

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y AMBIENTALES



EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE LAS FUENTES HÍDRICAS DE LA RESERVA BIOLÓGICA DE LIMONCOCHA USANDO DIATOMEAS COMO BIOINDICADORES

Nicole Carolina Sánchez Abarca
Dirigido por: PhD(c). Susana Chamorro
Quito, 13 de Febrero del 2020

ÍNDICE

- Introducción
 - Hipótesis
 - Objetivos
 - Métodos
 - Resultados
 - Conclusiones
 - Recomendaciones
- Bibliografía

A microscopic view of diatoms, which are single-celled algae with silica-based cell walls. The image shows several elongated, spindle-shaped diatoms with distinct transverse and longitudinal striations. They are surrounded by smaller, more irregular diatom fragments and organic debris. The background is a light, hazy blue-grey.

INTRODUCCIÓN

EL AGUA

El agua de la Tierra se encuentra naturalmente en varias formas y lugares: en la atmósfera, en la superficie, bajo tierra y en los océanos

El agua dulce representa solo el 2,5%

Recurso más importante

Más abundante



Contaminación Indiscriminada

SU USO HA AUMENTADO POR:

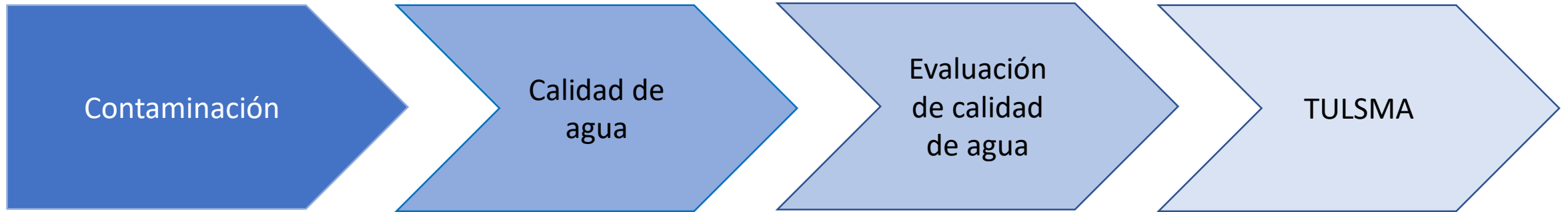
Necesidades humanas

El crecimiento poblacional

La urbanización

(FAO, 2009).

CALIDAD DEL AGUA



La calidad del agua se refiere al estudio de la naturaleza química, física y biológica del agua
(Samboni Ruiz, Eugenia, Escobar, & Carlos, 2007)

Los ICA evalúan principalmente el “estado químico” del agua. (Caho-Rodríguez & López-Barrera, 2017)

Normativa nacional para evaluación de calidad

BIOINDICADORES

Son especies, comunidades o procesos biológicos que indican la calidad y los cambios que ha sufrido un lugar específico (Holt & Miller, 2010)

Abundantes

Respuesta Medible

Sensibles a la Contaminación

DIATOMEAS EPILÍTICAS

Los organismos bioindicadores más estudiados en ecosistemas de agua dulce (Heinrich et al., 2014).

Las respuestas que ellas presentan entre especies es lo que permite la determinación de impacto de la contaminación que ha sufrido el ambiente (Negro & De Hoyos, 2005).



Fácil de recolectar



Muestras permanentes



Reexaminar

RESERVA BIOLÓGICA DE LIMONCOCHA



Considerado un sitio RAMSAR

Sus actividades deben tener un enfoque sustentable y sostenible con el objetivo común de la preservación de los recursos

(MAE, 2011)

HIPÓTESIS

- La calidad del agua dentro de la RBL puede variar según su ubicación, por lo que el río Pishira Alto (P4) se encuentra en estado oligotrófico, los ríos Blanco (P5) y Playayacu (P3) se encuentran en un estado mesotrófico y los ríos Jivino (P1) y Napo (P2) están eutrofizados.

OBJETIVOS

GENERAL

- Determinar la calidad de agua de los ríos que se encuentran dentro de la Reserva Biológica de Limoncocha usando diatomeas epilíticas como bioindicadores.

ESPECÍFICOS

- Evaluar el índice de calidad de los ríos dentro de la RBL usando parámetros fisicoquímicos y bioindicadores
- Detallar las especies de diatomeas que se encuentra en cada uno de los puntos de muestreo
- Aportar a una línea base de diatomeas del Ecuador.

A microscopic view of diatoms, which are single-celled algae with silica-based cell walls. The image shows several elongated, spindle-shaped diatoms with distinct transverse and longitudinal striations. They are surrounded by smaller, more irregular diatom fragments and organic debris. The background is a light, hazy blue-grey.

MÉTODOS

ZONA DE MUESTREO



Fig 1: Puntos Muestreo RBL

Tabla 1: Puntos Muestreo

P1	Río Jivino
P2	Río Napo
P3	Río Playayacu
P4	Río Pishira
P5	Río Blanco

FASE DE CAMPO



- Muestra compuesta
- Cuadrante 5x5



- Oxígeno disuelto
- pH
- Conductividad
- Temperatura



- 1L

(Battarbee 1986; Battarbee et al. 2001; ECS 2003; Blanco, Álvarez & Cejudo 2008)

FASE DE LABORATORIO



Medición de
parámetros *ex situ*

- Turbidez
- Nitratos
- Fosfatos
- Coliformes
- Sólidos disueltos



Limpieza y
montaje de
diatomeas

- Peróxido 30%
- Ácido clorhídrico
- Dicromato de potasio

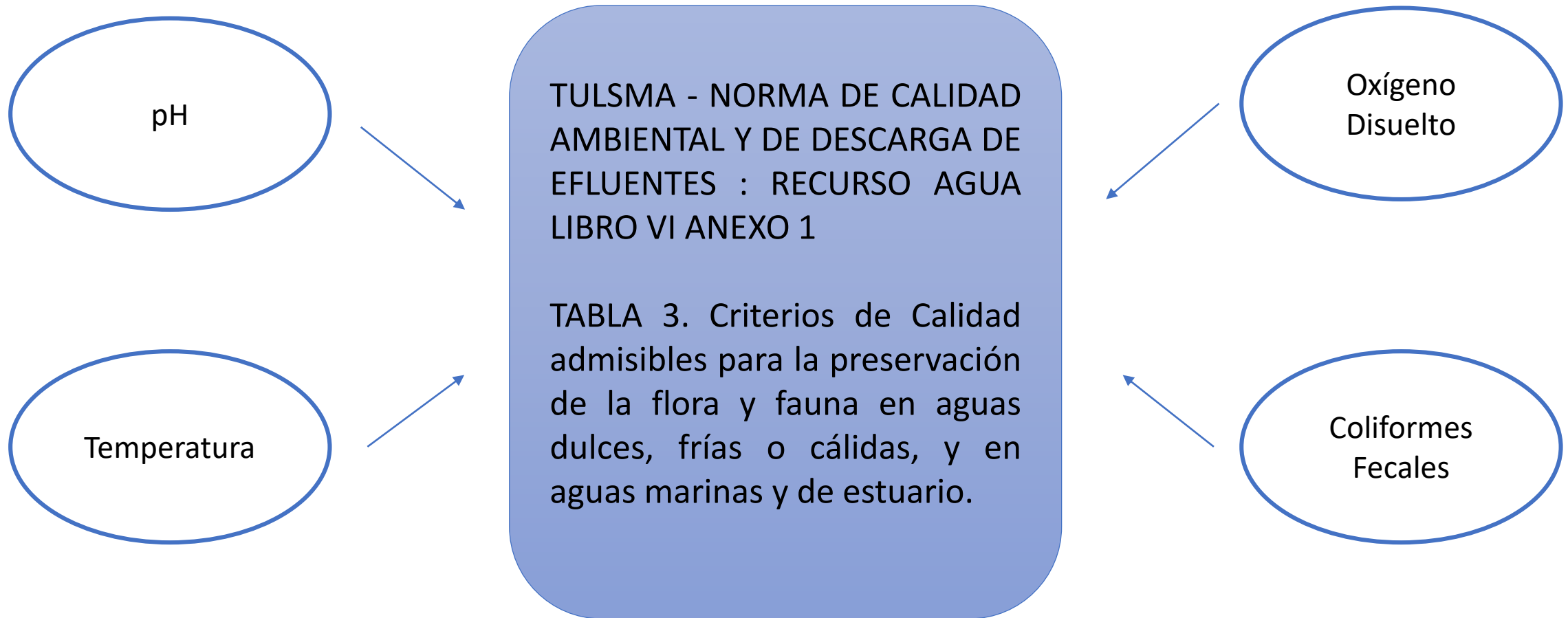


Identificación
y conteo de
diatomeas

- Conteo de diatomeas por placa

(Battarbee 1986; Battarbee et al. 2001; ECS 2003; Blanco, Álvarez & Cejudo 2008)

EVALUACIÓN DE LA NORMATIVA



IQA-Data

Evaluación de calidad de
agua en base a parámetros
fisicoquímicos

Tabla 2: Clasificación IQA-Data

Clasificación	Rango de calificación
Muy malo	0 – 25
Malo	26 – 50
Regular	51 – 70
Bueno	71 – 90
Excelente	91 – 100

ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA

Índice de calidad en base al análisis de las comunidades de diatomeas

$$ITQA = \frac{\sum(vt \times h)}{\sum h}$$

- vt: valor trófico equivalente al valor S
- h: abundancia

S → ambiente óptimo (1-5)

- S 1: Muy mala calidad
- S 5: Muy buena calidad

V → tolerancia

- V1: alta amplitud
- V3: baja amplitud

Tabla 3: Clasificación índice de calidad de agua

ITQA	Niveles de contaminación
1 - 1.5	Oligotrófico (contaminación despreciable)
1.5 - 2.5	β-mesotrófico (contaminación moderada)
2.5 - 3.5	α-mesotrófico (contaminación fuerte)
3.5 - 4	Eutrófico (contaminación excesiva)

ÍNDICES DE DIVERSIDAD

Tabla 4: Clasificación Shannon-Wiener

Clasificación	Rango
Bajos en diversidad	Menor a 2
Valor normal	2-3
Altos en diversidad	Mayor a 3

Índice de Shannon-Wiener
Determina la abundancia de especies en un hábitat específico

$$H' = -\sum P_i * \ln P_i$$

H' = Índice de Shannon- Wiener
P_i = Abundancia Relativa
ln = Logaritmo Natural

Índice de Hill

Representa el grado de distribución de las abundancias relativas en el número especies

$$E' = \frac{N2}{N1}$$

N1 = la especie abundante
N2 = la especie más abundante

A microscopic view of a sample containing numerous diatoms. The diatoms are elongated, spindle-shaped organisms with distinct, parallel, transverse ribs (striae) visible on their surfaces. They are scattered across a light-colored, granular background. Some diatoms are oriented horizontally, while others are at various angles. The word "RESULTADOS" is superimposed in the center of the image.

RESULTADOS

DIATOMEAS

TOTAL
180 especies

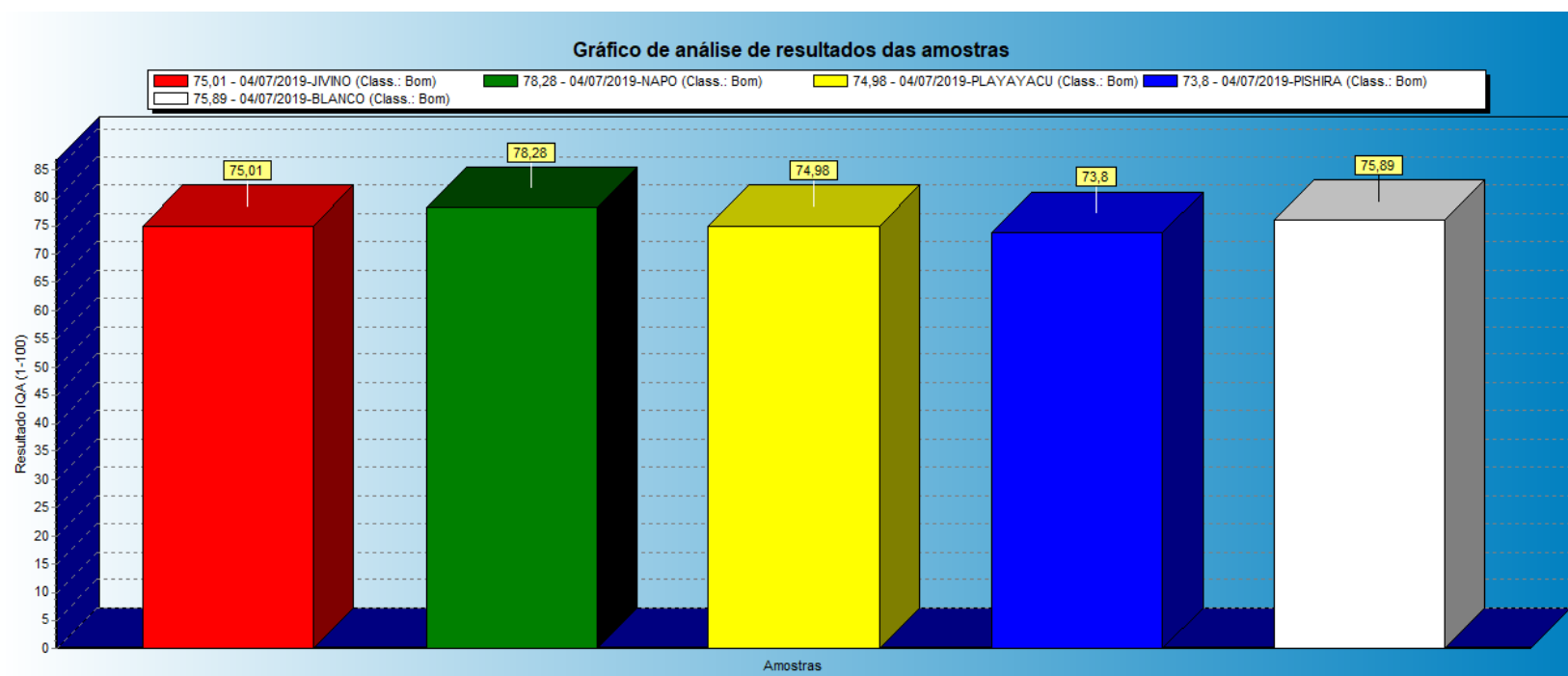
PERIODO: Dic 2017-Oct 2018
35 muestras de 5 ríos :

- Jivino
- Napo
- Playayacu
- Pishira
- Blanco

Punto	Riqueza
P1	91
P2	85
P3	101
P4	99
P5	81

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

IQA-Data



Clasificación	Rango de calificación
Muy malo	0 – 25
Malo	26 – 50
Regular	51 – 70
Bueno	71 – 90
Excelente	91 – 100

Punto	Puntuación	Clasificación
P1-Jivino	75.01	Bueno
P2-Napo	78.28	Bueno
P3-Playayacu	74.98	Bueno
P4-Pishira	73.8	Bueno
P5-Blanco	75.89	Bueno

PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS

EVALUACIÓN NORMATIVA

- El único parámetro que se cumple en su totalidad es el pH, ya que se encuentra en rango.
- La temperatura sobrepasa el límite en todos los puntos de muestreos

Tabla 5: Evaluación de normativa en base a TULSMA

Parametros	Límite Máximo permisible		Puntos Muestreo				
			JI	NA	PY	PA	BL
Oxígeno Disuelto	> 6	mg/L	6.6	7.29	5.98	4.91	6.39
pH	5 a 9		7.29	7.22	6.87	7.01	7.29
Temperatura	+ 3 condiciones naturales		24.67	25.6	25.81	25.14	24.97
Coliformes Fecales	Máxima 20		41.28	12.71	24.14	17	24.85

*Condiciones naturales: 21°C

ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA

OMNIDIA → IDG (Generic diatom index)

S → ambiente óptimo (1-5)

- S 1: Muy mala calidad
- S 5: Muy buena calidad

ITQA	Niveles de contaminación
1 - 1.5	Oligotrófico (contaminación despreciable)
1.5 - 2.5	β-mesotrófico (contaminación moderada)
2.5 - 3.5	α-mesotrófico (contaminación fuerte)
3.5 - 4	Eutrófico (contaminación excesiva)

	ITQA
P1	3.01
P2	3.12
P3	3.13
P4	3.5
P5	3.05

ÍNDICES DE DIVERSIDAD

ÍNDICE DE SHANNON-WIENER

Clasificación	Rango
Bajos en diversidad	Menor a 2
Valor normal	2-3
Altos en diversidad	Mayor a 3

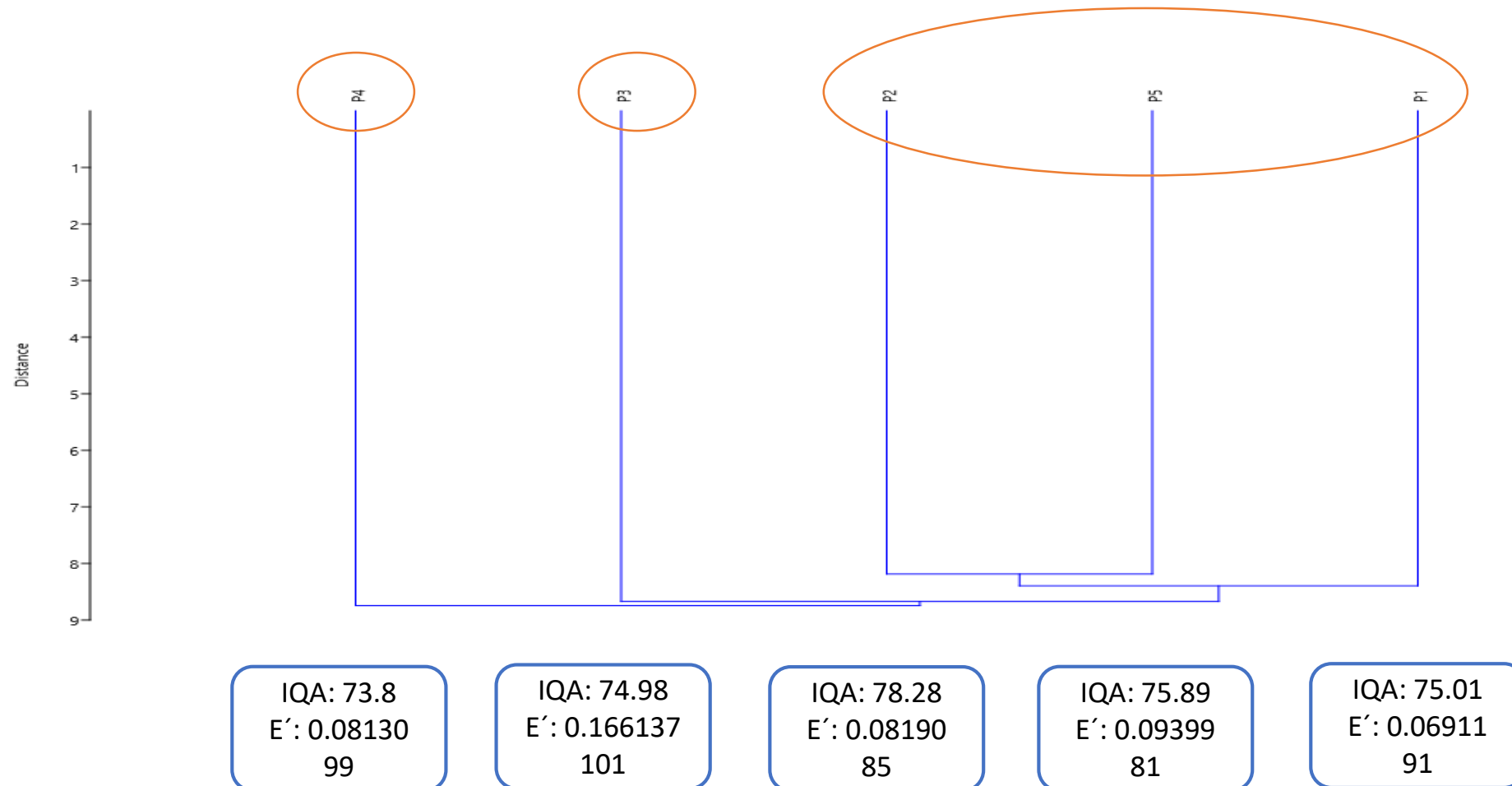
Índice de Shannon-Wiener	
P1	2.80
P2	2.68
P3	2.24
P4	2.65
P5	2.54

ÍNDICE DE HILL

Índice de Hill	
P1	0.0691
P2	0.0819
P3	0.1661
P4	0.0813
P5	0.0940

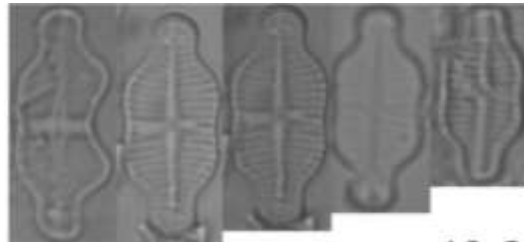
ANÁLISIS CLÚSTER

AUSENCIA-PRESENCIA

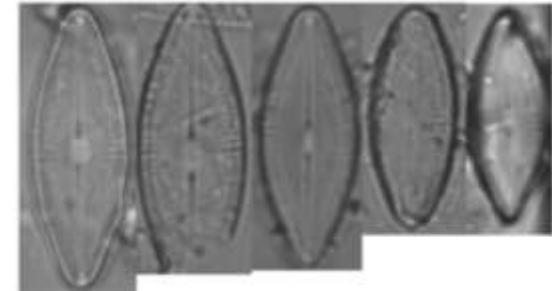


ESPECIES DE DIATOMEAS

Especies generalistas		
	Especies	Porcentaje
Presentes 5 puntos	31	17.22%
Presentes 4 puntos	16	8.89%
TOTAL	47	26.11%



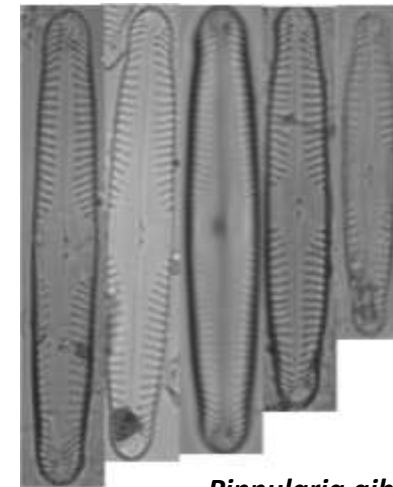
Achnanthes paraexigua



Diadesmis confervacea



Aulacoseira italica



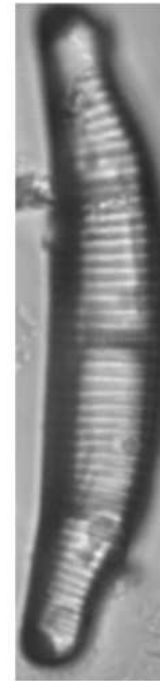
Pinnularia gibba

ESPECIES DE DIATOMEAS

Especies especialistas		
Puntos	Especies	Porcentaje
P1-P2-P5	23	12.78%
P3	11	6.11%
P4	11	6.11%
TOTAL	45	25.00%



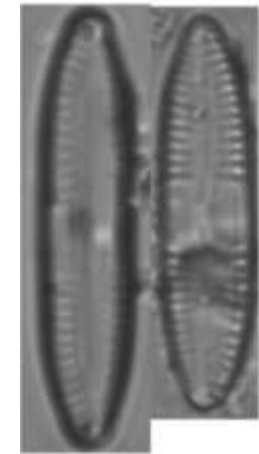
Pinnularia acrospheira



Eunotia monodontiforma



Encyonema melidense



Pinnularia nobilefasciata

ESPECIES INDICADORAS

P4

Ambientes mesotróficos, tolerantes a contaminación

Ambientes eutróficos

Baja conductividad, pH neutros

Bajas cantidades de materia orgánica

	Especie	Código	S (1-5)	V (1-5)	h (Abundancia)
1	<i>Achnanthes spec. cf. convergens</i>		4.5	2.1	1
2	<i>Cymbella turgidula</i>	CTGL	4.7	2.6	22
3	<i>Encyonema gertenbergeri</i>	ENGE	4.9	2.4	4
4	<i>Encyonema sp1</i>		4.9	2.4	6
5	<i>Nitzschia terrestris</i>	NTER	1	2.3	4
6	<i>Nupela spec. cf. rumichorum</i>		5	2	7
7	<i>Pinnularia acrosphaeria</i>	PACR	2.6	3	10
8	<i>Pinnularia notabilis</i>	PNOT	4.7	2.3	4
9	<i>Pinnularia sterrenburgii var. cuyabenensis</i>	PSCB	4.7	2.3	1
10	<i>Rhopalodia sp1</i>		4.3	2.9	10
11	<i>Stauroneis sp2</i>		3.7	2.1	6

ESPECIES INDICADORAS

P3

	Especie	Código	S (1-5)	V (1-3)	h (Abundancia)
1	<i>Amphora copulata</i>	ACOP	2.6	2.2	9
2	<i>Diploneis elliptica</i>	DELL	4	2.4	1
3	<i>Eunotia bidens</i>	EUBI	4.8	2.3	2
4	<i>Eunotia monodontiforma</i>	EMOF	4.8	2.3	12
5	<i>Eunotia sp4</i>		4.8	2.3	3
6	<i>Eunotia ventriosa var. brevis</i>	EVBR	4.8	2.3	6
7	<i>Nitzschia sp4</i>		1	2.3	6
8	<i>Pinnularia angustistriata</i>	PAGS	4.7	2.36	10
9	<i>Pinnularia saprophila</i>	PSAP	4.7	2.3	16
10	<i>Pinnularia microstauron var. rostrata</i>	PMRO	4.7	2.3	4
11	<i>Rhopalodia gibberula</i>	RGBL	4.3	2.9	12

Ambientes con altas concentraciones de iones

Especies cosmopolitas, tolerantes a la contaminación

Indicadora de ambientes ricos en nutrientes

Ambientes turbios, altos en sólidos suspendidos, cantidades moderadas de M.O

Fijadoras de nitrógeno, bajas cantidades de materia orgánica

ESPECIES INDICADORAS

P1-P2-P5

	Especie	Código	S (1-5)	V (1-3)	h (Abundancia)
1	<i>Anomoeoneis sphaerophora</i>	ASPH	3.6	2.5	1
2	<i>Cavinula</i> sp1		5	2	8
3	<i>Diadesmis confervacea</i> var. <i>rostrata</i>		3.3	2	3
4	<i>Encyonema melidense</i>	EMEL	4.9	2.4	13
5	<i>Encyonema minutum</i>	ENMT	4.9	2.4	20
6	<i>Eunotia bilunaris</i>	EBLR	4.8	2.3	61
7	<i>Frustalia pangaea</i>	FPAN	4.8	2.7	10
8	<i>Gyrosigma attenuatum</i>	GYAT	3.9	2.8	12
9	<i>Halamphora holsatica</i>	HHOL	2.6	2	22
10	<i>Luticola intermedia</i>	LINT	2.9	2.1	13
11	<i>Luticola saxophila</i>	LSAX	2.9	2.1	22
12	<i>Nitzschia claussi</i>	NCLA	1	2.3	25
13	<i>Nitzschia</i> sp1	NZSS1	1	2.3	43
14	<i>Nitzschia</i> sp2	NZSS2	1	2.3	93
15	<i>Nupela wellneri</i>	NUWE	5	2	4
16	<i>Pinnularia</i> aff. <i>stauroptera</i> var. <i>brevicostata</i>		4.7	2.3	3
17	<i>Pinnularia microstauron</i>	PMIC	4.7	2.3	5
18	<i>Pinnularia nobilefasciata</i>	PNBF	4.7	2.3	16
19	<i>Pinnularia</i> sp2	PINS2	4.7	2.3	15
20	<i>Pinnularia stomatophora</i> var. <i>irregularis</i>	PSIR	4.7	2.3	14
21	<i>Pinnularia tagliaventiae</i>	PSEL	4.7	2.3	9
22	<i>Surirella</i> cf. <i>fuellebornii</i>	SFUE	3.6	2.2	2
23	<i>Synedra gouldardii</i>	SGOU	3.1	1.8	2

Ambientes oligotróficos, baja presencia de materia orgánica

Niveles nitrógeno alto, tolerantes a contaminación

Condiciones ácidas

Ambientes turbios, altos en sólidos suspendidos

CONCLUSIONES

- Los ríos de la RBL se encuentran dentro de la clasificación α -mesotrófica que se traduce en una contaminación fuerte, por lo tanto se rechaza hipótesis planteada.
- Se evaluaron 4 parámetros fisicoquímicos basándose en el TULSMA, de los cuales, en todos los puntos únicamente un parámetro correspondiente al pH cumple con los límites permisibles. Por lo que se estaría incumpliendo con las leyes establecidas para la preservación dentro de una reserva biológica.
- En esta investigación se evidencia que para ver la calidad de un ecosistema, un estudio de parámetros fisicoquímicos y biológicos da una evaluación real del cuerpo hídrico.

CONCLUSIONES

- Al contrastar los resultados del software IQA-Data y la normativa TULSMA, el programa no refleja la realidad nacional ya que en la normativa no se cumplen los límites permisibles

RECOMENDACIONES

- Para establecer si los parámetros fisicoquímicos se encuentran dentro de los límites permisibles estipulados en el TULSMA , se recomienda evaluar todos los parámetros.
- Realizar un estudio con más estaciones en cada punto para valorar el cuerpo hídrico y conocer en qué estado se encuentra.
- Realizar análisis de demanda biológica de oxígeno (DBO) y demanda química del oxígeno (DQO), para evaluar a profundidad el estado trófico de cada punto de muestreo.
- Realizar un análisis sobre calidad de agua en nuestro país, para adecuar los rangos del programa IQA-Data y ajustar a la realidad nacional, de esta manera obtener resultados más precisos con respecto a la geomorfología encontrada en los ríos del Ecuador.

BIBLIOGRAFIA

- Bere, T., & Tundisi, J. . (2011). DIATOM-BASED WATER QUALITY ASSESSMENT IN STREAMS INFLUENCE BY URBAN POLLUTION: EFFECTS OF NATURAL AND TWO SELECTED ARTIFICIAL SUBSTRATES, SÃO CARLOS-SP, BRAZIL. *Braz. J. Aquat. Sci. Technol*, 15, 54–63. Retrieved from <https://siaiap32.univali.br/seer/index.php/bjast/article/viewFile/1923/1909>
- Blanco, S., Cejudo-Figueiras, C., Álvarez-Blanco, I., van Donk, E., M. Gross, E., Hansson, L.-A., ... Bécáres, E. (2013). Epiphytic Diatoms along Environmental Gradients in Western European Shallow Lakes. *Clean Soil Air Water*, 41, 1–7. Retrieved from file:///C:/Users/Nicky/Downloads/Blanco-clen201200630-online.pdf
- Caho-Rodríguez, C. A., & López-Barrera, E. A. (2017). Determinación del Índice de Calidad de Agua para el sector occidental del humedal Torca-Guaymaral empleando las metodologías UWQI y CWQI. *Producción + Limpia*, 12, 35–49. <https://doi.org/10.22507/pml.v12n2a3>
- Casa, V., Mataloni, G., & Van De Vijver, B. (n.d.). Six new Frustulia species (Bacillariophyta) in Tierra del Fuego peatbogs, Patagonia, Argentina. <https://doi.org/10.5507/fot.2017.016>
- Casallas G, J. E., & Gunkel, G. (2001). Algunos aspectos limnológicos de un lago altoandino: el lago San Pablo, Ecuador. *Limnetica*, 20, 215–232.
- Castillejo, P., Chamorro, S., Paz, L., Heinrich, C., Carrillo, I., Salazar, J. G., ... Lobo, E. A. (2018). Response of epilithic diatom communities to environmental gradients along an Ecuadorian Andean River. *Comptes Rendus Biologies*, 341(4), 256–263. <https://doi.org/10.1016/j.crvl.2018.03.008>
- Chao, A., Chiu, C.-H., & Jost, L. (2010). Phylogenetic diversity measures based on Hill numbers, 3599–3609. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0272>
- Cvetkoska, A., Levkov, Z., Hamilton, P. B., & Potapova, M. (2014). The biogeographic distribution of Cavinula (Bacillariophyceae) in North America with the descriptions of two new species. *Phytotaxa*, 184(4), 181–207. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.184.4.1>
- De Oliveira, P. E., & Steinitz, M. (1992). The diatom flora (Bacillariophyceae) of the Cuyabeno Faunistic Rserve, Ecuadorian Amazonia. *Nova Hedwigia*, 515–552. Retrieved from file:///C:/Users/Nicky/Desktop/Tesis/Bibliografía Ecuador/DiatomeasdeCuyabeno.pdf
- ECS, E. C. for S. (2003). Water quality — Guidance standard for the routine sampling and pretreatment of benthic diatoms from rivers.
- FAO. (2009). *Resumen del 2º Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo*. Retrieved from www.fao.org/nr/aquastat/.
- Heinrich, C. G., Leal, V. L., Dupont, M. S. A., & Lobo, E. A. (2014). Epilithic diatoms in headwater areas of the hydrographical sub-basin of the Andreas Stream, RS, Brazil, and their relation with eutrophication processes. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 26(4), 347–355. <https://doi.org/10.1590/S2179-975X2014000400003>
- Holt, E. A., & Miller, S. W. (2010). Bioindicators: Using Organisms to Measure Environmental Impacts. Retrieved April 22, 2019, from <https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/bioindicators-using-organisms-to-measure-environmental-impacts-16821310>
- Jordan, E. (2015). *Rhopalodia gibberula* | Species - Diatoms of North America. Retrieved January 27, 2020, from https://diatoms.org/species/rhopalodia_gibberula
- Kociolek, J. P., & Spaulding, S. A. (2003). Eunotioid and Asymmetrical Naviculoid Diatoms. In *Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification* (pp. 655–668). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-012741550-5/50019-2>
- Lobo, E. A., Heinrich, C. G., Schuch, M., Wetzel, C. E., & Ector, L. (2016). Diatoms as bioindicators in rivers. In *River Algae*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-31984-1_11
- Lowe, R. L. (2003). Keeled and Canalled Raphid Diatoms. In *Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification* (pp. 669–684). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-012741550-5/50020-9>
- MAE. (2011). *Plan de Manejo de la Reserva Biológica Limoncocha*. Retrieved from <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/783967/890928/Plan+de+manejo+de+la+Reserva+Limoncocha.pdf/bf9eb887-e71f-4d35-bb0a-019fc8ac9432>
- Negro, A. I., & De Hoyos, C. (2005). Relationships between diatoms and the environment in Spanish reservoirs. *Limnetica*, 24, 133–144. Retrieved from http://www.limnetica.com/Limnetica/Limne24/L24a133_diatoms_spanish_reservoirs.pdf
- Okolodkov, Y. B., & Alicia Huerta-Quintanilla, D. (2018). *Diatomeas bentónicas marinas. Ciencia y Nanociencia* / (Vol. 1). Retrieved from www.revistamcyn.mx
- Ortiz-Lerín, R., & Cambra, J. (2007). Distribution and taxonomic notes of Eunotia Ehrenberg 1837 (Bacillariophyceae) in rivers and streams of Northern Spain. *Limnetica*, 26(2), 415–434.
- Parparov, A., Gal, G., Hamilton, D., Kasprzak, P., & Ostapenia, A. (2010). Water Quality Assessment, Trophic Classification and Water Resources Management. *J. Water Resource and Protection*, 2, 907–915. <https://doi.org/10.4236/jwarp.2010.210108>
- Roldán-Pérez, G. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Rev. Acad. Colomb*, 40, 254–274. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.335>
- Samboni Ruiz, C., Eugenia, N., Escobar, C., & Carlos, J. (2007). Revisión de parámetros físicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación de agua, 27, 172–181. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64327320>
- Schuch, M., Oliveira, M. A., & Lobo, E. A. (2015). Spatial Response of Epilithic Diatom Communities to Downstream Nutrient Increases. *Water Environment Research*, 87(6), 547–558. <https://doi.org/10.2175/106143014X14062131178196>
- Steinitz-Kannan, M. (1997). The Lakes in Andean Protected Areas of Ecuador. *The George Wright FORUM*, 14, 33–42. Retrieved from <http://www.georgewright.org/143kannan.pdf>