



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador

SEDE
ESMERALDAS

ESCUELA DE GESTIÓN AMBIENTAL

TESIS DE GRADO

**ESTADO ECOLÓGICO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE
LA DESEMBOCADURA DE LOS RÍOS SÚA Y
ATACAMES UTILIZANDO COMO INDICADORES,
COMUNIDADES PLANCTÓNICAS Y BENTÓNICAS**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE
INGENIERA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

AUTORA

MARÍA JOSÉ ZAMBRANO DELGADO

ASESOR

MGT. EDUARDO REBOLLEDO MONSALVE

Esmeraldas – Noviembre, 2017

Trabajo de tesis aprobado luego de haber dado cumplimiento a los requisitos exigidos por el reglamento de grado de la PUCESE previo a la obtención del título de INGENIERA EN GESTIÓN AMBIENTAL.

PhD. Jorge Velasco Vargas
Presidente Tribunal de Graduación

PhD. Jorge Velasco Vargas
Lector 1

PhD. Olga Carnicer Castaño
Lector 2

Mgt. Lucía Vernaza Quiñónez
Directora de la Escuela de Gestión Ambiental

Mgt. Eduardo Rebolledo Monsalve
Director de Tesis

Esmeraldas, de de 2017

AUTORÍA

Yo, María José Zambrano Delgado, declaro que la presente investigación enmarcada en el trabajo de tesis, es absolutamente original, auténtica y personal. En virtud que el contenido de esta investigación es de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor y de la PUCESE.

María José Zambrano Delgado

C.I. 080413746-1

AGRADECIMIENTO

A Dios, infinitamente, por acompañarme todos los días y darme la fortaleza requerida para culminar esta etapa de mi vida.

A mis padres, por haber sido mis principales guías y modelos a seguir, mi padre (+) que es mi ídolo y supo corregir mis errores y celebrar mis logros, mi hermosa madre, Tania Delgado, que es incondicional y día a día apoya mis decisiones.

A mi hermano, que desde el día en que mi padre se fue al cielo, me apoyó y me aconsejó de la mejor manera.

A mi mejor amiga que ha estado conmigo en varias etapas de mi vida y ahora compartimos una más.

A mis familiares y amigos que me animaron constantemente y fueron incondicionales durante la realización de esta investigación.

Finalmente, a mi profesor y director de tesis, Eduardo Rebolledo que supo guiarme en el transcurso de la investigación y siempre estuvo presto a compartirme sus conocimientos.

DEDICATORIA

*A mi ángel en el cielo, el mejor padre y amigo, Pedro Gonzalo Zambrano Cedeño,
el hombre más sabio que he conocido y con quien aprendí que...*

“Padres e hijas nunca dicen adiós”.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DEDICATORIA.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABLAS.....	ix
LISTA DE ANEXOS.....	x
LISTA DE FOTOGRAFIAS.....	xii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRAC.....	xv
INTRODUCCION	1
1. MATERIALES Y METODOS.....	5
1.1 Área de estudio y determinación de estaciones de análisis	5
1.5 Estimación de índices	10
1.5.1 Índices utilizados con comunidad fitoplanctónica	10
1.5.2 Índices utilizados con comunidades bentónicas.....	12
1.6 Fundamentos estadísticos	14
2. ANALISIS DE RESULTADOS.....	15
2.1 Parámetros Físico-Químicos.....	15
2.1.1 Fitoplancton.....	15
2.1.1.1 Análisis de varianza de una vía (ANOVA).....	17
2.1.2 Bentos.....	18
2.1.2.1 Análisis de varianza de una vía (ANOVA).....	20
2.2 Descriptivos ecológicos.....	21
2.2.1 Fitoplancton.....	21
2.2.1.1 Abundancia media de algas según el método de Utermohl.....	21
2.2.1.2 Riqueza y Distribución	22
2.2.1.3 Abundancia porcentual	24
2.2.1.4 Análisis de varianza de una vía (ANOVA).....	25
2.2.2 Bentos.....	26
2.2.2.1 Abundancia - Riqueza y Distribución.....	26
2.2.2.2 Abundancia porcentual	28
2.2.2.3 Análisis de varianza de una vía (ANOVA).....	29

2.3	Estimación de índices	30
2.3.1	Fitoplancton.....	30
2.3.1.1	Índice de diversidad de Shannon-Weaver (H').....	30
2.3.2	Bentos.....	31
2.3.2.1	Índice de diversidad de Shannon-Weaver (H').....	31
2.3.2.2	Índice Biótico Marino (AMBI).....	32
2.4	Análisis estadístico	37
2.4.1	Fitoplancton.....	37
2.4.1.1	Análisis de Componentes Principales	37
2.4.1.2	Análisis de similitud de especies de Bray-Curtis	40
2.4.2	Bentos.....	41
2.4.2.1	Análisis de Componentes Principales	41
2.4.2.2	Análisis de Similitud de especies de Bray-Curtis	44
2.4.2.3	Análisis de Correspondencias Canónicas	45
3	DISCUSION	47
4	CONCLUSIONES	52
5	RECOMENDACIONES	53
6	BIBLIOGRAFÍA.....	54

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Ubicación de puntos de muestreo.
- Figura 2.** Temperatura, Salinidad, Oxígeno Disuelto y Potencial de Hidrógeno
- Figura 3.** Sólidos Disueltos Totales, Conductividad y Conductancia eléctrica.
- Figura 4.** Temperatura, Salinidad, Oxígeno Disuelto
- Figura 5.** Sólidos Disueltos Totales, Conductividad y Conductancia Eléctrica.
- Figura 6.** Recuento de algas con método Utermohl
- Figura 7.** Abundancia, Riqueza y Distribución de microalgas en el sector de estudio
- Figura 8.** Abundancia-Riqueza y Distribución Bentónica Súa-Atacames 2016
- Figura 9.** Índice de diversidad de Shannon-Weaver
- Figura 10.** Índice de diversidad de Shannon-Weaver
- Figura 11.** Histograma de estado ecológico y localidad
- Figura 12.** Histograma de grupos de especies, estaciones de Súa
- Figura 13.** Histograma de grupos de especies, estación intermedia
- Figura 14.** Histograma de grupos de especies, estaciones de Atacames
- Figura 15.** ACP de parámetros fisicoquímicos de agua, primer componente 78,34% y segundo componente 12,87%
- Figura 16.** ACP de descriptivos ecológicos, primer componente 61,66% y segundo componente 18,76%
- Figura 17.** AS Bray-Curtis de especies fitoplanctónicas, coeficiente de correlación 0,8713
- Figura 18.** ACP de parámetros fisicoquímicos de agua, primer componente 99,89% y segundo componente 0,07%
- Figura 19.** ACP de descriptivos ecológicos, primer componente 89,85% y segundo componente 10,09%
- Figura 20.** AS Bray-Curtis de especies bentónicas, coeficiente de correlación 0,4999
- Figura 21.** ACC de especies bentónicas, primer componente 44,24% y segundo componente 37,63%

LISTA DE TABLAS

Tabla I. Coordenadas UTM.

Tabla II. Intervalos de AMBI (Borja, Franco, & Pérez, 2000).

Tabla III. Clasificación de perturbación y grupos ecológicos AMBI

LISTA DE ANEXOS

Anexo I. Parámetros fisicoquímicos y descriptivos ecológicos de agua relacionados de fitoplancton.

Anexo II. Parámetros fisicoquímicos y descriptivos ecológicos de agua relacionados a bentos.

Anexo III. ANOVA de un factor de parámetros Fisicoquímicos.

Anexo IV. ANOVA Diferencia de media de Sólidos Disueltos Totales.

Anexo V. ANOVA Diferencia de media de Potencial de Hidrógeno.

Anexo VI. ANOVA Diferencia de media de Salinidad.

Anexo VII. ANOVA Diferencia de media de Conductancia Eléctrica.

Anexo VIII. ANOVA Diferencia de media de Conductividad Eléctrica.

Anexo IX. ANOVA Diferencia de media de Oxígeno Disuelto.

Anexo X. ANOVA de un factor de parámetros Fisicoquímicos.

Anexo XI. ANOVA Diferencia de media de Temperatura.

Anexo XII. ANOVA Diferencia de media de Sólidos Disueltos Totales.

Anexo XIII. ANOVA Diferencia de media de Salinidad.

Anexo XIV. ANOVA Diferencia de media de Conductancia Eléctrica.

Anexo XV. ANOVA Diferencia de media de Conductividad Eléctrica.

Anexo XVI. ANOVA Diferencia de media de Oxígeno Disuelto.

Anexo XVII. Abundancia porcentual de algas.

Anexo XVIII. Abundancia bentónica porcentual.

Anexo XIX. ANOVA de un factor de Descriptivos Ecológicos Fitoplanctónicos.

Anexo XX. ANOVA Diferencia de media de recuento de Utermohl.

Anexo XXI. ANOVA Diferencia de media de recuento de Diversidad.

Anexo XXII. ANOVA Diferencia de media de recuento de Riqueza.

Anexo XXIII. ANOVA de un factor de Descriptivos Ecológicos Bentónicos.

Anexo XXIV. ANOVA Diferencia de media de Abundancia.

Anexo XXV. ANOVA Diferencia de media de Diversidad.

Anexo XXVI. ANOVA Diferencia de media de Riqueza.

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1. CTD EXO II

Fotografía 2. Botella Van Dorn de 4.2 L

Fotografía 3. Draga de arrastre de 60 L

Fotografía 4. Identificación y conteo de algas

Fotografía 5. Identificación con Dino-Lite

Fotografía 6. *Pleurosigma angulatum*

Fotografía 7. *Chaetocero didymus*

Fotografía 8. *Navicula palpebralis*

Fotografía 9. *Cymbella parva*

Fotografía 10. *Ditylum brightwellii*

Fotografía 11. *Bacteriastrum delicatulum*

Fotografía 12. *Rhizosolenia alata*

Fotografía 13. *Rhizosolenia hebetata*

Fotografía 14. *Chaetocero convolutus*

Fotografía 15. *Nitzchia longissima*

Fotografía 16. *Pleurosigma angulatum*

Fotografía 17. *Asterionella kariana*

Fotografía 18. *Chaetocero socialis*

Fotografía 19. *Rhizosolenia alata*

Fotografía 20. *Rizhosolenia fragilissima*

Fotografía 21. *Chaetoceros affinis*

Fotografía 22. *Skeletonema costatum*

Fotografía 23. *Bacteriastrum delicatulum*

Fotografía 24. *Schroderella delicatula*

Fotografía 25. *Chaetoceros affinis*

Fotografía 26. *Chaetoceros laevis*

Fotografía 27. *Coscinodiscos excentricus*

- Fotografía 28.** *Rhizosolenia hyalina*
- Fotografía 29.** *Thalassionema nitzschioides*
- Fotografía 30.** *Ampelisca*
- Fotografía 31.** *Amphilocus*
- Fotografía 32.** *Arestidae*
- Fotografía 33.** *Dentalium oerstedii*
- Fotografía 34.** *Anachis avara*
- Fotografía 35.** *Anachis sp.*
- Fotografía 36.** *Ophiura*
- Fotografía 37.** *Donax deltoides*
- Fotografía 38.** *Goniada littorea*
- Fotografía 39.** *Agladrilia púdica*
- Fotografía 40.** *Chione ornatissima*
- Fotografía 41.** *Pecten lunaris*
- Fotografía 42.** *Nannodiella fraternalis*
- Fotografía 43.** *Tellina ecuadoriana*
- Fotografía 44.** *Terebra armillata*
- Fotografía 45.** *Macoma grandis*
- Fotografía 46.** *Nereis riisei*
- Fotografía 47.** *Crassinella pacifica*
- Fotografía 48.** *Tellina esmeralda*
- Fotografía 49.** *Anadara adamsi*
- Fotografía 50.** *Pitar helenae*
- Fotografía 51.** *Olivella aureonincta*
- Fotografía 52.** *Neilonella atossa*
- Fotografía 53.** *Nuculana ornata*

RESUMEN

El estado en el que se encuentra un cuerpo de agua se define como calidad y esta se puede determinar mediante el análisis fisicoquímico, de estado ecológico, etc., que en muchas ocasiones es el reflejo de la calidad biológica, en esta investigación se analizó la comunidad planctónica y bentónica de los ríos Atacames y Súa en 7 estaciones distribuidas en sentido sur-norte desde la parte navegable tierra adentro del río Súa hasta la parte navegable tierra adentro del río Atacames con 3 estaciones marinas. Se realizaron tres campañas de muestreo los meses de agosto, octubre y diciembre del 2016.

Se registraron parámetros fisicoquímicos de la columna de agua con un CTD EXO2 y se cuantificaron los descriptivos ecológicos abundancia, riqueza, diversidad de Shannon-Weaver de la comunidad fitoplanctónica mediante el método de Utermohl, los mismos descriptivos se levantaron para la comunidad bentónica a la que además se aplicó el índice biótico marino AMBI.

La comunidad fitoplanctónica fue más abundante en la parte alta del río Atacames con 338 individuos en el primer muestreo que corresponde al 11 de agosto de 2016, la estación con mayor riqueza, 33 especies, ocurrió en el segundo muestreo que se realizó el 14 de octubre de 2016 y se situó en zona de mar próxima al río Atacames. 104 especies se registraron en el sector de estudio siendo *Pleurosigma Nicobaricum* la especie más abundante llegando a las 395 algas/mililitro y fue común en estaciones de ambos ríos. Los índices H' de diversidad fitoplanctónica oscilaron entre 2.3 y 4.5, sin embargo, fueron pocas las estaciones que se ubicaron por debajo de 3, situando la comunidad en un rango de alta diversidad.

La diversidad bentónica fue menor y osciló entre 0 y 2.5. La estación 3 que corresponde a zona marina próxima al río Súa fue la más abundante con 788 individuos en el primer muestreo de un total de 5369 contabilizados en las 3 campañas; la mayor riqueza ocurrió en la misma estación, pero en el segundo muestreo con 23 especies de un total 94 registradas en todo el estudio. La especie más abundante fue el Anfípodo *Ampelisca*, con 1224 individuos. El análisis AMBI arrojó valores inferiores a 2.5 interpretándose al sector con estaciones levemente perturbadas y no perturbadas, pese a encontrarse en buen estado todas las estaciones, el histograma de AMBI reflejó que las estaciones correspondientes a Súa gozan de mejor calidad, seguidas de las correspondientes a Atacames y a la estación intermedia en el espacio marino.

ABSTRACT

The state in which a body of water is found is defined as quality and this can be determined by physicochemical analysis, ecological status, etc., which in many cases is the reflection of biological quality, in this investigation the planktonic and benthonic communities of the Atacames and Súa rivers were analyzed in 7 distributed stations in south-north direction from the navigable part inland of the Súa River to the navigable part inland of the Atacames River in 3 marine stations. Three sampling campaigns were carried out during August, October and December 2016 months.

Chemical physical parameters of the water column were registered with CTD EXO2 and the ecological descriptive, richness, diversity of Shannon-Weaver of the phytoplankton community were quantified using the Utermohl method, the same details were raised for the benthic community to which The AMBI marine biotic index was also applied.

The phytoplanktonic community was more abundant in the upper part of the Atacames River with 338 individuals in the first sampling that corresponds to August 11, 2016, the station with the greatest wealth, 33 species, occurred in the second sample that was highlighted on October 14 2016 and was located in the sea contiguous zone near the Atacames River. 104 species were recorded in the field of study being *Pleurosigma Nicobaricum* the most abundant species reaching 395 algae / milliliter and was common in stations of both rivers. The H' indexes of phytoplankton diversity varied between 2.3 and 4.5, however, there were few stations that were located below 3, placing the community in a high diversity range.

The benthic diversity was lower and ranged between 0 and 2.5. Station 3, which corresponds to the marine area next to the Súa River, was the most abundant with 788 individuals in the first sampling of a total of 5369 counted in the 3 campaigns; the highest wealth occurred in the same station, but in the second sampling with 23 species out of a total 94 registered throughout the study. The most abundant species was the amphipod *Ampelisca*, with 1224 individuals. The AMBI analysis showed values below 2.5 interpreting the sector with slightly disturbed and undisturbed stations, despite being in good condition all stations, the AMBI histogram reflected the stations corresponding to Súa have better quality, followed by those corresponding to Atacames and the intermediate station in the marine space.

INTRODUCCION

La gran extensión marina cumple una importante función en el medio, aporta al desarrollo sostenible permitiendo el equilibrio social, económico y ambiental, es el más grande sumidero de dióxido de carbono, brinda también recursos y servicios que mejoran la calidad de vida de los seres humanos, mismo que van desde alimentación (peces, moluscos, crustáceos) y fuentes de ingresos económicos (pesca, turismo, transporte) hasta la absorción de energía que brindan los manglares y arrecifes, producidos por el oleaje generado por el viento (World Ocean Network, 2013).

Este medio no sólo se ha visto impactado por los derrames de petróleo, desechos sólidos orgánicos y sobrepesca, que a pesar de ser severo el daño, compiten con fuentes significativamente minúsculas de contaminación perenne. Tal es el caso de los ríos que, según Díaz constituyen un sistema de circulación lineal, vectorial, y estructurado para trasladar los fluidos importantes, en este caso contaminantes a través de las cuencas hidrográficas hasta su desembocadura en el mar y océanos (Campoblanco & Gomero, 2000).

El estado en el que se encuentra un cuerpo de agua es lo que se determina como calidad, esto, en relación a sus condiciones químicas y biológicas independientemente de si se dan en su estado natural o luego de haber sido impactado por actividades antrópicas o industriales. Se afirma que el recurso hídrico de un río, lago o mar es de calidad cuando al hacer uso de éste, no causa daños al ser humano y cuando sus condiciones químicas y biológicas no atentan contra el equilibrio del ecosistema acuático y marítimo (MAGA, 2011).

El estado químico es una expresión de la calidad de las aguas superficiales que refleja si la acumulación y concentración de contaminantes atienden o sobrepasan los límites permisibles establecidos en la normativa nacional (ADECAGUA, 2004) y; por su parte, el estado ecológico es una expresión de la calidad de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos asociados a las aguas superficiales en relación con las condiciones de referencia (Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, 2016) es básicamente el reflejo de la calidad biológica, hidromorfológica y de los parámetros fisicoquímicos de los ecosistemas acuáticos y marítimos (Andaluzá, 2009).

El uso de bioindicadores es la nueva herramienta que redujo los análisis *in situ* y *ex situ*, pues solo requiere identificar y cuantificar a los organismos en base a índices que califican la calidad del agua (de la Lanza, Hernandez, & Carbajal, 2000). Odum define a los organismos indicadores como, *presencia de una especie en particular que demuestra la existencia de ciertas condiciones en el medio, mientras que su ausencia es la consecuencia de la alteración de tales condiciones* (Vásquez, Castro, González , Pérez , & Castro, 2006). Un organismo es considerado bioindicador, siempre y cuando se conozca su grado de tolerancia, todos no pueden dar información, ya que tienen hábitos de alimentación y ciclos de vida diferentes, entre ellos se puede mencionar como bioindicadores a las comunidades planctónicas y bentónicas, considerando siempre la abundancia con la que se los encuentra en el medio marino (Vásquez, Castro, González , Pérez , & Castro, 2006).

Las comunidades fitoplanctónicas son comunidades acuáticas que se encuentran mayoritariamente en los océanos que, en otros cuerpos de agua, pueden sobrevivir a condiciones poco favorables y a temperaturas muy bajas y estos microorganismos conforman el primer eslabón de la pirámide alimentaria del medio marino, denominada así por biólogos como respuesta a las relaciones que presentan los organismos por sus diferentes tipos alimenticios (Cifuentes, Frías, & Torres, 1997). Son organismos fotosintéticos representados principalmente por microalgas (algas verdes, rojas, diatomeas, fito flagelados, cianobacterias) (Parra, 2006); la mayoría vive en la zona fótica, pero sin movimientos independientes pues se encuentran suspendidos bajo dependencia de los movimientos del agua (Samanez et al., 2014), son considerados buenos bioindicadores, pues son tolerantes a la contaminación bien documentada y se indican como indicadores de eutrofización e incremento de turbiedad (de la Lanza, Hernandez, & Carbajal, 2000).

Las comunidades bentónicas son el conjunto de organismos que habitan o se encuentran asociados al fondo de un cuerpo de agua, presentan una extensa variedad de tamaños, nutrición, formas de vida, comportamiento y tienen respuesta inmediata a perturbaciones, pues la mayoría tiene escasa movilidad, dilatados ciclos de vida, vasta tolerancia al estrés y a más de esto, están estrechamente asociados al sedimento. Presentan también una íntima relación con la trama alimentaria pelágica, transportando contaminantes a niveles tróficos superiores, como los peces y el hombre; igualmente son importantes en el reciclamiento de nutrientes en la columna de agua. (Alvis & Ardila, 2004).

Las comunidades bentónicas constituyen un eslabón importante al interior de la red trófica de los ecosistemas acuáticos. Su papel funcional reside en la transferencia de energía entre los productores primarios y los consumidores terciarios (Wibber & Clarke, 1988). En el medio marino, los principales grupos de bentos lo forman los anélidos poliquetos, crustáceos y los moluscos.

Debido a sus hábitos alimenticios y a su poca o nula movilidad, algunos componentes de bentos son empleados como especies indicadoras de cambios ambientales. (Pech & Ardisson, 2007), es por esto que las comunidades bentónicas forman parte de los bioindicadores con alta sensibilidad a perturbaciones antropogénicas y naturales y han sido muy utilizadas en programas de monitoreo, evaluación y vigilancia, pues gracias a los atributos de la estructura de las comunidades bentónicas se puede reflejar la calidad del medio marino (Alvis & Ardila, 2004), tanto así que desde mediados de los años 1990, se incrementó radicalmente la aplicación del índice Béntico de Integridad Biótica desarrollado por Karr (1981) como herramienta para evaluar las condiciones biológicas de los cuerpos de agua, este es similar al Índice de Integridad Biótica pero específicamente con el estudio de macroinvertebrados acuáticos e incluyendo variables como características como riqueza taxonómica, composición, características poblacionales, tolerancia a perturbaciones, grupos tróficos, etc. (Moya, 2006).

Por el alto potencial turístico, la diversificación de actividades productivas y el incompleto sistema de alcantarillado en el cantón Atacames, las cuencas hidrográficas de los ríos Atacames y Súa se han visto impactadas paulatinamente, desatendiendo los objetivos que persigue la legislación nacional, que otorga derechos a la naturaleza, ratificándolo en los artículos 12, 14 y 411 de la Constitución de la República del Ecuador y en el artículo 3 de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua (Ley No. 305, 2014).

Los marcos legales sobre sedimentos marinos son inexistentes en la jurisdicción ecuatoriana. Solo se cuenta con un instrumento normativo denominado Texto Unificado Legislación Ambiental Secundario (TULAS) emitido por el Ministerio del Ambiente que en la tabla III de su libro VI establece aspectos de calidad de agua, desestimando estudios cualitativos y cuantitativos de sus comunidades asociadas.

Las actividades productivas del cantón Atacames van desde la pesca, ganadería, minería, agricultura y el potencial turismo; mismas que generan contaminantes como pesticidas,

agroquímicos, sustancias peligrosas, desechos sólidos orgánicos y las descargas de aguas servidas (GADMA, 2014); tales son las condiciones de la cuenca del río Atacames, que la hipótesis del presente estudio establece que un estudio ecológico en el área de influencia de su desembocadura empleando comunidades bentónicas y planctónicas como indicadores, mostrarían diferencias con la cuenca del río Súa que aparentemente se encontraría menos impactada que la cuenca del Atacames. Partiendo del supuesto que las actividades productivas desarrolladas en el Súa son significativamente menores; todo esto, tomando como patrón la similitud morfológica de ambas cuencas que desembocan directamente en el mar.

Tras la necesidad de conocer su grado de afectación, la presente tesis tiene como objetivo principal determinar el estado ecológico del área de influencia de las desembocaduras de ambos ríos utilizando como indicadores comunidades planctónicas y bentónicas, acompañados de objetivos específicos que permitan establecer descriptivos ecológicos de las comunidades planctónicas y bentónicas en 7 estaciones distribuidas en las inmediaciones de los ríos Súa y Atacames, determinando la calidad de las desembocaduras con el índice biótico marino AMBI.

Finalmente, se busca establecer la existencia de diferencias entre las estaciones asociadas a cada cuenca hidrográfica mediante análisis estadísticos (ANOVA, Comparaciones Post Hoc, y Tukey) con procesadores SPSS 21 y Past 3, y si los resultados reflejan poca perturbación y contaminación de ecosistemas bentónicos y de la columna de agua, estos datos se convertirían en un aporte para ambos balnearios, sirviendo de respaldo para la obtención del sello de calidad Bandera Azul (ADEAD-FEE, 1982).

1. MATERIALES Y METODOS

1.1 Área de estudio y determinación de estaciones de análisis

Atacames, cantón de la provincia de Esmeraldas que se extiende a lo largo de 509 km² en los que se asientan alrededor de 45.836 habitantes (GADMA, 2014), posee una de las playas más turísticas, representando un significativo aporte al desarrollo local acompañado de diversas actividades productivas como pesca, agricultura, ganadería y minería. Todas las actividades productivas acompañadas del incompleto sistema de alcantarillado han impactado paulatinamente la cuenca hidrográfica de los ríos Atacames, Tonchigue y Súa con contaminantes como residuos sólidos orgánicos, agroquímicos, pesticidas, sustancias peligrosas y descargas de aguas servidas (GADMA, 2014) que además de impactar negativamente el medio acuático y alterar sus condiciones naturales, ponen en riesgo la salud humana de los habitantes ribereños e inclusive a los asentamientos urbanos.

La cuenca hidrográfica de Atacames es la principal receptora de todos los contaminantes producidos en el cantón, lo que la convertiría en la cuenca más contaminada si se compite con las de Tonchigüe y Súa; pero esta última a pesar de ser la receptora de aguas residuales y desechos sólidos orgánicos de 3.449 habitantes (GADPE, 2012) y tener mucha similitud morfológica con la cuenca de Atacames, podría encontrarse menos afectada.

1.2 Distribución de los puntos

Partiendo de su similitud morfológica, se determinaron 7 estaciones de muestreo distribuidas en el área de influencia de las dos microcuencas, 2 en la zona marino-costera próxima a la desembocadura de ambos ríos (total 4), 1 a nivel costero netamente agua marina (total 2) y un último punto intermedio (Figura 1).



Figura 1. Ubicación de puntos de muestreo.

Las estaciones muestreadas fueron enumeradas en orden ascendente en sentido sur-norte, es decir, que el punto más alto del río Súa fue la estación 1 y el más alto del río Atacames, la estación 7 (Tabla I).

Tabla I. Coordenadas UTM.

ESTACIÓN	UBICACIÓN	X	Y
1	Punto alto de río Súa	624735	10095128
2	Desembocadura de río Súa	625037	10095802
3	Agua marina próxima a río Súa	625723	10096174
4	Punto intermedio entre ambas desembocaduras	627382	10096654
5	Agua marina próxima a río Atacames	629107	10097768
6	Desembocadura de río Atacames	629075	10097064
7	Punto más alto de río Atacames	628605	10095826

1.3 Trabajo de campo

1.3.1 Registro de variables fisicoquímicas

Con el CTD EXO II marca YSI, se analizó *in situ* parámetros físico-químicos como sólidos disueltos totales, temperatura, salinidad, pH, turbidez, profundidad, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto. El análisis fue realizado a varias profundidades, es decir, inicialmente en la superficie, con relación a la comunidad de fitoplancton (algas) y finalmente en las máximas profundidades, con relación a la comunidad bentónica.



Fotografía 1. CTD EXO II

1.3.2 Muestreo fitoplanctónico

Para la toma de muestras de fitoplancton se sumergió una botella Van Dorn de 4.2 L que es un muestreador horizontal de agua que incorpora un mecanismo de cierre por ambos lados, misma que al llegar a la profundidad requerida, se deja caer un peso ocasionando su cierre (Royal Eijkelpkamp Fundation, 2011), colectándose la muestra a 1 m de profundidad y la misma en envases de 1lt, a los que se les agregó 3ml de formaldehído al 37% para fijarlas, se conservaron con hielo en contenedores fríos hasta llegar al laboratorio.



Fotografía 2. Botella Van Dorn de 4.2 L

1.3.3 Muestreo bentónico

Para la toma de muestras de bentos se utilizó una draga de arrastre de 60 litros de capacidad, misma que estuvo sujeta a cinco metros de cadena y ésta a 50 metros de cabo amarrados al motor fuera de borda, se mantuvo arrastrando durante 45 segundos mientras la embarcación se movía a una velocidad media; la draga removió y retuvo sedimento superficial que fue depositado en los coolers y posteriormente tamizado a bordo de la embarcación a 500 micras, luego se depositó la muestra en frascos de boca ancha con alcohol al 70 % y se conservaron en los coolers con hielo hasta su traslado al laboratorio.



Fotografía 3. Draga de arrastre de 60 L

1.4 Fase de laboratorio

1.4.1 Análisis fitoplanctónico

Las muestras se conservaron en el refrigerador, para el conteo de algas se sembraron las muestras y se las dejó reposar por 24 horas en las cámaras Utermohl para que se sedimenten, se utilizó las columnas de sedimentación de 50 ml, mismas que al ser retiradas, se lo hizo como mucha precaución para impedir el ingreso de aire en la cámara. Una vez retirado el tubo de sedimentación con el cubreobjetos, se observó cada muestra en el microscopio, haciendo barridos de 4 y 5 tiras para aplicar la fórmula de Utermohl cuya unidad se determina en células/ml.



Fotografía 4. Identificación y conteo de algas

1.4.2 Análisis bentónico

Las muestras se volvieron a tamizar cuidadosamente con una malla de 500 micrómetros, se lavaron y se separaron todos los organismos enteros e identificables y se tuvo en cuenta que cada par de las valvas encontrado fue contabilizado como un organismo al igual que las cabezas de otros organismos que se encontraron; todos los organismos encontrados fueron depositados en pequeños frascos con alcohol, se identificaron utilizando el Dino-Lite “Digital Microscope Premier” y se realizó la estimación de riqueza y abundancia.



Fotografía 5. Identificación con Dino-Lite

1.5 Estimación de índices

1.5.1 Índices utilizados con comunidad fitoplanctónica

Para el análisis de datos obtenidos de las comunidades fitoplanctónicas, se utilizó el método de identificación y recuento de Utermohl y el índice de diversidad de Shannon-Weaver.

1.5.1.1 Método de identificación y recuento Utermohl

Método utilizado para cuantificar fitoplancton matemáticamente, basado en la norma CEN TC 230/WG 2/TG 3/N83 (documento de 11-05-2004) (Vicente, de Hoyos, Sanchez, & Cambra, 2005), que a su vez atiende a la técnica descrita por Utermohl (EPA, 2010). Se expresa en unidades de células/ml y se calcula con la fórmula:

$$\text{Célula/ml} = \frac{(C) * (TA)}{(L * W * V * S)}$$

Donde:

S= número de tiras establecidas.

C= conteo de células de la muestra.

TA= área total de fondo de la cámara.

L= longitud de la tira (mm).

W= ancho de la tira (mm).

V= volumen de la cámara (ml) (Vicente, de Hoyos, Sanchez, & Cambra, 2005).

1.5.1.2 Índice de diversidad de Shannon-Weaver (H')

El índice está basado en la teoría informática para los estudios de comunicación, fue propuesto por Shannon y Weaver en “The Mathematical Theory Of Communication” (Shannon & Weaver, 1963), sin embargo, es muy usado en materia de ecología para determinar la abundancia de una especie (Smith, 1983).

La fórmula de cálculo para el índice de Shannon es:

$$H' = - \sum_{i=1}^S pi(\log_2 pi)$$

Donde:

S = riqueza de especies.

pi = abundancia relativa de cada especie.

Log₂ = abreviatura del logaritmo en base 2.

\sum = sobre las “S” especies.

i = 1,2,...,S de la población.

El índice de diversidad de Shannon mide la probabilidad de seleccionar todas las especies en la proporción con que existen en la población, es decir, mide la probabilidad de que una muestra seleccionada al azar de una población infinitamente grande contenga exactamente n_1 individuos de especie 1, n_2 de especies 2, y n_s de individuos S (Somarriba, 1999).

1.5.2 Índices utilizados con comunidades bentónicas

Para analizar los datos obtenidos de las comunidades bentónicas, se utilizó el Índice Biótico Marino (AMBI) para determinar la calidad de las estaciones y, el Índice de Shannon-Weaver para obtener su diversidad.

1.5.2.1 Índice Biótico Marino (AMBI)

AZTI Marine Biotic Index-AMBI es una herramienta que sirve para evaluar la calidad de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos y se hace calculando el índice

homónimo. La herramienta fue desarrollada por el Centro Tecnológico AZTI-Tecnalia y contiene más de 8.000 taxones característicos de las comunidades más significativas recurrentes en los estuarios y sistemas costeros Europeos, norteamericanos, sudamericanos y surasiáticos (AZTI-Tecnalia, 2000).

El índice se basa en la proporción de la abundancia en cada punto de muestreo como respuesta a los grupos ecológicos clasificados (Moniz et al., 2013). AMBI determina cinco grupos ecológicos, mismo que se expresan a continuación:

- **GI:** Especies muy sensibles al enriquecimiento orgánico y presentes en condiciones no contaminadas (estadio inicial).
- **GII:** Especies indiferentes al enriquecimiento orgánico, siempre presentes en bajas densidades y que no presentan variaciones significativas en sus abundancias a lo largo del tiempo (del estadio inicial hasta el estadio levemente desbalanceado).
- **GIII:** Especies tolerantes al enriquecimiento orgánico que pueden ocurrir en condiciones normales, pero el crecimiento de sus poblaciones es estimulado por el enriquecimiento orgánico (estadio levemente desbalanceado).
- **GIV:** Especies oportunistas de segundo orden que ocurren desde el estadio levemente desbalanceado hasta el altamente desbalanceado.

- **GV:** Especies oportunistas de primer orden presentes en el estadio altamente desbalanceado en condiciones de elevado enriquecimiento orgánico y contaminación (Borja, Franco, & Pérez, 2000).

Tabla II. Intervalos de AMBI (Borja, Franco, & Pérez, 2000).

Clasificación del nivel de Contaminación	Coefficiente Biótico	Índice Biótico (BI)	Grupo Ecológico Dominante	Salud de la comunidad bentónica
No	$0.0 \leq BC \leq 0.2$	0	I	Normal
No	$0.2 \leq BC \leq 1.2$	1		Empobrecida
Ligeramente	$1.2 \leq BC \leq 3.3$	2	III	Desbalanceada
Moderadamente	$3.3 \leq BC \leq 4.3$	3		Transición a contaminado
Moderadamente	$4.5 \leq BC \leq 5.0$	4	IV-V	Contaminado
Altamente	$5.0 \leq BC \leq 5.5$	5		Transición a altamente contaminado
Altamente	$5.5 \leq BC \leq 6.0$	6	V	Altamente contaminado
Extremadamente	<i>Azoico</i>	7	Azoico	Azoico

El índice se calcula con la fórmula:

$$\text{AMBI} = [(0 * \%GI) + (1,5 * \%GII) + (3 * \%GIII) + (4,5 * \%GIV) + (6 * \%GV)]/100$$

Borja, Franco, & Pérez, (2000) fijan intervalos que se encuentran en (AZTI-Tecnalia, 2000). Ya obtenidos los datos de AMBI, se puede establecer clasificaciones para cada punto de muestreo en función al grado de contaminación y al estado ecológico de su comunidad bentónica según los criterios determinados por el autor.

1.6 Fundamentos estadísticos

Teniendo los resultados de los parámetros del CTD, de biomasa, abundancia, diversidad y riqueza, se establecieron categorías de comparaciones, es decir, se compararon datos entre una estación y otra como respuesta a la ubicación de éstas en ambos ríos, y se compararon estaciones correspondientes a río con estaciones correspondientes a mar.

Los resultados se realizaron con el análisis de varianza de un factor (ANOVA) que sirve para comparar varios grupos en una variable cuantitativa (UB, 2009), permitiendo contrastar la hipótesis nula de que las medias de K poblaciones ($K > 2$) son iguales, frente a la hipótesis alternativa de que por lo menos una de las poblaciones difiere de las demás en cuanto a su valor esperado (UAM, 2008). Se determinaron también comparaciones Post Hoc, pruebas de Tukey utilizando como procesadores las herramientas SPSS 21 y Past 3. Además, para facilitar la interpretación de los datos se hizo gráficas de componentes principales de los parámetros fisicoquímicos y descriptivos ecológicos de ambas comunidades, correspondencia canónica de las especies más abundantes de la comunidad bentónica e índice de similitud de Bray-Curtis, para el cual se utilizó la fórmula:

$$B = \sum_{i=1}^s (X_{ij} - X_{ik}) / \sum_{i=1}^s (X_{ij} + X_{ik})$$

Donde:

B = medida de Bray-Curtis entre las muestras j y k

S = número de especies

X_{ij} = número de individuos de la especie i en la muestra j

X_{ik} = número de individuos de la especie i en la muestra k (Universidad Nacional Autónoma de México, 2005).

2. ANALISIS DE RESULTADOS

2.1 Parámetros Físico-Químicos

2.1.1 Fitoplancton

Los parámetros físico-químicos relacionados a la comunidad fitoplanctónica y registrados a un metro de profundidad se observan en las figuras 2 y 3.

La figura 2 refleja el comportamiento de parámetros registrados *in situ*: temperatura, salinidad, oxígeno disuelto (ODO) y potencial de hidrógeno (pH), de los cuales dos se comportan de forma similar (pH y Temperatura), siendo constantes en todas las estaciones y campañas. La salinidad y el oxígeno disuelto denotan comportamientos muy diferentes, el ODO conserva una constante en los puntos 2,3,4,5 y 6, teniendo tres declives, dos en los puntos 1 (río Súa) y 7 (río Atacames) del primer muestreo (11 de agosto) y uno correspondiente a la tercera campaña (16 de diciembre) del último río.

La salinidad conserva el comportamiento de sólidos disueltos totales, conductividad y conductancia eléctrica, parámetros presentados en la (Figura 3).

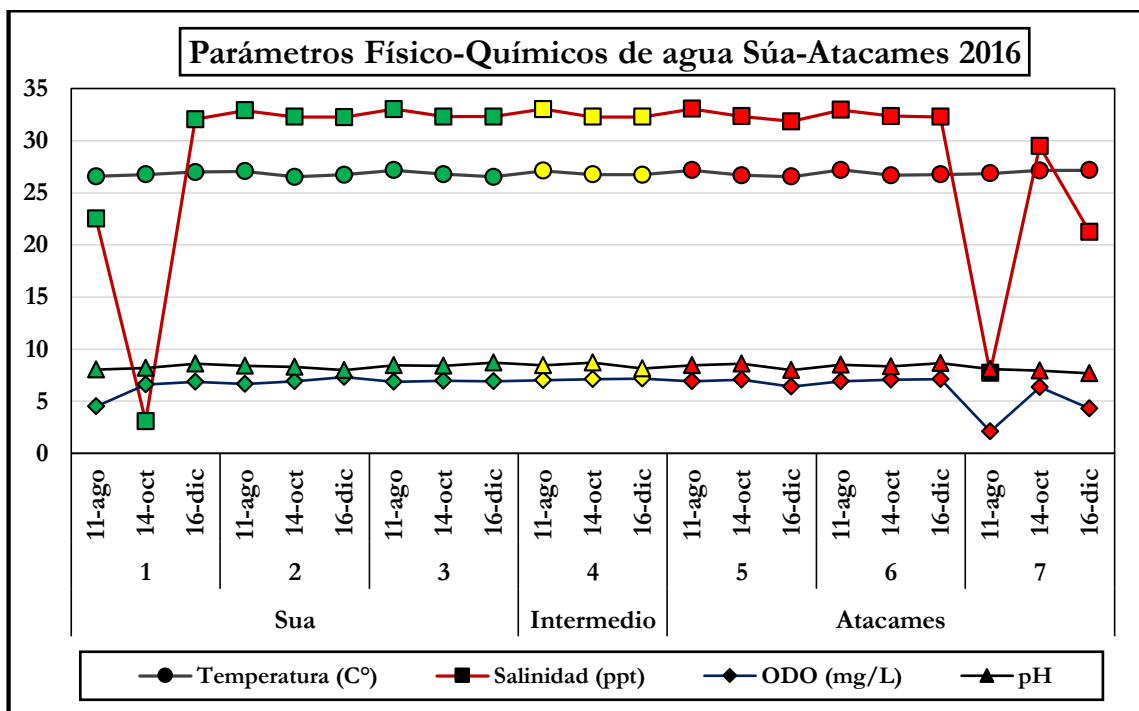


Figura 2. Temperatura, Salinidad, Oxígeno Disuelto y Potencial de Hidrógeno

En la Figura 3 se observan parámetros como: sólidos disueltos totales (TDS), conductividad eléctrica y conductancia eléctrica que muestran un comportamiento similar entre sí, pues en ambas cuencas se observan declines, mismos que corresponden a la segunda campaña (14 de octubre) en el río Súa y a la primera campaña (11 de agosto) en el río Atacames, llegando a ser los valores más bajos de la gráfica. Así mismo se observa que los valores registrados correspondientes al área de influencia de las desembocaduras de ambos ríos y los tres puntos situados en el mar son constantes y semejantes.

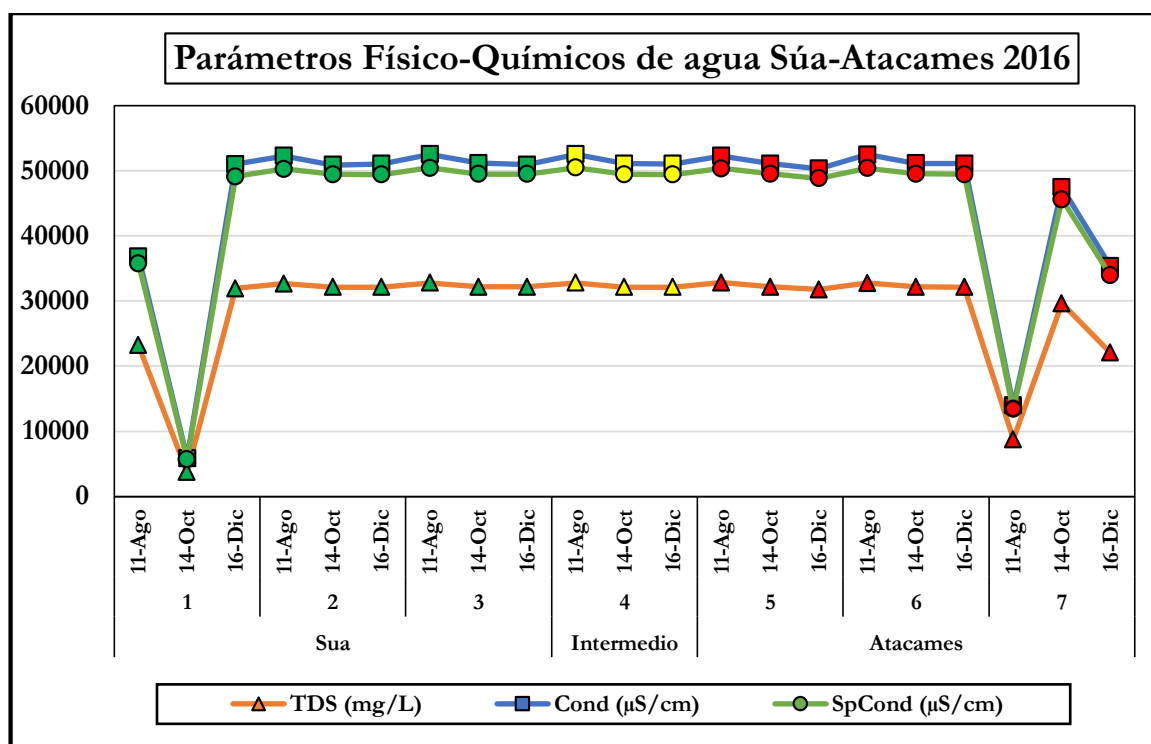


Figura 3. Sólidos Disueltos Totales, Conductividad y Conductancia eléctrica.

2.1.1.1 Análisis de varianza de una vía (ANOVA)

En el Anexo III aparecen los valores de ANOVA de una vía de parámetros fisicoquímicos relacionados a la comunidad fitoplanctónica.

De acuerdo a los test de comparaciones posteriores de Tukey, no se observaron diferencias significativas de Sólidos Disueltos Totales (TDS), potencial de hidrógeno (pH), Salinidad, conductancia y conductividad eléctrica, sin embargo los valores de TDS se situaron entre dos grupos de estaciones, la 1 y 7 que corresponden a los ríos Súa y Atacames y 2-6 que se ubican en las bocanas de ambos ríos y zonas netamente marinas, el primer grupo se aproxima a los 20000 mg/L, mientras que el segundo sobrepasa los 30000, lo que se puede observar en el Anexo IV.

En el Anexo V se observa que las estaciones no presentan diferencias de medias de pH, pero los valores de la estación río Atacames que es la que más se diferencia, alcanzó un valor de 7,9367 que la separa por 0.5866 de la estación Bocana río Atacames.

Respecto a la salinidad, que se puede observar en el Anexo VI, las medias no son significativamente diferentes y se agrupan en dos las estaciones, la primera agrupación sobrepasa los 19 ppt y corresponde a las estaciones 1 y 7 que son los ríos Súa y Atacames; el segundo grupo excede los 32ppt y lo forman las estaciones de las bocanas de ambos ríos y zonas de mar.

Con relación a la conductividad y conductancia eléctrica, a pesar de no existir diferencias, los valores se marcan en dos grupos, uno que alcanza valores de 32000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de conductividad y 31000 de $\mu\text{S}/\text{cm}$, y lo forman los ríos Súa y Atacames, estación 1 y 7 correspondientemente. El segundo grupo respecta a las estaciones de bocanas y zonas de mar, mismas que registran valores de 510000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de conductividad y 49000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de conductancia (Anexos VII y VIII).

Como se observa en el Anexo IX, en lo que a oxígeno disuelto se refiere, las diferencias de medias sí son significativas, los menores valores los obtuvieron las estaciones 1 y 7, con valores que llegan a 5mg/L y las restantes superan valores de 7 mg/L.

2.1.2 Bentos

Los parámetros físico-químicos relacionados a la comunidad bentónica y registrados a una profundidad promedio de 3 metros, se observan en las figuras 4 y 5.

La figura 4 muestra las semejanzas respecto al comportamiento de los parámetros salinidad y oxígeno disuelto, mismos que presentan interacciones en las estaciones 4 y 7, guardando semejanza con los sólidos disueltos totales detallados en la (figura 5).

La figura muestra también el comportamiento de la temperatura, mismo que es constante y se sitúa en un rango de entre 26 y 27°C, los valores más elevados corresponden a la primera campaña de las estaciones 2-6, acompañados de las campañas 2 y 3 de la estación 7, y los de menor valor, a la segunda campaña de las mismas estaciones.

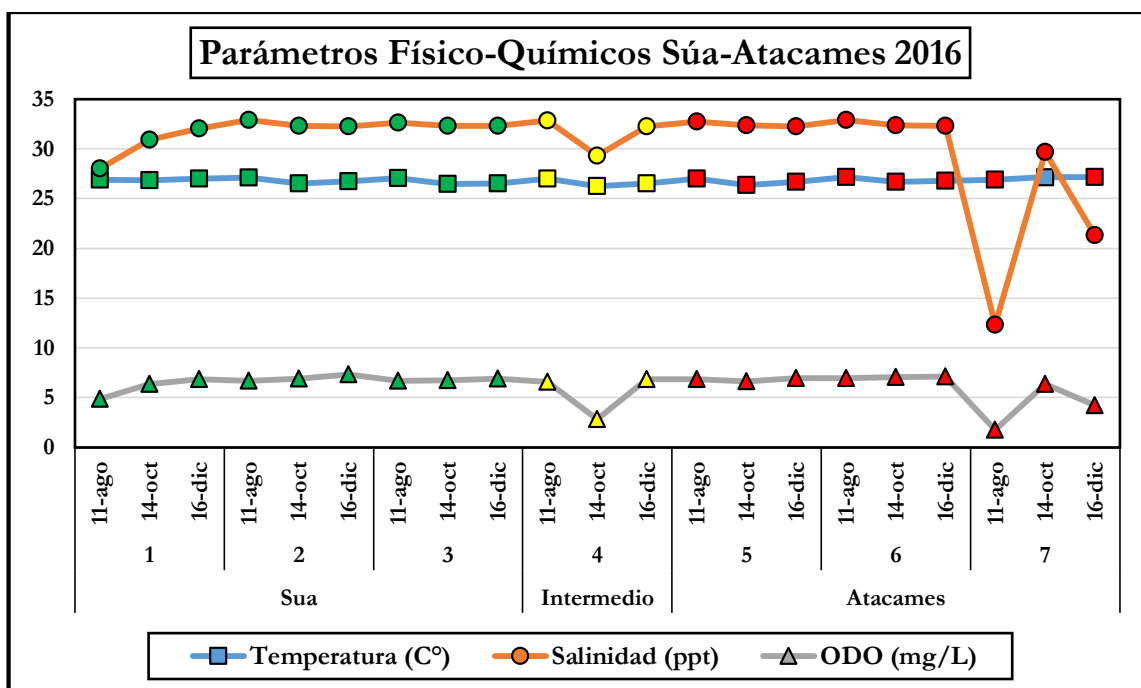


Figura 4. Temperatura, Salinidad, Oxígeno Disuelto

En la figura 5, los parámetros sólidos disueltos totales, conductividad y conductancia eléctrica, demuestran un comportamiento similar tanto en sus puntos constantes como en los puntos de oscilación.

La tendencia de las estaciones 1,2,3,5 y 6 es una línea constante si se obvia el pequeño decline de la primera campaña de la estación 1. Las estaciones 4 y 7 presentan comportamientos muy diferentes y los declines de la primera y tercera campaña de la estación 7 guardan similitud con los parámetros antes detallados.

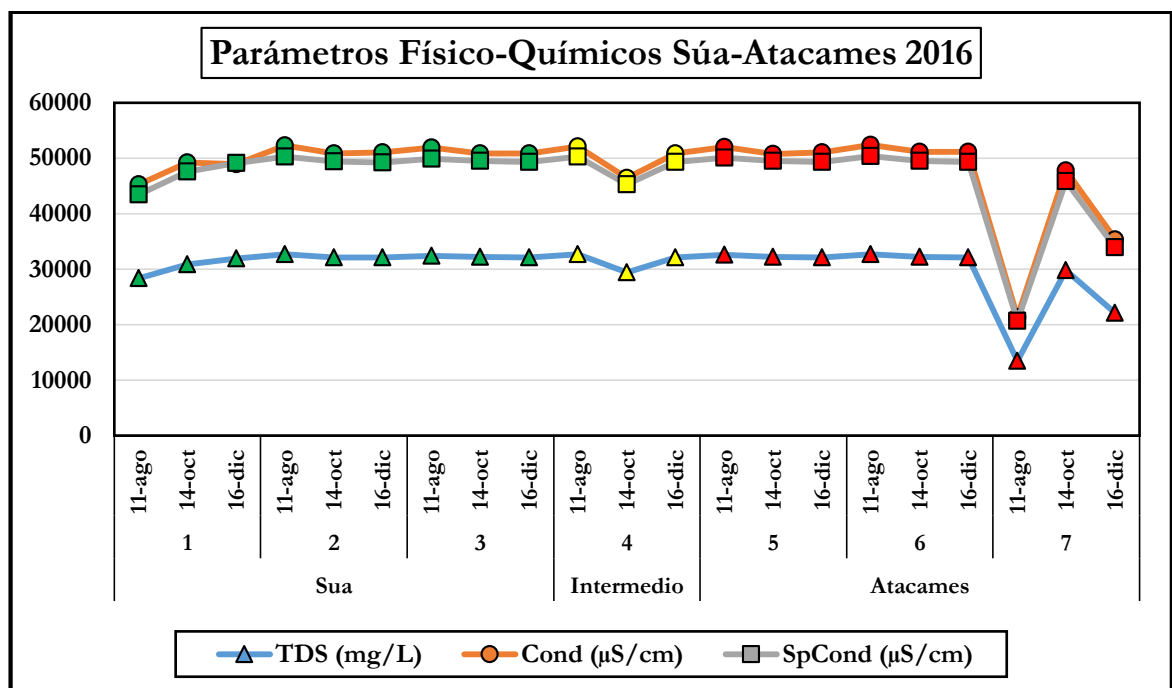


Figura 5. Sólidos Disueltos Totales, Conductividad y Conductancia Eléctrica.

2.1.2.1 Análisis de varianza de una vía (ANOVA)

En el Anexo X aparecen los valores de ANOVA de una vía de parámetros fisicoquímicos bentónicos

De acuerdo a los test de comparaciones posteriores de Tukey, no se observaron diferencias significativas de temperatura, sin embargo los valores estuvieron diferenciados por la estación 7, misma que corresponde al río Atacames y esta obtiene el valor más elevado que se observa en el Anexo XI, por otra parte, las diferencias significativas de medias y los valores más bajos correspondientes a sólidos disueltos totales con 21795,67 mg/L, se observan en el Anexo XII, salinidad con 21,1033 ppt, que se puede observar en el Anexo XIII, conductividad y conductancia eléctrica con 3487,3 y 33481,467 $\mu\text{S}/\text{cm}$, se puede observar en los Anexos XIV y XV y finalmente 4,1067 mg/L de oxígeno disuelto que no marcó una diferencia significativa y se observa en el Anexo XVI.

2.2 Descriptivos ecológicos

2.2.1 Fitoplancton

2.2.1.1 Abundancia media de algas según el método de Utermohl

Según el método de Utermohl para la estimación de abundancia de algas, la estación donde hubo mayor concentración fue la 5, que corresponde a zona de mar próxima al río Atacames, alcanzando 223 algas/ml, seguida de la estación 3 que se sitúa al mismo nivel, pero próxima al río Súa y alcanzó las 215, como se observa en la figura 6.

Las estaciones con menor concentración fue la 1, situada en la cuenca alta del río Súa, misma que llegó a las 63 algas/ml.

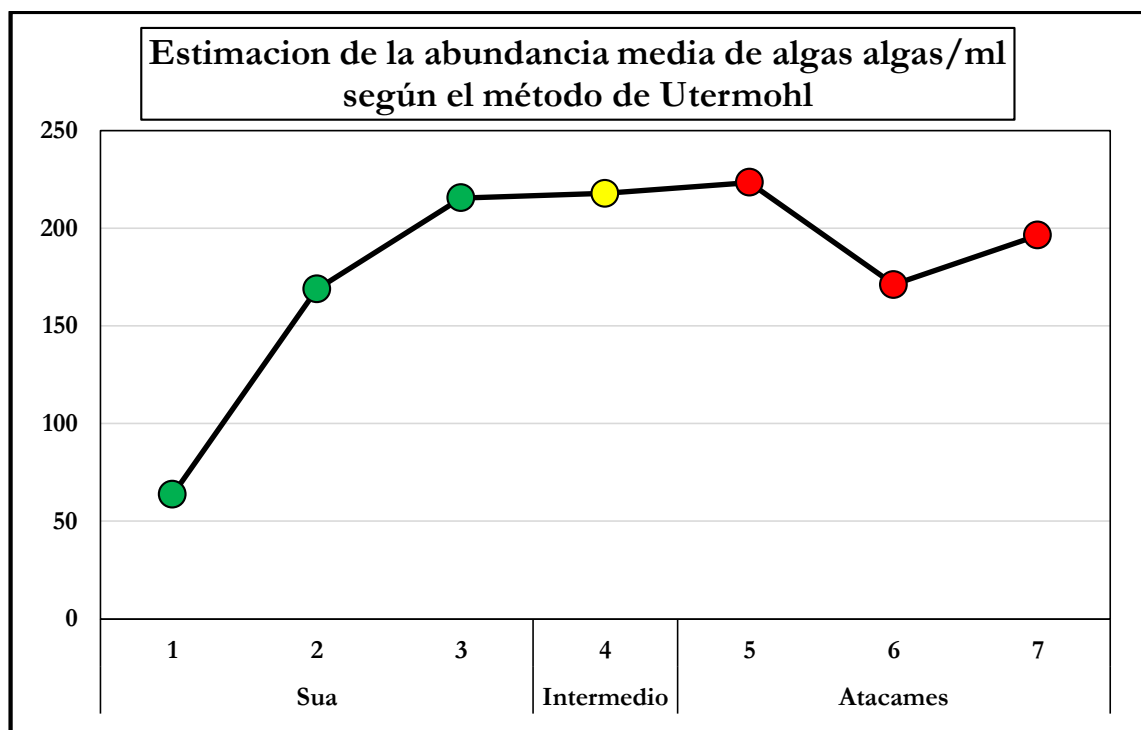


Figura 6. Recuento de algas con método Utermohl

2.2.1.2 Riqueza y Distribución

En el presente estudio se registró la presencia de 104 especies que aparecen en el Anexo XVII, respecto al recuento de las mismas en la figura 7 se observa que la mayor presencia de algas ocurrió en la primera campaña de la estación 7 (río Atacames), con 338 individuos de un total de 2144 contabilizados en todo el estudio y con la menor presencia figuran 6 algas que se sitúan en la tercera campaña de la estación 6 (bocana de río Atacames).

Respecto a la riqueza de especies fitoplanctónicas, en la segunda campaña de la estación 5 (zona de mar), fue la más rica con 33 especies, seguida de la tercera campaña de la estación No. 3 con 32. Las estaciones con la menor riqueza fueron la 1,6 y 7, de la primera y tercera campaña respectivamente, mismas que constan de 8 especies cada una.

Puesto que las especies se encontraron distribuidas a lo largo de 7 estaciones y 3 campañas, la especie más abundante fue *Pleurosigma nicobaricum*, siendo común en la primera campaña de las estaciones 2,3, 6 y 7.

Riqueza y Distribución de microalgas Súa-Atacames 2016

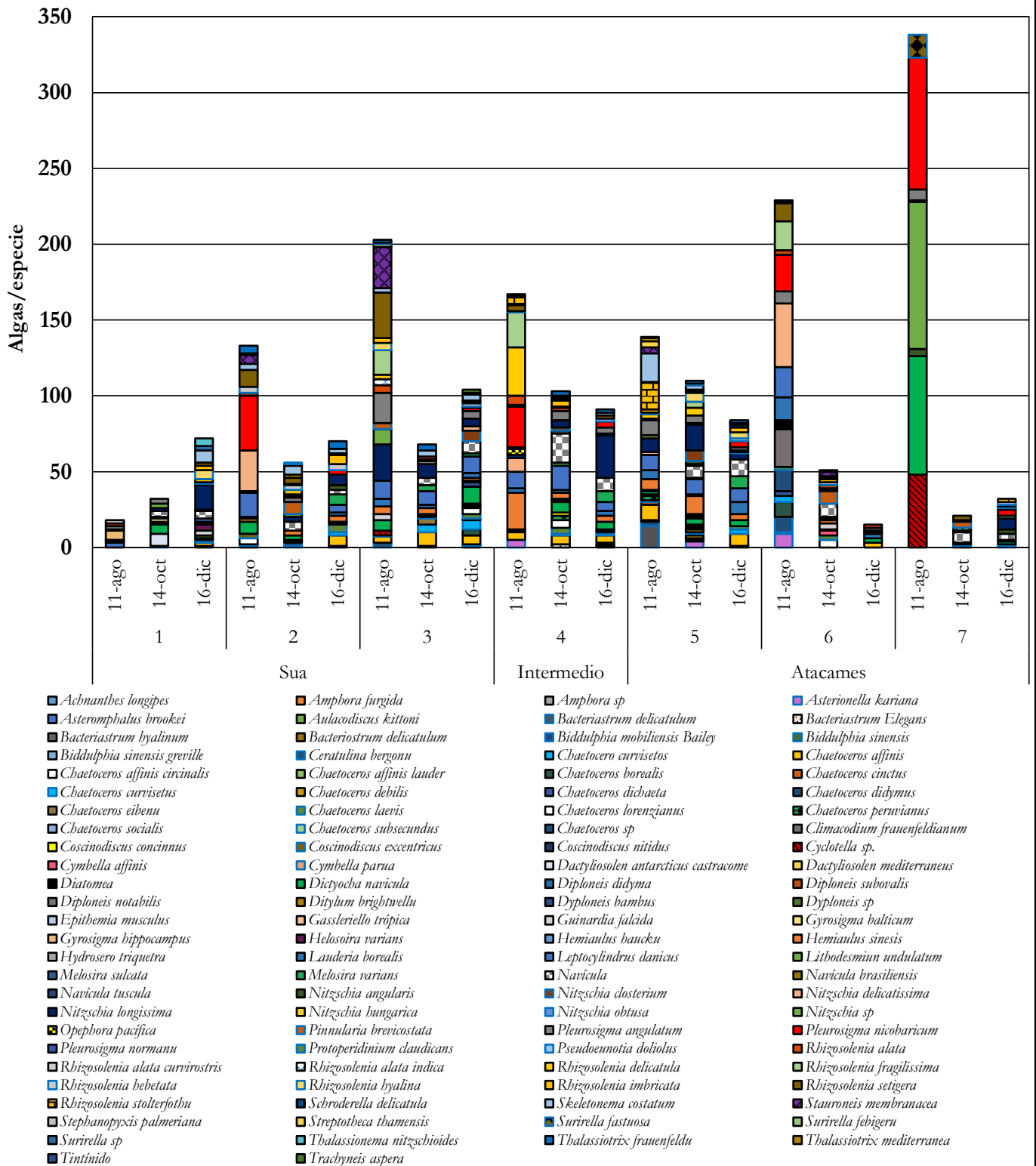


Figura 7. Riqueza y Distribución de microalgas Súa-Atacames 2016

2.2.1.3 Abundancia porcentual

Como se observa en el Anexo XVII, del total de 2144 individuos de 104 especies distribuidas en 7 estaciones y 3 campañas, la especie más abundante fue *Pleurosigma nicobaricum*, con 196 individuos que representan el 9,14% del total, seguida del género *Dictyocha navícula*, *Nitzschia longissima* y *Leptocylindros danicus* que figuraron con 142, 138 y 137 individuos que equivalen al 6,62%, 6,44% y 6,39%.

El número de individuos alcanzado por *Nitzschia sp*, *Navícula sp* y *Nitzschia delicatissima*, hace que se sitúen en la tabla con porcentajes de 5,46%, 4,62% y 3,92% respectivamente.

Las especies regularmente abundantes como: *Pleurosigma angulatum*, *Hemiaulus sinesis*, *Rhizosolenia setigera*, *Chaetoceros affinis*, *Rhizosolenia fragilissima*, *Skeletonema costatum* y *Lauderia borealis*, seguidas de *Cyclotella sp.*, *Rhizosolenia delicatula* y *Stauroneis membranacea*, se situaron con porcentajes menores a 4 y mayores a 1,8.

El resto de especies fueron menos abundantes y representan porcentajes poco significativos ≤ 1 .

2.2.1.4 Análisis de varianza de una vía (ANOVA)

En el Anexo XIX aparecen los valores de ANOVA de una vía de descriptivos ecológicos fitoplanctónicos.

De acuerdo a los test de comparaciones posteriores de Tukey, no se observaron diferencias significativas de medias de estimación de abundancia de Utermohl, a pesar de que los valores estuvieron marcados por un rango que lo forman la estación 1 que responde al río Súa, con un valor bajo de 63,67 células/ml y la estación 5 que es zona de mar próxima al río Atacames que alcanza el valor más elevado de 223,33 células/ml, lo que se pudo observar en el Anexo XX.

La diversidad H' de las 7 estaciones no presentaron diferencias significativas, pero están marcadas por valores próximos a 3 y 4, mismos que responden a las estaciones 7 y 5 que corresponden al río y a zona de mar (Anexo XXI).

Existieron diferencias significativas respecto a la riqueza, misma que está definida por un valor bajo de 10,33 especies en la estación 7 que es en el río Atacames y un máximo de 27 especies que si sitúa en zona de mar próxima a la desembocadura del mismo río (Anexo XXII).

2.2.2 Bentos

2.2.2.1 Abundancia - Riqueza y Distribución

En la figura 8 se observa que la mayor abundancia de organismos bentónicos se registró en la primera campaña de la estación 3 que sitúa en zona de mar próxima al río Súa, con 788 individuos de un total de 5369, en la menor abundancia figuran 6 individuos que se sitúan en la tercera campaña de la estación 6 que se sitúa en la bocana de río Atacames, similar a los organismos fitoplanctónicos (Figura 7).

Respecto a la riqueza, la segunda campaña de la estación 3, fue la más rica con 23 especies de un total de 94 encontradas en todo el estudio, seguida de la primera campaña de la estación 2 con 18. Las estaciones con la menor riqueza fueron la 6 y 7, de la tercera campaña respectivamente, mismas que constan de 3 especies cada una.

La especie más abundante fue *Ampelisca*, con un total de 1224 en las 7 estaciones y 3 campañas, pero siendo común en la primera y segunda campaña de las estaciones 1 y 3.

2.2.2.2 Abundancia porcentual

Como se observa en el Anexo XVIII, del total de 5369 individuos de 94 especies distribuidas en 7 estaciones y 3 campañas, la más abundante fue *Ampelisca*, con 1224 individuos que representan el 22,8% del total, seguida de *Amphilochus* y *Dentalium oerstedii* que figuran con 907 y 669 individuos que equivalen al 16,89% y 12,46% respectivamente.

El número de individuos alcanzado por *Donax deltoides*, *Arestidae* y *Cosmiconcha rehderi* corresponde a 502, 442 y 220, formando el 9,35%, 8,23% y 4,10% de total de individuos.

Cosmiconcha modesta, *Opithosy arbóres* y *Nuculana ornata*, alcanzaron porcentajes mayores a 2 y ≤ 3 .

Las especies menos abundantes como: *Goniada littorea*, *Cadulus platystoma* y *Donax gracilis* alcanzan un porcentaje $\leq 2\%$ y *Nereis riisei*, *Olivella volutella*, *Nuculana acrita*, *Malletina peruviana*, *Adrana cultrata*, y *Tellina ecuadoriana*, alcanzaron un porcentaje ≤ 1 .

2.2.2.3 Análisis de varianza de una vía (ANOVA)

En el Anexo XXIII aparecen los valores de ANOVA de una vía de los descriptivos ecológicos de la comunidad bentónica.

De acuerdo a los test de comparaciones posteriores de Tukey, no se observaron diferencias significativas en dos de los tres descriptivos ecológicos, respecto a la abundancia, el menor valor lo tiene la estación 6 que corresponde a la bocana del río Atacames, los valores más altos corresponden a zonas de mar próximas a las cuencas de Súa y Atacames, como se observa en el Anexo XIV.

Respecto a la diversidad, se observa en el Anexo XXV que los valores no presentan diferencias, pues se agrupan en un rango de 1 a 2, dejando fuera el valor de la estación 7 que es el menor con 0,7.

Las diferencias de medias de riqueza son significativas y se encuentran marcadas en dos grupos, los más altos que son valores ≥ 12 y corresponden a las estaciones 3, 5 y 4, y los más bajos que son valores ≤ 9 y corresponden a las estaciones restantes y se observa en el Anexo XXVI.

2.3 Estimación de índices

2.3.1 Fitoplancton

2.3.1.1 Índice de diversidad de Shannon-Weaver (H')

En la figura 9 se ve la diversidad fitoplanctónica según el índice H' de Shannon, pudiéndose notar que los puntos más diversos con valores superiores a 4, corresponden a la segunda y tercera campaña de la estación 2 que se sitúa en la bocana del río Súa, primera y tercera campaña de la estación 3 que es zona marina en las inmediaciones del río Súa, segunda campaña de la estación 4 que es mar y finalmente las tres campañas de la estación 5, zona de mar en las inmediaciones del río Atacames.

Es importante mencionar que todos los puntos se ubican con valores superiores a 2,5 y el único punto que se ubica por debajo de este rango y al mismo tiempo es el más bajo de la figura, es la primera campaña de la estación 7 con un valor de 2,33.

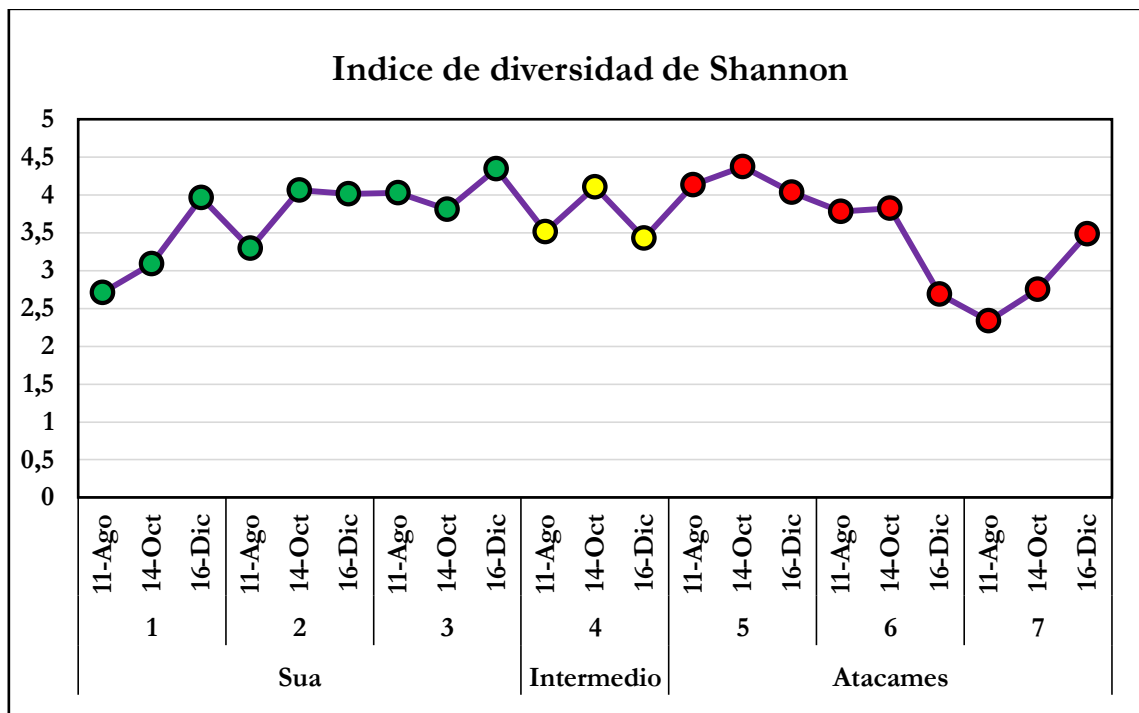


Figura 9. Índice de diversidad de Shannon-Weaver

2.3.2 Bentos

2.3.2.1 Índice de diversidad de Shannon-Weaver (H')

En la figura 10 se refleja la diversidad bentónica según el índice H' de Shannon, pudiéndose notar que los puntos más diversos con valores superiores a 2 corresponden a la segunda y primera campaña de la estación 1 (río Súa), 4 (mar) y 5 (bocana río Atacames) con valores de 2,10, 2,09 y 2,06 correspondientemente.

Es importante mencionar que todos los puntos se ubican con valores menores a 2,5 y los puntos más bajos no alcanzan el 0,5, tal es el caso de la primera campaña de la estación 1 que llega apenas a 0,17.

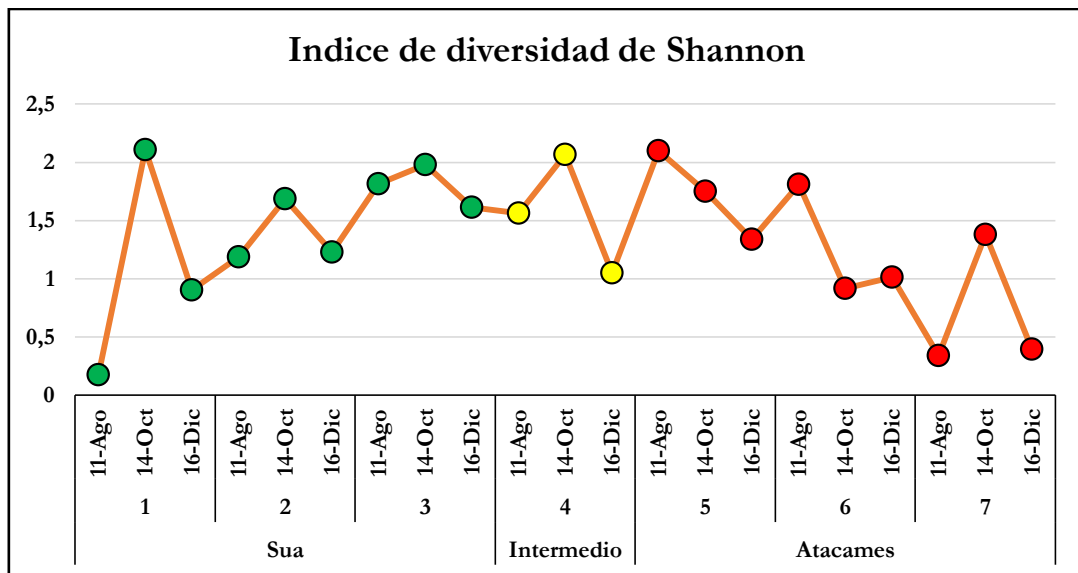


Figura 10. Índice de diversidad de Shannon-Weaver

2.3.2.2 Índice Biótico Marino (AMBI)

En la Tabla III se observa que todas las estaciones se encuentran ligeramente perturbadas y no perturbadas. Los valores de AMBI no superan el 2,5 y los que obtuvieron valores ≤ 1 corresponden a estaciones no perturbadas.

En respuesta a la clasificación de la perturbación se observa fácilmente que los valores se alinean mayoritariamente en los grupos I y II (indiferentes a la contaminación) seguido de escasos valores en los grupos III (tolerantes a contaminación) y IV (oportunistas de 2do orden) y sin ningún valor que corresponda al grupo V (Figuras 12-14).

A pesar de haber obtenido valores correspondientes al grupo III y IV, AMBI ubica las tres estaciones (Súa, Intermedia y Atacames) en una categoría de alta calidad (Figura 11) y, puesto que la estación intermedia tuvo un valor correspondiente al grupo IV (Figura 13), esto la ubica por debajo de las estaciones correspondientes a Súa y Atacames.

Tabla III. Clasificación de perturbación y grupos ecológicos AMBI de Súa y Atacames

Ubicación	Est.	Camp.	%I	%II	%III	%IV	%V	AMBI	BI	Clasificación de Perturbación
SUA	1	11 de Ago	1,2	98,6	0,2	0	0	1,458	2	Ligeramente perturbado
		14 de Oct	58,3	29,2	12,5	0	0	0,813	1	No perturbado
		16 de Dic	12,5	12,5	75	0	0	2,438	2	Ligeramente perturbado
	2	11 de Ago	3,8	81	0	15,2	0	1,899	2	Ligeramente perturbado
		14 de Oct	16,7	83,3	0	0	0	1,25	2	Ligeramente perturbado
		16 de Dic	33,3	66,7	0	0	0	1	1	No perturbado
	3	11 de Ago	78,9	19,7	1,4	0	0	0,337	1	No perturbado
		14 de Oct	10,9	85,5	3,6	0	0	1,39	2	Ligeramente perturbado
		16 de Dic	34,9	65,1	0	0	0	0,977	1	No perturbado
INTERMEDIO	4	11 de Ago	18,9	52	29,1	0	0	1,652	2	Ligeramente perturbado
		14 de Oct	52,8	27,2	20	0	0	1,008	1	No perturbado
		16 de Dic	91,7	5,1	1,3	1,9	0	0,202	1	No perturbado
ATACAMES	5	11 de Ago	60,2	23,3	16,5	0	0	0,844	1	No perturbado
		14 de Oct	6,8	90,9	2,3	0	0	1,432	2	Ligeramente perturbado
		16 de Dic	13,7	84,7	0,2	1,4	0	1,339	2	Ligeramente perturbado
	6	11 de Ago	8	70,7	1,3	20	0	2	2	Ligeramente perturbado
		14 de Oct	85,5	9,1	0,9	4,5	0	0,368	1	No perturbado
		16 de Dic	0	66,7	33,3	0	0	2	2	Ligeramente perturbado
	7	11 de Ago	3,7	96,3	0	0	0	1,445	2	Ligeramente perturbado
		14 de Oct	16,9	83,1	0	0	0	1,246	2	Ligeramente perturbado
		16 de Dic	0	100	0	0	0	1,5	2	Ligeramente perturbado

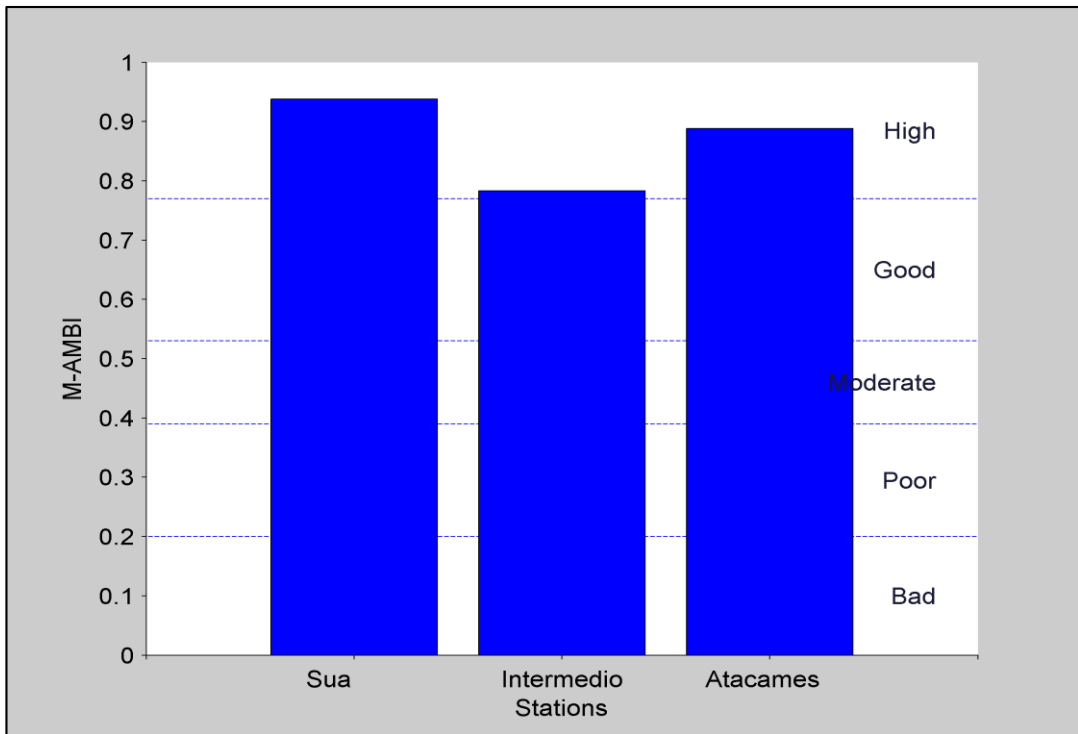


Figura 11. Histograma de estado ecológico y localidad

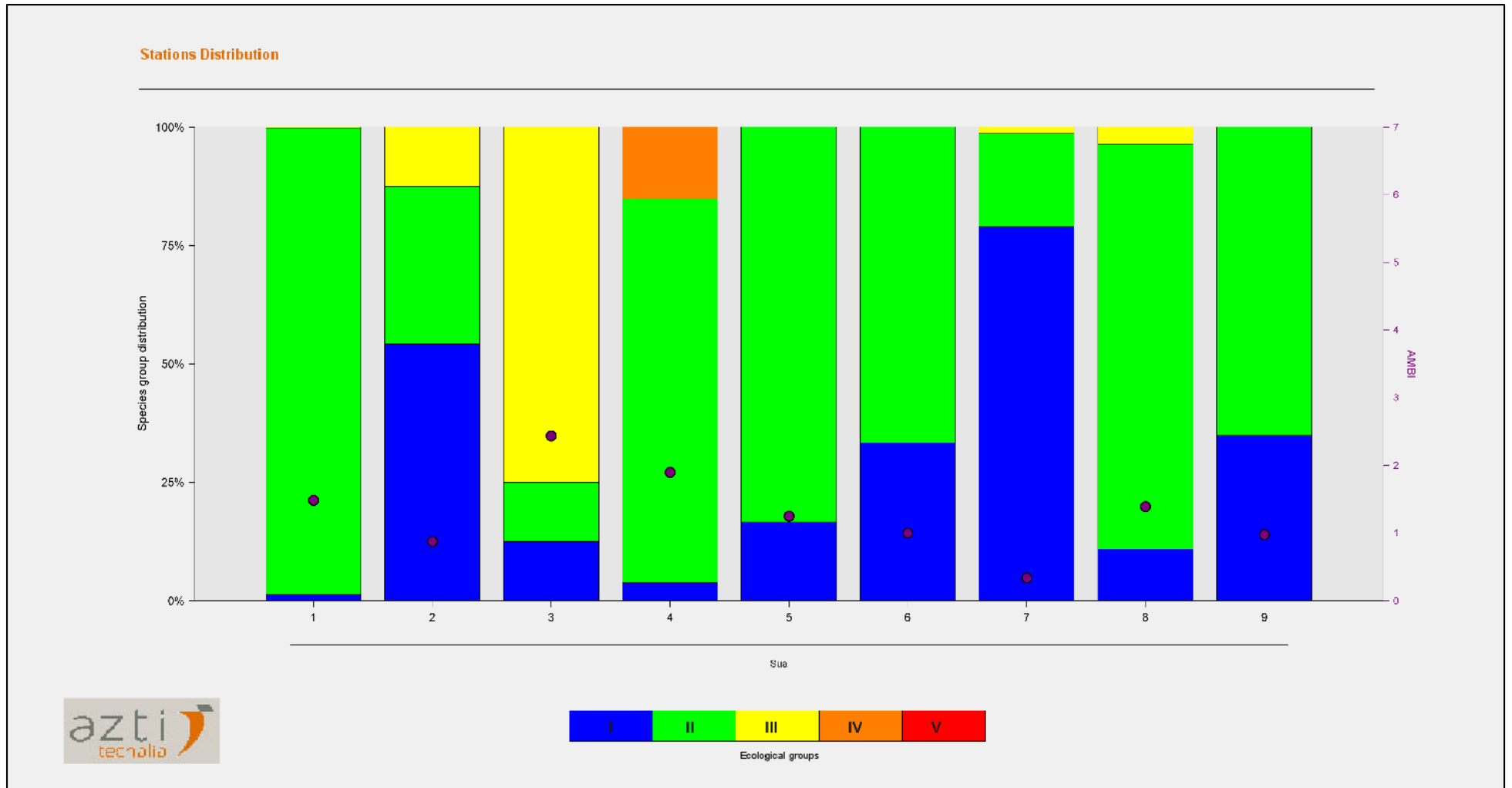


Figura 12. Histograma de grupos de especies, estaciones de Súa

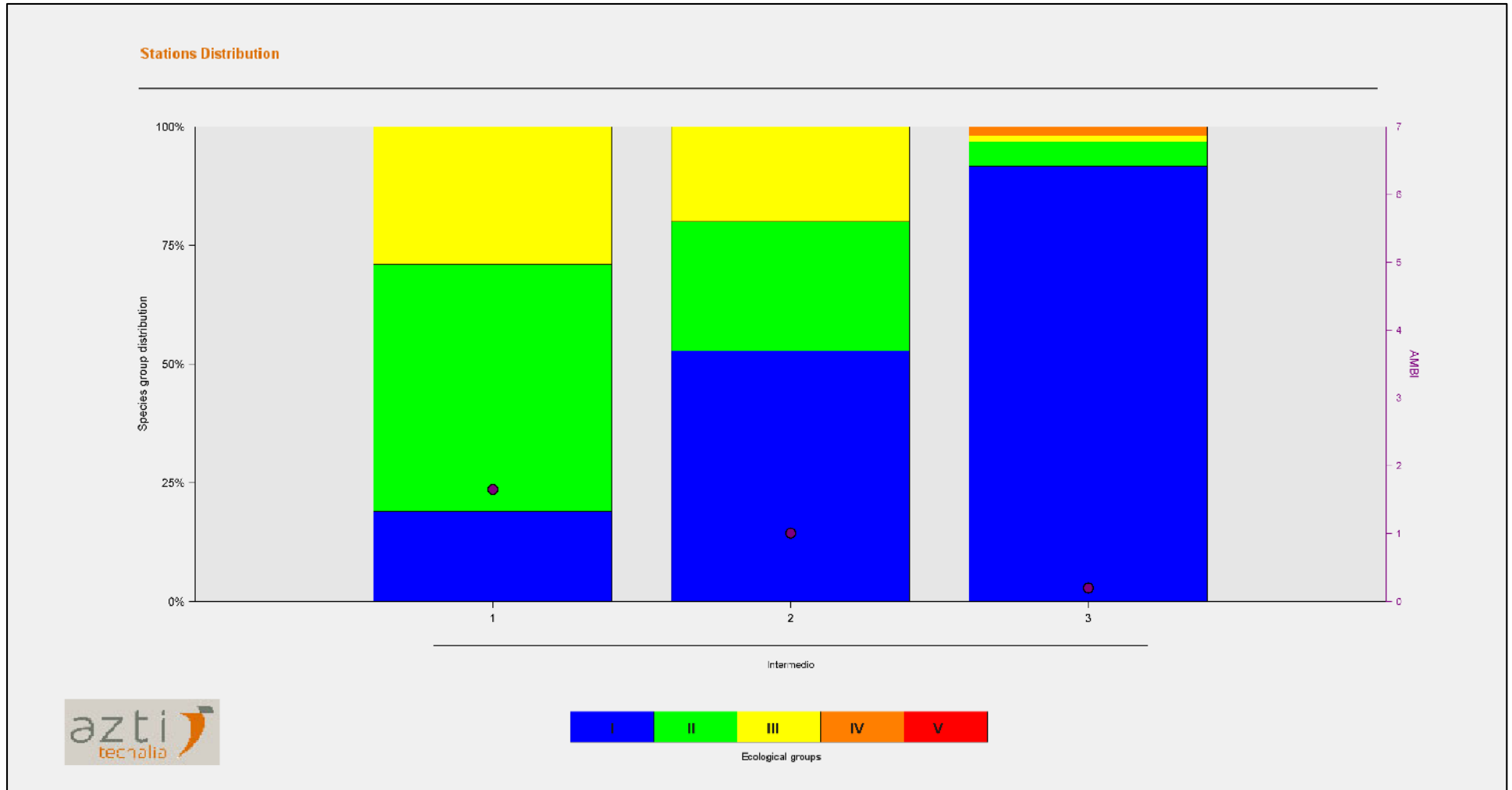


Figura 13. Histograma de grupos de especies, estación intermedia

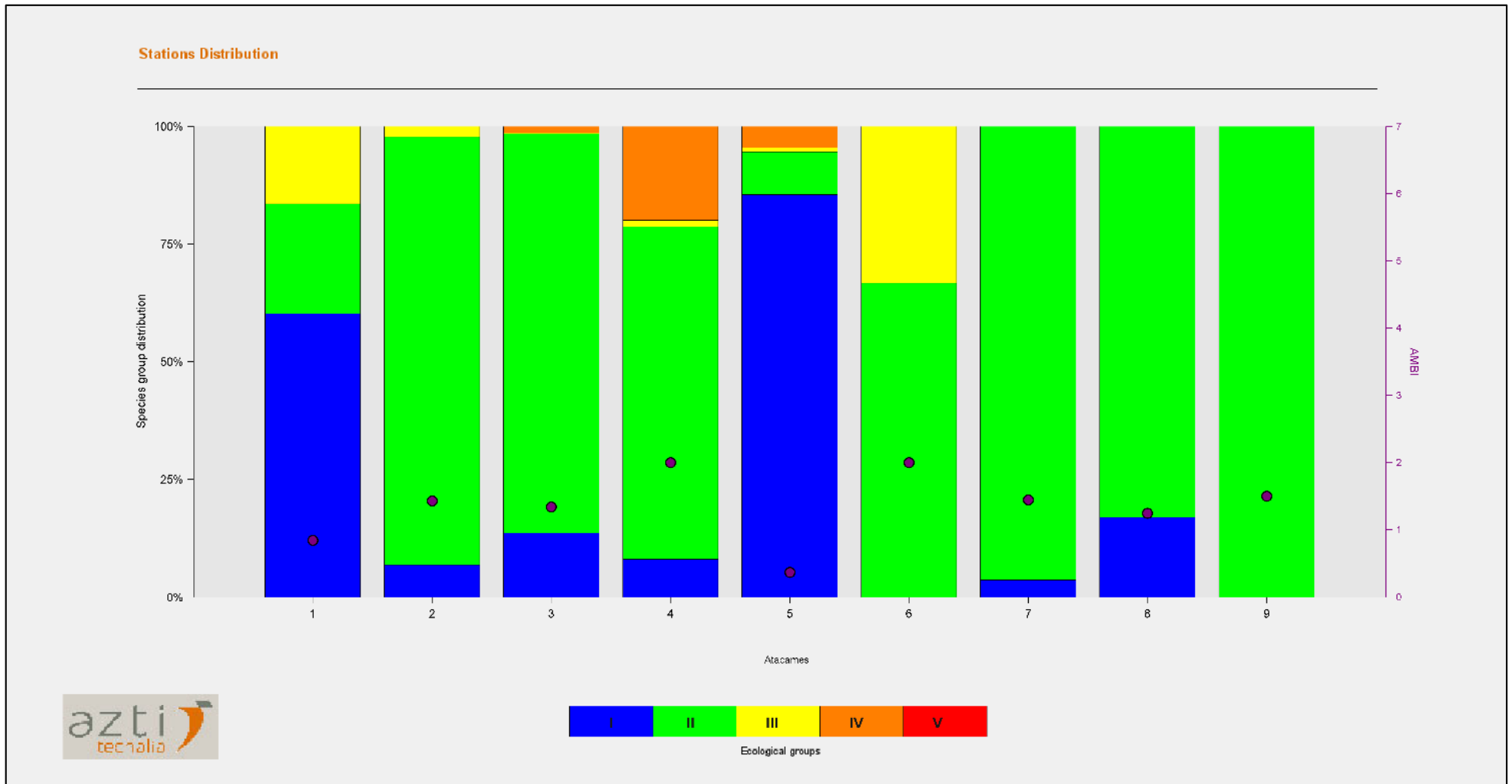


Figura 14. Histograma de grupos de especies, estaciones de Atacames

2.4 Análisis estadístico

2.4.1 Fitoplancton

2.4.1.1 Análisis de Componentes Principales

Como se observa en la figura 15 el Análisis de Componentes Principales (ACP) de parámetros fisicoquímicos, existen dos niveles de agrupación espacial si se basa en el componente 1, de tal forma que los puntos 1 y 7, correspondientes a los ríos Súa y Atacames (puntos rojos) equivalen a un grupo con condiciones similares, influenciados principalmente por la turbidez y temperatura. Los puntos 2-6 se agrupan y ubican espacialmente en zona de influencia marina (puntos 2 y 6) y zona netamente marina (3-5), influenciados por condiciones similares de salinidad, oxígeno disuelto, saturación de oxígeno, pH, sólidos disueltos totales y conductividad y conductancia eléctrica, estos puntos.

Si se basa en el componente 2, existe una agrupación que corresponde a los puntos (3-5), puntos netamente marinos que se ven influenciados por el oxígeno disuelto, pH y el porcentaje de saturación de oxígeno.

En la figura 16 se puede observar que en el ACP de descriptivos ecológicos existen tres niveles de agrupación espacial, de forma tal que los puntos 1 y 7 correspondientes a ambos ríos, se agrupan según el componente 1 con escasa influencia de descriptivos como abundancia, riqueza y diversidad. El segundo grupo formado es el correspondiente a las bocanas de ambos ríos (puntos 2 y 6) y lo hacen únicamente en el componente 1. La agrupación más representativa es la compuesta por los puntos 3-5 que corresponden a zonas netamente marinas y se agrupan en ambos componentes, tiene significativa influencia de abundancia, diversidad y riqueza.

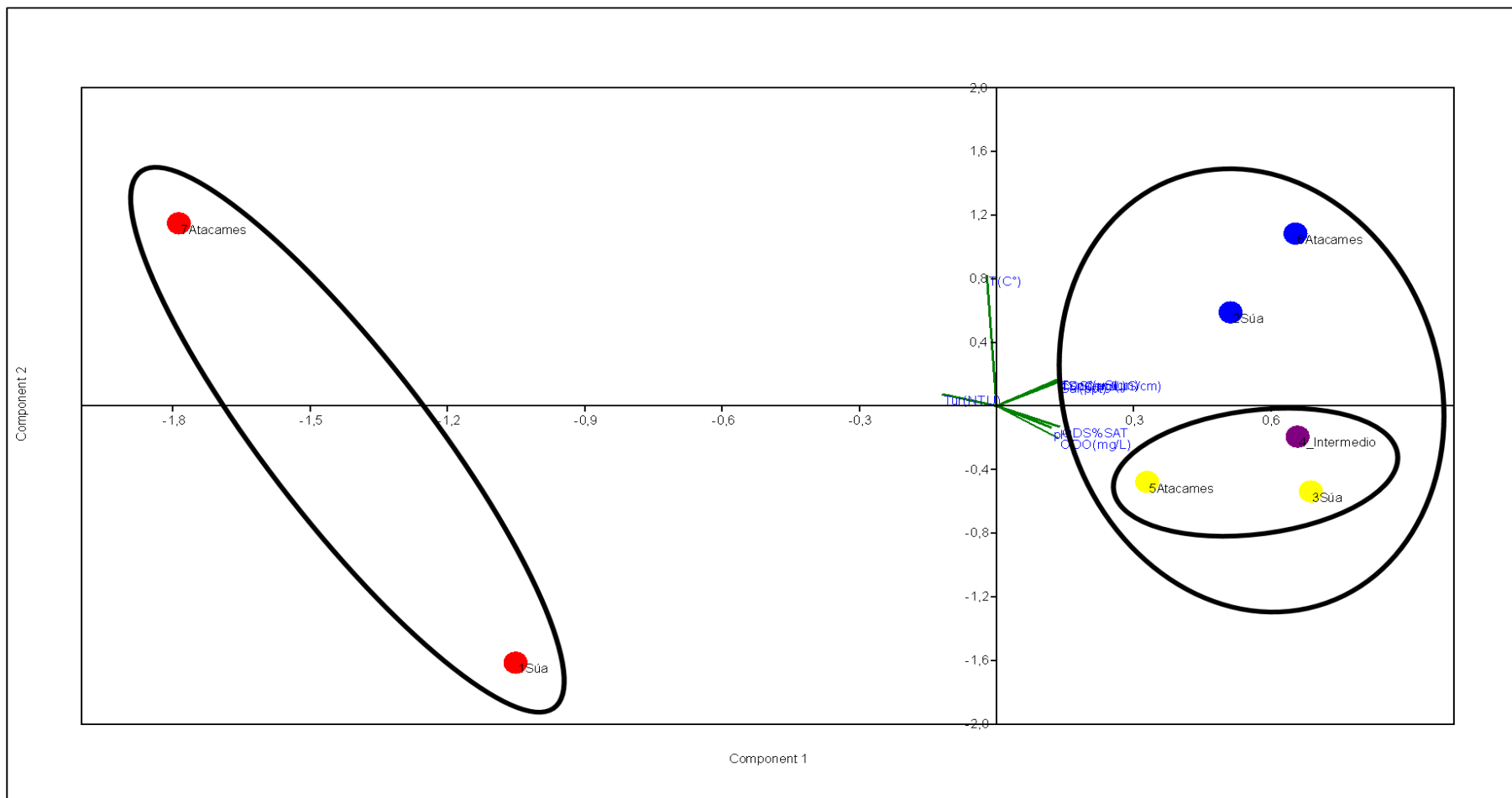


Figura 15. ACP de parámetros fisicoquímicos de agua, primer componente 78,34% y segundo componente 12,87%
(Rojo: puntos 1 y 7, Azul: puntos 2 y 6, Amarillo: puntos 3 y 4, Morado: punto 5)

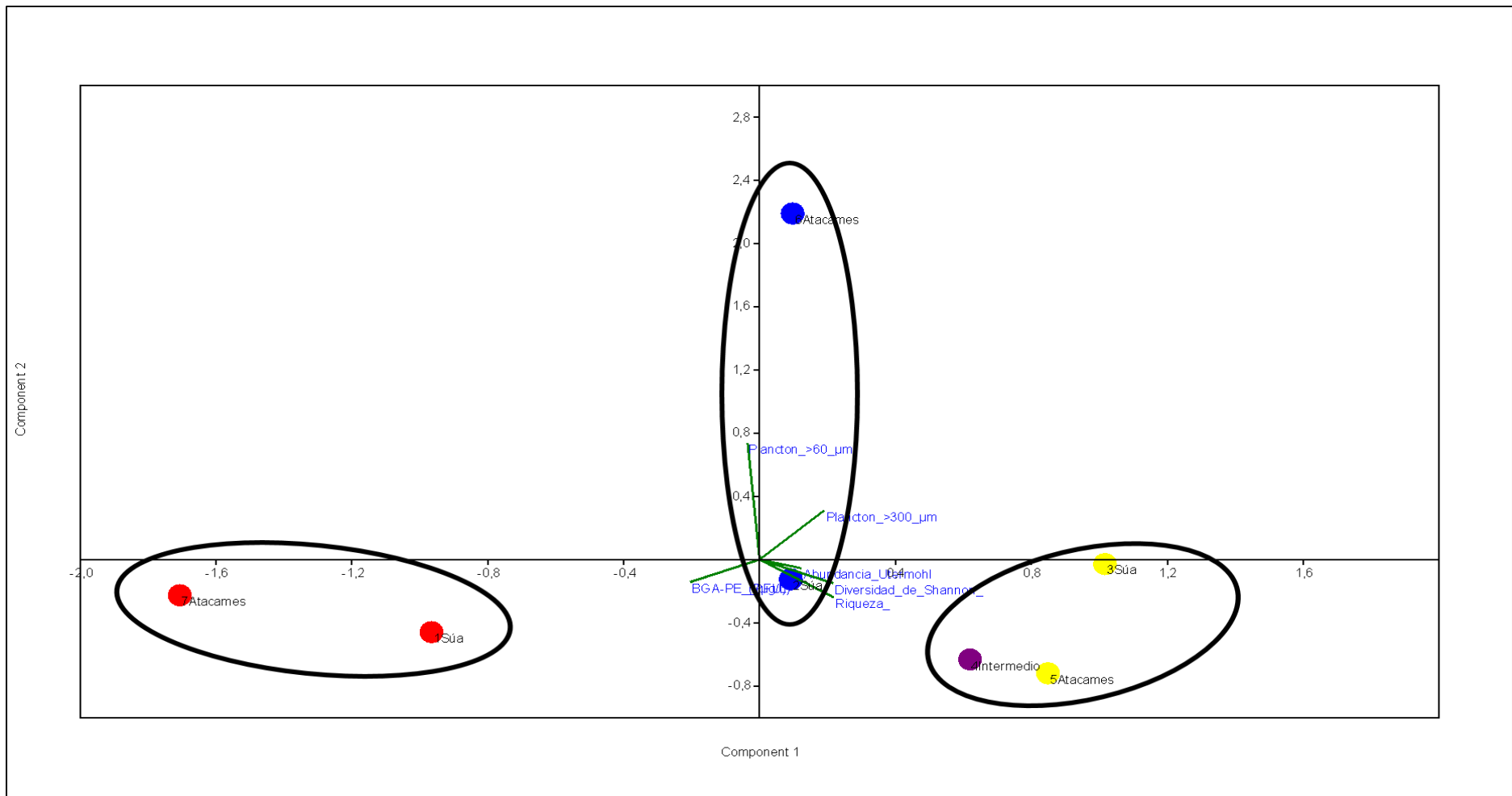


Figura 16. ACP de descriptivos ecológicos, primer componente 61,66% y segundo componente 18,76%
(Rojo: puntos 1 y 7, **Azul:** puntos 2 y 6, **Amarillo:** puntos 3 y 4, **Morado:** punto 5)

2.4.1.2 Análisis de similitud de especies de Bray-Curtis

La similitud de especies entre las diferentes estaciones de muestreo aparece en la figura 17, notándose que las estaciones 4 y 5 fueron las más parecidas en su composición de especies, seguidas de las estaciones 2, 3 y 6 que son medianamente similares y corresponden a las bocanas de los dos ríos en estudio y a una estación situada en mar. Las estaciones con mayor diferencia fueron la 1 y 7, que, a pesar de no diferenciarse mucho entre sí, se alejan mucho de las demás estaciones.

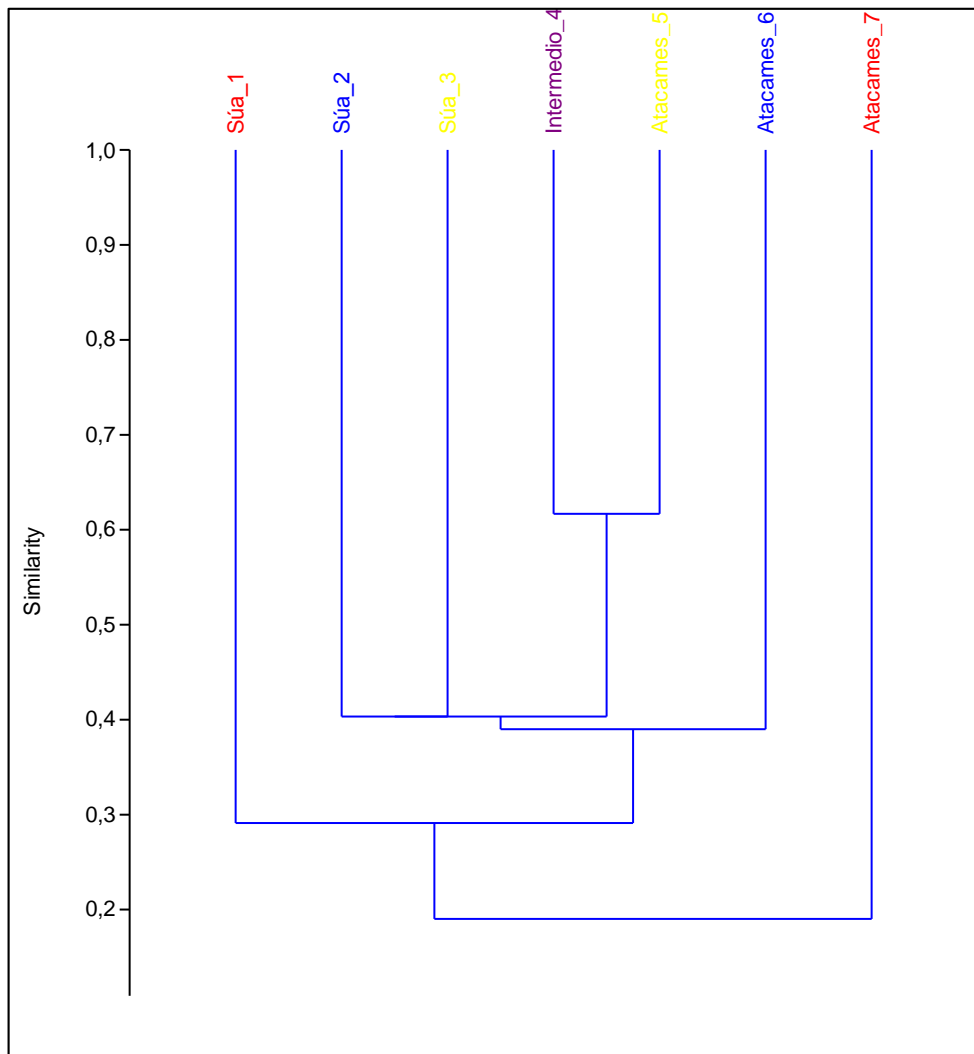


Figura 17. AS Bray-Curtis de especies fitoplanctónicas, coeficiente de correlación 0,8713

2.4.2 Bentos

2.4.2.1 Análisis de Componentes Principales

Como se observa en la figura 18 el análisis de componentes principales de parámetros fisicoquímicos relacionados a comunidades bentónicas, existen dos niveles de agrupación si se basa en el componente 1, de tal forma que los puntos 1 y 7, correspondientes a los ríos Súa y Atacames (puntos rojos) equivalen a un grupo con condiciones similares. Los puntos restantes se agrupan influenciados por todos los parámetros, pero los agrupa en dos si se analiza partiendo del componente 2, es decir que los puntos 3-5 correspondientes a zona de mar, están altamente influenciados por la conductancia eléctrica y los sólidos disueltos totales, y los puntos 2 y 6, correspondientes a las bocanas de ambos ríos, se encuentran influenciados por la conductividad, salinidad y oxígeno disuelto.

En la figura 19 se observa dos agrupaciones si se analiza desde el componente 1, es decir, las estaciones 2-5 forman un grupo influenciado por la riqueza, el grupo 2, está formado por los puntos que corresponden a los ríos y bocanas de los ríos Súa y Atacames. Analizando desde el componente 2, los puntos 2 y 6 que corresponden a las bocanas de ambos ríos, están influenciados por valores similares de diversidad y, los puntos 1 y 7 que corresponden a ambos ríos, por la abundancia.

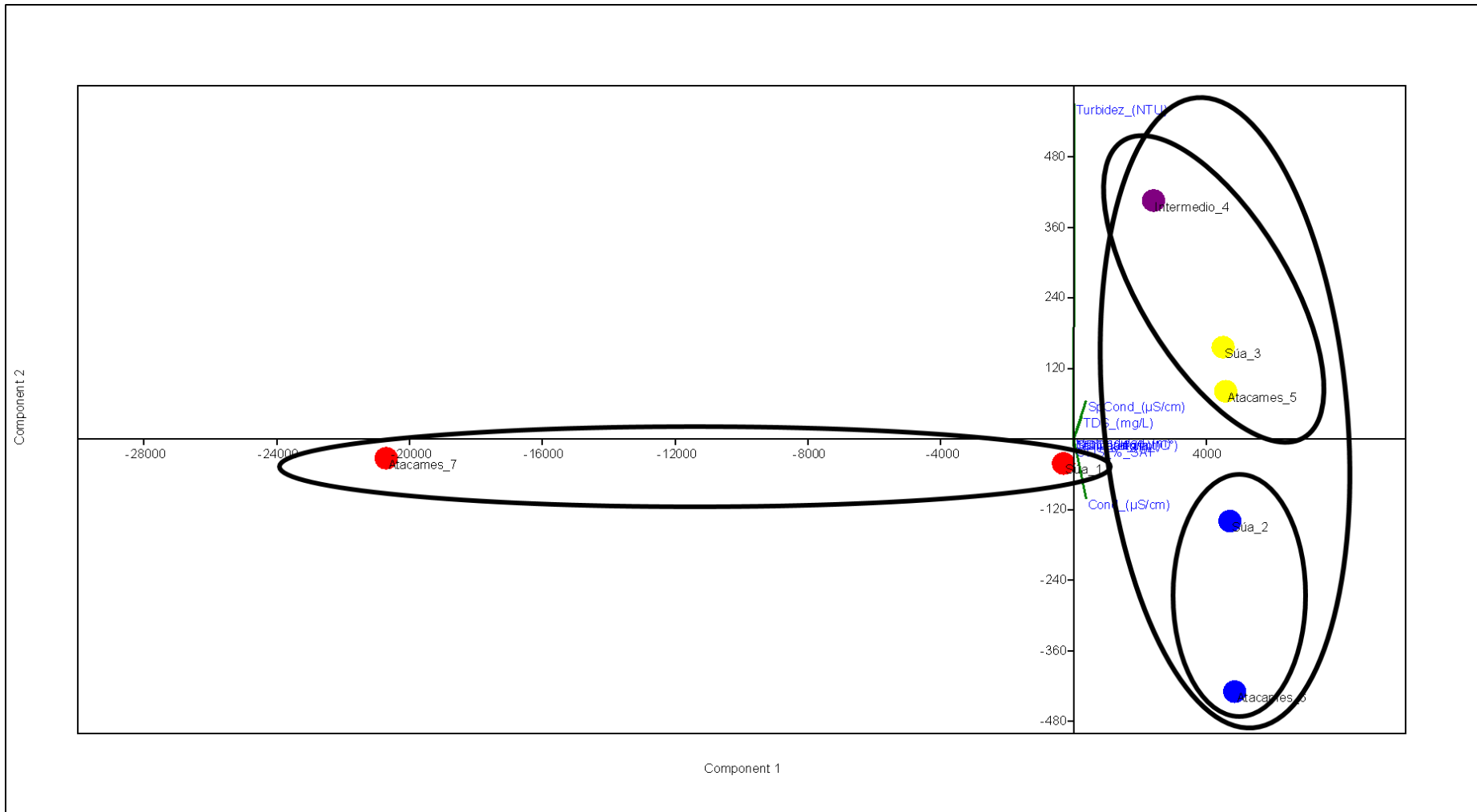


Figura 18. ACP de parámetros fisicoquímicos de agua, primer componente 99,89% y segundo componente 0,07%
 (Rojo: puntos 1 y 7, Azul: puntos 2 y 6, Amarillo: puntos 3 y 4, Morado: punto 5)

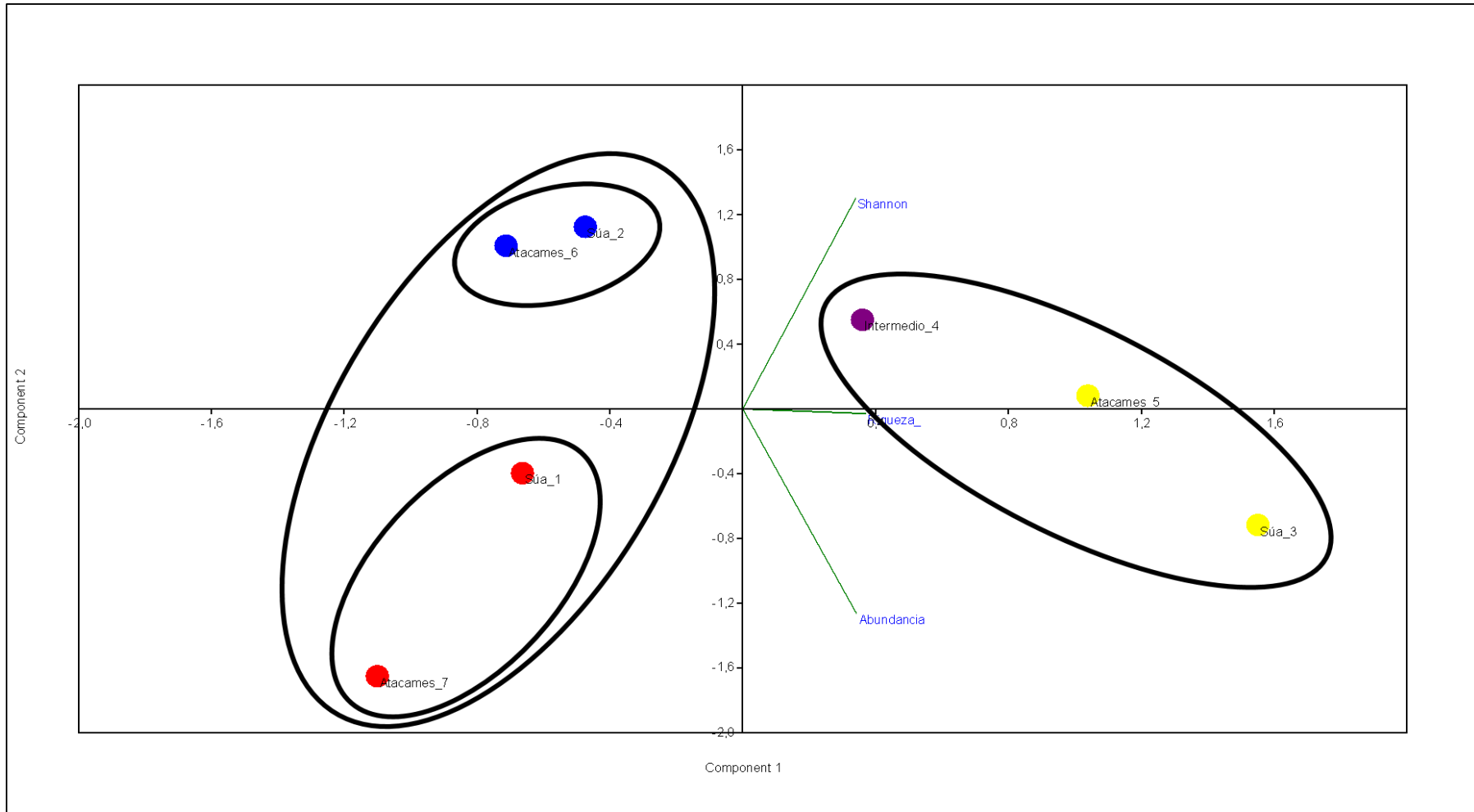


Figura 19. ACP de descriptivos ecológicos, primer componente 89,85% y segundo componente 10,09%

(**Rojo:** puntos 1 y 7, **Azul:** puntos 2 y 6, **Amarillo:** puntos 3 y 4, **Morado:** punto 5)

2.4.2.2 Análisis de Similitud de especies de Bray-Curtis

La similitud de especies entre las diferentes estaciones de muestreo se refleja en la figura 20, pudiéndose notar que las estaciones 3 y 4 fueron las más parecidas entre sí, seguidas de las estaciones 6 y 7 que corresponden a la bocana del río Atacames y al río Atacames. Las estaciones con mayor diferencia fueron las estaciones 3 y 7, mismas que corresponden a zona de mar próxima al río Súa y al río Atacames,

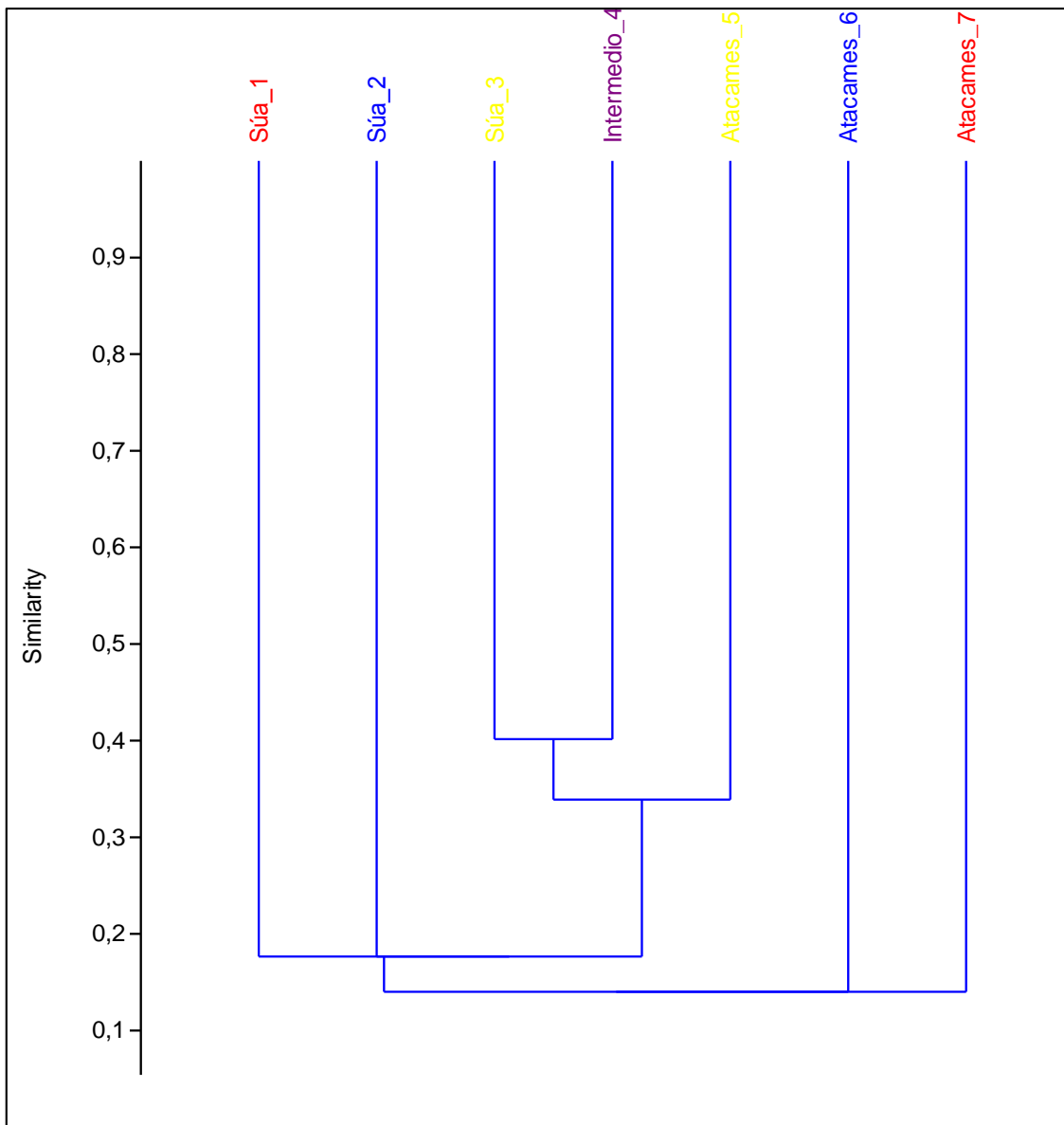


Figura 20. AS Bray-Curtis de especies bentónicas, coeficiente de correlación 0,4999

2.4.2.3 Análisis de Correspondencias Canónicas

En la figura 21 se observa la relación del componente biótico en función de los parámetros fisicoquímicos en las diferentes estaciones, puntos 1, 2, 6 y 7 que corresponden a los ríos y bocanas de ambos ríos, presentan características similares de temperatura y en la composición de especies sobresalen *Ampelisca* en el punto 1, *Amphilochus* en los puntos 2 y 7 *Adrana cultrata* y *Tellina esmeralda*.

En el punto 4, estación intermedia que corresponde zona de mar, los valores de profundidad y turbidez son altos y sobresalen especies como: *Dentalium oerstedii*, *Goniada littorea* y *Terebra armilata*,

finalmente, el punto 5 que corresponde a zona de mar próxima al río Atacames, presenta altos valores de oxígeno disuelto y sobresalen especies como *terebra elata*, *Olivella inconspicua*, *Nuculana acrita*, *Malletia peruviana*, *Corbula esmeralda*, *Polinices uber* y una medusa tipo 2.

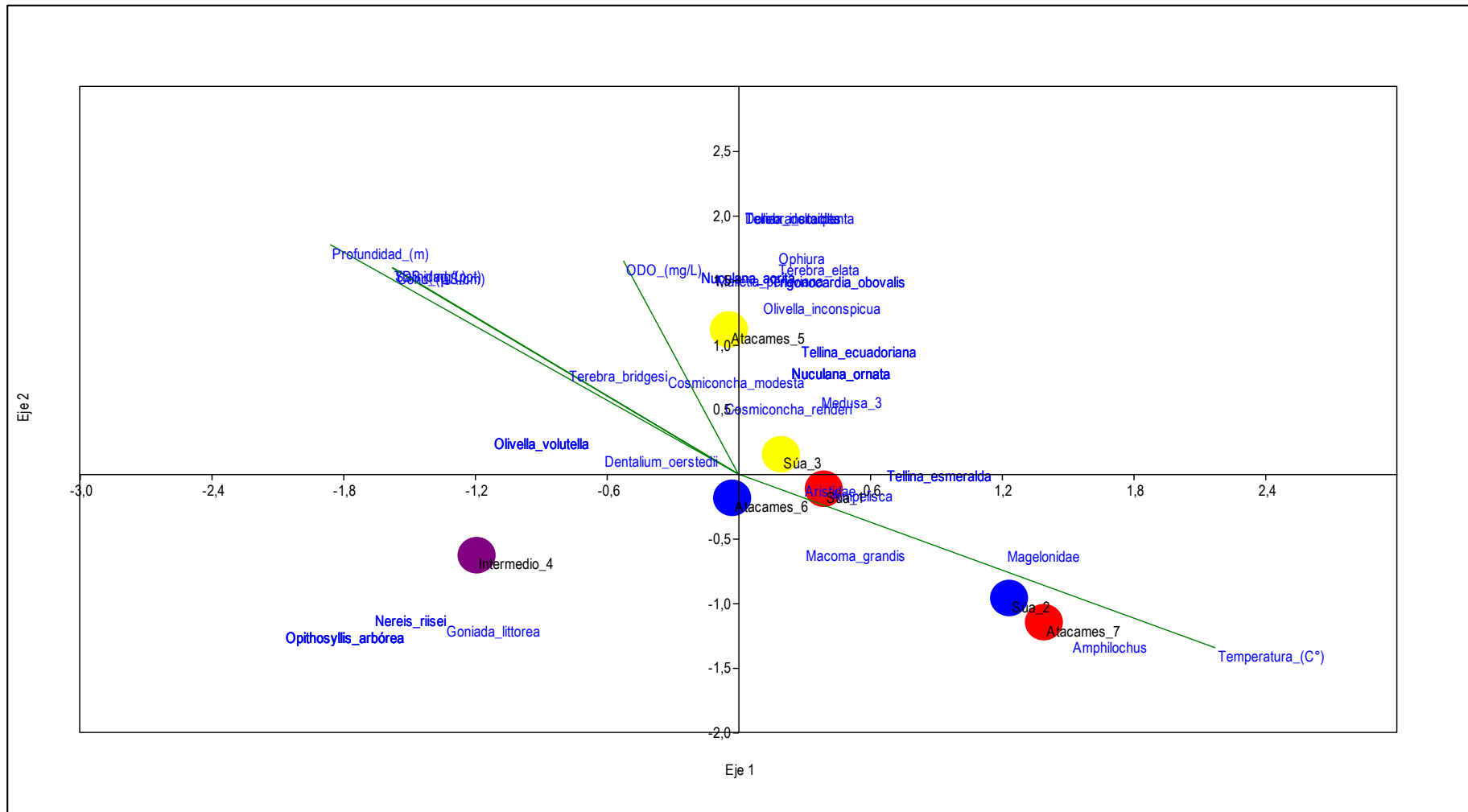


Figura 21. ACC de especies bentónicas más abundantes, primer componente 44,24% y segundo componente 37,63%

(Rojo: puntos 1 y 7, **Azul:** puntos 2 y 6, **Amarillo:** puntos 3 y 4, **Morado:** punto 5)

3 DISCUSION

El estudio de comunidades planctónicas y bentónicas es una elección importante para determinar el estado ecológico de un cuerpo de agua y por ende evaluar su calidad, mismo que debe estar acompañado de un análisis fisicoquímico para poder establecer la influencia de los parámetros sobre la presencia de ciertas especies.

Ambas comunidades utilizadas como bioindicadores presentan ventajas y desventajas frente a las condiciones del cuerpo de agua donde se desarrolla el estudio, de tal forma que la comunidad fitoplanctónica es idónea como indicadora por su tolerancia y sensibilidad a los cambios ambientales, por sus ciclos biológicos afirman Vélez, Lozano & Cáceres (2016). Por otra parte, según Pérez, Pineda & Medina (2012), la comunidad bentónica tiene diferentes grados de tolerancia a los contaminantes y es buena indicadora de condiciones localizadas porque son abundantes y relativamente sedentarias.

En el presente estudio los parámetros fisicoquímico del agua Sólidos Disueltos Totales, Conductividad, Conductancia, Oxígeno Disuelto y Salinidad, relacionados a la comunidad fitoplanctónica, reflejaron un exagerado decline el día 11 de agosto en la estación 7 que se sitúa en el río Atacames, misma que guarda relación con la marea, puesto que en el momento de muestrear aquel punto, se encontraba en bajamar (INOCAR, 2016), lo que hace que el aporte de agua del río sea mayor y por ende, los parámetros fisicoquímicos se hayan reflejado de tal forma, a más de esto, tal alteración se debió también a una floración algal de *Pleurosigma nicobaricum*, *Nitzschia sp.*, *Dictyocha navícula* y *Cyclotella sp.* (Ver figura 5), que se atribuye a las condiciones en las que se encontraba el cuerpo de agua aquel día, y según la Environmental Protection Agency, para que se desarrolle una floración algal de ciertas especies, debe haber bastante luz del sol, poco movimiento del agua y presencia de nitrógeno y fósforo (EPA, 2017), de los cuales hubo suficiente, puesto que por la presencia poblacional en la ribera, los nutrientes aumentan y ésta es fertilizante para la vida fitoplanctónica, afirman Galindo, Jaime & Nodar (2007).

De las 7 estaciones de muestreo, las estaciones correspondientes a los ríos (estaciones 1 y 7), presentaron mayor abundancia fitoplanctónica que las correspondientes a mar, lo que se atribuye al quietamiento del agua y su temperatura y a la presencia de materia

orgánica y nutrientes generados por los asentamientos humanos antes mencionados, sin embargo, en los puntos situados en mar (estaciones 3-5), predominó la riqueza, que se debe a los mayores niveles de salinidad, oferta de luz y a su dependencia de los movimientos de agua que según Franco, García, López & Ramírez (2010), hacen que se encuentren mayoritariamente en aguas marinas, esta riqueza se atribuye también a la mezcla de agua, que por el hecho de ser mayor, se da lugar a muchas más formas de vida.

Las estaciones reflejaron alta diversidad fitoplanctónica a pesar de haberse enmarcado en valores de 2,3 a 4,5, pues Shannon & Weaver (1963) consideran una comunidad diversa cuando los valores se sitúan por encima de 3. Sin embargo, estos valores más bajos se reflejaron en estaciones correspondientes a ríos, reafirmando el predominio de riqueza en las zonas de mar o con influencia marina explicadas en el párrafo anterior, pero el valor aún más bajo, se situó en la estación 7 que corresponde al río Atacames, lo que coincide con la floración algal de aquel día de muestreo, pues cuando se da un bloom algal, este se da de una o unas especies específicas, disminuyendo severamente la riqueza e incrementando radicalmente su abundancia.

Las especies más abundantes con relación a los sectores donde se situaron las estaciones fueron: en río predominó *Pleurosigma nicobaricum*, en las bocanas, *Nitzschia delicatissima* y en mar, *Nitzschia longgissima*, y fueron comunes tanto en ambos ríos, en las desembocaduras y en el punto intermedio, respondiendo de manera afirmativa las interrogantes planteadas al inicio del estudio de si se encontrarían especies similares en el punto intermedio y en las inmediaciones de ambos ríos, pues a pesar de variar la abundancia de algas entre una estación y otra y entre una cuenca y otra, ambas guardan similitud en cuanto a composición de sus especies.

La diferencia de medias según el análisis de varianza de una vía, no fue significativa para varios parámetros, el pH que registró la estación situada en el río Atacames fue mayor que el de las demás estaciones, lo que responde a la abundancia registrada en esa estación, pues Chen & Durbin (1994) afirman en su artículo “Efectos del pH sobre el crecimiento y la absorción de carbono del fitoplancton marino” que, en zona marina, un pH inferior a 8.8 será propicio para la vida fitoplanctónica. Los sólidos disueltos totales, la salinidad y el oxígeno disuelto, fueron menores en las estaciones de ambos ríos, lo que guarda lógica, pues el aporte de agua dulce estancada hace que haya menos oxígeno que en el agua de mar que tiene más movimiento, por otra parte, los sólidos disueltos totales están

relacionados con la salinidad y como en el río el aporte de agua dulce es mayor, la salinidad es menor y por ende los TDS.

El ANOVA de los descriptivos ecológicos reflejó diferencias de medias de riqueza, agrupándolas en estaciones paralelas en ambos ríos, a pesar de no haber presentado diferencias de medias significativas, los valores de abundancia de algas fueron mayores en zonas de mar y los de diversidad, se identificaron en la estación 7 que se sitúa en el río Atacames, lo que niega la suposición de que este río se encontraría tan contaminado que la calidad ecológica lo reflejaría con su escasa presencia.

Analizando el índice de similitud de Bray-Curtis se afirman nuevamente las interrogantes planteadas al inicio de la investigación, reflejando que las estaciones más similares en cuanto a la composición de especies fueron la 4 y 5, mismas que corresponden a la estación intermedia marina y a zona de mar próxima a la desembocadura del río Atacames, negándose también la hipótesis de que el río Súa y sus inmediaciones tendrían mejor calidad biológica que el río Atacames como respuesta a su baja demografía y actividad antropogénica.

Los parámetros fisicoquímicos de aguas relacionadas a comunidades bentónicas presentaron alteraciones correspondientes a la primera campaña de la estación 7, mismas que fueron atribuidas a una floración algal ocurrida aquel día. Como respuesta a los valores que refleja el análisis de varianza de una vía, la diferencia de medias fue significativa en la estación 7 que corresponde al río Atacames, marcando las medias más bajas de sólidos disueltos totales, conductividad y conductancia eléctrica, oxígeno disuelto y salinidad, y, por otra parte, la media más elevada de temperatura, lo que responde a la riqueza, diversidad y abundancia concentradas en puntos afines al río Súa.

A diferencia de la comunidad fitoplanctónica que tuvo semejanza de especies en las estaciones paralelas a ambas cuencas, en la comunidad bentónica, *Ampelisca sp.* fue la más abundante en las estaciones situadas en el río Súa, *Amphilochnus sp.* abundante en las estaciones del río Atacames y, *Dentalium oerstedii*, abundante en zona netamente marina, lo que automáticamente responde la interrogante planteada inicialmente y a uno de los objetivos de estudio, pues a pesar de guardar similitud en cuanto a la forma de ambas cuencas, la distancia de la estación de la cuenca alta a la bocana del río Atacames de 1.326 metros, casi duplicó la distancia en el río Súa que fue de 732,37 metros, lo que reflejó que en las estaciones situadas en el río Atacames abundara la comunidad fitoplanctónica con

1019 algas, frente a 756 en el río Súa y viceversa respecto a la comunidad bentónica, pues en el río Súa la abundancia fue mayor que en Atacames.

A pesar de que los organismos bentónicos del río Súa fueron más abundantes, el histograma del índice de similitud de Bray-Curtis reflejó que la mayor similitud en cuanto a composición de especies, la tuvieron las estaciones 3 y 4, mismas que corresponden a zona de mar en inmediaciones del río Súa y zona intermedia netamente marina, lo que guarda estrecha relación, pues la estación en mención se sitúa próxima a la desembocadura del río Súa y su abundancia estuvo dominada por la especie *Dentalium oerstedii* al igual que todas las estaciones situadas en mar, puesto que esta especie de la familia *Dentaliidae* se caracteriza por habitar en zonas marinas y permanecer en fondos fangosos y arenosos, según se explica en el diccionario marino (Merriam-Webster, 2017).

Según el análisis de correspondencia canónica, *Ampelisca sp.* fue más abundante en las estaciones situadas en el río Súa, *Amphilochnus sp.* abundante en las estaciones del río Atacames y, *Dentalium oerstedii*, abundante en zona netamente marina, la presencia y concentración de estas especies estuvo determinada por la temperatura en Atacames, el oxígeno disuelto en Súa y la turbidez y profundidad en el mar, todo como respuesta a su dinámica de vida y requerimientos fisicoquímicos.

El presente estudio persiguió determinar el estado ecológico de las cuencas de Atacames y Súa utilizando como indicadores comunidades planctónicas y bentónicas, se lo hizo, suponiendo que el río Atacames se encontraría contaminado y por ende se tomaría como patrón al río Súa, pero al culminar el estudio y procesar los resultados, estos reflejaron que ambas cuencas estaban en buen estado y que en Atacames predominó la concentración de algas, gozando de una alta diversidad según el índice de Shannon, por otra parte, en Súa predominó la comunidad bentónica, misma que fue muy abundante. Los resultados obtenidos del estado ecológico de ambas comunidades coincidió con el artículo de Cruz, Gabor, Mora, Jiménez & Mair (2003) pues las especies fitoplanctónicas encontradas pertenecen a los géneros *Rhizosolenias*, *Nitzschias*, *Chaetoceros*, *Ditylum*, *Skeletonemas* y *Conscinodiscus* que según su investigación, son los más comunes del pacífico ecuatoriano y, en cuanto a las especies bentónicas encontradas, sucede igual, pues estas pertenecen a la clase gasterópodos y bivalvos mayormente y en su artículo afirman también que son las clases más dominantes en nuestras costas.

El estudio tuvo un enfoque alineado a los objetivos planeados en cuando a estado ecológico, pero los resultados reflejados tomaron un rumbo diferente a lo que se supuso, pues se esperaba que la mayor abundancia, riqueza y diversidad se reflejaran en las estaciones de Súa, pero ambas cuencas reflejaron buena calidad y la longitud de la cuenca alta hasta la bocana que fue duplicada por el río Atacames, influyó en la abundancia de la comunidad fitoplanctónica en estas estaciones, y por las condiciones de sus aguas respecto a los parámetros fisicoquímicos y la dinámica de vida de estas comunidades, se puede afirmar que el fitoplancton no es el mejor indicador, pues este puede cambiar rápidamente, mientras que la comunidad bentónica abundante en las estaciones de Súa, acusaría más sobre impactos de mediano plazo, ya que el Índice Biótico Marino (AMBI) reflejó que las tres estaciones gozan de alta calidad ecológica y las categorizó como levemente perturbadas y otras, no perturbadas.

Finalmente, puesto que uno de los objetivos de esta investigación fue determinar la calidad de ambas cuencas y por ende de sus inmediaciones mediante el estado ecológico de ambas comunidades, esta información es un importante aporte para la postulación y obtención del sello de calidad Bandera Azul que otorga la Fundación Europea para la Educación Ambiental, mismo que garantiza la calidad del ambiente costero, el acceso y seguridad turística, persiguiendo la íntima conexión del público con la adquisición de información del entorno como una estrategia de educación ambiental Foundation for Environmental Education (1987), sin embargo los criterios para la obtención del sello son: Calidad de las aguas de baño, Información y educación ambiental, Gestión ambiental y Seguridad, servicios e instalaciones, encontrándose descartado el estado ecológico de comunidades bioindicadoras que sería indispensable como herramienta de gestión ambiental y conservación.

4 CONCLUSIONES

- En las estaciones situadas en el río Súa, fue abundante la comunidad bentónica y en el río Atacames, fue diversa la comunidad fitoplanctónica, como respuesta a las características de cada cuenca y a las formas de vida de ambas comunidades.
- Las estaciones reflejaron similitud de especies fitoplanctónicas y de varios parámetros fisicoquímicos aun cuando se esperaba que la cuenca de Atacames estuviera más perturbada por su demografía y actividades antropogénicas.
- A pesar de ser insignificante la diferencia, las estaciones afines al río Súa gozan de mejor calidad bentónica según AMBI, esto como respuesta a su baja demografía y, por ende, baja actividad antropogénica.
- Por su alta demanda turística y la buena calidad de sus aguas, el balneario de Atacames podría postularse al sello de calidad Bandera Azul, sin embargo, el estado ecológico es el único que no considera la organización.

5 RECOMENDACIONES

- Es necesario realizar múltiples estudios parecidos en cuencas que tengan similitud morfológica porque en el país no se cuenta con criterios ecológicos para la gestión de espacios costeros estratégicos.
- Complementar el estudio con un análisis de contaminantes de los ríos, para establecer relación entre estos, los parámetros fisicoquímicos y la presencia de especies bentónicas y fitoplanctónicas.
- Como la investigación fue realizada en cuencas con inmediaciones al mar, al replicarla, tratar de incluir ictiofauna que sería un aporte importante y necesario para correlacionar datos.
- El estado ecológico de un cuerpo de agua es una herramienta importante para determinar la calidad de este, por eso es necesario que la fundación europea de educación ambiental encargada de otorgar el sello de calidad Bandera Azul, considerara los estados ecológicos como uno de sus requisitos.

6 BIBLIOGRAFÍA

- ADEAD-FEE. (1982). *Bandera Azul*. Obtenido de http://www.adeac.es/bandera_azul
- ADECAGUA. (2004). *Asociación para la Defensa de la Calidad de las Aguas*. Obtenido de <http://www.adeagua.es/nt-9-151/Criterios-que-hay-que-tener-en-cuenta-para-catalogar-la-calidad-de-una-masa-de-agua>
- Alvis, G., & Ardila. (2004). Estado de los fondos blandos en Colombia. *Informe del Estado de los Ambientes Marinos y Costeros en Colombia: 2005 INVEMAR(8)*, 360p. Recuperado el 3 de Junio de 2016, de http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/EAMC_2004/08Fondosblandos.pdf
- Andaluza. (2009). *Evaluación del Estado Ecológico y Químico en Ríos*. Obtenido de http://www.chguadalquivir.es/documents/10182/46051/informe_evaluacion_eegr.pdf/c991e8f3-ca7e-4ef1-b5f7-ad9095954ed3
- Asamblea Constituyente. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Ciudad Alfaro.
- AZTI-Tecnalia. (2000). *AZTI Marine Biotic Index-AMBI*. Obtenido de <http://www.azti.es/es/ambi-azti-marine-biotic-index-2/>
- Borja, A., Franco, J., & Pérez, V. (2000). A marine biotic Index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin*, 40(12), 1100-1114. doi:0025-326X/0
- Campoblanco, H., & Gomero, J. (2000). Importancia de los Ríos en el Entorno Ambiental. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Geología, Minas, Metalurgias y Ciencias Geográficas.*, 3(5), 12p. doi:1682-3087
- Chen, C., & Durbin, E. (09 de Junio de 1994). Effects of pH on the growth and carbon uptake of marine phytoplankton. *Marine Ecology Progress Series*, 109, 83-94. Obtenido de <http://www.int-res.com/articles/meps/109/m109p083.pdf>
- Cifuentes, J., Frías, M., & Torres, P. (1997). *El Océano y sus Recursos*. Recuperado el 3 de Junio de 2016, de <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/35/htm/oceano5.htm>
- Cognetti, G., Sarà, M., & Magazzuò, G. (2001). *Biología Marina* (1er ed., Vol. 1). Barcelona, España: Ariel S.A. doi:84-344-8031-X
- Cruz, M., Gabor, N., Mora, E., Jiménez, R., & Mair, J. (15 de Octubre de 2003). The known and unknown about Marine Biodiversity in Ecuador (Continental and Insular). *GAYANA*, 67(2), 232-260. doi:10.4067/S0717-65382003000200010

- de la Lanza Espino, G., Cáceres Mertinez, C., Adame Martinez, S., & Hernandez Pulido, S. (1999). *Diccionario de Hidrología y Ciencias afines*. Plaza y Valdez. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=My27250twg0C&pg=PA216&dq=plancton&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwif3PWPyaTOAhUBqB4KHkZCcUQ6AEIKjAD#v=onepage&q&f=false>
- de la Lanza, G., Hernandez, S., & Carbajal, J. (2000). *Organismos Indicadores de la Calidad del Agua y de la Contaminación (Bioindicadores)* (primera ed.). (P. y. Valdez, Ed.) México. Recuperado el 06 de Junio de 2016, de <https://books.google.com.ec/books?id=DfXiBOYXb98C&pg=PA43&lpq=PA43&dq=plancton+y+bentos+como+indicadores&source=bl&ots=9yNf-KtlfS&sig=RB47R20BcVUyUFOzlsRGz6mbWBc&hl=es-419&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwiC79DvnZPOAhWJJR4KHdjfCMsQ6AEIQTAF#v=onepage&q&f=true>
- EPA. (5 de febrero de 2010). *Standard Operating Procedure for Phytoplankton Analysis*. Recuperado el 9 de febrero de 2016, de Standard Operating Procedure for Phytoplankton Analysis: http://www3.epa.gov/greatlakes/monitoring/sop/chapter_4/lg401.pdf
- EPA. (07 de Abril de 2017). *Harmful Algal Blooms*. Obtenido de <https://www.epa.gov/nutrientpollution/harmful-algal-blooms>
- Escribano, R., & Casto, L. (2013). Plancton y Productividad. (C. Werlinger, Ed.) *Biología Marina y Oceanografía: Conceptos y Procesos*, 289-301. Recuperado el 4 de Junio de 2016, de <http://biblio3.url.edu.gt/Publi/Libros/2013/BioMarina/10.pdf>
- Fausch, K., Lyons, J., Karr, J., & Angermeier, P. (1990). Fish Communities as Indicators of Environmental Degradation. *American Fisheries Society*, 8, 123-144. Recuperado el 4 de Junio de 2016, de https://www.researchgate.net/profile/James_Karr/publication/248554980_Fish_Communities_as_Indicators_of_Environmental_Degradation/links/55b4413b08aed621de0114ab/Fish-Communities-as-Indicators-of-Environmental-Degradation.pdf
- Franco, A., García, L., López, D., & Ramírez, J. (2010). La comunidad fitoplanctónica durante eventos de surgencia y no surgencia, en la zona costera del departamento de Magdalena, Caribe colombiano. (A. Acero, Ed.) *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 39(2), 233-263. doi:0122-9761
- Fundation for Environmental Education. (1987). *Blue Flag*. Obtenido de <http://www.blueflag.global/>
- GADMA. (2014). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Atacames*. Recuperado el 3 de Junio de 2016
- GADPE. (2012). *Prioridades para el Desarrollo Integral*. Recuperado el 3 de Junio de 2016

- Galindo, J., Jaime, B., & Nodar, R. (Octubre de 2007). The effect of organic and inorganic fertilization on phytoplanktonic production in Boca Ambuila aquaculture station (Cuba). *REDVET*, 8(10), 1-6. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/636/63612713002.pdf>
- Goldman, C., & Horne, A. (1994). Zooplankton and Zoobenthos. En C. Goldman, & A. Horne, *Limnology* (pág. 576p). New York: McGraw-Hill International Editions. doi:0070236739
- INOCAR. (2016). *Tabla de Mareas Puertos del Ecuador*. Obtenido de <http://www.inocar.mil.ec/web/index.php/productos/tabla-mareas>
- Karr, J. (09 de Enero de 2011). Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries*, 6(6), 21-27. doi:10.1577/1548-8446(1981)006<0021%3AAOBIUF>2.0.CO%3B2
- Ley No. 305. (06 de Agosto de 2014). Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua. Quito.
- MAGA. (2011). *Calidad del Agua*. Obtenido de http://www.infoiarna.org.gt/guateagua/subtemas/3/3_Calidad_del_agua.pdf
- Marcus, N. (1984). Recruitment of copepod nauplii into the plankton: Importance of diapause eggs and benthic processes. *Marine Ecology Progress Series*, 15(1/2), 47-54. Recuperado el 4 de Junio de 2016, de http://www.jstor.org/stable/24815920?seq=1#page_scan_tab_contents
- Merriam-Webster. (2017). *Merriam Webster Dictionary*. Obtenido de <https://www.merriam-webster.com/dictionary/dentalium>
- Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. (18 de Noviembre de 2016). *Estado y calidad de las aguas*. Obtenido de <http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/aguas-superficiales/concepto-estado/>
- Moniz, P., Lana, P., Venturini, N., Elias, R., Vallarino, E., Bremec, C., . . . Sandrini, L. (2013). *Un Manual de Protocolos para Evaluar la Contaminación Marina por Efluentes Domésticos*. Montevideo. Recuperado el 4 de Junio de 2016, de https://www.researchgate.net/publication/283122827_Un_manual_de_protocolos_para_evaluar_la_contaminacion_marina_por_efluentes_domesticos
- Moya, N. (2006). *Índice multimétrico de integridad biótica para la Cuenca del Río Chipiriri, Cochabamba-Bolivia*. Obtenido de http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers15-09/010039357.pdf
- ONU. (21 de julio de 2013). *Programa 21: Capítulo 17*. Obtenido de <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21spchapter17.htm>
- Parra, Ó. (Junio de 2006). Current state of knowledge of freshwater algae of Chile (except Bacillariophyceae). *Gayana*, 70(1), 8-15. doi:10.4067/S0717-65382006000100003

- Pech, D., & Ardisson, P. (Noviembre de 2007). *Comunidades acuáticas; diversidad en el bentos marino-costero*. Recuperado el 4 de Junio de 2016, de <http://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Sitios/Biodiversidad/pdfs/Cap3/09%20Diversidad%20en%20el%20bentos.pdf>
- Pérez, R., Pineda, R., & Medina, M. (2012). *Integridad Biótica de Ambientes Acuáticos*. Obtenido de <http://www.publicaciones.inecc.gob.mx/libros/533/integridad.pdf>
- Pía, L. (8 de Agosto de 2006). *Biodiversidad: inferencia basada en el índice de shannon y la riqueza*. Recuperado el 16 de Junio de 2016, de Biodiversidad: inferencia basada en el índice de shannon y la riqueza: <http://www.redalyc.org/pdf/339/33911906.pdf>
- Royal Eijkelpkamp Foundation. (2011). *Eijkelpkamp Soil & Water*. Obtenido de <https://sp.eijkelpkamp.com/productos/equipos-para-la-toma-de-muestras-de-aguas-subterr-neas-y-sedimentos/muestreador-de-agua-van-dorn.html>
- Samanez, I., Rimarachín, V., Palma, C., Arana, J., Ortega, H., Correa, V., & Hidalgo, M. (2014). *Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifitos, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú*. Perú: Zona Comunicaciones S.A.C.
- Shannon, C. E., & Weaver, W. (1963). *The Mathematical Theory of Communication*. The University of Illinois Press, Urbana.
- Simboura, N., & Zenetos, A. (2002). *Mediterranean Marine Science. Benthic indicators to use in Ecological Quality classification of Mediterranean soft bottom marine ecosystems, including a new Biotic Index, 3, 77-111*. doi:10.12681/mms
- Smith, G. (1983). *Qualitative Plants Ecology* (tercera ed., Vol. 9). Great Britain: Blackwell Scientific Publications. Recuperado el 28 de Julio de 2016, de https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=f2fghtp8IA0C&oi=fnd&pg=PR7&dq=greig-smith+p.+1983.+quantitative+plant+ecology&ots=5wl4mvu5YW&sig=__7OW5JnryvcdXRMKoDKqc9gxzl#v=onepage&q&f=true
- Somarriba, E. (1999). *Diversidad Shannon*. Obtenido de <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A3377E/A3377E.PDF>
- Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULAS). (27 de Diciembre de 2002). *Libro VI de la Calidad Ambiental*.
- UAM. (2008). *Universidad Autónoma de Madrid*. Obtenido de <http://www.uam.es/ss/Satellite/es/home/>
- UB. (2009). *Universitat de Barcelona*. Obtenido de <http://directori.ub.edu/dir/?lang=es>
- Universidad Nacional Autónoma de México. (10 de Agosto de 2005). *Coefficientes de Similitud. Revista Digital Universitaria, 6(8)*. Obtenido de <http://www.revista.unam.mx/vol.6/num8/art79/art79-1.htm>

- USGS. (21 de julio de 1984). *Distribución de Agua de la Tierra*. Obtenido de <http://water.usgs.gov/gotita/waterdistribution.html>
- Vásquez, G., Castro, G., González, I., Pérez, R., & Castro, T. (4 de mayo de 2006). *Bioindicadores como herramienta para determinar la calidad del agua*. Obtenido de <http://www.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n60ne/Bio-agua.pdf>
- Vélez, A., Lozano, S., & Cáceres, K. (2016). Diversidad de Fitoplancton como Indicador de Calidad de Agua. (V. Azañero, Ed.) *Ecología Aplicada*, 15(2), 1-12. doi:10.21704/rea.v15i2.745
- Vicente, E., de Hoyos, C., Sanchez, P., & Cambra, J. (2005). Metodología para el Establecimiento del Estado Ecológico según la Directiva Marco del Agua. En C. H. Ebro, & M. J. Álvaro (Ed.), *Protocolo de muestreo y análisis para fitoplancton* (págs. 22-25). Zaragoza. Recuperado el 4 de Junio de 2016, de http://www.mapama.gob.es/es/agua/publicaciones/Protocolos_muestreo_biologico_con_portada_tcm7-16059.pdf
- Wibber, D., & Clarke, D. (1988). Monitoring Studies: A case study of the impacts of dredged material disposal in Galveston bay, Texas. En *Estuaries and Coast* (Vol. 21, págs. 230-245). Texas: Springer-Verlang. doi:10.2307/1352471
- World Ocean Network. (21 de julio de 2013). *¿Por qué el océano es importante para el hombre?* Obtenido de <http://www.worldoceannetwork.org/es/won-part-6/clever-translated-spanish/por-que-el-oceano-es-importante-para-el-hombre-completed/>

ANEXOS

Anexo I. Parámetros fisicoquímicos y descriptivos ecológicos de agua relacionados de fitoplancton.

Est.		pH	T(C°)	TDS (mg/L)	Sal(ppt)	Cond(μS/cm)	SpCond(μS/cm)	ODO(mg/L)	Utermohl	Diversidad	Riqueza
Súa	1	8,227	26,777	19625,667	19,213	31238,067	30193,433	5,963	63,705	3,255	14,00
	2	8,260	26,959	32501,667	32,690	51875,033	50002,300	6,883	168,818	3,790	19,67
	3	8,523	26,828	32375,667	32,553	51550,167	49808,767	6,907	215,437	4,061	25,00
Intermedio	4	8,327	26,871	32360,667	32,533	51566,433	49785,867	7,103	217,775	3,682	23,00
Atacames	5	8,293	26,795	32256,000	32,420	51225,800	49577,433	6,783	223,359	4,181	27,00
	6	8,533	27,056	32546,667	32,737	52039,667	50071,400	6,980	171,155	3,431	15,67
	7	7,937	27,047	20159,333	19,493	32260,167	31014,867	4,243	196,348	2,860	10,33

Anexo II. Parámetros fisicoquímicos y descriptivos ecológicos de agua relacionados de bentos.

Est.	Profundidad (m)	T(C°)	TDS (mg/L)	Sal(ppt)	Cond(μS/cm)	SpCond(μS/cm)	ODO(mg/L)	Abundancia	Diversidad	Riqueza
	1							179,33	1,061	7,67
Súa	2,343	26,910	30390,333	30,327	47801,200	46721,067	6,020			
	2							111,33	1,366	8,33
	1,997	26,777	32316,333	32,487	51402,900	49659,733	6,963			
	3							551,67	1,802	17,33
Intermedio	4							274,00	1,560	12,33
	5,443	26,590	31408,000	31,473	49796,633	48269,000	5,423			
	5							412,00	1,729	15,33
Atacames	6,130	26,677	32288,333	32,457	51265,800	49618,033	6,810			
	6							73,00	1,246	7,67
	1,030	26,880	32352,000	32,523	51559,067	49711,567	7,040			
	7							188,33	0,703	6,00
	1,897	27,070	21795,667	21,103	34876,300	33481,467	4,107			

Anexo III. ANOVA de un factor de parámetros Físicoquímicos.

ANOVA de un factor de parámetros Físicoquímicos						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
TDS (mg/L)	Entre grupos	663966476,5	6	110661079,4	2,41	0,082
	Dentro de grupos	642880059,3	14	45920004,24		
	Total	1306846536	20			
Salinidad (ppt)	Entre grupos	741,625	6	123,604	2,55	0,07
	Dentro de grupos	678,515	14	48,465		
	Total	1420,139	20			
Cond (µS/cm)	Entre grupos	1668193363	6	278032227,2	2,364	0,087
	Dentro de grupos	1646471576	14	117605112,6		
	Total	3314664939	20			
SpCond (µS/cm)	Entre grupos	1569960864	6	261660144,1	2,408	0,082
	Dentro de grupos	1521360872	14	108668633,7		
	Total	3091321736	20			
ODO (mg/L)	Entre grupos	19,37	6	3,228	3,473	0,026
	Dentro de grupos	13,013	14	0,93		
	Total	32,383	20			
pH	Entre grupos	0,732	6	0,122	2,586	0,067
	Dentro de grupos	0,661	14	0,047		
	Total	1,393	20			

Anexo IV. ANOVA Diferencia de media de Sólidos Disueltos Totales

TDS (mg/L)		
Tukey B ^a		
Estación	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
Río Súa	3	19625,6667
Río Atacames	3	20159,3333
Mar Atacames	3	32256
Bocana río Súa	3	32320
Mar	3	32360,6667
Bocana río Atacames	3	32363,3333
Mar Súa	3	32375,6667
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.		
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.		

Anexo V. ANOVA Diferencia de media de Potencial de Hidrógeno.

pH		
Tukey B ^a		
Estación	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
Río Atacames	3	7,9367
Río Súa	3	8,2267
Bocana río Súa	3	8,26
Mar Atacames	3	8,2933
Mar	3	8,3267
Mar Súa	3	8,5233
Bocana río Atacames	3	8,5333
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.		
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.		

Anexo VI. ANOVA Diferencia de media de Salinidad.

Salinidad (ppt)		
Tukey B ^a		
Estación	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
Río Súa	3	19,2133
Río Atacames	3	19,4933
Mar Atacames	3	32,42
Bocana río Súa	3	32,49
Mar	3	32,5333
Bocana río Atacames	3	32,5367
Mar Súa	3	32,5533
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.		
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.		

Anexo VII. ANOVA Diferencia de media de Conductancia Eléctrica

SpCond (μS/cm)		
Tukey B ^a		
Estación	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
Río Súa	3	30193,4333
Río Atacames	3	31014,8667
Mar Atacames	3	49577,4333
Bocana río Súa	3	49723,2
Mar	3	49785,8667
Bocana río Atacames	3	49789,3333
Mar Súa	3	49808,7667
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.		
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.		

Anexo VIII. ANOVA Diferencia de media de Conductividad Eléctrica

Cond ($\mu\text{S/cm}$)		
Tukey B ^a		
Estación	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
Río Súa	3	31238,0667
Río Atacames	3	32260,1667
Mar Atacames	3	51225,8
Bocana río Súa	3	51412,0333
Mar Súa	3	51550,1667
Mar	3	51566,4333
Bocana río Atacames	3	51583,1667
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.		
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.		

Anexo IX. ANOVA Diferencia de media de Oxígeno Disuelto.

ODO (mg/L)			
Tukey B ^a			
Estación	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Río Atacames	3	4,2433	
Río Súa	3	5,9633	5,9633
Mar Atacames	3		6,7833
Mar Súa	3		6,9067
Bocana río Súa	3		6,9667
Bocana río Atacames	3		7,0333
Mar	3		7,1033
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.			

Anexo X. ANOVA de un factor de parámetros Fisicoquímicos.

ANOVA de un factor de parámetros Fisicoquímicos						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Temperatura (C°)	Entre grupos	0,492	6	0,082	1,076	0,422
	Dentro de grupos	1,068	14	0,076		
	Total	1,56	20			
TDS (mg/L)	Entre grupos	268572349,9	6	44762058,32	4,248	0,012
	Dentro de grupos	147520549,3	14	10537182,1		
	Total	416092899,2	20			
Salinidad (ppt)	Entre grupos	314,235	6	52,372	4,391	0,011
	Dentro de grupos	166,993	14	11,928		
	Total	481,228	20			
Cond (µS/cm)	Entre grupos	660698215,3	6	110116369,2	4,073	0,014
	Dentro de grupos	378512588,8	14	27036613,49		
	Total	1039210804	20			
SpCond (µS/cm)	Entre grupos	635243306,6	6	105873884,4	4,238	0,012
	Dentro de grupos	349788850,2	14	24984917,87		
	Total	985032156,8	20			
ODO (mg/L)	Entre grupos	20,991	6	3,498	2,119	0,116
	Dentro de grupos	23,113	14	1,651		
	Total	44,104	20			

Anexo XI. ANOVA Diferencia de media de Temperatura.

Temperatura (C°)		
Tukey B ^a		
Estación	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
Mar	3	26,59
Mar Atacames	3	26,6767
Mar Súa	3	26,6867
Bocana río Súa	3	26,7767
Bocana río Atacames	3	26,88
Río Súa	3	26,91
Río Atacames	3	27,07
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.		
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.		

Anexo XII. ANOVA Diferencia de media de Sólidos Disueltos Totales

TDS (mg/L)			
Tukey B ^a			
Estación	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Río Atacames	3	21795,67	
Río Súa	3		30390,33
Mar	3		31408
Mar Súa	3		32250,67
Mar Atacames	3		32288,33
Bocana río Súa	3		32316,33
Bocana río Atacames	3		32352
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.			

Anexo XIII. ANOVA Diferencia de media de Salinidad.

Salinidad (ppt)			
Tukey B ^a			
Estación	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Río Atacames	3	21,1033	
Río Súa	3		30,3267
Mar	3		31,4733
Mar Súa	3		32,4167
Mar Atacames	3		32,4567
Bocana río Súa	3		32,4867
Bocana río Atacames	3		32,5233
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.			

Anexo XIV. ANOVA Diferencia de media de Conductancia Eléctrica

SpCond (µS/cm)			
Tukey B ^a			
Estación	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Río Atacames	3	33481,467	
Río Súa	3		46721,067
Mar	3		48269
Mar Súa	3		49565,967
Mar Atacames	3		49618,033
Bocana río Súa	3		49659,733
Bocana río Atacames	3		49711,567
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.			

Anexo XV. ANOVA Diferencia de media de Conductividad Eléctrica.

Cond ($\mu\text{S/cm}$)			
Tukey B ^a			
Estación	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Río Atacames	3	34876,3	
Río Súa	3		47801,2
Mar	3		49796,633
Mar Súa	3		51216,767
Mar Atacames	3		51265,8
Bocana río Súa	3		51402,9
Bocana río Atacames	3		51559,067
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.			

Anexo XVI. ANOVA Diferencia de media de Oxígeno Disuelto.

ODO (mg/L)		
Tukey B ^a		
Estación	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
Río Atacames	3	4,1067
Mar	3	5,4233
Río Súa	3	6,02
Mar Súa	3	6,7733
Mar Atacames	3	6,81
Bocana río Súa	3	6,9633
Bocana río Atacames	3	7,04
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.		
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.		

Anexo XVII. Abundancia porcentual de algas.

No.	Especies	Conteo	%
1	<i>Achnanthes longipes</i>	2	0,09
2	<i>Amphora furgida</i>	1	0,05
3	<i>Amphora sp.</i>	1	0,05
4	<i>Asterionella japónica</i>	7	0,33
5	<i>Asterionella kariana</i>	19	0,89
6	<i>Asteromphalus brookei</i>	3	0,14
7	<i>Aulacodiscus kittoni</i>	1	0,05
8	<i>Bacteriastrum delicatulum</i>	15	0,7
9	<i>Bacteriastrum Elegans</i>	6	0,28
10	<i>Bacteriastrum hyalinum</i>	1	0,05
11	<i>Bacteriastrum delicatulum</i>	1	0,05
12	<i>Biddulphia mobiliensis</i>	1	0,05
13	<i>Biddulphia mobiliensis</i>	2	0,09
14	<i>Biddulphia sinensis</i>	1	0,05
15	<i>Biddulphia sinensis greville</i>	1	0,05
16	<i>Ceratulina bergonu</i>	17	0,79
17	<i>Chaetocero curvisetos</i>	1	0,05
18	<i>Chaetoceros affinis</i>	69	3,22
19	<i>Chaetoceros affinis circinalis</i>	5	0,23
20	<i>Chaetoceros affinis lauder</i>	1	0,05
21	<i>Chaetoceros borealis</i>	15	0,7
22	<i>Chaetoceros cinctus</i>	2	0,09
23	<i>Chaetoceros curvisetus</i>	24	1,12
24	<i>Chaetoceros debilis</i>	2	0,09
25	<i>Chaetoceros dichæta</i>	3	0,14
26	<i>Chaetoceros didymus</i>	15	0,7
27	<i>Chaetoceros eibenu</i>	5	0,23

No.	Especies	Conteo	%
53	<i>Guinardia falcida</i>	12	0,56
54	<i>Gyrosigma balticum</i>	2	0,09
55	<i>Gyrosigma hippocampus</i>	6	0,28
56	<i>Helosira varians</i>	4	0,19
57	<i>Hemiaulus haucku</i>	5	0,23
58	<i>Hemiaulus sinensis</i>	78	3,64
59	<i>Hydrosero triquetra</i>	1	0,05
60	<i>Lauderia borealis</i>	54	2,52
61	<i>Leptocylindrus danicus</i>	137	6,39
62	<i>Lithodesmiun undulatum</i>	2	0,09
63	<i>Melosira sulcata</i>	1	0,05
64	<i>Melosira varians</i>	31	1,45
65	<i>Navicula</i>	99	4,62
66	<i>Navicula brasiliensis</i>	1	0,05
67	<i>Navicula tuscula</i>	1	0,05
68	<i>Nitzschia angularis</i>	15	0,7
69	<i>Nitzschia closterium</i>	16	0,75
70	<i>Nitzschia delicatissima</i>	84	3,92
71	<i>Nitzschia longissima</i>	138	6,44
72	<i>Nitzschia hungarica</i>	1	0,05
73	<i>Nitzschia obtusa</i>	1	0,05
74	<i>Nitzschia sp</i>	117	5,46
75	<i>Opephora pacifica</i>	8	0,37
76	<i>Pinnularia brevicostata</i>	24	1,12
77	<i>Pleurosigma angulatum</i>	82	3,82
78	<i>Pleurosigma nicobaricum</i>	196	9,14
79	<i>Pleurosigma normanu</i>	2	0,09

28	<i>Chaetoceros laevis</i>	25	1,17
29	<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	14	0,65
30	<i>Chaetoceros peruvianus</i>	9	0,42
31	<i>Chaetoceros socialis</i>	1	0,05
32	<i>Chaetoceros subsecundus</i>	1	0,05
33	<i>Chaetoceros sp</i>	1	0,05
34	<i>Climacodium frauenfeldianum</i>	26	1,21
35	<i>Coscinodiscus concinnus</i>	3	0,14
36	<i>Coscinodiscus excentricus</i>	4	0,19
37	<i>Coscinodiscus nitidus</i>	3	0,14
38	<i>Cyclotella sp.</i>	51	2,38
39	<i>Cymbella affinis</i>	4	0,19
40	<i>Cymbella parva</i>	1	0,05
41	<i>Dactylosolen antarcticus</i>	8	0,37
42	<i>Dactylosolen mediterraneus</i>	1	0,05
43	<i>Diatomea</i>	6	0,28
44	<i>Dictyocha navicula</i>	142	6,62
45	<i>Diploneis didyma</i>	1	0,05
46	<i>Diploneis subovalis</i>	1	0,05
47	<i>Diploneis notabilis</i>	1	0,05
48	<i>Ditylum brightwellii</i>	5	0,23
49	<i>Dyploneis bambus</i>	3	0,14
50	<i>Dyploneis sp</i>	2	0,09
51	<i>Epithemia musculus</i>	1	0,05
52	<i>Gassleriello trópica</i>	1	0,05

80	<i>Protoperidinium claudicans</i>	1	0,05
81	<i>Pseudoenotia doliolus</i>	1	0,05
82	<i>Rhizosolenia alata</i>	27	1,26
83	<i>Rhizosolenia alata curvirostris</i>	2	0,09
84	<i>Rhizosolenia alata indica</i>	4	0,19
85	<i>Rhizosolenia delicatula</i>	50	2,33
86	<i>Rhizosolenia fragilissima</i>	63	2,94
87	<i>Rhizosolenia hebetata</i>	23	1,07
88	<i>Rhizosolenia hyalina</i>	21	0,98
89	<i>Rhizosolenia imbricata</i>	26	1,21
90	<i>Rhizosolenia setigera</i>	71	3,31
91	<i>Rhizosolenia stolterfothii</i>	28	1,31
92	<i>Schroderella delicatula</i>	4	0,19
93	<i>Skeletonema costatum</i>	60	2,8
94	<i>Stauroneis membranacea</i>	40	1,87
95	<i>Stephanopyxis palmeriana</i>	2	0,09
96	<i>Streptothea thamensis</i>	8	0,37
97	<i>Surirella fastuosa</i>	18	0,84
98	<i>Surirella febigeri</i>	1	0,05
99	<i>Surirella sp</i>	3	0,14
100	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	6	0,28
101	<i>Thalassiotrix frauenfeldii</i>	26	1,21
102	<i>Thalassiotrix mediterranea</i>	2	0,09
103	<i>Tintínido</i>	1	0,05
104	<i>Trachyneis aspera</i>	2	0,09
		2144	100

Anexo XVIII. Abundancia bentónica porcentual.

No.	Especies	Conteo	%
1	<i>Acmaturris ampla</i>	3	0,06
2	<i>Adrana crenifera</i>	11	0,2
3	<i>Adrana cultrata</i>	27	0,5
4	<i>Alphaeus</i>	3	0,06
5	<i>Ampelisca</i>	1224	22,8
6	<i>Amphilochus</i>	907	16,89
7	<i>Anadara cepoides</i>	2	0,04
8	<i>Anadara concinna</i>	1	0,02
9	<i>Anadara reinharti</i>	1	0,02
10	<i>Argopecten circularis</i>	10	0,19
11	<i>Arestidae</i>	442	8,23
12	<i>Armandia salvadoriana</i>	5	0,09
13	<i>Cadulus platystoma</i>	106	1,97
14	<i>Calyptraea cónica</i>	9	0,17
15	<i>Calyptraea lichen</i>	6	0,11
16	<i>Cangrejo tipo 1</i>	2	0,04
17	<i>Cangrejo tipo 2</i>	1	0,02
18	<i>Chione kellesti</i>	1	0,02
19	<i>Chione ornatissima</i>	1	0,02
20	<i>Corbula esmeralda</i>	10	0,19
21	<i>Cosmiconcha modesta</i>	158	2,94
22	<i>Cosmiconcha rehderi</i>	220	4,1
23	<i>Crasinella mexicana</i>	13	0,24
24	<i>Crassinella varians</i>	2	0,04
25	<i>Cyathina asteriaphila</i>	1	0,02
26	<i>Deilonella atossa</i>	1	0,02
27	<i>Dentalium oerstedii</i>	669	12,46
28	<i>Diogenidae</i>	2	0,04
29	<i>Donax deltoides</i>	502	9,35
30	<i>Donax gracilis</i>	91	1,69

No.	Especies	Conteo	%
48	<i>Macoma grandis</i>	17	0,32
49	<i>Magelonidae</i>	10	0,19
50	<i>Malletia peruviana</i>	34	0,63
51	<i>Medusa 1</i>	1	0,02
52	<i>Medusa 2</i>	2	0,04
53	<i>Medusa 3</i>	17	0,32
54	<i>Natica broderipiana</i>	1	0,02
55	<i>Natica inexpectans</i>	2	0,04
56	<i>Nephtys sp.</i>	4	0,07
57	<i>Nereididae</i>	1	0,02
58	<i>Nereis riisei</i>	43	0,8
59	<i>Nucula colombiana</i>	8	0,15
60	<i>Nuculana acrita</i>	38	0,71
61	<i>Nuculana ornata</i>	124	2,31
62	<i>Olivella aureocincta</i>	6	0,11
63	<i>Olivella inconspicua</i>	19	0,35
64	<i>Olivella volutella</i>	40	0,75
65	<i>Opbiura</i>	10	0,19
66	<i>Opitiosyllis arborea</i>	154	2,87
67	<i>Ostrea angelica</i>	1	0,02
68	<i>Pecten hancocki</i>	5	0,09
69	<i>Pecten lunaris</i>	1	0,02
70	<i>Petricola concinna</i>	1	0,02
71	<i>Phyllodoce multiseriata</i>	1	0,02
72	<i>Polinices galapagosus</i>	3	0,06
73	<i>Polinices panamensis</i>	3	0,06
74	<i>Polinices uber</i>	9	0,17
75	<i>Rissoina gisna</i>	4	0,07
76	<i>Sabinella meridionalis</i>	3	0,06
77	<i>Serolidae</i>	6	0,11

31	<i>Episcynia medialis</i>	10	0,19
32	<i>Eulima panamensis</i>	6	0,11
33	<i>Euzonus otagoensis</i>	13	0,24
34	<i>Gobido</i>	4	0,07
35	<i>Goneplacidae</i>	1	0,02
36	<i>Goniada littorea</i>	109	2,03
37	<i>Holognathidae</i>	17	0,32
38	<i>Iselica fenestrata</i>	1	0,02
39	<i>Jaiba tipo 1 (tenazas negras)</i>	7	0,13
40	<i>Jaiba tipo 2</i>	8	0,15
41	<i>Janthina prolongata</i>	1	0,02
42	<i>Kurtzia ephaedra</i>	1	0,02
43	<i>Kurtzia sp.</i>	1	0,02
44	<i>Larva pez 1</i>	15	0,28
45	<i>Larva pez 2</i>	4	0,07
46	<i>Larva pez 3</i>	1	0,02
47	<i>Lumbrineridae</i>	11	0,2

78	<i>Sicyases sanguineus</i>	4	0,07
79	<i>Spionidae</i>	1	0,02
80	<i>Tagelus affinis</i>	4	0,07
81	<i>Tellina ecuadoriana</i>	26	0,48
82	<i>Tellina esmeralda</i>	25	0,47
83	<i>Tellina insculpta</i>	12	0,22
84	<i>Terebra armillata</i>	2	0,04
85	<i>Terebra bridgesi</i>	19	0,35
86	<i>Terebra cracilenta</i>	13	0,24
87	<i>Terebra elata</i>	10	0,19
88	<i>Terebra larvaeformis</i>	1	0,02
89	<i>Terebra mariato</i>	1	0,02
90	<i>Terebra sanjuanensis</i>	7	0,13
91	<i>Trigonocardia obovalis</i>	23	0,43
92	<i>Trinectes fonsecensis</i>	1	0,02
93	<i>Turbonilla eucosmia</i>	4	0,07
94	<i>Turbonilla oenoa</i>	7	0,13
		4447	100

Anexo XIX. ANOVA de un factor de Descriptivos Ecológicos Fitoplanctónicos.

ANOVA de un factor de Descriptivos Ecológicos Fitoplanctónicos						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Utermohl	Entre grupos	55635,905	6	9272,651	1,009	0,458
	Dentro de grupos	128673,333	14	9190,952		
	Total	184309,238	20			
Diversidad	Entre grupos	3,862	6	0,644	2,846	0,05
	Dentro de grupos	3,166	14	0,226		
	Total	7,028	20			
Riqueza	Entre grupos	681,81	6	113,635	3,788	0,019
	Dentro de grupos	420	14	30		
	Total	1101,81	20			

Anexo XX. ANOVA Diferencia de media de abundancia estimada con método de Utermohl.

Utermohl		
Tukey B ^a		
Estación	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
Río Súa	3	63,67
Bocana río Súa	3	169
Bocana río Atacames	3	171
Río Atacames	3	196,33
Mar Súa	3	215,33
Mar	3	217,67
Mar Atacames	3	223,33
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.		
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.		

Anexo XXI. ANOVA Diferencia de media de recuento de Diversidad.

Diversidad		
Tukey B ^a		
Estación	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
Río Atacames	3	2,86
Río Súa	3	3,25
Bocana río Atacames	3	3,43
Mar	3	3,68
Bocana río Súa	3	3,79
Mar Súa	3	4,06
Mar Atacames	3	4,18
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.		
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.		

Anexo XXII. ANOVA Diferencia de media de Riqueza de especies fitoplanctónicas.

Riqueza			
Tukey B ^a			
Estación	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Río Atacames	3	10,33	
Río Súa	3	14	14
Bocana río Atacames	3	15,67	15,67
Bocana río Súa	3	19,67	19,67
Mar	3	23	23
Mar Súa	3	25	25
Mar Atacames	3		27
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.			

Anexo XXIII. ANOVA de un factor de Descriptivos Ecológicos Bentónicos

ANOVA de un factor de Descriptivos Ecológicos Bentónicos						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Abundancia	Entre grupos	530856	6	88476	1,806	0,17
	Dentro de grupos	685920,667	14	48994,333		
	Total	1216776,667	20			
Riqueza	Entre grupos	342,667	6	57,111	4,345	0,011
	Dentro de grupos	184	14	13,143		
	Total	526,667	20			
Diversidad	Entre grupos	2,713	6	0,452	1,538	0,237
	Dentro de grupos	4,115	14	0,294		
	Total	6,827	20			

Anexo XXIV. ANOVA Diferencia de media de Abundancia Bentónica

Abundancia		
Tukey B ^a		
Estación	N	Subconjunto para alfa = 0,05
		1
Bocana río Atacames	3	73
Bocana río Súa	3	111,33
Río Súa	3	179,33
Río Atacames	3	188,33
Mar	3	274
Mar Atacames	3	412
Mar Súa	3	551,67
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.		
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.		

Anexo XXV. ANOVA Diferencia de media de Diversidad.

Diversidad		
Tukey B ^a		
Estación	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
Río Atacames	3	0,7
Río Súa	3	1,06
Bocana río Atacames	3	1,25
Bocana río Súa	3	1,37
Mar	3	1,56
Mar Atacames	3	1,73
Mar Súa	3	1,8
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.		
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.		

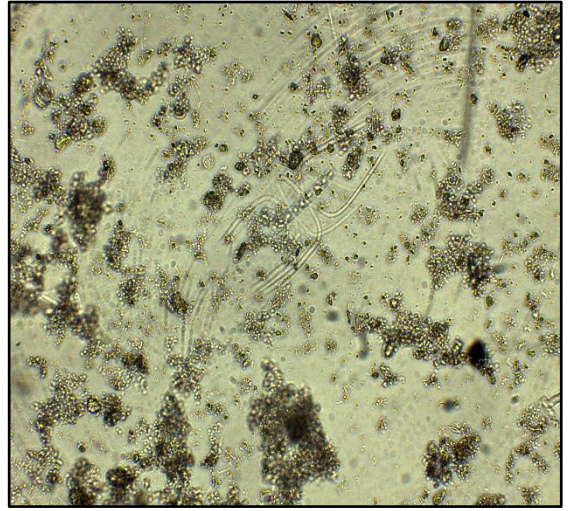
Anexo XXVI. ANOVA Diferencia de media de Riqueza.

Riqueza			
Tukey B ^a			
Estación	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Río Atacames	3	6	
Río Súa	3	7,67	7,67
Bocana río Atacames	3	7,67	7,67
Bocana río Súa	3	8,33	8,33
Mar	3	12,33	12,33
Mar Atacames	3	15,33	15,33
Mar Súa	3		17,33
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.			

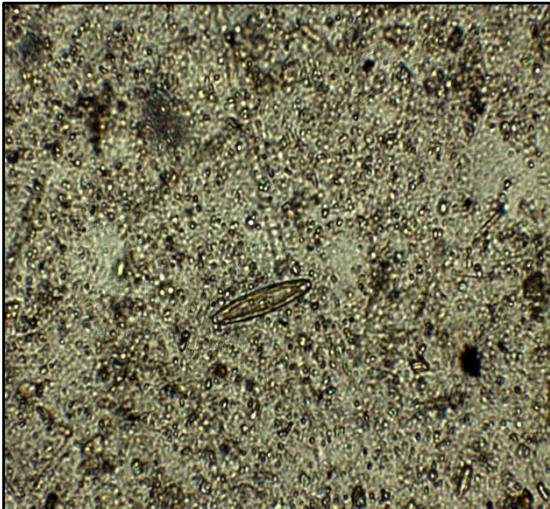
ESPECIES FITOPLANCTÓNICAS



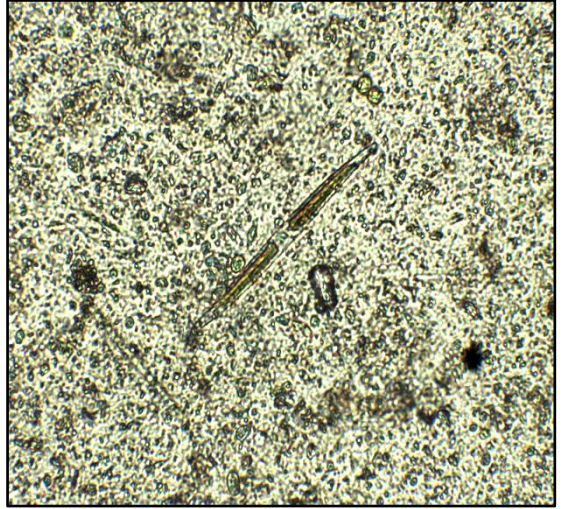
Fotografía 6. *Pleurosigma angulatum*



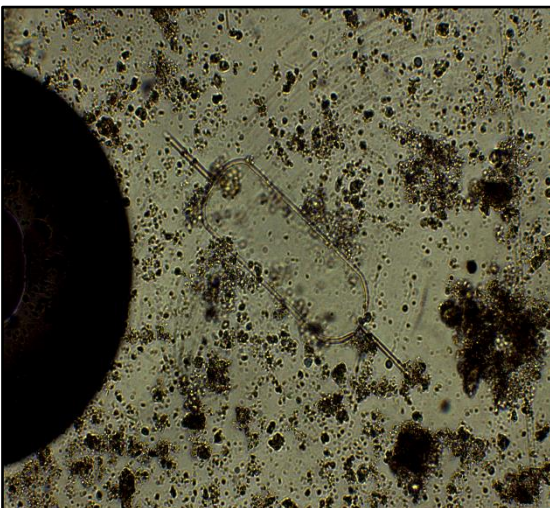
Fotografía 7. *Chaetocero didymus*



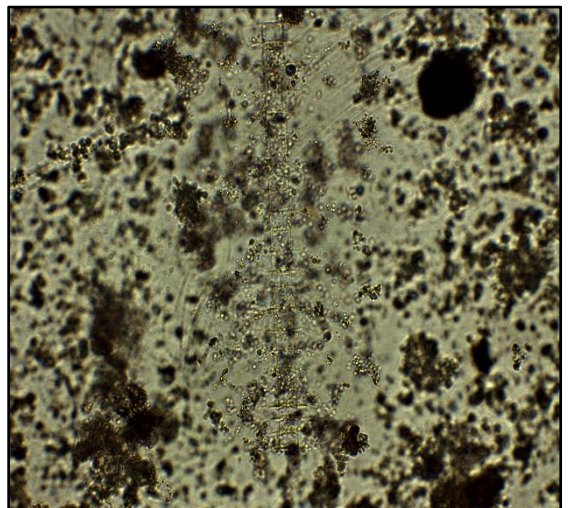
Fotografía 8. *Navicula palpebralis*



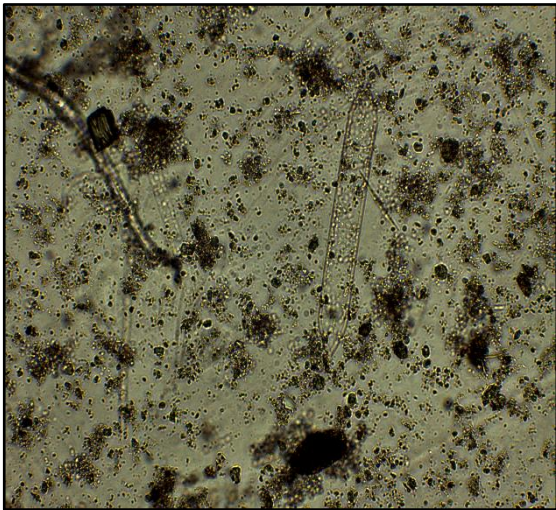
Fotografía 9. *Cymbella parva*



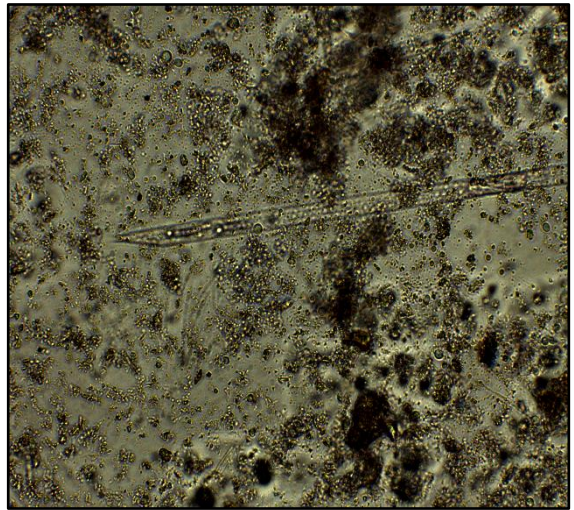
Fotografía 10. *Ditylum brightwellii*



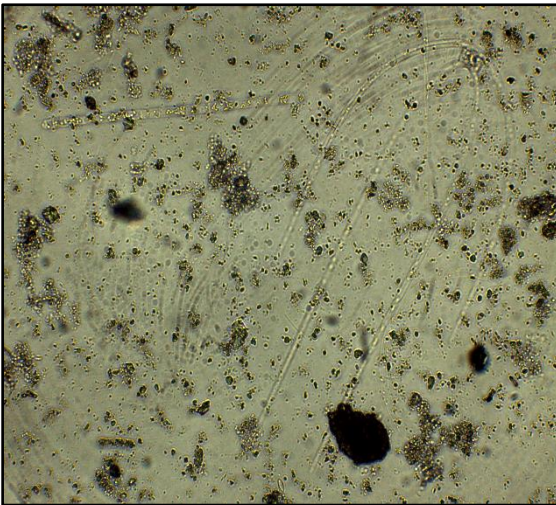
Fotografía 11. *Bacteriastrum delicatulum*



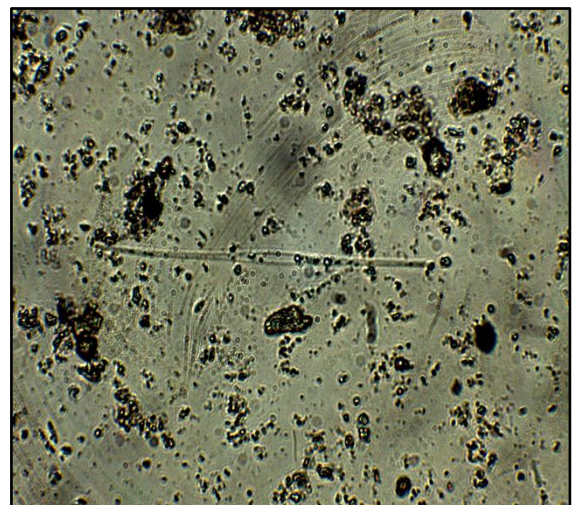
Fotografía 12. *Rhizosolenia alata*



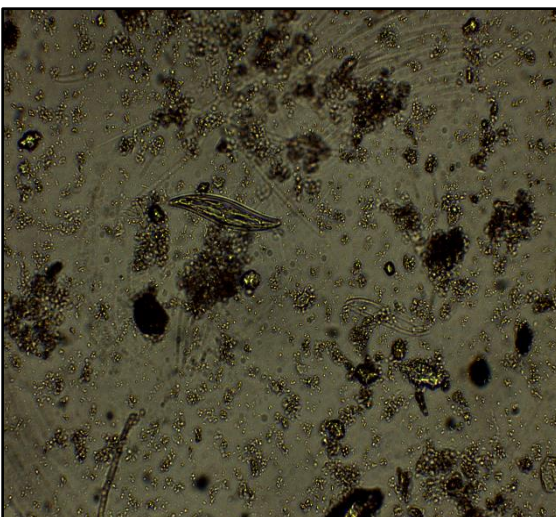
Fotografía 13. *Rhizosolenia hebetata*



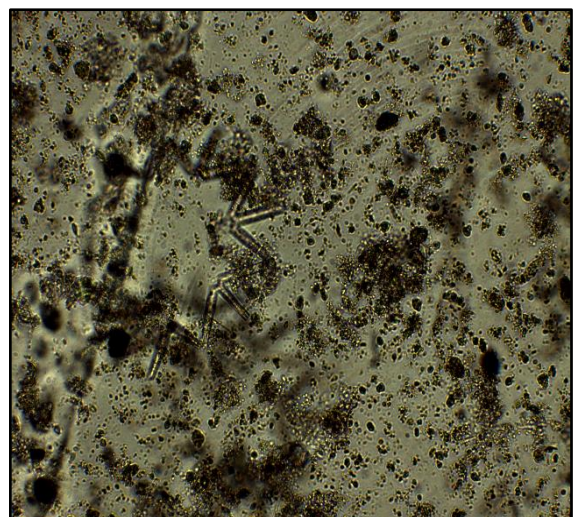
Fotografía 14. *Chaetocero convolutus*



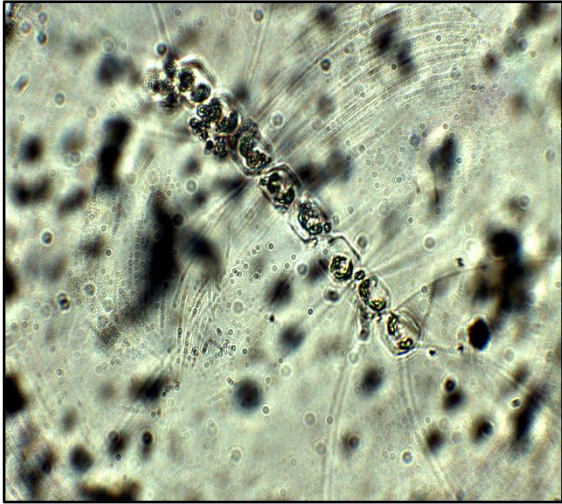
Fotografía 15. *Nitzschia longissima*



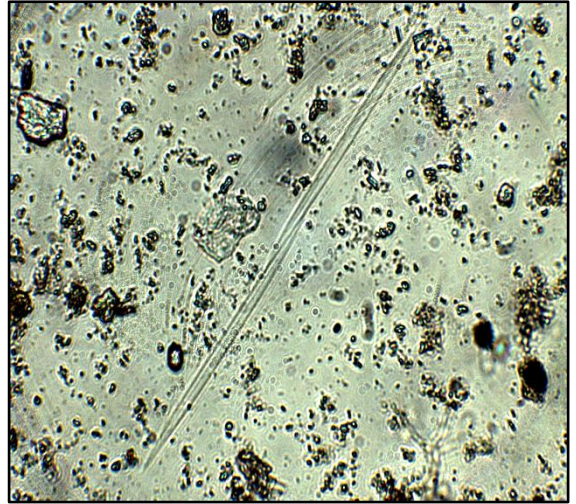
Fotografía 16. *Pleurosigma angulatum*



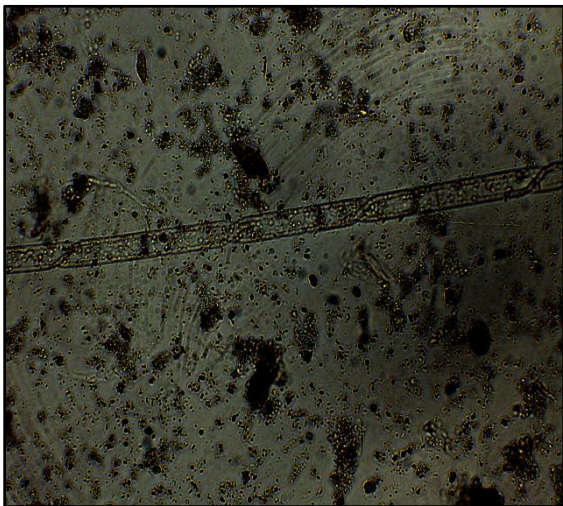
Fotografía 17. *Asterionella kariana*



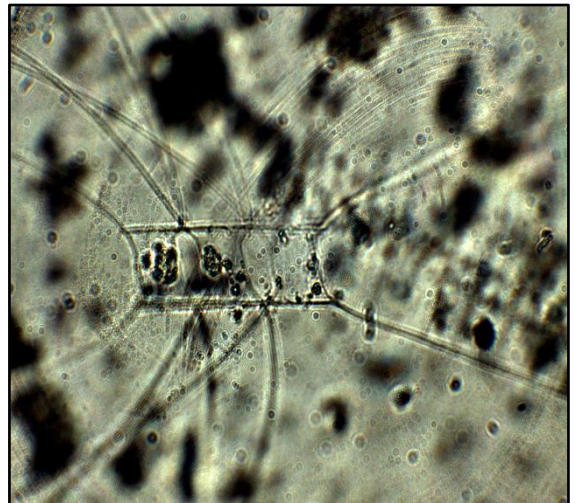
Fotografía 18. *Chaetocero socialis*



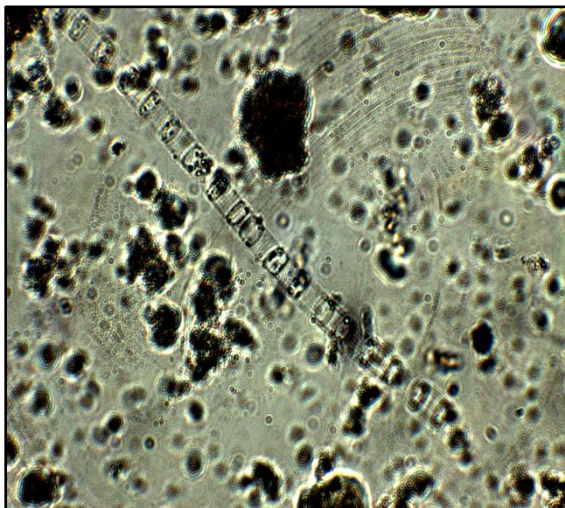
Fotografía 19. *Rhizosolenia alata*



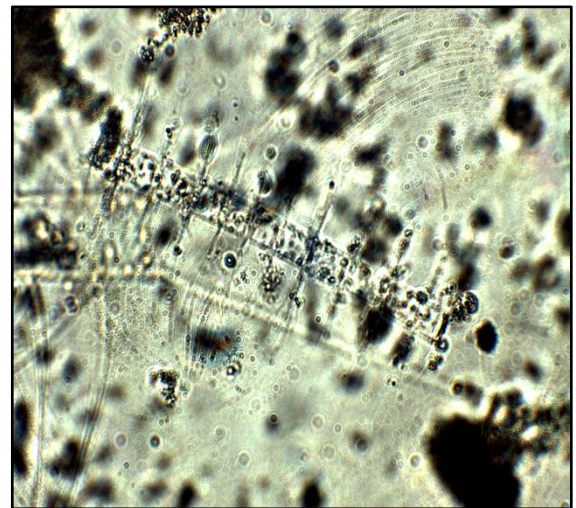
Fotografía 20. *Rhizosolenia fragilissima*



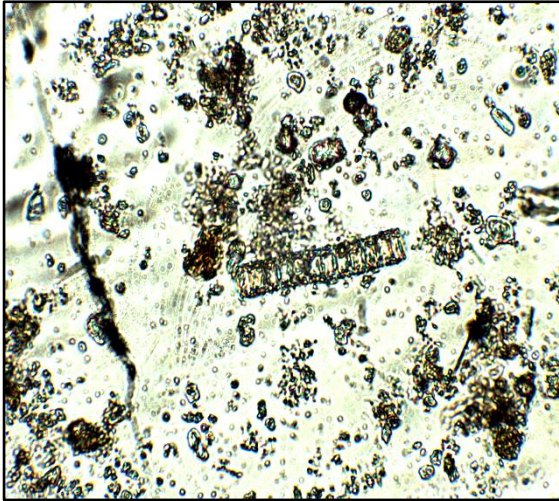
Fotografía 21. *Chaetoceros affinis*



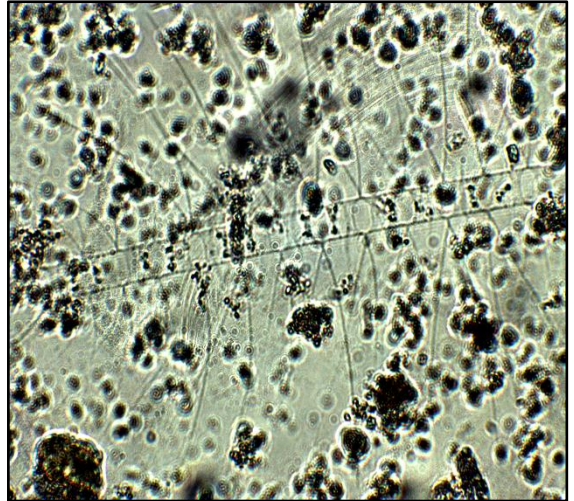
Fotografía 22. *Skeletonema costatum*



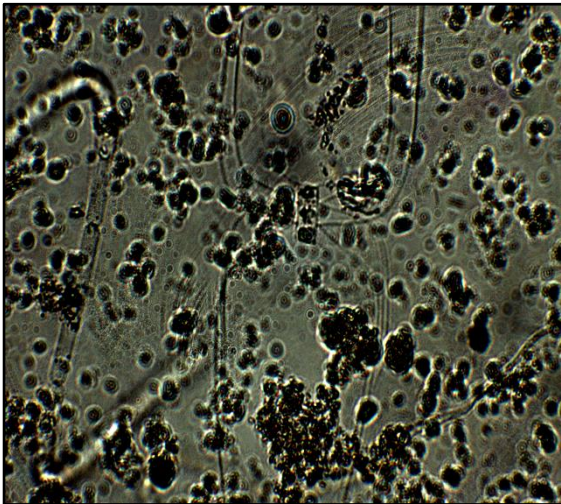
Fotografía 23. *Bacteriastrum delicatulum*



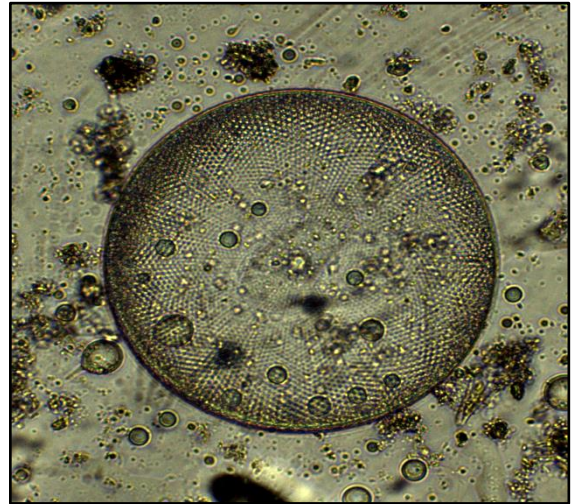
Fotografía 24. *Schroderella delicatula*



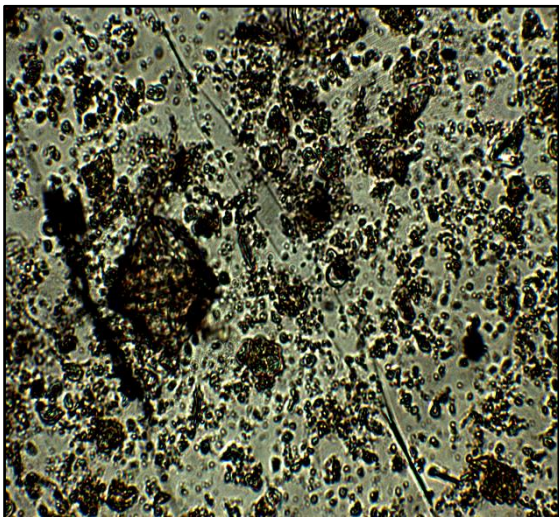
Fotografía 25. *Chaetoceros affinis*



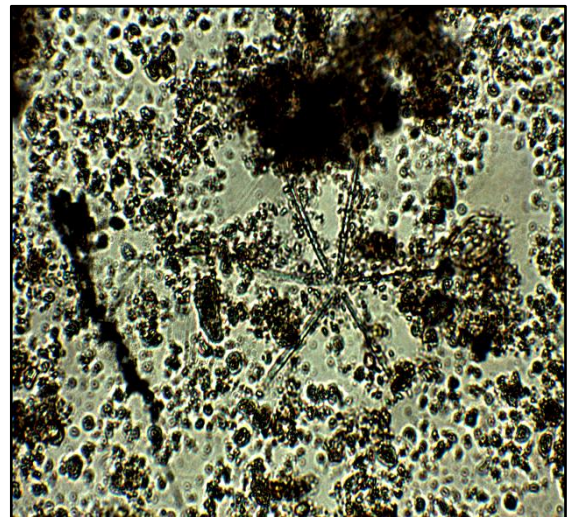
Fotografía 26. *Chaetoceros laevis*



Fotografía 27. *Coscinodiscos excentricus*



Fotografía 28. *Rhizosolenia hyalina*



Fotografía 29. *Thalassionema nitzschioides*

ESPECIES BENTÓNICAS



Fotografía 30. *Ampelisca*



Fotografía 31 *Amphilocus*



Fotografía 32. *Arestidae*



Fotografía 33. *Dentalium oerstedii*



Fotografía 34. *Anachis avara*



Fotografía 35. *Anachis sp.*



Fotografía 36. *Ophiura*



Fotografía 37. *Donax deltoides*



Fotografía 38. *Goniada littorea*



Fotografía 39. *Agladrilia púdica*



Fotografía 40. *Chione ornatissima*



Fotografía 41. *Pecten lunaris*



Fotografía 42. *Nannodiella fraternalis*



Fotografía 43. *Tellina ecuadoriana*



Fotografía 44. *Terebra armillata*



Fotografía 45. *Macoma grandis*



Fotografía 46. *Nereis riisei*



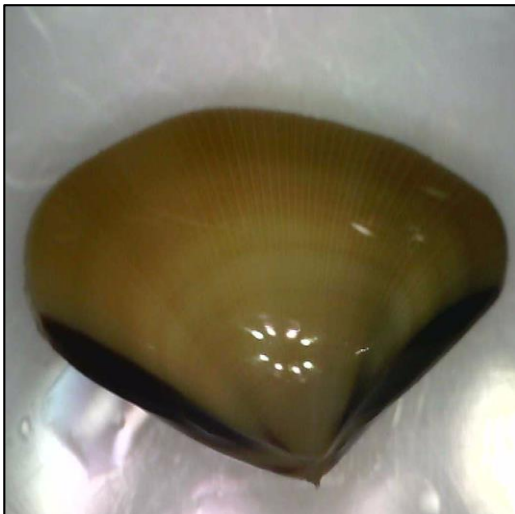
Fotografía 47. *Crassinella pacifica*



Fotografía 48. *Tellina esmeralda*



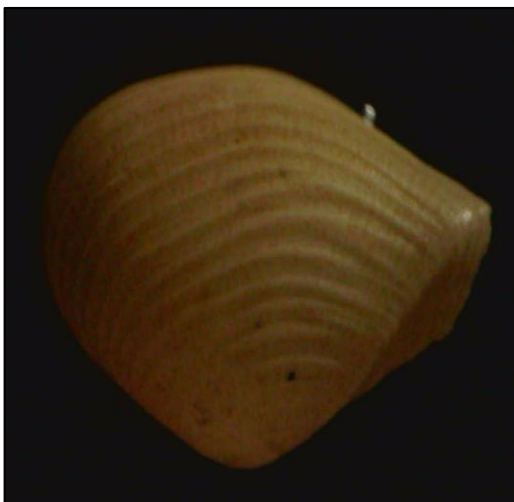
Fotografía 49. *Anadara adamsi*



Fotografía 50. *Pitar helenae*



Fotografía 51. *Olivella aureonincta*



Fotografía 52. *Neilonella atossa*



Fotografía 53. *Nuculana ornata*