

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**“APLICAR LOS ÍNDICES BIÓTICOS MEDIANTE LA IDENTIFICACIÓN
DE LOS MACROINVERTEBRADOS A NIVEL BENTOS EN LA CUENCA
BAJA DEL RÍO LURÍN”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR EL BACHILLER

CHUMPITAZ CÁRDENAS, BRIGITT MERCEDES

Villa El Salvador

2017

DEDICATORIA

A Dios por darme el don de la vida y ponerme en este camino.
A mis padres y abuelos por su apoyo incondicional, por sus consejos,
valores y más que nada su amor que me brindan día a día.

AGRADECIMIENTO

A todos los profesores que me ayudaron en toda mi carrera profesional , a mis compañero de trabajo, a los biólogos de la empresa Bioservis S.A.C por apoyarme en el reconocimiento de los macroinvertebrados y en especial a mi asesora Carmen Aquije, por ayudarme a realizar mi trabajo de tesina.

ÍNDICE

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Descripción de la realidad problemática	1
1.2 Justificación de la investigación	4
1.3 Delimitación de la investigación	4
1.3.1 Teórica	4
1.3.2 Espacial	4
1.3.1 Temporal	4
1.4 Formulación del problema	4
1.5 Objetivos	5
1.5.1 Objetivo general	5
1.5.2 Objetivos específicos	5
CAPITULO II : MARCO TEÓRICO	6
2.1 Antecedentes	6
2.2 Bases teóricas	14
2.2.1 Habitad loticos	14
2.2.2 Comunidad de macroinvertebrados bentónicos	15
2.2.3 Modos de vida de los macroinvertebrados acuáticos	17

2.2.4 Los macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores	20
2.2.5 Índices bióticos	26
2.2.6 Índices bióticos de estructura comunitaria	28
2.2.6.1 Índice de Riqueza de Margaref	28
2.2.6.2 Índice de Dominancia de Simpson	29
2.2.6.3 Índice de Equidad de Shannon – Wiener	30
2.2.7 Índices bióticos tolerantes	31
2.2.7.1 Índice BMWP /COL	31
2.2.7.2 Índice ETP	35
2.3 Marco conceptual	37
CAPITULO III: DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA.....	39
3.1 Materiales	39
3.1.1 De campo	39
3.1.2 En gabinete.....	40
3.2 Métodos.....	41
3.2.1 Zona de estudio	41
3.2.2 Fase de campo.....	45
3.2.2.1 Técnica de muestreo de macroinvertebrados	45

3.2.2.2 Muestreo de macroinvertebrados	46
3.2.3 Fase de laboratorio	47
3.2.3.1 Limpieza de macroinvertebrados	47
3.2.3.2 Identificación taxonómica y conteo	48
3.2.4 Fase de oficina	48
3.2.4.1 Índices bióticos comunitarios	49
3.2.4.1.1 Índice de Riqueza de Margaref	49
3.2.4.1.2 Índice de Dominancia de Simpson	49
3.2.4.1.3 Índice de Equidad de Shannon – Wiener	49
3.2.4.2 Índices bióticos tolerantes	50
3.2.4.2.1 Índice BMWP /COL	50
3.2.4.2.2 Índice ETP	50
RESULTADOS	51
CONCLUSIONES.....	64
RECOMENDACIONES	66
BIBLIOGRAFÍA	67
ANEXOS	70

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Macroinvertebrados representantes del neuston en un ecosistema acuático.	18
Figura 2. Macroinvertebrados representantes del necton en un ecosistema acuático.	18
Figura 3. Macroinvertebrados presentes a nivel bento de un ecosistema acuático.....	19
Figura 4. Ubicación de la zona de estudio con las estaciones de muestreo	42
Figura 5. Dimensiones de la red Súber tipo D. Jaimes P. (2002) Protocolo para la aplicación del índice BMWP.	46
Figura 6. Familias identificadas en la estación 01 en el periodo abril-junio 2017.....	52
Figura 7. Familia identificada en la estación 02 en el periodo abril –junio 2017.	53
Figura 8. Familias identificadas en la estación 03 en el periodo abril - junio 2017.....	54
Figura 9. Familias identificadas en la estación 04 en el periodo abril-junio 2017.....	55
Figura 10. Familias identificadas en la Estación 05 en el periodo abril-junio 2017.....	56

Figura 11 . Familia identificadas en la Estación 06 periodo abril – junio 2017.	57
Figura 12. Índice de abundancia de las seis estaciones muestreadas.	58
Figura 13. Índice de Riqueza de Margared en las 6 estaciones.	59
Figura 14. Índice de dominancia de Simpson en las 6 estaciones.	60
Figura 15. Índice de Shannon –Wiener en las 6 estaciones.	61
Figura 16. Índice de BMWP / COL en las 6 estaciones.	62
Figura 17. Índice de EPT en las 6 estaciones.	63

LISTADO DE TABLAS

<i>Tabla 1.</i> Los macroinvertebrados acuáticos indicadores de la buena calidad del agua.	24
<i>Tabla 2.</i> Los Dipteros , Macroinvertebrados acuáticos indicadores de aguas estancadas y de baja calidad.	25
<i>Tabla 3.</i> Esquema de clasificación de acuerdo a los valores de Shannon – Wiener.	31
<i>Tabla 4.</i> Puntuaciones asignadas a las diferentes familias de macroinvertebrados acuáticos para la obtención del B.M.W.P´ COLOMBIA.	33
<i>Tabla 5.</i> Clases de calidad, significación de los valores del B.M.W.P´ y colores a utilizar en representaciones cartográficas.	35
<i>Tabla 6.</i> Porcentajes de asignación por índice de ETP	36
<i>Tabla 7.</i> Materiales y reactivos utilizados en campo.	40
<i>Tabla 8.</i> Equipos, materiales y reactivos utilizados en gabinete.	40
<i>Tabla 9 .</i> Coordenadas UTM de las 6 estaciones de muestreo	43

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Monitoreo de calidad de agua del rio Lurín-2013.	71
Anexo B. Costos.....	93
Anexo C. Estaciones de muestreo.....	95
Anexo D. Muestreo de colecta de macroinvertebrados.....	98
Anexo E. Identificación taxonómica de macroinvertebrados	103
Anexo F. Identificación de macroinvertebrados en cada estación.....	110
Anexo G. Utilización de Programa Past Statistic para realizar Índice de Shannon – Winner.	117
Anexo H. Valoración de acuerdo al índice de BMWP/COL.	121
Anexo I. Promedio de los índices en cada estación aplicados.....	127

INTRODUCCIÓN

Los ríos como ecosistema loticos son habitat productivos importantes para la biodiversidad, se caracterizan por el cumplimiento de múltiples funciones. El calentamiento global, urbanismo está produciendo alteraciones en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas produciendo cambios en la composición de especies y disminución de diversidad. Desde inicio del siglo pasado introdujeron el concepto de bioindicadores para el monitoreo de cuerpos de agua sujetos algún tipo de perturbaciones. Los macroinvertebrados bentónicos fueron considerados desde entonces como un grupo clave para la evaluación y monitoreo de estos sistemas perturbados debidos que son sensibles, responden frente a un estrés ambiental, establecen relaciones de causalidad y analizar los efectos espaciales y temporales. Los índices bióticos se basan en la aplicación de estos macroinvertebrados, el cual dará respuestas rápidas al entono ambiental. Estos índices se basan en valores de tolerancia y sensibilidad de la comunidad de macroinvertebrados

bentónicos a la contaminación; actualmente representan el registro más valioso para la determinación del estado ecológico o integridad biótica de un río.

En el río Lurín se han realizado estudios referidos a estudios de calidad de agua basados en análisis fisicoquímicos, pero no a estudios relacionados a macroinvertebrados bentónicos como indicadores de contaminación. La presente investigación contribuirá al incremento del conocimiento de los índices bióticos mediante la identificación de macroinvertebrados en nuestro país, así como los resultados obtenidos se tendrá la posibilidad de proponer cambios en las normas legales, a la vez será una información útil para la toma de decisiones en la gestión ambiental e información del público en general.

Por lo tanto, en el capítulo I se mencionó los objetivos de esta investigación los cuales son: 1) Identificar la comunidad de macroinvertebrados a nivel bento presentes en la cuenca baja del río Lurín. 2) Conocer los índices de biodiversidad, aplicando los Índices de Riqueza de especies de Margaref, Índice de Dominancia de Simpson, Índice de equidad de Shannon – Wiener empleando macroinvertebrados a nivel bento presentes en la cuenca baja del río Lurín. 3) Conocer los Índices de tolerancia, aplicando el Índice BMWP/Col e Índice EPT de la comunidad de macroinvertebrados a nivel bento presente en la cuenca baja del río Lurín. En el capítulo II se mencionan las bases teóricas que se han empleado, por

último en el capítulo III se menciona la metodología que se aplicó, los resultados al generar esta investigación y las conclusiones.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

El crecimiento demográfico, la sociedad moderna y el desarrollo industrial han producido en la última década una progresiva degradación ambiental en especial a los ecosistemas acuáticos, se ha llegado a la necesidad de monitorear los índices bióticos de las agua. Para evaluar la calidad del agua en un ecosistema acuático es conveniente realizar el estudio de la fracción biológica, además una caracterización ambiental física y química. Los métodos químicos son costosos, muy exactos, pero poseen la desventaja de poder medir solamente un evento puntual en un momento determinado.

Nuestro país cuenta con 54 cuencas hidrográficas de las cuales el 90% se encuentra en estado crítico, de los cuales los ríos de la costa del Perú son los más afectados por acción de las actividades del hombre y el desarrollo industrial (Muñoz, 2006). El río Lurín es reconocido por su importancia ecológica, económica y social pero es uno de los más amenazado debido su alto contenido de BDO, DQO, sulfuros, fosfatos, coliformes termotolerantes y alto contenido de E. Coli según última publicación de la Autoridad Nacional de Agua por la Dirección de la gestión de la calidad de agua de los recursos hídricos(Ver anexo A); diariamente arrojan en sus aguas montañas de basura y desmonte, las industrias descargan directamente sus aguas al río, la minería ilegal aumenta día a día además como si se tratara de un afluente, una gran bocatoma expulsa los desagües crudos de varios distritos del sur de Lima alterando los ecosistemas acuáticos y la calidad del agua. Las consecuencias son dramáticas, causando aumento en la pérdida de nutrientes, pérdida de flora y fauna. La tolerancia de ciertos taxones a perturbaciones del medio son respuestas biológicas a estos hechos (Nations, 2013).

Los análisis físico-químicos del agua se utilizan con frecuencia para la evaluación de la calidad ambiental, pero proporcionan información puntual y transitoria. Es por ello que en la actualidad se utiliza índices bióticos empleando macroinvertebrados a nivel bento, los cuales poseen ciclos de

vida que varían entre menos de un mes hasta más de cuatro años por lo que pueden indicar alteraciones a mediano y largo plazo por esta razón que los índices bióticos (BMWP, EPT, Índice de Margaref, etc.) son los índices efectivos para evaluar la calidad del agua en ambiente loticos, la ventaja de estos índices a comparación de las mediciones instrumentales es que permite una visión retrospectiva, mientras que el otro una visión puntual de estado del agua en un momento cuando se realiza la toma de muestras. En definitiva las especies que pertenecen a la comunidad de macroinvertebrados a nivel bento sus rangos de tolerancia permiten detectar la calidad del agua estudiada. De modo que cualquier cambio en la estructura de la comunidad de macroinvertebrados implica y /o explica cambios en toda la comunidad acuática por ello que poseen son un carácter integrados del ecosistema.

1.2 Justificación del problema

La presente investigación se enfocará en aplicar los índices bióticos mediante la identificación de macroinvertebrados en la cuenca baja del río Lurín, ya que debido a la contaminación producida por el hombre, la calidad del agua se ha visto modificada. Así la presente investigación permitiría mostrar los resultados obtenidos al aplicar los índices bióticos como alternativa para conocer el grado de contaminación del agua, profundizar los conocimientos teóricos sobre los índices bióticos empleando macroinvertebrados a nivel bento, además proponer cambios a las normativas legales que rigen nuestro país y por último ayudar a la concientización de la población local.

1.3 Delimitación de la investigación

1.3.1 Teórica.

Índices Bióticos.

1.3.2 Espacial.

Cuenca baja del Río Lurín.

1.3.3 Temporal.

Comprende el período de: abril 2017 – junio 2017(época húmeda).

1.4 Formulación del problema

¿Cuáles son los resultados al aplicar los índices bióticos mediante la identificación de los macroinvertebrados a nivel bento para evaluar el grado de contaminación del agua en la cuenca baja del Río Lurín?

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general.

Aplicar los índices bióticos mediante la identificación de los macroinvertebrados a nivel bento para evaluar el grado de contaminación del agua.

1.5.2 Objetivos específicos.

Identificar la abundancia de la comunidad de macroinvertebrados a nivel bento presentes en la cuenca baja del río Lurín.

Conocer los índices bióticos comunitarios, aplicando los Índices de Riqueza de Margaref, Índice de Dominancia de Simpson, Índice de Equidad de Shannon – Wiener empleando macroinvertebrados a nivel bento presentes en la cuenca baja del río Lurín.

Conocer los índices bióticos tolerantes, aplicando el Índice Biological Monitoring Working Party modificado versión Colombia (BMWP /Col) e Índice de EPT (Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera) de la comunidad de macroinvertebrados a nivel bento presente en la cuenca baja del río Lurín.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

En Argentina el año 2013 se abordó una investigación titulada “COMPARACIÓN Y APLICABILIDAD DE ÍNDICES BIÓTICOS PARA EVALUAR LA CALIDAD DE AGUA EN AMBIENTES LOTICOS DEL PARQUE NACIONAL DE NAHUPI” a cargo de la doctora Melina Maulad; dicha investigación tuvo como objetivo general la aplicación de distintos Índices Bióticos en tres sistemas de ríos y a tributarios del Parque Nacional Nahuel Huapi que presentaron diferentes disturbios antrópicos; el primero sistema Challhuaca – Ñireco (A) pertenecientes de la cuenca del río Ñireco; el segundo sistema Catedral – Gutiérrez (B) perteneciente a la cuenca del río Gutiérrez y por ultimo sistema Manso Villegas (C) que corresponde a la

cuenca del río Manso. Se realizaron dos muestreos uno durante la primavera tardía y verano durante tres años consecutivos (2009-2011), las estaciones se localizaron en las zonas de pre- impacto, impacto y post- impacto. Los muestreos consistieron en dos formas; la primera mediante la toma de muestras de agua para análisis físicoquímicos, las cuales se midieron in situ la temperatura, pH, oxígeno disuelto, el porcentaje de saturación de oxígeno, la salinidad, la conductividad y el total de sólidos disueltos. La segunda forma consistió en la recolección de los macroinvertebrados en cada estación. Se realizaron muestreos cuantitativos mediante la utilización de la red Suber; el material colectado se preservó en alcohol al 70%. En el laboratorio, se procesaron las muestras en bandejas blancas ya que así permite separar fácilmente los macroinvertebrados para su posterior conteo y determinar los distintos grupos (familia, género y por último caso especies) utilizando diferentes guías taxonómicas actualizada.

Los resultados obtenidos a partir de los análisis físico-químicos del agua y del análisis taxonómico de las comunidades de macroinvertebrados, de la aplicación y la comparación de los diferentes índices bióticos y por último, del análisis estadístico multivariado (CANOCO), permitieron realizar una evaluación de la calidad de las aguas en dichos sistemas acuáticos y una comparación de los índices considerados, pudiendo indicar cuál es el más apropiado para aplicar en la zona de estudio.

De acuerdo a los análisis fisicoquímicos y los índices, se obtuvo que la cuenca del río Ñireco fuera la más afectada reflejando el deterioro de la calidad del agua particularmente en el sitio VI ubicado posterior a la ciudad de San Carlos de Bariloche. Por otro lado el sitio VII obtuvo los valores más bajos de riqueza y diversidad de todos el estudio con tan solo 4 taxones y 0.2 bits del Índice de Shannon y 0.9 bits del Índice de dominancia de Simpson. El BMWPS resultó ser el índice más adecuado para medir el disturbio en los tres sistemas y en particular en la cuenca del río Ñireco, donde el BMWPS varió de 124 para el sitio. En el análisis de taxones de insectos, los valores de EPT taxa reflejaron una disminución de los taxones sensibles en el sitio VII, se hallaron la mitad de taxones que en el sitio I pertenecientes a la cervecera, se determinó que en las zonas tolerantes a la elevada carga orgánica (Annelida y Chironomidae) como sucede en el sitio VI y VII del sistema A, en los sitios IV y V del sitio B y en el sitio III del sistema C.

Este antecedente de la investigación nos reafirma que los índices bióticos en especial Índice de Shannon, Índice de Margaref e índice de BMWPS son los más indicados para realizar una evaluación de calidad de agua ya que presentan una relación con los parámetros fisicoquímicos.

Reforzando los antecedentes internacionales también el mismo año 2013 en Ecuador se efectuó un estudio titulado “RECONOCIMIENTO DE LAS COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO

ALTERNATIVA PARA DETERMINAR LA CALIDAD DE AGUA DEL RIO SENSUNAPAN, DEPARTAMENTO DE SONSONOTE”, por Johanna María Chávez Sifontes y Erick Eduardo Orantes Guerrero el estudio tuvo como objetivo comparar la calidad del agua del rio Sensunapan de Sonsonate determinada a través del Índice de calidad de agua(ICA) basados en los análisis fisicoquímico y microbiológico utilizando metodología ICA, a la vez mediante la utilización de dos novedosos métodos basados en insectos acuáticos ;índices bióticos. Las muestras fueron tomadas en dos momentos, en septiembre y noviembre correspondientes a las épocas lluviosas (A) y transición lluviosa seca (B) en seis diferentes puntos a lo largo de 20 kilómetros del rio (D36.1, D37.2, D38.3, D39.4, D40.5 y D41.6). Para el muestreo se utilizó red en forma de D, las muestras fueron llevadas al laboratorio bajo las condiciones adecuadas para su análisis. Los parámetros fisicoquímicos evaluados fueron temperatura, conductividad, nitratos, fosfatos, solidos disueltos totales y oxígeno disuelto. Los macroinvertebrados fueron contados e identificados por familias. Los resultados demostraron que los índices bióticos son los que mejor se adaptan a las condiciones ya que la calificación de la calidad del agua del rio Sensunapan fue muy apegada a la calificación asignada por el ICA con los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. En cuanto a los organismos encontrados se registraron una riqueza total de 53 familias (taxas) repartidas en 14 órdenes *Díptera*, *Plecóptera*, *Ephemeroptera*, *Trichoptera*,

Coleóptera, Megaloptera, Odonata, Hemíptera, Lepidóptera, Collembola, Anélida, Gastrópodo, Isópoda y Acarina. El total de macroinvertebrados fue de 11870 individuos recolectados en ambas épocas. Las familias con mayores abundancias correspondieron a *Chironomidae -Díptera* (52.68%), *Baetidae -Ephemeroptera* (15.52%), *Simuliidae -Díptera* (14.21%), *Leptohyphida- Ephemeroptera* (5.39%).

Con este antecedente internacional reafirmamos la que los índices bióticos mediante la identificación de macroinvertebrados son los que mejor se adapta a las condiciones ya que fueron muy apegadas a las calificaciones por el ICA con los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

En estudios nacionales en el año 2011 se realizó una investigación “COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS COMO BIOINDICADORES DE CALIDAD AMBIENTAL DE LOS HUMEDALES DE VENTANILLA” a cargo de Vizcardo Carla, el objetivo de dicho estudio fue la caracterización de las variables fisicoquímicas del agua, analizar la composición taxonómica de la comunidad de macroinvertebrados. El muestreo se realizó durante el periodo de abril a septiembre del 2008 se realizaron colectas mensuales de nueve estaciones de muestreo ubicadas en tres lagunas más caracterizadas de los Humedales de Ventanilla. Se determinaron variables abióticos (fisicoquímicos y

microbiológicos) así como variables bióticas como abundancia, densidad y número de especies de macroinvertebrados.

El oxígeno disuelto (abril y mayo) y nitratos presentaron valores que estuvieron por debajo de lo recomendado en el estándar de calidad para la categoría cuarto. Por el contrario los demás parámetros fisicoquímicos se encontraron en niveles aceptables para el desarrollo de la fauna bentónica con una ligereza acidez en E2 durante los meses de julio y septiembre causado probablemente por la cantidad de materia vegetal en descomposición que acidifica el medio. De los parámetros microbiológicos, los coliformes totales y fecales se indicaron perturbación en Laguna Mirador y Media.

Durante el período de estudio se registró una riqueza de 13 taxa por la comunidad macroinvertebrados. Se utilizaron índices ecológicos comunitarios: Riqueza de Margaref, Equidad de Pielou, Dominación de Simpson y la Diversidad de Shannon – Wiener. En el análisis de los descriptores ecológicos, los mayores valores de riqueza, diversidad y dominancia representaron en la estación E1, mientras que la mayor equidad correspondió a la estación E8.

La taxa *Hydrobia sp*, *Metaloides tuberculata*, *Ephydridae* y *Chironomidae* fueron organismos tolerantes a contaminación en los períodos evaluados. La relación positiva entre los parámetros fisicoquímicos y la diversidad nos da a conocer el cambio en la estructura de la comunidad

macroinvertebrados en los puntos de muestreo. Además la relación entre las taxa tolerante y las variables fisicoquímicas nos muestra que *Hydrobia sp* se incrementa conforme la conductividad aumenta. *Melanoides tuberculata* mantuvo una relación con la concentración de oxígeno disuelto en el agua, así mismo *Ephydriidae* tuvo una relación con el oxígeno disuelto y la profundidad de la columna de agua. Con este antecedente nacional presenta una proximidad al estudio que he realizado en el sentido que nos proporciona una relación positiva entre los parámetros fisicoquímicas y los índices bióticos utilizados mediante la utilización de macroinvertebrados.

Uno de los estudios nacionales más actuales de acuerdo al tema, se efectuó en el año 2014 cargo de Helen Pimentel Jara, dicho estudio “ANÁLISIS DESDE LA PERSPECTIVA DE LOS ÍNDICES BIÓTICOS, ECA-AGUA Y MANEJO ADAPTATIVO; USANDO MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN RÍOS ALTOANDINOS-CAMISEA 2009-2012” tuvo como objetivos analizar y comparar las tres herramientas (ECA- Índice Biótico y Manejo adaptativo), evaluar la calidad ambiental del agua, identificar las variables clave y los factores por los que pasa el sistema. Se analizaron datos de parámetros biológicos, físicos y químicos, provenientes del Programa de Monitoreo Biológico del proyecto Camisea, obtenidos durante un periodo de cuatro años del sector sierra (ubicadas en los ríos Pampas, Yucay, Torobamba, Alfarpampa y Comunmayo). Se realizaron las pruebas estadísticas Wilcoxon y T de Student para comprobar

si existen diferencias entre las subestaciones aguas arriba (AAR) y aguas abajo (AAB) del cruce del ducto respecto a la calidad del agua calculada mediante índices bióticos (IBF, ABI, BMWP, ASPT, y EPT); los resultados expresaron que no existen diferencias significativas ($p > 0.05$) entre dichas subestaciones en ninguna las 5 estación a lo largo de los 4 años de monitoreo para ningún valor de los índices bióticos evaluados. Asimismo, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre las subestaciones respecto los valores de los índices comunitarios como el índice de Shannon, Pielou, y Simpson para cada subestación. A manera de dar un ejemplo, la estación del río Pampas obtuvo valores del Índice Biótico de Familia (IBF) entre 4 y 5 o bueno y regular en ambas subestaciones, los valores del índice de diversidad de Shannon estuvieron entre 1.28 y 2.53 en la subestación AAR y 1.77 a 2.64 AAB; esto demuestra que los valores son muy parecidos y que dependen mucho de las condiciones puntuales o del esfuerzo de muestreo. Dando como conclusión: (1) La evaluación de la calidad mediante los índices bióticos (ABI, BMWP / Col, ASPT, EPT y la FIB) expresó valores muy bajos de calidad en la estación de Torobamba (estación más impactada), y los valores más altos fueron registrados en la estación Comunmayo (la menos perturbada), (2) La calidad de acuerdo con los ECA-Agua fueron buenos solo en las estaciones Yucay y Comunmayo. Con este antecedente nos reafirma que los Índices Bióticos basados en macroinvertebrados bentónicos son herramientas que están un paso más adelante que los ECA-Agua debido a que utilizan comunidades biológicas como indicadoras de la calidad o salubridad de los cuerpos loticos, las cuales

clasifican dicha calidad por medio de rangos ordinales basada en la sensibilidad o tolerancia de las familias a la contaminación.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 *Habitad loticos.*

Se refieren a los de aguas corrientes, como los que ofrecen ríos, riachuelos y quebradas. La fauna de macroinvertebrados en una corriente es muy diferente a la que se encuentra en zonas de rápido, a la de remansos y a la de las orillas. Las corrientes poseen una zona de erosión en las cuales la velocidad del agua es lo suficiente fuerte para arrastrar partículas en suspensión (Gabriel Roldán Pérez, 2008). Esta zona se caracteriza por rápidos formados por rocas, piedras y arena. En estos lugares se encuentra, por lo regular, una fauna diversa, con adaptaciones como ventosas y ganchos para resistir la velocidad de la corriente.

En las corrientes también existen las zonas de posición o acumulación en las cuales la velocidad del agua es muy lenta y los materiales que llevan en suspensión se precipitan fácilmente formando sustratos fangosos y arenosos. Por lo regular en esas zonas la diversidad de especies es menor; sin embargo, las existentes pueden alcanzar elevados números de individuos.

Por último se encuentran los sistemas lenticos son aquellos de aguas quietas o estancadas como lagos y charcas y represas. Se presenta en tres

zonas; la primera litoral que presenta abundante vegetación acuática lo cual llega a favorecer a los macroinvertebrados acuáticos; la zona limnética de aguas abiertas y donde solo unas pocas especies flotantes pueden vivir allí; y la profunda, que por lo general esta no posee luz y el oxígeno es escaso lo que limita el número de especies en ella, pero alcanza a menudo un alto número de individuos de una misma especie por área.

2.2.2 Comunidad de macroinvertebrados bentónicos.

Los macroinvertebrados bentónicos representan actualmente el registro más valioso para la determinación del estado de salubridad o estado ecológico de un río, este término abarca más que solo la calidad del agua debido a que el establecimiento de comunidades biológicas no solo depende de las características fisicoquímicas de la masa de agua, también está en relación con los procesos ambientales como regímenes de caudales, erosión, estabilidad de riberas, etc. Un ejemplo de ello es que la Unión Europea considera primordial, en este tipo de estudios de calidad del agua (Doce, 2000). Apoyando esta importancia, Fossati et al. (2001) indican que los macroinvertebrados bentónicos son buenos indicadores de impactos producidos por sólidos en suspensión en los andes de Bolivia, lo cual resalta la importancia de su eficaz estudio. Pese a ello existe un gran problema en Latinoamérica debido a que los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) que

evalúan la calidad del agua se basan mayormente en análisis fisicoquímicos (Acosta et al. 2009). Roldan (1992 y 1988) denomina *macroinvertebrados* a todos los organismos acuáticos que se pueden observar a simple vista (tamaño superior a 0,5 mm de largo) y define al termino *bentos* o *fauna béntica* a todos aquellos organismos que viven, o por lo menos en alguna fase del ciclo de vida, en el fondo de los cuerpos de agua adheridos a algún sustrato como rocas, troncos, residuos vegetales, etc. Las comunidades bentónicas tienen como factor básico para su establecimiento en los ecosistemas continentales una estrecha relación con el fondo, el cual usan para movilizarse, adherirse y excavar (Salazar et al. 2001).

La distribución de la biota en los ecosistemas acuáticos no es uniforme, cada estilo de vida está relacionado a un hábitat y a una función específica o nicho en el que se desempeñan (Roldán,2008). Los análisis cuantitativos y cualitativos de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos son indicadores de la calidad del agua (Prat et al. 2009), un ejemplo claro de esto es que luego de una perturbación los macroinvertebrados bentónicos se demoran en reorganizarse y recolonizar, por lo que son buenos indicadores de perturbación tiempo después de haber ocurrido (Alba-Tercedor 1996). Asimismo, las especies tolerantes pueden incrementar su abundancia y especies poco tolerantes desaparecer o disminuir significativamente, y muchos grupos funcionales pueden variar su cantidad debido a los contaminantes (Hauer & Lamberty, 2007).

A diferencia de los análisis de variables fisicoquímicas, en la evaluación de ecosistemas acuáticos, los macroinvertebrados bentónicos pueden dar un mayor del tiempo y espacio (Moya, 2006).

2.2.3 *Modos de vida de los macroinvertebrados acuáticos.*

Los macroinvertebrados acuáticos pueden vivir en el fondo o nadar libremente, de ahí que reciban diferentes nombres de acuerdo con este tipo de adaptación. Según (Gabriel Roldán Pérez, 2008) menciona los siguientes niveles.

Neuton

Se refiere a los organismos que viven sobre las superficie del agua caminando, patinando o brincando, sus uñas, sus patas y sus exoesqueleto están recubiertos por una especie de cera que los hace impermeables, así que en vez de hundirse, doblan la superficie del agua venciendo al tensión superficial. Entre los representantes están las familias *Gerridae*, *Hidrometriedae* y *Mesoveliidae*. (Ver figura 1).

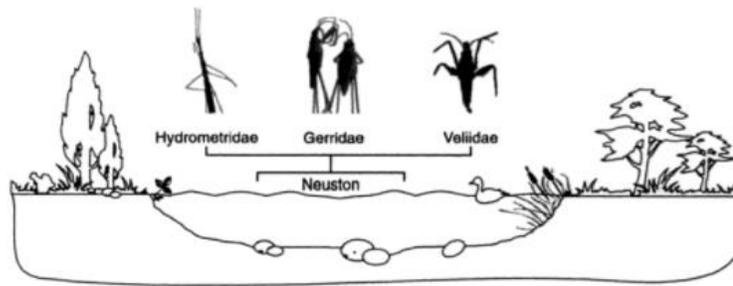


Figura 1. Macroinvertebrados representantes del *neuston* en un ecosistema acuático.
 Nota: Recuperado de: “Bioindicación de calidad de agua en Colombia”, Roldan G. 2003, Colombia.

Necton

Está confirmado por todos aquellos organismos que nada libremente en el agua, entre ellos se encuentran: *Corixidae* y *Notonectidae* del orden *Hemíptera*; *Dytiscidae*, *Gyrinidae* e *Hydriohilida* del orden *Coleóptera* y *Baetidae* del orden *Ephemeroptera* (ver figura 2).

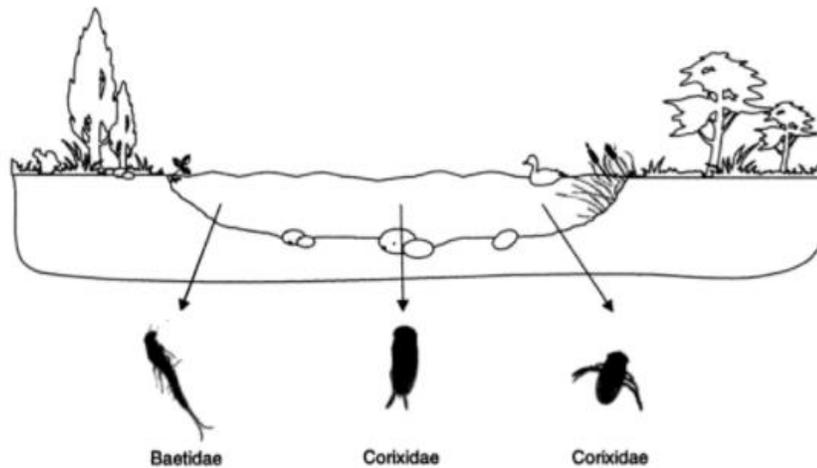


Figura 2. Macroinvertebrados representantes del *necton* en un ecosistema acuático.
 Nota: Recuperado de: “Bioindicación de calidad de agua en Colombia”, Roldan G. 2003, Colombia.

Bentos

Se refiere a todos aquellos organismos que viven en el fondo de ríos y lagos, adheridos a piedras, rocas, troncos restos de vegetación y sustratos similares, los principales ordenes representantes son *Ephemeroptera*, *Plecóptera*, *Trichoptera*, *Megaloptera* y *Díptera*. También pueden encontrarse algunos enterrados en el fondo a varios centímetros de profundidad, como la familia *Ephemeroptera*. Otros, como la familia *Blephariceridae* (*Díptera*), se adhieren fuertemente a rocas mediante un sistema de ventosas en el abdomen.

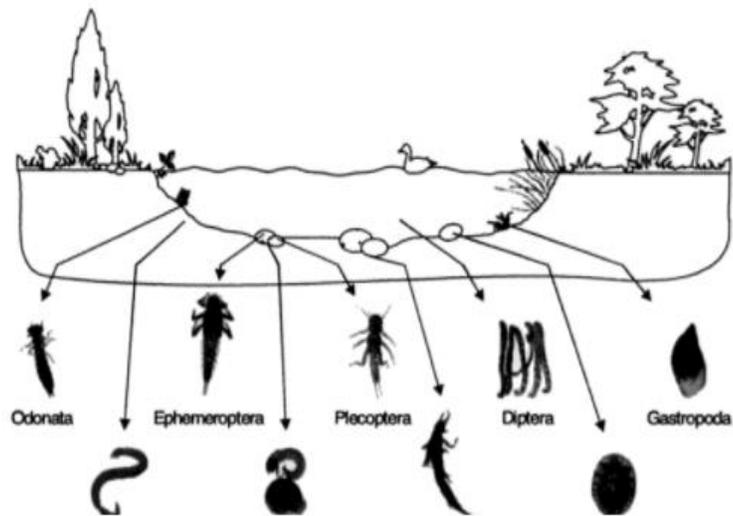


Figura 3. Macroinvertebrados presentes a nivel bento de un ecosistema acuático.
Nota: Recuperado de: “Bioindicación de calidad de agua en Colombia”, Roldan G. 2003, Colombia.

2.2.4 Los macroinvertebrados bentónico como bioindicadores

El uso de los bioindicadores a nivel de comunidad requiere la transformación de los datos (presencia o abundancia de los diferentes taxa) en alguna expresión sintética de los mismos, como el número total de taxa o la diversidad, entre otras. A estas expresiones se les llama comúnmente métricas y pueden ser, cualitativas (por ejemplo número total de taxa) o cuantitativas. Esta última categoría incluye tanto las que usan datos semicuantitativos (como por ejemplo rangos de abundancia o la abundancia relativa) o las que operan con datos de abundancia absoluta (como individuos por metro cuadrado o individuos recolectados por unidad de tiempo). La mayor parte de las métricas aplicadas en el estudio de los macroinvertebrados utilizan como factor clave la tolerancia de los diferentes taxa a una perturbación determinada, normalmente la contaminación orgánica. De este modo la relación entre el número de organismos tolerantes a la contaminación y los intolerantes a ella es un recurso habitual en las métricas usadas. A partir de estas métricas primarias se pueden derivar otras como combinación de las primeras (Índices multimétricos). Otro método propuesto recientemente en la evaluación de la calidad de los ríos ha sido clasificar la calidad fisicoquímica del agua empleando un pequeño grupo de taxa de macroinvertebrados como bioindicadores a través de la metodología de Redes Neuronales (Gutierrez, 2004).

Ventajas de la selección de macroinvertebrados acuáticos como indicadores los siguientes criterios son tomados (Espino, 2000).

- Biológicamente relevantes en el balance y equilibrio de las comunidades dada su importancia ecológica como alimento para vertebrados, peces, aves y anfibios, así como en la transferencia de energía por su dispersión, deriva, emergencias en el ciclo de nutrientes, por la diversidad de hábitad que presentan: carnívoros, herbívoros, detritívoros, filtradores, recolectores entre otros.
- Especialmente sensibles a la contaminación de una respuesta rápida con cambios en la estructura de la comunidad, sucesión de especies, bioacumulación, efectos mutagénicos y extinción como el caso de algunos dípteros.
- La evaluación de estas respuestas se pueden utilizar al comparar estaciones para muestreo, sitios o localidades en distintos tipos de sistemas, ya sean loticos o lenticos.
- Utilización en el diagnóstico de un contaminante en especial, dada la particularidad de bioacumular algunas sustancias tóxicas como en el caso de algunos dípteros o efemeróptero, en los cuales se puede determinar el tipo de contaminación, tiempo de exposición, concentración y depósito del mismo en el sistema.
- Los datos generados pueden interpretarse desde una forma descriptiva como el diagnóstico de una buena, regular y mala calidad del agua,

hasta la predicción de un problema de salud pública como en el transporte de sustancias tóxicas por bioacumulación y el establecimiento de estos indicadores para medidas legales.

- El costo efectivo de tiempo y dinero es menor cuando se utilizan los insectos acuáticos como indicadores ya sea en la evaluación de la calidad del agua al momento, así como el aprovechamiento de los resultados a futuro en el problema de la contaminación.
- La integridad de estas evaluaciones con insectos acuáticos de un panorama más amplio, ya que representan un vasto porcentaje de biota total de un ecosistema acuático, tanto en composición como abundancia, por lo que al integrar los resultados se cubre gran parte del análisis del ecosistema.
- Su evaluación en un biomonitoreo continuo permite establecer referencias históricas que sirvan para conocer la evolución de un sistema acuático, así como para establecer predicciones temporales.
- Conociendo la sensibilidad y/o los rangos de tolerancia de algunas especies puede analizar la degradación del mismo.
- La mayoría de las especies tiene ciclos de vida corta y llegan a tener varias generaciones al año, lo que permite la rápida recuperación y establecimiento de nuevos organismos.
- Presentan gran potencial para seguir utilizándolos como una medida de evaluación, ya que existe una gran diversidad de especies y

muchos tienen una amplia distribución que permite recolectarlos y disponer de ellos con relativa facilidad.

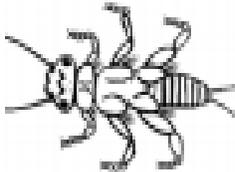
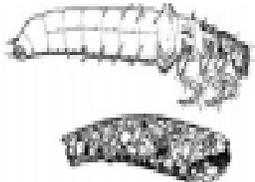
- Proporcionar una escala o criterio apropiado para el manejo del problema, ya que se pueden manejar como monitoreos naturales de las condiciones que prevalecen en el agua.
- Proporcionan información única puesto que se constituye en gran medida como parte fundamental de la biomasa total de los organismos con hábitos bentónicos.
- Ellos proveen una rápida información de los efectos de una alteración en un sistema acuático con el conocimiento de la biología de estas especies, es decir el observar el establecimiento y el crecimiento en abundancia de organismos tolerante y la extinción de intolerantes a la contaminación.

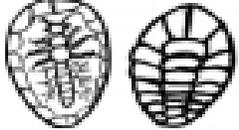
Dentro de los grupos faunísticos que son considerados como bioindicadores de la calidad ambiental, los macroinvertebrados acuáticos son los mejores bioindicadores de la calidad del agua (Arenas, 1993).

Los macroinvertebrados bentónicos se encuentran en todo tipo de ambiente acuático de agua dulce, como ríos o lagunas, donde son importantes para el monitoreo de ese ecosistema acuático en particular (Cummnig & Klug, 1979).

La Tabla 1 resume las principales características generales que presentan los macroinvertebrados bentónicos usados como bioindicadores de la buena calidad del agua. Así como también rasgos claves para poder realizar una identificación taxonómica rápida en el campo. (Gamboa, Reyes, & Arrivillaga, 2008).

Tabla 1. Los macroinvertebrados acuáticos indicadores de la buena calidad del agua.

Orden del insecto	Característica	Rasgos clave
<p>PLECÓPTERA</p> 	<ul style="list-style-type: none"> -Nombre común: Mosca de las piedras (Familia más común: <i>Perlidae</i>) -Ciclo de vida: hemimetabolos (ninfas acuáticas y adultas voladoras). -Fase indicadora: Ninfas. Muy sensibles a la contaminación. -Alimentación: Ninfas carnívoras en últimos instantes. -Habitad: Ríos de aguas turbulentas, lechos de grava. 	<p>Abdomen con un par de cercos sencillos o multiarticulados. Uñas traseras pares.</p> 
<p>EFEMERÓPTERA</p> 	<ul style="list-style-type: none"> -Nombre común: Efimeras (Familia más común: <i>Baetidae</i>, <i>Leptophlebiidae</i>, <i>Caeridae</i>) -Ciclo de vida: hemimetabolos (ninfas acuáticas y adultas voladoras). -Fase indicadora: Ninfas. -Alimentación: Ninfas herbívoras -Habitad: Ríos y lagunas. 	<p>Abdomen con un par de cercos alargados y un filamento central normalmente visible o multiarticulados. Uñas traseras únicas.</p>
<p>TRICHOPTERA</p> 	<ul style="list-style-type: none"> -Nombre común: Friganeas (Familia más común: <i>hidropschidae</i>, <i>Hidropllidae</i>, <i>leptocendae</i>). -Ciclo de vida: hemimetabolos -Fase indicadora: Ninfas. -Alimentación: Ninfas depredadoras o herbívoras. -Habitad: Ríos, aguas quietas y rápidas. 	<p>Larvas acuáticas construyen un estuche o refugio que varía según la familia.</p> 
<p>ODONATA</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Nombre común: Libélula, caballitos del diablo (Familia <i>Libeluidae</i>, <i>Coenagrionidae</i>). -Ciclo de vida: hemimetabolos -Fase indicadora: Larvas. -Alimentación: Ninfas depredadoras. -Habitad: Ríos de aguas quietas y rápidas. 	<p>Ojos compuestos prominentes. Branquias plumosas externas en la parte posterior del abdomen.</p> 

<p>COLEÓPTERA</p> 	<p>Nombre común: Escarabajos (Familia <i>Phylodactidae</i>, <i>Phesenidae</i>, <i>Dytisoidae</i>).</p> <p>-Ciclo de vida: holometábolos (larvas, pupas y adulto)</p> <p>-Fase indicadora: Larvas.</p> <p>-Alimentación: Ninfas depredadoras y herbívoras.</p> <p>-Habitad: Amplio rango indicativo: salinidad, zonas lacustres.</p>	<p>Patatas grandes y caminan por el fondo del agua. Respiran área con el extremo del abdomen de apéndices filamentosas (branquias).</p> 
---	--	---

Nota: Recuperado de: “Bioindicación de calidad de agua en Colombia”, Roldan G. 2003, Colombia.

Dentro de los macroinvertebrados listados, solo algunas familias pertenecientes al Orden Díptera, fisiológicamente pueden resistir altos grados de contaminación acuática, ya sea en aguas estancadas o de corriente, siendo estos organismos considerados como indicadores de aguas de baja calidad (ver Tabla 2).

Tabla 2. *Los Dípteros, Macroinvertebrados acuáticos indicadores de aguas estancadas y de baja calidad.*

Orden del insecto	Característica	Rasgos clave
<p>Familia Culcidae</p> 	<p>-Nombre común: mosquitos</p> <p>-Ciclo de vida: Holometabolos(huevos , larvas .pupas y adulto).</p> <p>-Fase indicadora : larvas</p> <p>-Alimentación: larvas filtradoras y raspadoras.</p> <p>-Hábitat: aguas estancadas</p>	<p>Larva apoda con cabeza reducida. Penachos de pelos en el tubo respirador, por lo que cuelgan de cabeza hacia debajo de la superficie para tomar aire.</p>
<p>Familia Ephydriidae</p> 	<p>-Nombre común: mosca o mosquitos</p> <p>-Ciclo de vida: Holometabolos(huevos , larvas .pupas y adulto).</p> <p>-Fase indicadora : larvas</p> <p>-Alimentación: larvas filtradoras y raspadoras.</p> <p>-Hábitat: aguas estancadas</p>	<p>Cuerpo alargado por propatas en la mitad del mismo y un penacho de setas en la parte posterior.</p>
<p>Familia Chironomidae</p>	<p>-Nombre común: mosca o mosquitos</p> <p>-Ciclo de vida: Holometabolos(huevos ,</p>	<p>Cuerpo alargado con abundantes setas en todo el cuerpo.</p>

	larvas .pupas y adulto). -Fase indicadora : larvas -Alimentación: larvas filtradoras y raspadoras. -Hábitat: aguas estancadas	
Familia Psychodidae 	-Nombre común: mosca -Ciclo de vida: Holometabolos(huevos , larvas .pupas y adulto volador). -Fase indicadora : larvas -Alimentación: larvas filtradoras y raspadoras. -Hábitat: aguas estancadas y loticas.	Cuerpo alargado con abundantes setas en todo el cuerpo.
Familia sirtidae 	-Nombre común: mosca -Ciclo de vida: Holometabolos(huevos , larvas .pupas y adulto volador). -Fase indicadora : larvas -Alimentación: larvas filtradoras y raspadoras. -Hábitat: aguas estancadas y loticas.	Cuerpo robusto con un tubo respiratorio alargado y delgado

Nota: Recuperado de “Guía para la determinación de artrópodos bentónicos Sudamericanos” de Domingues R. &Fernandez D,2001, Tucuman.

2.2.5 Índices bióticos.

Los índices bióticos representan la manera más sencilla de evaluar la calidad ecológica del agua por medio del valor de una característica importante de la comunidad (siendo la más usada, el número de taxa), la cual responda claramente a la perturbación que interesa estudiar. Estos índices están basados en valores numéricos de tolerancia ambiental a la contaminación de los diferentes taxa, los valores de tolerancia han designado a nivel de Familia, estos dan respuestas a las perturbaciones indicando aumento o disminución de tales características. Dentro del empleo de los

macroinvertebrados los más usados son los insectos por ser ubicuos y afectados por perturbaciones en muchos hábitats acuáticos diferentes, los cuales poseen una respuesta al estrés ambiental y por su naturaleza sedentaria permiten una evaluación efectiva a las perturbaciones, sin embargo no responden directamente a todos los tipos de impacto por ejemplo a los herbicidas; su distribución y abundancia se pueden afectar por otros factores que no son propiamente de la calidad de agua (por ejemplo velocidad de corriente , tipo de sustrato); su abundancia y distribución cambia estacionalmente y tiene capacidad de dispersión a otras áreas donde normalmente no se representan. (Espino, 2000).

Se han desarrollado diversos y múltiples índices como por ejemplo:

Saprobico (1901)

Índice numérico original (1933)

Índice de Shannon y Weaver (1948)

Índice de Simpson (1949)

Índice de Riqueza (Margalef, 1951)

Índice de Odum (1962)

Los índices citados son generales y son más específicos para ecosistemas acuáticos.

2.2.6 Índices bióticos de estructura comunitaria.

Existe la necesidad de tomar medidas de las variables bióticas, en este caso la diversidad, debido que permite describir los componentes del sistema (Maclaurin & Sterelny, 2008). Si se encuentran cambios en la magnitud de la diversidad, esto puede ser utilizado para explicar acciones de protección para determinados ecosistemas y por ende tomar medidas necesarias de gestión ambiental. (Moreno, 2001).

Para estimar la diversidad se debe tener en cuenta la composición taxonómica y considerar que todos los individuos de una clase son idénticos. A continuación se describe los índices más usados, los cuales son analizados en conjunto para un mejor entendimiento de las comunidades bióticas.

2.2.6.1 Índice de Riqueza de Margaref.

La manera fácil de medir la riqueza es contando el número de familias de una zona de estudio considerando sólo las familias que pertenecen todo el año en un mismo sitio pero no aquellas que pertenece cierta parte de su vida en el agua o son accidentales estos índices de riqueza toman en cuenta tres componentes: la riqueza específica, la abundancia de individuos y la equidad entre especies. Para su cálculo pertinente existen ciertas ventajas por la que se usa estos índices para determinar la riqueza. (Martinez & G., 2012).

Son adimensionales y cuantitativos lo que permite que sean utilizados para un análisis estadístico ya que sus valores no depende del tamaño de la muestra.

Los índices de riqueza varían dependiendo nivel taxonómico que se utiliza para determinar la calidad del agua lo que hace el uso de diferentes niveles familia e órdenes.

2.2.6.2 *Índice de Dominancia de Simpson.*

Fue el primer índice de diversidad usado en ecología, este indica la medida de dominancia, donde a las especies comunes se les da más peso que a las especies raras. Este índice se deriva de la teoría de la probabilidad y funciona como la probabilidad de extraer dos individuos dentro de un hábitat, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie. Es decir, cuanto más se acerca el valor de este índice a la unidad existe una mayor posibilidad de dominancia de una especie y de una población; y cuanto más se acerque el valor de este índice a cero mayor es la biodiversidad de un hábitat. (Moreno 2001). Se calcula de la siguiente manera:

$$1 - D = 1 - \sum (n_i/N)^2 \quad (1.1)$$

Donde n_i es el número de individuos de la especie i y N es el número total de individuos de todas las especies. Este índice está fuertemente influenciado

por las especies dominantes (Magurran, 1988), su valor es inverso al Índice de equidad de Shannon.

2.2.6.3 Índice de Equidad Shannon-Wiener

El índice de Shannon, de Shannon-Weaver o de Shannon-Wiener se usa en ecología u otras ciencias similares para medir la biodiversidad específica. Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo en unidades bits, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especies. No tiene límite superior o en todo caso lo da la base del logaritmo que se utilice. Los ecosistemas con mayores valores son los bosques tropicales y arrecifes de coral, ecosistemas loticos y los menores las zonas desérticas. La ventaja de un índice de este tipo es que no es necesario identificar las especies presentes; bastas con poder distinguir unas de otras para realizar el recuento de individuos de cada una de ellas y el recuento total. La ecuación de Shannon- Wiener es representada de la siguiente manera:

$$H' = - \sum_i S = 1(pi)(\log_2 pi) \quad (2.1)$$

Dónde S representa número de especies (riqueza de especies), P_i presenta proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i), n_i representa el número de individuos de la especie i y por ultimo N representa el número de todos los individuos de todas las especies (Moya 2006).

Según Staub et al. (1970), utilizo los esquemas de clasificación de las aguas contaminadas de acuerdo a los valores del índice de Shannon-Wiener se presentan en la siguiente tabla 3.

Tabla 3. Esquema de clasificación de acuerdo a los valores de Shannon – Wiener.

H'	Condición
3-4.5	Contaminación débil
2-3	Contaminación ligera
1-2	Contaminación vulnerable
0-1	Contaminación severa

Nota: Recuperado de “El uso de los macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la condición ecológica de los cuerpos de agua corriente” de Segnini. S. 2003 Ecotrópicos, Vol. 16(2): 45-63.

2.2.7 Índices bióticos tolerantes

2.2.7.1 Índice Biological Monitoring Working Party modificado versión Colombia (BMWP/Col)

En Gran Bretaña, al amparo del “National Water Council” ordenaron a las familias de Macroinvertebrados acuáticos en diez grupos siguiendo un gradiente de menor a mayor tolerancia a la contaminación. A cada familia le

hicieron corresponder una puntuación que oscila entre 10 y 1; con este sistema de puntuación era posible comparar la situación relativa entre las estaciones de muestreo. Aplicando este índice a los ríos presentaban el problema de que no todas las familias de macroinvertebrados habitan nuestros ríos están incluidos en la tabla original. Por otro lado el mayor número de especies con diferentes comportamientos respecto a la producción implicaba la necesidad de cambiar la puntuación original. Un primer intento de actuación fue publicado por Alba y Jiménez. Para ello añadieron nuevas familias a la tabla original y cambiaron la puntuación de algunas para distinguir esta nueva tabla adaptación a la fauna se llamó BMWP modificado si bien este sistema era posible obtener una puntuación para comparar situaciones de calidad (Alba & Sanchez, 1988). En América Latina se modificó este índice conociendo como índice BMWP Colombia por Roldán (2001) adaptó el sistema para la cuenca de Piedras Blancas en el departamento de Antioquia.

Con base en el conocimiento que actualmente se tiene en Colombia sobre los diferentes grupos de macroinvertebrados hasta el nivel de familia, se propone utilizar el método BMWP / Col. Como una primera aproximación para evaluar los ecosistemas acuáticos de nuestro país. (Ver tabla 4).

Tabla 4. Puntuaciones asignadas a las diferentes familias de macroinvertebrados acuáticos para la obtención del BMWP /COL.

ORDEN	FAMILIA	PUN	ORDEN	FAMILIA	PUN
Hirudinea	<i>Glossiphoniidae</i>	3	Trichoptera	<i>Helicopsychidae</i>	8
	<i>Cyclobdellidae</i>	3		<i>Calamoceratidae</i>	10
	<i>Oligochaeta</i>	1		<i>Odontoceridae</i>	10
Gasteropoda	<i>Tubificidae</i>	5		<i>Leptoceridae</i>	8
	<i>Thiaridae</i>	5		<i>Polycentropodidae</i>	9
	<i>Physidae</i>	3		<i>Hydroptilidae</i>	7
	<i>Hydrobiidae</i>	8		<i>Glossosomatidae</i>	7
	<i>Lymnaeidae</i>	4		<i>Hydrobiosidae</i>	9
	<i>Sphaeriidae</i>	4		<i>Hydropsychidae</i>	7
	<i>Ampullariidae</i>	9		<i>Anomalopsychidae</i>	10
	<i>Ancylidae</i>	6		<i>Philopotamidae</i>	9
	<i>Planorbidae</i>	5		<i>Atriplectididae</i>	10
Bivalvia	<i>Sphaeriidae</i>	3		<i>Xiphocentronidae</i>	9
Amphipoda	<i>Hyalellidae</i>	7	Lepidoptera	<i>Pyralidae</i>	5
CRUSTACEA: Decapoda	<i>Palaemonidae</i>	8	Coleoptera	<i>Ptilodactylidae</i>	10
	<i>Pseudothelpusidae</i>	8		<i>Noteridae</i>	4
HYDRACARINA : Acari	<i>Hydriidae</i>	10		<i>Limnichidae</i>	6
	<i>Lymnesiidae</i>	10		<i>Lampyridae</i>	10
NEMATOMORPHA:		10		<i>Psephenidae</i>	10
Gordioidae	<i>Chordodidae</i>				
Ephemeroptera	<i>Baetidae</i>	7		<i>Scirtidae (Helodidae)</i>	7
	<i>Leptophlebiidae</i>	9		<i>Halipidae</i>	4
	<i>Ephemeridae</i>	9		<i>Lutrochidae</i>	6
	<i>Euthyplociidae</i>	9		<i>Staphylinidae</i>	6
	<i>Polymirtarcydae</i>	9		<i>Chrysomelidae</i>	4
	<i>Leptohyphidae</i>	7		<i>Elmidae</i>	6
	<i>Caenidae</i>	7		<i>Dryopidae</i>	7
	<i>Oligoneuridae</i>	10		<i>Gyrinidae</i>	9
Odonata	<i>Aeshnidae</i>	6		<i>Dytiscidae</i>	9
	<i>Gomphidae</i>	10		<i>Hydrophilidae</i>	3

	<i>Lestidae</i>	8		<i>Hydraenidae</i>	9
	<i>Libellulidae</i>	6	Diptera	<i>Simuliidae</i>	2
	<i>Megapodagrionidae</i>	6		<i>Tipulidae</i>	3
	<i>Coenagrionidae</i>	7		<i>Ceratopogonidae</i>	3
	<i>Calopterygidae</i>	7		<i>Blepharoceridae</i>	10
	<i>Polythoridae</i>	10		<i>Tabanidae</i>	5
Plecoptera	<i>Perlidae</i>	10		<i>Psychodidae</i>	7
	<i>Gripopterygidae</i>	10		<i>Dolichopodidae</i>	4
Heteroptera	<i>Veliidae</i>	8		<i>Empididae</i>	4
	<i>Gerridae</i>	8		<i>Culicidae</i>	2
	<i>Corixidae</i>	7		<i>Dixidae</i>	7
	<i>Notonectidae</i>	7		<i>Dolichopodidae</i>	4
	<i>Belostomatidae</i>	5		<i>Stratiomyidae</i>	4
	<i>Naucoridae</i>	7		<i>Chironomidae</i>	2

Nota: Recuperado de “Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Uso del método BMWP/Col” de Roldan G. 2003. Universidad de Antioquia, Medellín. 182 p.

Sin embargo no permitirá emitir juicios respecto de la situación de calidad. Es por ello que se correlacionaron los valores de con cinco grados de contaminación (ver tabla 5 asignándoles una significación respecto a la misma. (Alba & Sanchez, 1988).

Tabla 5. Clases de calidad, significación de los valores del BMWP/COL y colores a utilizar en representaciones cartográficas.

Clase	Valor (BMWP /COL)	Significado	Color
	> 150	Aguas muy limpias	
I	101-120	Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible	Azul
II	61-100	Son evidentes algunos efectos de contaminación	Verde
III	36-60	Aguas contaminadas	Amarillo
IV	16-35	Aguas muy contaminadas	Naranja
V	< 15	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Nota: Recuperado de “Un método rápido y simple para evaluar la calidad Biológica de las corrientes basado en helawell de Alba –Tercedor J. & Sánchez A. 1978, España, Departamento de Biología Animal, Ecología y Genética. Facultad de Ciencias, Universidad de Granada. Pag. 55.

2.2.7.2 Índice de EPT (*Ephemeroptera*, *Plecóptera*, *Trichoptera*).

Este análisis se hace mediante el uso de tres grupos de macroinvertebrados que son indicadores de la calidad del agua porque son más sensibles a los contaminantes. Estos grupos son: Ephemeroptera o moscas de mayo, Plecóptera o moscas de piedra y Trichoptera.

El índice EPT es uno de los más utilizados, utiliza tres órdenes de insectos acuáticos que son de fácil identificación y son comúnmente utilizados como indicadores estos cuerpos de agua pueden ser vistas por el ojo desnuda y pasa mayor parte de sus vidas en aguas loticas. Índice se basa en la premisa de que los cursos de agua con agua de alta calidad generalmente tiene mayor diversidad de las especies muchas especies de insectos acuáticos son intolerantes a la contaminación y por lo tanto no se

encuentra en aguas contaminadas. Están adaptadas al hábitat algunos vive en los rápidos algunos enterrados profundamente y un poco de alimentación en parte inferior mientras otros dejan que la comida para ellos.

-*Ephemeroptera*: Tolerancia media a la contaminación Aunque prefieren aguas limpias.

-*Plecóptera*: Como el oxígeno viven en los rápidos e indica agua limpia.

-*Trichoptera*: Alto tolerancia la contaminación ellos viven en la arena ramitas piedras conchas hojas rizadas y otros sustratos que le sirven de protección estos organismos pasan parte de su vida como larvas y acuáticos ninfas.

Para calcular el índice se necesita contar el número de individuos de los tres órdenes mediante la siguiente ecuación

$$ETP = n(E) + n(P) + n(T) \quad (3.1)$$

Donde n (E) es número total de individuos de orden *Ephemeroptera*; n (P) es el número total de individuos del orden *Plecóptera* y n (T) número total de individuos del orden *Trichoptera* y Se realiza la suma respectiva y se compara con los porcentajes asignados por el índice (ver tabla 6).

Tabla 6. Porcentajes de asignación por índice de EPT

CALIDAD DE AGUA	PORCENTAJE (%)
Muy buena	75 - 100%
Buena	50-74 %
Regular	25-49%
Mala	0-24%

Nota: Recuperado de “Manual de monitoreo: Los Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad” de Carrera C & Fierro K. 2011, Quito, Ecociencia Org. Pág. 32.

2.3 Marco conceptual

Macroinvertebrados:

Se emplea como una abstracción que incluye a aquellos animales invertebrados que, por su tamaño relativamente grande, son retenidos por redes de luz de malla de entre 250-300 μm .

La gran mayoría (alrededor del 80%) corresponde al grupo de los artrópodos, de dentro de ellos a los insectos y en especial sus formas larvarias, son las más abundantes. (Gabriel Roldán Pérez, 2008).

Hemimetábolos:

El hemimetabolismo también llamado metamorfosis incompleta, es un término utilizado para describir el modo de desarrollo de ciertos invertebrados que incluye únicamente tres fases: huevo, ninfa y adulto. Este tipo de metamorfosis implica cambios graduales y falta la etapa de pupa. Las ninfas a menudo se parecen al adulto, como él tiene ojos compuestos y patas desarrolladas; pero no tiene alas ni órganos sexuales maduros. Una vez que el juvenil (la ninfa) muda a un estadio con órganos sexuales, ya deja de mudar, es el último estadio y el adulto. Los insectos que poseen este tipo de desarrollo se denominan hemimetábolos. (Wikimedia, 2008).

Grava:

En geología y en construcción, se denomina grava a las rocas formadas por clastos de tamaño comprendido entre 2 y 64 milímetros. Pueden ser producidas por el ser humano, en cuyo caso suele denominarse «piedra

partida», o resultado de procesos naturales. En este caso, además suele suceder que el desgaste natural producido por el movimiento en los lechos de ríos haya generado formas redondeadas, en cuyo caso se conoce como canto rodado. Existen también casos de gravas naturales que no son cantos rodados. (Fundación Wikimedia, 2013).

CAPITULO III

DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

3.1. Materiales

3.1.1 De campo.

En la tabla 7 se describen los materiales y equipos utilizados para la toma de muestra. En el anexo B se presenta el presupuesto de los materiales y equipos utilizados.

Tabla 7: Materiales y reactivos utilizados en campo.

Materiales	reactivo
Ropa adecuado para trabajo de campo	Alcohol de 70%.
Botas de goma	
Red suber tipo D	
Etiquetas	
Metro	
Cintas de Ph.	
Termómetro	
Bandeja	
Lápiz	
Cámara	
Hojas de campo	
Guantes	

Nota: Elaboración propia.

3.1.2 En gabinete.

En la tabla 8, se detallan los materiales, equipos y reactivos utilizados en gabinete. En el anexo B se presenta el presupuesto de los materiales y equipos utilizados.

Tabla 8. Equipos, materiales y reactivos utilizados en gabinete.

Materiales	Equipo	Reactivos
Etiqueta	Microscopio	Alcohol de 70%.
Lápiz	Estetoscopio	Formol
Cámara		Agua destilada
Lupa		
Pinza de relojero		
Tubo de ensayo con tapa de rosca		
Guantes		
Guía de identificación de Macroinvertebrados		
Formularios para anotar la identificación de Macroinvertebrados.		

Nota: Elaboración propia.

3.2 Método

3.2.1 Zona de estudio.

El río Lurín ubicado en el Departamento de Lima, Perú. Tiene su origen en los glaciares y lagunas de los Andes occidentales y es conocido como el río Chalilla hasta su confluencia con el riachuelo Taquí a partir de donde recibe su nombre común. Sus principales afluentes son el Taquí, Llacomayqui, Tinajas, Numincancha y Canchahuara en su margen izquierdo y el Chamacna en el derecho.

Atraviesa las provincias de Huarochirí y Lima en el departamento de Lima antes de desembocar en el Océano Pacífico. La cuenca del río Lurín cubre un área de 1.670 kilómetros cuadrados. Para la investigación se seleccionó la cuenca baja del río Lurín, en la figura 4 se observa la zona de estudio.

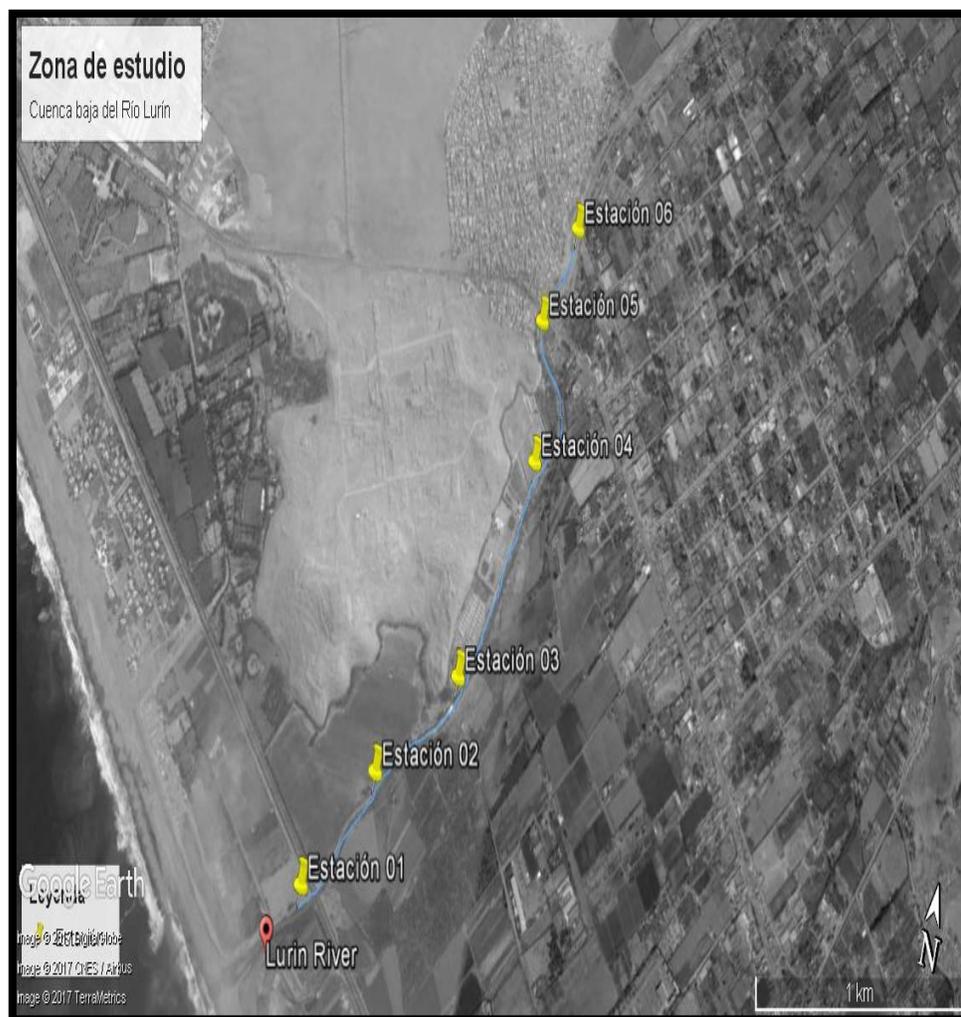


Figura 4. Ubicación de la zona de estudio con las estaciones de muestreo
Nota: Elaboración propia.

Se seleccionaron seis estaciones, ubicados a una distancia promedio de 500 metros de estación a estación según Protocolo de GUADALMED (PRECE) (Jaimez P. , 2002).

Los muestreos se realizaron desde el mes de abril 2017 a junio 2017. En la tabla 9 se muestran las coordenadas UTM de las estaciones de muestreo.

Cada estación conto con cuatro muestreos y cada muestreo consistió con dos replicas según Protocolo de GUADALMED (PRECE) (Jaimez P. , 2002).

Tabla 9 . Coordenadas UTM de las 6 estaciones de muestreo

ESTACIÓN	LATITUD	LONGITUD
Estación 01	-12.269930	-76.901026
Estación 02	-12.268588	-76.899781
Estación 03	-12.266282	-76.898150
Estación 04	-12.256519	-76.893320
Estación 05	-12.254790	-76.893459
Estación 06	-12.251112	-76.893751

Nota: Elaboración propia

En la estación 01 se encuentra en la desembocadura del rio Lurín a 150 metros de la orilla del mar. En la estación se puede visualizar la presencia de aves como la garza, pelicanos, gaviotas entre otras; a la vez presencia de vegetación natural; no se realiza actividades económicas de ganadería ni agricultura sino como zona de acopio de desechos de desmontes. En cuanto a la calidad del agua presenta un color oscuro, olor fétido y la presencia de espuma proveniente de la planta de tratamiento Julio C. Tello. (Ver anexo C).

En la estación 02 se encuentra en un ecotomo las aguas provenientes del rio Lurín y las aguas proveniente de la planta de tratamiento Julio C. Tello a la vez a 500 metros aproximados de la estación 01, en la estación se visualiza la presencia de aves marinas que se posan en los arboles aledaños, existe presencia de vegetación natural, en el alrededor se encuentran campos

de cultivo y la presencia de montículos de basura. En cuanto a la calidad del agua presenta un color oscuro, olor fétido y la presencia de abundante espuma proveniente de la planta de tratamiento Julio C. Tello. (Ver anexo C).

La estación 03 se encuentra aproximadamente a 500 metros de la estación 02. Se visualiza de presencia de palomas y chibillos. En cuanto actividad económica se encuentra la agricultura. Se denota la presencia de basura y desmonte alrededor. Por último la calidad de agua color claro, no presenta olor fétido. (Ver anexo C).

La estación 04 se encuentra a 500 metros de la estación 03. Solo se realiza las actividades de agricultura (cultivo de maíz y camote) y ganadería de vacunos. Alrededor hay la presencia de basura y desmontes; la calidad del agua respecto al color es clara, no presenta olores fétidos. (Ver anexo C).

La estación 05 se encuentra a 500 metros de la estación 04; a la vez a pocos metros del puente Lurín; alrededor se aprecia casas de material precario, club campestre. No existe vegetación natural. Se denota la presencia de basura. (Ver anexo C).

La estación 06 se encuentra en el asentamiento humano Julio C. Tello. Alrededor se aprecia casas muy cerca al río hechas de material precario. No existe vegetación natural alrededor del río, se realiza la actividad del tamizar arena de río para venta, agricultura y ganadería. Se visualiza la presencia de basura y desmontes aledaños al río. (Ver anexo C).

3.2.2 Fase de campo

La fase de campo fue realizada en la cuenca baja del río Lurín; se colectaron por estación cuatro muestras con dos repeticiones, cada muestra fue tomada entre los meses de abril y junio para la identificación de macroinvertebrados presentes en ecosistemas acuáticos.

3.2.2.1. Técnica de muestreo de macroinvertebrados

Se utilizó la red Súber tipo D (ver figura 5) según “Protocolo para la aplicación de índice de BMWP” (Jaimez p. , 2002). Se escogió la red súber tipo D debido que la profundidad del río no pasa de los 0.80 metros. A la vez se realizó la medición de pH y temperatura como una medida de reforzamiento para la identificación por claves a los macroinvertebrados.

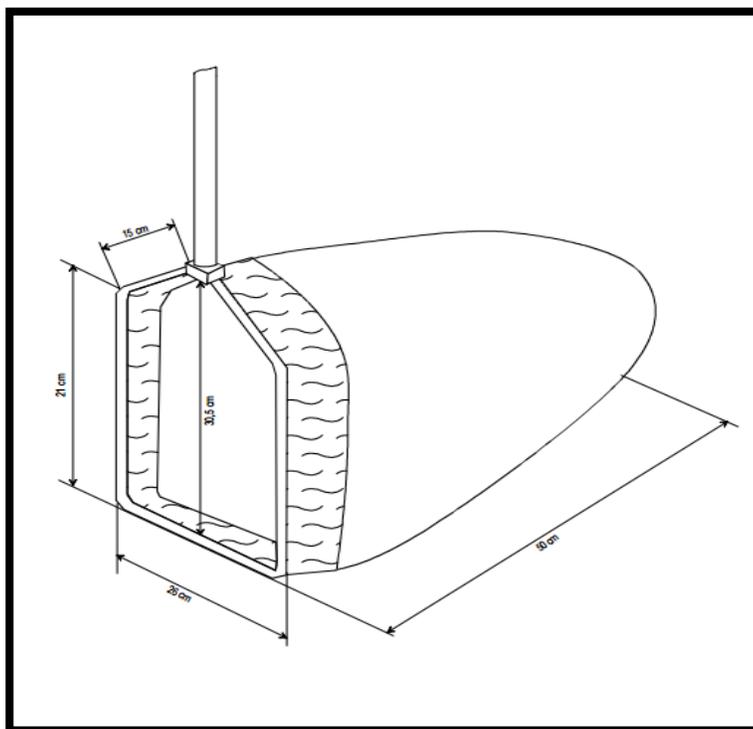


Figura 5. Dimensiones de la red Súrber tipo D. Jaimes P. (2002) Protocolo para la aplicación del índice BMWP. .

3.2.2.2 Muestreo de macroinvertebrados

El muestreo empezó aguas abajo hacia arriba con el fin de no enturbiar el agua que aún no se muestreaba a la vez para evitar que los organismos acuáticos se vallan por la corriente al detectar algún movimiento. Las muestras fueron tomadas la orilla del rio y en el medio del ancho del rio, las mediciones fueron tomadas con un metro para poder determinar la localización exacta del muestreo (ver anexo D). Para así evitar la disminución de la diversidad de macroinvertebrados existente en el ecosistema acuático.

El marco de la red tipo D se colocó en el fondo del río contra corriente, los macroinvertebrados fueron removidos con las manos y los pies por 5 minutos con movimientos oscilatorios para que sean arrastrados hacia la red (ver anexo D); esta operación se repitió dos veces para cada estación de muestreo, conforme iban subiendo el lecho del río para obtener una muestra representativa.

Las muestras fueron recolectadas sobre unas bandejas donde se le agregó alcohol al 70% con un poco de agua lo suficiente para cubrir la muestra colectada; se excluyeron palos y piedras. Las bandejas fueron depositadas en un cooler para ser llevadas al gabinete para ser limpiadas e identificadas. La técnica de red sùber se empleó en cada estación con el mismo empeño de muestreo para obtener una mayor diversidad de macroinvertebrados de la zona de estudio.

3.2.3 Fase de laboratorio

3.2.3.1 Limpieza de macroinvertebrados

El contenido de cada muestra se colocó en un recipiente con agua y un poco de sal, con el objetivo que los macroinvertebrados floten con mayor facilidad, después se colocó el material flotante (macroinvertebrados, hojas, tronquitos, entre otros) sobre un tamiz de 0.1mm ; el material que no pasó a través del tamiz se colocó en un lado de la bandeja para la separación y así asegurarse que no se queden organismos acuáticos para evitar daños las partes más sensibles del insecto como las alas y cabeza, se tomó a cada

individuo por el abdomen para facilitar su identificación (Endara, 2012). La captura se realizo utilizando pinzas de reloj y almacenadas en un tubo de ensayo con rosca(ver anexo D).

3.2.3.2. *Identificacion taxonomica y conteo de macroinvertebrados.*

Las muestras limpias se colocaron en una bandejas Petri, para facilitar la identificación y fueron observados en un microscopido a magnificación de 2x-4x (ver anexo E)y el apoyo de un estetoscopio, la identificación se realizo hasta el nivel taxonómico de familia, utilizando claves taxonómicas para invertebrados acuticos “Claves dicotónicas para la identificación de macroinvertebrados” (Oscoz & Galicia, 2011).

Ya identificados los macroinvertebrados se colocaron con pinzas de relojero en tubos de ensayo con tapón rosca con formol para su conservación. A cada muestra se le coloco sus respectivas etiquetas.

Posteriormente se determinó la abundancia de los macroinvertebrados recolectados y se procedió anotarlos de acuerdo al Phylum-Clase-Orden - Familia que pertenecen. (Ver anexo E).

3.2.4 *Fase de oficina.*

Los datos obtenidos en la fase de laboratorio se unificaron mediante tablas dinámicas en Excel 2013 para facilitar el cálculo de los índices.

3.2.4.1 Índices bióticos comunitarios.

En base de macroinvertebrados identificados, se calculó el índice de abundancia, índice de riqueza de Margaref, Índice de dominancia de Simpson, e Índice de equidad de Shannon –Wiener mediante el programa estadístico llamado Past Statistics versión 2.09 con el propósito de determinar los siguientes índices de bióticos.

3.2.4.1.1 Índice de Riqueza de Margaref.

Se contabilizo todos los individuos identificados en el laboratorio para cada punto de muestreo y se identificó la familia y orden de macroinvertebrados que se encontró en cada estación.

3.2.4.1.2 Índice de Dominancia de Simpson.

Past Statistics calcula la dominancia entre filas (familia de Macroinvertebrados y columnas (6 estaciones de muestreo) el programa muestra los resultados.

3.2.4.1.3 Índice de Equidad de Shannon –Wiener

Past Statistics calcula el siguiente índice. Este índice calcula considerando el número de familias, en la tabla 3 se observa los valores de Shannon para diferentes condiciones de contaminación del agua los cuales se comparó con los resultados obtenidos.

3.2.4.2 Índices bióticos de tolerancia

3.2.4.2.1 Índice de BMWP/ COL.

Para la elaboración del índice de BMWP/ COL se utilizara la tabla 4 donde se denota una puntuación correspondiente a la familia que pertenece el macroinvertebrado. Después se realiza la suma de toda la estación y se compara con la tabla V el cual nos da el resultado de la calidad del agua.

3.2.4.2.2 Índice EPT.

Para la elaboración del índice se utiliza la tabla 6 el cual indica solo la suma de los siguientes órdenes *Ephemeroptera*, *Plecóptera* y *Tricoptera* entre la abundancia de la estación; el cual nos indicara la calidad de agua.

RESULTADOS

Identificación taxonómica de Macroinvertebrados en la cuenca baja del río Lurín.

Se registró para las 06 estaciones con una distancia aproximadamente de 3,214 metros en el periodo de abril –junio 2017 un total de 2,786 Individuos de Macroinvertebrados agrupados en 03 Phylum, 06 clases, 11 órdenes y 19 familias.

En la estación 01 se obtuvo 514 individuos distribuidos en 10 familias, la familia con mayor abundancia se encuentra en la clase insecto; orden díptera; familia *Chironomidae* con 39% en cambio la familia con menor abundancia se encuentra en la clase insecto; orden díptero, familia *Simuliidae* con 0.58%(ver figura 6) según se puede ver en el listado de macroinvertebrados identificados (Anexo F).

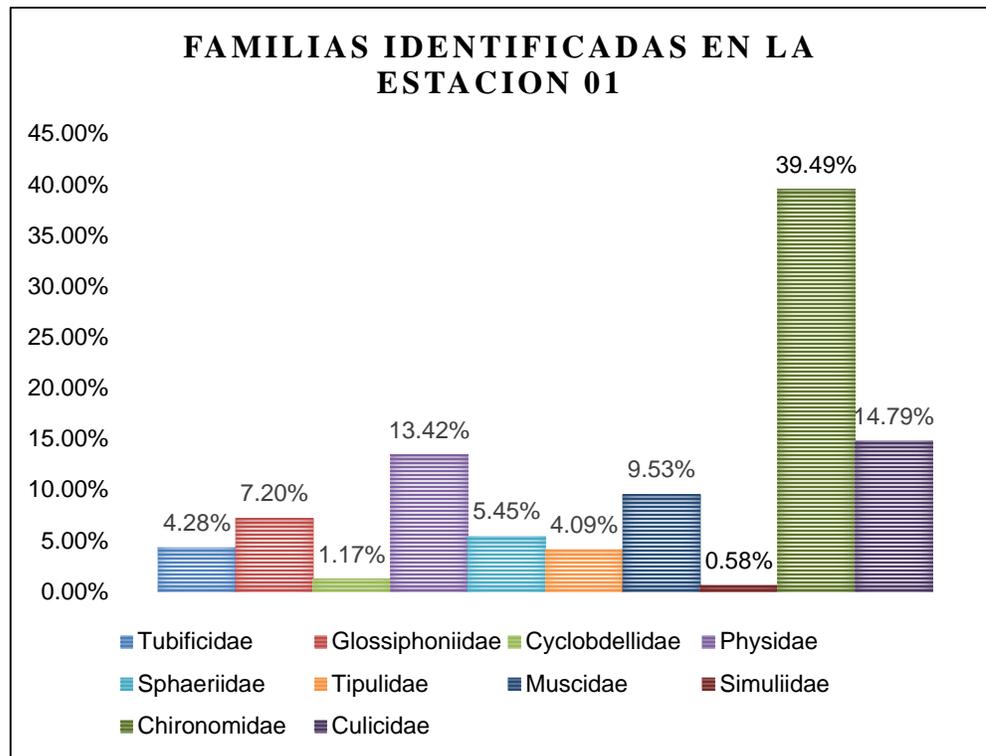


Figura 6. Familias identificadas en la estación 01 en el periodo abril-junio 2017. La familia predominante fue Chironomidae, perteneciente al orden Díptero. La familia más escasa fue la Simuliidae perteneciente al orden Díptero. Nota: Elaboración propia.

En la estación 02 se obtuvo 476 individuos distribuidos en 12 familias; la familia con mayor abundancia se encuentra en la clase insecto; orden díptera; familia *Chironomidae* con 41.18% en cambio la familia con menor abundancia se encuentra en la clase insecto, orden díptero, familia *Simuliidae* con 0.21%(ver figura 7) según se puede ver en el listado de Macroinvertebrados identificados (Anexo F).

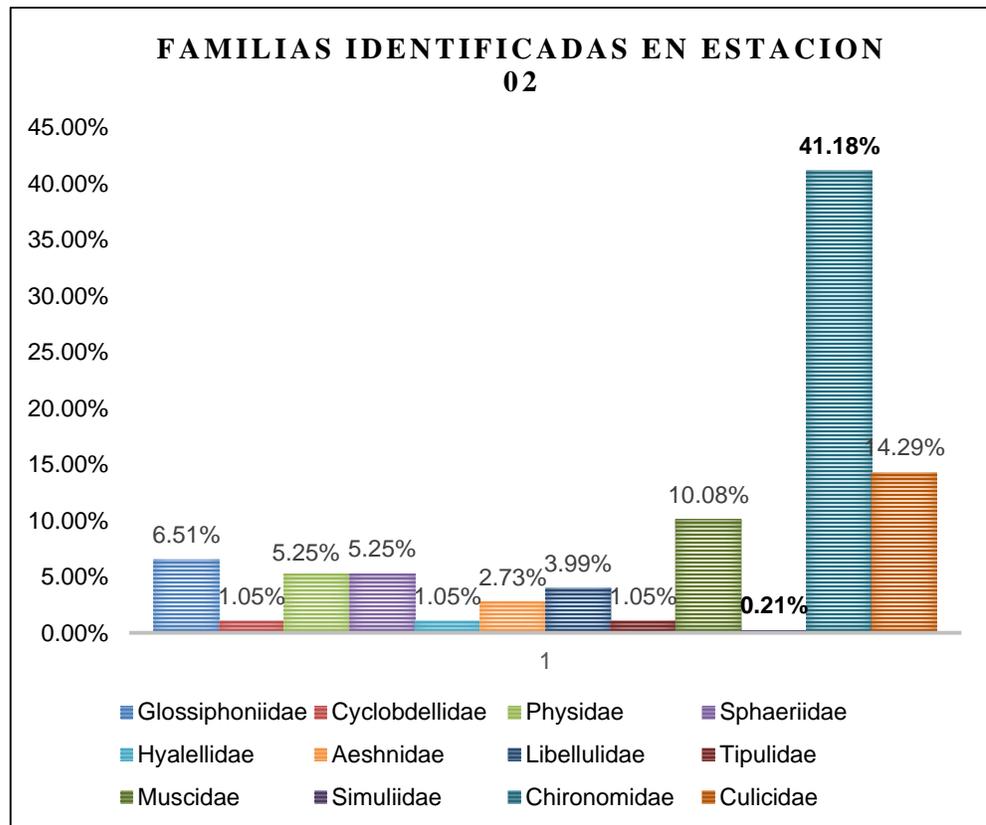


Figura 7. Familia identificada en la estación 02 en el periodo abril –junio 2017. La familia predominante fue Chironomidae con un 41.18%, perteneciente al orden Díptero. La familia más escasa es Simuliidae con 0.21% perteneciente al orden Dícteros. Nota: Elaboración propia.

En la estación 03 se obtuvo 449 individuos distribuidos en 16 familias, la familia con mayor abundancia se encuentra en la clase insecto, orden díptera; familia *Chironomidae* con 35.86% en cambio la familia con menor abundancia se encuentra en la clase insecto; orden Odonata; familia *Libellulidae* con 0.45 % (ver figura 8) según se puede ver en el listado de macroinvertebrados identificados (Anexo F).

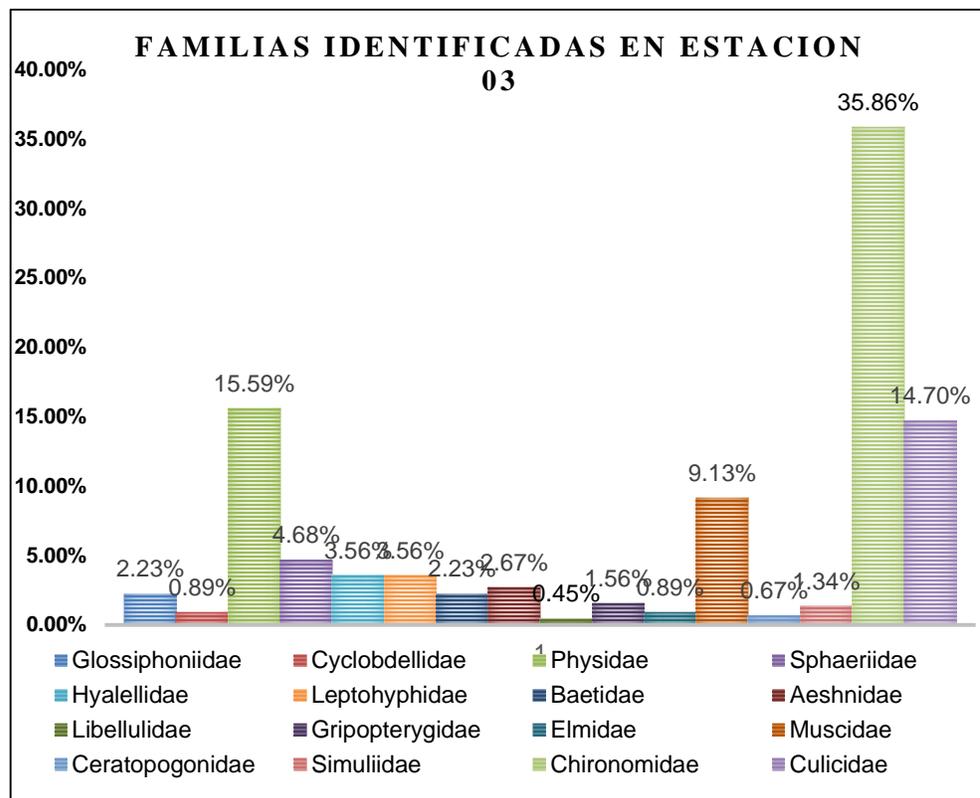


Figura 8. Familias identificadas en la estación 03 en el periodo abril - junio 2017. La familia predominante fue Chironomidae con un 35.86%, perteneciente al orden Díptero. La familia más escasa es Libellulidae con 0.45% perteneciente al orden Odonata. Nota: Elaboración propia

En la estación 04 se obtuvo 409 individuos distribuidos en 14 familias, la familia con mayor abundancia se encuentra en la clase insecto; orden díptera; familia *Chironomidae* con 39.12% en cambio la familia con menor abundancia se encuentra en la clase insecto; orden Odonata; familia *Libellulidae* con 0.24 % (ver figura 9) según se puede ver en el listado de Macroinvertebrados identificados (Anexo F).

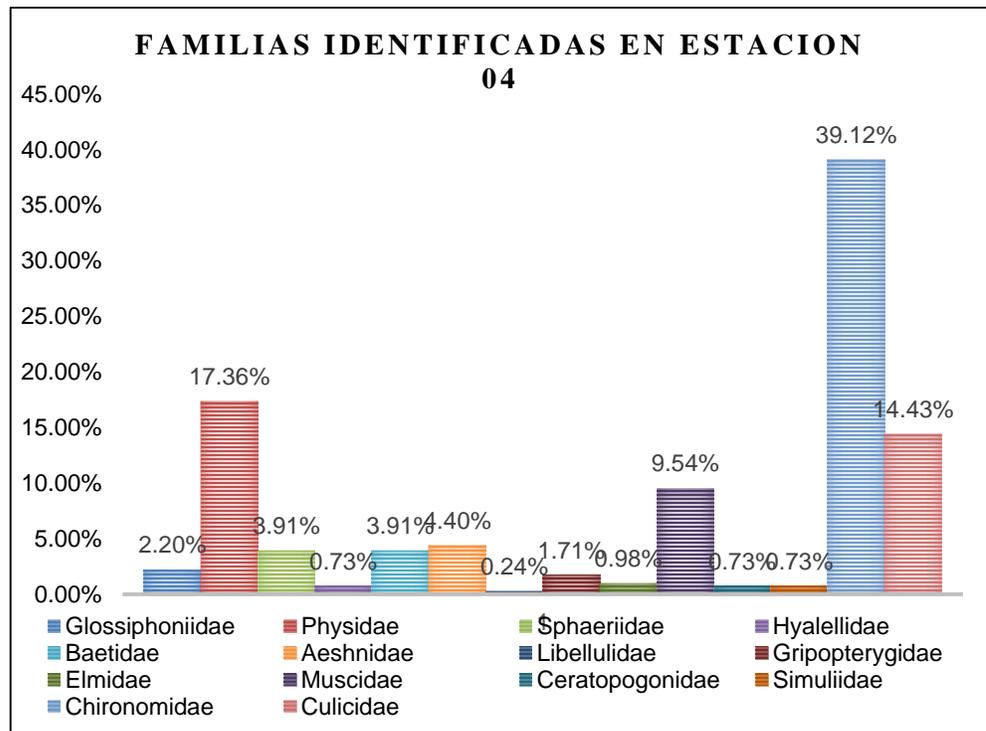


Figura 9. Familias identificadas en la estación 04 en el periodo abril- junio 2017. La familia predominante fue Chironomidae con un 39.80%, perteneciente al orden Díptero. La familia más escasa es Hyaellidae con 0.75 % perteneciente al orden Amphipoda. Nota: Elaboración propia

En la estación 05 se obtuvo 451 individuos distribuidos en 13 familias, la familia con mayor abundancia se encuentra en la clase insecto; orden díptera; familia *Chironomidae* con 35.86% en cambio la familia con menor abundancia se encuentra en la clase insecto; orden Odonata; familia *Tipulidae* con 0.22 % (ver figura 10) según se puede ver en el listado de Macroinvertebrados identificados (Anexo F).

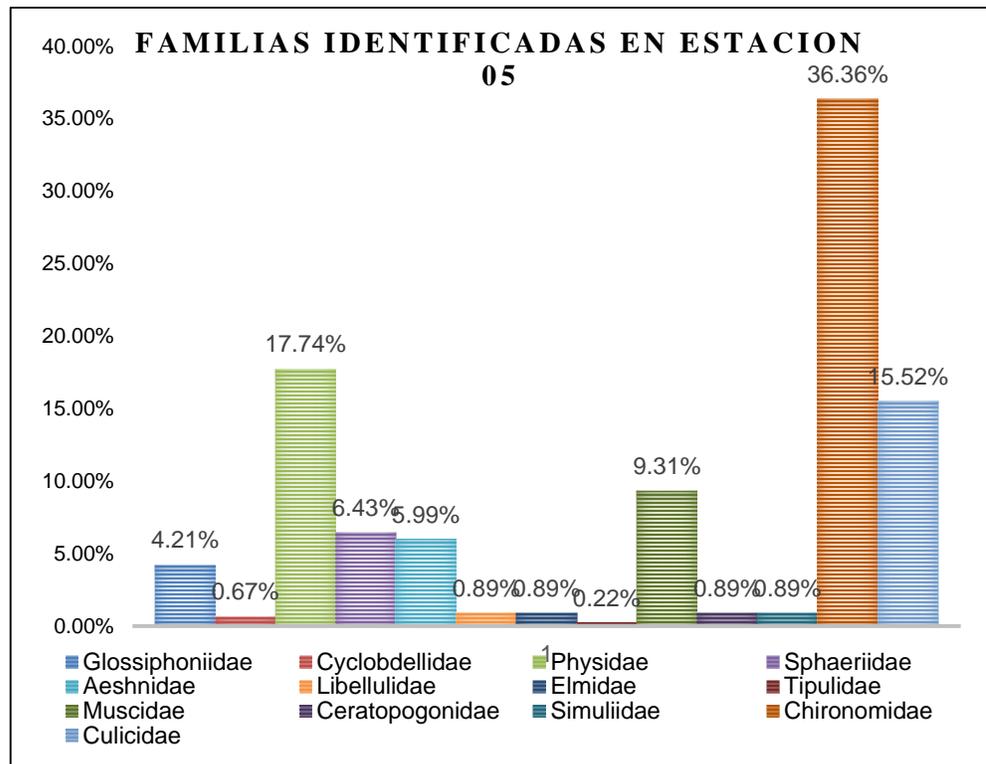


Figura 10. Familias identificadas en la Estación 05 en el periodo abril- junio 2017. La familia predominante fue Chironomidae con un 36.36 %, perteneciente al orden Díptero. La familia más escasa es Tipulida con 0.22 %. Nota: Elaboración propia.

En la estación 06 se obtuvo 487 individuos distribuidos en 13 familias, la familia con mayor abundancia se encuentra en la clase insecto; orden díptera; familia *Chironomidae* con 37.99% en cambio la familias con menor abundancia se encuentra en la clase insecto, orden Odonata, familias *Siimuliidae* y *Cylobdelidae* 0.82 % (ver figura 11) según se puede ver en el listado de Macroinvertebrados identificados (Anexo F).

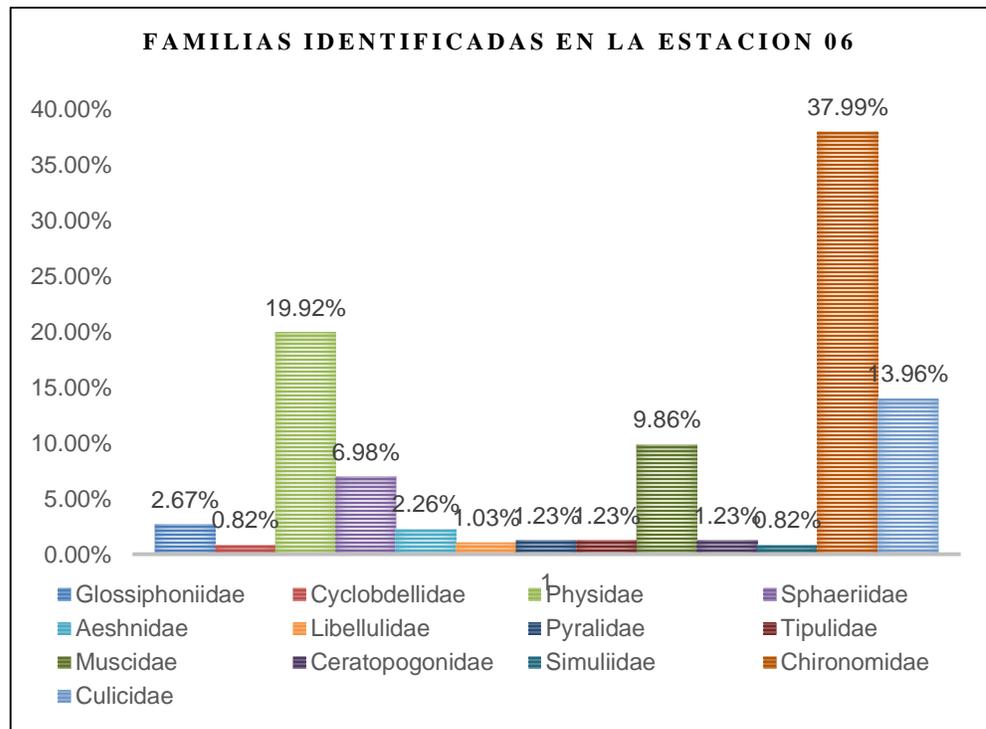


Figura 11 . Familia identificadas en la Estación 06 periodo abril – junio 2017. La familia predominante fue Chironomidae con un 38.69%, perteneciente al orden Díptero. La familia más escasa son Simuliidae e Cyclobdellidae con 0.82%.Nota: Elaboración propia.

Realizando la abundancia en las 06 estaciones se aprecia que el orden Díptera es la más relevante en particular la familia Chironomidae con 1069 individuos identificados (ver figura 12), la presencia de esta familia se debe según (Gabriel Roldán Pérez, 2008) que las quebradas o ríos que están siendo contaminados con materia orgánica, de aguas turbias, con poco oxígeno y eutrofizadas, se espera siempre encontrar familias de Chironomidae y ciertos molusco que son presencia exclusiva y propias de sitios con condiciones ecológicas desfavorables y a la vez son capaces de habitar en lugares con elevadas concentraciones de detritus orgánico que

forma parte de su dieta y en tenores de concentración de oxígeno bajos. Validando esta referencia la segunda especie abundante es Physidae perteneciente al orden molusco con 447 individuos. La familia más escasa es la Pyralidae con solo 6 individuos encontrados, Soria (2016) menciona que una perturbación en el ecosistema fluvial genera la reducción de la biodiversidad de las familias.

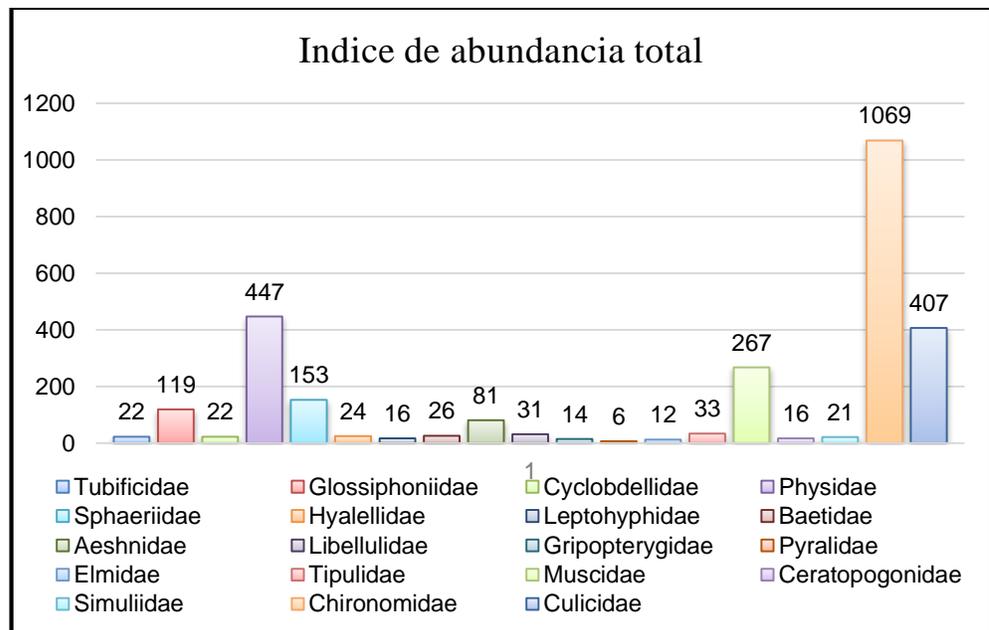


Figura 12. Índice de abundancia de las seis estaciones muestreadas.
Nota: Elaboración propia.

Índices bióticos comunitarios.

Índice de riqueza de Margaref

Durante esta investigación realizada en el periodo de abril- junio 2017 se registró mayor riqueza de familias de macroinvertebrados en la estación 03

con un número 16 de familias encontradas. La estación que presento menor índice de riqueza fue la estación 01 con 10 familias de macroinvertebrados. (Ver figura 13).

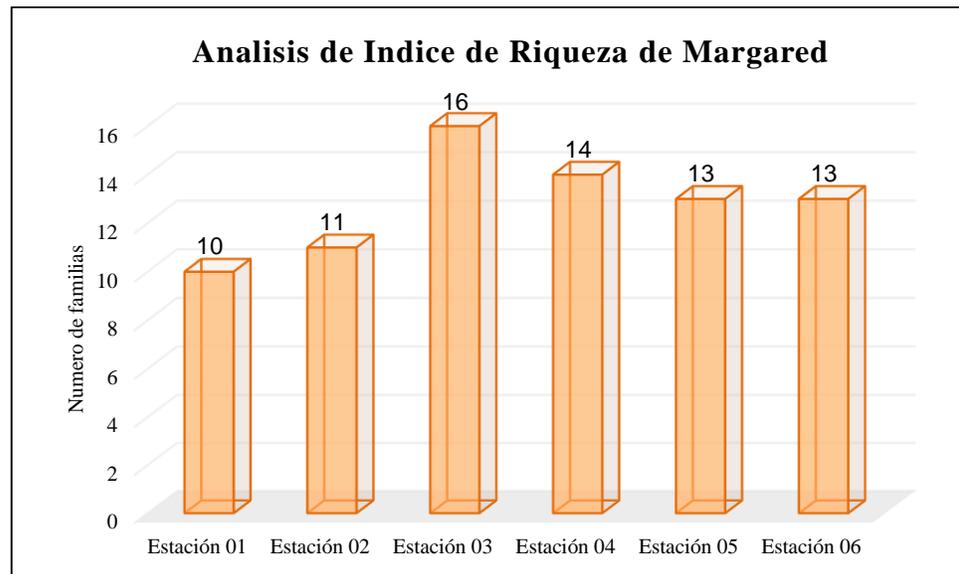


Figura 13. Índice de Riqueza de Margared en las 6 estaciones.
Nota: Elaboración propia.

Índice de Dominancia de Simpson

Se calculó el índice de Dominancia de Simpson. El valor promedio más alto fue de 0.81 perteneciente a la estación 03. Las demás estaciones presentaron valores bajos que varían de 0.77 a 0.79. Como era de esperarse, el índice de Dominancia de en todas las estaciones se aproximan a la unidad, es decir que específico fue más grande cuando la comunidad de macroinvertebrados fue más uniforme. La estación 02 tuvo el valor más bajo, la cual es más dominante y uniforme; por el contrario, la estación 03 se caracterizó por sostener comunidades de macroinvertebrados bentónicos diversas y muy

homogéneas. Estos resultados reflejaron la diferencia que existió entre los sitios con pendiente y con la desembocadura, donde aguas arriba se encontró una alta diversidad, con un ensamble de alrededor de 16 familias distintos, y aguas abajo se hallaron comunidades mucho más uniformes y poco diversas, con tan sólo 10 familias. (Ver figura 14).

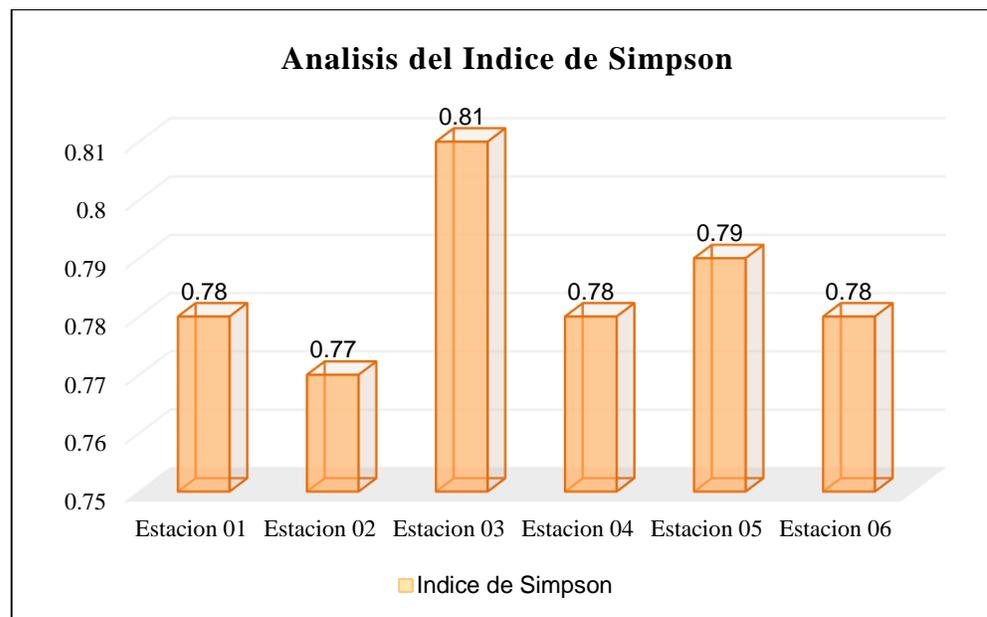


Figura 14. Índice de dominancia de Simpson en las 6 estaciones.
Nota: Elaboración propia.

Índice de equidad de Shannon- Wiener

Aplicando el Índice de equidad de Shannon – Wiener mediante el programa Past Statistics en las 06 estaciones muestreadas (ver anexo G). La estación 03 presenta un valor de 2,069 bits; según tabla 3 le da una asignación de “contaminación ligera” este resultado se debe que en esta estación no existe la

intervención directa del hombre y vegetación natural que actúan como filtros naturales. La estación 04 se encuentra en una “contaminación vulnerable” con un valor de 1.887 bits, las estaciones 05 y 06 sus valores son parecidos debido que se encuentran en una zona perturbada por el hombre. Por ultimo las estaciones 01 y 02 también se encuentran con una contaminación vulnerable pero cabe resaltar que estas son las más bajas de acuerdo a las estaciones estudiadas debido que se encuentran contaminadas por las descargas provenientes de la PTAR Julio C. Tello (ver figura 15).

La cuenca baja del rio Lurín presenta un índice de equidad de Shannon-Wiener de 1.899 bits con una contaminación vulnerable (ver anexo I).

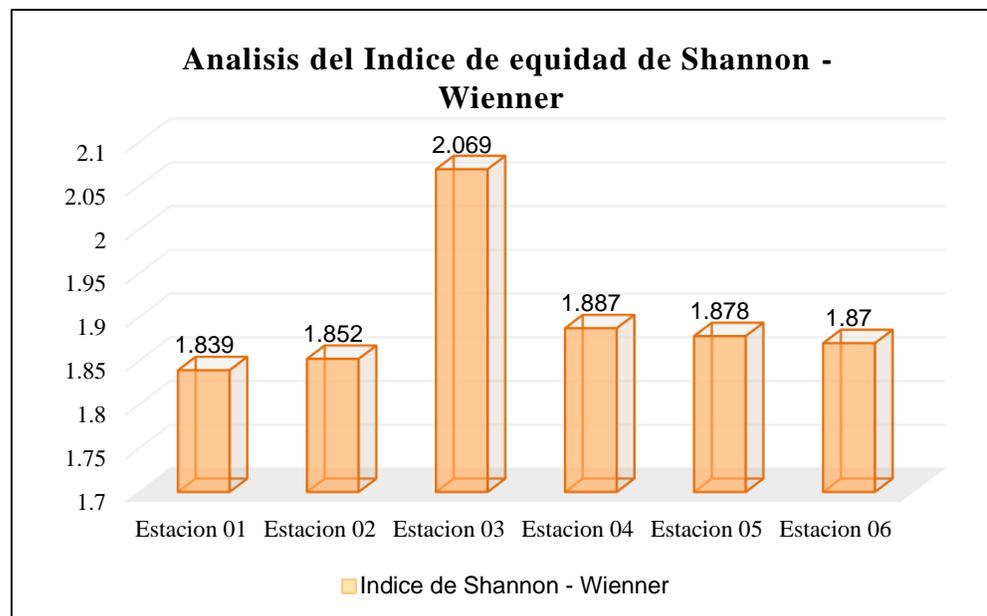


Figura 15. Índice de Shannon –Wiener en las 6 estaciones.
Nota: Elaboración propia.

Índice biótico de tolerancia

Índice de BMWP / Col

Se obtuvo un puntaje biótico de 45(ver anexo I) según BMWP/ COL caracteriza a la cuenca baja del rio Lurín como aguas contaminadas (ver tabla 5). Según puntaje obtenido en cada estación, las estaciones 01 y 02 presentan un valor de IV representadas “aguas muy contaminadas”, las estaciones 05 y 06 presentan un valor III representadas “aguas contaminadas”. Por ultimo las estaciones 03 y 04 con un valor II representadas “son evidentes algunos efectos de la contaminación”. (Ver figura 16) y (anexo H).

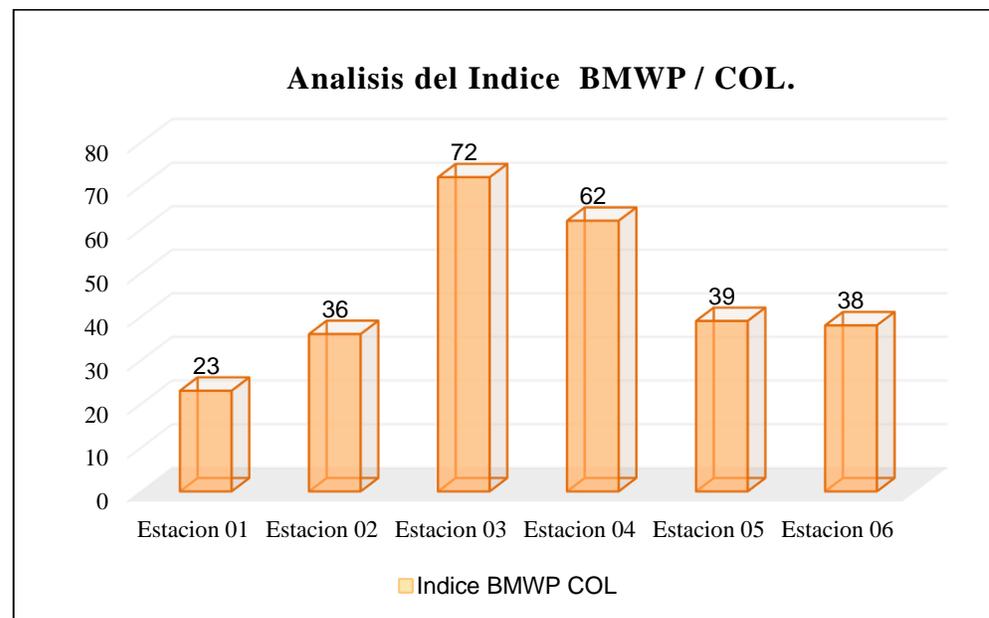


Figura 16. Índice de BMWP / COL en las 6 estaciones.
Nota: Elaboración propia.

Índice de EPT

Respecto al índice biótico de EPT para cada una de las estaciones se encontró que solo presentan valores las estaciones 03 y 04 con porcentaje de 7.34 y 5.32 respectivamente (ver tabla 17), según la tabla 6 el valor de la calidad es mala debido que solo se halló en dichas estaciones las siguientes familias *Baetidae* y *Leptohyphidae* pertenecientes al orden Ephemeroptera y la familia *Gripopterygidae* perteneciente al orden Plecóptera. No se evidencio la presencia del orden Tricoptera. En todo la investigación el índice de EPT, presenta una calidad “mala” la cuenca baja del rio Lurín (ver anexo I), cabe resaltar que este índice se realizó en los meses de abril-junio, periodo en el cual los ríos costeros ya habían sido azotados por los huaycos.

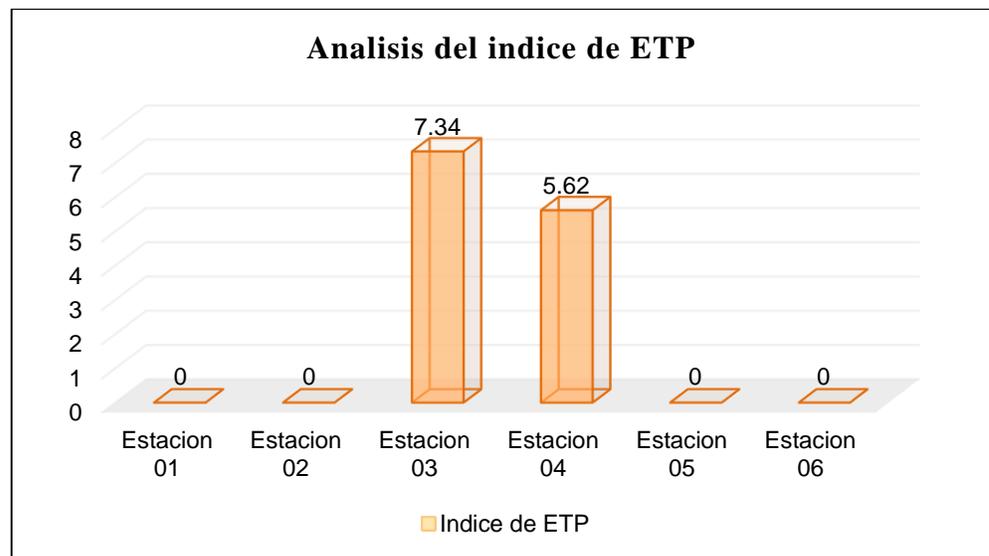


Figura 17. Índice de EPT en las 6 estaciones.

Nota: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

Se logró evaluar el grado de contaminación del agua de la cuenca baja del río Lurín al aplicar los índices bióticos mediante la identificación de los macroinvertebrados a nivel bento, los índices evaluados presentan una similitud en el resultado; el río Lurín presenta un alto grado de contaminación.

Se logró identificar un total de 2,786 individuos de macroinvertebrados bentónicos agrupados en 03 Phylum, 06 clases, 11 órdenes y 19 familias. En las 06 estaciones el mayor índice de abundancia lo obtuvo el orden Díptera en particular la familia *Chironomidae* con 1069 individuos identificados, la segunda familia más abundante es *Physidae* perteneciente al orden molusco con 447 individuos. Cabe recalcar que estas dos familias son tolerantes a la contaminación (Guadalupe, 2011).

Se logró aplicar los índices bióticos comunitarios; el índice de riqueza de Margaref, la mayor riqueza lo obtuvo la estación 03 con 16 familias identificadas. En cambio la menor riqueza lo obtuvo la estación 01 con 10

familias identificas. De acuerdo con el índice de Dominancia de Simpson el valor promedio más alto fue de 0.81 perteneciente a la estación 03 con mayor diversidad. Las demás estaciones presentaron valores bajos que varían de 0.77 a 0.79 las cuales presentan una mayor dominancia de especies. Por último el índice de la estación 03 presenta un valor de 2.069 según tabla de equidad de Shannon – Wiener resulta una “Contaminación ligera” las demás estaciones presenta un valor de “contaminación vulnerable”.

Se logró aplicar los índices bióticos de tolerancia, el índice de Biological Monitoring Working Party modificado versión Colombia (BMWP /COL) valoro a la cuenca baja del rio Lurín con clase III que representa aguas contaminadas (45 puntos). Las estaciones 01 y 02 presentan un valor de IV representadas “aguas muy contaminadas”, las estaciones 05 y 06 presentan un valor III representadas “aguas contaminadas”. Por último las estaciones 03 y 04 con un valor II representadas “son evidentes algunos efectos de la contaminación”. De acuerdo al índice EPT solo se valoraron las estaciones 03 y 04 con porcentaje de 7.34 y 5.32 respectivamente con un valor de calidad mala. Las demás estaciones no tuvieron representación de orden EPT.

RECOMENDACIONES

Promover investigaciones sobre el conociendo de los macroinvertebrados acuáticos en nuestro país y de esta manera elaborar claves taxonómicas para futuros estudios.

Realizar mayor investigacion e inversion en este campo con la finalidad de generar suficiente informacion para la realizacion de tablas referenciales de BMWP / COL y ETP adaptadas a nuestros ecosistemas.

Realizar muestreos en las diferentes estaciones del año para determinar la variación de la calidad, diversidad y riqueza en las mismas zonas con el fin de evaluar el impacto ambiental que generan.

BIBLIOGRAFÍA

- Alba, J., & Sanchez, A. (1988). *Un metodo rapido y simple para evaluar la calidad Biologicas de las corrientes basado en el Helawell*. España: Universidad de Granada.
- Arenas, J. (1993). *Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de la calidad del agua del Río Bío-Bío, Chile*. Concepcion .
- Carrera, C., & Fierro, K. (2011). *Manual de monitoreo: los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad*. Quito, Ecuador: Ecociencia Org.
- Cummig, K., & Klug, J. (1979). *Feeding ecology of stream invertebrates* (Vol. x). Annual Review Ecology and Systemic.
- Dominguez, E., & Fernandez, H. (2001). *Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos Sudamericanos*. Tucuman, Tucuman , Argentina: Universidad Nacional de Tucuman.
- Endara, A. (2012). *Identificacion de macroinvertebrados bentonicos en los rios:Pindo Mirador , Alpayacu y Pindo Grandr; determinacion de su calidad de agua* (Vol. 3). Enfoque UTE.
- Espino, G. d. (2000). *Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación*. Mexico : Plaza y Valdez.
- Fundación Wikimedia. (19 de Agosto de 2013). *Wikimedia*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Grava>
- Gabriel Roldán Pérez, J. J. (2008). *Fundamentos de limnología neotropical* (Vol. II). Antioquia: Universidad de Antioquia.

- Gamboa, M., Reyes, R., & Arrivillaga, J. (2008). Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de salud ambiental. *Boletín de Mariología y salud ambiental*, 2-4.
- Guadalupe, D. I. (2011). *Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación*. Mexico: Valdes Sac.
- Gutierrez, J. (2004). *Bioindicadores de la calidad del agua con macroinvertebrados acuáticos en la Sabana de Bogota*. Bogota.
- Jaimez, P. (2002). *Protocolo GUADALMED (PRECE)*. Vigo: Universidad de Vigo.
- Jaimez, p. (2002). *Protocolo para la aplicación del índice BMWP'*.
- Maclaurin, J., & Sterelny, K. (2008). *What is Biodiversity*. Chicago, U.S: The University of Chicago Press.
- Martinez, R., & G., R. (2012). *Recursos naturales y sistemas productivos*. Mexico: Universidad Autonoma Indigena de Mexico.
- Moreno, C. (2001). *Metodos para medir la biodiversidad*. Zaragoza, España: Sociedad Entomologica Aragonesa.
- Moya, N. (2006). Índice multimétrico de integridad biótica para la Cuenca del Rio. Chochabamba, Colombia: Universidad Mayor de San Andres.
- Muñoz, L. (2006). *Agricultura urbana y peri - urbana en Lima metropolitana*. Lima: Sucre.

Nations, F. a. (2013). *La Fauna Silvestre en un Clima Cambiante*. New York : Estudios Fao Montes.

Oscoz, J., & Galicia, D. (2011). *Claves dicotonicas para la identificacion de macroinvertebrados*. Navarra: Confederacion Hidrografica del Ebro.

Roldan, G. (2003). *Bioindicación de la calidad del agua en Colombia*.

Antioquia: Universidad de Antioquia.

Vannote, R., Minshall, G., Cummins, K., Sedell, J., & Cushing. (1980). *The river continuum concept*. (Vol. 37). C.E: Fish Aquat.

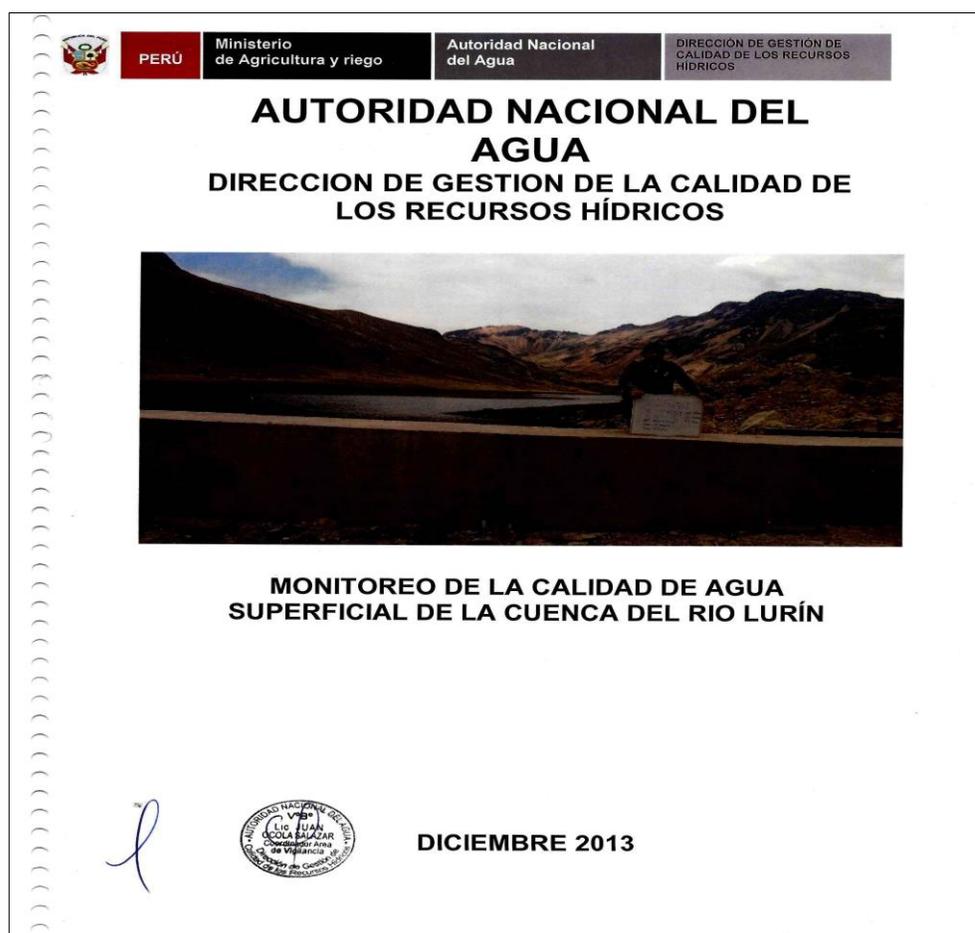
Wikimedia, F. (26 de Enero de 2008). *Wikimedia*. Obtenido de

<https://es.wikipedia.org/wiki/Hemimetabolismo>

ANEXOS

Anexo A. Monitoreo de calidad de agua del rio Lurín-2013.

Último informe emitido de la autoridad Nacional del agua de parámetros fisicoquímicos de calidad de agua de la cuenca baja del rio Lurín.



Autoridad Nacional del Agua (2017). Resultado de monitoreo de calidad de la cuenca del rio Lurín periodo 2013 Recuperado de <http://siar.minam.gob.pe/lima/documentos/monitoreo-calidad-agua-superficial-cuenca-rio-lurin-2013>.

INFORME TÉCNICO N° 144-ANA-DGCRH/LCP**CONTENIDO DE INFORME****I. ANTECEDENTES**

- En el mes de octubre de 2013, mediante plan de trabajo para el monitoreo participativo de la calidad del agua superficial en la cuenca Lurín, se aprueba el monitoreo participativo a realizarse del 12 al 16 de noviembre de 2013.

II. ASPECTOS GENERALES DE LA CUENCA MONITOREADA**2.1 Aspectos generales de la cuenca**

Los aspectos que identifican y caracterizan la cuenca son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCION
Nombre de la cuenca	Lurín
Vertiente hidrográfica	Pacífico
Código	1375534
Jurisdicción (ALA)	Chillón-Rímac-Lurín
Superficie	1633.81 km ²
Río Principal	Río Lurín
Tributarios principales	02: ríos Sunicancha, Llacomayque
Principales usos	Poblacional, agrícola, industriales.



l



Autoridad Nacional del Agua (2017). Resultado de monitoreo de calidad de la cuenca del río Lurín periodo 2013 Recuperado de <http://siar.minam.gob.pe/lima/documentos/monitoreo-calidad-agua-superficial-cuenca-rio-lurin-2013>.

2.2 Fuentes contaminantes y vertimientos autorizados

Las principales fuentes de contaminación de los cuerpos de agua entre la naciente y la desembocadura son las siguientes:

2.2 Fuentes contaminantes

En el ámbito de la cuenca del río Lurín, las principales fuentes de contaminación de los cuerpos de agua existente entre la naciente y la desembocadura se presentan en el cuadro N° 01.

CUADRO N°01: FUENTES CONTAMINANTES EXISTENTE EN LA CUENCA DEL RÍO LURÍN

TIPO	CANTIDAD
Vertimientos Agua residuales domésticas e industriales	48
Total	48

Fuente: Informe Técnico N° 017-2012-ANA-DGCRH/NMRV

Las fuentes contaminantes en la cuenca del río Lurín están asociadas principalmente a vertimientos de aguas residuales sin el tratamiento adecuado entre las cuales incluyen las descripciones siguientes:

CODIGO	DESCRIPCION	UBICACION	COORDENADAS UTM (W3883) ZONA 19		CAUDAL	SITUACION ACTUAL
			ESTE	NORTE		
VSRLUR1	Vertimiento doméstico, baños del colegio CE 20908 Sagrado Corazón de Jesús	Margen derecha Rio Lurín, San Damián	347831	8673935		Vertimiento sin tratamiento No autorizado
VSQBHU-1	Vertimiento de aguas residuales domésticas. Sist. De tratamiento que consta de 01 poza de sedimentación y 04 pozas de decantación	Margen derecha Quebrada Sihuayque. San Damián	348367	8670751	40 L/s	Vertimiento sin tratamiento (Sist. Tratamiento colapsado)
VSRSURF-1	Vertimiento de aguas residuales domésticas	Margen derecha río Suricancha	350492	8667689	20L/s	Vertimiento sin tratamiento No autorizado
VSCLUDE-1	Vertimiento de aguas residuales domésticas	Canal de regadío Jodero San Damián	350435	8667668	10 L/s	Vertimiento sin tratamiento No autorizado
VSQCAJA-1	Vertimiento de agua Residual Doméstica Tubería PVC 80	Margen derecha Quebrada Cajalal, San Andrés de Tupicocha	339688	86782341	10 L/s	Vertimiento sin tratamiento No autorizado
VSQTALA-1	Vertimiento de agua Residual Doméstica Tubería PVC 80	Margen izquierda, quebrada Talaca, San Andrés de Tupicocha	339284	8672785	10 L/s	Vertimiento sin tratamiento No autorizado
VIQTALA-1	Vertimiento de agua Residual Industrial Tubería PVC 80	Margen izquierda, quebrada Talaca, San Andrés de Tupicocha	339284	8672785	10 L/s	Vertimiento sin tratamiento No autorizado
VSOPACO-1	Vertimiento de agua residual doméstica	Margen derecha Canal de Regadío Pacola, CC San Juan de Pacota, San Andrés de Tupicocha	342396	8671531	1 L/s	Vertimiento sin tratamiento No autorizado
VSQLECH-1	Baño N°1 y pozo séptico N°1	En Av. Prolongación San Martín. Margen derecha Quebrada Lechica, Santiago de Tuna	334010	8674636	Infiltración	Vertimiento sin tratamiento No autorizado
VSQLECH-2	Baño N°2 y pozo séptico N°2	ALL. Cdra. 6 Av. Alfonso Ugarte, margen derecha quebrada Lechica, Santiago de Tuna	333900	8674561	Infiltración	Vertimiento sin tratamiento No autorizado



Autoridad Nacional del Agua (2017). Resultado de monitoreo de calidad de la cuenca del río Lurín periodo 2013 Recuperado de <http://siar.minam.gob.pe/lima/documentos/monitoreo-calidad-agua-superficial-cuenca-rio-lurin-2013>.

CODIGO	DESCRIPCION	UBICACION	COORDENADAS UTM (WGS 84) ZONA 19		CAUDAL	SITUACION ACTUAL
			ESTE	NORTE		
VSQBHU-1	Baño N°3 y pozo séptico N°3	Costado de Casa Taurina Margen izquierda. Quebrada Sihuayque. Santiago de Tuna	333694	8674658	Infiltración	Vertimiento sin tratamiento No autorizado
VSQBHU-2	Baño N°4 y pozo séptico N°4	Av. José Gálvez, margen izquierda. Quebrada Sihuayque. Santiago de Tuna	333669	8674696	Infiltración	Vertimiento sin tratamiento No autorizado
VSQBHU-3	Baño N°5 y pozo séptico N°5	Av. José Gálvez, margen izquierda. Quebrada Sihuayque. Santiago de Tuna	333797	8674890	Infiltración	Vertimiento sin tratamiento No autorizado
VSQBHU-4	Baño N°6 y pozo séptico N°6	Alt. Cdra 1, Av. Anica. Margen izquierda. Quebrada Sihuayque. Santiago de Tuna	333797	8674890	Infiltración	Vertimiento sin tratamiento No autorizado
VSQLECH-3	Vertimiento de agua Residual doméstica. Poza de oxidación. Tubería PVC 6"Ø	En Av. San Martín, margen derecha. Quebrada Lechica, Santiago de Tuna	333955	8674586	Infiltración	Vertimiento sin tratamiento No autorizado
VSQCHAM-1	Vertimiento de aguas residuales domésticas. Pozo N°1. Chamacha	Margen izquierda, quebrada Chamacha, Antioquia	335491	8664146	Infiltración	Vertimiento sin tratamiento No autorizado
VSQCHAM-2	Vertimiento de aguas residuales domésticas. Pozo séptico N°2. Chamacha	Margen izquierda, quebrada Chamacha, Antioquia	335485	8664145	Infiltración	Vertimiento sin tratamiento. Pozo colapsado no autorizado
VSQCHAM-3	Vertimiento de aguas residuales domésticas. Pozo séptico N°3. Chamacha	Margen izquierda, quebrada Chamacha, Antioquia	335485	8664145	Infiltración	Vertimiento sin tratamiento. Pozo colapsado
VSQCHAM-4	Vertimiento de aguas residuales domésticas. Pozo séptico N°4. Chamacha	Margen izquierda, quebrada Chamacha, Antioquia	335485	8664145	Infiltración	Vertimiento sin tratamiento. Pozo colapsado
VSQCHAM-5	Vertimiento de aguas residuales domésticas. Pozo séptico N°5. Chamacha	Margen izquierda, quebrada Chamacha, Antioquia	335436	8664142	Infiltración	Vertimiento sin tratamiento. Pozo colapsado
VSQCHAM-6	Vertimiento de aguas residuales domésticas. Pozo séptico N°6. Chamacha	Margen izquierda, quebrada Chamacha, Antioquia	335478	8664156	Infiltración	Vertimiento sin tratamiento. Pozo colapsado
VSQCHAM-7	Vertimiento de aguas residuales domésticas. Pozo séptico N°7. Chamacha	Margen izquierda, quebrada Chamacha, Antioquia	335491	8664161	Infiltración	Vertimiento sin tratamiento. Pozo colapsado
VSQCHAM-8	Vertimiento de aguas residuales domésticas. Pozo séptico N°8. Chamacha	Margen izquierda, quebrada Chamacha, Antioquia	335498	8664158	Infiltración	Vertimiento sin tratamiento. Pozo colapsado
VSQCOCH-1	Vertimiento de Aguas residuales domésticas.pozo séptico N°1, Cochahuayo	Margen izquierda, quebrada Cochahuayo. Antioquia	336298	8662976	Infiltración	Vertimiento sin tratamiento. Pozo colapsado
VSQCOCH-2	Vertimiento de Aguas residuales domésticas.pozo séptico N°2, Cochahuayo	Margen izquierda, quebrada Cochahuayo. Antioquia	336096	8663063	Infiltración	Vertimiento sin tratamiento. Pozo colapsado
VSQCOCH-3	Vertimiento de Aguas residuales domésticas.pozo séptico N°3, Cochahuayo	Margen izquierda, quebrada Cochahuayo. Antioquia	336102	8663071	Infiltración	Vertimiento sin tratamiento. Pozo colapsado



Autoridad Nacional del Agua (2017). Resultado de monitoreo de calidad de la cuenca del río Lurín periodo 2013. Recuperado de <http://siar.minam.gob.pe/lima/documentos/monitoreo-calidad-agua-superficial-cuenca-rio-lurin-2013>.

CODIGO	DESCRIPCION	UBICACION	COORDENADAS UTM (WGS 84) ZONA 19		CAUDAL	SITUACION ACTUAL
			ESTE	NORTE		
VSQFAMP-1	Vertimiento de Aguas Residuales Domésticas. Pozo séptico N°1, Pampila	Margen izquierda. Quebrada Pampila, Antioquia	337543	8662499	Infiltración	Vertimiento sin tratamiento. Pozo colapsado
VSQFAMP-2	Vertimiento de Aguas Residuales Domésticas. Pozo séptico N°2, Pampila	Margen izquierda. Quebrada Pampila, Antioquia	337554	8662507	Infiltración	Vertimiento sin tratamiento. Pozo colapsado
VSQFAMP-3	Vertimiento de Aguas Residuales Domésticas. Pozo séptico N°3, Pampila	Margen izquierda. Quebrada Pampila, Antioquia	337554	8662507	Infiltración	Vertimiento sin tratamiento. Pozo colapsado

Fuente: Informe Técnico N° 017-2012-ANA-DGCRH/MRV

2.3 Vertimientos autorizados

En el ámbito de la cuenca del río Lurín, no existen vertimientos de aguas residuales tratadas, autorizados por la Autoridad Nacional del Agua. Sin embargo, existe una empresa que ha realizado su inscripción al PAVER:

Empresa SEDAPAL S.A.
Sector: Saneamiento
AAA: Cañete-Fortaleza
ALA: Chillón-Rimac-Lurín
Efluente: Agua Residual Doméstica
Constancia de Inscripción: N° 0005-2010-ANA-ALA.CHRL-PAVER

Dicha empresa posee 4 unidades inscritas al PAVER:

TIPO	UNIDAD	REGIMEN	CUERPO RECEPTOR	CAUDAL (L/s)	VOLUMEN (L/s)	ESTE	NORTE
PAVER	PTAR Julio C. Tello	Continuo	Río Lurín	25	788400	293588	8643362
PAVER	PTAR San Bartolo	Continuo	Río Lurín	840	26490240	293810	8643569
PAVER	PTAR Cieneguilla	Intermitente	Río Lurín	55	1734480	301461	8658256
PAVER	PTAR Manchay	Continuo	Río Lurín	50	1188000	296730	8650364

III. OBJETIVOS Y ALCANCES

3.1 General

Evaluar el estado de la calidad de los cuerpos naturales de agua superficial en el ámbito de la cuenca del río Lurín, en base a los resultados de los análisis de muestras de agua como de los datos de las mediciones realizadas en campo durante el monitoreo de calidad de agua superficial.

3.2 Específicos

- Evaluar el comportamiento de la calidad del agua a lo largo del recorrido del río principal (Lurín), así como el efecto de la calidad de los ríos tributarios y su efecto en el río principal.




Autoridad Nacional del Agua (2017). Resultado de monitoreo de calidad de la cuenca del río Lurín periodo 2013 Recuperado de <http://siar.minam.gob.pe/lima/documentos/monitoreo-calidad-agua-superficial-cuenca-rio-lurin-2013>.

3.3 Alcances

El presente informe contiene los resultados de la evaluación de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos relacionados con la calidad del agua en el ámbito de la cuenca del río Lurín, correspondientes a la época de transición de estiaje en el año 2013.

IV. MARCO LEGAL

- Ley N° 29338 "Ley de Recursos Hídricos".
- Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, que aprueba los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.
- Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, que aprueban las disposiciones para la implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua.
- Decreto Supremo N° 001-2010-AG, que aprueba el Reglamento de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos.
- Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA, que aprueba la clasificación de cuerpos de aguas superficiales y marino - costeros.
- Resolución Jefatural N° 182-2011-ANA, que aprueba el Protocolo Nacional de Monitoreo de calidad de los recursos hídricos superficiales.

V. DEL MONITOREO

En el cuadro siguiente se presentan la información relacionada al monitoreo de la calidad del agua de la cuenca del río Lurín:

Participativo	Si	No	X
Representantes de la ANA	▪ Lic.Quím. Llojan Chuquisengo Picon (ANA - DGCRH)		
Número de monitoreo	Primero		
Fecha de monitoreos anteriores	Del 12 al 16 de noviembre 2013		
Periodo de monitoreo	Estiaje		

Panel Fotográfico N° 1



Foto N° 5: Punto de monitoreo LTuct1.



Foto N° 6: Punto de monitoreo LTuct1.



Foto N° 7: Punto de monitoreo RLuri1.



Foto N° 8: Punto de monitoreo RLuri2.



Autoridad Nacional del Agua (2017). Resultado de monitoreo de calidad de la cuenca del río Lurín periodo 2013 Recuperado de <http://siar.minam.gob.pe/lima/documentos/monitoreo-calidad-agua-superficial-cuenca-rio-lurin-2013>.



Foto N° 9: Punto de monitoreo RLuri3.



Foto N° 10: Punto de monitoreo RLuri4.



Foto N° 11: Punto de monitoreo RLuri5.



Foto N° 12: Punto de monitoreo RLuri8.

VI. DE LA CLASIFICACION DE LOS CUERPOS DE AGUA

Clasificación de los cuerpos de agua	Ríos: Categoría 3, desde la naciente hasta la desembocadura en el mar.
	Lagunas: Categoría 4, correspondiente a la laguna Tuctococha

VII. RED DE PUNTOS DE MONITOREO CALIDAD DE AGUA

7.1 Agua

Los puntos de monitoreo de calidad del agua en la cuenca de río Lurín, está conformado por nueve (09) puntos, de los cuales uno (01) se encuentra en la naciente de la cuenca en la laguna Tuctococha y 08 se ubican entre la naciente del río Lurín y la desembocadura en el mar. Ver cuadro N°02.



[Handwritten signature]



Autoridad Nacional del Agua (2017). Resultado de monitoreo de calidad de la cuenca del río Lurín periodo 2013 Recuperado de <http://siar.minam.gob.pe/lima/documentos/monitoreo-calidad-agua-superficial-cuenca-rio-lurin-2013>.

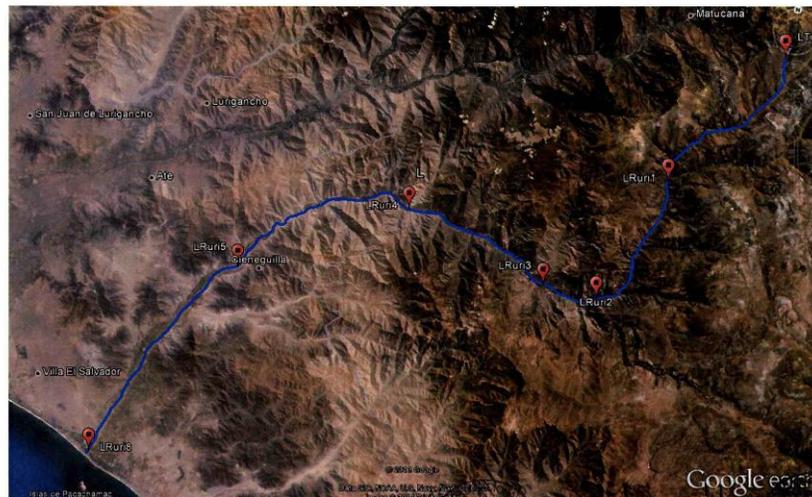
**CUADRO N°02: PUNTOS DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA DEL RIO LURÍN
CODIGO DE CUENCA 1375534**

CANT.	N°	PTO. MONITOREO	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS UTM (WGS84 ZONA 18J)		ALTITUD (MSNM)
				EESTE	NORTE	
4	1	LTuc1	Laguna Tuctococha, a la salida, en la quebrada Huillcapampa, final de la carretera.	357451	8686222	4707
	2	RLuri1	Río Lurín, a 100 m. de la unión del río Chalilla y Taquia, inicio del río Lurín, altura Pte. Quilquichaca, San Damián.	347825	8673895	3601
	3	RLuri2	Río Lurín, Puente Huatiacaya	342074	8662164	2651
	4	RLuri3	Río Lurín, Puente Bentin	336846	8663053	2218
	5	RLuri4	Río Lurín, Puente SENAMHI	323174	8669450	1419
	6	RLuri5	Río Lurín, Puente Cieneguilla	306665	8662400	649
	7	RLuri6	Río Lurín, margen derecha 50 m. antes del vertimiento PTARD Manchay Bajo, aguas tratadas. Pachacamac.	297986	8652726	128
	8	RLuri7	Río Lurín, a 50 m. aguas arriba del puente de Lurín, cruce con Panamericana Sur antigua, sin caudal en el momento Lurín.	293904	8644784	27
	9	RLuri8	Río Lurín, cruce con Panamericana Sur	293338	8642908	9

Fuente: Elaboración DGCRH-ANA-2013.

Cabe mencionar que los puntos de monitoreo RLuri6 y RLuri7 se encontraron sin caudal, por lo que no se pudo realizar la toma de muestra en los citados puntos.

Figura N° 01: Ubicación de los puntos de monitoreo en la cuenca del río Lurín



Fuente: Elaboración DGCRH-ANA-2013.



[Firma manuscrita]



Autoridad Nacional del Agua (2017). Resultado de monitoreo de calidad de la cuenca del río Lurín periodo 2013 Recuperado de <http://siar.minam.gob.pe/lima/documentos/monitoreo-calidad-agua-superficial-cuenca-rio-lurin-2013>.

6.2 Sedimentos

No se tomó muestras de sedimentos.

VIII. LABORATORIO

Nombre de laboratorio	SERVICIOS ANALITITOS GENERALES S.A.C. con número de acreditación 174.2010/SNA INDECOPI y registro LE-047 vigente hasta junio del 2016.
-----------------------	--

IX. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LOS CUERPOS DE AGUAS MONITOREADOS

Los criterios tomados en cuenta para la evaluación de la calidad del agua, han sido los valores de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de la **categoría 3**: Riego de vegetales y bebidas de animales y **categoría 4**: Conservación del ambiente acuático, subcategoría: lagunas y lagos, de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, establecidos en el D.S N° 002-2008-MINAM. La evaluación se realiza mediante la comparación de los resultados obtenidos con el valor de la categoría del ECA-Agua, correspondiente a la clasificación del cuerpo de agua, para ello se toma en cuenta solo los parámetros que no cumplen con la norma. Por otro lado con la finalidad de determinar la afectación del río principal a causa de algún parámetro fuera de la norma, se elaboran los gráficos correspondientes, donde se presentan ordenadamente los puntos de monitoreo desde la parte alta de la cuenca hasta su desembocadura en el océano pacífico.

X. RESULTADOS**10.1 Río principal y tributarios**

Los resultados de los parámetros medidos en campo, así como los reportados por el laboratorio Servicios Analíticos Generales S.A.C. (informes de ensayo con valor oficial de número: 073229-2013), se presenta en el Cuadro N° 03.

CUADRO N°03: RESULTADOS DE PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA EN EL RÍO LURÍN

Fecha de monitoreo	DD/MM/AÑO	14/12/2013	12/11/2013	12/11/2013	12/11/2013	12/11/2013	13/12/2013	13/12/2013
Hora de muestreo	hh:mm	12:45	11:05	15:10	16:10	17:12	13:35	11:00
PUNTO DE MONITOREO	Código de los puntos de monitoreo	Lluc1	RLur1	RLur2	RLur3	RLur4	RLur5	RLur8
PARÁMETROS								
Categoría ECA-Agua		4-Ríos Costa y Sierra	Cat.3	Cat.3	Cat.3	Cat.3	Cat.3	Cat.3
PARÁMETROS FÍSICOS								
Oxígeno Disuelto	mg O ₂ /L	3.82	5.58	5.48	6.01	6.21	12.52	3.4
pH	Unidad de pH	8.6	8.66	8.38	8.68	8.39	9.03	8.1
Temperatura	°Celsius	12.5	14.21	15.48	23	24.18	25.8	22.3
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg O ₂ /L	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	85.27
Demanda Química de Oxígeno	mg O ₂ /L	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	<10.0	233.33
PARÁMETROS INORGÁNICOS								



Autoridad Nacional del Agua (2017). Resultado de monitoreo de calidad de la cuenca del río Lurín periodo 2013 Recuperado de <http://siar.minam.gob.pe/lima/documentos/monitoreo-calidad-agua-superficial-cuenca-rio-lurin-2013>.

Fecha de monitoreo	DD/MM/AÑO	14/12/2013	12/11/2013	12/11/2013	12/11/2013	12/11/2013	13/12/2013	13/12/2013
Hora de muestreo	hh:mm	12:45	11:05	15:10	16:10	17:12	13:35	11:00
PUNTOS DE MONITOREO PARÁMETROS	Código de los puntos de monitoreo	LTuc1	RLur1	RLur2	RLur3	RLur4	RLur5	RLur8
	Categoría ECA-Agua	...	4-Rios Costa y Sierra	Cat.3	Cat.3	Cat.3	Cat.3	Cat.3
Bario	mg/L	0.003	0.008	0.017	0.019	0.03	0.042	0.038
Berilio	mg/L	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Bicarbonatos	mg/L	N.A.	35.92	60.09	85.99	84.03	70.1	322.2
Calcio	mg/L	14.51	23.9	31.22	48.9	60.33	58.83	120.23
Cianuro Libre	mg/L	<0.004	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Cianuro WAD	mg/L	N.A.	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
Cloruros	mg/L	N.A.	29.95	28.14	38.7	52.92	65.72	331.8
Litio	mg/L	<0.003	0.074	0.045	0.052	0.043	0.03	0.091
Magnesio	mg/L	0.88	5.46	4.98	7.352	10.162	10.1	15.85
Selenio	mg/L	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Silicatos	mg/L	7.67	23.32	22.59	34.91	35.93	26.39	53.54
Sodio	mg/L	2.11	15.69	16.84	25.66	27.21	40.6	252.95
Sulfatos	mg/L	N.A.	32.89	35.47	76.71	96.53	110.76	91.64
Sulfuros	mg/L	N.A.	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.109
NUTRIENTES								
Fosfatos	mg P/L	<0.030	<0.030	<0.030	<0.030	<0.030	0.181	6.284
Fósforo total	mg P/L	0.024	0.016	0.003	0.01	0.004	0.113	10.528
Nitratos	mg NL	<0.03	0.135	0.606	0.978	0.401	0.296	0.064
Nitritos	mg NL	N.A.	<0.003	<0.003	0.005	<0.003	0.01	<0.003
Nitrógeno Kjeldahl total	mg NL	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	51.44
METALES Y METALOIDES								
Aluminio total	mg/L	0.12	0.03	<0.01	0.01	0.03	0.03	0.16
Antimonio total	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Arsénico total	mg/L	0.003	<0.001	<0.001	0.003	<0.001	<0.001	<0.001
Boro total	mg/L	0.042	0.357	0.301	0.383	0.364	0.375	0.455
Cadmio total	mg/L	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004
Cobalto total	mg/L	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.0012
Cobre total	mg/L	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	0.0014	0.0373
Cromo total	mg/L	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	0.0091
Hierro total	mg/L	0.28	0.047	0.012	0.026	0.047	0.022	0.197
Manganeso total	mg/L	0.0537	0.0037	0.0019	0.0053	0.016	0.0258	0.0906
Mercurio total	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Niquel total	mg/L	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	0.0058
Plata total	mg/L	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Plomo total	mg/L	0.0012	<0.0004	<0.0004	0.0016	0.0022	0.0024	0.0115
Talio total	mg/L	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003



Autoridad Nacional del Agua (2017). Resultado de monitoreo de calidad de la cuenca del río Lurín periodo 2013. Recuperado de <http://siar.minam.gob.pe/lima/documentos/monitoreo-calidad-agua-superficial-cuenca-rio-lurin-2013>.

Fecha de monitoreo	DD/MM/AÑO	14/12/2013	12/11/2013	12/11/2013	12/11/2013	12/11/2013	13/12/2013	13/12/2013
Hora de muestreo	hh:mm	12:45	11:05	15:10	16:10	17:12	13:35	11:00
PUNTOS DE MONITOREO PARÁMETROS	Código de los puntos de monitoreo	LTurc1	RLur1f1	RLur2	RLur3	RLur4	RLur5	RLur8
	Categoría ECA-Agua	---	4-Rios Costa y Sierra	Cat.3	Cat.3	Cat.3	Cat.3	Cat.3
Bario	mg/L	0.003	0.008	0.017	0.019	0.03	0.042	0.038
Berilio	mg/L	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Bicarbonatos	mg/L	N.A.	35.92	60.09	85.99	84.03	70.1	322.2
Calcio	mg/L	14.51	23.9	31.22	48.9	60.33	58.83	120.23
Cianuro Libre	mg/L	<0.004	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Cianuro WAD	mg/L	N.A.	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
Cloruros	mg/L	N.A.	29.95	28.14	38.7	52.92	65.72	331.8
Litio	mg/L	<0.003	0.074	0.045	0.052	0.043	0.03	0.091
Magnesio	mg/L	0.88	5.46	4.98	7.352	10.162	10.1	15.85
Selenio	mg/L	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Silicatos	mg/L	7.67	23.32	22.59	34.91	35.93	26.39	53.54
Sodio	mg/L	2.11	15.69	16.84	25.66	27.21	40.6	252.95
Sulfatos	mg/L	N.A.	32.89	35.47	76.71	96.53	110.76	91.64
Sulfuros	mg/L	N.A.	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.109
NUTRIENTES								
Fosfatos	mg PL	<0.030	<0.030	<0.030	<0.030	<0.030	0.181	6.284
Fósforo total	mg PL	0.024	0.016	0.003	0.01	0.004	0.113	10.528
Nitratos	mg NL	<0.03	0.135	0.606	0.978	0.401	0.296	0.064
Nitritos	mg NL	N.A.	<0.003	<0.003	0.005	<0.003	0.01	<0.003
Nitrógeno Kjeldahl total	mg NL	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	51.44
METALES Y METALOIDES								
Aluminio total	mg/L	0.12	0.03	<0.01	0.01	0.03	0.03	0.16
Antimonio total	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Arsénico total	mg/L	0.003	<0.001	<0.001	0.003	<0.001	<0.001	<0.001
Boro total	mg/L	0.042	0.357	0.301	0.383	0.364	0.375	0.455
Cadmio total	mg/L	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004
Cobalto total	mg/L	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.0012
Cobre total	mg/L	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	0.0014	0.0373
Cromo total	mg/L	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	0.0091
Hierro total	mg/L	0.28	0.047	0.012	0.026	0.047	0.022	0.197
Manganeso total	mg/L	0.0537	0.0037	0.0019	0.0053	0.016	0.0258	0.0906
Mercurio total	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Niquel total	mg/L	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004	0.0058
Plata total	mg/L	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Plomo total	mg/L	0.0012	<0.0004	<0.0004	0.0016	0.0022	0.0024	0.0115
Talio total	mg/L	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003



[Handwritten signature]



Autoridad Nacional del Agua (2017). Resultado de monitoreo de calidad de la cuenca del rio Lurín periodo 2013. Recuperado de <http://siar.minam.gob.pe/lima/documentos/monitoreo-calidad-agua-superficial-cuenca-rio-lurin-2013>.

Fecha de monitoreo	DD/MM/AÑO	14/12/2013	12/11/2013	12/11/2013	12/11/2013	12/11/2013	13/12/2013	13/12/2013
Hora de muestreo	hh:mm	12:45	11:05	15:10	16:10	17:12	13:35	11:00
PUNTOS DE MONITOREO	Código de los puntos de monitoreo	Llur1	Rlur1	Rlur2	Rlur3	Rlur4	Rlur5	Rlur8
PARÁMETROS								
Categoría ECA-Agua	---	4-Rios Costa y Sierra	Cat.3	Cat.3	Cat.3	Cat.3	Cat.3	Cat.3
Vanadio total	mg/L	<0.0002	<0.0002	0.0003	0.0009	0.0015	0.0026	0.0018
Zinc total	mg/L	0.007	0.006	0.011	0.004	<0.003	0.009	0.06
PARAMETROS ORGANICOS								
Aceites y grasas (MEH)	mg/L	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	9.4
Detergentes (SAAM)	mg/L	N.A.	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	0.808
PLAGUICIDAS								
Malatión	mg/L	N.A.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Metamidofós	mg/L	N.A.	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Paraquat	mg/L	N.A.	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Paratión	mg/L	N.A.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Aldrín (CAS 309-00-2)	mg/L	N.A.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Clordano (CAS 57-74-9)	mg/L	N.A.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
DDT	mg/L	N.A.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Dieldrín (CAS 60-57-1)	mg/L	N.A.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Endosulfán	mg/L	N.A.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Endrín (CAS 72-20-8)	mg/L	N.A.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Heptacloro (CAS 76-44-8)	mg/L	N.A.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Heptacloro epóxido (CAS 1024-57-3)	mg/L	N.A.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Lindano	mg/L	N.A.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
MICROBIOLÓGICOS								
Coliformes Termotolerantes (44,5°C)	NMP/100mL	2	33	230	790	230	280	33000
Escherichia coli	NMP/100mL	N.A.	13	79	17	27	49	23000

Fuente: Informe de ensayo con valor oficial N° 073229-2013 - Laboratorio SERVICIOS ANALITICOS GENERALES S.A.C.
 Leyenda : < : Menor al Limite de Cuantificación ■ : Mayor al ECA para Agua N.A: No Analizado

XI. EVALUACIÓN DE RESULTADOS

11.1 Evaluación

Los resultados de la evaluación reflejan solamente el o los parámetros que exceden el valor de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA), según lo establecido en el D.S N° 002-2008-MINAM.




Autoridad Nacional del Agua (2017). Resultado de monitoreo de calidad de la cuenca del río Lurín periodo 2013. Recuperado de <http://siar.minam.gob.pe/lima/documentos/monitoreo-calidad-agua-superficial-cuenca-rio-lurin-2013>.

CUADRO N° 04: RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO LURÍN

PUNTO DE MONITOREO	DESCRIPCIÓN	CATEGORÍA	PARÁMETROS QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL AGUA: ECA-AGUA (D.S. N° 022-2005-MINAM)
RÍO LURÍN			
LTuc1	Laguna Tuctococha, Salida laguna, en la quebrada Huilcapampa, final de la carretera.	4	Oxígeno Disuelto; pH; Plomo Total
RLuri1	Río Lurín, a 100 m. de la unión del río Chalilla y Taquia, inicio del río Lurín, altura Pte. Quilquichaca, San Damián.	3	pH
RLuri3	Río Lurín, puente Bentín		pH
RLuri5	Río Lurín, puente Cieneguilla		pH
RLuri8	Río Lurín, cruce con Panamericana Sur.		Oxígeno Disuelto; DBO ₅ ; DBO; Sodio; Sulfuros; Fosfatos, Aceites y Grasas; Coliformes Termotolerantes; E. Coli

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro N° 4, se evidencia que:

- En el punto LTuc1, el Oxígeno Disuelto, pH y Plomo, no cumplen con los valores establecidos en el ECA-Agua Categoría 4 el mismo que viene afectado la calidad del agua del río Lurín, esto debido a condiciones naturales propias de la geología de la zona, toda vez que durante la identificación de fuentes contaminantes y durante el monitoreo no se evidenció la presencia de actividades de origen antropogénico que pudieran afectar la calidad del agua en la zona.
- Del mismo modo en los puntos de monitoreo RLuri1, RLuri3 y RLuri5 el pH excede el ECA-Agua Categoría 3, esto debido a la influencia de las condiciones geoquímicas de la parte alta de la cuenca, la misma que se evidencia en el punto de monitoreo LTuc1. Cabe precisar que de acuerdo a las fuentes contaminantes identificadas y descritas en el Informe Técnico N° 017-2012-ANA-DGCRH/NMRV, de las cuales la mayoría son de origen doméstico; sin embargo de acuerdo a los resultados estos no están afectando la calidad del agua del río Lurín desde la naciente en la laguna Tuctococha hasta el Río Lurín en el puente Cieneguilla.
- Los puntos de monitoreo RLuri6 (Río Lurín, margen derecha 50 m. antes del vertimiento PTARD Manchay Bajo, aguas tratadas Pachacamac) y RLuri7 (Río Lurín, a 50 m. aguas arriba del puente de Lurín, cruce con Panamericana Sur antigua, sin caudal en el momento Lurín) se encontraron sin caudal al momento de realizar el monitoreo como se evidencia en las fotografías N° 13 y 14.



Foto N° 13: Punto de monitoreo RLuri6



Foto N° 14: Punto de monitoreo RLuri7.



Autoridad Nacional del Agua (2017). Resultado de monitoreo de calidad de la cuenca del río Lurín periodo 2013. Recuperado de <http://siar.minam.gob.pe/lima/documentos/monitoreo-calidad-agua-superficial-cuenca-rio-lurin-2013>.

- En el punto RLurí8, los parámetros de Oxígeno Disuelto; DBO5; DBO; Sodio; Sulfuros; Fosfatos, Aceites y Grasas; Coliformes Termotolerantes; E.Coli no cumplen los límites del ECA-Agua Categoría 3 afectado la calidad del agua del río Lurín. Esto se debe a la descarga de aguas residuales de la PTAR San Bartolo, toda vez que las aguas superficiales monitoreadas en el punto RLurí8 corresponde unicamente ala descarga de la PTAR San Bartolo (ver foto N°16). Esto debido que aguas arriba de la descarga de la PTAR San Bartolo el río Lurín no prenta caudal RLurí6 (ver foto N° 15).



Foto N° 15: Punto de monitoreo RLurí7 cruce con Panamericana Sur antigua, sin caudal en el momento Lurín, aguas arriba del vertimiento de aguas residuales tratadas de la PTAR San Bartolo



Foto N° 16: Descarga de la ART de la PTAR San Bartolo hacia el río Lurín



Foto N° 17: Río Lurín cruce con Panamericana Sur.

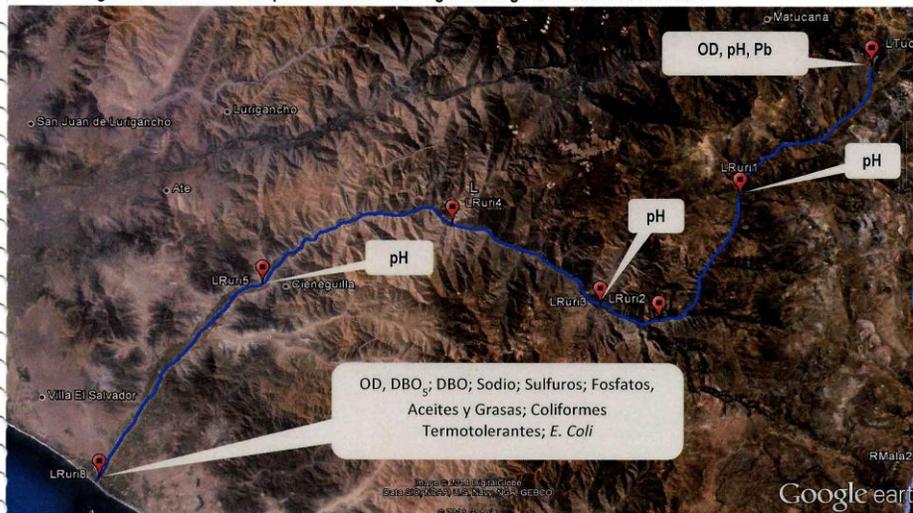


A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized, cursive name.



Autoridad Nacional del Agua (2017). Resultado de monitoreo de calidad de la cuenca del río Lurín periodo 2013. Recuperado de <http://siar.minam.gob.pe/lima/documentos/monitoreo-calidad-agua-superficial-cuenca-rio-lurin-2013>.

Figura N° 03: Parámetros que exceden los ECA-Aguaa lo largo de la cuenca del río Mala



Fuente: Google Earth 2013/Elaboración propia

Figura N° 04: Parámetros que exceden los ECA-Agua lo largo de la cuenca del río Lurín y fuentes contaminantes identificados



Fuente: Google Earth 2013/Elaboración propia



Autoridad Nacional del Agua (2017). Resultado de monitoreo de calidad de la cuenca del río Lurín periodo 2013. Recuperado de <http://siar.minam.gob.pe/lima/documentos/monitoreo-calidad-agua-superficial-cuenca-río-lurin-2013>.

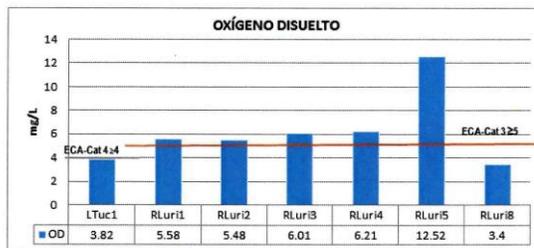
11.2 Evaluación del comportamiento de la calidad del agua río principal

Con la finalidad de conocer el comportamiento de la calidad del agua a lo largo del río principal, se presenta los gráficos en barras, en los cuales se presentan los parámetros de calidad del agua, comparados con el valor de la categoría correspondiente del ECA con que se evalúa.

PARÁMETROS FÍSICOS

OXÍGENO DISUELTO:

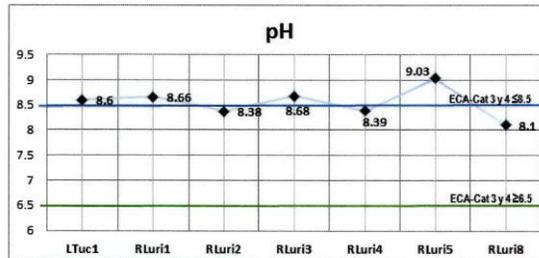
Los valores de oxígeno disuelto para todos los puntos fluctúan entre 3.4 y 12.52 mg O₂/L. Para el punto de monitoreo LTuc1 indica un valor de 3.82 mg O₂/L inferior al valor establecido en el ECA-Categoría 4 (Conservación del ambiente acuático) (4.0 mgO₂/L). Asimismo, el punto de monitoreo RLuri8 presenta un valor de 3.4 mg O₂/L inferior al valor establecido en el ECA-Categoría 3 (Riego de vegetales y bebida de animales) (4.0 mgO₂/L).



pH:

Los valores de pH, fluctúan entre 8.1 y 9.03, lo cual indica que las aguas, son ligeramente básicas. Según el ECA-Categoría 3 y 4, los puntos LTuc1, RLuri1, RLuri3 y RLuri5 exceden la especificación. Los puntos LTuc1, RLuri1 y RLuri3 exceden levemente esta especificación; mientras que el punto RLuri5 lo excede en 0.5 unidades.

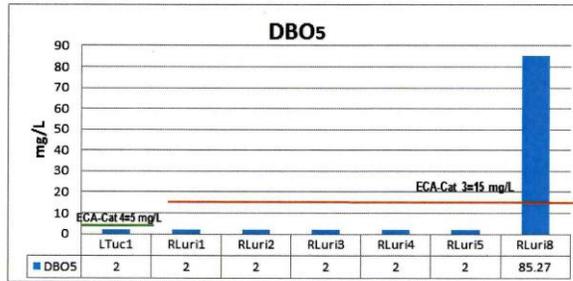
La solubilidad de los diversos micronutrientes importantes para la producción primaria (fitoplancton) depende del grado de acidez o basicidad del agua. Altos valores de pH influye en la disponibilidad de fósforo ya que en un medio básico, este nutriente es absorbido por el ácido presente en el cuerpo de agua, mientras que al bajar el pH (medio ácido), el fósforo se junta con el hierro y aluminio.



Autoridad Nacional del Agua (2017). Resultado de monitoreo de calidad de la cuenca del río Lurín periodo 2013. Recuperado de <http://siar.minam.gob.pe/lima/documentos/monitoreo-calidad-agua-superficial-cuenca-rio-lurin-2013>.

DBO₅

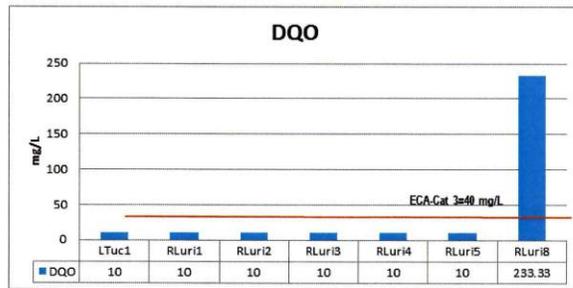
Los valores de DBO₅ para todos los puntos monitoreados son menores a 2.00 mg/L, excepto en el punto RLuri8 que excede lo especificado en el ECA-Categoría 3 (15mg/L) esto debido a la descarga de la PTAR San Bartolo.



DQO

Los valores de DQO para todos los puntos monitoreados son menores a 10.00 mg/L, excepto en el punto RLuri8 que excede lo especificado en el ECA-Categoría 3 (40 mg/L) esto debido a la descarga de la PTAR San Bartolo.

Asimismo, los valores de oxígeno disuelto para el punto RLuri8, y se relacionan con los de DBO₅ y DQO, se puede inferir que la alta demanda de oxígeno es la causante de que el oxígeno disuelto sea inferior al límite mínimo.



PARAMETROS INORGÁNICOS

FOSFATOS

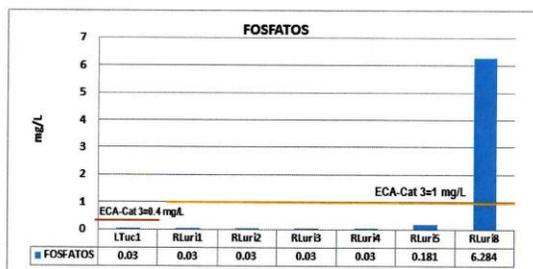
Los puntos de monitoreo (LTuc1, RLuri1, RLuri2, RLuri3, RLuri4, RLuri5) cumplen con la especificación del ECA-Agua Categoría 3 (1 mg/L). Caso contrario, el punto RLuri8 excede el ECA-Categoría 3 (1 mg/L), siendo su valor de 6.284 mg/L.



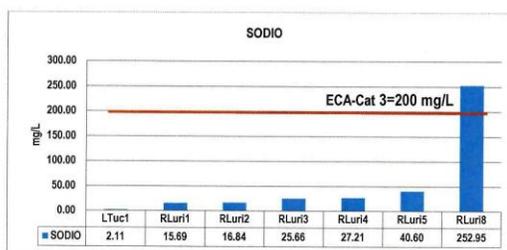
[Handwritten signature]



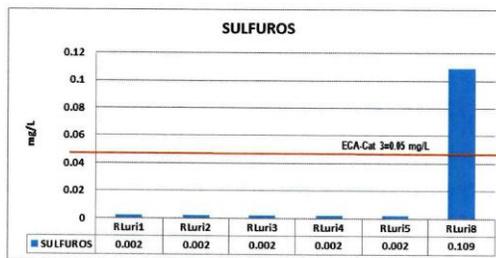
Autoridad Nacional del Agua (2017). Resultado de monitoreo de calidad de la cuenca del río Lurín periodo 2013. Recuperado de <http://siar.minam.gob.pe/lima/documentos/monitoreo-calidad-agua-superficial-cuenca-rio-lurin-2013>.

**SODIO**

Para todos los puntos de monitoreo, excepto para RLur8, los valores de concentración de sodio son menores al ECA-Categoría 3 (200 mg/L). En el punto RLur8, en cambio, la concentración del sodio es de 252.95 mg/L, el cual excede el ECA-Categoría 3 (200 mg/L).

**SULFUROS**

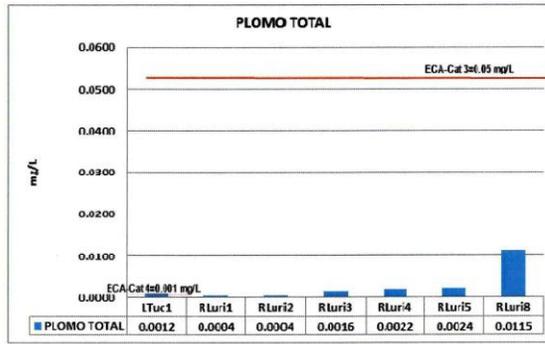
Para los puntos de monitoreo, cumplen con el ECA-Categoría 3 (0.05 mg/L), a excepción del punto RLur8 que presenta un valor de 0.109 mg/L, incumpliendo con el ECA-Agua Categoría 3 (0.05 mg/L).



Autoridad Nacional del Agua (2017). Resultado de monitoreo de calidad de la cuenca del río Lurín periodo 2013. Recuperado de <http://siar.minam.gob.pe/lima/documentos/monitoreo-calidad-agua-superficial-cuenca-rio-lurin-2013>.

PLOMO

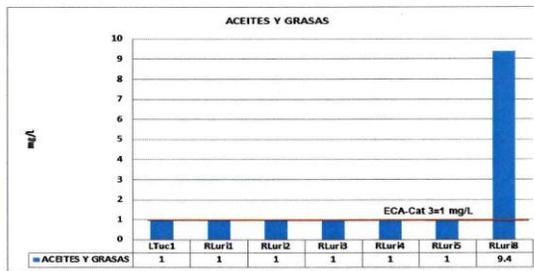
Para el punto LTuc1, la concentración de Plomo excede el ECA-Agua Categoría 4 (0.0002 mg/L), para los demás puntos monitoreados cumplen con el ECA-Agua Categoría 3 (0.05 mg/L).



PARAMETROS ORGANICOS

ACEITES Y GRASAS

El agua del río Lurín para los puntos monitoreados el número de Aceites y Grasas es menor al límite establecido en el ECA-Categoría 3 (1 mg/L). Caso contrario para el punto RLur8, el número de Aceites y Grasas excede dicha categoría; lo que demuestra la influencia del vertimiento de la PTAR San Bartolo siendo alrededor de 9 veces el máximo permisible (1 mg/L).

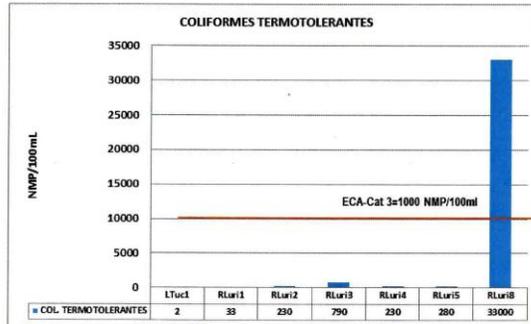


Autoridad Nacional del Agua (2017). Resultado de monitoreo de calidad de la cuenca del río Lurín periodo 2013. Recuperado de <http://siar.minam.gob.pe/lima/documentos/monitoreo-calidad-agua-superficial-cuenca-río-lurin-2013>.

PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

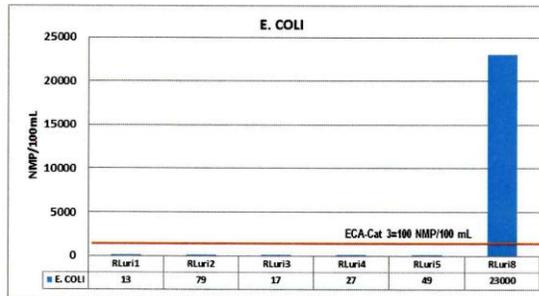
COLIFORMES TERMOTOLERANTES

El agua del río Lurín para los puntos monitoreados el número de Coliformes Termotolerantes es menor al límite establecido en el ECA-Categoría 3 (1000 NMP/100mL). Caso contrario para el punto RLurí8, el número de Coliformes Termotolerantes excede dicha categoría; lo que demuestra la influencia del vertimiento de la PTAR San Bartolo siendo alrededor de 33 veces el máximo permisible (1000 NMP/100mL).



E. COLI

El agua del río Lurín para los puntos monitoreados el número de E.Coli es menor al límite establecido en el ECA-Categoría 3 (100 NMP/100mL). Caso contrario para el punto RLurí8, el número de E.Coli excede dicha categoría; lo que demuestra la influencia del vertimiento de la PTAR San Bartolo siendo alrededor de 23 veces el máximo permisible (100 NMP/100mL).



Autoridad Nacional del Agua (2017). Resultado de monitoreo de calidad de la cuenca del río Lurín periodo 2013. Recuperado de <http://siar.minam.gob.pe/lima/documentos/monitoreo-calidad-agua-superficial-cuenca-rio-lurin-2013>.

XI. CONCLUSIONES

El estado de la calidad de los cuerpos naturales de agua superficial en el ámbito de la cuenca del río Lurín, en base a los resultados de los análisis de muestras de agua como de los datos de las mediciones realizadas en campo durante el monitoreo de calidad de agua superficial, se determina que:

Respecto a la concentración de los parámetros físicos, Los valores de pH, fluctúan entre 8.1 y 9.03, los cuales indican que las aguas, son ligeramente básicas, observándose que en tres (03) puntos exceden ligeramente la Categoría 3 (8.50) de los ECA-Agua y en uno (01) punto excede ligeramente la Categoría 4 (8,50) de los ECA-Agua. Asimismo, respecto al Oxígeno Disuelto, fluctúan entre 3,4 y 12,52 mg/L, observándose que en un (01) punto excede ligeramente la Categoría 3 (≥ 5) de los ECA-Agua y en uno (01) punto excede ligeramente la Categoría 4 (≥ 4) de los ECA-Agua. Por otro lado, los parámetros de la DBO5 y DQO para el punto de monitoreo RLuri8 registraron valores que lo especificado en el ECA-Categoría 3 (15 y 40 mg/L respectivamente), asociado directamente a la descarga de las aguas residuales tratadas de la PTAR San Bartolo, toda vez que aguas arriba del punto de monitoreo RLuri8 se encuentra el vertimiento de la PTAR San Bartolo y aguas arriba de la mencionada descarga el río Lurín se encuentra seco, por lo que se puede atribuir que afectación al ECA-Agua Categoría 3 se debe única y exclusivamente a la descarga de la PTAR San Bartolo.

Los parámetros inorgánicos, la calidad del agua del río Lurín, la concentración de fósforo en el punto de monitoreo RLuri8 de 6.284 mg/L excediendo el ECA-Categoría 3 (1 mg/L), Asimismo, la concentración de Sodio registro un valor de 252,95 mg/L excediendo el ECA-Agua Categoría 3 (50 mg/L). Por otro lado los Sulfuros, en el punto de monitoreo RLuri8 presentó un valor de 0,109 mg/L excediendo los ECA-Agua Categoría 3 (0,05 mg/L). Respecto a los metales se han analizado 27 metales, los resultados muestran para el punto LTucto1 se encuentra ligeramente afectada por Plomo (0.0115 mg/L) excediendo los ECA-Agua categoría 4 (0,0002 mg/L).

Los parámetros orgánicos, la calidad del agua del río Lurín, la concentración de Aceites y Grasas, en el punto de monitoreo RLuri8 excede el ECA-Categoría 3 (1mg/L) registrando un valor de 9,4 mg/L.

Los parámetros microbiológicos, la calidad del agua del río Lurín, el número del Coliformes Termotolerantes es menor a los valores del ECA-Agua Categoría 4; asimismo, menor a los valores del ECA-Agua Categoría 3; a excepción del punto RLuri8, cuya presencia de Coliformes excede dicha categoría; asimismo, la concentración de E. Coli es menor a los valores del ECA-Agua Categoría 4; asimismo, menor a los valores del ECA-Agua Categoría 3; a excepción del punto RLuri8, cuya presencia de E.Coli excede dicha Categoría; lo que demuestra la influencia del vertimiento de la PTAR San Bartolo, toda vez que las aguas superficiales monitoreadas en el punto RLuri8 corresponde únicamente a la descarga de la PTAR San Bartolo (ver foto N°16). Esto debido que aguas arriba de la descarga de la PTAR San Bartolo el río Lurín no presenta caudal RLuri6 (ver foto N° 15).

Dado la presencia de E.Coli en los puntos de monitoreo RLuri8, relacionado a descargas de aguas residuales domésticas y/o animales de sangre caliente, se debe indicar que el agua no es apto para consumo sin tratamiento, toda vez que por sus propiedades virulentas puede causar diarreas hemorrágicas.



Autoridad Nacional del Agua (2017). Resultado de monitoreo de calidad de la cuenca del río Lurín periodo 2013. Recuperado de <http://siar.minam.gob.pe/lima/documentos/monitoreo-calidad-agua-superficial-cuenca-rio-lurin-2013>.

XII. RECOMENDACIONES

Remitir el presente Informe Técnico para conocimiento y fines

Anexo N° 01: Mapa de Ubicación de puntos de monitoreo

Anexo N° 02: Informes de Ensayos

Anexo N° 03: Mapa de parámetros que exceden la norma

Anexo N° 04: Fichas de campo, cadena de custodia.

Elaborado por:

Lic. Quím. Llojan Chuquisengo Picón

Especialista en Calidad de agua del Área de Vigilancia y Monitoreo de Calidad del Agua de la Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos (DGCRH)

Revisado por:

Blgo. Juan José Ocola Salazar

Coordinador del Área de Vigilancia y Monitoreo de Calidad del Agua de la Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos (DGCRH)

Aprobado por:

Abg. Mirco H. Miranda Sotil

Director (e)

Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos



Autoridad Nacional del Agua (2017). Resultado de monitoreo de calidad de la cuenca del río Lurín periodo 2013. Recuperado de <http://siar.minam.gob.pe/lima/documentos/monitoreo-calidad-agua-superficial-cuenca-rio-lurin-2013>.

Anexo B. Costos

Costos de materiales y reactivos en campo.

DESCRIPCIÓN	UNID	CANT.	COSTO UNID(S/.)	COSTO TOTAL S/.
MATERIALES				
Ropa adecuado para trabajo	UNID	1	S/. 30.00	S/. 30.00
Botas de goma	PAR	1	S/. 40.00	S/. 40.00
Red suber tipo D	UN	1	S/. 50.00	S/. 50.00
Etiquetas	UN	100	S/. 0.10	S/. 10.00
Metro	UN	1	S/. 20.00	S/. 20.00
Cintas de Ph.	UN	25	S/. 0.50	S/. 12.50
Termómetro	UN	1	S/. 30.00	S/. 30.00
Bandeja	UN	3	S/. 25.00	S/. 75.00
Lápiz	UN	1	S/. 1.00	S/. 1.00
Alquiler de camara	UN	1	S/. 20.00	S/. 20.00
Hojas de campo	UN	20	S/. 0.10	S/. 2.00
Guantes	PAR	25	S/. 1.00	S/. 25.00
REACTIVOS				
Alcohol de 70%.	LT	1	S/. 15.00	S/. 15.00
OTROS				
Pasajes		4	S/. 25.00	S/. 100.00
			Total	S/. 430.50

Costo de materiales, equipos y reactivos en gabinete.

DESCRIPCIÓN	UNID	CANT	COSTO UNID(S /.)	COSTO TOTAL S/.	
MATERIALES					
Etiqueta	UN	25	S/. 0.10	S/.	2.50
Lápiz	UN	1	S/. 1.00	S/.	1.00
Alquiler de Cámara	UN	1	S/. 20.00	S/.	20.00
Lupa	UN	1	S/. 10.00	S/.	10.00
Pinza de relojero	UN	1	S/. 5.00	S/.	5.00
Tubo de ensayo con tapa de rosca	UN	40	S/. 1.80	S/.	72.00
Guantes	UN	25	S/. 1.00	S/.	25.00
Copia de Guía de identificación de Macroinvertebrados	UN	1	S/. 10.00	S/.	10.00
Copia de Formularios para anotar la identificación de Macroinvertebrados.	UN	25	S/. 0.10	S/.	2.50
EQUIPOS					
Microscopio	UN				0
Estetoscopio	UN				0
REACTIVOS					
Alcohol de 70%.	LT	1	S/. 15.00	S/.	15.00
Formol	LT	1	S/. 10.00	S/.	10.00
Agua destilada	LT	1	S/. 10.00	S/.	10.00
			Total	S/.	183.00

Anexo C. Estaciones de muestreo.

Estación 01



La estación 01 se encuentra en la desembocadura del río Lurín, la estación se encuentra a 150 metros de la orilla del mar. Nota: Elaboración propia.

Estación 02



La estación 02 se encuentra a 500 metros aproximados de la estación 01; al frente de la planta de tratamiento Julio C. Tello. Nota: Elaboración propia.

Estación 03



La estación 03 se encuentra a 500 metros aproximados de la estación 02; en la rivera se aprecia desmonte y basura. Nota: Elaboración propia.

Estación 04



La estación 04 se encuentra aproximadamente a 500 metros de la estación 03. Presencia de actividades agrícolas y vacunas; también la presencia de desmontes y basura. Nota: Elaboración propia.

Estacion 05



La estacion 05 se encuentra a pocos metros del puente Lurin ; las casas del alrededor son precarioas , se observa la presencia de basura alrededor del rio .Nota : Elaboracion propia.

Estación 06



La estación 06 se encuentra en el asentamiento humano Julio C. Tello. Se denota la presencia de basura y desmonte alrededor del rio. Nota : Elaboración propia.

Anexo D. Muestreo de colecta de macroinvertebrados

Estación 01



El ancho de río en este punto fue de 11.45 cm. Nota: Elaboración propia.

Estación 03



El ancho del río en este punto fue de 12.74 cm. Nota: Elaboración propia.

Estación 04



El ancho del río en este punto fue de 17.48 cm. Nota: Elaboración propia.

Estación 01



Ingreso a realizar la muestra con red suber tipo D. Nota: Elaboración propia.

Estación 02



Remoción y limpieza de piedras a nivel bento a contracorriente con utilización de red Suber tipo D. Nota: Elaboración propia.

Estación 04



Remoción y limpieza de piedras a nivel bento a contracorriente con utilización de red Suber tipo D. Nota: Elaboración propia.

Estación 06



Recolección de la muestra. Nota: Elaboración propia.

Estación 01



Recolección de la muestra. Nota: Elaboración propia.



La captura se realizo utilizando pinzas de reloj y almacenadas en un tubo de ensayo con rosca. Nota: E Elaboración propia.

Anexo E. Identificación taxonómica de macroinvertebrados

Fase de laboratorio



Utilización de estetoscopio para observar a los Macroinvertebrados.
Nota: Elaboración propia

Fase de laboratorio



Utilización de placa Petri para análisis de muestras. Nota:
Elaboración propia.



Familia *Chironomidae*

Nota: Elaboración propia.



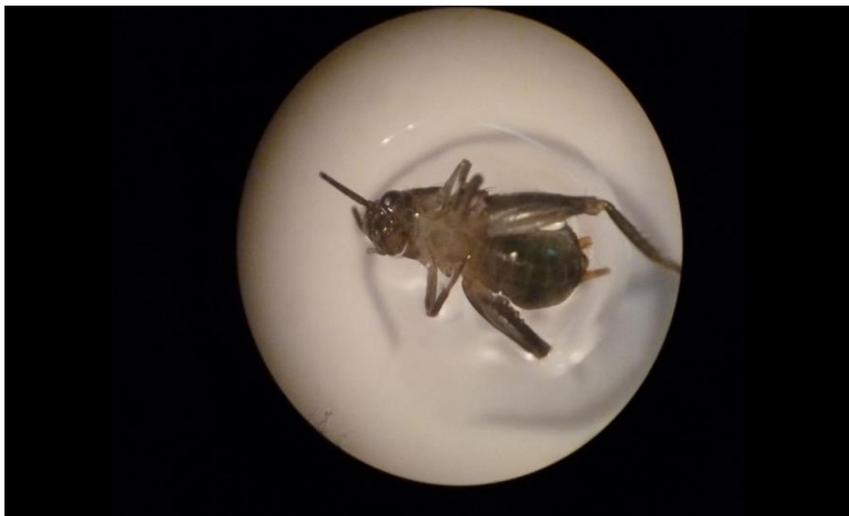
Familia *Simuliidae*

Nota: Elaboración propia.



Familia *Leptohiphidae*

Nota: Elaboración propia.



Familia *Gryllidae*

Nota: Elaboración propia.



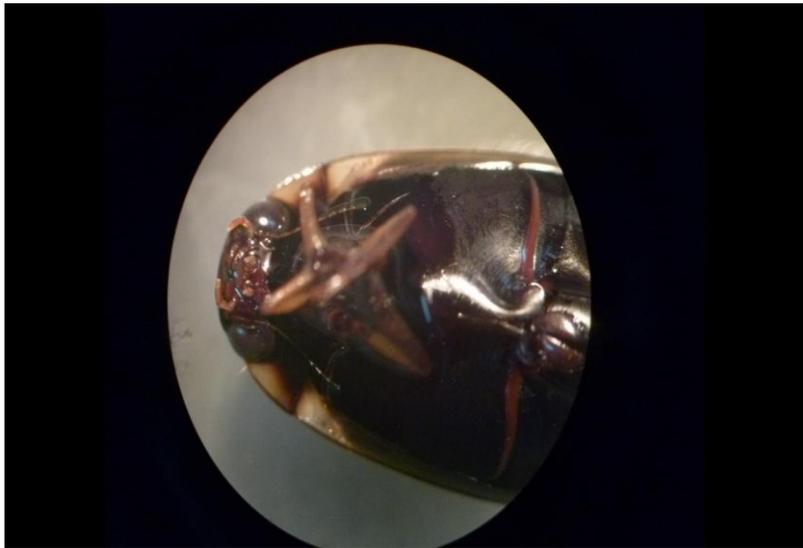
Familia *Baetidae*

Nota: Elaboración propia.



Familia *Tipulidae*

Nota: Elaboración propia.



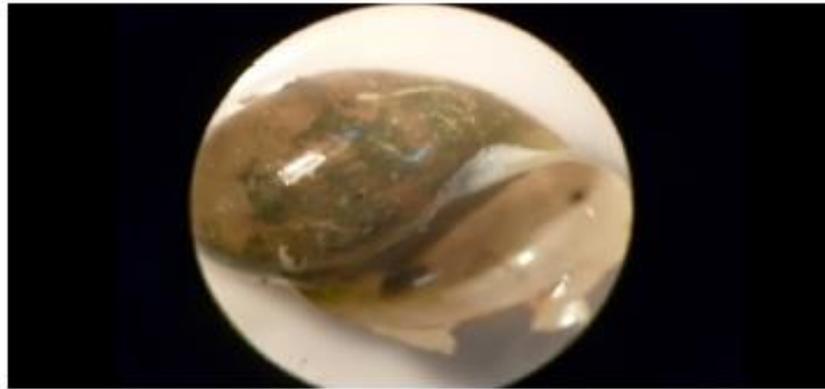
Familia *Elmidae*
Nota: Elaboración propia.



Familia *Muscidae*
Nota: Elaboración propia.



Familia *Culicidae*
Nota: Elaboración propia.



Familia *Physidae*
Nota: Elaboración propia.



Familia Glossiphoniidae
Nota: Elaboración propia.

Anexo F. Identificación de macroinvertebrados en cada estación.

ESTACIÓN 01

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	PRIMERA ESTACIÓN												TOTAL ESTACIÓN 01
				PRIMERA TOMA			SEGUNDA TOMA			TERCERA TOMA			CUARTA TOMA			
				P	S	TOTAL	P	S	TOTAL	P	S	TOTAL	P	S	TOTAL	
ANNELIDA	Annelida	<i>Oligochaeta</i>	<i>Tubificidae</i>	9	0	9	0	0	0	8	0	8	5	0	5	22
ANNELIDA	Clitellata	<i>Hirudinea</i>	<i>Glossiphoniidae</i>	4	0	4	9	0	9	9	1	10	12	2	14	37
ANNELIDA	Clitellata	<i>Hirudinea</i>	<i>Cyclobdellidae</i>	0	0	0	1	0	1	3	0	3	2	0	2	6
MOLUSCA	Gasteropoda	<i>Basommatopho</i>	<i>Physidae</i>	10	2	12	13	7	20	18	2	20	10	7	17	69
MOLUSCA	Bivalvia	<i>Veneroida</i>	<i>Sphaeriidae</i>	5	0	5	3	1	4	7	2	9	10	0	10	28
ARTHROPODA	Crustacia	<i>Amphipoda</i>	<i>Hyaellidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Ephemeroptera</i>	<i>Leptohiphidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Ephemeroptera</i>	<i>Baetidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Odonata</i>	<i>Aeshnidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Odonata</i>	<i>Libellulidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Plecoptera</i>	<i>Gripopterygidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Lepidoptera</i>	<i>Pyralidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Coleoptera</i>	<i>Elmidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Tipulidae</i>	3	0	3	5	0	5	10	0	10	3	0	3	21
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Muscidae</i>	10	1	11	17	0	17	11	1	12	9	0	9	49
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Ceratopogonidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Simuliidae</i>	2	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3

ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Chironomidae</i>	30	21	51	28	20	48	31	23	54	28	22	50	203
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Culicidae</i>	25	2	27	14	0	14	17	1	18	15	2	17	76

*P: Primera toma; S: Segunda toma.

FUENTE: Elaboración propia.

ESTACIÓN 02:

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	SEGUNDA ESTACIÓN											TOTAL ESTACIÓN 02	
				PRIMERA TOMA			SEGUNDA TOMA			TERCERA TOMA			CUARTA TOMA			
				P	S	TOTAL	P	S	TOTAL	P	S	TOTAL	P	S		TOTAL
ANNELIDA	Annelida	<i>Oligochaeta</i>	<i>Tubificidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ANNELIDA	Clitellata	<i>Hirudinea</i>	<i>Glossiphoniidae</i>	2	0	2	4	1	5	7	2	9	10	5	15	31
ANNELIDA	Clitellata	<i>Hirudinea</i>	<i>Cyclobdellidae</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	3	2	0	2	5
MOLUSCA	Gasteropoda	<i>Basommatophora</i>	<i>Physidae</i>	8	5	13	9	3	12	7	8	15	11	9	20	60
MOLUSCA	Bivalvia	<i>Veneroida</i>	<i>Sphaeriidae</i>	1	0	1	8	1	9	7	0	7	7	1	8	25
ARTHROPODA	Crustacia	<i>Amphipoda</i>	<i>Hyaellidae</i>	1	0	1	0	0	0	1	0	1	3	0	3	5
ARTHROPODA	Insecta	<i>Ephemeroptera</i>	<i>Leptohyphidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Ephemeroptera</i>	<i>Baetidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Odonata</i>	<i>Aeshnidae</i>	4	0	4	4	0	4	2	1	3	1	1	2	13
ARTHROPODA	Insecta	<i>Odonata</i>	<i>Libellulidae</i>	7	0	7	0	0	0	12	0	12	0	0	0	19
ARTHROPODA	Insecta	<i>Plecoptera</i>	<i>Gripopterygidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Lepidoptera</i>	<i>Pyralidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Coleoptera</i>	<i>Elmidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Tipulidae</i>	0	0	0	2	0	2	1	0	1	2	0	2	5
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Muscidae</i>	10	0	10	15	1	16	12	0	12	9	1	10	48
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Ceratopogonidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Simuliidae</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Chironomidae</i>	30	15	45	28	20	48	35	17	52	39	12	51	196
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Culicidae</i>	14	1	15	4	9	13	15	6	21	14	5	19	68

*P: Primera toma; S: Segunda toma. Nota: Elaboración propia.

ESTACIÓN 03

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TERCERA ESTACIÓN											TOTAL ESTACIÓN 03	
				PRIMERA TOMA			SEGUNDA TOMA			TERCERA TOMA			CUARTA TOMA			
				P	S	TOTAL	P	S	TOTAL	P	S	TOTAL	P	S		TOTAL
ANNELIDA	Annelida	<i>Oligochaeta</i>	<i>Tubificidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ANNELIDA	Clitellata	<i>Hirudinea</i>	<i>Glossiphoniidae</i>	1	0	1	0	0	0	4	0	4	3	2	5	10
ANNELIDA	Clitellata	<i>Hirudinea</i>	<i>Cyclobdellidae</i>	0	0	0	0	1	1	2	0	2	1	0	1	4
MOLUSCA	Gasteropoda	<i>Basommatophora</i>	<i>Physidae</i>	11	4	15	13	4	17	16	7	23	7	8	15	70
MOLUSCA	Bivalvia	<i>Veneroida</i>	<i>Sphaeriidae</i>	1	0	1	6	0	6	6	2	8	5	1	6	21
ARTHROPODA	Crustacia	<i>Amphipoda</i>	<i>Hyalellidae</i>	4	1	5	0	0	0	5	1	6	5	0	5	16
ARTHROPODA	Insecta	<i>Ephemeroptera</i>	<i>Leptohyphidae</i>	2	1	3	3	1	4	5	0	5	4	0	4	16
ARTHROPODA	Insecta	<i>Ephemeroptera</i>	<i>Baetidae</i>	2	0	2	2	2	4	0	0	0	3	1	4	10
ARTHROPODA	Insecta	<i>Odonata</i>	<i>Aeshnidae</i>	2	1	3	2	0	2	3	0	3	4	0	4	12
ARTHROPODA	Insecta	<i>Odonata</i>	<i>Libellulidae</i>	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	2
ARTHROPODA	Insecta	<i>Plecoptera</i>	<i>Gripopterygidae</i>	0	0	0	3	0	3	0	0	0	4	0	4	7

ARTHROPODA	Insecta	<i>Lepidoptera</i>	<i>Pyalidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ARTHROPODA	Insecta	<i>Coleoptera</i>	<i>Elmidae</i>	0	0	0	1	0	1	0	2	2	1	0	1	4
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Tipulidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Muscidae</i>	9	0	9	8	1	9	12	4	16	7	0	7	41
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Ceratopogonidae</i>	0	0	0	0	2	2	0	0	0	1	0	1	3
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Simuliidae</i>	0	2	2	0	0	0	1	0	1	3	0	3	6
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Chironomidae</i>	20	11	31	22	17	39	26	16	42	29	20	49	161
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Culicidae</i>	15	2	17	14	1	15	13	0	13	21	0	21	66

*P: Primera toma; S: Segunda toma. Nota: Elaboración propia.

ESTACIÓN 04

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	CUARTA ESTACIÓN												TOTAL ESTACIÓN 04
				PRIMERA TOMA			SEGUNDA TOMA			TERCERA TOMA			CUARTA TOMA			
				P	S	TOTAL	P	S	TOTAL	P	S	TOTAL	P	S	TOTAL	
ANNELIDA	Annelida	<i>Oligochaeta</i>	<i>Tubificidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ANNELIDA	Clitellata	<i>Hirudinea</i>	<i>Glossiphoniidae</i>	0	0	0	3	0	3	2	1	3	3	0	3	9
ANNELIDA	Clitellata	<i>Hirudinea</i>	<i>Cyclobdellidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MOLUSCA	Gasteropoda	<i>Basommatophora</i>	<i>Physidae</i>	5	2	7	11	4	15	12	9	21	17	11	28	71
MOLUSCA	Bivalvia	<i>Veneroidea</i>	<i>Sphaeriidae</i>	2	0	2	5	2	7	4	9	0	5	2	7	16
ARTHROPODA	Crustacia	<i>Amphipoda</i>	<i>Hyalellidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	2	3
ARTHROPODA	Insecta	<i>Ephemeroptera</i>	<i>Leptohyphidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ARTHROPODA	Insecta	<i>Ephemeroptera</i>	<i>Baetidae</i>	2	1	3	2	2	4	3	0	3	4	2	6	16
ARTHROPODA	Insecta	<i>Odonata</i>	<i>Aeshnidae</i>	3	1	4	2	1	3	4	2	6	4	1	5	18
ARTHROPODA	Insecta	<i>Odonata</i>	<i>Libellulidae</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
ARTHROPODA	Insecta	<i>Plecoptera</i>	<i>Gripopterygidae</i>	0	0	0	5	0	5	0	2	2	0	0	0	7
ARTHROPODA	Insecta	<i>Lepidoptera</i>	<i>Pyralidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Coleoptera</i>	<i>Elmidae</i>	0	0	0	0	2	2	0	1	1	0	1	1	4
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Tipulidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Muscidae</i>	9	0	9	9	0	9	9	2	11	10	0	10	39
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Ceratopogonidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	0	1	3
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Simuliidae</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	3
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Chironomidae</i>	20	12	32	22	15	37	28	17	45	31	15	46	160
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Culicidae</i>	12	0	12	11	0	11	22	1	23	10	3	13	59

*P: Primera toma; S: Segunda toma. Nota: Elaboración propia.

ESTACIÓN 05

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	QUINTA ESTACIÓN												
				PRIMERA TOMA			SEGUNDA TOMA			TERCERA TOMA			CUARTA TOMA			TOTAL ESTACIÓN 05
				P	S	TOTAL	P	S	TOTAL	P	S	TOTAL	P	S	TOTAL	
ANNELIDA	Annelida	<i>Oligochaeta</i>	<i>Tubificidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ANNELIDA	Clitellata	<i>Hirudinea</i>	<i>Glossiphoniidae</i>	0	0	0	0	3	3	4	0	4	12	0	12	19
ANNELIDA	Clitellata	<i>Hirudinea</i>	<i>Cyclobdellidae</i>	0	0	0	0	2	2	1	0	1	0	0	0	3
MOLUSCA	Gasteropoda	<i>Basommatopho</i>	<i>Physidae</i>	9	2	11	13	8	21	15	5	20	25	3	28	80

MOLUSCA	Bivalvia	Veneroidea	Sphaeriidae	3	2	5	3	0	3	6	1	7	14	0	14	29
ARTHROPODA	Crustacia	Amphipoda	Hyalellidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ARTHROPODA	Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ARTHROPODA	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ARTHROPODA	Insecta	Odonata	Aeshnidae	2	4	6	1	1	2	5	1	6	12	1	13	27
ARTHROPODA	Insecta	Odonata	Libellulidae	0	0	0	0	1	1	0	0	0	3	0	3	4
ARTHROPODA	Insecta	Plecoptera	Gripopterygidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ARTHROPODA	Insecta	Lepidoptera	Pyralidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ARTHROPODA	Insecta	Coleoptera	Elmidae	0	3	3	0	0	0	0	1	1	0	0	0	4
ARTHROPODA	Insecta	Diptera	Tipulidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
ARTHROPODA	Insecta	Diptera	Muscidae	8	1	9	11	2	13	8	1	9	11	0	11	42
ARTHROPODA	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	0	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	0	4
ARTHROPODA	Insecta	Diptera	Simuliidae	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	3	3	4
ARTHROPODA	Insecta	Diptera	Chironomidae	20	12	32	24	18	42	27	14	41	30	19	49	164
ARTHROPODA	Insecta	Diptera	Culicidae	15	1	16	12	0	12	17	1	18	22	2	24	70

*P: Primera toma; S: Segunda toma. Nota: Elaboración propia.

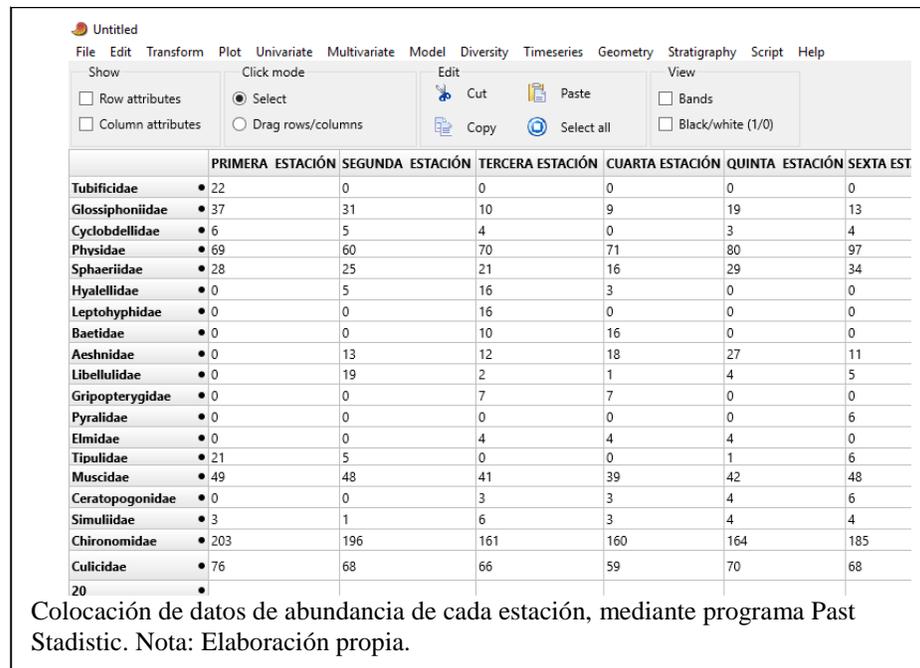
ESTACIÓN 06

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	SEXTA ESTACIÓN												TOTAL ESTACIÓN 06
				PRIMERA TOMA			SEGUNDA TOMA			TERCERA TOMA			CUARTA TOMA			
				P	S	TOTAL	P	S	TOTAL	P	S	TOTAL	P	S	TOTAL	
ANNELIDA	Annelida	Oligochaeta	Tubificidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ANNELIDA	Clitellata	Hirudinea	Glossiphoniidae	0	0	0	3	0	3	5	1	6	4	0	4	13

ANNELIDA	Clitellata	<i>Hirudinea</i>	<i>Cyclobdellidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	4	4	
MOLUSCA	Gasteropoda	<i>Basommatopho</i>	<i>Physidae</i>	10	7	17	10	9	19	21	5	26	23	12	35	97
MOLUSCA	Bivalvia	<i>Veneroidea</i>	<i>Sphaeriidae</i>	5	1	6	4	0	4	5	1	6	18	0	18	34
ARTHROPODA	Crustacia	<i>Amphipoda</i>	<i>Hyalellidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Ephemeroptera</i>	<i>Leptohiphidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Ephemeroptera</i>	<i>Baetidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Odonata</i>	<i>Aeshnidae</i>	2	1	3	0	1	1	3	0	3	4	0	4	11
ARTHROPODA	Insecta	<i>Odonata</i>	<i>Libellulidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	5
ARTHROPODA	Insecta	<i>Plecoptera</i>	<i>Gripopterygidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Lepidoptera</i>	<i>Pyralidae</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	5	0	5	6
ARTHROPODA	Insecta	<i>Coleoptera</i>	<i>Elmidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Tipulidae</i>	0	1	1	0	0	0	5	0	5	0	0	0	6
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Muscidae</i>	9	1	10	13	0	13	8	1	9	14	2	16	48
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Ceratopogonidae</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	5	0	5	6
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Simuliidae</i>	0		0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	4
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Chironomidae</i>	27	12	39	21	19	40	45	15	60	22	24	46	185
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Culicidae</i>	22	0	22	14	0	14	18	0	18	11	3	14	68

*P: Primera toma; S: Segunda toma. Nota: Elaboración propia.

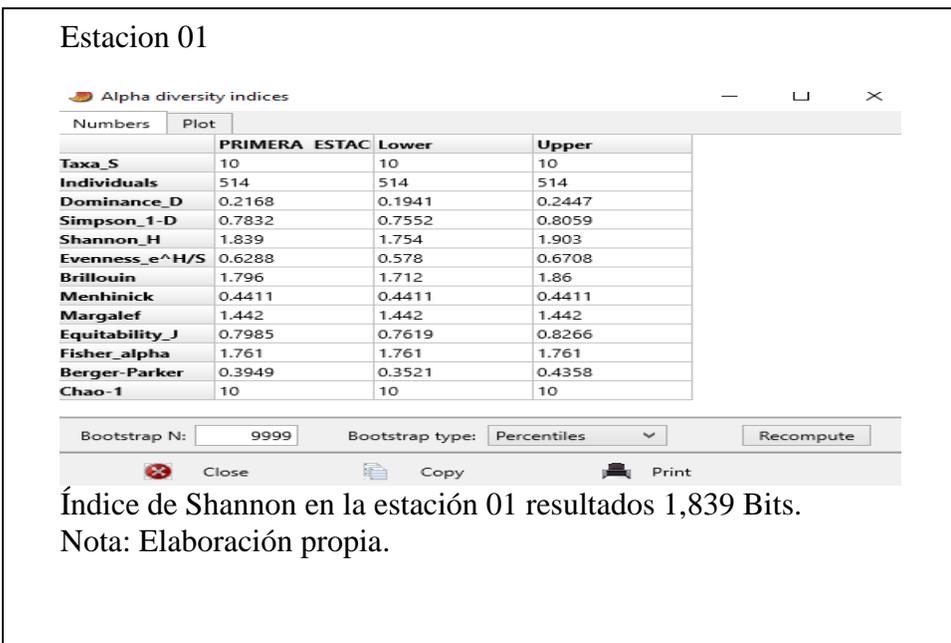
Anexo G. Utilización de Programa Past Statistic para realizar Índice de Shannon – Winner.



Colocación de datos de abundancia de cada estación, mediante programa Past Statistic. Nota: Elaboración propia.

	PRIMERA ESTACIÓN	SEGUNDA ESTACIÓN	TERCERA ESTACIÓN	CUARTA ESTACIÓN	QUINTA ESTACIÓN	SEXTA EST
Tubificidae	22	0	0	0	0	0
Glossiphoniidae	37	31	10	9	19	13
Cyclobdellidae	6	5	4	0	3	4
Physidae	69	60	70	71	80	97
Sphaeriidae	28	25	21	16	29	34
Hyalellidae	0	5	16	3	0	0
Leptohyphidae	0	0	16	0	0	0
Baetidae	0	0	10	16	0	0
Aeshnidae	0	13	12	18	27	11
Libellulidae	0	19	2	1	4	5
Gripopterygidae	0	0	7	7	0	0
Pyralidae	0	0	0	0	0	6
Elmidae	0	0	4	4	4	0
Tipulidae	21	5	0	0	1	6
Muscidae	49	48	41	39	42	48
Ceratopogonidae	0	0	3	3	4	6
Simuliidae	3	1	6	3	4	4
Chironomidae	203	196	161	160	164	185
Culicidae	76	68	66	59	70	68
20						

Estacion 01



Índice de Shannon en la estación 01 resultados 1,839 Bits.
Nota: Elaboración propia.

	PRIMERA ESTAC	Lower	Upper
Taxa_S	10	10	10
Individuals	514	514	514
Dominance_D	0.2168	0.1941	0.2447
Simpson_1-D	0.7832	0.7552	0.8059
Shannon_H	1.839	1.754	1.903
Evenness_e^H/S	0.6288	0.578	0.6708
Brillouin	1.796	1.712	1.86
Menhinick	0.4411	0.4411	0.4411
Margalef	1.442	1.442	1.442
Equitability_J	0.7985	0.7619	0.8266
Fisher_alpha	1.761	1.761	1.761
Berger-Parker	0.3949	0.3521	0.4358
Chao-1	10	10	10

Estación 02

Alpha diversity indices

Numbers	Plot		
		SEGUNDA ESTAC	
		Lower	Upper
Taxa_S	12	12	12
Individuals	476	476	476
Dominance_D	0.2257	0.1991	0.257
Simpson_1-D	0.7743	0.743	0.8009
Shannon_H	1.852	1.757	1.932
Evenness_e^H/S	0.531	0.4831	0.575
Brillouin	1.801	1.708	1.879
Menhinick	0.55	0.55	0.55
Margalef	1.784	1.784	1.784
Equitability_J	0.7452	0.7072	0.7773
Fisher_alpha	2.237	2.237	2.237
Berger-Parker	0.4118	0.3655	0.4559
Chao-1	12	12	13

Bootstrap N: 9999 Bootstrap type: Percentiles Recompute

Close Copy Print

Índice de Shannon en la estación 02 resultados 1.852 Bits.
Nota: Elaboración propia.

Estación 03

Alpha diversity indices

Numbers	Plot		
		TERCERA ESTACI	
		Lower	Upper
Taxa_S	16	16	16
Individuals	449	449	449
Dominance_D	0.1899	0.1679	0.2175
Simpson_1-D	0.8101	0.7825	0.832
Shannon_H	2.069	1.959	2.153
Evenness_e^H/S	0.4949	0.4434	0.5383
Brillouin	1.999	1.892	2.082
Menhinick	0.7551	0.7551	0.7551
Margalef	2.456	2.456	2.456
Equitability_J	0.7463	0.7067	0.7766
Fisher_alpha	3.24	3.24	3.24
Berger-Parker	0.3586	0.314	0.4031
Chao-1	16	16	17

Bootstrap N: 9999 Bootstrap type: Percentiles Recompute

Close Copy Print

Índice de Shannon en la estación 03 resultados 2.069 Bits.
Nota: Elaboración propia.

Estación 04

	CUARTA ESTACIÓ	Lower	Upper
Taxa_S	14	14	14
Individuals	409	409	409
Dominance_D	0.2191	0.1933	0.2491
Simpson_1-D	0.7809	0.7508	0.8066
Shannon_H	1.887	1.786	1.979
Evenness_e^H/S	0.4715	0.4259	0.517
Brillouin	1.823	1.724	1.913
Menhinick	0.6923	0.6923	0.6923
Margalef	2.162	2.162	2.162
Equitability_J	0.7151	0.6766	0.75
Fisher_alpha	2.806	2.806	2.806
Berger-Parker	0.3912	0.3423	0.4377
Chao-1	14	14	17

Bootstrap N: 9999 Bootstrap type: Percentiles Recompute

Close Copy Print

Índice de Shannon en la estación 04 resultados 1,887 Bits.
 Nota: Elaboración propia.

Estación 05

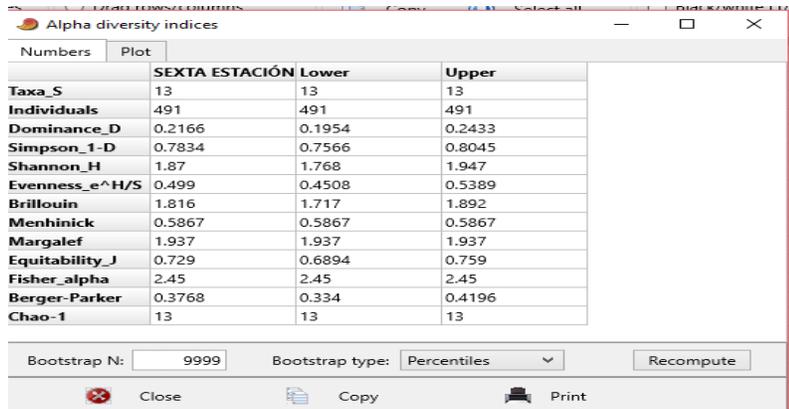
	QUINTA ESTACIÓ	Lower	Upper
Taxa_S	13	13	13
Individuals	451	451	451
Dominance_D	0.2063	0.1849	0.2316
Simpson_1-D	0.7937	0.7684	0.815
Shannon_H	1.878	1.789	1.957
Evenness_e^H/S	0.503	0.4604	0.5442
Brillouin	1.822	1.736	1.9
Menhinick	0.6121	0.6121	0.6121
Margalef	1.964	1.964	1.964
Equitability_J	0.7321	0.6976	0.7628
Fisher_alpha	2.5	2.5	2.5
Berger-Parker	0.3636	0.3171	0.4058
Chao-1	13	13	14,5

Bootstrap N: 9999 Bootstrap type: Percentiles Recompute

Close Copy Print

Índice de Shannon en la estación 05 resultados 1.878 Bits.
 Nota: Elaboración propia.

Estación 06



The screenshot shows a software window titled 'Alpha diversity indices'. It contains a table with the following data:

	SEXTA ESTACIÓN	Lower	Upper
Taxa_S	13	13	13
Individuals	491	491	491
Dominance_D	0.2166	0.1954	0.2433
Simpson_1-D	0.7834	0.7566	0.8045
Shannon_H	1.87	1.768	1.947
Evenness_e^H/S	0.499	0.4508	0.5389
Brillouin	1.816	1.717	1.892
Menhinick	0.5867	0.5867	0.5867
Margalef	1.937	1.937	1.937
Equitability_J	0.729	0.6894	0.759
Fisher_alpha	2.45	2.45	2.45
Berger-Parker	0.3768	0.334	0.4196
Chao-1	13	13	13

Below the table, the 'Bootstrap N' is set to 9999 and the 'Bootstrap type' is set to 'Percentiles'. There are buttons for 'Recompute', 'Close', 'Copy', and 'Print'.

Índice de Shannon en la estación 06 resultados 1,870 Bits.
Nota: Elaboración propia.

Anexo H. Valoración de acuerdo al índice de BMWP/COL

Estación 01

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	PUNTUACIÓN BMWP
ANNELIDA	Annelida	<i>Oligochaeta</i>	<i>Tubificidae</i>	1
ANNELIDA	Clitellata	<i>Hirudinea</i>	<i>Glossiphoniidae</i>	3
ANNELIDA	Clitellata	<i>Hirudinea</i>	<i>Cyclobdellidae</i>	3
MOLUSCA	Gasteropoda	<i>Basommatopho</i>	<i>Physidae</i>	3
MOLUSCA	Bivalvia	<i>Veneroidea</i>	<i>Sphaeriidae</i>	3
ARTHROPODA	Crustacia	<i>Amphipoda</i>	<i>Hyalellidae</i>	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Ephemeroptera</i>	<i>Leptohyphidae</i>	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Ephemeroptera</i>	<i>Baetidae</i>	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Odonata</i>	<i>Aeshnidae</i>	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Odonata</i>	<i>Libellulidae</i>	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Plecoptera</i>	<i>Gripopterygidae</i>	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Lepidoptera</i>	<i>Pyralidae</i>	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Coleoptera</i>	<i>Elmidae</i>	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Tipulidae</i>	2
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Muscidae</i>	2
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Ceratopogonidae</i>	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Simuliidae</i>	2
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Chironomidae</i>	2
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Culicidae</i>	2

Nota: Valoración según tabla 4. Puntuación de acuerdo a cada familia encontrada.
Elaboración propia.

Estación 02

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	PUNTUACIÓN BMWP
ANNELIDA	Annelida	<i>Oligochaeta</i>	<i>Tubificidae</i>	0
ANNELIDA	Clitellata	<i>Hirudinea</i>	<i>Glossiphoniidae</i>	3
ANNELIDA	Clitellata	<i>Hirudinea</i>	<i>Cyclobdellidae</i>	3
MOLUSCA	Gasteropoda	<i>Basommatopho</i>	<i>Physidae</i>	3
MOLUSCA	Bivalvia	<i>Veneroida</i>	<i>Sphaeriidae</i>	3
ARTHROPODA	Crustacia	<i>Amphipoda</i>	<i>Hyaellidae</i>	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Ephemeroptera</i>	<i>Leptohyphidae</i>	8
ARTHROPODA	Insecta	<i>Ephemeroptera</i>	<i>Baetidae</i>	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Odonata</i>	<i>Aeshnidae</i>	6
ARTHROPODA	Insecta	<i>Odonata</i>	<i>Libellulidae</i>	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Plecoptera</i>	<i>Gripopterygidae</i>	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Lepidoptera</i>	<i>Pyralidae</i>	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Coleoptera</i>	<i>Elmidae</i>	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Tipulidae</i>	2
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Muscidae</i>	2
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Ceratopogonidae</i>	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Simuliidae</i>	2
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Chironomidae</i>	2
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Culicidae</i>	2

Nota: Valoración según tabla 4. Puntuación de acuerdo a cada familia encontrada.
Elaboración propia.

Estación 03

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	PUNTUACIÓN BMWP
ANNELIDA	Annelida	<i>Oligochaeta</i>	<i>Tubificidae</i>	0
ANNELIDA	Clitellata	<i>Hirudinea</i>	<i>Glossiphoniidae</i>	3
ANNELIDA	Clitellata	<i>Hirudinea</i>	<i>Cyclobdellidae</i>	3
MOLUSCA	Gasteropoda	<i>Basommatophora</i>	<i>Physidae</i>	3
MOLUSCA	Bivalvia	<i>Veneroidea</i>	<i>Sphaeriidae</i>	3
ARTHROPODA	Crustacia	<i>Amphipoda</i>	<i>Hyaellidae</i>	8
ARTHROPODA	Insecta	<i>Ephemeroptera</i>	<i>Leptohyphidae</i>	7
ARTHROPODA	Insecta	<i>Ephemeroptera</i>	<i>Baetidae</i>	7
ARTHROPODA	Insecta	<i>Odonata</i>	<i>Aeshnidae</i>	6
ARTHROPODA	Insecta	<i>Odonata</i>	<i>Libellulidae</i>	6
ARTHROPODA	Insecta	<i>Plecoptera</i>	<i>Gripopterygidae</i>	10
ARTHROPODA	Insecta	<i>Lepidoptera</i>	<i>Pyralidae</i>	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Coleoptera</i>	<i>Elmidae</i>	6
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Tipulidae</i>	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Muscidae</i>	2
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Ceratopogonidae</i>	2
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Simuliidae</i>	2
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Chironomidae</i>	2
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Culicidae</i>	2

Nota: Valoración según tabla 4. Puntuación de acuerdo a cada familia encontrada.
Elaboración propia.

Estación 04

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	PUNTUACIÓN BMWP
ANNELIDA	Annelida	<i>Oligochaeta</i>	<i>Tubificidae</i>	0
ANNELIDA	Clitellata	<i>Hirudinea</i>	<i>Glossiphoniidae</i>	3
ANNELIDA	Clitellata	<i>Hirudinea</i>	<i>Cyclobdellidae</i>	3
MOLUSCA	Gasteropoda	<i>Basommatopho</i>	<i>Physidae</i>	3
MOLUSCA	Bivalvia	<i>Veneroidea</i>	<i>Sphaeriidae</i>	3
ARTHROPODA	Crustacia	<i>Amphipoda</i>	<i>Hyalellidae</i>	8
ARTHROPODA	Insecta	<i>Ephemeroptera</i>	<i>Leptohyphidae</i>	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Ephemeroptera</i>	<i>Baetidae</i>	7
ARTHROPODA	Insecta	<i>Odonata</i>	<i>Aeshnidae</i>	6
ARTHROPODA	Insecta	<i>Odonata</i>	<i>Libellulidae</i>	6
ARTHROPODA	Insecta	<i>Plecoptera</i>	<i>Gripopterygidae</i>	10
ARTHROPODA	Insecta	<i>Lepidoptera</i>	<i>Pyralidae</i>	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Coleoptera</i>	<i>Elmidae</i>	3
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Tipulidae</i>	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Muscidae</i>	2
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Ceratopogonidae</i>	2
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Simuliidae</i>	2
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Chironomidae</i>	2
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Culicidae</i>	2

Nota: Valoración según tabla 4. Puntuación de acuerdo a cada familia encontrada.
Elaboración propia.

Estación 05

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	PUNTUACIÓN BMWP
ANNELIDA	Annelida	<i>Oligochaeta</i>	<i>Tubificidae</i>	0
ANNELIDA	Clitellata	<i>Hirudinea</i>	<i>Glossiphoniidae</i>	3
ANNELIDA	Clitellata	<i>Hirudinea</i>	<i>Cyclobdellidae</i>	3
MOLUSCA	Gasteropoda	<i>Basommatophora</i>	<i>Physidae</i>	3
MOLUSCA	Bivalvia	<i>Veneroidea</i>	<i>Sphaeriidae</i>	3
ARTHROPODA	Crustacia	<i>Amphipoda</i>	<i>Hyalellidae</i>	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Ephemeroptera</i>	<i>Leptohyphidae</i>	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Ephemeroptera</i>	<i>Baetidae</i>	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Odonata</i>	<i>Aeshnidae</i>	6
ARTHROPODA	Insecta	<i>Odonata</i>	<i>Libellulidae</i>	6
ARTHROPODA	Insecta	<i>Plecoptera</i>	<i>Gripopterygidae</i>	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Lepidoptera</i>	<i>Pyalidae</i>	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Coleoptera</i>	<i>Elmidae</i>	3
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Tipulidae</i>	2
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Muscidae</i>	2
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Ceratopogonidae</i>	2
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Simuliidae</i>	2
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Chironomidae</i>	2
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Culicidae</i>	2

Nota: Valoración según tabla 4. Puntuación de acuerdo a cada familia encontrada.
Elaboración propia.

Estación 06

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	PUNTUACIÓN BMWP
ANNELIDA	Annelida	<i>Oligochaeta</i>	<i>Tubificidae</i>	0
ANNELIDA	Clitellata	<i>Hirudinea</i>	<i>Glossiphoniidae</i>	3
ANNELIDA	Clitellata	<i>Hirudinea</i>	<i>Cyclobdellidae</i>	3
MOLUSCA	Gasteropoda	<i>Basommatopho</i>	<i>Physidae</i>	3
MOLUSCA	Bivalvia	<i>Veneroidea</i>	<i>Sphaeriidae</i>	3
ARTHROPODA	Crustacia	<i>Amphipoda</i>	<i>Hyaellidae</i>	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Ephemeroptera</i>	<i>Leptohephidae</i>	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Ephemeroptera</i>	<i>Baetidae</i>	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Odonata</i>	<i>Aeshnidae</i>	6
ARTHROPODA	Insecta	<i>Odonata</i>	<i>Libellulidae</i>	6
ARTHROPODA	Insecta	<i>Plecoptera</i>	<i>Gripopterygidae</i>	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Lepidoptera</i>	<i>Pyralidae</i>	2
ARTHROPODA	Insecta	<i>Coleoptera</i>	<i>Elmidae</i>	0
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Tipulidae</i>	2
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Muscidae</i>	2
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Ceratopogonidae</i>	2
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Simuliidae</i>	2
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Chironomidae</i>	2
ARTHROPODA	Insecta	<i>Diptera</i>	<i>Culicidae</i>	2

Nota: Valoración según tabla 4. Puntuación de acuerdo a cada familia encontrada.
Elaboración propia.

Anexo I. Promedio de los índices en cada estación aplicados.

Índice	Estación 01	Estación 02	Estación 03	Estación 04	Estación 05	Estación 06	Promedio
Margared	10	11	16	14	13	13	
Simpson	0.78	0.77	0.81	0.78	0.79	0.78	
Shannon - Wiener	1.839	1.852	2.069	1.887	1.878	1.87	1.899
BMWP COL	23	36	72	62	39	38	45
ETP	0	0	7.34	5.62	0	0	2.16