental de carácter observacional. Las variables fueron examinadas tal como se manifestaron en el ambiente, sin alterar deliberadamente la composición del sedimento, la calidad microbiológica del agua, la morfología de la playa o la estructura de las comunidades biológicas. No se aplicaron tratamientos ni se asignaron condiciones experimentales a las estaciones. Los procedimientos efectuados tuvieron como finalidad medir, describir y comparar los componentes del ecosistema, por lo que la ejecución de análisis taxonómicos, microbiológicos, granulométricos y físico-costeros no modifica la naturaleza observacional del estudio.

La investigación fue de campo con apoyo analítico de laboratorio, debido a que la información primaria se obtuvo directamente en las estaciones establecidas en la playa de Chulluype. Durante los muestreos se recolectaron macroinvertebrados intermareales, muestras de agua marina superficial y muestras de sedimento. Asimismo, se efectuaron las mediciones requeridas para representar el perfil de playa y se realizaron ensayos de deriva superficial bajo condiciones de baja y marea alta

Las muestras recolectadas fueron procesadas mediante procedimientos específicos para cada componente. Los macroinvertebrados fueron identificados taxonómicamente y organizados de acuerdo con su abundancia, distribución espacial e índices ecológicos, incluyendo riqueza de especies, abundancia, densidad, diversidad de Shannon-Wiener, dominancia de Simpson y equidad de Pielou.

Las muestras de agua fueron analizadas para determinar las concentraciones de coliformes totales; las mediciones de campo se emplearon para representar la configuración de la pendiente del perfil de playa; los sedimentos fueron sometidos a análisis granulométrico para establecer la proporción de las diferentes fracciones; y los registros de la botella derivante permitieron comparar el comportamiento del desplazamiento superficial entre condiciones de baja y marea alta.

En función de sus objetivos, la investigación presentó un alcance descriptivo, comparativo y correlacional. El componente descriptivo permitió caracterizar la estructura de la comunidad de macroinvertebrados, la calidad microbiológica del agua, la

composición granulométrica del sedimento, la configuración del perfil de playa y la deriva superficial.

El componente comparativo se orientó a reconocer diferencias entre estaciones, campañas de muestreo y condiciones de baja y marea alta, para lo cual se empleó la prueba no paramétrica de rangos con signo de Wilcoxon, adecuada para comparar mediciones relacionadas obtenidas bajo ambas condiciones de marea. Por su parte, el componente correlacional permitió examinar la correspondencia entre los indicadores biológicos, microbiológicos y las características físico-costeras registradas mediante el coeficiente de correlación de Pearson. La integración de las variables permitió analizar si las diferencias en la abundancia, riqueza, diversidad y distribución de los macroinvertebrados guardaban relación con las concentraciones de coliformes totales, la composición granulométrica del sedimento, la pendiente de la playa y el comportamiento de la deriva superficial.

Asimismo, se realizaron análisis de ordenación mediante diagramas biplot para representar gráficamente la relación entre las estaciones de muestreo y las variables ecológicas, microbiológicas y físico-costeras. Las playas constituyen ambientes

dinámicos en los que la morfología, el tipo de sedimento y las presiones humanas pueden actuar conjuntamente sobre las comunidades intermareales, por lo que su evaluación requiere considerar tanto los factores naturales como los antropogénicos (Costa et al., 2020).

Debido al carácter observacional de la investigación, las relaciones identificadas se interpretaron como asociaciones ecológicas y no como demostraciones directas de causalidad. Desde el punto de vista temporal, se aplicó un diseño longitudinal prospectivo con mediciones repetidas, debido a que las estaciones y los componentes ambientales fueron evaluados durante seis campañas de muestreo realizadas aproximadamente cada quince días entre abril y julio.

La repetición de las observaciones sobre las mismas unidades espaciales permitió examinar variaciones y patrones durante el periodo estudiado. Los diseños longitudinales se distinguen por recopilar información de las unidades de análisis en diferentes momentos, lo que permite valorar cambios temporales y comparar su comportamiento a través de mediciones sucesivas (Ruspini, 2023). Para la estimación de la deriva superficial se empleó una botella derivante, conformada por una botella convencional sujeta a un

cabo para mantener su control y facilitar su recuperación. El procedimiento consistió en liberar la botella en la zona de influencia del oleaje y registrar el tiempo transcurrido hasta su retorno a la línea de costa, además de la distancia existente entre el punto de lanzamiento y el punto de llegada. Estos registros permitieron comparar el desplazamiento superficial y estimar la velocidad media de retorno bajo las condiciones de baja y Marea alta evaluadas.

La botella derivante se utilizó como un indicador indirecto del movimiento superficial del agua en la zona de rompiente. Debido a sus características artesanales y a la ausencia de sensores o elementos de estabilización subsuperficial, su desplazamiento pudo estar influido por el oleaje, el viento y las corrientes locales. En consecuencia, el procedimiento permitió aproximarse al comportamiento de la deriva superficial potencialmente relacionada con el transporte de material suspendido, pero no cuantificó directamente la concentración ni la masa de sólidos presentes en la columna de agua. Las botellas flotantes sin ancla de deriva responden principalmente a la acción combinada del movimiento superficial, el viento y las olas, aspecto que debe considerarse al interpretar sus recorridos (Administration National Oceanic and Atmospheric [NOAA]., 2024).

En consecuencia, el trabajo se define como una investigación aplicada de enfoque cuantitativo, desarrollada bajo un diseño no experimental, observacional y longitudinal prospectivo con mediciones repetidas; de alcance descriptivo, comparativo y correlacional; sustentada en muestreos de campo, análisis de laboratorio y procesamiento estadístico de la información. Su fortaleza metodológica radica en la integración de indicadores biológicos, microbiológicos y físico-costeros, evaluados mediante análisis taxonómicos, microbiológicos, granulométricos y geomorfológicos, complementados con análisis estadísticos univariados y multivariados, incluyendo índices ecológicos, la prueba de rangos con signo de Wilcoxon, el coeficiente de correlación de Pearson y análisis de ordenación mediante diagramas Biplot.

Esta integración permitió caracterizar la estructura de las comunidades de macroinvertebrados intermareales, evaluar las condiciones microbiológicas y físico-costeras de la playa y establecer las relaciones entre los diferentes componentes del ecosistema, proporcionando una valoración ambiental integral y técnicamente fundamentada de la playa de Chulluype.

6.1.2. Área de estudio

La investigación se desarrolló en la playa de Chulluype ubicada en la, provincia de Santa Elena. Esta playa intermareal se extiende por aproximadamente 1,8 km y se encuentra en un entorno geográficamente próximo al balneario de Ballenita. Las coordenadas geográficas aproximadas son $2^{\circ} 12' 47''$ S, $80^{\circ} 52' 58''$ O



Área de estudio referencia geográfica Playa Chulluype, Santa Elena, Ecuador (Google Earth®, Pro 2026).

El área evaluada se delimitó mediante tres estaciones de muestreo distribuidas espacialmente a lo largo del sector de estudio. La Estación 1 (E1) correspondió al punto de descarga observado, ubicado hacia el sector norte de la playa; la Estación 2 (E2) se estableció en el sector central; y la Estación 3 (E3), ubicada en el sector rocoso hacia el extremo sur del área evaluada, fue considerada como referencia ambiental para las comparaciones. La distancia aproximada entre E1 y E2 fue de 144 m, mientras que entre E2 y E3 fue de 327 m y entre E1 y E3 de 466 m.

6.1.2.1. Distancias aproximadas entre las estaciones de muestreo.

Tramo	Distancia
E1 – E2	144 m
E2 – E3	327 m
E1 – E3	471 m

Las coordenadas geográficas correspondientes a las estaciones fueron registradas durante las condiciones de marea alta y marea baja, manteniendo los mismos sectores de referencia durante el periodo de muestreo.

6.1.2.1.2 Coordenadas geográficas de las estaciones de muestreo de la playa de Chulluype.

Estación/sector	Nivel de marea	Latitud	Longitud
Estación 1 (Punto de Descarga Observado)	Marea alta	2°12'33.17"S	80°53'9.08"O
Estación 1 (Punto de Descarga Observado)	Marea baja	2°12'31.30"S	80°53'8.93"O
Estación 2 (Sector central)	Marea alta	2°12'31.09"S	80°53'4.68"O
Estación 2 (Sector central)	Marea baja	2°12'29.00"S	80°53'5.49"O
Estación 3 (Sector rocoso)	Marea alta	2°12'23.13"S	80°52'57.29"O
Estación 3 (Sector rocoso)	Marea baja	2°12'21.44"S	80°52'58.30"O

Este ecosistema intermareal se encuentra expuesto a la influencia directa del océano Pacífico y presenta variaciones en la configuración del perfil de playa, la composición granulométrica del sedimento y los procesos de acumulación y sedimentación costera. Estas características físicas intervienen en la conformación del hábitat y pueden condicionar la distribución de las comunidades de macroinvertebrados intermareales.

La evaluación ambiental del área consideró de manera integrada los componentes biológico, microbiológico y físico-costero. Esta aproximación resulta pertinente debido a que la respuesta de los macroinvertebrados depende tanto de las características naturales del hábitat como de las presiones relacionadas con la urbanización, la recreación y otros usos humanos del litoral (Costa et al., 2020).

6.2. Muestreo

La evaluación comprendió componentes biológicos, microbiológicos y físico-costeros. Se analizaron la comunidad de macroinvertebrados intermareales, las concentraciones de coliformes totales, la composición granulométrica del sedimento, el perfil de playa, la sedimentación y la deriva superficial asociada al transporte potencial de sólidos suspendidos.

Esta integración permitió interpretar la calidad ecológica considerando las respuestas de la comunidad biológica y las características ambientales del hábitat. Estudios recientes señalan que la estructura de los macroinvertebrados intermareales de playas puede responder conjuntamente a las propiedades físicas del sustrato y a las presiones derivadas de la ocupación y el uso humano del litoral (Costa et al., 2020; Checon et al., 2023).

6.2.1. Diseño de muestreo

Se establecieron tres estaciones representativas del área:

- **Estación 1 (E1):** ubicada hacia el sector suroccidental del área de estudio, correspondiente al punto de descarga observado.
- **Estación 2 (E2):** localizada en el sector central del área de estudio, correspondiente al punto de descarga observado.
- **Estación 3 (E3):** ubicada hacia el sector nororiental del área de estudio, en el sector rocoso y considerada como referencia ambiental para las comparaciones.

El empleo de la Estación 3 como referencia ambiental fue de carácter comparativo y no experimental, puesto que no correspondió a un grupo sometido a condiciones controladas, sino a un sector con características físicas y aparente exposición antropogénica diferentes.

Las observaciones se efectuaron en condiciones de Marea baja y marea alta. En cada sección de muestreo se mantuvieron las estaciones, los estados de marea y los criterios de recolección, con el propósito de asegurar la comparabilidad espacial y temporal de la información.

6.3. Muestreo e identificación taxonómica de macroinvertebrados intermareales

6.3.1. Diseño y establecimiento de las estaciones

El estudio se desarrolló mediante un diseño no experimental, de tipo observacional y correlacional, ya que las variables biológicas, microbiológicas y físico-costeras fueron registradas directamente en el ambiente sin manipulación experimental. Se establecieron tres estaciones de muestreo (E1, E2 y E3), consideradas como unidades espaciales de evaluación. En cada estación se realizaron muestreos repetidos durante el periodo de estudio con el fin de registrar la variabilidad temporal de los macroinvertebrados intermareales, las concentraciones de coliformes totales y las características físico-costeras. Las mediciones repetidas fueron consideradas como réplicas temporales y no como nuevas unidades espaciales independientes, por lo que los resultados obtenidos representan las condiciones observadas en las estaciones evaluadas durante el periodo de monitoreo

6.3.2. Las coordenadas geográficas registradas para cada estación fueron las siguientes:

Tabla 1. Ubicación geográfica de estaciones de muestreo

Estación	Caracterización	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>
E1	Sector suroccidental Punto de Descarga Observado	2°12'33.83"S	80°53'9.72"O
E2	Sector central Punto de Descarga Observado	2°12'32.09"S	80°53'4.22"O
E3	Sector nororiental, Referencia ambiental	2°12'22.35"S	80°52'57.71"O

Fuente: *Elaboración de autor a partir de los datos de campo procesados.*

6.3.3. Programación de las campañas según el régimen mareal

El trabajo de campo comprendió seis campañas de muestreo realizadas con una periodicidad aproximada de quince días entre abril y junio de 2026. La planificación de cada jornada se efectuó mediante la consulta previa de las tablas oficiales de mareas publicadas por el Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada del Ecuador — INOCAR—, correspondientes al sector costero de la provincia de Santa Elena.

6.3.4. Unidades y esfuerzo de muestreo

En cada transecto se efectuaron evaluaciones durante las condiciones de Marea baja y Marea alta. Para cada combinación de estación y condición mareal se establecieron tres unidades de muestreo independientes o réplicas, delimitadas mediante cuadrantes con una superficie de 0,50 m².

El número de unidades evaluadas en cada campaña se obtuvo de la siguiente manera:

$$3 \text{ estaciones} \times 2 \text{ condiciones de marea} \times 3 \text{ replicas}$$

$$= 18 \text{ unidades de muestreo}$$

Considerando los seis muestreos desarrollados, el esfuerzo total correspondió a:

$$18 \text{ unidades por campaña} \times 6 \text{ campañas} = 108 \text{ unidades de muestreo.}$$

La replicación permitió representar la variabilidad espacial y temporal de la comunidad y facilitó la comparación de los registros obtenidos entre estaciones y condiciones mareales. Las predicciones mareales permitieron identificar las fechas y horas estimadas de Marea baja, así como organizar el ingreso a la playa durante el periodo de mayor exposición de la franja intermareal. En cada campaña se acudió al área de estudio antes de la hora prevista de Marea baja, con la finalidad de preparar los materiales, delimitar los transectos y establecer las unidades de muestreo.

La evaluación comenzó durante la Marea baja, cuando la mayor extensión del sustrato intermareal se encontraba expuesta. Posteriormente, el muestreo continuó durante el ascenso progresivo de la marea hasta alcanzar la condición de Marea alta ascendente. Esta secuencia se mantuvo en las seis campañas, efectuándose primero las observaciones y recolecciones correspondientes a la Marea baja y, posteriormente, las evaluaciones de marea alta. La aplicación uniforme de este procedimiento permitió comparar la composición y abundancia de los macroinvertebrados entre estaciones, fechas y condiciones mareales, reduciendo las variaciones asociadas con diferencias en el momento de realización del muestreo.

6.3.5. Inspección y recolección de organismos

Dentro de cada cuadrante se realizó una inspección sistemática del sustrato para registrar y recolectar los macroinvertebrados presentes. En las estaciones con predominio arenoso se examinó la superficie y la capa superficial del sedimento, incluyendo restos de conchas, pequeñas acumulaciones de materia orgánica y otros elementos contenidos dentro del área delimitada. En la Estación 3 se revisaron adicionalmente las superficies rocosas, grietas, cavidades, espacios entre rocas y sectores inferiores de fragmentos móviles. Los elementos removidos durante la inspección fueron colocados nuevamente en su posición original, procurando reducir la alteración del microhábitat.

La recolección se efectuó manualmente mediante pinzas, espátulas y redes de mano, de acuerdo con el tamaño, la movilidad y la ubicación de los organismos. Durante el procedimiento se evitó remover innecesariamente el sedimento o intervenir áreas externas a los límites de cada cuadrante. Los individuos observados fueron contabilizados por unidad de muestreo, considerando la estación, la condición de marea, la réplica y el tipo de sustrato en el que fueron encontrados.

6.3.6 Codificación y trazabilidad de las muestras

Cada unidad de muestreo fue identificada mediante un código alfanumérico que integró el sitio de estudio, la estación, la condición mareal y el número de réplica. **La estructura general utilizada fue:**

CH-E1-BM-R1 / CH-E1-BM-A

Donde:

- CH correspondió a la playa de Chullupe.
- E1, E2 o E3 identificaron la estación de muestreo.
- BM correspondió a Marea baja.
- MM correspondió a Marea alta.
- R1, R2 o R3 indicaron el número de réplica.

Este sistema permitió mantener la trazabilidad de los organismos desde su recolección en campo hasta su identificación taxonómica y posterior incorporación en la matriz de datos.

6.3.7. Preservación y transporte

Los especímenes recolectados fueron depositados en recipientes individuales previamente rotulados de acuerdo con el código correspondiente a cada unidad de muestreo. Para su conservación se utilizó alcohol etílico al 70 %, procurando que los organismos permanecieran completamente cubiertos por la solución preservante. Posteriormente, las muestras fueron trasladadas al Laboratorio de la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena —UPSE—, donde se efectuaron las actividades de separación, revisión e identificación taxonómica.

6.3.8. Identificación taxonómica

La identificación de los macroinvertebrados se realizó mediante observación directa y estereomicroscopía. El procedimiento se complementó con registros fotográficos, comparación de caracteres morfológicos externos y consulta de claves taxonómicas y

literatura especializada. Posteriormente, las determinaciones obtenidas fueron corroboradas y certificadas por el Blgo. Xavier Piguave, M.Sc. con el fin de asegurar la confiabilidad de la asignación taxonómica de las especies registradas (**Anexo 8**). Entre los caracteres de diagnósticos considerados se incluyeron la forma corporal, la presencia y disposición de apéndices, la ornamentación externa, la configuración de estructuras calcáreas, las características de las conchas, la segmentación, la coloración conservada y otros rasgos propios de cada grupo taxonómico.

La determinación se efectuó hasta el nivel taxonómico más bajo posible, preferentemente especie. Cuando el estado de conservación del ejemplar o la ausencia de caracteres de diagnósticos no permitieron alcanzar este nivel, la clasificación se mantuvo en género, familia o morfotipo.

La información obtenida fue incorporada en una matriz organizada por fecha de muestreo, estación, condición de marea, réplica, taxón y abundancia registrada, para su posterior análisis ecológico.

6.3.9. Autorización para la recolección de especímenes

La recolección, preservación y traslado de los macroinvertebrados se efectuaron al amparo del permiso emitido por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica —MAATE—, para la recolección de especímenes de la diversidad biológica sin fines comerciales. La autorización respaldó el desarrollo de las actividades contempladas en el proyecto de investigación y permitió mantener conservada la parte ambiental de los organismos recolectados durante los muestreos de campo.

Los registros se organizaron en una matriz de abundancia por taxón, estación, condición de marea, réplica y campaña de muestreo. La densidad se expresó en individuos por metro cuadrado mediante la siguiente relación:

$$D = \frac{N}{A}$$

Donde D correspondió a la densidad, expresada en individuos por metro cuadrado; N, al número de individuos registrados en cada unidad; y A, al área evaluada, equivalente a 0,50 m².

Durante los seis muestreos de playa intermareal se analizaron 108 unidades de muestreo, equivalentes a un esfuerzo acumulado de 54 m². Esta estructura permitió mantener un diseño equilibrado para comparar la abundancia, riqueza y diversidad de macroinvertebrados entre estaciones, condiciones de marea y muestreos.

6.4. Determinación concentraciones de coliformes totales

Los análisis microbiológicos fueron efectuados mediante el método del Número Más Probable, y los resultados se expresaron en NMP/100 ml. El procedimiento aplicado correspondió al método interno MLM_28 del laboratorio responsable, sustentado en el principio de fermentación en tubos múltiples descrito para los microorganismos del grupo coliforme. El análisis comprendió la inoculación de volúmenes definidos de la muestra y, cuando la concentración esperada lo requirió, de sus diluciones en series de tubos con los medios de cultivo establecidos por el procedimiento analítico. Después de la incubación se registraron como positivos los tubos que presentaron las reacciones microbiológicas definidas por el método.

Las respuestas positivas fueron sometidas a las etapas confirmatorias correspondientes para la determinación de coliformes totales. La combinación de tubos positivos obtenida en cada serie se interpretó mediante las tablas probabilísticas del método, a partir de las cuales se estimó la densidad de microorganismos presente en 100 ml de muestra. La técnica de fermentación en tubos múltiples no representa un recuento directo de colonias, sino una estimación estadística de la densidad bacteriana basada en la distribución de respuestas positivas y negativas.

El método 9221 de Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater contempla su utilización para detectar y cuantificar microorganismos del grupo coliforme en aguas potables y no potables (APHA et al., 2017).

6.4.1. Análisis microbiológico de las muestras de agua

Las muestras de agua superficial recolectadas en las diferentes estaciones de muestreo de la playa de Chulluype fueron debidamente identificadas mediante códigos de campo y posteriormente remitidas al Laboratorio de Análisis Químico y Microbiológico (LAQM), perteneciente a la Subsecretaría de Calidad e Inocuidad (SCI), ubicada en la ciudad de

Guayaquil, Ecuador. El LAQM es un laboratorio acreditado por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE), conforme a los requisitos de la norma NTE INEN ISO/IEC 17025:2018, para la ejecución de los ensayos comprendidos dentro de su alcance de acreditación, lo que garantiza la competencia técnica y la confiabilidad de los resultados emitidos.

El proceso de muestreo fue realizado por el autor de la presente investigación, mientras que las determinaciones analíticas fueron efectuadas por el personal técnico especializado del Laboratorio de Análisis Químicos y Microbiológicos (LAQM), de conformidad con los procedimientos y protocolos establecidos por el laboratorio.

Para la cuantificación de coliformes totales se aplicó el método interno MLM_28, basado en Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23.^a edición de 2017. Los resultados fueron expresados como Número Más Probable por cada 100 mililitros de agua (NMP/100 mL). Posteriormente, los valores reportados por el laboratorio fueron organizados según la estación y condición de marea, con la finalidad de comparar su distribución espacial y relacionarlos con las variables ecológicas y morfológicas consideradas en la investigación. El informe de referencia confirma el tipo de muestra, el método empleado y la unidad utilizada para presentar los resultados.

6.4.2. Recolección y conservación de las muestras de agua

La evaluación microbiológica comprendió muestras de agua marina superficial recolectadas en Marea baja y marea alta. Se obtuvieron muestras correspondientes a las tres estaciones principales y a los puntos complementarios previamente definidos en los sectores central y principal de la playa. El agua se recolectó en frascos de polipropileno de 500 ml, previamente esterilizados en autoclave a 121°C, aproximadamente 15 psi, durante 20 minutos. Los recipientes permanecieron cerrados hasta el momento de la toma para reducir el riesgo de contaminación externa. Las muestras se obtuvieron a una profundidad aproximada de 30 cm, evitando el contacto del recipiente con el fondo y la resuspensión deliberada del sedimento. Cada frasco fue rotulado con el código de la muestra, la estación, el estado de marea, la fecha y la hora de recolección. Después de la toma, los recipientes se almacenaron en contenedores térmicos con material refrigerante, manteniendo una temperatura cercana a 4 °C. Las muestras se trasladaron al laboratorio y se procesaron dentro de un periodo máximo de seis horas. Estas condiciones se establecieron para conservar la integridad microbiológica durante el manejo, transporte y almacenamiento temporal, en concordancia con los principios generales de la ISO 5667-3:2024 (International Organization for Standardization [ISO], 2024).

6.5. Levantamiento y análisis del perfil de playa

El perfil de playa se determinó mediante tres transectos orientados perpendicularmente a la línea de costa, correspondientes a la Estación 1, Estación 2 y Estación 3 (Sector rocoso). Los perfiles transversales permiten representar la forma de la superficie costera y reconocer su variabilidad espacial y temporal mediante mediciones sucesivas efectuadas sobre líneas previamente definidas (Torres et al., 2024).

Las dos primeras estaciones se localizaron sobre sectores predominantemente arenosos, mientras que la tercera se ubicó en el sector rocoso y fue considerada como sitio de referencia ambiental. El establecimiento de perfiles transversales permite representar la configuración topográfica de la playa y comparar sus variaciones espaciales y temporales mediante mediciones sucesivas sobre una misma línea de observación.

Se realizaron seis levantamientos en condición de Marea baja, con una periodicidad aproximada de 15 días, los días 13 y 28 de abril, 13 y 28 de mayo, y 12 y 27 de junio de 2026. Las mediciones se efectuaron en Marea baja para mantener expuesta la mayor

extensión posible de la zona intermareal y conservar una condición mareal comparable entre las campañas. Los programas de monitoreo mediante perfiles recomiendan efectuar las mediciones cerca de las mareas más bajas para abarcar una mayor longitud de la playa y registrar los cambios topográficos de forma periódica (University of Maine Cooperative Extension, 2021). El monitoreo repetido sobre transectos definidos permite reconocer cambios en la forma del perfil durante el periodo evaluado.

Para el levantamiento se utilizaron dos estacas verticales de 2 m de longitud, un cabo, cinta métrica y nivel de mano. Las estacas fueron colocadas consecutivamente sobre la línea del transecto, manteniendo entre ellas una separación horizontal de 8 m. El cabo se tensó entre ambas estacas y se verificó su horizontalidad mediante el nivel de mano. Una vez nivelado, se registró la altura vertical comprendida entre la superficie del sustrato y la línea horizontal definida por el cabo.

En las estaciones 1 y 2 se establecieron ocho puntos de medición, distribuidos desde los 0 hasta los 56 m, con intervalos constantes de 8 m. En la Estación 3 se registraron seis puntos, comprendidos entre los 0 y 40 m. El menor número de mediciones en esta estación respondió a la discontinuidad del sustrato y a la presencia de formaciones rocosas que limitaron la extensión del transecto.

En cada muestreo se obtuvieron 22 lecturas: ocho en la Estación 1, ocho en la Estación 2 y seis en la Estación 3. En total, los seis levantamientos comprendieron 132 registros verticales, manteniendo la misma ubicación relativa de los puntos y el mismo intervalo de separación durante el periodo de estudio.

Las lecturas obtenidas se transformaron en cotas relativas, asignando un valor de 0,00 m al primer punto de cada estación y campaña. La cota de los puntos restantes se calculó mediante:

$$Z_i = L_1 - L_i$$

donde:

- Z_i correspondió a la cota relativa del punto evaluado;
- L_1 representó la lectura registrada en el primer punto;
- L_i correspondió a la lectura vertical del punto analizado.

Este procedimiento permitió normalizar los levantamientos y comparar la configuración de los perfiles entre campañas. Las cotas obtenidas representaron diferencias relativas de elevación dentro de cada transecto y no altitudes absolutas referidas al nivel medio del mar.

La pendiente relativa entre puntos consecutivos se calculó mediante:

$$P(\%) = \frac{\Delta Z}{\Delta X} \times 100$$

donde ΔZ correspondió a la diferencia de cota entre dos puntos consecutivos y ΔX a la separación horizontal de 8 m.

Los registros se organizaron por estación, campaña de muestreo, distancia y punto de medición. Para cada posición se calcularon el promedio, valor mínimo, valor máximo, rango temporal y desviación estándar. Posteriormente, los perfiles se representaron gráficamente relacionando la distancia horizontal con la cota relativa. La comparación entre los seis muestreos permitió describir las variaciones de la configuración y pendiente de la playa e identificar cambios relativos de elevación compatibles con procesos de acumulación sedimentaria durante el periodo estudiado. Los perfiles de playa constituyen una herramienta útil para documentar la variabilidad de la superficie costera y apoyar la interpretación de sus cambios morfológicos a través del tiempo (Torres et al., 2024).

6.6. Muestreo y análisis granulométrico del sedimento

La composición granulométrica del sedimento intermareal se evaluó durante seis campañas de muestreo efectuadas el 20 de abril, 5 y 20 de mayo, 4 y 19 de junio y 4 de

julio de 2026. En cada campaña se recolectaron muestras en las estaciones E1, E2 y E3 —esta última considerada como sector rocoso o referencia ambiental— bajo condiciones de Marea baja y marea alta.

Se obtuvo una muestra de 1 kg de sedimento por cada combinación de estación y nivel mareal, lo que representó seis muestras por campaña: tres correspondientes a Marea baja y tres a Marea alta (Mishra et al., 2024). En total, se procesaron 36 muestras, equivalentes a una masa acumulada de 36 kg de sedimento. Cada muestra se identificó mediante un código que integró el sitio de estudio, la estación, el número de muestreo y la condición de marea, con el propósito de mantener su trazabilidad durante el procesamiento y análisis.

La distribución del tamaño de las partículas se determinó mediante tamizado en seco, procedimiento basado en la separación gravimétrica del sedimento en intervalos de tamaño definidos. Esta técnica es ampliamente utilizada para caracterizar sedimentos arenosos de ambientes costeros, debido a que permite cuantificar la masa retenida en cada fracción y construir la correspondiente distribución granulométrica (ASTM International, 2025).

Para cada muestra se utilizó una masa base de 1.000 g, la cual fue distribuida en una serie de tamices ordenados de mayor a menor abertura. Las fracciones consideradas fueron:

- Mayor de 2,00 mm: grava y bioclastos.
- Entre 1,00 y 2,00 mm: arena muy gruesa.
- Entre 0,50 y 1,00 mm: arena gruesa.
- Entre 0,25 y 0,50 mm: arena media.
- Entre 0,125 y 0,25 mm: arena fina.
- Entre 0,063 y 0,125 mm: arena muy fina.
- Menor de 0,063 mm: limo y arcilla.

Después del tamizado, el material retenido en cada fracción se recuperó y pesó individualmente. Se verificó el balance de masa mediante la suma de todas las fracciones, comprobando su correspondencia con la masa base utilizada para cada muestra.

El porcentaje retenido en cada tamiz se calculó mediante la expresión:

$$Ri(\%) = \frac{Mi}{M} \times 100$$

donde:

- Ri correspondió al porcentaje retenido en la fracción i ;
- mi representó la masa retenida en esa fracción, expresada en gramos;
- M correspondió a la masa total de la muestra, equivalente a 1.000 g.

El porcentaje de arena total se obtuvo mediante la suma de las fracciones comprendidas entre 0,063 y 2,00 mm:

$$\textbf{Arena total } (\%) = \frac{\sum m_{\text{arena}}}{M} \times 100$$

De manera complementaria, se calcularon el porcentaje retenido acumulado y el porcentaje pasante mediante:

$$P(\%) = 100 - R_{\text{acumulado}}$$

donde P representó el porcentaje de material con un diámetro inferior a la abertura del tamiz correspondiente.

Con los porcentajes pasantes se elaboraron las curvas granulométricas acumuladas, representando la abertura de los tamices en escala logarítmica y el porcentaje pasante en el eje vertical. A partir de estas curvas se determinaron, mediante interpolación, los diámetros efectivos D_{10} , D_{30} , D_{50} , y D_{60} . El valor D_{50} se utilizó como descriptor del diámetro mediano del sedimento y como apoyo para su clasificación textural.

Asimismo, se calcularon el coeficiente de uniformidad y el coeficiente de curvatura como parámetros complementarios de la distribución granulométrica:

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

$$C_u = \frac{D_{30}^2}{D_{10} \times D_{60}}$$

donde C_u expresó la amplitud relativa de la distribución de tamaños y C_c describió la forma de la curva granulométrica.

Para el análisis espacial, los resultados se organizaron de acuerdo con la estación y la condición de marea. Para la síntesis temporal, las masas retenidas de las seis muestras correspondientes a cada campaña fueron sumadas analíticamente, obteniéndose una masa de referencia de 6.000 g por fecha. Esta integración se utilizó para elaborar una distribución granulométrica general por muestreo y no implicó la mezcla física de las muestras recolectadas.

La clasificación interpretativa del sedimento se estableció considerando la fracción predominante y el diámetro mediano obtenido en cada muestreo. La fracción menor de 0,063 mm se reportó conjuntamente como limo y arcilla, debido a que la matriz no contempló su diferenciación mediante métodos de sedimentación, hidrómetro o difracción láser.

6.7. Deriva superficial asociada al transporte potencial de sólidos suspendidos

La deriva superficial se evaluó mediante una botella derivante artesanal, utilizada como trazador del desplazamiento del agua en la zona de rompiente. El procedimiento se sustentó en un enfoque lagrangiano simplificado, en el cual se siguió el movimiento de un objeto flotante durante un intervalo determinado para estimar la dirección y la velocidad media del desplazamiento superficial. Los derivadores constituyen herramientas empleadas para examinar trayectorias, dispersión y variaciones espaciales de las corrientes superficiales en ambientes costeros (Kim et al., 2024; Teppala et al., 2025).

Se efectuaron seis campañas de campo los días 13 y 28 de abril, 13 y 28 de mayo, y 12 y 27 de junio de 2026. En cada campaña se realizaron mediciones en las estaciones E1, E2 y E3, durante condiciones de Marea baja y marea alta. El diseño comprendió una medición por cada combinación de campaña, estación y condición mareal, para un total de 36 registros:

$$6 \text{ campañas} \times \text{estaciones} \times 2 \text{ condiciones de marea} = 36 \text{ registros}$$

Las mediciones de Marea baja se efectuaron a las 06:30, 07:30, 06:40, 08:00, 06:50 y 08:20, respectivamente; mientras que las correspondientes a Marea alta se realizaron a las 09:30, 10:30, 09:40, 11:00, 09:50 y 11:20. Las estaciones se mantuvieron georreferenciadas bajo el sistema WGS 84 para asegurar la correspondencia espacial entre campañas.

El dispositivo estuvo conformado por una botella convencional sujeta a un cabo, el cual permaneció sin tensión durante cada medición y fue utilizado únicamente para conservar el control del dispositivo y facilitar su recuperación. La botella se liberó desde un punto previamente establecido dentro de la zona de influencia del oleaje, procurando no ejercer fuerza sobre el cabo ni modificar su desplazamiento natural. En cada medición se registró el tiempo transcurrido desde la liberación de la botella hasta su retorno a la línea de costa. Además, se midió la distancia comprendida entre el punto de lanzamiento y el punto de llegada, y se consignó la dirección observada del recorrido mediante puntos cardinales e intercardinales. El mismo criterio de medición se mantuvo en las tres estaciones y en las dos condiciones de marea.

Los tiempos registrados en minutos decimales se transformaron a segundos mediante la expresión:

$$t_s = t_{min} \times 60$$

donde:

t_s correspondió al tiempo expresado en segundos;

t_{min} representó el tiempo registrado en minutos decimales

La velocidad media de deriva se calculó mediante:

$$V = \frac{d}{t}$$

donde:

V correspondió a la velocidad media de desplazamiento, expresada en metros por segundo;

d representó la distancia entre el punto de liberación y el punto de llegada, expresada en metros;

t correspondió al tiempo de desplazamiento, expresado en segundos.

Para facilitar la interpretación de los valores, la velocidad también se expresó en centímetros por segundo:

$$V_{cm/s} = V_{m/s} \times 100$$

Los registros se organizaron por muestreo estación y condición de marea. Posteriormente, se calcularon los valores promedio de tiempo, distancia y velocidad para comparar el comportamiento de la deriva superficial entre Marea baja y marea alta, así como entre las estaciones evaluadas. La trayectoria y la velocidad de los derivadores pueden variar según la fase mareal y las condiciones locales del ambiente costero (Teppala et al., 2025).

La botella derivante fue considerada un indicador indirecto del movimiento superficial asociado al transporte potencial de materiales. Debido a que el dispositivo no contó con ancla de deriva, sensores de posicionamiento ni elementos diseñados para reducir el efecto del viento y del oleaje, su desplazamiento representó la acción conjunta del movimiento superficial del agua, las olas y el viento.

Las investigaciones con trazadores flotantes reconocen que la deriva superficial puede estar influida por procesos como las corrientes inducidas por el viento, la deriva de Stokes y el oleaje (Kim et al., 2024). Por consiguiente, es importante aclarar que este método

proporciona únicamente una estimación comparativa del movimiento superficial del agua. Esta técnica no constituye una evaluación directa ni cuantifica el transporte real de materiales, la concentración de sólidos suspendidos o las corrientes marinas reales subyacentes. Para su interpretación se emplearon exclusivamente las variables de tiempo, distancia, dirección y velocidad media de desplazamiento, limitando las interpretaciones hidrodinámicas de este estudio exclusivamente a la deriva superficial local.

6.8. Análisis estadístico

Finalmente, los datos obtenidos fueron organizados en matrices de abundancia, riqueza y variables ambientales utilizando Microsoft Excel®. Posteriormente se realizaron análisis descriptivos para caracterizar la comunidad de macroinvertebrados intermareales y las concentraciones de coliformes totales. Los índices ecológicos de Shannon-Wiener, Simpson y Pielou fueron empleados para evaluar la diversidad, dominancia y equidad de la comunidad.

La normalidad de los datos fue evaluada mediante la prueba de Shapiro-Wilk y, según el cumplimiento de los supuestos estadísticos, se aplicaron pruebas paramétricas o no paramétricas para comparar las estaciones de estudio. Finalmente, se realizaron análisis

de correlación y Análisis de Componentes Principales (ACP) con el propósito de explorar las asociaciones entre los indicadores biológicos, microbiológicos y las características físico-costeras registradas durante el estudio.

El procesamiento y análisis estadístico de los datos se realizaron utilizando el lenguaje de programación R, a través del entorno de desarrollo RStudio (versión 2026.24.2

7. CAPÍTULO IV

7.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

7.1.1. Identificar las comunidades de macroinvertebrados intermareales y las concentraciones de coliformes totales presentes en la playa de Chulluype mediante muestreos in situ, considerando su distribución espacial dentro del área de estudio.

7.1.1.1. Comunidades de Macroinvertebrados Intermareales

El análisis de las comunidades de macroinvertebrados intermareales permitió reconocer los patrones de distribución espacial y las variaciones asociadas con los niveles de marea en la playa de Chulluype. Para su caracterización se evaluaron de manera conjunta la abundancia acumulada, la densidad estandarizada, la riqueza taxonómica, el índice de diversidad de Shannon, el índice de Simpson expresado como 1-D y la equidad de Pielou. Los resultados corresponden a seis jornadas de muestreo realizadas en tres estaciones, dos niveles de marea y tres réplicas por combinación.

En total se analizaron 108 unidades de muestreo mediante cuadrantes de 0,50 m², equivalentes a una superficie acumulada de 54 m². Por cada combinación estación–nivel de marea se evaluaron 18 cuadrantes, correspondientes a un área acumulada de 9 m². Las cantidades presentadas representan registros acumulados durante las seis jornadas de muestreo. Por lo tanto, no deben interpretarse como una estimación del tamaño poblacional ni como 1.492 organismos únicos presentes simultáneamente en la playa.

7.1.1.1.2 Composición taxonómica y especies identificada

Tabla 2. *Identificación de especies Macroinvertebrados Intermareales*

N. °	Especie / taxón	Grupo taxonómico referencial	Imagen del espécimen
1	<i>Coenobita compressus</i>	Crustacea / Decapoda	

2

Uca sp.

Crustacea / Decapoda



3

Dolabrifera sp.

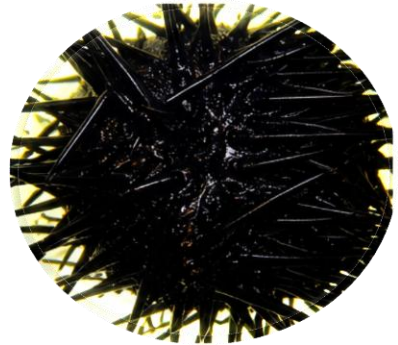
Mollusca / Gastropoda



4

Echinometra vanbrunti

Echinodermata /
Echinoidea



-
- 5 *Pseudochama corrugata* Mollusca / Bivalvia



-
- 6 *Chiton stokesii* Mollusca /
Polyplacophora



-
- 7 *Fissurella macrotrema* Mollusca / Gastropoda



8

Siphonaria maura

Mollusca / Gastropoda



9

Heliaster cumingi

Echinodermata /
Asteroidea



10

*Pachygrapsus
transversus*

Crustacea / Decapoda



11 *Ocypode gaudichaudii* Crustacea / Decapoda



12 *Ophiocomella alexandri* Echinodermata /
Ophiuroidea



Nota: Se identificaron 12 taxones de macroinvertebrados intermareales mediante observación directa, estereomicroscopía y consulta de claves taxonómicas especializadas.

7.1.1.1.2.1. Clasificación de los 12 taxones registrados

De los 12 taxones registrados, la mayoría corresponde a 10 organismos bentónicos intermareales asociados al sustrato. *Coenobita compressus* y *Ocypode gaudichaudii* constituyen casos particulares debido a su comportamiento supralitoral y semiterrestre, respectivamente. La clasificación bentónica se establece de acuerdo con el hábito y la relación de cada taxón con el sustrato, por lo que únicamente los organismos que

cumplen esta condición son considerados bentónicos; aquellos que presentan otros hábitos ecológicos se mantienen dentro del conjunto general de macroinvertebrados intermareales. Esta diferenciación permite realizar la comparación de la comunidad sin atribuir una condición bentónica a taxones que no la presentan y, al mismo tiempo, mantener una caracterización integral de los organismos registrados en el ambiente intermareal.

Clasificación de identificación de especies intermareales y bentónicas

Taxón	Clasificación	Observación
1. <i>Coenobita compressus</i>	No estrictamente bentónico	Intermareal/supralitoral; macroinvertebrado intermareal.
2. <i>Uca</i> sp.	Bentónico intermareal	Asociado directamente al sustrato y al ambiente intermareal.
3. <i>Dolabrifera</i> sp.	Bentónico intermareal	Asociado al sustrato rocoso/intermareal.
4. <i>Echinometra vanbrunti</i>	Bentónico intermareal	Echinodermo asociado al sustrato rocoso.
5. <i>Pseudochama corrugata</i>	Bentónico sésil	Bivalvo sésil asociado al sustrato.
6. <i>Chiton stokesii</i>	Bentónico intermareal	Molusco asociado al sustrato rocoso.
7. <i>Fissurella macrotrema</i>	Bentónico intermareal	Gasterópodo asociado al sustrato rocoso.
8. <i>Siphonaria maura</i>	Bentónico intermareal	Gasterópodo asociado al sustrato intermareal.
9. <i>Heliaster cumingi</i>	Bentónico intermareal	Equinodermo asociado al sustrato.

10. <i>Pachygrapsus transversus</i>	Bentónico/epibentónico intermareal	Crustáceo asociado al sustrato intermareal.
11. <i>Ocypode gaudichaudii</i>	No estrictamente bentónico	Supralitoral y semiterrestre; macroinvertebrado intermareal/supralitoral.
12. <i>Ophiocomella alexandri</i>	Bentónico intermareal	Ofiuroideo asociado al sustrato.

7.1.1.1.3 Resultados

Se contabilizaron 1.492 registros de individuos pertenecientes a 12 taxones de macroinvertebrados intermareales. La abundancia se distribuyó de manera heterogénea entre las estaciones, con una marcada concentración en E3, correspondiente al sector rocoso.

Tabla 3. Estructura comunitaria e índices ecológicos de los macroinvertebrados intermareales según la estación y el nivel de marea en la playa de Chulluype.

Estación	Nivel de marea	Abundancia acumulada	Densidad ind/m ²	Riqueza	Shannon H'	Pielou J'	Simpso m 1-D
E1	Marea alta	8	0,89	2	0,662	0,954	0,469
E1	Marea baja	13	1,44	3	0,790	0,719	0,462
E2	Marea alta	109	12,11	3	1,070	0,974	0,648
E2	Marea baja	138	15,33	3	1,054	0,959	0,635
E3	Marea alta	571	63,44	11	2,348	0,979	0,900
E3	Marea baja	653	72,56	12	2,430	0,978	0,908

Nota: E1, E2 y E3 corresponden a las estaciones de muestreo. La abundancia acumulada representa el total de individuos registrados durante los seis muestreos; la densidad se expresa en individuos por metro cuadrado —ind/m²—; la riqueza corresponde al número de taxones registrados; H' representa el índice de diversidad de Shannon; J', la equidad de Pielou; y 1-D, el índice de diversidad de Simpson. Los valores más cercanos a uno en Pielou indican una distribución más uniforme de los individuos, mientras que valores elevados de Simpson 1-D representan una mayor diversidad y menor dominancia taxonómica.

Fuente: Elaboración de autor a partir de los datos de campo procesados en (RStudio, 2026).

La estación E3 acumuló 1.224 registros, equivalentes al 82 % del total. E2 reunió 247 registros, correspondientes al 16,6 %, mientras que E1 presentó 21 registros, equivalentes al 1,4 %. La densidad conjunta fue de 68,00 ind/m² en E3, 13,72 ind/m² en E2 y 1,17 ind/m² en E1.

Estos valores evidencian que la variación entre estaciones fue considerablemente mayor que la observada entre Marea baja y marea alta. El patrón espacial no se originó en un único evento, sino que se mantuvo en las seis jornadas registradas en la matriz. Según los datos por fecha, en E3 se contabilizaron entre 91 y 97 individuos por jornada en Marea alta y entre 107 y 111 en Marea baja, considerando las tres réplicas correspondientes a cada jornada.

7.1.1.1.3. Composición taxonómica

Los taxones con mayor abundancia acumulada fueron *Ocypode gaudichaudii*, con 232 registros —15,5 %—; *Uca* sp., con 192 —12,9 %—; y *Pachygrapsus transversus*, con 190 —12,7%—. En conjunto, estos tres crustáceos representaron aproximadamente el 41,2 % de la abundancia total. La composición observada mostró diferencias notables entre las estaciones. En E1 y E2 se registró un conjunto reducido de crustáceos, principalmente *Uca* sp., *P. transversus* y *O. gaudichaudii*. Por el contrario, E3 concentró crustáceos, moluscos y equinodermos, incluyendo organismos móviles, adheridos y asociados directamente con superficies rocosas.

En E3 durante la Marea alta se registraron 11 taxones. El taxón más abundante fue *Coenobita compressus*, con 82 individuos, seguido de *P. transversus*, con 70, y de *Uca* sp. y *Pseudochama corrugata*, con 60 individuos cada uno. Durante la Marea baja se registraron los 12 taxones considerados en la matriz, destacándose *Fissurella macrotrema*, con 83 registros; *P. corrugata*, con 80; y *Siphonaria maura*, con 68.

La diferencia de riqueza entre los niveles de marea de E3 estuvo asociada con *S. maura*, registrada en Marea baja, pero ausente en la Marea alta dentro de la matriz analizada. Este resultado puede reflejar un patrón de zonación intermareal o una diferencia en la exposición y detectabilidad del organismo. Sin embargo, no permite establecer por sí solo una preferencia definitiva, debido a que no se evaluaron experimentalmente los factores que determinan su presencia.

7.1.1.1.4 Abundancia y densidad

La abundancia acumulada fue mayor durante la Marea baja en las tres estaciones. El aumentó de 8 registros en Marea alta y 13 en Marea baja; E2 pasó de 109 a 138; y E3 de 571 a 653. Al agrupar las estaciones, se contabilizaron 804 registros durante la Marea baja y 688 durante la marea alta.

En términos relativos, la abundancia de Marea baja fue 16,9 % superior a la observada en marea alta. La densidad conjunta alcanzó 29,78 ind/m² en Marea baja y 25,48 ind/m² en marea alta.

Esta tendencia puede relacionarse con la mayor superficie intermareal expuesta durante la Marea baja, condición que facilita el acceso a grietas, cavidades y superficies que permanecen sumergidas durante fases de mayor nivel del mar. También puede aumentar la detectabilidad de organismos adheridos o de movilidad reducida. No obstante, como la comparación estadística presentada no mostró diferencias significativas, este comportamiento debe describirse como una tendencia y no como un efecto comprobado del nivel de marea.

La mayor abundancia observada en E3 es coherente con su condición de zona rocosa. Los sustratos de esta naturaleza presentan una mayor complejidad estructural, conformada por grietas, desniveles, cavidades, superficies de fijación y espacios capaces de conservar humedad. Estos elementos incrementan la disponibilidad de microhábitats y pueden favorecer la coexistencia de organismos con diferentes hábitos ecológicos. En este

contexto, los 653 registros de E3 en Marea baja no corresponden a un único cuadrante ni a una sola jornada. Representan la suma de 18 cuadrantes y un área acumulada de 9 m², equivalente a un promedio de 36,3 individuos por cuadrante de 0,50 m². En marea alta, los 571 registros representan un promedio de 31,7 individuos por cuadrante. Presentados en función del esfuerzo de muestreo, estos valores resultan ecológicamente plausibles para un ambiente rocoso con alta disponibilidad de refugios y superficies de colonización.

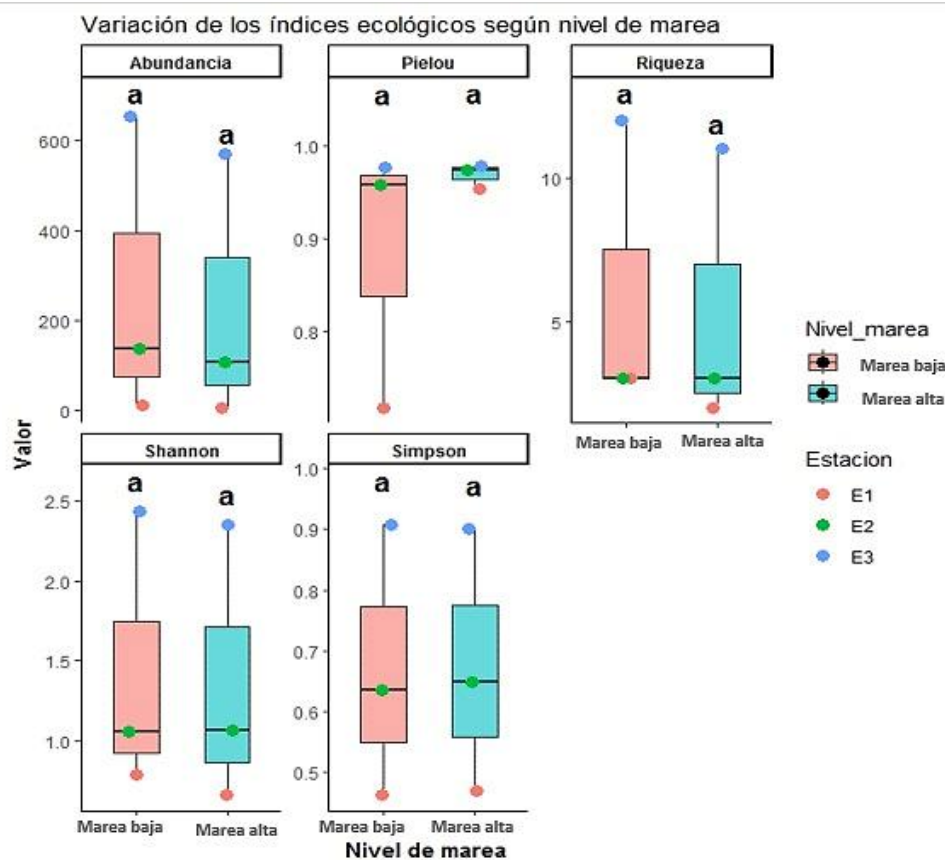
7.1.1.1.5. Riqueza taxonómica

La riqueza específica presentó diferencias entre las estaciones evaluadas, registrándose el mayor número de especies en la estación E3, seguida por E2 y E1. Este comportamiento refleja la composición taxonómica observada durante el periodo de muestreo y evidencia una distribución heterogénea de las especies dentro del área de estudio. La riqueza elevada de E3 evidencia que este sector albergó un conjunto taxonómico más amplio. Esta diferencia puede asociarse principalmente con la heterogeneidad del ambiente rocoso, que ofrece condiciones para organismos que no suelen establecerse de la misma manera en sustratos más homogéneos. La riqueza, sin embargo, expresa únicamente el número de taxones y no considera la cantidad de individuos de cada uno.

7.1.1.1.6. Variación de la abundancia, riqueza e índices ecológicos de los macroinvertebrados intermareales entre Marea baja y marea alta.

Los puntos representan las estaciones de muestreo (E1, E2 y E3). Letras iguales indican ausencia de diferencias significativas entre niveles de marea (prueba de Wilcoxon, $p > 0,05$).

Figura 7. Variación de la abundancia acumulada, riqueza taxonómica, diversidad de Shannon, diversidad de Simpson 1-D y equidad de Pielou.



Nota: Los puntos representan las estaciones E1, E2 y E3. Las letras iguales indican que no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los niveles de marea mediante la prueba de Wilcoxon, con un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$.

Fuente: Elaboración autor a partir de los datos de campo procesados en (RStudio, 2026.)

La figura evidencia que la comunidad de macroinvertebrados intermareales registrada durante el periodo de estudio estuvo conformada por diferentes grupos taxonómicos distribuidos entre las tres estaciones de muestreo.

La composición específica varió espacialmente, observándose diferencias en la presencia y abundancia relativa de algunas especies entre estaciones.

La estación E3 registró el mayor número de especies e individuos durante el periodo de estudio; sin embargo, este comportamiento corresponde a una estación con características físicas diferentes a las demás, principalmente por el predominio de sustrato rocoso, mientras que E1 y E2 presentaron una mayor proporción de sedimentos arenosos. Por lo tanto, las diferencias observadas describen la estructura de las comunidades presentes en cada tipo de hábitat y no constituyen por sí mismas un indicador de mejor o peor calidad ecológica.

7.1.1.1.7 Índices de Diversidad Biológica

7.1.1.1.8 Índice de Shannon

El índice de Shannon considera tanto el número de taxones como la forma en que los individuos se distribuyen entre ellos. Los valores más bajos se registraron en E1, con 0,662 en Marea alta y 0,790 en Marea baja. E2 presentó valores intermedios y muy próximos entre sí, de 1,070 en Marea alta y 1,054 en Marea baja.

Los valores máximos correspondieron a E3, con 2,348 y 2,430, respectivamente. El incremento de Shannon en E3 se explica por la combinación de una riqueza elevada y una distribución comparativamente equilibrada de las abundancias. La comunidad no estuvo constituida únicamente por un elevado número de individuos, sino también por un mayor número de taxones con representaciones relativamente semejantes. En E1, el valor de Shannon fue ligeramente superior durante la Marea baja debido a que la riqueza aumentó de dos a tres taxones. Sin embargo, esta combinación presentó una distribución menos uniforme, ya que *O. gaudichaudii* concentró 9 de los 13 registros, equivalentes al 69,2 % de la abundancia.

En E2 ocurrió un comportamiento diferente. Aunque la abundancia fue mayor en Marea baja, Shannon disminuyó levemente de 1,070 a 1,054. Este resultado se debe a que *O. gaudichaudii* aumentó su representación relativa durante la Marea baja, concentrando 66 de los 138 registros, mientras que los otros dos taxones registraron 36 individuos cada uno. Por consiguiente, un incremento de abundancia no se tradujo automáticamente en un incremento de diversidad.

E3 presentó valores muy próximos entre niveles de marea. La Marea baja mostró una diversidad ligeramente superior como consecuencia de la presencia de los 12 taxones y de una distribución equilibrada entre ellos. La diferencia fue, no obstante, pequeña frente a la separación existente entre E3 y las demás estaciones.

7.1.1.1.9. Índice de Simpson

El índice de Simpson fue calculado mediante la expresión 1-D. En esta formulación, los valores cercanos a uno indican una mayor diversidad y una menor probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan al mismo taxón.

Se presentó valores de 0,469 en Marea alta y 0,462 en Marea baja. E2 alcanzó 0,648 y 0,635, respectivamente, mientras que E3 registró 0,900 en Marea alta y 0,908 en Marea baja. Los valores elevados de E3 confirman que la comunidad estuvo distribuida entre numerosos taxones, sin que uno solo concentrara una proporción excesiva de la abundancia. En cambio, los valores reducidos de E1 se relacionan con su baja riqueza y con la dominancia relativa de determinados crustáceos.

La ligera reducción de Simpson en E2 durante la Marea baja coincide con el aumento de la proporción de *O. gaudichaudii*. Esto demuestra en contexto que una mayor abundancia total no implica necesariamente una comunidad más diversa. La similitud de los patrones obtenidos mediante Shannon y Simpson fortalece de que E3 presentó una estructura comunitaria más diversa, mientras que E1 y E2 estuvieron constituidas por un conjunto más restringido de taxones.

7.1.1.1.10. Equidad de Pielou

La equidad de Pielou determina el grado de uniformidad con el que los individuos se distribuyen entre los taxones presentes. Sus valores se encuentran entre cero y uno, donde

los valores próximos a uno indican una distribución más equilibrada. E2 y E3 presentaron valores superiores a 0,95 en ambos niveles de marea. En E3 se registraron valores de 0,979 en Marea alta y 0,978 en Marea baja, lo que indica que la elevada riqueza no estuvo acompañada por una dominancia extrema.

En E2, Pielou alcanzó 0,974 en Marea alta y 0,959 en Marea baja. La reducción en Marea baja se relacionó con una mayor representación de *O. gaudichaudii*, aunque la distribución general continuó siendo relativamente equilibrada. La principal excepción correspondió a E1 durante la Marea baja, donde la equidad disminuyó a 0,719. Este resultado responde a la dominancia de *O. gaudichaudii*. En marea alta, E1 presentó una equidad elevada de 0,954, pero únicamente estuvieron presentes dos taxones.

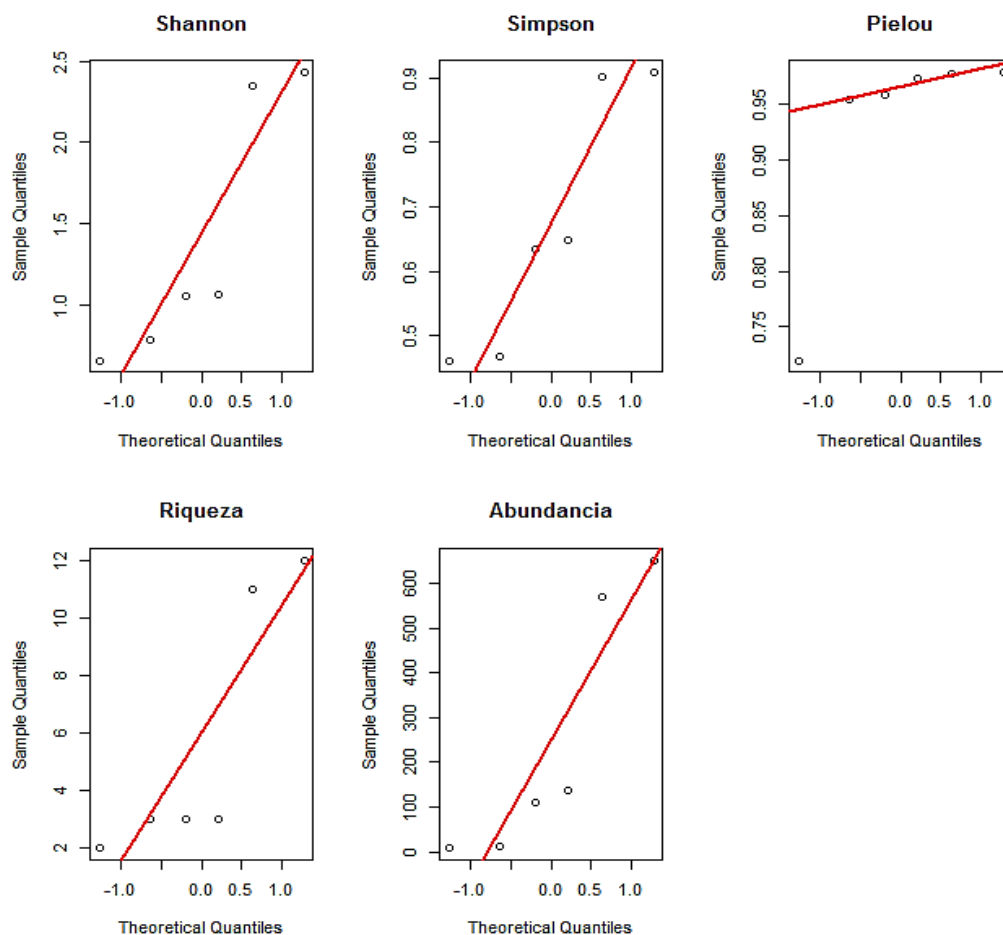
Este comportamiento demuestra que una equidad elevada no equivale necesariamente a una diversidad elevada. En E1-marea alta, los ocho individuos estuvieron distribuidos de manera relativamente uniforme entre *Uca* sp. y *P. transversus*, pero la riqueza continuó siendo reducida. Por esta razón, la equidad de Pielou no debe interpretarse de manera aislada, sino conjuntamente hacia la riqueza taxonómica y la abundancia, ya que un valor

elevado puede reflejar una distribución uniforme de los individuos aun cuando la comunidad esté conformada por pocos taxones y un número reducido de organismo.

7.1.1.11. Evaluación exploratoria de la distribución de los datos

Con el propósito de examinar de manera exploratoria la distribución de los indicadores ecológicos, se elaboraron gráficos de cuantiles teóricos —Q-Q plots— para la abundancia, la riqueza taxonómica y los índices de Shannon, Simpson y Pielou. Estos gráficos permitieron comparar la distribución observada de los datos con la distribución normal teórica, como se muestra en la **(Figura 8)**.

Figura 8. Gráficos de cuantiles teóricos de la abundancia, riqueza taxonómica e índices de Shannon, Simpson y Pielou de los macroinvertebrados intermareales registrados en la playa de Chulluype.



Fuente: Elaboración autor a partir de los datos procesados en (RStudio,

En la **(Figura 7)** ambos niveles de marea están identificados con la misma letra —“a”— para la abundancia, riqueza, Shannon, Simpson y Pielou. De acuerdo con la prueba de Wilcoxon presentada, no se obtuvo evidencia estadística suficiente para afirmar que los indicadores ecológicos difirieran entre Marea baja y marea alta, considerando un nivel de significancia de α 0,05. Descriptivamente, la Marea baja presentó mayor abundancia, densidad y riqueza, pero estas diferencias fueron inferiores a la variación existente entre las estaciones. Los puntos incluidos en la figura muestran que E3 mantuvo los valores máximos en ambos niveles de marea, E2 presentó valores intermedios y E1 los valores mínimos. En consecuencia, la posición y las características de las estaciones explicaron una proporción importante de la variabilidad observada.

Síntesis: La estructura de la comunidad de macroinvertebrados intermareales presentó una variación espacial más marcada que la variación asociada con el nivel de marea

Tabla 4. Variación de la abundancia acumulada, riqueza taxonómica e índices de Shannon, Simpson 1-D y Pielou de los macroinvertebrados intermareales entre Marea baja y Marea alta en la playa de Chulluype.

Estación	Nivel de marea	Abundancia acumulada	Densidad ind/m ²	Riqueza	Shannon H'	Pielou J'	Simpson 1-D
E1	Marea alta	8	0,89	2	0,662	0,954	0,469
E1	Marea baja	13	1,44	3	0,790	0,719	0,462
E2	Marea alta	109	12,11	3	1,070	0,974	0,648
E2	Marea baja	138	15,33	3	1,054	0,959	0,635
E3	Marea alta	571	63,44	11	2,348	0,979	0,900
E3	Marea baja	653	72,56	12	2,430	0,978	0,908

Nota: Una vez examinada de manera exploratoria la distribución de los datos, se comparan la abundancia, riqueza taxonómica y los índices ecológicos entre Marea baja y Marea alta mediante la prueba no paramétrica de Wilcoxon. Los resultados de esta comparación se presentan en la (Figura 11).

8.1.1.2 Coliformes totales

El análisis de coliformes totales permitió caracterizar la variación microbiológica del agua en las estaciones evaluadas de la playa de Chulluype y examinar su comportamiento según el nivel de marea y la proximidad a los puntos de descarga identificados. Para este componente se analizaron ocho muestras de agua, cuyos resultados fueron expresados en Número Más Probable por cada 100 ml —NMP/100 mL—. Se recolectaron seis muestras en las estaciones E1, E2 y E3: tres durante la Marea baja y tres durante la marea alta. Adicionalmente, se analizaron dos muestras tomadas en los puntos de descargas

observadas asociados con la estación E1, punto A —E1-A—, y la estación E2, punto B —E2-B—.

Esta distribución permitió comparar las concentraciones registradas en el agua de la playa bajo diferentes condiciones de marea y reconocer posibles variaciones localizadas en los sectores próximos a las descargas. Los resultados fueron interpretados de manera descriptiva e individual por estación, debido a que se contó con una muestra para cada combinación entre estación y condición de muestreo. En consecuencia, las diferencias observadas representan patrones puntuales de concentración y no deben considerarse, por sí solas, evidencia estadística de un efecto causado exclusivamente por la marea o por las descargas.

Tabla 5. *Concentraciones de coliformes totales registradas según el sitio y la condición de muestreo en la playa de Chullupe.*

Código de muestra	Sitio de muestreo	Condición	Coliformes totales
CH - E1 – BM - A	Estación 1-A	Marea baja	43 NMP/100 ml
CH - E2 – BM - B	Estación 2-B	Marea baja	3 NMP/100 ml
CH - E3 – BM - C	Estación 3-C	Marea baja	3,6 NMP/100 ml
CH - E1 – MM - A	Estación 1-A	Marea alta	75 NMP/100 ml
CH - E2 – MM - B	Estación 2-B	Marea alta	9,1 NMP/100 ml

CH - E3 – MM - C	Estación 3-C	Marea alta	≤3 NMP/100 ml
CH - E1 – D - A	Punto de Descarga Observado E1-A	Marea baja	21 NMP/100 ml
CH - E2 – D - B	Sector Central Punto de Descarga Observado E2-B	Marea alta	75 NMP/100 ml

Nota: Los resultados se expresan en Número Más Probable por cada 100 ml de agua —NMP/100 mL. El valor ≤ 3 indica que la concentración se encontró por debajo del límite de reporte del método analítico.

Fuente: Resultados emitidos por el Laboratorio LAQM y datos del muestreo de campo, 2026.

Las concentraciones registradas variaron entre ≤ 3 y 75 NMP/100 ml. Los valores máximos correspondieron a Estación 1-A durante la Marea alta y al punto de descarga observado de Estación 2-B, ambos con 75 NMP/100 ml. El resultado más bajo se obtuvo en Estación 3-C durante la Marea alta, donde la concentración fue reportada como inferior a ≤ 3 NMP/100 mL.

El resultado ≤ 3 NMP/100 indica que la concentración se encontró por debajo del límite de cuantificación del método. El valor de 3 empleado en la hoja de cálculo se utilizó exclusivamente para su representación gráfica y no debe interpretarse como la concentración exacta de la muestra.

La mediana del conjunto de resultados fue de 15,05 NMP/100 mL. La media aproximada fue de 29,1 NMP/100 mL cuando el resultado ≤ 3 fue representado numéricamente como 3. La diferencia entre la media y la mediana evidencia una distribución asimétrica, determinada principalmente por los dos resultados de 75 NMP/100mL.

8.1.1.2.1 Concentraciones registradas durante la Marea baja

Durante la Marea baja se obtuvieron concentraciones de 43 NMP/100 mL en E1-A, 3 NMP/100 mL en E2-B y 3,6 NMP/100 mL en E3-C. La mediana para esta condición fue de 3,6 NMP/100 mL, mientras que los resultados oscilaron entre 3 y 43 NMP/100 mL.

La concentración de E1-A fue considerablemente superior a las registradas en E2-B y E3-C. Por tanto, el comportamiento microbiológico durante la Marea baja no fue uniforme en toda el área de estudio. El resultado de E1-A determinó gran parte de la variabilidad observada, mientras que E2-B y E3-C presentaron concentraciones reducidas y próximas entre sí.

Este patrón indica que las concentraciones de coliformes totales estuvieron condicionadas principalmente por las características particulares de cada punto de muestreo. Entre los factores que pueden intervenir se encuentran la cercanía a fuentes de aporte, la circulación local del agua, la dilución y la acumulación temporal de materia orgánica. Sin embargo, los resultados disponibles no permiten establecer cuál de estos factores explicó específicamente la concentración registrada en E1-A.

8.1.1.2.3. Concentraciones registradas durante la marea alta

En Marea alta se registraron 75 NMP/100 mL en E1-A, 9,1 NMP/100 mL en E2-B y ≤ 3 NMP/100 mL en E3-C. La mediana fue de 9,1 NMP/100 mL y se observó una mayor amplitud de concentraciones en comparación con la Marea baja.

E1-A volvió a presentar el valor más elevado, mientras que E3-C registró la concentración más baja. Por consiguiente, la dispersión observada durante la Marea alta se produjo principalmente por la diferencia entre estas dos estaciones y no por un incremento generalizado de coliformes totales en toda la playa.

Al comparar cada estación entre niveles de marea, E1-A aumentó de 43 NMP/100 mL en Marea baja a 75 NMP/100 mL en marea alta. E2-B aumentó de 3 a 9,1 NMP/100 mL. En contraste, E3-C disminuyó de 3,6 NMP/100 mL a un resultado inferior a 3 NMP/100 mL.

Debido a que las tres estaciones no mostraron la misma respuesta, no puede afirmarse que la Marea alta haya generado un aumento uniforme de los coliformes totales. Los resultados muestran una variación descriptiva entre niveles de marea, pero también evidencian que la localización de las estaciones tuvo una influencia importante en las concentraciones registradas.

8.1.1.2.4. Análisis de los puntos de descarga observados Estación 1-A y

Estación 2-B

Las muestras tomadas en los puntos de descarga observada mostraron comportamientos diferentes. En el punto de descarga observado asociado con Estación 1-A se obtuvo una concentración de 21 NMP/100 mL, mientras que en el punto de descarga observado de Estación 2-B se registraron 75 NMP/100 mL. En Estación 1-A, el valor del punto de

descarga observado fue inferior a las concentraciones registradas en el agua de la playa durante la Marea baja —43 NMP/100 mL— y la Marea alta—75 NMP/100 mL—. Este resultado indica que, en el momento de la toma de la muestra, el punto de descarga observado en Estación 1-A no presentó la concentración más elevada dentro de su sector.

En E2-B ocurrió un comportamiento diferente. El punto de descarga presentó 75 NMP/100 mL, valor considerablemente superior a los 3 NMP/100 mL obtenidos durante la Marea baja y a los 9,1 NMP/100 mL registrados durante la marea alta. Este patrón señala la presencia de una concentración localizada mayor en el punto de descarga E2-B. No obstante, un valor puntual de 75 NMP/100 mL no permite afirmar, por sí solo, que la descarga haya provocado un deterioro microbiológico generalizado en el área circundante. Sin embargo, este resultado evidencia una alteración localizada de la calidad microbiológica, potencialmente asociada con posibles aportes de origen antrópico y descargas observadas.

Las diferencias observadas entre el punto de descarga y las muestras obtenidas en el agua de playa podrían explicarse por procesos de mezcla, dilución y dispersión posteriores al

ingreso del aporte al medio marino. La mediana del conjunto de resultados fue de 15,05 NMP/100 mL. La media aproximada fue de 29,1 NMP/100 mL cuando el resultado ≤ 3 fue representado numéricamente como (3). La diferencia entre la media y la mediana evidencia una distribución asimétrica, determinada principalmente por los dos resultados de 75 NMP/100 mL.

8.1.1.2.5. Variación espacial entre estaciones

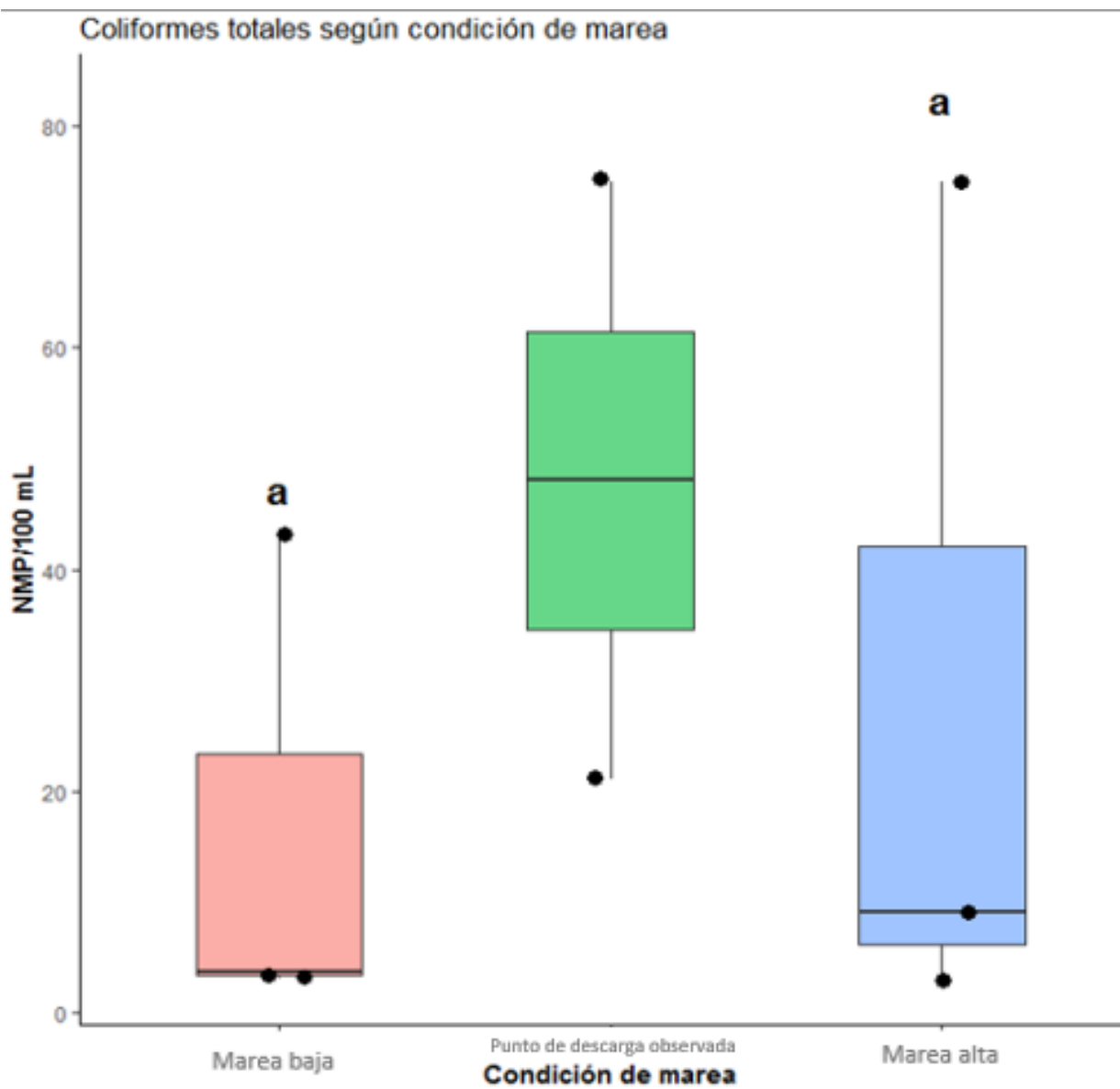
La distribución de los coliformes totales mostró un patrón espacial claramente diferenciado. E1-A presentó las concentraciones más elevadas en los dos niveles de marea, con 43 NMP/100 mL en Marea baja y 75 NMP/100 mL en marea alta. E2-B presentó concentraciones relativamente bajas en el agua de la playa, pero alcanzó el valor máximo en su punto de descarga. E3-C mantuvo los resultados más bajos en ambos niveles de marea.

El comportamiento de E3-C fue consistente con su condición de estación de referencia rocosa, debido a que presentó 3,6 NMP/100 mL durante la Marea baja y ≤ 3 NMP/100 mL durante la marea alta. Sin embargo, los resultados no permiten atribuir estas bajas concentraciones exclusivamente a una menor influencia antropogénica. También pueden

intervenir la exposición al oleaje, la circulación del agua, la distancia respecto de las fuentes de aporte y la capacidad de dilución del sector.

En consecuencia, la variación entre estaciones fue más evidente que la variación general entre Marea baja y marea alta. Este resultado indica que las características particulares de cada sector desempeñaron un papel importante en la distribución de los coliformes totales. Las concentraciones de coliformes totales registradas en la playa de Chulluype fueron agrupadas según las condiciones de Marea baja, Marea alta y descarga observada, con la finalidad de representar su distribución y variabilidad entre las condiciones evaluadas. Los resultados se presentan en la **(Figura 9)**.

Figura 9. Variación de las concentraciones de coliformes totales según la condición de marea y los puntos de Punto de Descarga Observada en la playa de Chulluype



Nota: *La Marea baja y la Marea alta comprenden los registros obtenidos en las estaciones E1-A, E2-B y E3-C, mientras que la Punto de Descarga Observada corresponde a los puntos ubicados en E1-A y E2-B. Las letras iguales indican que no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las condiciones identificadas con la misma letra, considerando un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$.*

Fuente: *Elaboración autor a partir de los resultados de laboratorio procesados en (RStudio, 2026).*

Entre las condiciones de Marea baja, Marea alta y Punto de Descarga Observada en la playa de Chullupe. Se observa que los valores registrados durante Marea alta presentaron una mayor dispersión, con concentraciones comprendidas entre 3 y 75 NMP/100 mL, mientras que en marea baja los valores oscilaron entre 3 y 43 NMP/100 mL. Por su parte, las muestras correspondientes a los Puntos de Descargas Observadas presentaron concentraciones intermedias, con valores de 21 y 75 NMP/100 mL.

El nivel de marea no ejerció una influencia significativa sobre las concentraciones de coliformes totales. Sin embargo, la elevada dispersión observada, principalmente en marea alta, indica que otros factores representan intervención.

8.1.2. Caracterizar las condiciones físico-costeras de la playa de Chulluype mediante el análisis del perfil de playa, la composición granulométrica del sedimento y la estimación de la deriva superficial asociada a la dinámica ambiental del sistema costero.

8.1.2.1. Análisis e interpretación del perfil de playa

El análisis del perfil de la playa de Chulluype permitió caracterizar la configuración morfológica de las estaciones 1, 2 y 3 durante seis levantamientos realizados en condiciones de Marea baja. En las estaciones 1 y 2 se evaluaron ocho puntos separados cada 8 m, cubriendo una longitud de 56 m, mientras que en la estación 3 se registraron seis puntos a lo largo de 40 m, de acuerdo con la configuración rocosa del sector.

Las mediciones fueron expresadas mediante cotas relativas, tomando el primer punto de cada transecto como referencia de 0,00 m. De esta manera, la secuencia de valores permitió representar los cambios de nivel presentes a lo largo de cada estación y comparar la forma mantenida durante los seis muestreos.

8.1.2.3. Resultados

Tabla 6. *Parámetros morfológicos del perfil de playa por estación de muestreo en la playa de Chulluype.*

Estación	Promedio global	Rango global	Máxima variación temporal	Máxima pendiente relativa
E1	1,450 m	0,32 m	0,04 m	3,00 %
E2	1,440 m	0,34 m	0,04 m	2,50 %
E3	1,532 m	0,23 m	0,04 m	0,88 %

Nota: Las estaciones 1 y 2 presentaron promedios globales similares, con valores de 1,450 y 1,440 m, respectivamente. Sin embargo, sus perfiles mostraron configuraciones diferentes a lo largo de los transectos. La estación 3 alcanzó el promedio global más elevado, con 1,532 m, y presentó el menor rango espacial y la menor pendiente relativa.

Fuente: Elaboración autor a partir de los resultados emitidos en estaciones de muestreo.

8.1.2.4. Estación 1

La estación 1 presentó un perfil caracterizado por una disminución inicial de la cota y una recuperación progresiva hacia el extremo final del transecto. Desde el punto de referencia P1, la superficie descendió hasta aproximadamente $-0,23$ m en P2. Entre P2 y P5 se mantuvo un sector relativamente deprimido, con cotas promedio comprendidas entre $-0,19$ y $-0,23$ m.

A partir de P6 se observó una recuperación del perfil hacia el nivel inicial. P6 y P7 registraron cotas cercanas a 0,00 m, mientras que P8 alcanzó aproximadamente 0,06 m respecto al punto de referencia. Esta configuración describe un sector central de menor elevación relativa, seguido de un ascenso hacia la parte final del transecto.

El rango global de la estación fue de 0,32 m y la máxima pendiente relativa alcanzó 3,00 %, siendo la mayor entre las tres estaciones. Los promedios obtenidos en los seis levantamientos variaron entre 1,434 y 1,466 m. La variación temporal de cada punto se mantuvo entre 0,03 y 0,04 m, conservándose el patrón general del perfil durante el periodo analizado.

8.1.2.5. Estación 2

La estación 2 presentó una configuración más irregular a lo largo de los 56 m evaluados. Desde P1 se registró una cota aproximada de -0,10 m en P2, seguida de una disminución más marcada en P3, donde se alcanzó un valor cercano a -0,30 m.

En P4 se produjo una recuperación parcial hasta aproximadamente $-0,25$ m, mientras que P5 volvió a situarse cerca de $-0,10$ m. Posteriormente, P6 y P7 presentaron cotas alrededor de $-0,19$ m y el perfil finalizó en P8 con una nueva disminución hasta aproximadamente $-0,30$ m.

La sucesión de descensos y recuperaciones parciales evidencia una mayor variación longitudinal del terreno. La estación 2 presentó el mayor rango global, con $0,34$ m, y una pendiente relativa máxima de $2,50\%$. Sus promedios por muestreo oscilaron entre $1,428$ y $1,458$ m, mientras que la variación temporal por punto se mantuvo entre $0,03$ y $0,04$ m. La semejanza observada entre los seis levantamientos muestra que la configuración irregular de la estación 2 se mantuvo durante el periodo de estudio, especialmente en los sectores correspondientes a P3 y P8.

8.1.2.6. Estación 3

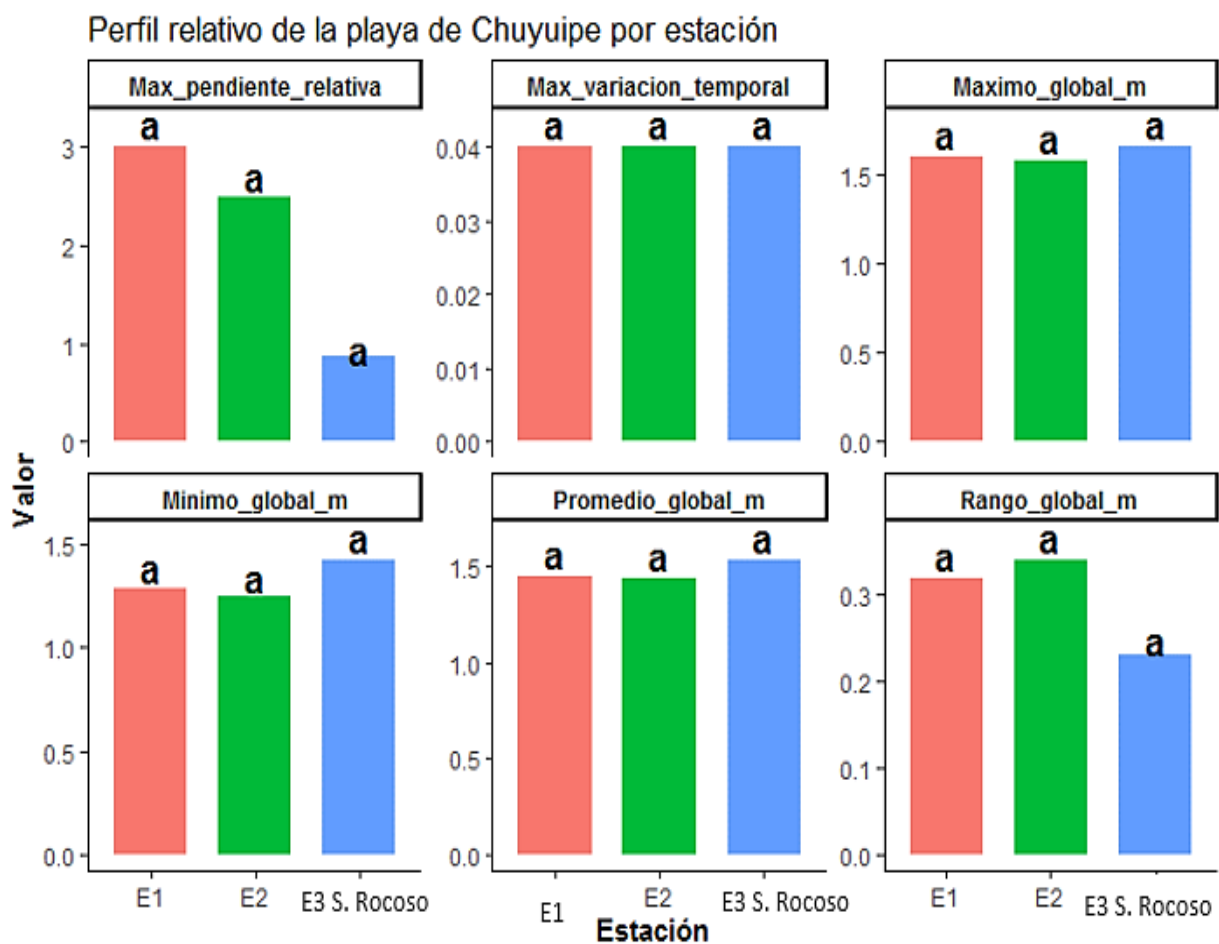
La estación 3 presentó una configuración gradual a lo largo de los 40 m evaluados. Desde P1 se observó un ligero ascenso relativo de aproximadamente $0,05$ m en P2. En P3, la superficie retornó a una cota cercana al punto inicial.

A partir de P3 se registró una disminución progresiva, alcanzando aproximadamente $-0,07$ m en P4, $-0,09$ m en P5 y $-0,14$ m en P6. Este comportamiento definió un perfil continuo, con un descenso gradual hacia la parte final del transecto.

La estación 3 presentó un rango global de $0,23$ m y una máxima pendiente relativa de $0,88$ %, valores inferiores a los registrados en las estaciones 1 y 2. Los promedios de los seis levantamientos variaron entre $1,513$ y $1,552$ m, mientras que la variación temporal de las mediciones se mantuvo entre $0,03$ y $0,04$ m. La menor pendiente relativa y la continuidad de las cotas caracterizaron a la estación 3 como el perfil de menor variación longitudinal dentro del tramo evaluado.

8.1.2.7. Comparación de los parámetros morfológicos del perfil relativo de la playa de Chulluype por estación.

Figura 10. Perfil relativo de la playa de Chulluype por estación



Nota: Se presentan los descriptores del perfil relativo de playa para las estaciones E1, E2 y E3 (Sector rocoso). Las letras iguales sobre las barras indican que no se registraron diferencias estadísticamente significativas entre estaciones ($p > 0,05$) para las variables evaluadas. E3 corresponde al sector rocoso considerado como estación de referencia ambiental.

Fuente: Elaboración autor a partir de los resultados de registros de campo procesados en (RStudio, 2026).

Perfil relativo de la playa de Chulluype por estación. Los resultados mostraron que las variables morfológicas evaluadas presentaron un comportamiento similar entre las estaciones E1, E2 y E3 (Sector rocoso). El promedio global del perfil osciló entre 1,44 y 1,53 m, mientras que el mínimo global varió entre 1,24 y 1,42 m y el máximo global entre 1,58 y 1,65 m. Asimismo, el rango global registró valores comprendidos entre 0,23 y 0,34 m, evidenciando una variación reducida en la morfología de la playa durante los seis levantamientos realizados. La máxima variación temporal fue constante (0,04 m) en las tres estaciones, indicando una estabilidad del perfil durante el periodo de estudio.

Por otra parte, la máxima pendiente relativa fue ligeramente mayor en la estación E1 (3,00 %), seguida de E2 (2,50 %) y E3 Sector Rcoso (0,88 %); sin embargo, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p > 0,05$), ya que todas las estaciones compartieron la misma letra (a). En conjunto, los resultados indican que la morfología de la playa permaneció relativamente homogénea entre las estaciones evaluadas, sin evidenciar cambios espaciales importantes en los parámetros analizados.

La ausencia de diferencias significativas en el perfil morfológico de la playa sugiere que la distribución de los macroinvertebrados no estuvo condicionada por cambios en la pendiente o en la forma del perfil costero durante el periodo de estudio. Se observó una asociación negativa muy elevada entre la pendiente relativa y los indicadores de estructura comunitaria; sin embargo, esta relación se interpreta con cautela debido al reducido número de unidades utilizadas en la correlación y a las diferencias estructurales entre las estaciones, particularmente el carácter rocoso de E3 (**Tabla 13**).

Esta relación indica que, dentro de los datos analizados, las estaciones con mayores valores de pendiente relativa presentaron menores valores biológicos, mientras que la estación E3 Sector Rocosó, que registró una pendiente relativa menor, concentró la mayor abundancia, riqueza y diversidad. Esta aparente discrepancia se explica porque la estructura de la comunidad no estuvo determinada únicamente por la inclinación del perfil, sino también por la heterogeneidad del sustrato.

En E3, la presencia de superficies rocosas, grava, bioclastos y fracciones sedimentarias gruesas proporcionó una mayor disponibilidad de refugios, espacios de fijación y microhábitats, favoreciendo el establecimiento de más organismos. Por tanto, la correlación negativa no significa que una menor pendiente provoque directamente una mayor diversidad, sino que refleja el patrón conjunto de las estaciones estudiadas y la influencia complementaria de las características sedimentarias y estructurales del hábitat.

En consecuencia, las variaciones observadas en la comunidad de macroinvertebrados podrían estar más asociadas con otros factores ambientales, como la granulometría del sedimento, el tipo de sustrato o las condiciones fisicoquímicas, que con la morfología de la playa.

8.1.2.7. Variación temporal de los perfiles

La variación temporal máxima fue de 0,04 m en las tres estaciones. Las líneas correspondientes a los seis levantamientos mantuvieron formas similares, evidenciando una permanencia de la configuración característica de cada transecto entre abril y junio de 2026.

En la estación 1 se mantuvo el sector central deprimido y la recuperación hacia P8. En la estación 2 persistieron las variaciones longitudinales entre los diferentes puntos, mientras que en la estación 3 se conservó el descenso gradual hacia el extremo final. Este comportamiento muestra que las principales diferencias morfológicas se presentaron entre estaciones, mientras que los cambios entre las fechas de muestreo fueron reducidos.

Finalmente, las estaciones 1 y 2, correspondientes a los sectores arenosos, presentaron una mayor amplitud de variación espacial. La estación 1 registró la pendiente relativa más elevada, mientras que la estación 2 alcanzó el mayor rango global y mostró la configuración longitudinal más irregular.

La estación 3, correspondiente al sector rocoso, presentó el menor rango espacial y la pendiente relativa más baja. Su perfil se caracterizó por una variación gradual, sin las recuperaciones y depresiones sucesivas observadas en las estaciones arenosas.

Aunque E1 y E2 registraron promedios globales semejantes, la distribución de las cotas demostró que sus formas fueron diferentes. Por consiguiente, la caracterización del perfil estuvo determinada por la secuencia espacial de los puntos y no únicamente por el promedio general de cada estación.

8.1.3. Análisis de la granulometría sedimentaria.

El análisis granulométrico comprendió 36 muestras de sedimento recolectadas durante seis muestreos en las estaciones E1, E2 y E3, tanto en Marea baja como en marea alta. Cada muestra estuvo constituida por 1.000 g de sedimento, distribuidos en siete fracciones granulométricas: grava o bioclastos, arena muy gruesa, arena gruesa, arena media, arena fina, arena muy fina y limo más arcilla.

De manera general, el sedimento de la playa de Chulluype estuvo constituido principalmente por arena, con un promedio de 92,55 %, mientras que la grava o los bioclastos representaron 5,30 % y la fracción de limo más arcilla alcanzó 2,15 %. La arena media fue la fracción predominante, con 37,20 %, seguida por la arena fina, con 23,02 %, y la arena gruesa, con 18,07 %. Esta composición permitió clasificar el sedimento como arena media con tendencia fina.

Tabla 7. Composición granulométrica del sedimento por estación de muestreo en la playa de Chulluype.

Estación	Grava o bioclastos	Arena muy gruesa	Arena gruesa	Arena media	Arena fina	Limo + arcilla	Arena muy fina	Arena total
E1	4,57 %	7,55 %	17,17 %	38 %	23,70 %	2,22 %	6,80 %	93,22 %
E2	4,22 %	7,15 %	16,52 %	38,6 %	24,30 %	2,27 %	6,95 %	93,52 %
E3	7,12 %	9,15 %	20,52 %	35 %	21,05 %	1,97 %	5,20 %	90,92 %

Fuente: Elaboración autor a partir de los datos de campo procesados en hojas de cálculo (Excel, 2026).

La comparación estadística mostró que E3 presentó valores significativamente superiores de grava o bioclastos, arena muy gruesa y arena gruesa respecto de E1 y E2 — $p \leq 0,05$ —. En contraste, las fracciones de arena media, arena fina, arena muy fina y limo más arcilla no presentaron diferencias significativas entre las estaciones — $p > 0,05$ —. Este patrón caracterizó a E3 como el sector con mayor representación de partículas gruesas y componentes bioclásticos, en correspondencia con su naturaleza rocosa. E1 y E2 mantuvieron una composición más homogénea, con predominio de las fracciones de arena media y fina.

Tabla 8. *Composición granulométrica del sedimento en Marea baja y Marea alta de la playa de Chulluype.*

Nivel de marea	Grava o bioclastos	Arena muy gruesa	Arena gruesa	Arena media	Arena fina	Arena muy fina	Limo + arcilla
Marea baja	5,70 %	8,43 %	18,95 %	36,40 %	21,95 %	6,29	2,28 %
Marea alta	4,90 %	7,47 %	17,18 %	38,00 %	24,08 %	6,35	2,02 %

Fuente: *Elaboración autor a partir de los datos de campo procesados en la hoja de cálculo (Excel, 2026).*

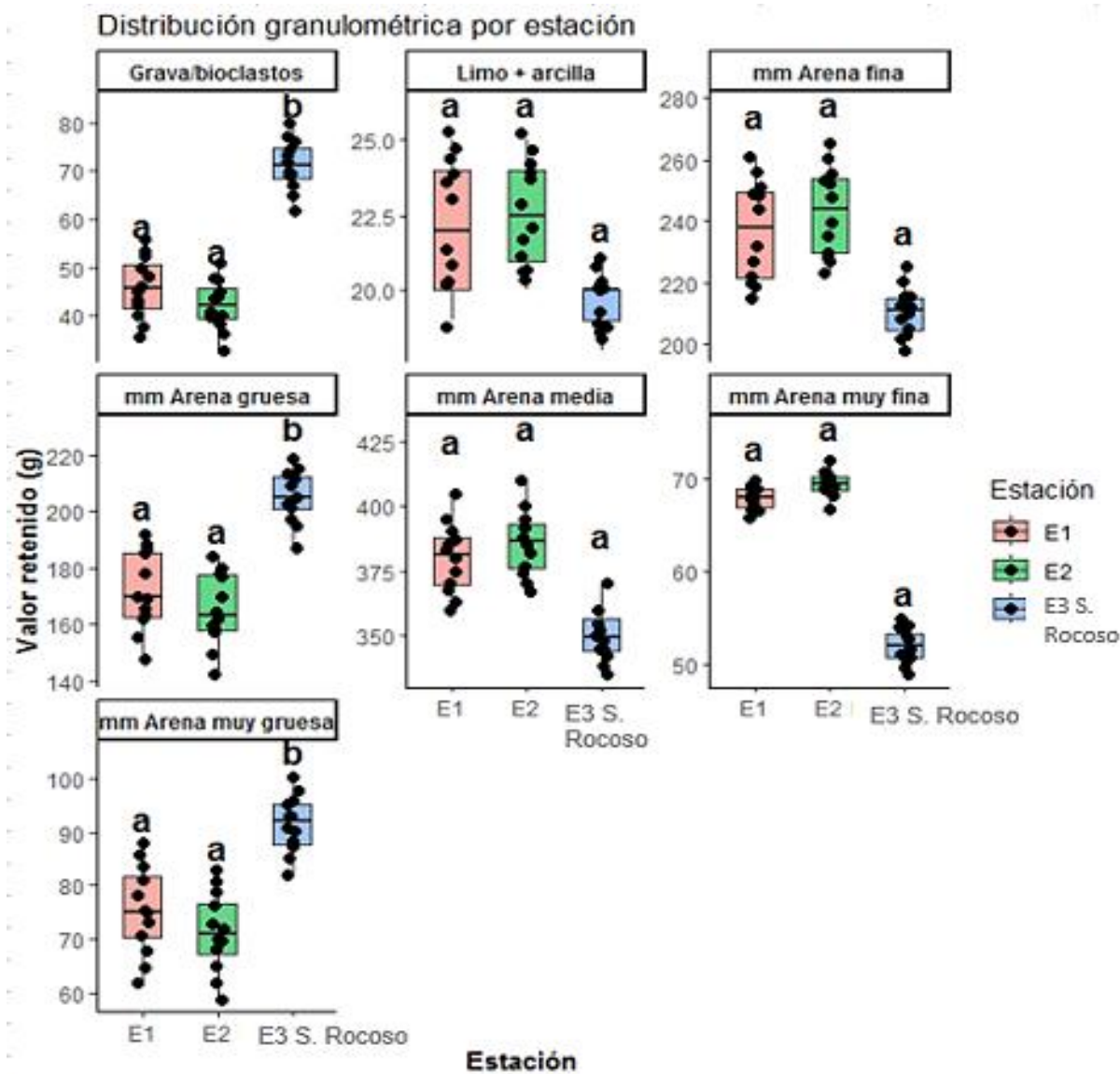
8.1.3.1. Variación según el nivel de marea

La distribución granulométrica también presentó diferencias descriptivas entre Marea baja y marea alta. Durante la Marea baja se registró una mayor proporción de las fracciones gruesas: la grava o los bioclastos alcanzaron 5,70 %, la arena muy gruesa 8,43 % y la arena gruesa 18,95 %. En Marea alta, estas fracciones representaron 4,90 %, 7,47 % y 17,18 %, respectivamente. En cambio, la arena media aumentó de 36,40 % en Marea baja a 38,00 % en marea alta, mientras que la arena fina pasó de 21,95 % a 24,08 %.

En consecuencia, la Marea baja presentó una mayor representación de partículas gruesas, mientras que durante la Marea alta se observó una proporción superior de arena media y fina. Este comportamiento evidenció una diferenciación granulométrica entre los niveles intermareales, manteniéndose en ambos casos el predominio de la fracción arenosa. La distribución de las fracciones granulométricas entre las estaciones E1, E2 y E3 se presenta en la **(Figura 11)**. La representación permite observar las diferencias en la cantidad de material retenido en cada fracción sedimentaria y reconocer el comportamiento particular de la estación E3, correspondiente al sector rocoso.

8.1.3.2. Distribución de las fracciones granulométricas del sedimento en las estaciones E1, E2 y E3 Sector rocoso de la playa de Chullupe.

Figura 11. Distribución de las fracciones granulométricas entre las estaciones de muestreo de la playa de Chullupe.



Nota: Los puntos representan los valores obtenidos durante los seis muestreos en Marea baja y Marea alta. Las letras iguales indican similitud estadística entre estaciones, mientras que las letras diferentes representan diferencias significativas entre los grupos comparados.

Fuente: Elaboración autor a partir de los datos granulométricos procesados en (RStudio, 2026).

8.1.3.3. Variación temporal

La composición sedimentaria mostró una baja variación entre los seis muestreos. La arena total permaneció entre 92,13 % y 93,03 %, mientras que la fracción de limo más arcilla osciló entre 2,03 % y 2,23 %. Por tanto, la estructura general del sedimento se mantuvo relativamente constante durante el periodo evaluado. El diámetro medio D50 varió entre 0,342 y 0,363 mm, con un promedio de 0,353 mm. Este resultado confirmó el predominio de arena media con tendencia fina en las seis fechas de muestreo. De igual manera, los valores de D10, D30 y D60 presentaron variaciones reducidas, conservándose una forma semejante en las curvas granulométricas acumuladas.

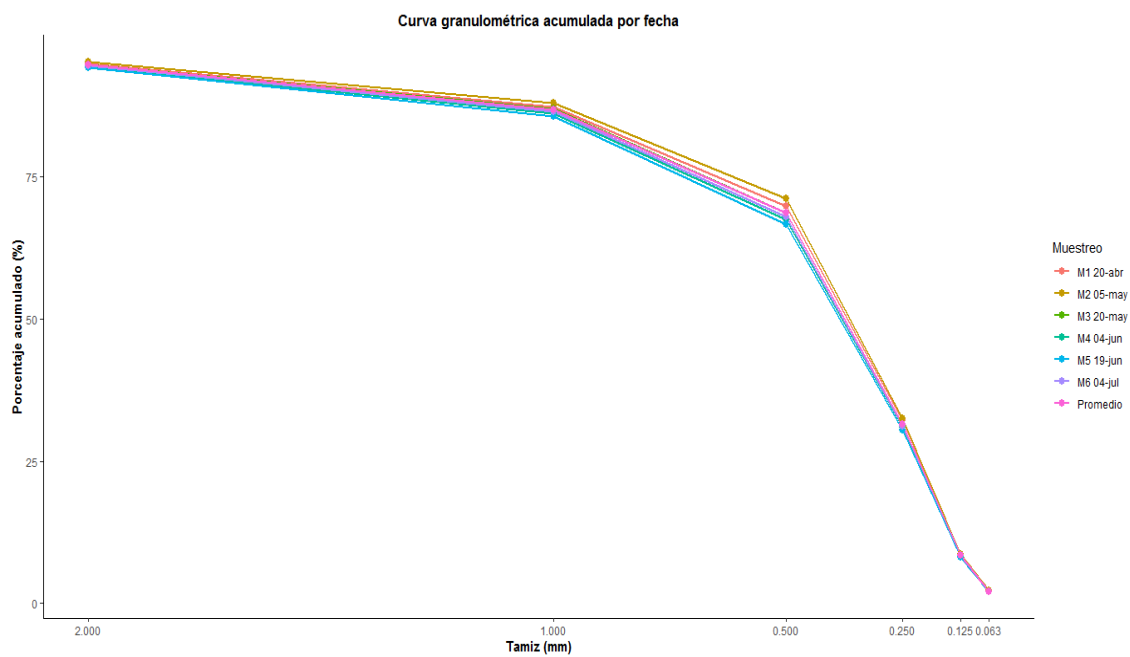
El coeficiente de uniformidad — C_u — se mantuvo entre 3,14 y 3,33, mientras que el coeficiente de curvatura — C_c — osciló entre 1,01 y 1,04. La proximidad de estos valores entre las fechas demostró que la distribución de los tamaños de partícula conservó un comportamiento granulométrico similar durante el estudio.

La estabilidad temporal de la composición sedimentaria se evaluó mediante las curvas granulométricas acumuladas correspondientes a los seis muestreos y su valor promedio.

Los resultados se presentan en la **(Figura 12)**.

8.1.3.4. Curvas granulométricas acumuladas del sedimento según las campañas de muestreo realizadas en la playa de Chulluype.

Figura 12. Curva granulométrica acumulada correspondiente a los seis muestreos realizados en la playa de Chulluype.



Nota: Las líneas representan el porcentaje acumulado de material retenido en los tamices de 2,000; 1,000; 0,500; 0,250; 0,125 y 0,063 mm, además de la curva promedio del periodo evaluado.

Fuente: Elaboración autor a partir de los datos granulométricos procesados en (RStudio, 2026).

8.1.3.5. Relación de la composición granulométrica con el perfil de playa y la comunidad de macroinvertebrados intermareales.

La granulometría evidenció dos configuraciones sedimentarias principales. E1 y E2 estuvieron dominadas por arena media y fina, mientras que E3 presentó una mayor proporción de grava, bioclastos y arenas gruesas. Esta diferenciación complementó los resultados del perfil de playa, al distinguir los sectores arenosos de E1 y E2 frente a la configuración rocosa de E3. La mayor presencia de fracciones gruesas y componentes bioclásticos en E3 se relacionó con una mayor heterogeneidad del sustrato.

Esta condición coincidió con los mayores valores de abundancia, riqueza y diversidad de macroinvertebrados intermareales registrados en dicha estación, debido a que la combinación de material grueso y superficies rocosas favoreció la disponibilidad de espacios de fijación y refugio.

Por su parte, la predominancia de arena media y fina en E1 y E2 caracterizó ambientes sedimentarios más homogéneos, donde se registró una comunidad de macroinvertebrados comparativamente menos diversa. En conjunto, los resultados mostraron que la composición granulométrica constituyó una variable importante para explicar las diferencias físicas y biológicas observadas entre las estaciones de la playa de Chulluype

8.1.4. Deriva superficial asociada al indicador de la dinámica costera y referencia del potencial transporte de material suspendido.

El análisis de la deriva superficial permitió caracterizar el desplazamiento del agua y el transporte potencial de materiales en suspensión en las estaciones E1, E2 y E3 de la playa de Chulluype. Para este componente se procesaron 36 registros, correspondientes a seis muestreos, tres estaciones y dos condiciones de marea: Marea baja y marea alta. La evaluación consideró el tiempo de desplazamiento de la botella derivante, la distancia recorrida, la velocidad superficial calculada y la dirección predominante del movimiento. Estos indicadores permitieron reconocer las diferencias entre las condiciones de marea, así como la variación espacial y temporal del desplazamiento superficial.

8.1.4.1. Resultados

Condición	Registros	Tiempo promedio (min)	Distancia promedio (m)	Velocidad promedio (cm/s)	Rango de velocidad (cm/s)
Marea baja	18	2,578	2,522	1,636	1,351–1,848
Marea alta	18	2,228	3,182	2,392	2,016–2,682
Total	36	2,403	2,852	2,014	1,351–2,682

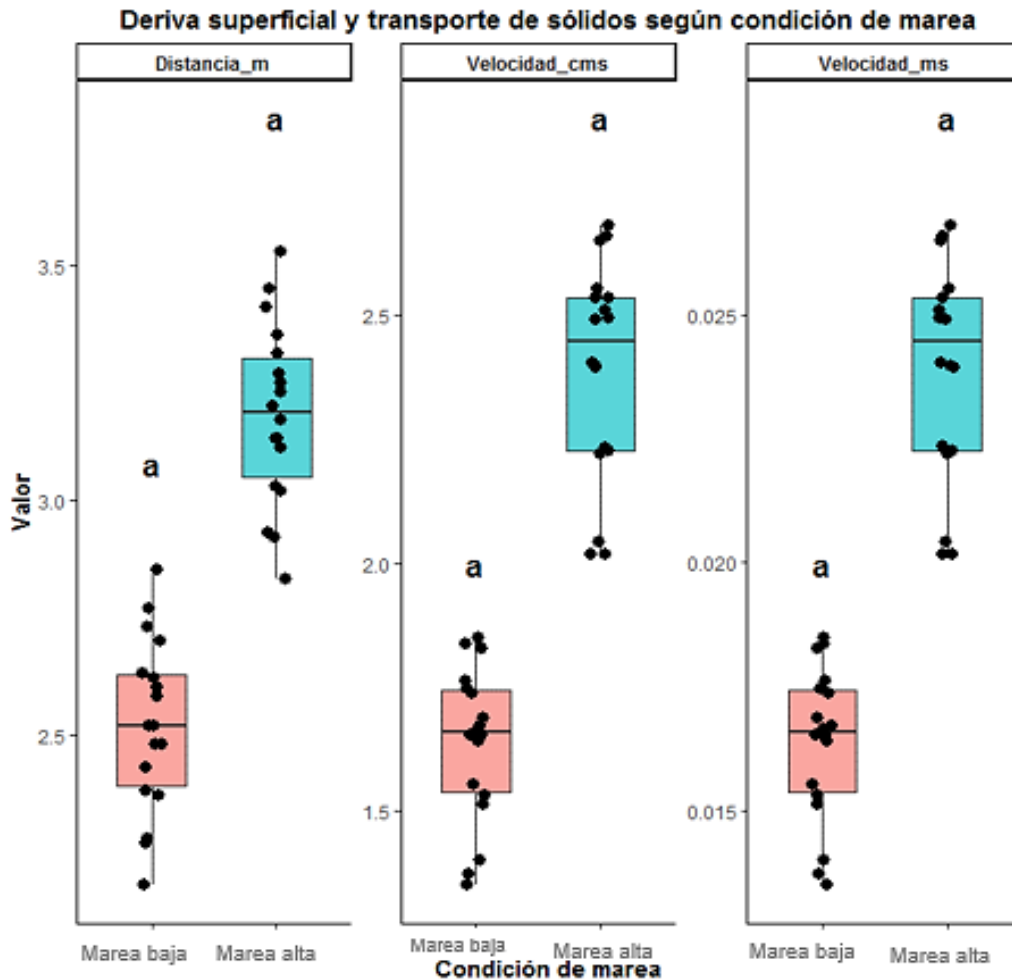
Nota: Los registros corresponden a las mediciones realizadas en las estaciones E1, E2 y E3 durante los seis muestreos. El tiempo promedio representa la duración del desplazamiento de la botella derivante; la distancia promedio corresponde al recorrido superficial registrado; y la velocidad fue calculada a partir de la relación entre la distancia recorrida y el tiempo empleado, expresándose en centímetros por segundo —cm/s—

Fuente: Elaboración autor a partir de los datos de campo procesados en la hoja de cálculo (Excel, 2026).

Los tiempos individuales de desplazamiento variaron entre 1,94 y 2,89 minutos, mientras que las distancias recorridas se encontraron entre 2,18 y 3,53 m. La velocidad superficial fluctuó entre 1,351 y 2,682 cm/s, con un promedio general de 2,014 cm/s para los 36 registros. El valor mínimo de velocidad se registró en E3 durante la Marea baja del tercer muestreo, realizado el 13 de mayo de 2026, con 1,351 cm/s. El valor máximo se presentó en la misma estación durante la Marea alta del cuarto muestreo, efectuado el 28 de mayo de 2026, con 2,682 cm/s. Estos resultados evidenciaron variaciones temporales en la intensidad del movimiento superficial, manteniéndose una diferencia definida entre las dos condiciones de marea

8.1.4.2. Dinámica de la deriva superficial bajo condiciones mareales

Figura 13. Variación de la distancia recorrida y la velocidad de deriva superficial según la condición de marea en la playa de Chulluype.



Nota: Los diagramas representan los 36 registros obtenidos en las estaciones E1, E2 y E3 durante los seis muestreos. La distancia recorrida se expresa en metros, mientras que la velocidad de deriva superficial se presenta en centímetros por segundo y metros por segundo. Los puntos corresponden a las observaciones individuales y la línea central de cada caja representa la mediana. Las letras iguales indican que las condiciones comparadas pertenecieron al mismo grupo estadístico, considerando un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$.

Fuente: Elaboración autor a partir de los datos de campo procesados en (RStudio, 2026).

Como se observa en la **(Figura 13)**, durante la Marea alta se registraron mayores distancias recorridas y velocidades de deriva superficial que en Marea baja. La distancia promedio aumentó de 2,522 m en Marea baja a 3,182 m en marea alta, mientras que la velocidad pasó de 1,636 a 2,392 cm/s. La misma tendencia se mantuvo al expresar la velocidad en metros por segundo, evidenciándose un desplazamiento superficial más rápido y de mayor alcance durante la marea alta.

8.1.4.3. Variación según la condición de marea.

La Marea alta presentó menores tiempos de desplazamiento, mayores distancias recorridas y velocidades superiores en comparación con la Marea baja. El tiempo promedio disminuyó de 2,578 minutos en Marea baja a 2,228 minutos en marea alta, equivalente a una reducción promedio de 0,35 minutos o 21 segundos. Al mismo tiempo, la distancia promedio aumentó de 2,522 a 3,182 m, lo que representa un incremento de 0,66 m, equivalente al 26,2 % respecto a la Marea baja. Como resultado de esta combinación, la velocidad promedio aumentó de 1,636 cm/s en Marea baja a 2,392 cm/s en Marea alta.

La diferencia promedio entre ambas condiciones fue de 0,755 cm/s, por lo que la velocidad superficial registrada durante la Marea alta fue aproximadamente 46,2 % mayor que durante la Marea baja. Este comportamiento se presentó de manera constante en las 18 combinaciones entre muestreo y estación.

En cada uno de los casos, la botella derivante tardó menos tiempo, recorrió una distancia mayor y alcanzó una velocidad superior durante la marea alta. Por tanto, esta condición representó el periodo de mayor desplazamiento superficial dentro de los registros analizados.

Durante la Marea baja, el movimiento se caracterizó por recorridos más cortos y tiempos de llegada más prolongados, lo que produjo velocidades comparativamente menores. En contraste, la marea alta presentó un transporte superficial más rápido y de mayor alcance.

8.1.4.4. Comportamiento por estación

Tabla 9. Velocidad promedio de deriva superficial por estación y condición de marea en la playa de Chulluype.

Estación	Velocidad en Marea baja (cm/s)	Velocidad en Marea alta (cm/s)	Incremento en marea alta
E1	1,634	2,386	46,0 %
E2	1,654	2,391	44,6 %
E3	1,620	2,398	48,0 %

Nota: Los valores corresponden al promedio de las velocidades registradas durante los seis muestreos en las estaciones E1, E2 y E3. El incremento en Marea alta expresa el aumento porcentual de la velocidad respecto a la Marea baja. Las velocidades se presentan en centímetros por segundo —cm/s—.

Fuente: Elaboración autor a partir de los datos de campo procesados en la hoja de cálculo, (Excel, 2026).

Las tres estaciones presentaron un comportamiento semejante frente a las condiciones de marea. En E1, la velocidad promedio aumentó de 1,634 cm/s en Marea baja a 2,386 cm/s en marea alta. En E2 pasó de 1,654 a 2,391 cm/s, mientras que en E3 aumentó de 1,620 a 2,398 cm/s.

Durante la Marea baja, E2 presentó la mayor velocidad promedio, seguida de E1 y E3. Sin embargo, las diferencias entre las estaciones fueron reducidas, debido a que sus promedios se encontraron entre 1,620 y 1,654 cm/s. En marea alta, E3 registró la velocidad promedio más elevada, seguida de E2 y E1. Nuevamente, los valores fueron próximos entre sí, con una diferencia de apenas 0,012 cm/s entre la estación de mayor y

menor velocidad. Esta proximidad evidencia que el patrón de desplazamiento superficial fue espacialmente consistente. Aunque cada estación mostró pequeñas variaciones en el tiempo y la distancia recorrida, la diferencia entre Marea baja y Marea alta fue mucho más marcada que la diferencia entre E1, E2 y E3.

E2 presentó los mayores tiempos y distancias promedio en ambas condiciones. En Marea baja registró un tiempo promedio de 2,685 minutos y una distancia de 2,655 m, mientras que en Marea alta alcanzó 2,335 minutos y 3,335 m. E3 presentó los menores tiempos y distancias, con 2,485 minutos y 2,405 m en Marea baja, y 2,135 minutos y 3,055 m en marea alta. La relación proporcional entre tiempo y distancia permitió que las velocidades promedio permanecieran semejantes entre las tres estaciones.

Tabla 10. Variación de la velocidad promedio de deriva superficial entre Marea baja y Marea alta durante los seis muestreos realizados en la playa de Chulluype.

Muestreo	Fecha	Marea baja (cm/s)	Marea alta(cm/s)	Diferencia MM–BM (cm/s)
1	13/04/2026	1,669	2,498	0,829
2	28/04/2026	1,656	2,398	0,743
3	13/05/2026	1,375	2,025	0,650
4	28/05/2026	1,838	2,663	0,826
5	12/06/2026	1,533	2,226	0,693
6	27/06/2026	1,748	2,540	0,792

Nota: Los valores corresponden a la velocidad promedio de deriva superficial obtenida para las estaciones E1, E2 y E3 en cada fecha de muestreo. BM representa Marea baja y MM, marea alta. La diferencia MM–BM expresa el incremento de la velocidad registrado durante la Marea alta respecto a la Marea baja, en centímetros por segundo —cm/s—.

Fuente: Elaboración autor a partir de los datos de campo procesados en la hoja de cálculo (Excel, 2026).

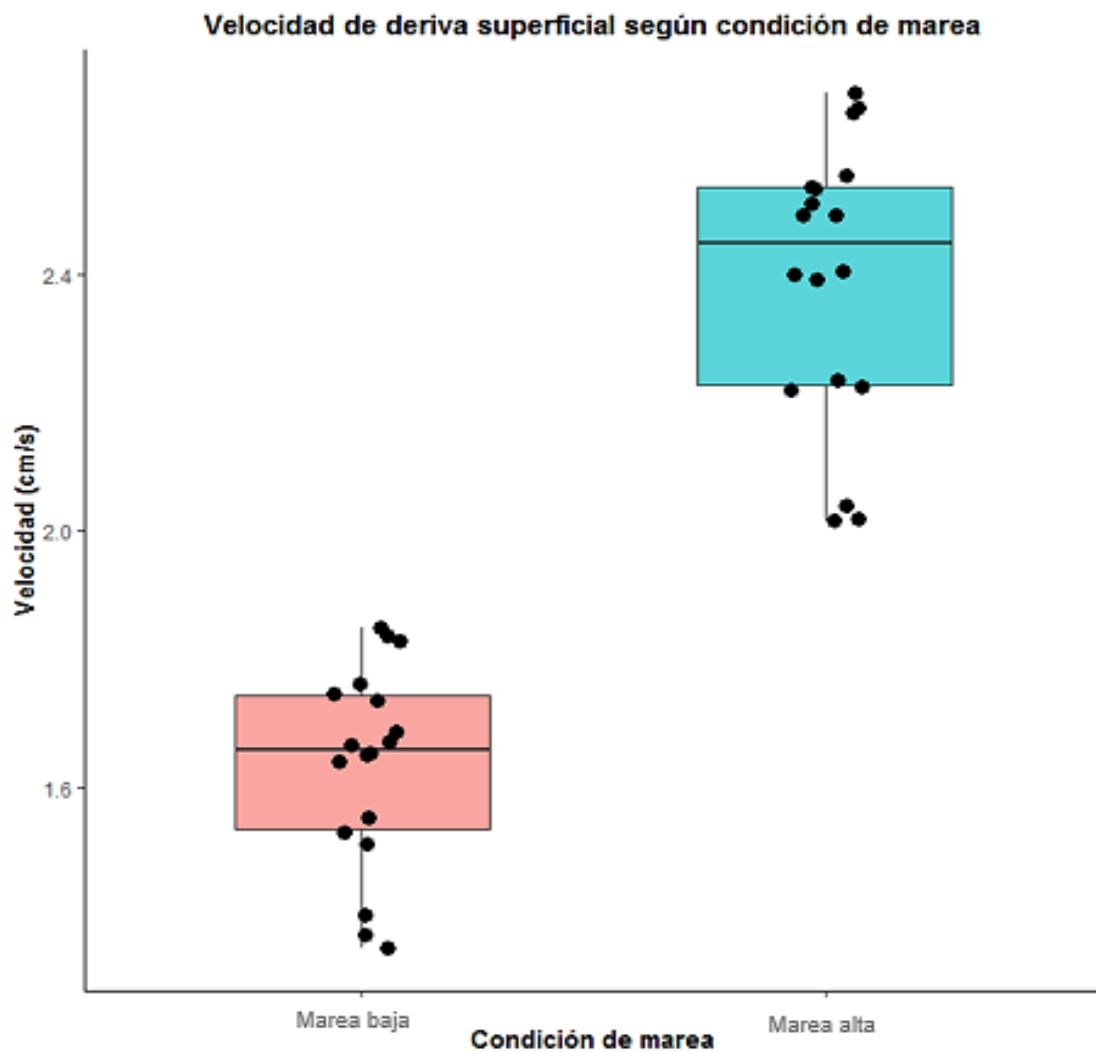
La velocidad superficial mostró variaciones entre las seis jornadas evaluadas. En ambas condiciones de marea, el menor promedio se registró durante el tercer muestreo y el mayor durante el cuarto. En el primer muestreo, la velocidad promedio fue de 1,669 cm/s en Marea baja y 2,498 cm/s en marea alta. Durante el segundo muestreo se observó una ligera disminución, con valores de 1,656 y 2,398 cm/s, respectivamente.

El tercer muestreo presentó las velocidades más reducidas de toda la serie: 1,375 cm/s en Marea baja y 2,025 cm/s en marea alta. Posteriormente, durante el cuarto muestreo, se registró un incremento hasta alcanzar 1,838 cm/s en Marea baja y 2,663 cm/s en marea alta, constituyéndose en la jornada de mayor desplazamiento superficial. En el quinto muestreo, las velocidades disminuyeron a 1,533 y 2,226 cm/s, mientras que en el sexto se observó una recuperación, alcanzando 1,748 cm/s en Marea baja y 2,540 cm/s en marea alta.

La evolución temporal fue semejante en ambas condiciones: reducción hasta el tercer muestreo, incremento durante el cuarto, disminución en el quinto y recuperación en el sexto. Sin embargo, en todas las fechas la Marea alta mantuvo velocidades superiores a la Marea baja. La diferencia entre ambas condiciones se encontró entre 0,650 y 0,829 cm/s. El mayor contraste se presentó durante el primer muestreo y el menor durante el tercero. A pesar de las variaciones entre fechas, la relación entre las condiciones de marea se conservó durante todo el periodo analizado.

8.1.4.5. Distribución de la velocidad de deriva superficial según la condición de marea en la playa de Chulluype.

Figura 14. Diagramas de velocidades de deriva superficial registradas durante la Marea baja y la Marea alta en las estaciones E1, E2 y E3.



Nota: Los puntos corresponden a los registros individuales y la línea central de cada caja representa la mediana. La velocidad se expresa en centímetros por segundo —cm/s—.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de campo procesados en (RStudio, 2026).

La (**Figura 7**) muestra una separación definida entre las velocidades registradas en ambas condiciones de marea. Durante la Marea baja, los valores oscilaron entre 1,351 y 1,848 cm/s, con un promedio de 1,636 cm/s. En marea alta, las velocidades variaron entre 2,016 y 2,682 cm/s y alcanzaron un promedio de 2,392 cm/s.

En consecuencia, la velocidad promedio durante la Marea alta fue aproximadamente 46,2 % superior a la registrada en Marea baja. La distribución de los puntos evidencia que este comportamiento se mantuvo en los registros correspondientes a las tres estaciones y a los seis muestreos. Por tanto, la Marea alta presentó una mayor intensidad de desplazamiento superficial y una mayor capacidad de transporte de los materiales suspendidos en la playa de Chullupe.

8.1.4.5. Dirección predominante de la deriva superficial

La dirección del desplazamiento presentó una orientación general hacia el cuadrante oriental de la playa. Durante la Marea baja, la deriva se dirigió hacia el este en E1, hacia el este-sureste en E2 y hacia el sureste en E3. Estas orientaciones se mantuvieron en los seis muestreos.

Durante la Marea alta se observó una modificación direccional: E1 presentó desplazamientos hacia el este-noreste, E2 hacia el este y E3 hacia el este-sureste. En consecuencia, el movimiento mantuvo su componente predominante hacia el este, acompañado de una ligera modificación hacia el norte respecto a las direcciones registradas durante la Marea baja.

Tabla 11. *Dirección del transporte superficial de sólidos suspendidos en Marea baja y Marea alta por estación de muestreo.*

Estación	Dirección en Marea baja	Dirección en marea alta
E1	Este —E—	Este-noreste —ENE—
E2	Este-sureste —ESE—	Este —E—
E3	Sureste —SE—	Este-sureste —ESE—

Fuente: *Elaboración autor a partir de los datos de campo procesados en la hoja de cálculo (Excel, 2026).*

La permanencia de estas orientaciones indica un patrón espacial definido del movimiento superficial. El desplazamiento preferente hacia el este y sus componentes adyacentes representa la trayectoria potencial seguida por los materiales flotantes o suspendidos transportados por la circulación superficial.

La Marea alta no solamente incrementó la velocidad y la distancia de desplazamiento, sino que también modificó ligeramente la orientación de la deriva. Este comportamiento evidencia una dinámica superficial diferenciada entre las condiciones evaluadas.

8.1.4.6. Variación de la deriva superficial según la condición de marea y el periodo de muestreo

La deriva superficial de la playa de Chulluype presentó un patrón definido por la condición de marea. La Marea baja estuvo caracterizada por un tiempo promedio de desplazamiento de 2,578 minutos, una distancia de 2,522 m y una velocidad de 1,636 cm/s. En marea alta, el tiempo disminuyó a 2,228 minutos, mientras que la distancia y la velocidad aumentaron a 3,182 m y 2,392 cm/s, respectivamente. La consistencia del patrón en las 18 comparaciones entre estaciones y fechas demuestra que la Marea alta constituyó la condición de mayor movilidad superficial. La semejanza de las velocidades entre E1, E2 y E3 indica que el efecto de la condición de marea fue más marcado que las diferencias espaciales entre estaciones.

Las variaciones temporales mostraron que la intensidad de la deriva cambió entre las jornadas, alcanzando su menor expresión durante el tercer muestreo y su máximo durante el cuarto. Sin embargo, el desplazamiento mantuvo una orientación predominante hacia el cuadrante oriental durante todo el periodo. En conjunto, la velocidad, la distancia recorrida y la dirección de la deriva evidenciaron un transporte superficial organizado, con mayor intensidad durante la Marea alta y una trayectoria preferente hacia el este de la playa de Chulluype.

8.1.5. Analizar la asociación entre la comunidad de macroinvertebrados intermareales, las concentraciones de coliformes totales y las características físico-costeras de la playa de Chulluype mediante análisis estadísticos multivariados.

Para el cumplimiento del tercer objetivo, se evaluó la relación entre los indicadores de la comunidad de macroinvertebrados intermareales —abundancia, riqueza, diversidad de Shannon, dominancia de Simpson y equidad de Pielou—, las concentraciones de coliformes totales, la composición granulométrica del sedimento y las variables morfológicas derivadas del perfil de playa. La relación entre estos componentes se examinó mediante el coeficiente de correlación de Pearson y el análisis de componentes

principales —ACP—, lo que permitió identificar patrones conjuntos de variación entre las estaciones y los niveles de marea evaluados.

Los resultados evidenciaron que la estructura de la comunidad biológica estuvo estrechamente relacionada con las características físicas de cada estación. Asimismo, las concentraciones de coliformes totales mostraron una tendencia inversa respecto de la abundancia, riqueza y diversidad de los macroinvertebrados, patrón que fue consistente con las diferencias espaciales previamente descritas entre E1, E2 y E3.

8.1.5.1. Correlación entre los indicadores ecológicos

La abundancia, la riqueza y los índices de Shannon y Simpson presentaron asociaciones positivas entre sí. La abundancia mostró una correlación de $r = 0,989$ con la riqueza, $r = 0,996$ con Shannon y $r = 0,969$ con Simpson. Del mismo modo, Shannon y Simpson registraron una correlación de $r = 0,974$. Este comportamiento indica que las combinaciones estación–marea con mayor número de individuos también presentaron un mayor número de taxones y una estructura comunitaria más diversa.

El patrón estuvo principalmente representado por E3, donde se registraron simultáneamente las mayores abundancias, riqueza taxonómica y diversidad ecológica. La equidad de Pielou presentó asociaciones menos intensas con los demás indicadores. Esto se relacionó con que algunos sectores de baja riqueza, como E1 durante la marea alta, mostraron una distribución relativamente uniforme entre los pocos taxones presentes. Por esta razón, la equidad reflejó la uniformidad de la comunidad, mientras que Shannon y Simpson respondieron de manera más directa al incremento conjunto de riqueza y abundancia.

8.1.5.2. Relación entre los coliformes totales y la comunidad biológica

Los coliformes totales presentaron una tendencia inversa respecto de los principales indicadores ecológicos. La correlación fue de $r = -0,637$ con la abundancia, $r = -0,564$ con la riqueza, $r = -0,662$ con Shannon, $r = -0,773$ con Simpson y $r = -0,396$ con Pielou.

La asociación inversa más marcada correspondió al índice de Simpson, seguida de Shannon y la abundancia. En términos ecológicos, este patrón indicó que las estaciones con mayores concentraciones de coliformes totales tendieron a presentar comunidades menos abundantes y diversas, mientras que los sectores con concentraciones microbiológicas reducidas registraron una comunidad mejor estructurada.

Esta relación fue consistente con la distribución espacial de los resultados. E1-A presentó 43 NMP/100 mL durante la Marea baja y 75 NMP/100 mL en marea alta, junto con los valores más bajos de abundancia, riqueza y diversidad. En contraste, E3-C registró 3,6 NMP/100 mL en Marea baja y ≤ 3 NMP/100 mL en marea alta, mientras concentró los valores máximos de abundancia, riqueza, Shannon y Simpson. E2-B mantuvo una condición intermedia, aunque en su punto de descarga se registró una concentración localizada de 75 NMP/100 mL.

En conjunto, los resultados evidenciaron una relación espacial inversa entre la concentración de coliformes totales y la estructura ecológica de la comunidad de macroinvertebrados intermareales.

8.1.5.3. Relación entre la granulometría y los macroinvertebrados

Las fracciones sedimentarias mostraron relaciones diferenciadas con los indicadores ecológicos. La abundancia, riqueza, Shannon y Simpson se asociaron positivamente con la grava o bioclastos y las arenas de mayor tamaño. Entre las asociaciones más marcadas se encontraron:

Tabla 12. Principales relaciones entre la abundancia, riqueza y diversidad de macroinvertebrados intermareales y la composición granulométrica del sedimento.

Relación	Coefficiente de Pearson
Abundancia–grava/bioclastos	0,930
Riqueza–grava/bioclastos	0,962
Shannon–grava/bioclastos	0,924
Abundancia–arena muy gruesa	0,824
Abundancia–arena gruesa	0,857
Riqueza–arena gruesa	0,896

Fuente: Elaboración autor a partir del análisis correlación de (Pearson, 2026).

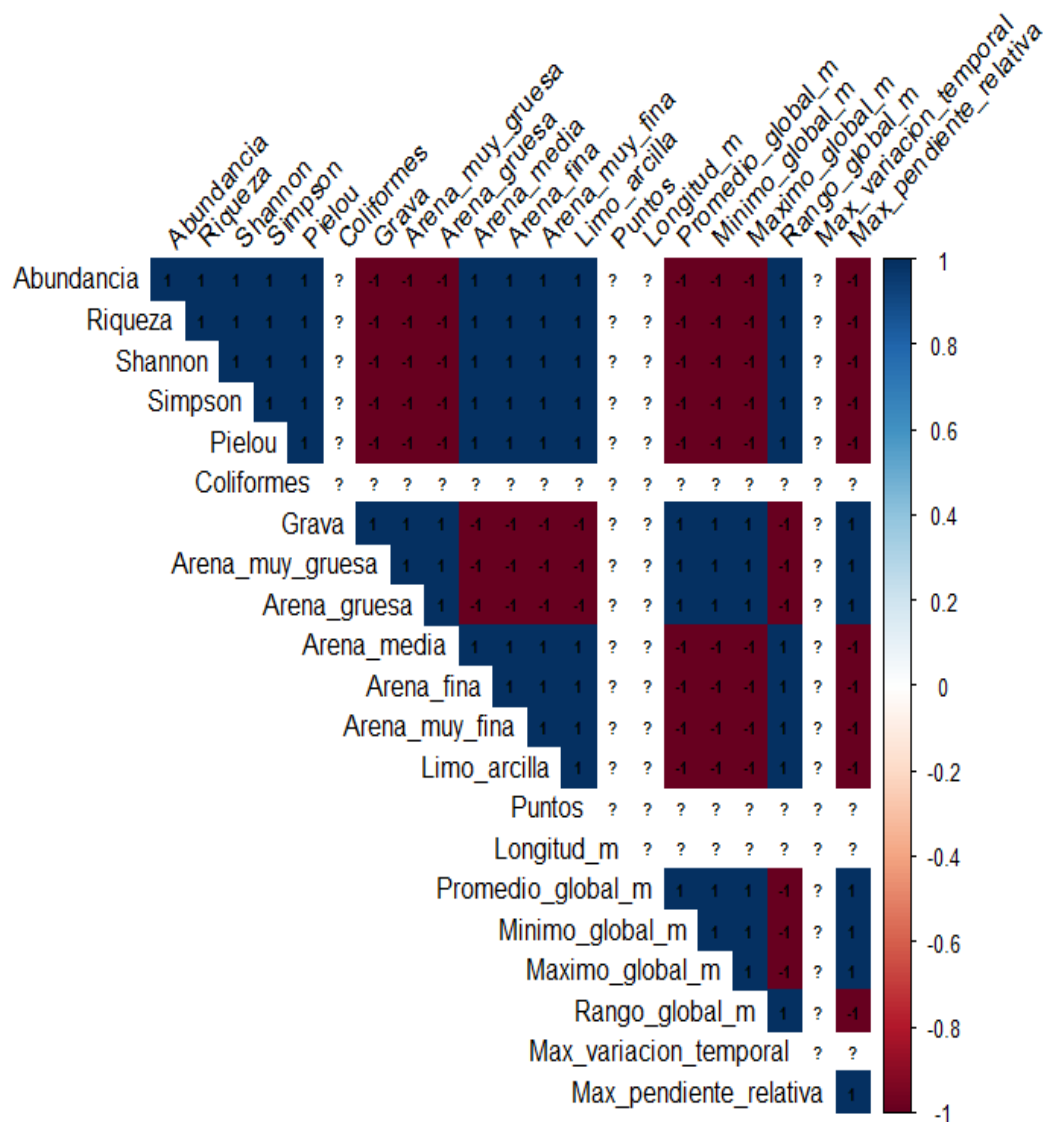
Estas asociaciones estuvieron representadas principalmente por E3, donde se registraron las mayores proporciones de grava, bioclastos, arena muy gruesa y arena gruesa, conjuntamente a los valores máximos de diversidad.

En contraste, las fracciones de arena media, arena fina y arena muy fina mostraron tendencias inversas respecto de la abundancia, riqueza y diversidad. La abundancia presentó correlaciones de $r = -0,858$ con arena media, $r = -0,756$ con arena fina y $r = -0,962$ con arena muy fina. La riqueza alcanzó una asociación de $r = -0,988$ con arena muy fina.

Este patrón indica que la estructura de la comunidad estuvo vinculada con la heterogeneidad del sustrato. La combinación de material grueso, bioclastos y superficies rocosas de E3 proporcionó una mayor diversidad de refugios, espacios de fijación y microhábitats. En cambio, E1 y E2 estuvieron dominadas por arenas media y fina y presentaron una configuración sedimentaria comparativamente más homogénea.

Por tanto, la relación observada no se limitó al tamaño individual de las partículas, sino que representó la diferencia general entre el ambiente rocoso y heterogéneo de E3 y los sectores predominantemente arenosos de E1 y E2.

Figura 15. Índice de correlación de Pearson entre los indicadores ecológicos, las concentraciones de coliformes totales y las variables morfológicas de la playa de Chulluype.



Nota: Los tonos azules representan asociaciones positivas y los tonos rojos asociaciones inversas. Los signos de interrogación corresponden a relaciones no definidas en la matriz analizada.

Fuente: Elaboración autor a partir de los datos procesados en (RStudio, 2026).

8.1.5.4. Relación con las variables del perfil de playa

Las variables del perfil también mostraron asociaciones con la estructura ecológica. Los valores promedio, mínimos y máximos de las lecturas verticales se relacionaron positivamente con la abundancia, riqueza y diversidad, debido principalmente a la configuración de E3. Por el contrario, el rango global y la máxima pendiente relativa presentaron tendencias inversas. Entre las asociaciones más marcadas se encontraron:

Tabla 13. Relaciones entre la abundancia, riqueza e índices ecológicos de los macroinvertebrados y el rango global y la pendiente relativa del perfil de playa.

Relación	Coefficiente de Pearson
Abundancia–rango global	–0,935
Riqueza–rango global	–0,971
Shannon–rango global	–0,933
Abundancia–máxima pendiente relativa	–0,994
Riqueza–máxima pendiente relativa	–0,980
Shannon–máxima pendiente relativa	–0,997
Simpson–máxima pendiente relativa	–0,983

Fuente: Elaboración autor a partir del análisis de correlación (Pearson, 2026).

Estos resultados muestran que los valores elevados de abundancia y diversidad coincidieron con el perfil de menor rango y menor pendiente relativa, correspondiente a E3. En contraste, las estaciones arenosas A y B presentaron mayores rangos e irregularidades longitudinales y comunidades comparativamente menos diversas.

La máxima variación temporal fue constante entre las estaciones, por lo que no mostró una relación diferenciada con los indicadores ecológicos. Las variables correspondientes al número de puntos y la longitud del transecto tampoco presentaron una asociación definida dentro de la matriz integrada.

8.1.5.5. Análisis de componentes principales

El análisis de componentes principales complementó la correlación de Pearson al representar conjuntamente las concentraciones de coliformes totales y la abundancia de los taxones identificados.

En el primer componente principal —PC1—, la mayoría de los macroinvertebrados presentó cargas positivas comprendidas aproximadamente entre 0,248 y 0,307, mientras que los coliformes totales mostraron una carga negativa de $-0,173$. Esta disposición separó al indicador microbiológico del conjunto principal de especies.

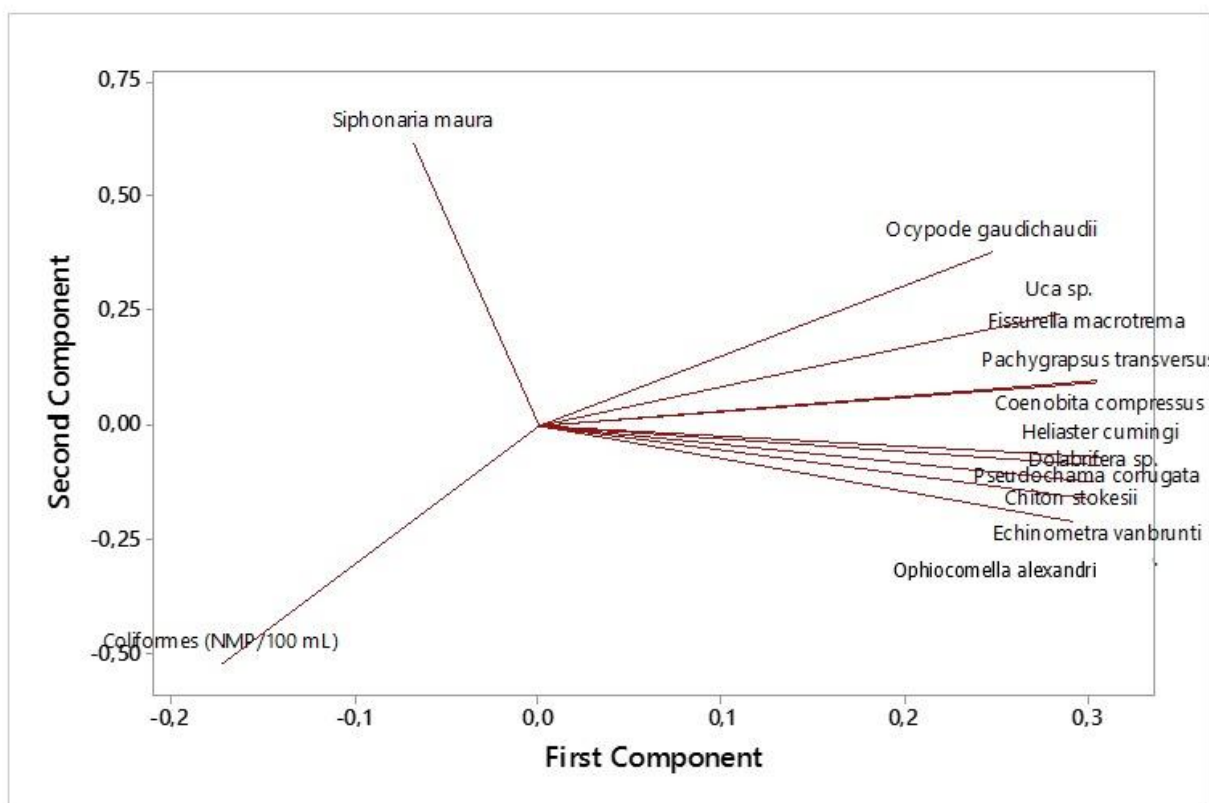
En el segundo componente —PC2—, los coliformes alcanzaron una carga de $-0,523$, opuesta a la carga positiva de *Siphonaria maura*, con 0,615. También se observaron cargas positivas para *Ocypode gaudichaudii* $-0,377$ — y *Uca* sp. $-0,245$ —. Esta distribución evidenció respuestas diferenciadas entre los taxones frente al gradiente microbiológico representado por los componentes.

En el biplot, el vector de coliformes totales se orientó en dirección opuesta a la mayoría de los vectores correspondientes a los macroinvertebrados. Esta separación confirma la

tendencia inversa identificada mediante Pearson: las concentraciones microbiológicas elevadas estuvieron asociadas con una menor representación general de la comunidad, mientras que la mayoría de las especies se agrupó hacia el extremo contrario del espacio multivariado.

La proximidad entre los vectores de *Coenobita compressus*, *Heliaster cumingi*, *Dolabrifera* sp., *Pseudochama corrugata*, *Chiton stokesii*, *Echinometra vanbrunti* y *Ophiocomella alexandri*. indicó que estos taxones presentaron patrones semejantes de distribución en el conjunto de observaciones. *Siphonaria maura* mostró una orientación diferenciada, lo que reflejó un comportamiento particular respecto de los demás organismos y del gradiente de coliformes.

Figura 16. Biplot del análisis de componentes principales de las concentraciones de coliformes totales y la composición de macroinvertebrados intermareales de la playa de Chulluype.



Nota: La orientación opuesta de los vectores indica tendencias inversas, mientras que los vectores próximos representan patrones semejantes de variación.

Fuente: Elaboración de autor a partir de los datos procesados en (RStudio, 2026).

8.1.5.6. Análisis de relación entre las características de la playa, los macroinvertebrados intermareales y los coliformes totales.

La integración de los resultados permitió reconocer tres condiciones espaciales dentro de la playa de Chullupe.

1. E1-A presentó las concentraciones más elevadas de coliformes totales en el agua de playa y los valores más bajos de abundancia, riqueza y diversidad de macroinvertebrados. Su configuración estuvo asociada con un sustrato predominantemente arenoso y con una mayor pendiente relativa respecto de E3.
2. E2-B mostró valores biológicos intermedios y concentraciones reducidas de coliformes durante Marea baja y marea alta. Sin embargo, en el punto de descarga observado se registró un incremento localizado de la concentración microbiológica.

3. E3-C presentó las concentraciones más bajas de coliformes totales y los valores más elevados de abundancia, riqueza, Shannon y Simpson. Esta estación se caracterizó por un ambiente rocoso, una mayor proporción de partículas gruesas y bioclastos, menor rango del perfil y menor pendiente relativa.

En consecuencia, las características morfológicas y sedimentarias de la playa estuvieron relacionadas con la distribución y estructura de la comunidad de macroinvertebrados. La mayor heterogeneidad del sustrato rocoso favoreció una comunidad más abundante y diversa, mientras que los sectores arenosos presentaron una composición biológica más reducida.

Los coliformes totales mostraron una relación inversa con los indicadores ecológicos. El patrón espacial evidenció que las concentraciones microbiológicas más elevadas coincidieron con valores menores de abundancia y diversidad, mientras que las concentraciones reducidas estuvieron asociadas con una comunidad mejor estructurada.

9. DISCUSIÓN

La comunidad de macroinvertebrados intermareales presentó una marcada heterogeneidad espacial, reflejada en los mayores valores de abundancia, riqueza y diversidad registrados en la estación E3. Aunque los índices ecológicos de Shannon, Simpson y Pielou no evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre los periodos de Marea baja y marea alta, este comportamiento indica que la variabilidad de la estructura comunitaria estuvo determinada principalmente por las diferencias espaciales entre las estaciones de muestreo y no por el estado de la marea durante las campañas realizadas. Este patrón coincide con lo reportado por (Checon et al., 2023), quienes señalan que la respuesta de las comunidades macrobentónicas y la sensibilidad de los índices ecológicos dependen, en mayor medida, de las características ambientales y morfodinámicas propias de cada playa que de las fluctuaciones mareales. En este contexto, las diferencias registradas entre las estaciones evidencian la importancia de los factores ambientales locales en la organización de las comunidades de macroinvertebrados intermareales. Si bien la estación E3 presentó los mayores valores de riqueza, abundancia y diversidad de macroinvertebrados intermareales, la interpretación de estos resultados debe considerar las características geomorfológicas y del sustrato propias del sitio de muestreo.

A diferencia de las estaciones E1 y E2, que correspondieron a sectores con predominio de sustrato arenoso, la estación E3 se caracterizó por un sustrato predominantemente rocoso, condición que incrementa la heterogeneidad estructural del hábitat al favorecer la disponibilidad de microhábitats, refugios y superficies de fijación para numerosas especies bentónicas (Firth et al, 2020; Carugati et al., 2021; Velasco-Charpentier et al, 2021). En consecuencia, las diferencias registradas entre estaciones no deben atribuirse exclusivamente al grado de influencia antrópica ni interpretarse como evidencia de una mejor condición ecológica de E3, sino como el resultado de la interacción entre las características físico-costeras y la variabilidad natural del ecosistema. Este aspecto constituye una limitación metodológica del estudio y debe ser considerado al interpretar las diferencias observadas en la estructura comunitaria.

Las concentraciones de coliformes totales evidenciaron un patrón de distribución espacial, con valores relativamente más elevados en la estación E1 y menores concentraciones en E3. Aunque las diferencias entre estaciones no fueron estadísticamente significativas, la distribución observada refleja la variabilidad microbiológica propia de ambientes costeros sometidos a distintos procesos hidrodinámicos y posibles fuentes de aporte.

Este comportamiento coincide con lo descrito por (WHO, 2021; U.S. EPA, 2022; Solo-Gabriele et al, 2023), quienes señalan que la distribución de los microorganismos indicadores depende de la interacción entre las corrientes, el oleaje, la mezcla del agua y los aportes puntuales o difusos presentes en la cuenca costera.

Por ello, la evaluación microbiológica debe interpretarse como una condición dinámica del ecosistema y complementarse con programas de monitoreo continuo que permitan identificar cambios espaciales y temporales en la calidad sanitaria. Las características físico-costeras evaluadas permitieron comprender los procesos geomorfológicos que condicionan la estructura ecológica de la playa de Chulluype.

El perfil de playa presentó una estabilidad morfológica relativa durante el periodo de estudio, mientras que la caracterización granulométrica evidenció diferencias entre estaciones, predominando arenas medias y finas en E1 y E2, y gravas, bioclastos y arenas gruesas en E3. Estas diferencias incrementan la heterogeneidad del sustrato y favorecen el establecimiento de comunidades bentónicas más complejas, debido al aumento de refugios y superficies de fijación disponibles para los organismos.

Este comportamiento concuerda con (Abdullah Al et al., 2022), quienes indican que la composición del sedimento constituye uno de los principales factores que regulan la distribución espacial de los macroinvertebrados intermareales.

Asimismo, la deriva superficial presentó una mayor velocidad durante la Marea alta que en Marea baja, manteniendo una dirección predominante hacia el cuadrante oriental, comportamiento similar al descrito por (Szczyrba et al., 2024), quienes destacan la influencia conjunta de la morfología costera, el oleaje y las corrientes superficiales sobre la circulación en la zona intermareal. En conjunto, estos resultados evidencian que las características físico-costeras contribuyen a explicar la distribución espacial de las comunidades y la variabilidad observada en los indicadores microbiológicos.

La integración de las variables biológicas, microbiológicas y físico-costeras mediante el análisis de correlación de Pearson y el Análisis de Componentes Principales (ACP) permitió identificar patrones de asociación entre las variables evaluadas. Las asociaciones positivas observadas entre la abundancia, la riqueza y los índices de diversidad reflejan una respuesta consistente de la estructura comunitaria; mientras que las asociaciones negativas registradas entre los coliformes totales y los indicadores ecológicos evidencian una tendencia espacial opuesta entre ambas variables.

Sin embargo, estas relaciones deben interpretarse con cautela, ya que el reducido número de unidades empleadas en los análisis de correlación y las diferencias estructurales existentes entre las estaciones, particularmente el carácter predominantemente rocoso de E3, pueden influir en la magnitud de los coeficientes obtenidos. De manera similar, el ACP permitió identificar tendencias de agrupamiento entre las variables biológicas, microbiológicas y físico-costeras, constituyendo una herramienta útil para explorar patrones ecológicos dentro del área de estudio. No obstante, los resultados obtenidos representan asociaciones estadísticas y no permiten establecer relaciones causales entre las variables evaluadas.

Finalmente, los resultados obtenidos aportan información relevante sobre la estructura ecológica de las comunidades de macroinvertebrados intermareales y la variabilidad microbiológica de la playa de Chulluype, constituyendo una línea base para futuros programas de monitoreo y conservación. Además, evidencian la importancia de considerar conjuntamente los componentes biológicos, microbiológicos y físico-costeros para comprender el funcionamiento ecológico de playas arenosas y mixtas; sin embargo, estudios futuros que incorporen un mayor número de estaciones con características geomorfológicas similares y un seguimiento temporal más amplio permitirán fortalecer la interpretación de las asociaciones observadas y mejorar la evaluación de la calidad ecológica de estos ecosistemas.

10. CONCLUSIONES

La comunidad de macroinvertebrados intermareales de la playa de Chulluype estuvo conformada por especies distribuidas de manera heterogénea entre las estaciones de muestreo. La estación E3 registró la mayor riqueza, abundancia y diversidad, mientras que E1 y E2 presentaron valores inferiores. Sin embargo, estas diferencias deben interpretarse considerando las características físico-costeras de cada estación, particularmente el predominio de sustrato rocoso en E3, el cual favorece una mayor complejidad estructural y disponibilidad de microhábitats para las comunidades de macroinvertebrados intermareales.

Las características físico-costeras, representadas por el perfil de playa, la composición granulométrica del sedimento y la deriva superficial, evidenciaron variaciones espaciales entre las estaciones y constituyeron factores relevantes para comprender la distribución de los macroinvertebrados intermareales y la variabilidad observada en las concentraciones de coliformes totales. Asimismo, las concentraciones microbiológicas registradas reflejaron una distribución espacial sin evidenciar un deterioro sanitario generalizado durante el periodo de estudio.

Los índices ecológicos, las concentraciones de coliformes totales, las características físico-costeras y los análisis estadísticos permitió identificar asociaciones entre las variables evaluadas, aceptándose la hipótesis alternativa de la investigación. No obstante, dichas asociaciones deben interpretarse con cautela debido a las diferencias geomorfológicas entre las estaciones de muestreo y a las limitaciones propias del diseño observacional del estudio.

La integración de los indicadores permitió evidenciar que las características físico-costeras, particularmente el tipo de sustrato, estuvieron asociadas con la estructura de la comunidad de macroinvertebrados. El sector rocoso E3 presentó mayor abundancia, riqueza y diversidad, junto con menores concentraciones de coliformes totales, mientras que E1 presentó una menor representación biológica y mayores concentraciones microbiológicas. La correlación de Pearson y el ACP mostraron una tendencia inversa entre los coliformes totales y los principales indicadores ecológicos. En conjunto, los resultados respaldan la utilidad complementaria de los indicadores biológicos, microbiológicos y físico-costeros para caracterizar la condición ecológica de la playa de Chulluype.

11. RECOMENDACIONES

Se recomienda implementar programas de monitoreo ecológico y microbiológico de largo plazo que incluyan diferentes épocas climáticas y un mayor número de campañas de muestreo, con el propósito de evaluar la dinámica temporal de las comunidades de macroinvertebrados intermareales y las concentraciones de coliformes totales en la playa de Chulluype.

Se sugiere desarrollar futuras investigaciones incorporando estaciones con características geomorfológicas similares y un mayor número de unidades experimentales, permitiendo reducir el efecto del tipo de sustrato sobre las comparaciones ecológicas y fortalecer la interpretación de las asociaciones entre las variables biológicas, microbiológicas y físico-costeras.

Se recomienda fortalecer las acciones de conservación y manejo ambiental de la playa de Chulluype mediante programas de vigilancia de la calidad del agua, control de posibles fuentes antrópicas y protección de los hábitats intermareales, con el fin de preservar la diversidad de macroinvertebrados y mantener las condiciones ecológicas del ecosistema costero

12. BIBLIOGRAFÍA

- Abdullah Al et al., M. A. (2022). Intertidal macroinvertebrate community structure in a subtropical channel is driven by sediment properties across different land-use types. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 66389–66404. doi:<https://doi.org/10.1007/s11356-022-20471-z>
- Administration National Oceanic and Atmospheric [NOAA]. (2024). *What is a current?* National Ocean Service.
- Ahmerkamp et al., S. M. (2020). The effect of sediment grain properties and porewater flow on microbial abundance and respiration in permeable sediments. *Scientific Reports*, 10, Article 3573. doi:<https://doi.org/10.1038/s41598-020-60557-7>
- Amón Togra, L. S. (2022). *Dspace*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23394/1/UPS-CT010062.pdf>
- APHA et al, .. A. (2023). Standard methods for the examination of water and wastewater. (24.^a ed.).
- APHA et al., .. A. (2017). *Standard methods for the examination of water and wastewater (23rd ed.)*. APHA-AWWA-WEF.
- ASTM International, .. (2025). Standard test methods for particle-size distribution (gradation) of soils using sieve analysis. ASTM International. ASTM D6913/D6913M-17(2025).

Banno. (2023). What can long-term in situ monitoring data tell us about our coastlines?

Cambridge Prisms: Coastal Futures, 1, e8.

doi:<https://doi.org/10.1017/cft.2022.9>

Barboza, F. R., & Defeo, O. (2015). *Global diversity patterns in sandy beach*

macrofauna: A biogeographic analysis. Scientific Reports, 5, 14515. Obtenido

de <https://www.nature.com/articles/srep14515>

Blodgett. (2023). Most probable number from serial dilutions. U.S. Food and Drug

Administration. *Bacteriological Analytical Manual, Appendix 2*.

Cao et al., Y. H.-Y. (2023). Labile and refractory fractions of sedimentary organic

carbon off the Changjiang Estuary and its implications for sedimentary oxygen consumption. *Frontiers in Marine Science*, 9, 1096108.

doi:<https://doi.org/10.3389/fmars.2022.1096108>

Cárdenas-Calle et al., M. P.-A.-A. (2024). Detection of thermotolerant coliforms and

SARS-CoV-2 RNA in sewage and recreational waters in the Ecuadorian coast:

A call for improving water quality regulation. *PLOS ONE*, 19(5), e0302000.

doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0302000>

Cárdenas-Calle, M., Mora, E., Torres, G., Pérez-Correa, J., Bigatti, G., Signorelli, J., &

Coronel, J. (2020). Marine invertebrate and seaweed biodiversity of continental

- coastal Ecuador. (8. e. Biodiversity Data Journal, Ed.) *Biodiversity Data Journal*, 8, e53818. doi:10.3897/BDJ.8.e53818
- Carugati et al., L. (2021). Habitat heterogeneity: A confounding factor for the effect of pollutants on macrobenthic community in coastal waters. . *Marine Pollution Bulletin*, 170, 112664.
- Castelle, B., & Masselink, G. (2023). *Beach morphodynamics: From field observations to modelling. Progress in Physical Geography*, 44(6), 775–793. Retrieved from <https://hal.science/hal-03830565v1/file/2022%20Castelle%20%26%20Masselink%20CoastFutures.pdf>
- Checon et al., H. H. (2023). 2023). Sandy beach bioindicators: How each benthic taxon tells its own story. *Ocean & Coastal Management*, 240, 106645. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2023.106645>
- Costa & Zalmon. (2021). Macroinvertebrates as umbrella species on sandy beaches. *Biological Conservation*, 253, 108922. doi:10.1016/j.biocon.2020.108922.
- Costa et al., L. L. (2020). Macroinvertebrates as indicators of human disturbances on sandy beaches: A global review. *Ecological Indicators*, 118, 106764. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106764>
- Creswell & Creswell, .. (2023). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (6.ª ed.)*. SAGE Publications.

- Defeo et al., O. M. (2021). Sandy beach social–ecological systems at risk: Regime shifts, collapses, and governance challenges. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 19(10), 564–573. doi:10.1002/fee.2406.
- Defeo, O., & McLachlan, A. (2005). Patterns, processes and regulatory mechanisms in sandy beach macrofauna: A multi-scale analysis. *Marine Ecology Progress Series*, 295, 1–20. doi:10.3354/meps295001
- Dugan, J. E., Hubbard, D. M., & Quigley, B. J. (2013). *Beyond beach width: steps toward identifying and integrating ecological envelopes with geomorphic features and datums for sandy beach ecosystems*. *Geomorphology*, 199, 95-105.
Retrieved from
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169555X13002845>
- Enrique, G. A., & Yajaira, A. H. (2016). Evaluación química y microbiológica de la playa de “Los Esteros” en la ciudad de Manta. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*(1), 47-52. doi:10.17163/lgr.n23.2016.05
- EPA. (2019). *Recreational Water Quality Criteria*. Washington, D.C.: U.S. EPA.
- Fanini et al., L. D. (2020). Advances in sandy beach research—Local and global perspectives. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 234, 106646.
doi:10.1016/j.ecoser.2022.101477

- FAOLEX. (2018). *Normativa ambiental del Ecuador: Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), Libro VI – De la calidad ambiental*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Obtenido de <https://faolex.fao.org>
- Firth et al, .. L. (2020). The effects of habitat heterogeneity at distinct spatial scales on hard-bottom-associated communities. . *Diversity*, 12(1), 39.
- Gianoli Hung & Shiva. (2018). *Relación entre coliformes totales y termotolerantes con factores fisicoquímicos del agua en seis playas de la bahía de Sechura-Piura, 2016–2017. Salud Tecnología y Veterinaria*. 2, 62–71.
- Gonzabay Santos, R. M. (2024). *Diversidad y abundancia de macroinvertebrados béntonicos moluscos, crustáceos y equinodermos, presentes en la zona intermareal rocoso San Pedro-Manglaralto*. Retrieved from <https://repositorio.upse.edu.ec/items/7725ed7a-1000-4a1f-b680-f1aec37bc0fe>
- González-Arteaga, C. E., & González-Arteaga, Y. H. (2016). Evaluación química y microbiológica de la playa de “Los Esteros” en la ciudad de Manta. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*(1), 47-52. doi:10.17163/lgr.n23.2016.05
- Grossmann et al., F. H.-A. (2024). Bar and berm dynamics during transition from dissipative to reflective beach profile. *Coastal Engineering*, 192, 104561. doi:<https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2024.104561>

Guachamín Lamilla, J. N. (2021). *Estado del conocimiento de macroinvertebrados bentónicos marinos en el intermareal rocoso de Santa Elena (2000–2019)*. UPSE.

Harris & Defeo, .. (2022). Sandy shore ecosystem services, ecological infrastructure, and bundles: New insights and perspectives. *Ecosystem Services*, 57, 101477. doi:10.1016/j.ecoser.2022.101477.

Health Canada. (2020). Guidelines for Canadian drinking water quality: Guideline technical document. *Total coliforms*. Government of Canada.

Horn et al., K. M. (2021). Effects of intertidal position on metabolism and behavior in the acorn barnacle, *Balanus glandula*. *Integrative Organismal Biology*. 3(1), obab010. doi:https://doi.org/10.1093/iob/obab010

IMARPE. (Julio - Diciembre de 2020). Obtenido de <https://revistas.imarpe.gob.pe/index.php/boletin/article/view/303/289>

International Organization for Standardization [ISO], .. (2024). Water quality—Sampling—Part 3: Preservation and handling of water samples. ISO. *International Organization for Standardization*, ISO 5667-3:2024.

ISO. (2014). *Enumeration of Escherichia coli and coliform bacteria — Part 1: Membrane filtration method for waters with low bacterial background flora*. Ginebra: ISO 9308-1:2014.

- ISO. (2016). *International Organization for Standardization Water quality — Enumeration of Escherichia coli and coliform bacteria — Amendment 1: Confirmation test for Escherichia coli*. Ginebra: ISO. ISO 9308-1:2014/Amd 1:2016.
- Jaramillo et al., E. M. (2016). *Sandy beach ecosystems and global change*. . Estuarine, Coastal and Shelf Science 169, 1–12. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2015.12.022>
- Jaramillo, E., Manzano, M., & Morales, G. (2012). *Interacción entre defensas costeras artificiales en playas arenosas y perturbaciones naturales de gran escala: el terremoto del 27F de 2010 en la costa del centro-sur de Chile*. *Revista de Geografía Norte Grande*, (53), 75-84. Retrieved from https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-340220120003000005&script=sci_arttext
- Jimenez et al., P. J. (2022). Temperature extremes and sex-related physiology, not environmental variability, are key in explaining thermal sensitivity of bimodal-breathing intertidal crabs. *Frontiers in Marine Science*, 9, 858280. doi:<https://doi.org/10.3389/fmars.2022.858280>
- Johnson et al., M. E. (2024). Ecology of intertidal rocky shores related to examples of coastal geology across Phanerozoic time. *Journal of Marine Science and Engineering*, 12(8), 1399. . doi:10.3390/jmse12081399.

Jones, A. R., Schlacher, T. A., Schoeman, D. S., Weston, M. A., & Withycombe, G. M. (2017). *Ecological research questions to inform policy and the management of sandy beaches. Ocean & Coastal Management, 148, 158-163*. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0964569116304057>

Kim et al., K. T. (2024). Near-surface dispersion and current observations using dye, drifters, and HF radar in coastal waters. *Remote Sensing, 16*(11), 1985. doi:doi:10.3390/rs16111985.

Landívar Zambrano, .. (2022). Zonación estacional de la macrofauna intermareal de playas arenosas de la península de Santa Elena y los efectos de la materia orgánica y las fases lunares en su composición . *[Tesis doctoral, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]*.

Libro, T. (s.f.). *Normativa ambiental del Ecuador: Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente – De la calidad ambiental*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

Limón Tigrero, L. L. (2019). *Limón Tigrero, L. L. (2019). Distribución y abundancia de macroinvertebrados marinos en la zona intermareal rocosa de la playa La Caleta y Chuyuipe. UPSE*.

- Loor Barrezueta. (2023). Contaminación por coliformes fecales debido al vertimiento de aguas residuales en la playa El Murciélagos, Manta-Manabí. *Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López*.
- López-García et al., P. M.-P. (2021). Error on the estimation of sand size parameters when using dry sieving procedures. *Frontiers in Marine Science*, 8, 738479.
- Martínez et al., J. P. (2021). *Low-cost drifters for nearshore current measurements: Applications in sandy beaches*. . *Ocean & Coastal Management*, 210, 105664.
Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105664>
- Miguel Garmendia et al., -Z. R. (Junio de 2019). Macroinvertebrados intermareales y su asociación con tres tipos de microhábitats en el Refugio de Vida Silvestre Río Escalante – Chacocente, Carazo, Nicaragua. *La Calera*, Vol. 19. No. 32, p.1-7 .
Obtenido de <https://lcalera.una.edu.ni/index.php/CALERA/article/view/381/487>
- Miloslavich, P., Cruz-Motta, J. J., Hernández, A., Herrera, C., Klein, E., Barros, F., & Lazarus, J. F. (20216). *Benthic assemblages in South American intertidal rocky shores: biodiversity, services, and threats*. Nova Science Publishers Inc..
Retrieved from <https://research-repository.griffith.edu.au/items/9e6ee578-b8ec-43ce-88e9-1bc1a0e61f9b>

- Ministerio del Ambiente, A. y. (2018). *Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), Libro VI: De la calidad ambiental.* . Registro Oficial Edición Especial 316. Quito, Ecuador.
- Mishra et al., S. H. (2024). Grain size analysis and an overview of the sedimentary processes in Chandrabhaga beach, east coast of India. *Arabian Journal of Geosciences*, 17, 214., doi:10.1007/s12517-024-12012-4.
- Mite Defaz, G. B., Gonzabay Muñoz, P. E., & Solano Vera, Y. M. (2009). *Elaboración del catálogo de invertebrados marinos bentónicos macroscópicos equinodermos, moluscos y crustáceos de la zona intermareal rocosa norte del balneario Ballenita desde el mes de junio a diciembre.* Retrieved from <https://agris.fao.org/search/en/providers/125005/records/674897597625988a371e2419>
- Montero, A. E., & Brito, M. S. (2019). *Distribución espacial de macroinvertebrados bentónicos móviles en el intermareal rocoso de San Lorenzo, Ecuador. La Técnica*, (21), 17-30. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7018036>
- Perera et al., U. R. (2023). Grain size distribution of modern beach sediments in Sri Lanka. *Journal of Sedimentary Environments*, 8, 225–239.

- Quijije, G., Kuonqui, A., Delgado, A., Ochoa, J., & Morales, F. (n.d.). *Biodiversidad asociada a la zona intermareal rocosa y arenosa de la playa El Pelado, Ecuador. ECOAgropecuaria Revista Científica Ecológica Agropecuaria*, 4(1), 1–14. Retrieved from <https://revistas.ug.edu.ec/index.php/recoa/article/view/2701>
- Rodil et al., C. T. (2012). *Exploring macroinvertebrate species distributions at regional and local scales across a sandy beach geographic continuum. PloS one*, 7(6), e39609. Retrieved from <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0039609>
- Ronchi et al . (2017). *Human-induced changes in the trophic functioning of sandy beaches*.
- Ruspini, E. (2023). The Cambridge handbook of research methods and statistics for the social and behavioral sciences: Volume 1. Building a program of research . *Longitudinal research: A world to explore. En A. L. Nichols y J. Edlund (Eds.)*, (pp. 357–377).
- Salazar, J. A., González, R., Navarrete, A. L., Calle, P., Alava, J. J., & Domínguez, G. A. (2022). A temporal assessment of anthropogenic marine debris on sandy beaches from Ecuador’s southern coast. *Frontiers in Marine Science*, 9, 977650. doi:10.3389/fmars.2022.977650

Santana Delgado, C. J. (2024). Caracterización microbiológica de las principales playas de la ciudad de Manta. *Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí*.

Schlacher et al. (2008). *Sandy beach ecosystems: key features, sampling issues, management challenges and climate change impacts. Marine ecology*, 29, 70-90. Retrieved from <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1439-0485.2007.00204.x>

Schmidt, W. E., Woodward, B. T., Millikan, K. S., Guza, R. T., Raubenheimer, B., & Elgar, S. (2023). A GPS-Tracked Surf Zone Drifter. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 20(7), 1069-1075. doi:10.1175/1460.1

Short, A. D. (1999). *Handbook of beach and shoreface morphodynamics*.

Solo-Gabriele et al, .. H. (2023). Advances in microbial Water quality assessment for recreational coastal waters. *Current Opinion in Environmental Science & Health*. .

Standard Methods Committee of APHA AWWA and WEF., o. t. (2023). Multiple-tube fermentation technique for members of the coliform group. In *Standard methods for the exam 9221 Multiple-tube fermentation technique for members of the coliform group*. In *Standard methods for the examination of warer and wastewater*. (24th ed.). APHA Press.

- Szczyrba et al., L. M. (2024). Nearshore flow dynamics over shore-oblique bathymetric features during storm wave conditions. *Journal of Geophysical Research, Oceans*, 129(7), e2023JC020630.
- Teppala et al., V. G. (2025). Design and development of a low-cost GNSS-tracked surface drifter for investigating tidal currents in a creek environment. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 313, 109063. doi:10.1016/j.ecss.2024.109063.
- Torres et al., J. G.-V. (2024). A comparison of beach profile methods from technical, operational, and economical dimensions. *Journal of Coastal Research*, 40(2), 257–267. Obtenido de <https://doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-23A-00011.1>
- U.S. Environmental Protection Agency. (2012). *Recreational Water Quality Criteria*. Office of Water.
- U.S. Environmental Protection Agency., .. (2023). Report on the 2nd five-year review of EPA’s recreational water quality criteria. *Office of Water.*, (EPA 822-R-23-003).
- U.S. EPA. (2022). *Recreational Water Quality Criteria and Swimming Advisories*. U.S. Environmental Protection Agency.
- University of Maine Cooperative Extension, M. S. (2021). *Beach profile monitoring volunteer manual*.

Velasco-Charpentier et al., .. C.-M. (2021). Disentangling the links between habitat complexity and biodiversity in a kelp-dominated subantarctic community. *Ecology and Evolution*, 11(3), 1214–1224.
doi:<https://doi.org/10.1002/ece3.7100>

Villota Lizarralde, D. C. (2014). *Biodiversidad y abundancia de macroinvertebrados bentónicos de la zona intermareal en la reserva de producción faunística marino costera Puntilla de Santa Elena los meses de noviembre 2013 hasta febrero 2014*. Obtenido de <https://agris.fao.org/search/en/providers/125005/records/6748975a7625988a371e24bb>

Vlaminck et al., .. E. (2023). Ocean acidification and warming modify stimulatory benthos effects on sediment functioning: An experimental study on two ecosystem engineers. *Frontiers in Marine Science*, 10, 1101972.
doi:<https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1101972>

WHO, W. H. (2021). *Guidelines on recreational water quality: Coastal and fresh waters*. Geneva: WHO.

World Health Organization. (2018). *WHO recommendations on scientific, analytical and epidemiological developments relevant to the parameters for bathing water quality in the Bathing Water Directive (2006/7/EC) Recommendations: Final report*. World Health Organization.

World Health Organization. (2021). Guidelines on recreational water quality: Coastal and fresh waters. *World Health Organization.*, Volume 1.

13. ANEXOS

Anexo 1

Coliformes totales

Se incorporan íntegramente los ocho informes de análisis de agua superficial emitidos por el Laboratorio de Análisis Químico y Microbiológico (LAQM), perteneciente a la Subsecretaría de Calidad e Inocuidad (SCI). Estos informes corresponden al análisis microbiológico de muestras de agua superficial marina para la determinación de Coliformes totales. Cada informe se presenta en su formato original, incluyendo las dos páginas que lo integran.

Tabla 14. Resultados de laboratorios externos de coliformes totales

Código único	Reporte No.	Código/lote de la muestra
3100526-0179	30300	CH - E1 – BM - A
3100526-0180	30301	CH - E1 – BM - B
3100526-0181	30302	CH - E1 – BM - C
3100526-0182	30303	CH - E2 – MM - A
3100526-0183	30304	CH - E2 – MM - B
3100526-0184	30305	CH - E2 – MM - C
3100526-0185	30306	CH – CENTRO - B
3100526-0186	30307	CH – CENTRO - A

Escherichia coli (E. coli)

Se incorporan íntegramente los ocho informes de análisis de agua superficial emitidos por el Laboratorio de Análisis Químico y Microbiológico (LAQM), perteneciente a la Subsecretaría de Calidad e Inocuidad (SCI). Estos informes corresponden al análisis microbiológico de muestras de agua superficial marina para la detección de *Escherichia coli (E. coli)*. Cada informe se presenta en su formato original, incluyendo las dos páginas que lo integran.

Tabla 15. Resultados de laboratorios externos de Escherichia coli

Código único	Reporte No.	Código/lote de la muestra
3217326-0728	31953	CH - E1 – BM - A
3217326-0729	31665	CH - E2 – BM - B
3217326-0730	31662	CH – E3 – BM - C
3217326-0731	31954	CH - E1 – MM - A
3217326-0732	31663	CH – E2 – MM - B
3217326-0733	31664	CH - E3 – MM - C
3217326-0734	31955	CH - E1 – DR - A
3217326-0735	31956	CH - E2 – DR - B

Tabla 16. Coordenadas de los puntos de muestreo

Estación/sector	Nivel de marea	Latitud	Longitud
Estación 1 (Punto de Descarga Observado)	Marea alta	2°12'33.17"S	80°53'9.08"O
Estación 1 (Punto de Descarga Observado)	Marea baja	2°12'31.30"S	80°53'8.93"O
Estación 2 (Sector central)	Marea alta	2°12'31.09"S	80°53'4.68"O
Estación 2 (Sector central)	Marea baja	2°12'29.00"S	80°53'5.49"O
Estación 3 (Sector rocoso)	Marea alta	2°12'23.13"S	80°52'57.29"O
Estación 3 (Sector rocoso)	Marea baja	2°12'21.44"S	80°52'58.30"O

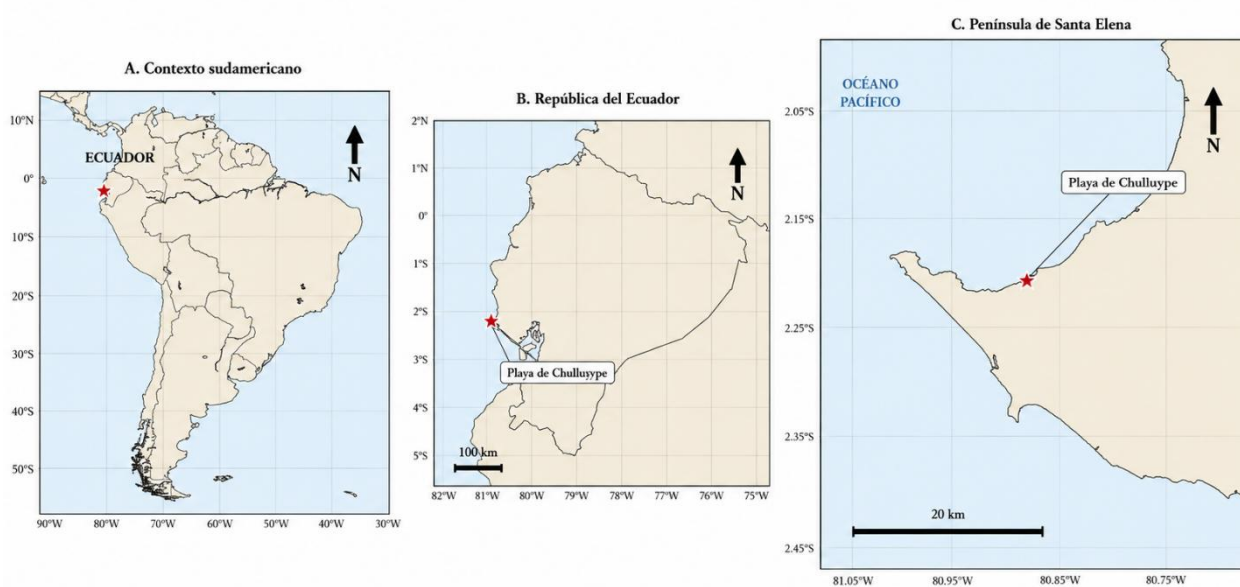
Nota. En cada estación, el punto de Marea baja se ubicó próximo al borde marino, al finalizar la zona de rompiente, mientras que el punto de Marea alta se representó hacia el interior de la playa. Los pares de coordenadas se unieron mediante transectos rectos, siguiendo la orientación del perfil costanero hacia el mar. La estación E3 corresponde al sector de sustrato rocoso.

Anexo 2

Figura 17.

Mapas de las zonas de muestreo

MAPA A7.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LA PLAYA DE CHULLUYPE, PENÍNSULA DE SANTA ELENA, ECUADOR



Sistema de referencia espacial: WGS 84 (EPSG:4326). Línea de costa: GSHHS. Fuente de coordenadas: registros de campo.

Elaboración propia, 2026.

Nota: Sistema de referencia espacial: WGS 84 (EPSG:4326). Línea de costa: GSHHS.

Fuente de coordenadas: registros de campo. Elaboración autor, 2026.

Anexo 3

Figura 18.

Equipos de muestreo intermareal, cuadrantes 0,5 m² estacas de 2 mts, bolsas plásticas, etc.



Figura 20.

Laboratorio de Biotecnología Facultad Ciencias del Mar:



Figura 22.

Frascos de polipropileno previos a esterilización.



Figura 19.

Estereomicroscopio, instrumental de disección, pinzas y recipientes utilizados durante la identificación taxonómica.



Figura 21.

Frascos de propileno en autoclave manejo de 121C° - 15psl.



Anexo 4

Registro fotográfico de organismos observados en el intermareal rocoso y de los ejemplares conservados como material de referencia para su identificación.

Figura 23.

*Agregación de gasterópodos
intermareales observada sobre sustrato
rocoso*



Figura 24.

Heliaster cumingi



Figura 25.

*Macroinvertebrados intermareales
preservados en etanol 70% para su
identificación taxonómica.*



Figura 26.

Ocypode gaudichaudii



Fotografías de los especímenes de estudio

Figura 27.

Chiton stokesii



Figura 28.

Dolabrifera sp.



Figura 29.

Macroinvertebrado intermareal Uca
sp. conservado en etanol 70% para
su registro.



Figura 30.

Coenobita compressus



Anexo 5

Resultados del análisis de los muestreos

Resumen de los resultados 12 taxones de macroinvertebrados intermareales identificados y coliformes totales informados por el Laboratorio LAQM para las ocho muestras de agua superficial marina. Los valores se presentan sin modificar la notación utilizada en los informes originales.

Figura 31.

Macroinvertebrados intermareales especies identificadas mediante taxonomía.



Anexo 6

Fotografías de las metodologías aplicadas

Evidencias fotográficas de la manipulación de organismos, el procesamiento para la identificación taxonómica y la esterilización previa de los recipientes destinados al muestreo microbiológico.

Figura 32.

Lanzamiento de botella deriva superficial transporte de sólidos.



Figura 34.

Identificación de especies mediante claves taxonómicas en estereoscopio.



Figura 33.

Mediciones del perfil de playa costero – Chulluype



Figura 35.

Toma de muestra - Análisis de suelo mediante granulometría.



Anexo 7

Fotografías de los recipientes de muestreo

Registro de los recipientes utilizados para conservar, identificar y transportar las muestras de sedimento y agua superficial obtenidas en las estaciones de la playa de Chulluype.

Figura 36.

Fundas de ziploc utilizadas en la recolección de arena para análisis de suelo posteriores.



Figura 37.

Recolección de muestras de agua análisis de coliformes totales.



Figura 38.

Hielera térmica, anticongelantes frascos de propileno 500ml



Figura 39.

Frascos de propileno 500 ml autoclavables, análisis de agua.



Anexo 8

CARTA DE CERTIFICACIÓN

De:

Doctor en Ciencias Biológicas

Xavier Piguave Preciado

Investigador en Invertebrados

Guayaquil, Ecuador

Para:

Junior Alejandro Mendoza Quiroz

Estudiante de titulación

Universidad Península de Santa Elena

Acorde a las muestras y fotografías revisadas el 2 de julio del 2026, el estudiante Junior Alejandro Mendoza Quiroz, con número de cédula 1315535854, las mismas que corresponden a los muestreos realizados para la investigación denominada **“Macroinvertebrados intermareales y coliformes totales como bioindicadores de la calidad ecológica de la Playa de Chuyuipe, Península de Santa Elena, Ecuador”**, confirmo que, las muestras fueron identificadas a nivel de especie de los moluscos, crustáceos y equinodermos.

Me permito certificar que las muestras de invertebrado son la indicadas, según corresponde a mis conocimientos profesionales.

Atentamente,



Blgo. Xavier Piguave Preciado, M.Sc.

Investigador en Invertebrados

Componente Moluscos y Crustáceos

**LABORATORIO LAQM
SUBSECRETARÍA DE CALIDAD E INOCUIDAD**

INFORME DE RESULTADO

ORIGINAL

Pag. 1 / 2

CONTROL INTERNO

CÓDIGO ÚNICO	3100526-0179			Reporte No.	30300
NOMBRE DE LA EMPRESA		MENDEZA QUIROZ JUNIOR ALEJANDRO			
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA		Santa Elena/ La Libertad - Av Eleodoro Solorzano y C.51			
TIPO DE PRODUCTO		ANÁLISIS DE MUESTRAS DE AGUA DE MAR			
PRESENTACIÓN		AGUA SUPERFICIAL PARA ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO			
FACTURA	N/A	CODIGO/LOTE	CH-E1-BM-A	FECHA DE RECEPCIÓN	04/06/2026
CORREOS		alejandromendozaq@outlook.com		FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS	04/06/2026
PESO DECLARADO (g)	N/A	MARCA	N/A	FECHA FINALIZACIÓN DE ANÁLISIS	09/06/2026
ORDEN DE TRABAJO	3100526	CLASIFICACIÓN	N/A	FECHA DE EMISIÓN DE INFORME DE RESULTADOS	09/06/2026
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura máxima (°C) 27		HUMEDAD RELATIVA	Humedad máxima (%) 70	

RESULTADO DE ANÁLISIS

PARAMETRO	METODO REFERENCIA	RESULTADO	UNIDAD
*COLIFORMES TOTALES	MLM_28 Standard Methods Ed.23.2017	43	NMP/100ml

Muestreo realizado por	Empresa
Observaciones	

NOTA: Este reporte solamente puede ser reproducido de forma integral y con la autorización por escrito del SCI. Está totalmente prohibida su reproducción de forma parcial y total. Los resultados emitidos en éste reporte se refieren exclusivamente al material ensayado y no son relacionados directamente a productos no ensayados. Los registros de los análisis son archivados en el laboratorio por 5 años. Se analizó bajo las condiciones de temperatura de recepción de la muestra. Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

Dirección: Letamendi 102 y la Ría * Teléfono: (593) 42401776 ext 126
 * Código Postal: 090308 * Correo electrónico: aviso.lablaqm@mag.gob.ec * Guayaquil-Ecuador
 * Fin del informe *



Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca

**LABORATORIO LAQM
SUBSECRETARÍA DE CALIDAD E INOCUIDAD**

INFORME DE RESULTADO

ORIGINAL

CONTROL INTERNO

Pag. 2 / 2



Archivo Firmado Digitalmente por:
**SULLY CECIBEL
STACIO SORROZA**

SULLY STACIO (s)

RESPONSABLE DE CALIDAD Y
TÉCNICO



Dirección: Letamendi 102 y la Ría * Teléfono: (593) 42401776 ext 126
* Código Postal: 090308 * Correo electrónico: aviso.lablaqm@mag.gob.ec * Guayaquil-Ecuador
* Fin del informe *

COD-REP-1335722 ACIIS

**LABORATORIO LAQM
SUBSECRETARÍA DE CALIDAD E INOCUIDAD**

INFORME DE RESULTADO

ORIGINAL

Pag. 1 / 2

CONTROL INTERNO

CÓDIGO ÚNICO	3100526-0180			Reporte No.	30301
NOMBRE DE LA EMPRESA		MENDOZA QUIROZ JUNIOR ALEJANDRO			
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA		Santa Elena/ La Libertad - Av Eleodoro Solorzano y C.51			
TIPO DE PRODUCTO	ANÁLISIS DE MUESTRA DE AGUA				
PRESENTACIÓN	AGUA SUPERFICIAL PARA ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO				
FACTURA	N/A	CODIGO/LOTE	CH-E1-BM-B	FECHA DE RECEPCIÓN	04/06/2026
CORREOS	alejandromendozaq@outlook.com			FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS	04/06/2026
PESO DECLARADO (g)	N/A	MARCA	N/A	FECHA FINALIZACIÓN DE ANÁLISIS	09/06/2026
ORDEN DE TRABAJO	3100526	CLASIFICACIÓN	N/A	FECHA DE EMISIÓN DE INFORME DE RESULTADOS	09/06/2026
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura máxima (°C) 27		HUMEDAD RELATIVA	Humedad máxima (%) 70	

RESULTADO DE ANÁLISIS

PARAMETRO	METODO REFERENCIA	RESULTADO	UNIDAD
*COLIFORMES TOTALES	MLM_28 Standard Methods Ed.23,2017	3	NMP/100ml

Muestreo realizado por	Empresa
Observaciones	

NOTA: Este reporte solamente puede ser reproducido de forma integral y con la autorización por escrito del SCI. Está totalmente prohibida su reproducción de forma parcial y total. Los resultados emitidos en éste reporte se refieren exclusivamente al material ensayado y no son relacionados directamente a productos no ensayados. Los registros de los análisis son archivados en el laboratorio por 5 años. Se analizó bajo las condiciones de temperatura de recepción de la muestra. Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

Dirección: Letamendi 102 y la Ría * Teléfono: (593) 42401776 ext 126
 * Código Postal: 090308 * Correo electrónico: aviso.lablaqm@mag.gob.ec * Guayaquil-Ecuador
 * Fin del informe *



Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca

**LABORATORIO LAQM
SUBSECRETARÍA DE CALIDAD E INOCUIDAD**

INFORME DE RESULTADO

ORIGINAL

CONTROL INTERNO

Pag. 2/2



Archivo Firmado Digitalmente por:
**SULLY CECIBEL
STACIO SORROZA**

SULLY STACIO (s)

RESPONSABLE DE CALIDAD Y
TÉCNICO



Dirección: Letamendi 102 y la Ría * Teléfono: (593) 42401776 ext 126
* Código Postal: 090308 * Correo electrónico: aviso.lablaqm@mag.gob.ec * Guayaquil-Ecuador
* Fin del informe *

COD-REP-1335725 ACIIS

**LABORATORIO LAQM
SUBSECRETARÍA DE CALIDAD E INOCUIDAD**

INFORME DE RESULTADO

ORIGINAL

CONTROL INTERNO

Pag. 1 / 2

CÓDIGO ÚNICO	3100526-0181		Reporte No.	30302	
NOMBRE DE LA EMPRESA		MENDOZA QUIROZ JUNIOR ALEJANDRO			
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA		Santa Elena/ La Libertad - Av Eleodoro Solorzano y C.51			
TIPO DE PRODUCTO	ANÁLISIS DE MUESTRA DE AGUA				
PRESENTACIÓN	AGUA SUPERFICIAL PARA ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO				
FACTURA	N/A	CODIGO/LOTE	CH-E1-BM-C	FECHA DE RECEPCIÓN	04/06/2026
CORREOS	alejandromendozaq@outlook.com			FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS	04/06/2026
PESO DECLARADO (g)	N/A	MARCA	N/A	FECHA FINALIZACIÓN DE ANÁLISIS	09/06/2026
ORDEN DE TRABAJO	3100526	CLASIFICACIÓN	N/A	FECHA DE EMISIÓN DE INFORME DE RESULTADOS	09/06/2026
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura máxima (°C) 27		HUMEDAD RELATIVA	Humedad máxima (%) 70	

RESULTADO DE ANÁLISIS			
PARAMETRO	METODO REFERENCIA	RESULTADO	UNIDAD
*COLIFORMES TOTALES	MLM_28 Standard Methods Ed.23,2017	3.6	NMP/100ml

Muestreo realizado por	Empresa
Observaciones	

NOTA: Este reporte solamente puede ser reproducido de forma integral y con la autorización por escrito del SCI. Está totalmente prohibida su reproducción de forma parcial y total. Los resultados emitidos en éste reporte se refieren exclusivamente al material ensayado y no son relacionados directamente a productos no ensayados. Los registros de los análisis son archivados en el laboratorio por 5 años. Se analizó bajo las condiciones de temperatura de recepción de la muestra. Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

Dirección: Letamendi 102 y la Ría * Teléfono: (593) 42401776 ext 126
 * Código Postal: 090308 * Correo electrónico: aviso.lablaqm@mag.gob.ec * Guayaquil-Ecuador
 * Fin del informe *



Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca

**LABORATORIO LAQM
SUBSECRETARÍA DE CALIDAD E INOCUIDAD**

INFORME DE RESULTADO

ORIGINAL

CONTROL INTERNO

Pag. 2/2



Archivo Firmado Digitalmente por:
**SULLY CECIBEL
STACIO SORROZA**

SULLY STACIO (s)

RESPONSABLE DE CALIDAD Y
TÉCNICO



Dirección: Letamendi 102 y la Ría * Teléfono: (593) 42401776 ext 126
* Código Postal: 090308 * Correo electrónico: aviso.lablaqm@mag.gob.ec * Guayaquil-Ecuador
* Fin del informe *

COD-REP-1335726 ACIIS

**LABORATORIO LAQM
SUBSECRETARÍA DE CALIDAD E INOCUIDAD**

INFORME DE RESULTADO

ORIGINAL

CONTROL INTERNO

Pag. 1/2

CÓDIGO ÚNICO	3100526-0182		Reporte No.	30303	
NOMBRE DE LA EMPRESA		MENDOZA QUIROZ JUNIOR ALEJANDRO			
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA		Santa Elena/ La Libertad - Av Eleodoro Solorzano y C.51			
TIPO DE PRODUCTO	ANÁLISIS DE MUESTRA DE AGUA				
PRESENTACIÓN	AGUA SUPERFICIAL PARA ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO				
FACTURA	N/A	CODIGO/LOTE	CH-E2-MM-A	FECHA DE RECEPCIÓN	04/06/2026
CORREOS	alejandromendozaq@outlook.com			FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS	04/06/2026
PESO DECLARADO (g)	N/A	MARCA	N/A	FECHA FINALIZACIÓN DE ANÁLISIS	09/06/2026
ORDEN DE TRABAJO	3100526	CLASIFICACIÓN	N/A	FECHA DE EMISIÓN DE INFORME DE RESULTADOS	09/06/2026
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura máxima (°C) 27		HUMEDAD RELATIVA	Humedad máxima (%) 70	

RESULTADO DE ANÁLISIS

PARAMETRO	METODO REFERENCIA	RESULTADO	UNIDAD
*COLIFORMES TOTALES	MLM_28 Standard Methods Ed.23,2017	75	NMP/100ml

Muestreo realizado por	Empresa
Observaciones	

NOTA: Este reporte solamente puede ser reproducido de forma integral y con la autorización por escrito del SCI. Está totalmente prohibida su reproducción de forma parcial y total. Los resultados emitidos en éste reporte se refieren exclusivamente al material ensayado y no son relacionados directamente a productos no ensayados. Los registros de los análisis son archivados en el laboratorio por 5 años. Se analizó bajo las condiciones de temperatura de recepción de la muestra. Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

Dirección: Letamendi 102 y la Ría * Teléfono: (593) 42401776 ext 126
 * Código Postal: 090308 * Correo electrónico: aviso.lablaqm@mag.gob.ec * Guayaquil-Ecuador
 * Fin del informe *



Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca

**LABORATORIO LAQM
SUBSECRETARÍA DE CALIDAD E INOCUIDAD**

INFORME DE RESULTADO

ORIGINAL

CONTROL INTERNO

Pag. 2/2



Archivo Firmado Digitalmente por:
**SULLY CECIBEL
STACIO SORROZA**

SULLY STACIO (s)

RESPONSABLE DE CALIDAD Y
TÉCNICO



Dirección: Letamendi 102 y la Ría * Teléfono: (593) 42401776 ext 126
* Código Postal: 090308 * Correo electrónico: aviso.lablaqm@mag.gob.ec * Guayaquil-Ecuador
* Fin del informe *

COD-REP-1335723 ACIIS

LABORATORIO LAQM
SUBSECRETARÍA DE CALIDAD E INOCUIDAD

INFORME DE RESULTADO

ORIGINAL

Pag. 1 / 2

CONTROL INTERNO

CÓDIGO ÚNICO	3100526-0183	Reporte No.	30304
NOMBRE DE LA EMPRESA	MENDOZA QUIROZ JUNIOR ALEJANDRO		
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA	Santa Elena/ La Libertad - Av Eleodoro Solorzano y C.51		
TIPO DE PRODUCTO	ANÁLISIS DE MUESTRA DE AGUA		
PRESENTACIÓN	AGUA SUPERFICIAL PARA ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO		
FACTURA	N/A	CODIGO/LOTE	CH-E2-MM-B
		FECHA DE RECEPCIÓN	04/06/2026
CORREOS	alejandromendozaq@outlook.com		FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS
			04/06/2026
PESO DECLARADO (g)	N/A	MARCA	N/A
		FECHA FINALIZACIÓN DE ANÁLISIS	09/06/2026
ORDEN DE TRABAJO	3100526	CLASIFICACIÓN	N/A
		FECHA DE EMISIÓN DE INFORME DE RESULTADOS	09/06/2026
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura máxima (°C) 27	HUMEDAD RELATIVA	Humedad máxima (%) 70

RESULTADO DE ANÁLISIS

PARAMETRO	METODO REFERENCIA	RESULTADO	UNIDAD
*COLIFORMES TOTALES	MLM_28 Standard Methods Ed.23,2017	9.1	NMP/100ml

Muestreo realizado por	Empresa
Observaciones	

NOTA: Este reporte solamente puede ser reproducido de forma integral y con la autorización por escrito del SCI. Está totalmente prohibida su reproducción de forma parcial y total. Los resultados emitidos en éste reporte se refieren exclusivamente al material ensayado y no son relacionados directamente a productos no ensayados. Los registros de los análisis son archivados en el laboratorio por 5 años. Se analizó bajo las condiciones de temperatura de recepción de la muestra. Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

Dirección: Letamendi 102 y la Ría * Teléfono: (593) 42401776 ext 126
* Código Postal: 090308 * Correo electrónico: aviso.lablaqm@mag.gob.ec * Guayaquil-Ecuador
* Fin del informe *



Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca

**LABORATORIO LAQM
SUBSECRETARÍA DE CALIDAD E INOCUIDAD**

INFORME DE RESULTADO

ORIGINAL

CONTROL INTERNO

Pag. 2 / 2



Archivo Firmado Digitalmente por:
**SULLY CECIBEL
STACIO SORROZA**

SULLY STACIO (s)

RESPONSABLE DE CALIDAD Y
TÉCNICO



Dirección: Letamendi 102 y la Ría * Teléfono: (593) 42401776 ext 126
* Código Postal: 090308 * Correo electrónico: aviso.lablaqm@mag.gob.ec * Guayaquil-Ecuador
* Fin del informe *

COD-REP-1335728 ACIIS

**LABORATORIO LAQM
SUBSECRETARÍA DE CALIDAD E INOCUIDAD**

INFORME DE RESULTADO

ORIGINAL

CONTROL INTERNO

Pag. 1 / 2

CÓDIGO ÚNICO	3100526-0184			Reporte No.	30305
NOMBRE DE LA EMPRESA		MENDOZA QUIROZ JUNIOR ALEJANDRO			
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA		Santa Elena/ La Libertad - Av Eleodoro Solorzano y C.51			
TIPO DE PRODUCTO	ANÁLISIS DE MUESTRA DE AGUA				
PRESENTACIÓN	AGUA SUPERFICIAL PARA ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO				
FACTURA	N/A	CODIGO/LOTE	CH-E2-MM-C	FECHA DE RECEPCIÓN	04/06/2026
CORREOS	alejandromendozaq@outlook.com			FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS	04/06/2026
PESO DECLARADO (g)	N/A	MARCA	N/A	FECHA FINALIZACIÓN DE ANÁLISIS	09/06/2026
ORDEN DE TRABAJO	3100526	CLASIFICACIÓN	N/A	FECHA DE EMISIÓN DE INFORME DE RESULTADOS	09/06/2026
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura máxima (°C) 27		HUMEDAD RELATIVA	Humedad máxima (%) 70	

RESULTADO DE ANÁLISIS			
PARAMETRO	METODO REFERENCIA	RESULTADO	UNIDAD
*COLIFORMES TOTALES	MLM_28 Standard Methods Ed.23,2017	<3	NMP/100ml

Muestreo realizado por	Empresa
Observaciones	

NOTA: Este reporte solamente puede ser reproducido de forma integral y con la autorización por escrito del SCI. Está totalmente prohibida su reproducción de forma parcial y total. Los resultados emitidos en éste reporte se refieren exclusivamente al material ensayado y no son relacionados directamente a productos no ensayados. Los registros de los análisis son archivados en el laboratorio por 5 años. Se analizó bajo las condiciones de temperatura de recepción de la muestra. Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

Dirección: Letamendi 102 y la Ría * Teléfono: (593) 42401776 ext 126
 * Código Postal: 090308 * Correo electrónico: aviso.lablaqm@mag.gob.ec * Guayaquil-Ecuador
 * Fin del informe *

**LABORATORIO LAQM
SUBSECRETARÍA DE CALIDAD E INOCUIDAD**

INFORME DE RESULTADO

ORIGINAL

CONTROL INTERNO

Pag. 2/2



Archivo Firmado Digitalmente por:
**SULLY CECIBEL
STACIO SORROZA**

SULLY STACIO (s)

RESPONSABLE DE CALIDAD Y
TÉCNICO



Dirección: Letamendi 102 y la Ría * Teléfono: (593) 42401776 ext 126
* Código Postal: 090308 * Correo electrónico: aviso.lablaqm@mag.gob.ec * Guayaquil-Ecuador
* Fin del informe *

COD-REP-1335730 ACIIS

**LABORATORIO LAQM
SUBSECRETARÍA DE CALIDAD E INOCUIDAD**

INFORME DE RESULTADO

ORIGINAL

CONTROL INTERNO

Pag. 1 / 2

CÓDIGO ÚNICO	3100526-0185		Reporte No.	30306	
NOMBRE DE LA EMPRESA		MENDOZA QUIROZ JUNIOR ALEJANDRO			
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA		Santa Elena/ La Libertad - Av Eleodoro Solorzano y C.51			
TIPO DE PRODUCTO	ANÁLISIS DE MUESTRA DE AGUA				
PRESENTACIÓN	AGUA SUPERFICIAL PARA ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO				
FACTURA	N/A	CODIGO/LOTE	CH-CENTRO-B	FECHA DE RECEPCIÓN	04/06/2026
CORREOS	alejandromendozaq@outlook.com			FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS	04/06/2026
PESO DECLARADO (g)	N/A	MARCA	N/A	FECHA FINALIZACIÓN DE ANÁLISIS	09/06/2026
ORDEN DE TRABAJO	3100526	CLASIFICACIÓN	N/A	FECHA DE EMISIÓN DE INFORME DE RESULTADOS	09/06/2026
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura máxima (°C) 27		HUMEDAD RELATIVA	Humedad máxima (%) 70	

RESULTADO DE ANÁLISIS

PARAMETRO	METODO REFERENCIA	RESULTADO	UNIDAD
*COLIFORMES TOTALES	MLM_28 Standard Methods Ed.23,2017	75	NMP/100ml

Muestreo realizado por	Empresa
Observaciones	

NOTA: Este reporte solamente puede ser reproducido de forma integral y con la autorización por escrito del SCI. Está totalmente prohibida su reproducción de forma parcial y total. Los resultados emitidos en éste reporte se refieren exclusivamente al material ensayado y no son relacionados directamente a productos no ensayados. Los registros de los análisis son archivados en el laboratorio por 5 años. Se analizó bajo las condiciones de temperatura de recepción de la muestra. Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

Dirección: Letamendi 102 y la Ría * Teléfono: (593) 42401776 ext 126
 * Código Postal: 090308 * Correo electrónico: aviso.lablaqm@mag.gob.ec * Guayaquil-Ecuador
 * Fin del informe *

**LABORATORIO LAQM
SUBSECRETARÍA DE CALIDAD E INOCUIDAD**

INFORME DE RESULTADO

ORIGINAL

CONTROL INTERNO

Pag. 2/2



Archivo Firmado Digitalmente por:
**SULLY CECIBEL
STACIO SORROZA**

SULLY STACIO (s)
RESPONSABLE DE CALIDAD Y
TÉCNICO



Dirección: Letamendi 102 y la Ría * Teléfono: (593) 42401776 ext 126
* Código Postal: 090308 * Correo electrónico: aviso.lablaqm@mag.gob.ec * Guayaquil-Ecuador
* Fin del informe *

COD-REP-1335734 ACIIS

**LABORATORIO LAQM
SUBSECRETARÍA DE CALIDAD E INOCUIDAD**

INFORME DE RESULTADO

ORIGINAL

Pag. 1 / 2

CONTROL INTERNO

CÓDIGO ÚNICO	3100526-0186	Reporte No.	30307
NOMBRE DE LA EMPRESA	MENDOZA QUIROZ JUNIOR ALEJANDRO		
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA	Santa Elena/ La Libertad - Av Eleodoro Solorzano y C.51		
TIPO DE PRODUCTO	ANÁLISIS DE MUESTRA DE AGUA		
PRESENTACIÓN	AGUA SUPERFICIAL PARA ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO		
FACTURA	N/A	CODIGO/LOTE	CH-CENTRO-A
CORREOS	alejandromendozaq@outlook.com		FECHA DE RECEPCIÓN
PESO DECLARADO (g)	N/A	MARCA	N/A
ORDEN DE TRABAJO	3100526	CLASIFICACIÓN	N/A
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura máxima (°C) 27	HUMEDAD RELATIVA	Humedad máxima (%) 70

RESULTADO DE ANÁLISIS

PARAMETRO	METODO REFERENCIA	RESULTADO	UNIDAD
*COLIFORMES TOTALES	MLM_28 Standard Methods Ed.23,2017	21	NMP/100ml

Muestreo realizado por	Empresa
Observaciones	

NOTA: Este reporte solamente puede ser reproducido de forma integral y con la autorización por escrito del SCI. Está totalmente prohibida su reproducción de forma parcial y total. Los resultados emitidos en éste reporte se refieren exclusivamente al material ensayado y no son relacionados directamente a productos no ensayados. Los registros de los análisis son archivados en el laboratorio por 5 años. Se analizó bajo las condiciones de temperatura de recepción de la muestra. Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

Dirección: Letamendi 102 y la Ría * Teléfono: (593) 42401776 ext 126
 * Código Postal: 090308 * Correo electrónico: aviso.lablaqm@mag.gob.ec * Guayaquil-Ecuador
 * Fin del informe *



Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca

**LABORATORIO LAQM
SUBSECRETARÍA DE CALIDAD E INOCUIDAD**

INFORME DE RESULTADO

ORIGINAL

CONTROL INTERNO

Pag. 2/2



Archivo Firmado Digitalmente por:
**SULLY CECIBEL
STACIO SORROZA**

SULLY STACIO (s)

RESPONSABLE DE CALIDAD Y
TÉCNICO



Dirección: Letamendi 102 y la Ría * Teléfono: (593) 42401776 ext 126
* Código Postal: 090308 * Correo electrónico: aviso.lablaqm@mag.gob.ec * Guayaquil-Ecuador
* Fin del informe *

COD-REP-1335736 ACIIS

**LABORATORIO LAQM
SUBSECRETARÍA DE CALIDAD E INOCUIDAD**

INFORME DE RESULTADO

ORIGINAL

CONTROL INTERNO

Pag. 1 / 2

CÓDIGO ÚNICO	3217326-0728	Reporte No.	31953
NOMBRE DE LA EMPRESA	MENDOZA QUIROZ JUNIOR ALEJANDRO		
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA	Santa Elena/ Av Eleodoro Solorzano & C. 51		
TIPO DE PRODUCTO	ANÁLISIS AGUA DE MAR		
PRESENTACIÓN	AGUA SUPERFICIAL PARA ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO		
FACTURA	N/A	CODIGO/LOTE	CH - E1 - BM - A
FECHA DE RECEPCIÓN	01/07/2026		
CORREOS	alejandromendozaq@outlook.com		FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS
			01/07/2026
PESO DECLARADO (g)	500	MARCA	EISCOLABS
FECHA FINALIZACIÓN DE ANÁLISIS	13/07/2026		
ORDEN DE TRABAJO	3217326	CLASIFICACIÓN	N/A
FECHA DE EMISIÓN DE INFORME DE RESULTADOS	13/07/2026		
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura máxima (°C) 27	HUMEDAD RELATIVA	Humedad máxima (%) 70

RESULTADO DE ANÁLISIS

PARAMETRO	METODO REFERENCIA	RESULTADO	UNIDAD
*ESCHERICHIA COLI	MLM_29 Standard Methods Ed.23,2017	3	NMP/100ml

Muestreo realizado por	Empresa
Observaciones	

NOTA: Este reporte solamente puede ser reproducido de forma integral y con la autorización por escrito del SCl. Está totalmente prohibida su reproducción de forma parcial y total. Los resultados emitidos en éste reporte se refieren exclusivamente al material ensayado y no son relacionados directamente a productos no ensayados. Los registros de los análisis son archivados en el laboratorio por 5 años. Se analizó bajo las condiciones de temperatura de recepción de la muestra. Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

Dirección: Letamendi 102 y la Ría * Teléfono: (593) 42401776 ext 126
 * Código Postal: 090308 * Correo electrónico: aviso.lablaqm@mag.gob.ec * Guayaquil-Ecuador
 * Fin del informe *



Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca

**LABORATORIO LAQM
SUBSECRETARÍA DE CALIDAD E INOCUIDAD**

INFORME DE RESULTADO

ORIGINAL

CONTROL INTERNO

Pag. 2/2



Archivo Firmado Digitalmente por:
**SULLY CECIBEL
STACIO SORROZA**

SULLY STACIO (s)

RESPONSABLE DE CALIDAD Y
TÉCNICO



Dirección: Letamendi 102 y la Ría * Teléfono: (593) 42401776 ext 126
* Código Postal: 090308 * Correo electrónico: aviso.lablaqm@mag.gob.ec * Guayaquil-Ecuador
* Fin del informe *

COD-REP-1379465 ACIIS

LABORATORIO LAQM
SUBSECRETARÍA DE CALIDAD E INOCUIDAD

INFORME DE RESULTADO

ORIGINAL

CONTROL INTERNO

Pag. 1/2

CÓDIGO ÚNICO	3217326-0729			Reporte No.	31665
NOMBRE DE LA EMPRESA	MENDOZA QUIROZ JUNIOR ALEJANDRO				
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA	Santa Elena/ Av Eleodoro Solorzano & C. 51				
TIPO DE PRODUCTO	ANÁLISIS AGUA DE MAR				
PRESENTACIÓN	AGUA SUPERFICIAL PARA ANALISIS MICROBIOLOGICO				
FACTURA	N/A	CODIGO/LOTE	CH - E2 - BM - B	FECHA DE RECEPCIÓN	01/07/2026
CORREOS	alejandromendozaq@outlook.com			FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS	01/07/2026
PESO DECLARADO (g)	500	MARCA	EISCOLABS	FECHA FINALIZACIÓN DE ANÁLISIS	13/07/2026
ORDEN DE TRABAJO	3217326	CLASIFICACIÓN	N/A	FECHA DE EMISIÓN DE INFORME DE RESULTADOS	13/07/2026
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura máxima (°C) 27		HUMEDAD RELATIVA	Humedad máxima (%) 70	

RESULTADO DE ANÁLISIS

PARAMETRO	METODO REFERENCIA	RESULTADO	UNIDAD
*ESCHERICHIA COLI	MLM_29 Standard Methods Ed.23,2017	<3	NMP/100ml

Muestreo realizado por	Empresa
Observaciones	

NOTA: Este reporte solamente puede ser reproducido de forma integral y con la autorización por escrito del SCI. Está totalmente prohibida su reproducción de forma parcial y total. Los resultados emitidos en éste reporte se refieren exclusivamente al material ensayado y no son relacionados directamente a productos no ensayados. Los registros de los análisis son archivados en el laboratorio por 5 años. Se analizó bajo las condiciones de temperatura de recepción de la muestra. Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

Dirección: Letamendi 102 y la Ría * Teléfono: (593) 42401776 ext 126
* Código Postal: 090308 * Correo electrónico: aviso.lablaqm@mag.gob.ec * Guayaquil-Ecuador
* Fin del informe *



Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca

**LABORATORIO LAQM
SUBSECRETARÍA DE CALIDAD E INOCUIDAD**

INFORME DE RESULTADO

ORIGINAL

CONTROL INTERNO

Pag. 2/2



Archivo Firmado Digitalmente por:
**SULLY CECILIA
STACIO SORROZA**

SULLY STACIO (s)

RESPONSABLE DE CALIDAD Y
TÉCNICO



Dirección: Letamendi 102 y la Ría * Teléfono: (593) 42401776 ext 126
* Código Postal: 090308 * Correo electrónico: aviso.lablaqm@mag.gob.ec * Guayaquil-Ecuador
* Fin del informe *

COD-REP-1379431 ACIIS

**LABORATORIO LAQM
SUBSECRETARÍA DE CALIDAD E INOCUIDAD**

INFORME DE RESULTADO

ORIGINAL

CONTROL INTERNO

Pag. 1 / 2

CÓDIGO ÚNICO	3217326-0730			Reporte No.	31662
NOMBRE DE LA EMPRESA	MENDOZA QUIROZ JUNIOR ALEJANDRO				
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA	Santa Elena/ Av Eleodoro Solorzano & C. 51				
TIPO DE PRODUCTO	ANÁLISIS AGUA DE MAR				
PRESENTACIÓN	AGUA SUPERFICIAL PARA ANALISIS MICROBIOLÓGICO				
FACTURA	N/A	CODIGO/LOTE	CH - E3 - BM - C	FECHA DE RECEPCIÓN	01/07/2026
CORREOS	alejandromendozaq@outlook.com			FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS	01/07/2026
PESO DECLARADO (g)	500	MARCA	EISCOLABS	FECHA FINALIZACIÓN DE ANÁLISIS	13/07/2026
ORDEN DE TRABAJO	3217326	CLASIFICACIÓN	N/A	FECHA DE EMISIÓN DE INFORME DE RESULTADOS	13/07/2026
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura máxima (°C) 27		HUMEDAD RELATIVA	Humedad máxima (%) 70	

RESULTADO DE ANÁLISIS			
PARAMETRO	METODO REFERENCIA	RESULTADO	UNIDAD
*ESCHERICHIA COLI	MLM_29 Standard Methods Ed.23,2017	<3	NMP/100ml
Muestreo realizado por	Empresa		
Observaciones			

NOTA: Este reporte solamente puede ser reproducido de forma integral y con la autorización por escrito del SCI. Está totalmente prohibida su reproducción de forma parcial y total. Los resultados emitidos en este reporte se refieren exclusivamente al material ensayado y no son relacionados directamente a productos no ensayados. Los registros de los análisis son archivados en el laboratorio por 5 años. Se analizó bajo las condiciones de temperatura de recepción de la muestra. Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

Dirección: Letamendi 102 y la Ría * Teléfono: (593) 42401776 ext 126
 * Código Postal: 090308 * Correo electrónico: aviso.lablaqm@mag.gob.ec * Guayaquil-Ecuador
 * Fin del informe *



Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca

**LABORATORIO LAQM
SUBSECRETARÍA DE CALIDAD E INOCUIDAD**

INFORME DE RESULTADO

ORIGINAL

CONTROL INTERNO

Pag. 2/2



Archivo Firmado Digitalmente por:
SULLY CECIBEL
STACIO SORROZA

SULLY STACIO (s)

RESPONSABLE DE CALIDAD Y
TÉCNICO



Dirección: Letamendi 102 y la Ría * Teléfono: (593) 42401776 ext 126
* Código Postal: 090308 * Correo electrónico: aviso.lablaqm@mag.gob.ec * Guayaquil-Ecuador
* Fin del informe *

COD-REP-1379470 ACIIS



Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca

io de Agricultura, Ganadería y Pesca

AD

LABORATORIO LAQM
SUBSECRETARÍA DE CALIDAD E INOCUIDAD

INFORME DE RESULTADO

Pag. 2/2

ORIGINAL

CONTROL INTERNO

Pag. 1/2

CÓDIGO ÚNICO	3217326-0731	Reporte No.	31954
NOMBRE DE LA EMPRESA	MENDOZA QUIROZ JUNIOR ALEJANDRO		
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA	Santa Elena/ Av Eleodoro Solorzano & C. 51		
TIPO DE PRODUCTO	ANÁLISIS AGUA DE MAR		
PRESENTACIÓN	AGUA SUPERFICIAL PARA ANALISIS MICROBIOLOGICO		
FACTURA	N/A	CODIGO/LOTE	CH - E1 - MM - A
FECHA DE RECEPCIÓN	01/07/2026		
CORREOS	alejandromendozaq@outlook.com		
FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS	01/07/2026		
PESO DECLARADO (g)	500	MARCA	EISCOLABS
FECHA FINALIZACIÓN DE ANÁLISIS	13/07/2026		
ORDEN DE TRABAJO	3217326	CLASIFICACIÓN	N/A
FECHA DE EMISIÓN DE INFORME DE RESULTADOS	13/07/2026		
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura máxima (°C) 27	HUMEDAD RELATIVA	Humedad máxima (%) 70

RESULTADO DE ANÁLISIS

PARAMETRO	METODO REFERENCIA	RESULTADO	UNIDAD
*ESCHERICHIA COLI	MLM_29 Standard Methods Ed.23,2017	3	NMP/100ml

Muestreo realizado por	Empresa
Observaciones	

NOTA: Este reporte solamente puede ser reproducido de forma integral y con la autorización por escrito del SCI. Está totalmente prohibida su reproducción de forma parcial y total. Los resultados emitidos en éste reporte se refieren exclusivamente al material ensayado y no son relacionados directamente a productos no ensayados. Los registros de los análisis son archivados en el laboratorio por 5 años. Se analizó bajo las condiciones de temperatura de recepción de la muestra. Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.



01776 ext 126
b.ec * Guayaquil-Ecuador

Dirección: Letamendi 102 y la Ría * Teléfono: (593) 42401776 ext 126
* Código Postal: 090308 * Correo electrónico: aviso.lablaqm@mag.gob.ec * Guayaquil-Ecuador
* Fin del informe *

COD-REP-1379472 ACIIS



Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca

**LABORATORIO LAQM
SUBSECRETARÍA DE CALIDAD E INOCUIDAD**

INFORME DE RESULTADO

ORIGINAL

CONTROL INTERNO

Pag. 2/2



Archivo Firmado Digitalmente por:
**SULLY CECIBEL
STACIO SORROZA**

SULLY STACIO (s)
RESPONSABLE DE CALIDAD Y
TÉCNICO



Dirección: Letamendi 102 y la Ría * Teléfono: (593) 42401776 ext 126
* Código Postal: 090308 * Correo electrónico: aviso.lablaqm@mag.gob.ec * Guayaquil-Ecuador
* Fin del informe *

COD-REP-1379477 ACIIS

LABORATORIO LAQM
SUBSECRETARÍA DE CALIDAD E INOCUIDAD

INFORME DE RESULTADO

ORIGINAL

Pag. 1/2

CONTROL INTERNO

CÓDIGO ÚNICO	3217326-0732			Reporte No.	31663
NOMBRE DE LA EMPRESA	MENDOZA QUIROZ JUNIOR ALEJANDRO				
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA	Santa Elena/ Av Eleodoro Solorzano & C. 51				
TIPO DE PRODUCTO	ANÁLISIS AGUA DE MAR				
PRESENTACIÓN	AGUA SUPERFICIAL PARA ANALISIS MICROBIOLÓGICO				
FACTURA	N/A	CODIGO/LOTE	CH - E2 - MM - B	FECHA DE RECEPCIÓN	01/07/2026
CORREOS	alejandromendozaq@outlook.com			FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS	01/07/2026
PESO DECLARADO (g)	500	MARCA	N/A	FECHA FINALIZACIÓN DE ANÁLISIS	13/07/2026
ORDEN DE TRABAJO	3217326	CLASIFICACIÓN	N/A	FECHA DE EMISIÓN DE INFORME DE RESULTADOS	13/07/2026
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura máxima (°C) 27		HUMEDAD RELATIVA	Humedad máxima (%) 70	

RESULTADO DE ANÁLISIS

PARAMETRO	METODO REFERENCIA	RESULTADO	UNIDAD
*ESCHERICHIA COLI	MLM_29 Standard Methods Ed.23,2017	<3	NMP/100ml

Muestreo realizado por	Empresa
Observaciones	

NOTA: Este reporte solamente puede ser reproducido de forma integral y con la autorización por escrito del SCI. Está totalmente prohibida su reproducción de forma parcial y total. Los resultados emitidos en éste reporte se refieren exclusivamente al material ensayado y no son relacionados directamente a productos no ensayados. Los registros de los análisis son archivados en el laboratorio por 5 años. Se analizó bajo las condiciones de temperatura de recepción de la muestra. Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

Dirección: Letamendi 102 y la Ría * Teléfono: (593) 42401776 ext 126
* Código Postal: 090308 * Correo electrónico: aviso.lablaqm@mag.gob.ec * Guayaquil-Ecuador
* Fin del informe *



Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca

**LABORATORIO LAQM
SUBSECRETARÍA DE CALIDAD E INOCUIDAD**

INFORME DE RESULTADO

ORIGINAL

CONTROL INTERNO

Pag. 2/2



Archivo Firmado Digitalmente por:
**SULLY CECIBEL
STACIO SORROZA**

SULLY STACIO (s)

**RESPONSABLE DE CALIDAD Y
TÉCNICO**



Dirección: Letamendi 102 y la Ría * Teléfono: (593) 42401776 ext 126
* Código Postal: 090308 * Correo electrónico: aviso.lablaqm@mag.gob.ec * Guayaquil-Ecuador
* Fin del informe *

COD-REP-1379477 ACIIS

**LABORATORIO LAQM
SUBSECRETARÍA DE CALIDAD E INOCUIDAD**

INFORME DE RESULTADO

ORIGINAL

Pag. 1/2

CONTROL INTERNO

CÓDIGO ÚNICO	3217326-0733	Reporte No.	31664
NOMBRE DE LA EMPRESA	MENDOZA QUIROZ JUNIOR ALEJANDRO		
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA	Santa Elena/ Av Eleodoro Solorzano & C. 51		
TIPO DE PRODUCTO	ANÁLISIS AGUA DE MAR		
PRESENTACIÓN	AGUA SUPERFICIAL PARA ANALISIS MICROBIOLOGICO		
FACTURA	N/A	CODIGO/LOTE	CH - E3 - MM - C
CORREOS	alejandromendozaq@outlook.com		FECHA DE RECEPCIÓN
PESO DECLARADO (g)	500	MARCA	eiscolabs
ORDEN DE TRABAJO	3217326	CLASIFICACIÓN	N/A
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura máxima (°C) 27	HUMEDAD RELATIVA	Humedad máxima (%) 70

RESULTADO DE ANÁLISIS

PARAMETRO	METODO REFERENCIA	RESULTADO	UNIDAD
*ESCHERICHIA COLI	MLM_29 Standard Methods Ed.23,2017	<3	NMP/100ml

Muestreo realizado por	Empresa
Observaciones	

NOTA: Este reporte solamente puede ser reproducido de forma integral y con la autorización por escrito del SCI. Está totalmente prohibida su reproducción de forma parcial y total. Los resultados emitidos en este reporte se refieren exclusivamente al material ensayado y no son relacionados directamente a productos no ensayados. Los registros de los análisis son archivados en el laboratorio por 5 años. Se analizó bajo las condiciones de temperatura de recepción de la muestra. Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

Dirección: Letamendi 102 y la Ría * Teléfono: (593) 42401776 ext 126
* Código Postal: 090308 * Correo electrónico: aviso.lablaqm@mag.gob.ec * Guayaquil-Ecuador
* Fin del informe *



REPÚBLICA
DEL ECUADOR

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca

**LABORATORIO LAQM
SUBSECRETARÍA DE CALIDAD E INOCUIDAD**

INFORME DE RESULTADO

ORIGINAL

CONTROL INTERNO

Pag. 2 / 2



Archivo Firmado Digitalmente por:
**SULLY CECIBEL
STACIO SORROZA**

SULLY STACIO (s)

RESPONSABLE DE CALIDAD Y
TÉCNICO



Dirección: Letamendi 102 y la Ría * Teléfono: (593) 42401776 ext 126
* Código Postal: 090308 * Correo electrónico: aviso.laqlqm@mag.gob.ec * Guayaquil-Ecuador
* Fin del informe *

COD-REP-1379475 ACIIS

**LABORATORIO LAQM
SUBSECRETARÍA DE CALIDAD E INOCUIDAD**

INFORME DE RESULTADO

ORIGINAL

CONTROL INTERNO

Pag. 1/2

CÓDIGO ÚNICO	3217326-0734			Reporte No.	31955
NOMBRE DE LA EMPRESA	MENDOZA QUIROZ JUNIOR ALEJANDRO				
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA	Santa Elena/ Av Eleodoro Solorzano & C. 51				
TIPO DE PRODUCTO	ANÁLISIS AGUA DE MAR				
PRESENTACIÓN	AGUA SUPERFICIAL PARA ANALISIS MICROBIOLOGICO				
FACTURA	N/A	CODIGO/LOTE	CH - E1 - DR - A	FECHA DE RECEPCIÓN	01/07/2026
CORREOS	alejandromendozaq@outlook.com			FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS	01/07/2026
PESO DECLARADO (g)	500	MARCA	EISCOLABS	FECHA FINALIZACIÓN DE ANÁLISIS	13/07/2026
ORDEN DE TRABAJO	3217326	CLASIFICACIÓN	N/A	FECHA DE EMISIÓN DE INFORME DE RESULTADOS	13/07/2026
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura máxima (°C) 27		HUMEDAD RELATIVA	Humedad máxima (%) 70	

RESULTADO DE ANÁLISIS

PARAMETRO	METODO REFERENCIA	RESULTADO	UNIDAD
ESCHERICHIA COLI	MLM_29 Standard Methods Ed.23,2017	9.1	NMP/100ml

Muestreo realizado por	Empresa
Observaciones	

NOTA: Este reporte solamente puede ser reproducido de forma integral y con la autorización por escrito del SCI. Está totalmente prohibida su reproducción de forma parcial y total. Los resultados emitidos en éste reporte se refieren exclusivamente al material ensayado y no son relacionados directamente a productos no ensayados. Los registros de los análisis son archivados en el laboratorio por 5 años. Se analizó bajo las condiciones de temperatura de recepción de la muestra. Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

Dirección: Letamendi 102 y la Ría * Teléfono: (593) 42401776 ext 126
 * Código Postal: 090308 * Correo electrónico: aviso.lablaqm@mag.gob.ec * Guayaquil-Ecuador
 * Fin del informe *



Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca

**LABORATORIO LAQM
SUBSECRETARÍA DE CALIDAD E INOCUIDAD**

INFORME DE RESULTADO

ORIGINAL

CONTROL INTERNO

Pag. 2/2



Archivo Firmado Digitalmente por:
**SULLY CECIBEL
STACIO SORROZA**

SULLY STACIO (s)

RESPONSABLE DE CALIDAD Y
TÉCNICO



Dirección: Letamendi 102 y la Ría * Teléfono: (593) 42401776 ext 126
* Código Postal: 090308 * Correo electrónico: aviso.lablaqm@mag.gob.ec * Guayaquil-Ecuador
* Fin del informe *

COD-REP-1379477 ACIS

**LABORATORIO LAQM
SUBSECRETARÍA DE CALIDAD E INOCUIDAD**
INFORME DE RESULTADO
ORIGINAL
CONTROL INTERNO

Pag. 1 / 2

CÓDIGO ÚNICO	3217326-0735			Reporte No.	31956
NOMBRE DE LA EMPRESA	MENDOZA QUIROZ JUNIOR ALEJANDRO				
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA	Santa Elena/ Av Eleodoro Solorzano & C. 51				
TIPO DE PRODUCTO	ANÁLISIS AGUA DE MAR				
PRESENTACIÓN	AGUA SUPERFICIAL PARA ANALISIS MICROBIOLOGICO				
FACTURA	N/A	CODIGO/LOTE	CH - E2 - DR - B	FECHA DE RECEPCIÓN	01/07/2026
CORREOS	alejandromendozaq@outlook.com			FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS	01/07/2026
PESO DECLARADO (g)	500	MARCA	EISCOLABS	FECHA FINALIZACIÓN DE ANÁLISIS	13/07/2026
ORDEN DE TRABAJO	3217326	CLASIFICACIÓN	N/A	FECHA DE EMISIÓN DE INFORME DE RESULTADOS	13/07/2026
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura máxima (°C) 27		HUMEDAD RELATIVA	Humedad máxima (%) 70	

RESULTADO DE ANÁLISIS

PARAMETRO	METODO REFERENCIA	RESULTADO	UNIDAD
*ESCHERICHIA COLI	MLM_29 Standard Methods Ed.23,2017	3.6	NMP/100ml

Muestreo realizado por	Empresa
Observaciones	

NOTA: Este reporte solamente puede ser reproducido de forma integral y con la autorización por escrito del SCI. Está totalmente prohibida su reproducción de forma parcial y total. Los resultados emitidos en éste reporte se refieren exclusivamente al material ensayado y no son relacionados directamente a productos no ensayados. Los registros de los análisis son archivados en el laboratorio por 5 años. Se analizó bajo las condiciones de temperatura de recepción de la muestra. Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

Dirección: Letamendi 102 y la Ría * Teléfono: (593) 42401776 ext 126
 * Código Postal: 090308 * Correo electrónico: aviso.lablaqm@mag.gob.ec * Guayaquil-Ecuador
 * Fin del informe *



Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca

**LABORATORIO LAQM
SUBSECRETARÍA DE CALIDAD E INOCUIDAD**

INFORME DE RESULTADO

ORIGINAL

CONTROL INTERNO

Pag. 2/2



Archivo Firmado Digitalmente por:
**SULLY CECIBEL
STACIO SORROZA**

SULLY STACIO (s)

RESPONSABLE DE CALIDAD Y
TÉCNICO



Dirección: Letamendi 102 y la Ría * Teléfono: (593) 42401776 ext 126
* Código Postal: 090308 * Correo electrónico: aviso.lablaqm@mag.gob.ec * Guayaquil-Ecuador
* Fin del informe *

COD.REP-1379477 ACIIS



Ministerio de
Ambiente y Energía

**AUTORIZACIÓN DE RECOLECCIÓN DE ESPECIMENES DE ESPECIES DE LA DIVERSIDAD
BIOLÓGICA No. 148**

ESTUDIANTES E INVESTIGADORES (SIN FINES COMERCIALES)

**1.- AUTORIZACIÓN DE RECOLECCIÓN DE ESPECÍMENES DE ESPECIES LA DIVERSIDAD
BIOLÓGICA**

2.- CÓDIGO

MAE-ARSFC-2026-0148

3.- DURACIÓN DEL PROYECTO

FECHA INICIO	FECHA FIN
2026-04-15	2027-04-15

4.- COMPONENTE A RECOLECTAR

Animal
Bacteria

El Ministerio de Ambiente y Energía, en uso de las atribuciones que le confiere la Codificación a la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre autoriza a:

**5.- INVESTIGADORES /TÉCNICOS QUE INTERVENDRÁN EN LAS ACTIVIDADES DE
RECOLECCIÓN**

Nº de C.I./Pasaporte	Nombres y Apellidos	Nacionalidad	Nº REGISTRO SENESCYT	EXPERIENCIA	GRUPO BIOLÓGICO
1315535854	MENDOZA QUIROZ JUNIOR ALEJANDRO	Ecuatoriana	ME-REF-04701611	Muestreo intermareal	Bivalvia; Gammaproteobacteria; Gastropoda; Malaco:
0913401014	REYES LAINEZ ANGELA MARIA	Ecuatoriana	1006-10-1013541	Ecología costera	Bivalvia; Gammaproteobacteria; Gastropoda; Malaco:

**6.- PARA QUE LLEVEN A CABO LA RECOLECCIÓN DE ESPECIMENES DE ESPECIES LA
DIVERSIDAD BIOLÓGICA:**

Nombre del Proyecto: Macroinvertebrados intermareales y coliformes totales como bioindicadores de la calidad ecológica en la playa de Chuyuipe Península de Santa Elena Ecuador.

7.- SE AUTORIZA LA RECOLECCION CON EL PROPOSITO DE:

Relacionar las comunidades de macroinvertebrados intermareales y coliformes totales con las características morfológicas e hidrodinámicas de la playa de Chuyuipe, identificando posibles bioindicadores de riesgo ecológico y sanitario.
Establecer si la comunidad de macroinvertebrados y la presencia de coliformes totales se encuentran influenciadas por las características morfológicas e hidrodinámicas de la playa de Chuyuipe.
Caracterizar la dinámica físico-costera de la playa de Chuyuipe mediante el análisis de su morfología (perfil, erosión y sedimentación) y la influencia hidrodinámica asociada a la dirección predominante del oleaje y al transporte de sólidos suspendidos.
Identificar las comunidades de macroinvertebrados intermareales y los niveles de coliformes totales presentes en la playa de Chuyuipe mediante muestreo in situ, estableciendo su condición ecológica frente a posibles niveles de afectación ambiental.

8.- ÁREA GEOGRÁFICA QUE CUBRE LA RECOLECCIÓN DE LAS ESPECIES O ESPECÍMENES:

PROVINCIAS	SNAP	BOSQUE PROTECTOR
SANTA ELENA	NA	NA

9.- INFORMACIÓN DE LAS ESPECIES A RECOLECTAR

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	TIPO MUESTRA	Nº MUESTRA	Nº LOTE
Malacostraca	Decapoda	NA	NA	NA	Macroinvertebrados	12	
Polychaeta	Phyllodocida	NA	NA	NA	Macroinvertebrados	12	
Polychaeta	Capitellida	NA	NA	NA	Macroinvertebrados	12	
Bivalvia	Venerida	NA	NA	NA	Macroinvertebrados	12	
Gammaaproteobacteria	Enterobacteriales	NA	NA	NA	Coliformes totales	12	

10.- METODOLOGÍA APLICADA EN CAMPO

FASE DE RECOLECCIÓN:	El trabajo de campo se desarrollará en la zona intermareal de la playa de Chuyuipe, Península de Santa Elena, considerando el gradiente mareal (marea baja, media y alta) con el fin de obtener representatividad ecológica y espacial. Se establecerán estaciones de muestreo distribuidas longitudinalmente a lo largo del perfil de playa, previamente delimitadas mediante coordenadas geográficas. En cada estación se registrarán variables físicas como pendiente del perfil costero, tipo de sustrato (arenoso, mixto o rocoso), presencia de erosión o
-----------------------------	---

	sedimentación, dirección del oleaje y condiciones ambientales al momento del muestreo. Para los macroinvertebrados intermareales se aplicará un muestreo directo mediante recolección manual en superficie y excavación superficial del sedimento hasta una profundidad aproximada de 10 a 20 cm, dependiendo de la compactación del sustrato. El sedimento extraído será tamizado para facilitar la recuperación de organismos enterrados, especialmente anélidos, bivalvos y sipuncúlidos. En sectores rocosos, la búsqueda se realizará bajo rocas y dentro de charcas intermareales, recolectando organismos adheridos o refugiados en cavidades. Cada organismo recolectado será contabilizado en el sitio para estimar abundancia relativa por estación y nivel de marea. De manera paralela, para el análisis de coliformes totales como indicador microbiológico, se procederá a la toma de muestras de agua superficial durante pleamar, utilizando frascos estériles previamente rotulados. La recolección se realizará evitando la contaminación cruzada, tomando el agua a una profundidad aproximada de 20–30 cm bajo la superficie y cerrando inmediatamente el recipiente. La información obtenida será registrada en fichas de campo, incluyendo fecha, hora, coordenadas, nivel de marea, tipo de sustrato y observaciones relevantes, asegurando trazabilidad metodológica.
FASE DE PRESERVACIÓN:	Los macroinvertebrados intermareales serán manipulados cuidadosamente para evitar daño en estructuras morfológicas diagnósticas (apéndices, placas calcáreas, conchas o segmentos corporales). Cada ejemplar o conjunto de ejemplares por estación y nivel de marea será colocado en frascos plásticos de boca ancha previamente rotulados con código de muestra, fecha, hora, coordenadas, nivel de marea y tipo de sustrato. Posteriormente, los organismos serán fijados y preservados en etanol al 70 %, asegurando una proporción adecuada entre volumen de muestra y conservante (mínimo 1:3) para garantizar correcta penetración y conservación de tejidos. En el caso de organismos con alto contenido de sedimento o materia orgánica adherida, se realizará un enjuague previo con agua de mar del sitio para retirar exceso de partículas antes de su preservación definitiva. Los frascos permanecerán cerrados herméticamente y almacenados en contenedores protegidos de la luz solar directa y de cambios bruscos de temperatura durante la jornada de campo. Se verificará periódicamente el nivel de etanol para evitar evaporación o dilución excesiva. En cuanto a las muestras de agua destinadas al análisis de coliformes totales, estas serán recolectadas en frascos estériles de uso microbiológico, evitando el contacto con superficies externas que puedan generar contaminación cruzada. Una vez obtenidas, las muestras serán conservadas inmediatamente en una nevera portátil con acumuladores de frío, manteniendo una temperatura aproximada entre 4 y 8 °C. El transporte hacia el laboratorio se realizará en el menor tiempo posible, procurando que el procesamiento microbiológico se efectúe dentro de las primeras horas posteriores a la recolección, con el fin de preservar la integridad y concentración bacteriana original. Todo el procedimiento incluirá registro en fichas de campo, asegurando trazabilidad, control de cada muestra y correspondencia entre código de campo y análisis posterior.

11. METODOLOGIA APLICADA EN LABORATORIO

MÉTODOS EMPLEADOS EN EL LABORATORIO:	En el laboratorio se desarrollarán procedimientos orientados al análisis biológico y microbiológico de las muestras recolectadas en la playa de Chuyuipe. Para el componente de macroinvertebrados intermareales, las muestras preservadas serán lavadas y tamizadas nuevamente para eliminar sedimento residual. Posteriormente, los organismos serán separados manualmente bajo lupa estereoscópica y clasificados hasta el nivel taxonómico más bajo posible (familia, género o especie), utilizando claves taxonómicas especializadas para fauna bentónica marina del Pacífico oriental. Se registrará abundancia absoluta, riqueza taxonómica y distribución por estación de muestreo. Los ejemplares serán conservados en etanol al 70% debidamente rotulados para respaldo y verificación. En el componente microbiológico, las muestras destinadas al análisis de coliformes totales serán procesadas mediante la técnica de filtración por membrana. Se empleará medio selectivo y diferencial como Chromocult Coliform Agar para la identificación y cuantificación de colonias características. Las placas serán incubadas a 35–37 °C durante 24 horas, tras lo cual se realizará el conteo de Unidades Formadoras de Colonias (UFC), expresadas en UFC/100 mL para agua o UFC/g para sedimento, según corresponda. Se implementarán controles de calidad microbiológicos, incluyendo blancos de esterilidad y control positivo, con el fin de garantizar la confiabilidad de los resultados. Todos los datos obtenidos serán registrados en matrices digitales para su posterior análisis estadístico y correlación con variables morfológicas e hidrodinámicas previamente determinadas en campo.
---	--

12.- SE AUTORIZA LA UTILIZACIÓN DE LOS SIGUIENTES MATERIALES Y/O EQUIPOS PARA LA REALIZACIÓN DE ESTA RECOLECCION.

Grupo Biológico a Recolectar	Descripción	Tipo de Equipamiento
------------------------------	-------------	----------------------

3 / 7

Gammaproteobacteria	INCUBADORA MICROBIOLÓGICA Y EQUIPO PARA FILTRACIÓN POR MEMBRANA.	Equipo en Laboratorio
Bivalvia	ESTEREOMICROSCOPIO Y MATERIAL ÓPTICO PARA IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA HASTA NIVEL DE CLASE.	Equipo en Laboratorio
Gastropoda	FRASCOS ROTULADOS, BOLSAS DE MUESTREO Y ETIQUETAS IMPERMEABLES PARA RECOLECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS.	Material en Campo
Bivalvia	ETANOL AL 70 %, BANDEJAS DE SEPARACIÓN Y MATERIAL DE CONSERVACIÓN PARA ANÁLISIS TAXONÓMICO.	Material en Laboratorio
Gammaproteobacteria	FRASCOS ESTÉRILES Y NEVERA PORTÁTIL PARA CONSERVACIÓN EN CADENA DE FRÍO.	Material en Campo
Malacostraca	ESTEREOMICROSCOPIO Y MATERIAL ÓPTICO PARA IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA HASTA NIVEL DE CLASE.	Equipo en Laboratorio
Gastropoda	ESTEREOMICROSCOPIO Y MATERIAL ÓPTICO PARA IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA HASTA NIVEL DE CLASE.	Equipo en Laboratorio
Gastropoda	ETANOL AL 70 %, BANDEJAS DE SEPARACIÓN Y MATERIAL DE CONSERVACIÓN PARA ANÁLISIS TAXONÓMICO.	Material en Laboratorio
Malacostraca	EQUIPO UTILIZADO PARA MUESTREO INTERMAREAL MEDIANTE EXCAVACIÓN SUPERFICIAL Y TAMIZADO DE SEDIMENTO EN 12 UNIDADES DE MUESTREO.	Equipo en Campo
Malacostraca	FRASCOS ROTULADOS, BOLSAS DE MUESTREO Y ETIQUETAS IMPERMEABLES PARA RECOLECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS.	Material en Campo
Bivalvia	EQUIPO UTILIZADO PARA MUESTREO INTERMAREAL MEDIANTE EXCAVACIÓN SUPERFICIAL Y TAMIZADO DE SEDIMENTO EN 12 UNIDADES DE MUESTREO.	Equipo en Campo
Malacostraca	ETANOL AL 70 %, BANDEJAS DE SEPARACIÓN Y MATERIAL DE CONSERVACIÓN PARA ANÁLISIS TAXONÓMICO.	Material en Laboratorio
Polychaeta	ETANOL AL 70 %, BANDEJAS DE SEPARACIÓN Y MATERIAL DE CONSERVACIÓN PARA ANÁLISIS TAXONÓMICO.	Material en Laboratorio
Bivalvia	FRASCOS ROTULADOS, BOLSAS DE MUESTREO Y ETIQUETAS IMPERMEABLES PARA RECOLECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS.	Material en Campo
Gammaproteobacteria	EQUIPO UTILIZADO PARA TOMA DE MUESTRAS DE AGUA INTERMAREAL EN 12 UNIDADES DE MUESTREO.	Equipo en Campo
Gastropoda	EQUIPO UTILIZADO PARA MUESTREO INTERMAREAL MEDIANTE EXCAVACIÓN SUPERFICIAL Y TAMIZADO DE SEDIMENTO EN 12 UNIDADES DE MUESTREO.	Equipo en Campo
Gammaproteobacteria	MEMBRANAS DE FILTRACIÓN Y MEDIOS SELECTIVOS PARA CUANTIFICACIÓN DE COLIFORMES TOTALES.	Material en Laboratorio
Polychaeta	FRASCOS ROTULADOS, BOLSAS DE MUESTREO Y ETIQUETAS	Material en

	IMPERMEABLES PARA RECOLECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS.	Campo
Polychaeta	ESTEREOMICROSCOPIO Y MATERIAL ÓPTICO PARA IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA HASTA NIVEL DE CLASE.	Equipo en Laboratorio
Polychaeta	EQUIPO UTILIZADO PARA MUESTREO INTERMAREAL MEDIANTE EXCAVACIÓN SUPERFICIAL Y TAMIZADO DE SEDIMENTO EN 12 UNIDADES DE MUESTREO.	Equipo en Campo

13.- COLECCIONES NACIONALES DEPOSITARIAS DEL MATERIAL BIOLÓGICO

Bivalvia	Museo de Zoología Pontificia Universidad Católica del Ecuador
Gastropoda	Museo de Zoología Pontificia Universidad Católica del Ecuador
Malacostraca	Museo de Zoología Pontificia Universidad Católica del Ecuador
Gamma proteobacteria	Museo de Zoología Pontificia Universidad Católica del Ecuador
Polychaeta	Museo de Zoología Pontificia Universidad Católica del Ecuador

14.- RESULTADOS ESPERADOS

Esta investigación espera generar resultados que permitan comprender de manera integral el estado ecológico y sanitario de la playa de Chuyuipe, constituyéndose en un aporte académico y técnico de gran relevancia. En el ámbito físico, se considera obtener una caracterización detallada de los perfiles morfológicos de la playa, identificando zonas de erosión, sedimentación y pendiente, lo que permitirá establecer la vulnerabilidad del ecosistema frente a procesos naturales y antrópicos, y a su vez consolidar una línea base para futuros estudios comparativos (Jaramillo et al., 2016). En cuanto a la dinámica hidrodinámica, se prevé determinar la dirección predominante y la energía relativa del oleaje mediante el uso de boyas derivantes artesanales, generando información sobre el transporte litoral de sedimentos y su influencia en la configuración de la playa. Estos resultados constituirán un insumo clave para explicar la variabilidad en la distribución espacial de los organismos y en la propagación de contaminantes (Martínez et al., 2021). En el componente biológico, se prevé registrar la composición taxonómica de los macroinvertebrados intermareales, estableciendo su abundancia relativa y absoluta en los diferentes niveles de marea, y evaluando la diversidad, dominancia y equidad mediante índices ecológicos ampliamente aplicados en estudios marinos, como Shannon-Wiener (Shannon, 1948), (Simpson, 1949) y (Pielou, 1966). Se anticipa la identificación de especies sensibles que funcionen como bioindicadores de las condiciones ambientales, aportando información útil para la detección temprana de cambios en el ecosistema (Cárdenas-Calle et al., 2020). De forma complementaria, se prevé la cuantificación de coliformes totales en agua marina, expresados en unidades formadoras de colonias por cada 100 mL (UFC/100 mL), y la comparación de estos valores con los límites establecidos en la normativa ambiental vigente del Ecuador (FAOLEX, 2018; Ministerio del Ambiente, 2018). Con ello, se busca determinar zonas con riesgo sanitario, fortaleciendo la perspectiva de gestión ambiental vinculada a la salud pública y al uso recreativo

seguro de la playa (WHO, 2018; EPA, 2019). Finalmente, al integrar los resultados físicos, biológicos e hidrodinámicos, se prevé establecer relaciones estadísticas significativas que demuestren la influencia de la morfodinámica costera y la dinámica del oleaje sobre la estructura de las comunidades biológicas y la dispersión de contaminantes microbiológicos. Estos hallazgos permitirán identificar bioindicadores de riesgo ecológico y sanitario, constituyéndose en herramientas confiables para el monitoreo ambiental.

15.- CONTRIBUCIÓN DEL ESTUDIO PARA LA TOMA DE DECISIONES A LA ESTRATEGIA NACIONAL DE BIODIVERSIDAD 2011-2020.

METAS	DESCRIPCIÓN
Meta04.19.01 Para el 2021, el Ecuador implementa a agenda nacional de investigaciones, con el involucramiento de la academia, sector público, privado, pueblos y nacionalidades.	La presente investigación se enmarca en la generación de conocimiento científico aplicado sobre biodiversidad intermareal y calidad ambiental en ecosistemas costeros del Ecuador. A través del análisis de macroinvertebrados bentónicos (Bivalvia, Gastropoda, Malacostraca y Polychaeta) y la cuantificación de coliformes totales como bioindicadores, el estudio permitirá caracterizar la composición, abundancia y distribución espacial de estos organismos en la playa de Chuyuipe, relacionándolos con variables morfológicas e hidrodinámicas del perfil costero. Los resultados contribuirán al fortalecimiento de la agenda nacional de investigaciones mediante la producción de información técnica y académica útil para la gestión ambiental, el monitoreo ecológico y la toma de decisiones orientadas a la conservación y uso sostenible de los ecosistemas marino-costeros. Asimismo, la investigación fomenta la articulación entre academia e instituciones públicas, aportando una línea base replicable que puede ser utilizada en futuros programas de seguimiento ambiental y planificación territorial.

DE ACUERDO A LAS SIGUIENTES ESPECIFICACIONES

1. Solicitud de: **MENDOZA QUIROZ JUNIOR ALEJANDRO**
2. Institución Nacional Científica : **UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**
3. Fecha de entrega del informe final o preliminar: **2027/03/31**
4. Valoración técnica del proyecto: **CHOCHO SANCHEZ VICTOR EDUARDO**
5. Esta Autorización **NO HABILITA LA MOVILIZACIÓN DE FLORA, FAUNA, MICROORGANISMOS Y HONGOS.**
6. Esta Autorización **NO HABILITA EXPORTACIÓN DE FLORA, FAUNA, MICROORGANISMOS Y HONGOS**, sin la correspondiente autorización del Ministerio de Ambiente y Energía.
7. Los especímenes o muestras recolectadas no podrán ser utilizadas en actividades de **BIOPROSPECCIÓN, NI ACCESO AL RECURSO GENÉTICO.**
8. Los resultados que se desprendan de la investigación, no podrán ser utilizados para estudios

posteriores de Acceso a Recurso Genéticos sin la previa autorización del Ministerio de Ambiente y Energía.

OBLIGACIONES DEL/ LOS INVESTIGADOR/ES.

9. Ingresar al sistema electrónico de recolecta de especímenes de especies la diversidad biológica del Ministerio de Ambiente y Energía, el o los informes parciales o finales en formato PDF, en el formato establecido.

Con los siguientes anexos:

- Escaneado de el o los certificados originales del depósito o recibo de las muestras, emitidas por las Colecciones Científicas Ecuatorianas como Internacionales depositarias de material biológico.
- Escaneado de las publicaciones realizadas o elaboradas en base al material biológico recolectado.
- Escaneado de material fotográfico que considere el investigador pueda ser utilizados para difusión. (se mantendrá los derechos de autor).

10. Citar en las publicaciones científicas, Tesis o informes técnicos el número de Autorización de Recolección otorgada por el Ministerio de Ambiente y Energía, con el que se recolecto el material biológico.

11. Depositar los holotipos en una institución científica depositaria de material biológico.

12. Los holotipos solo podrán salir del país en calidad de préstamo por un periodo no más de un año.

13. Las muestras biológicas a ser depositadas deberán ingresar a las colecciones respectivas siguiendo los protocolos emitidos por el Curador/a custodio de los especímenes.

14. Las muestras deberán ser preservadas, curadas y depositadas de lo contrario, se deberán sufragar los gastos que demanden la preparación del material para su ingreso a la colección correspondiente.

Del incumplimiento de las obligaciones dispuestas en los numerales, 9, 10, 11, 12, 13 y 14 se responsabiliza a **MENDOZA QUIROZ JUNIOR ALEJANDRO**.

DIRECTOR DE BIODIVERSIDAD
BAQUERO GONZALEZ JUDITH DENNIS
2026-04-15



Av. República de El Salvador N36-64 y Suecia
Código postal: 770735 / Quito - Ecuador
Teléfono: +593-2 3976000