

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO
FACULTAD DE ECOLOGÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS AMBIENTALES



**“MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO INDICADORES
BIOLÓGICOS Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DEL AGUA EN LA
MICROCUCENCA MISHQUIYACU, PROVINCIA DE MOYOBAMBA - 2014”**

TESIS

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SANITARIO**

AUTORES

**BACH. JUANITA CAROLE, VILLACORTA VEGAS
BACH. JUAN LUIS, PEÑA MENDOZA**

ASESOR

BLGO. M.SC. ALFREDO IBAN DÍAZ VISITACIÓN

N° DE REGISTRO: 06051913

MOYOBAMBA – PERÚ

2014

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO
FACULTAD DE ECOLOGÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS AMBIENTALES



**“MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO INDICADORES
BIOLÓGICOS Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DEL AGUA EN LA
MICROCUCENCA MISHQUIYACU, PROVINCIA DE MOYOBAMBA - 2014”**

TESIS

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SANITARIO**

AUTORES

**BACH. JUANITA CAROLE, VILLACORTA VEGAS
BACH. JUAN LUIS, PEÑA MENDOZA**

ASESOR

BLGO. M.SC. ALFREDO IBAN DÍAZ VISITACIÓN

N° DE REGISTRO: 06051913

MOYOBAMBA – PERÚ

2014



ACTA DE SUSTENTACION PARA OBTENER EL TITULO

PROFESIONAL DE INGENIERO SANITARIO

En la sala de conferencia de la Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín-T sede Moyobamba y siendo las **Once de la Mañana** del día **Lunes 22 de Diciembre del Dos Mil Catorce**, se reunió el Jurado de Tesis integrado por:

Blgo. Pesq. ESTELA BANCES ZAPATA

PRESIDENTE

Ing. JUAN JOSÉ PINEDO CANTA

SECRETARIO

Lic. RONALD JULCA URQUIZA

MIEMBRO

Blgo. ALFREDO IBAN DÍAZ VISITACIÓN

ASESOR

Para evaluar la Sustentación de la Tesis Titulado "**MACROINVERTEBRADOS ACUATICOS COMO INDICADORES BIOLÓGICOS Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DEL AGUA EN LA MICROCUENCA MISHQUIYACU , PROVINCIA DE MOYOBAMBA - 2013**"; presentado por los Bachilleres en Ingeniería Sanitaria **JUANITA CAROLE VILLACORTA VEGAS Y JUAN LUIS PEÑA MENDOZA** según Resolución Consejo de Facultad N° **0135-2013- UNSM-T-FE-CF de fecha 27 de Setiembre del 2013**.

Los señores miembros del Jurado, después de haber escuchado la sustentación, las respuestas a las preguntas formuladas y terminada la réplica; luego de debatir entre sí, reservada y libremente lo declaran: **APROBADO** por **MAYORÍA** con el calificativo de **REGULAR** y nota **DOCE (12)**.

En fe de la cual se firma la presente acta, siendo las **12:50pm** horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el presente acto de sustentación.

Blgo. Pesq. Estela Bances Zapata
Presidente

Ing. Juan José Pinedo Canta
Secretario

Blgo. Alfredo Iban Díaz Visitación
Asesor

I. DEDICATORIA:

Dedicamos este trabajo de Tesis a Dios, por habernos dado la vida y permitirnos llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A nuestros padres por ser el pilar más importante y por demostrarnos siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones. A nuestras hermanas por compartir momentos significativos con nosotros y por estar dispuestas a escucharnos y ayudarnos en cualquier momento.

Autores.

II. AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de tesis primeramente nos gustaría agradecer a Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A la UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN por darnos la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A nuestro asesor de tesis, Blgo. Alfredo Díaz Visitación, por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en nosotros que podamos terminar nuestros estudios con éxito.

También nos gustaría agradecer a nuestros profesores durante toda nuestra carrera profesional porque todos han aportado a nuestra formación.

Autores.

INDICE

I. DEDICATORIA:	i
II. AGRADECIMIENTO	ii
III. ÍNDICE	iii
IV. RESUMEN	x
V. ABSTRACT	xi
CAPITULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:	1
1.2. OBJETIVOS	3
1.2.1 Objetivo General:	3
1.2.2. Objetivos Específicos:	3
1.3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	4
1.3.1. Antecedentes de la investigación	4
1.3.2. Bases teóricas	7
1.3.3. Definición de términos	21
1.4. VARIABLES:	24
1.4.1. Variable Independiente “X”:	24
1.4.2. Variable Dependiente “Y”:	24
1.5. HIPÓTESIS	27
CAPITULO II: MARCO METODOLÓGICO	28
2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN:	28
2.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:	29
2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA:	29
2.3.1. Población:	29
2.3.2. Muestra:	29
2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:	30
2.4.1. TÉCNICAS:	30

2.4.2. INSTRUMENTOS:	35
2.5. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS:	36
2.5.1. Técnicas de Índices biológicos	36
2.5.2. Técnica Estadística:	42
CAPITULO III: RESULTADOS	43
3.1. RESULTADOS:	43
3.1.1. COMPOSICIÓN TAXONÓMICA:	43
3.1.2. ABUNDANCIA ABSOLUTA Y RIQUEZA ESPECÍFICA:	47
3.1.3. ABUNDANCIA RELATIVA:	50
3.1.4. FRECUENCIA ABSOLUTA Y RELATIVA:	53
3.1.5. VALORES DE LOS PARÁMETROS COMUNITARIOS:	56
3.1.6. CALIFICACIÓN DE LAS AGUAS DE LA MICROCUENCA MISHQUIYACU SEGÚN EL <i>BMWP/COL</i> :	58
3.1.7. PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS EN LA MICROCUENCA MISHQUIYACU.	61
3.1.8. CORRELACIÓN DE PEARSON:	65
3.2. DISCUSIÓN:	71
3.3. CONCLUSIONES:	75
3.4. RECOMENDACIONES:	76
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
ANEXOS	

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 01. Composición Taxonómica de Macroinvertebrados Acuáticos encontrados en la Microcuenca Mishquiyacu, Enero, Marzo y Mayo de 2014.....	24
Tabla N° 02. Abundancia absoluta y riqueza específica de los Macroinvertebrados Acuáticos encontrados en cada estación de muestreo la Microcuenca Mishquiyacu, en el mes de Enero de 2014.....	27
Tabla N° 03: Abundancia relativa (%) de los Macroinvertebrados Acuáticos encontrados en cada estación de muestreo la Microcuenca Mishquiyacu, en el mes de Enero de 2014.....	33
Tabla N° 04. Frecuencia Absoluta y Frecuencia Relativa (%) de los Macroinvertebrados Acuáticos encontrados en cada estación de muestreo la Microcuenca Mishquiyacu, en el mes de Enero de 2014	38
Tabla N° 05. Valores de los parámetros comunitario obtenidos mediante el muestreo de macroinvertebrados acuáticos en las tres estaciones de muestreo en la Microcuenca Mishquiyacu, en el mes de Enero de 2014	41
Tabla N° 06. Calificación de las aguas de la Microcuenca Mishquiyacu, según los valores obtenidos de la aplicacin del índice BMWP/Col. en el mes de Enero de 2014	43
Tabla N° 07. Abundancia absoluta y riqueza específica de los Macroinvertebrados Acuáticos encontrados en cada estación de muestreo la Microcuenca Mishquiyacu, en el mes de Marzo.....	44
Tabla N° 08. Abundancia relativa (%) de los Macroinvertebrados Acuáticos encontrados en cada estación de muestreo la Microcuenca Mishquiyacu, en el mes de Marzo de 2014	45
Tabla N° 09. Frecuencia Absoluta y Frecuencia Relativa (%) de los Macroinvertebrados Acuáticos encontrados en cada estación de muestreo la Microcuenca Mishquiyacu, en el mes de Marzo de 2014.	46
Tabla N° 10. Valores de los parámetros comunitario obtenidos mediante el muestreo de macroinvertebrados acuáticos en las tres estaciones de muestreo en la Microcuenca Mishquiyacu, en el mes de marzo de 2014.....	47
Tabla N° 11. Calificación de las aguas de la Microcuenca Mishquiyacu, según los valores obtenidos de la aplicación del índice BMWP en el mes de Marzo de 2014	48

Tabla N° 12. Abundancia absoluta y riqueza específica de los Macroinvertebrados Acuáticos encontrados en cada estación de muestreo la Microcuenca Mishquiyacu, en el mes de Mayo de 2014.....	49
Tabla N° 13. Abundancia relativa (%) de los Macroinvertebrados Acuáticos encontrados en cada estación de muestreo la Microcuenca Mishquiyacu, en el mes de Mayo de 2014.....	50
Tabla N° 14. Frecuencia Absoluta y Frecuencia Relativa (%) de los Macroinvertebrados Acuáticos encontrados en cada estación de muestreo la Microcuenca Mishquiyacu, en el mes de Mayo	51
Tabla N° 15. Valores de los parámetros comunitario obtenidos mediante el muestreo de macroinvertebrados acuáticos en las tres estaciones de muestreo en la Microcuenca Mishquiyacu, en el mes de Mayo de 2014.	52
Tabla N° 16. Calificación de las aguas de la Microcuenca Mishquiyacu, según los valores obtenidos de la aplicación del índice BMWP	53
Tabla N° 17: Mapa de la microcuenca Mishquiyacu, donde se muestreo la calidad biológica basado en los resultados obtenidos con la aplicación del índice BMWP , en los meses de Enero a Mayo.	54
Tabla N° 18: Parámetros físico-químicos en evaluados en la microcuenca Mishquiyacu, en cada uno de los meses de Enero, Marzo y Mayo del 2014.....	55
Tabla N° 19. Coeficiente de correlación de Pearson del Indice BMWP/Col. de los macroinvertebrados acuaticos indicadores de la calidad de agua en relación con los parámetros Físicos en la microcuenca Mishquiyacu, los meses de Enero, Marzo y Mayo del 2014.	56
Tabla N° 20. Coeficiente de correlación de Pearson del Indice BMWP/Col. de los macroinvertebrados acuaticos indicadores de la calidad de agua en relación con los parámetros Químicos en la microcuenca Mishquiyacu, los meses de Enero, Marzo y Mayo del 2014.....	56
Tabla N° 21. Valores de los parámetros comunitario obtenidos mediante el muestreo de macroinvertebrados acuáticos en las tres estaciones de muestreo en la Microcuenca Mishquiyacu, en el mes de Mayo de 2014.	57

Tabla N° 22. Calificación de las aguas de la Microcuenca Mishqiyacu, según los valores obtenidos de la aplicación del índice BMWP/Col. en el mes de Enero de 2014.....	58
Tabla N° 23. Calificación de las aguas de la Microcuenca Mishqiyacu, según los valores obtenidos de la aplicación del índice BMWP/Col. en el mes de Marzo de 2014.....	58
Tabla N° 24. Calificación de las aguas de la Microcuenca Mishqiyacu, según los valores obtenidos de la aplicación del índice BMWP/Col en el mes de Mayo de 2014... ..	59
Tabla N° 25. Consolidado de la calificación de las aguas de la Microcuenca Mishqiyacu, según los valores obtenidos de la aplicación del índice BMWP/Col, en los meses de Enero a Mayo.....	60
Tabla N° 26. Parámetros físico-químicos evaluados en la microcuenca Mishqiyacu en el mes de Enero, 2014.....	61
Tabla N° 27. Parámetros físico-químicos evaluados en la microcuenca Mishqiyacu en el mes de Marzo, 2014.....	62
Tabla N° 28. Parámetros físico-químicos evaluados en la microcuenca Mishqiyacu en el mes de Mayo, 2014.....	63
Tabla N° 29. Parámetros físico-químicos evaluados en la microcuenca Mishqiyacu en en los meses de Enero, Marzo y Mayo, 2014.....	64
Tabla N° 30. Coeficiente de correlación de Pearson del Indice BMWP/Col. de los macroinvertebrados acuaticos indicadores de la calidad de agua en relación con el parámetro Físico-Químico de la Temperatura en la microcuenca Mishqiyacu, los meses de Enero, Marzo y Mayo del 2014... ..	65
Tabla N° 31. Coeficiente de correlación de Pearson del Indice BMWP/Col. de los macroinvertebrados acuaticos indicadores de la calidad de agua en relación con el parámetros Físico-Químico de la Conductividad en la microcuenca Mishqiyacu, los meses de Enero, Marzo y Mayo del 2014... ..	66
Tabla N° 32. Coeficiente de correlación de Pearson del Indice BMWP/Col. de los macroinvertebrados acuaticos indicadores de la calidad de agua en relación con el parámetro Físico-Químico de Oxígeno Disuelto en la microcuenca Mishqiyacu, los meses de Enero, Marzo y Mayo del 2014... ..	67
Tabla N° 33. Coeficiente de correlación de Pearson del Indice BMWP/Col. de los macroinvertebrados acuaticos indicadores de la calidad de agua en relación con el	

parámetro Físico-Químico del pH en la microcuenca Mishquiyacu, los meses de Enero, Marzo y Mayo del 2014.....68

Tabla N° 34. Coeficiente de correlación de Pearson del Índice BMWP/Col. de los macroinvertebrados acuáticos indicadores de la calidad de agua en relación con el parámetro Físico-Químico del Nitrato en la microcuenca Mishquiyacu, los meses de Enero, Marzo y Mayo del 2014.....69

Tabla N° 35. Coeficiente de correlación de Pearson del Índice BMWP/Col. de los macroinvertebrados acuáticos indicadores de la calidad de agua en relación con el parámetro Físico-Químico del Sulfato en la microcuenca Mishquiyacu, los meses de Enero, Marzo y Mayo del 2014.....70

INDICE DE FOTOS

Fotografía N° 01: Estación de muestreo N° 02 en vista Panorámica

Fotografía N° 02: Materiales empleados para la recolección de las muestras.

Fotografía N° 03: Recolectando las muestras en Estación N° 02.

Fotografía N° 04: Muestras recolectadas en Estación N° 02.

Fotografía N° 05: Foto panorámica de la Estación N° 03.

Fotografía N° 06: Recolectando muestras de la Estación N° 03.

Fotografía N° 07: Colocando muestras de la Estación N° 03 en el frasco esterilizado.

Fotografía N° 08: Vista microscópica de individuos de la familia Hydropsychidae.

III. RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene por objeto el estudio la relación que existe entre los macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos y la calidad del agua de la Microcuenca Mishquiyacu, utilizando para ello el índice BMWP/Col. (Biological Monitoring Working Party), mismo que asigna puntajes a las especies de macroinvertebrados de acuerdo a su nivel de tolerancia a la contaminación, las escala es de 1 a 10, siendo las especies de puntaje alto las menos tolerantes a la contaminación del agua, y las menos puntuadas las más resistente a la presencia de contaminación.

Además del monitoreo biológico también se realizaron mediciones con parámetros tales como Temperatura, conductividad, oxígeno disuelto, pH, nitrato y sulfato, para cierta forma tener una visualización más exitosa sobre los factores que inciden en la presencia o ausencia de las especies, y su incidencia directa sobre la calidad del agua.

Para el desarrollo del trabajo de investigación, se procedió a crear puntos de monitoreo en diferentes tramos de la Microcuenca, abaratando de cierta manera los tramos alto (Estación E1), medio (Estación E2) y bajo (Estación E3). De esta manera considerando 03 estaciones de monitoreo en los diferentes tramos de la Microcuenca para de esta manera tener una idea general de la situación en cada uno de los puntos.

En base a los resultados obtenidos en esta investigación, se generan conclusiones y recomendaciones que los organismos encargados de velar por la calidad ambiental de los ríos y ecosistemas acuáticos deberán tener presente en sus estudios, para de esta forma poder tomar decisiones y acciones que vayan en la mejora continua de la Microcuenca y por ende de los recursos acuáticos con los que cuenta y goza la ciudad de Moyobamba.



CENTRO DE IDIOMAS

ABSTRACT

This research work is to study the relationship between the aquatic macro invertebrates as biological indicators and the water quality in the Mishquiyacu watershed, using the index BMWP/Col. (Biological Monitoring Working Party), same that assigns scores to the species of macro invertebrates in accordance to their level of tolerance to pollution, the scale is from 1 to 10, being the species of high scores the least tolerant to water pollution, and the least scored the most resistant to the presence of contamination.

In addition to the biological monitoring measurements were also made with parameters such as temperature, conductivity, dissolved oxygen, pH, nitrate and sulfate, to some extent have a display more successful on the factors that affect the presence or absence of the species, and their direct impact on the water quality.

For the development of the research work, it is proceeded to create monitoring points in different sections of the watershed, less costly in a certain way the stages high (Station E1), medium (Station E2) and low (Station E3). In this way considering 03 monitoring stations in the different sections of the watershed for in this way have a general idea of the situation in each of the points.

Based on the results obtained in this research, are generated conclusions and recommendations that the enforcement agencies to ensure the environmental quality of the rivers and aquatic ecosystems must be borne in mind in their studies, for in this way be able to take decisions and actions that go in the continuous improvement of the watershed and therefore on the aquatic resources with those who account and enjoy the Moyobamba city.

Key words: biological indicators, environmental quality.

CAPITULO I: El problema de investigación

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

Más allá del impacto del crecimiento mismo de la población, el consumo de agua dulce ha estado aumentando en respuesta al desarrollo industrial y agrícola, siendo el agua considerado como uno de los mayores conflicto geopolítico del siglo XXI ya que se espera que en el año 2025, la demanda de este elemento tan necesario para la vida humana será un 56% superior que el suministro y lamentablemente quienes posean agua podrían ser víctimas de un saqueo forzado. (Salazar, Enrique. 2006)

Debido a la creciente explosión demográfica la escasez y deterioro de la calidad del agua está afectando la salud y el bienestar de la población en países en vías de desarrollo; convirtiéndose en motivo de preocupación a nivel mundial ya que el agua que dispone la humanidad se está reduciendo a raíz de una constante contaminación de los recursos hídricos mediante el aumento de los niveles de nutrientes (generalmente fósforo y nitrógeno) que afecta sustancialmente a los usos domésticos del agua por las alteraciones en su composición natural. Es por esto que casi la mitad de los habitantes de los países en desarrollo sufren enfermedades provocadas, directa o indirectamente, por el consumo de agua o alimentos contaminados, o por los organismos causantes de enfermedades que se desarrollan en el agua. (Salazar, Enrique. 2006)

En nuestro país, durante la última década, los problemas ambientales relacionados con el agua han aumentado tanto en zonas urbanas como rurales, siendo un impedimento para lograr el uso eficiente del recurso y compromete el abastecimiento, tanto en calidad como en cantidad. La contaminación minera se manifiesta a través del vertimiento de los desechos o relaves mineros, portadores de metales contaminantes (cobre, zinc, cadmio, plomo, arsénico y otros), y de la minería aurífera por la contaminación de mercurio, especialmente en Madre de Dios y Cajamarca. (Salazar, Enrique. 2006)

En la ciudad de Moyobamba la calidad del agua se ve afectada por la contaminación de las aguas superficiales, debido al lavado de café directamente en las quebradas (Rumiyacu y Mishquiyacu), la erosión del terreno en las nacientes de donde provienen las aguas por la deforestación existente, y contaminación fecal por el tránsito de animales de carga y personas dentro de las Microcuencas; donde estos se filtran afectando la calidad de la misma; lo que conlleva a un elevado costo del análisis físico-químico y microbiológico para la potabilización de las aguas, siendo una dificultad la falta de implementación con equipos que permitan un control y análisis de calidad más amplio.

Frente a esto se formuló la siguiente interrogante, ¿Existirá una relación entre la presencia de macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos y la calidad de agua (parámetros físico-químicos) de la microcuenca Mishquiyacu?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General:

Determinar la relación que existe entre los macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos y la calidad del agua de la Microcuenca Mishquiyacu, durante el periodo de los meses de Enero, Marzo y Mayo del 2014.

1.2.2. Objetivos Específicos:

- Identificar la diversidad de familias taxonómicas de Macroinvertebrados acuáticos existentes en la microcuenca Mishquiyacu.
- Determinar puntuaciones asignadas a las diferentes familias de macroinvertebrados acuáticos según el Índice BMWP/Col (adaptación realizada para Colombia por Zamora, G.H. y otros, 1991).
- Determinar la relación de la calificación del agua de la microcuenca Mishquiyacu según los valores del IBMWP/Col. con los parámetros físicos – químicos.

1.3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.3.1. Antecedentes de la investigación

- ACOSTA, Carlos Raúl (2009). En la tesis titulada “Estudio de la Cuenca Altoandina del Río Cañete (Perú): Distribución Altitudinal de la Comunidad de Macroinvertebrados Bentónicos y Caracterización Hidroquímica de sus Cabeceras Cársticas”. El principal componente de la dieta de *Hyaella* sp en la mayoría de hábitats fue el FPOM, especialmente en travertino con una media de 69,5%, en *Myriophyllum* con 58,5% y en musgo 1 con 56,8%. El único hábitat en el que el CPOM tuvo un mayor aporte en la composición de la dieta fue en los individuos procedentes de la hojarasca de *E. resinosa*, con una media de 68%. Aunque los dos principales componentes de la dieta de *Hyaella* fueron el CPOM y el FPOM. se encontró que *Hyaella* sp consumió significativamente una mayor cantidad de hojarasca de *Polylepis* spp, con una media de 0,075mg/cámara/3 días en comparación a *E. globulus* con 0,025 mg./cámara/3 días.
- ARIZA, Felix Antonio (2007). En la Tesis Titulada “Macroinvertebrados Bentónicos como Bioindicadores de contaminantes de la Cuenca baja del canal del dique, Bolivar-Colombia”. Se reportaron 39 familias distribuidas en 12 órdenes, siendo los coleópteros, dípteros y hemípteros las más abundantes. Siendo los más dominantes en las estaciones 3y 4 la familia Ampulariidae, tubificidae. La menor frecuencia de ocurrencia fueron los Trichopteros y la familia Chilinilidae. Se determinó que la familia más sensible a los bajos niveles de oxígeno disuelto fue la familia Leptoceridae del orden Trichoptera.
- ASPAJO, Dante (2012). En la Tesis titulada “Determinación de la Calidad del Agua para uso Doméstico de la Quebrada Rumiyaçu, en el Área de Conservación Municipal Rumiyaçu – Mishquiyaçu. Moyobamba, San Martín-2012”. Se concluye que de los 19 parámetros y los correspondientes estándares de calidad

ambiental, se encontró que dentro de los cinco parámetros físicos determinados, la turbiedad se encuentra por encima de los estándares de calidad ambiental, asimismo los 11 parámetros químicos determinados todos se encuentran dentro de los estándares de calidad ambiental y por lo contrario dentro de los parámetros biológicos establecidos, tenemos que los coliformes totales y termotolerantes se encuentran por encima de los estándares de calidad ambiental, solo estando dentro de los estándares de calidad ambiental la demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)5.

- EGUÍA, Alonso y otros (2005). En la tesis titulada “Monitoreo biológico de la calidad del agua en ríos caudalosos: Amacuzac y Balsas”. Mexico. En el Río Amacuzac en épocas de estiaje se recolectaron un total de 2,128 organismos identificados taxonómicamente en 41 familias de 15 órdenes y seis clases. La estructura de la comunidad de cada localidad se muestra en la ilustración 2, en la que se señalan las 22 familias más abundantes. En épocas de lluvias recolectaron 456 organismos, identificados en 34 familias de 12 órdenes y cinco clases. En el Río Balsas Estiaje se colectaron un total de 126 organismos macroinvertebrados, identificados en veinte familias de 11 órdenes y dos clases. Y en lluvias se recolectaron únicamente 53 organismos pertenecientes a 22 familias, 11 órdenes y cuatro clases.
- IANNACONE, José y otros (2001). En la tesis titulada “Uso de macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de la calidad de agua en el río Rimac, Lima-Callao, Peru, Lima – Perú”. Se realizó un estudio para evaluar la biodiversidad y similaridad de los macroinvertebrados del bentos de las lagunas de Puerto. Se realizaron siete muestreos (M) temporales en ocho estaciones (E) espaciales en sus lagunas naturales y artificiales. Se calculó la diversidad alfa usando el Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H'), el de Equidad de Pielou (J') y el Índice de Dominancia de Simpson (C). Para la determinación de la diversidad beta se empleó los Índices cuantitativos de

Sörensen y Morisita-Horn. Un total de 5519 especímenes, tres filas, seis órdenes, nueve familias y 10 especies fueron colectadas en el macrozoobentos durante todo este estudio.

- PAREDES, Cristian y otros (2003). En la tesis titulada, Uso de Macroinvertebrados Bentónicos como bioindicadores de la calidad de agua en el río Rimac, Lima-Callao, Peru. Se determinó la composición faunística, riqueza de familias y calidad del agua con base en el índice Biological Monitoring Working Party modificado (BMWP' modif.). La evaluación se realizó en seis estaciones de muestreo ubicadas a lo largo del curso del río Rímac, que cruza Lima y Callao. Se registraron 35 taxa de MIB: Hexapoda (27). Annelida (2). Mollusca (2). Arachnida (2). Plathyelminthes (1) y Chilopoda (1). De los 2.166 especímenes coleccionados. Oligochaeta (n = 597) obtuvo la mayor abundancia absoluta, seguido por Psychodidae (n = 521). Physidac (n = 442). Chironomidae (n = 300) y Dixidae (n = 168).
- SÁNCHEZ, David y otros (2007). En la tesis titulada “Los Macroinvertebrados Acuáticos de las Salinas de Añana (Álava, España): Biodiversidad, Vulnerabilidad y Especies Indicadores”. Se identificaron tanto las especies con mayor grado de amenaza con aquellas que poseen mayor valor indicador. Finalmente, se pretende determinar el estado actual de conservación y los principales impactos que sufre el área estudiada. Se han encontrado un total de 84 taxones, 61 de ellos identificados hasta el nivel de especie. Las especies con mayor valor indicador del grado de naturalidad de los ambientes salinos de Añana son: *Nebrioporus Baeticus* en ambientes salinos loticos y *Ochthebius notabilis* en pozos y cubetas salineras. Estas dos especies son, también, las más vulnerables de las que aparecen en la zona de estudio.

1.3.2. Bases teóricas

1.3.2.1. CALIDAD DEL AGUA

La calidad del agua se refiere a las condiciones en que se encuentra el agua respecto a características físicas, químicas y biológicas, en su estado natural o después de ser alteradas por el accionar humano. El concepto de calidad del agua ha sido asociado al uso del agua para consumo poblacional, entendiéndose que el agua es de calidad cuando puede ser usada sin causar daño. Sin embargo, dependiendo de otros usos que se requieran para el agua, así se puede determinar la calidad del agua para dichos usos. (Lenntech. 2006)

En este contexto, se considera que el agua es de buena calidad cuando está libre de sustancias y microorganismos que sean peligrosos para la salud de los consumidores y está exenta de sustancias que transmitan sensaciones sensoriales desagradables para el consumo, como el color, el olor, el sabor o turbiedad. La importancia de la calidad del agua radica en que el agua es uno de los principales medios para la transmisión de muchas enfermedades que afectan a los humanos. (Lenntech. 2006)

1.3.2.2. EVALUACIÓN BIOLÓGICA DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS

Los organismos vivos que habitan en los cursos de agua presentan estas adaptaciones evolutivas a unas determinadas condiciones ambientales y presentan unos límites de tolerancia a las diferentes alteraciones de las mismas. Estos límites de tolerancia varían, y así, frente a una determinada alteración se encuentran organismos “sensibles” que no soportan las nuevas condiciones impuestas, comportándose como “intolerantes”, mientras que otros, que son “tolerantes” no se ven afectadas. Si la perturbación llega a un nivel letal para los intolerantes estos mueren y su

lugar es ocupado por comunidades de organismos tolerantes. Del mismo modo, aun cuando la perturbación no sobrepase el umbral letal, los organismos intolerantes abandonan la zona alterada, con la cual dejan espacio libre que puede ser colonizado organismos tolerantes. De modo que, variaciones inesperadas en la composición y estructura de las comunidades de organismos vivos de los ríos pueden interpretarse como signos evidentes de algún tipo de contaminación. (ALBA, Tercedor. 1996.)

1.3.2.3. CALIDAD BIOLÓGICA

El término “calidad”, referido a las aguas continentales, no es un concepto absoluto ni de fácil definición. Por el contrario es un concepto relativo que depende del destino final del recurso. De modo que, y a título de ejemplo, mientras que las aguas fecales en ningún caso podríamos considerarlas de calidad apropiada para la bebida, por los problemas sanitarios que conllevaría su uso. Sin embargo por su alto contenido en materia orgánica podrían resultar aptos para el riego de plantas ornamentales, o de plantaciones forestales. Del mismo modo aguas de altas montaña, que intuitivamente podríamos asociar con pureza y de buena calidad, podrían resultar poco apropiadas para la bebida al calmar escasamente la sed por su bajo contenido en sales y por su bajo pH que les confiere un carácter corrosivo del esmalte dental. (ALBA, Tercedor. 1996.)

1.3.2.4. BIOINDICADORES

En general, todo organismo es indicador de las condiciones del medio en que se desarrolla, ya que de cualquier forma su existencia en un espacio y momentos determinados responden a su capacidad de adaptarse a los distintos factores ambientales. Sin embargo, en términos más estrictos, un

indicador biológico acuático se ha considerado como aquél cuya presencia y abundancia señalan algún proceso o estado del sistema en el cual habita. Los indicadores biológicos se han asociado directamente con la calidad del agua más que con procesos ecológicos o con su distribución geográfica. Es pertinente aclarar que más que a un organismo, el indicador biológico se refiere a la población de individuos de la especie indicadora, y en el mejor de los casos al conjunto de especies que conforman una comunidad indicadora. (ARCE, Omar. 2006).

➤ **Principios de Bioindicadores:**

Un contaminante o cualquier otro evento particular que perturbe las condiciones iniciales de un sistema acuático provocaran una serie de cambios en los organismos, cuya magnitud dependerá del tiempo que dure la perturbación, su intensidad y su naturaleza. La acción puede ser indirecta (cambios en el medio) o directa (ingestión o impregnación). Los efectos sobre la fauna acuática cuando es sometida a la descarga de una sustancia tóxica; a medida que transcurre el tiempo se pasa de respuestas individuales (bioquímicas y fisiológicas) a respuestas poblacionales, comunitarias y ecosistemicas. (ARCE, Omar. 2006).

Entonces un indicador biológico será aquel que logre soportar los efectos ocasionados por el elemento perturbante, es decir, que muestre algún tipo de respuesta compensatoria o tolerante. Estas respuestas significan para la especie mantener el funcionamiento normal a expensas de un gran gasto metabólico. (ARCE, Omar. 2006).

1.3.2.5. MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

Los macroinvertebrados acuáticos son los invertebrados de un tamaño relativamente grande (visibles al ojo humano), no muy inferiores de 0.5 mm pero habitualmente mayores de 3mm. Comprenden principalmente artrópodos (insectos, arácnidos y crustáceos) y dentro de estos dominan los insectos (en especial sus formas larvarias); también se encuentran oligoquetos, hirudíneos y moluscos (y con menor frecuencia celentéreos, briozoos o platelmintos). Los macroinvertebrados son el grupo dominante en los ríos y también se encuentran en el litoral y fondos de lagos y humedales. (Confederación Hidrográfica del Ebro. 2005).

Valor Indicador de los Macroinvertebrados Acuáticos

Los macroinvertebrados acuáticos son uno de los grupos biológicos más ampliamente usados como indicadores biológicos del agua. Estos se deben a que integran muchas de las cualidades que se esperan de un indicador. Entre esta destaca su elevada diversidad y que estén representadas por diferentes taxones, con requerimientos ecológicos diferentes relacionados con las características hidromorfológicas (velocidad del agua, sustrato), fisicoquímicas y biológicas del medio acuático. En el ámbito de la aplicación de la DMA (Directiva Marco del Agua, Directiva 2000/60/CE. Establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.), los macroinvertebrados acuáticos se consideran útiles para la detección, por lo cual se distingue básicamente por las siguientes características: (*Confederación Hidrográfica del Ebro. 2005*).

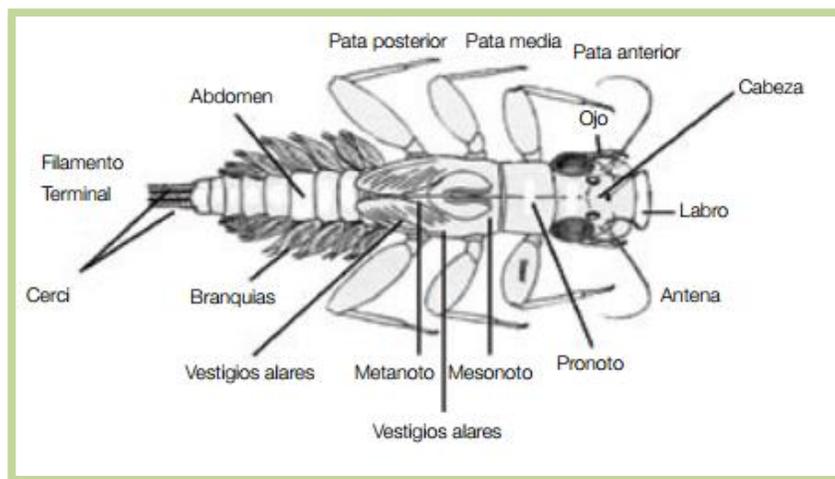
a) Las formas no son uniformes, los podemos encontrar desde:



En cuanto a la cantidad de extremidades que tienen hay desde 10 patas hasta completamente sin patas.



Las partes de un macroinvertebrado (en estado larval) se pueden divisar en la siguiente figura. Es recomendable conocer las partes de estos animales para identificar su familia y género.



Fuente: Mafla Herrera Maribel, 2005

b) Entre las órdenes de los macroinvertebrados tenemos:

- **PLECÓPTERO**

Insectos que pueden llegar a medir hasta 5 cm., aunque los que encontramos en España no superan los 2,5 cm. Poseen la cabeza con dos antenas filiformes y largas, y dos ojos compuestos. Su cabeza es aplanada al igual que su abdomen, está dividido en 11 segmentos, acaba en dos cercos o colas al final. Sus tres pares de patas son robustas y provistas de uñas para asirse a las piedras con fuerza. Las alas son membranosas y grandes con las venas bien marcadas y estas las pliegan sobre el abdomen. Los dos pares de alas que poseen no son de igual extensión, siendo las anteriores menos anchas que las posteriores.

- **EFEMERÓPTEROS**

El nombre de Efemeróptero hace referencia al escaso tiempo de vida que tienen los insectos adultos, ephemeros = dura un día; pteros = alas; alas que duran un día, en algunas especies apenas llega a unas horas, emergen al caer la tarde y mueren antes de la mañana siguiente. Los Efemerópteros poseen un ciclo de vida de los llamados incompletos (huevo, ninfa y adulto), no pasando por el estadio de pupa, este dura normalmente un año. Los adultos tienen colores bastante apagados, predominando los amarillos y pardos.

- **TRICÓPTEROS**

Los tricópteros son un orden de insectos pterigógenos, de metamorfosis completa, holometábolos, cuerpo blando y aparato bucal modificado en trompa para chupar o lamer líquidos, aunque los adultos de muchas especies no se alimentan nunca. Las alas son delicadas y de colores apagados, están cubiertas de escamas o

de pelos, a veces muy numerosos y largos, y las posteriores se pliegan en abanico. En general, parecen pequeñas mariposas de 3 a 20 milímetros de longitud y de antenas muy finas y largas.

- **DÍPTEROS**

Los dípteros son un grupo de insectos, muy variado y diversificado. Su nombre científico Dipteron (Di = Dos, Pteron = Alas), nos habla de su característica principal, solo poseen un par de alas, el delantero. Las alas traseras se reducen a una estructura parecida a unos balancines (halterios).

1.3.2.6. CUERPOS LÓTICOS

Un ecosistema lótico es el ecosistema de un río, arroyo o manantial. Incluido en el medio ambiente están las interacciones bióticas (entre plantas, animales y microorganismos) así como las interacciones abióticas (físicas y químicas).

Las aguas lóaticas pueden tener diversas formas, del venero con unos cuantos centímetros a los grandes ríos con un cauce de varios kilómetros de ancho. A pesar de tales diferencias, las siguientes características comunes hacen de la ecología de las corrientes de agua un hábitat único, distinto de otros hábitats acuáticos:

- El flujo es unidireccional.
- Presenta un estado de cambio físico continuo.
- Hay muchos grados de heterogeneidad espacial y temporal, a todas las escalas (micro-habitats).
- Gran diversidad de ecosistemas lóticos.
- La biota está especializado para vivir en condiciones fluviales.

A) Los Ríos

Los siguientes términos ayudan para entender mejor en qué consiste el sistema de un río: (*MAFLA, Maribel. 2005*).

- Zona de amortiguamiento: Esta zona se extiende unos 400 metros (pero varía dependiendo del tamaño del río y la forma del cauce) alrededor de la vegetación que crece en la orilla del río. Lo que ocurra en esta área afecta directamente la calidad del agua.
- Planicie de inundación: Es el área de la tierra que rodea a un río o estero y que se convierte en pantano cuando hay inundaciones.
- Orilla o ribera del río: Es la franja de vegetación que crece justo al borde de los bancos del río.
- Bancos del río: Son las paredes laterales que mantienen el flujo del agua en su curso. Los bancos evitan daños por inundaciones en las cuencas, siempre y cuando la fuerza del agua no los erosione, derrumbe o rebase su altura.

B) Microcuencas

Un área natural donde las aguas bajan a través de muchas quebradas que se juntan en un colector común que generalmente es un pequeño río. Cuando esta área natural o territorio tiene menos de 10.000 hectáreas y tiene características físicas, económicas y sociales similares se le llama microcuenca. (*Equipo Girh MASAL, 2009*).

1. En la dimensión ambiental, los elementos de la microcuenca son: Los recursos naturales como el agua, el suelo, las plantas, los animales, los minerales y los microorganismos.
2. En la dimensión socio cultural: Están las personas, comunidades y pueblos con sus autoridades y organizaciones, sus costumbres, tradiciones, usos, potencialidades y conflictos.

3. En la dimensión económica-productiva: Están los medios para la producción; en toda microcuenca se dispone de fuerza de trabajo, de inversiones productivas y de infraestructura e instalaciones destinadas a la producción.

C) Microcuenca Mishquiyacu

Esta Microcuenca se encuentra ubicada a una elevación aproximada de 1620 m.s.n.m en la parte alta y 944 m.s.n.m a margen derecha del Río Mayo, jurisdicción del Distrito de Moyobamba, Provincia de Moyobamba, Departamento de San Martín. Comprende un área de 777.7 hectáreas, teniendo una longitud de 2864.73 metros lineales. (EPS – Moyobamba, 2006).

La principal quebrada que atraviesan de Este a Oeste es el Mishquiyacu que desemboca en la quebrada Rumiycacu, durante su recorrido son alimentadas por otras quebradas más pequeñas y van han desembocar directamente en el Río Mayo. (EPS – Moyobamba, 2006).

1.3.2.7. ÍNDICE DE CALIDAD DE LAS AGUAS: IBMWP/Col. (*Biological Monitoring Working Party Store System*)

El Biological Monitoring Working Party Store System o Sistema para la Determinación del Índice de Monitoreo Biológico de las aguas (índice BMWP). Interpretado por Armitage P.B. Moss., en Gran Bretaña al amparo del “National Water Council” consiste en la ordenación de los Macroinvertebrados acuáticos al nivel taxonómico de familia, en 10 grupos en una escala de mayor a menor tolerancia a las alteraciones de las condiciones normales, naturales de los cuerpos de agua, asignando valores entre uno y diez puntos respectivamente. Alba-Tercedor & Jiménez- Millán, realizaron una primera adaptación para la península Ibérica.

Como el índice solo permitía obtener unas puntuaciones para comparar situaciones de calidad pero no para emitir juicios respecto de la misma. Alba- Tercedor & Sanchez- Ortega, correlacionaron los valores BMWP con cinco grados de contaminación, asignándoles además una significación de la misma en cada caso. La última actualización realizada del sistema se presenta en “Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos” Javier Alba – Tercedor.

Con base a estos trabajos y los realizados en Colombia por Zamora H. 1991, Roldan G., Zúñiga de C.M., Bohorquez A, A. Acuña, Reynoso , entre otros investigadores sobre el tema de los Macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad de las aguas epicontinentales, se presenta mediante la tabla N° 04 y 05, una adecuación para Colombia del sistema BMWP, con la finalidad de contribuir una vez más con la diversidad y enriquecimiento de las metodologías de trabajo en el campo de los análisis de la calidad de las aguas en los ecosistemas lénticos y lóticos de Colombia. (Zamora y otros 1991).

1.3.2.8. PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS:

Al hablar de calidad de aguas sean para su vertido, tratamiento de depuración, potabilización o cualquier otro uso, es imprescindible determinar una serie de parámetros físico-químicos mediante métodos normalizados, con objeto de conocer si el valor de estos parámetros se encuentra dentro del intervalo que marca la legislación vigente. En el presente trabajo se resumen los parámetros más comúnmente estudiados, indicando la norma o normas mediante las cuales debe procederse a la determinación de los mismos. (Jiménez A.A. 2000).

Dadas las propiedades físico-químicas del agua, esta se comporta como un magnífico disolvente tanto de compuestos orgánicos como

inorgánicos, ya sean de naturaleza polar o apolar; de forma que podemos encontrarnos en su seno una gran cantidad de sustancias sólidas, líquidas y gaseosas diferentes que modifican sus propiedades. A su comportamiento como disolvente hay que añadir su capacidad para que se desarrolle vida en su seno, lo que la convierte en un sistema complejo sobre el que habrá que realizar análisis tanto cualitativos como cuantitativos con objeto de conocer el tipo y grado de alteración que ha sufrido, y consecuentemente como se encuentran modificadas sus propiedades para usos posteriores. Puesto que la alteración de la calidad del agua puede venir provocada tanto por efectos naturales como por la actuación humana derivada de la actividad industrial, agropecuaria, doméstica o de cualquier otra índole, no es de extrañar que el análisis de los parámetros de calidad del agua se deba realizar a todo tipo de aguas, independientemente de su origen. (Jiménez A.A. 2000).

A continuación se describirán algunos de los parámetros físico-químicos:

- **Temperatura:** La temperatura del agua tiene una gran importancia en el desarrollo de los diversos procesos que en ella se realizan, de forma que un aumento de la temperatura modifica la solubilidad de las sustancias, aumentando la de los sólidos disueltos y disminuyendo la de los gases. La actividad biológica aproximadamente se duplica cada diez grados, aunque superado un cierto valor característico de cada especie viva, tiene efectos letales para los organismos. Un aumento anormal (por causas no climáticas) de la temperatura del agua, suele tener su origen en el vertido de aguas utilizadas en procesos industriales de intercambio de calor. La temperatura se determina mediante termometría realizada “in situ”.

- **Oxígeno Disuelto:** El Oxígeno Disuelto (OD) es la cantidad de oxígeno que está disuelta en el agua. Es un indicador de cómo de contaminada está el agua o de lo bien que puede dar soporte esta agua a la vida vegetal y animal. Generalmente, un nivel más alto de oxígeno disuelto indica agua de mejor calidad. Si los niveles de oxígeno disuelto son demasiado bajos, algunos peces y otros organismos no pueden sobrevivir.

El oxígeno disuelto en el agua proviene del oxígeno en el aire que se ha disuelto en el agua, por lo que están muy influidos por las turbulencias del río (que aumentan el OD) o ríos sin velocidad (en los que baja el OD). Parte del oxígeno disuelto en el agua es el resultado de la fotosíntesis de las plantas acuáticas, por lo que ríos con muchas plantas en días de sol pueden presentar sobresaturación de OD. Otros factores como la salinidad, o la altitud (debido a que cambia la presión) también afectan los niveles de OD.

Además, la cantidad de oxígeno que puede disolverse en el agua (OD) depende de la temperatura. El agua más fría puede contener más oxígeno en ella que el agua más caliente.

- **Conductividad:** El agua pura se comporta como aislante eléctrico, siendo las sustancias en ella disueltas las que proporcionan al agua la capacidad de conducir la corriente eléctrica. Se determina mediante electrometría con un electrodo conductimétrico, expresándose el resultado en microsiemens ($\mu\text{s}/\text{cm}^2$). Las muestras deben analizarse preferiblemente “in situ”, o conservarse en frascos de polietileno, nunca de vidrio sódico, en nevera (2-4 °C) y obscuridad durante un máximo de 24 h, teniendo la precaución de termostatarlas a 25 °C antes de realizar la determinación.

- **Potencial de Hidrógeno (pH)**: Es una medida de la concentración de iones hidronio (H_3O^+) en la disolución. Se determina mediante electrometría de electrodo selectivo (pHmetro) conservando la muestra en frasco de polietileno o vidrio de borosilicato en nevera menos de 24 h, obteniendo la concentración en valores de pH comprendidos 5.5 y 9.0. Las aguas con valores de pH menores de 7 son aguas ácidas y favorecen la corrosión de las piezas metálicas en contacto con ellas, y las que poseen valores mayores de 7 se denominan básicas y pueden producir precipitación de sales insolubles (incrustaciones). En las medidas de pH hay que tener presente que estas sufren variaciones con la temperatura y que los valores indicados son para 20 °C.
- **El Nitrato**: es encontrado naturalmente en el suelo y agua, pero usualmente a relativa bajas concentraciones (menos de 5 mg/L en agua). Sin embargo el nitrato es altamente soluble y es transportado fácilmente cuando fuentes contaminantes entran en contacto con el agua. Fuentes comunes de contaminación por nitrato incluyen sistemas sépticos, basureros, fertilizantes, estiércol, y material vegetal en descomposición.
La precipitación o la irrigación va a percolar nitrato de estas fuentes. Cuando el agua se infiltra en la tierra y corre en la superficie, el nitrato es llevado a las aguas subterráneas y/o a las aguas superficiales. Porque el nitrato es fácilmente movilizado en agua, es considerado a menudo un indicador temprano de que una fuente de contaminación está llegando al suministro de agua.
- **El sulfato (SO_4)**: se encuentra en casi todas las aguas naturales. La mayor parte de los compuestos sulfatados se originan a partir de la oxidación de las menas de sulfato, la presencia de esquistos,

y la existencia de residuos industriales. El sulfato es uno de los principales constituyentes disueltos de la lluvia.

Una alta concentración de sulfato en agua potable tiene un efecto laxativo cuando se combina con calcio y magnesio, los dos componentes más comunes de la dureza del agua. Las bacterias, que atacan y reducen los sulfatos, hacen que se forme sulfuro de hidrógeno gas (H_2S).

1.3.3. Definición de términos

a) Agua:

El agua es el principal e imprescindible componente del cuerpo humano. El ser humano no puede estar sin beberla más de cinco o seis días sin poner en peligro su vida. El cuerpo humano tiene un 75 % de agua al nacer y cerca del 60 % en la edad adulta. Aproximadamente el 60 % de este agua se encuentra en el interior de las células (agua intracelular). El resto (agua extracelular) es la que circula en la sangre y baña los tejidos.

b) Contaminación del Agua:

La contaminación del agua es cualquier cambio químico, físico o biológico en la calidad del agua que tiene un efecto dañino en cualquier ser vivo que consuma esa agua. Cuando los seres humanos beben agua contaminada tienen a menudo problemas de salud. La contaminación del agua puede también hacerla inadecuada para el uso deseado.

c) Calidad del Agua:

La calidad del agua puede definirse como la composición físico-químico-biológica que la caracteriza y recordado el hecho de que el agua pura no existe en la naturaleza, se habla que un agua es de calidad, cuando sus características la hacen aceptable para un cierto uso, por ejemplo: un agua que no sirve para beber, puede servir para riego. El conocimiento de las propiedades del agua, derivadas de estas características es fundamental para valorar los posibles inconvenientes y perjuicios que su utilización pudiera ocasionar en sus consumidores.

d) Calidad Biológica:

Al evaluar la calidad de las aguas mediante el estudio de la composición y estructuras de comunidades de organismos surge el término de calidad biológica. Se considera que un medio acuático presenta una buena calidad biológica cuando tiene unas características naturales que permiten que en su seno se desarrollen las comunidades de organismos que le son propias.

e) Macroinvertebrados:

El término “macroinvertebrados” engloba al conjunto de individuos con un tamaño superior a 3 mm que viven durante todas o alguna de sus fases del ciclo vital en medios acuáticos. Son por lo tanto un grupo taxonómicamente muy diverso en el que se incluyen grupos como los arácnidos, crustáceos, oligoquetos, hirudíneos, moluscos y, principalmente, insectos en su fase larvaria.

f) Bioindicadores:

Los indicadores biológicos son atributos de los sistemas biológicos que se emplean para descifrar factores de su ambiente. Inicialmente, se utilizaron especies o asociaciones de éstas como indicadores y, posteriormente, comenzaron a emplearse también atributos correspondientes a otros niveles de organización del ecosistema, como poblaciones, comunidades, etc., lo que resultó particularmente útil en estudios de contaminación.

g) La Evaluación del Riesgo Ecológico:

Es el proceso científico para estimar la probabilidad de que ocurra un efecto ecológico adverso para la integridad de ecosistemas naturales y los servicios que ellos proveen, como resultado de la exposición a estresantes relacionados

con la actividad humana. Aunque las evaluaciones de impacto ambiental se realizaron por muchos años, recientemente, los ecólogos, administradores y políticos empezaron a formalizar el proceso en términos de riesgo ecológico, y lo adaptaron del proceso de evaluación de riesgo para la salud humana.

h) Evaluación Biológica:

Es la determinación cualitativa o cuantitativa del estado actual, es decir, el grado o nivel de alteración o no, en relación con las características en condiciones naturales o normales de un cuerpo de agua, utilizando como parámetros de medición y análisis, las características y propiedades de los organismos y comunidades para el cálculo de índices o el manejo de matrices, para tal fin.

i) Taxón:

Son clados (ramas del árbol filogenético, con especies emparentadas por un antepasado común) que ya fueron asignados a una categoría taxonómica. Las taxas permiten clasificar a los seres vivos a partir de una jerarquía de inclusión (cada grupo abarca a otros menores mientras está subordinado a uno mayor). Las categorías fundamentales, desde la más abarcativa hasta la menor, son el dominio, el reino, el filo o división, la clase, el orden, la familia, el género y la especie.

1.4. VARIABLES:

1.4.1. Variable Independiente “X”:

Tabla N° 01: Variable independiente – Diversidad de familias taxonómicas de macroinvertebrados acuáticos.

VARIABLE	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Diversidad de familias taxonómicas de Macroinvertebrados acuáticos	Perlidae, Perlodidae Euthyplociidae (plociidae). Polymitarcyidae Odontoceridae. Glossosomatidae. Rhyacophilidae. Calamoceratidae. Hydroptilidae. Blepharoceridae. Hidridae. Clavidae. Petasidae.	10
	Oligoneuridae. Leptophlebiidae. Megapodagnidae. Polythoridae. Hydrobiosidae. Xiphocentronidae. Philopotanidae. Simullidae Psephonidae.	09
	Coenagrionidae. Calopterygidae, Gomphidae Helicopsychidae. Leptohiphidae. Dytiscidae. Pulodactylidae. Seirtidae.	08

	Notonectidae. Mesolveiidae. Hebridae. Naucoridae. Dixidae	
	Tricorythidae. Polycontropodidae. Psychomyiidae. Elmidae. Dryopidae. Staphylinidae. Gyrinidae. Pleidae. Vellidae. Gerridae. Empididae. Dolichopodidae. Musoidae. Melaniidae.	07
	Baetidae. Hidropsychidae. Leptoceridae. Noteridae. Haliplidae Libellulidae Pyrilidae Corydalidae. Atyidae Hyaellidae Gordiidae. Chordodidae. Unionidae. Planariidae. Dugesidae.	06
	Limnychidae, Ptilodactylidae Aeshnidae. Lestidae. Tabanidae. Ceratopogonidae. Palaemmonidae. Belostomatidae	05
	Curculionidae. Chrysomelidae. Tipulidae. Stratiomyidae. Culicidae	04

	Hidracaridos Corixidae. Hydrometridae. Aneylidae. Chilinidae	
	Nepidae. Gelastocoridae. Saldidae Hydrophilidae Leptoceridae Psychodidae Goniobasidae. Hydrobiidae	03
	Chironominae. Claronomidae. Orthocladinae. Tanypodinae Physidae. Limnaeidae. Planorbidae. Todas las familias (excepto tubifex) Glossiphoniidae. Ozobanchidae. Cyclobdellidae. Cylicobdellidae. Piscicolidae. Macrobdellidae	02
	Tubificidae (tubifex) Syrphidae. Ephydriidae.	01

Fuente: ZAMORA H. ¹

¹ ZAMORA, G. H., Adaptación del índice BMWP para la evaluación de la calidad de las aguas epicontinentales en Colombia. 1991. p. 63

1.4.2. Variable Dependiente “Y”:

Tabla N° 02: Variable dependiente – Calidad del agua.

VARIABLE	INDICADORES	UNIDADES	ESCALA
Calidad del Agua (Parámetros físico-químicos)	Temperatura	° C	----
	Conductividad	us/cm ²	< 1600
	Oxígeno disuelto	mg/L	>= 5
	pH	Und.	5.5 – 9.0
	Nitrato	mg/L	< 10
	Sulfato	mg/L	**

Fuente: Normas Legales ECA-Agua, diario “El Peruano”, Julio 2008.

UNT Unidad Nefelométrica Turbiedad

1.5.HIPÓTESIS

- (H_a):
La diversidad de macroinvertebrados acuáticos identificados en la Microcuenca Mishquiyacu se relaciona con la calidad del agua (parámetros físico-químicos).
- (H_o):
La diversidad de macroinvertebrados acuáticos identificados en la Microcuenca Mishquiyacu no se relaciona con la calidad del agua (parámetros físico-químicos).

CAPITULO II: Marco Metodológico

2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN:

2.1.1. De acuerdo a la orientación: Básica

La investigación científica pura tiene como finalidad ampliar y profundizar el conocimiento de la realidad. Busca el conocimiento por el conocimiento mismo, más allá de sus posibles aplicaciones prácticas. Su objetivo consiste en ampliar y profundizar en el saber de la realidad y en tanto este saber que se pretende construir es un saber científico, su propósito será el de obtener generalizaciones cada vez mayores (hipótesis, leyes, teorías).

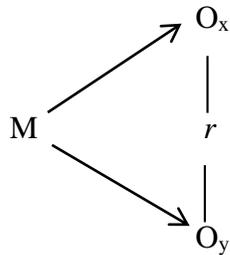
Los conocimientos no se obtienen con el objeto de utilizarlos de un modo inmediato, aunque ello no quiere decir, de ninguna manera, que estén totalmente desligadas de la práctica o que sus resultados, eventualmente, no vayan a ser empleados para fines concretos en un futuro más o menos próximo. (Pech, Julio).

2.1.2. De acuerdo a la técnica de contrastación: Descriptiva

Investigación que describe de modo sistemático las características de una población, situación o área de interés. Aquí los investigadores recogen los datos sobre la base de una hipótesis o teoría, exponen y resumen la información de manera cuidadosa y luego analizan minuciosamente los resultados, a fin de extraer generalizaciones significativas que contribuyan al conocimiento. (Ávila B.H. 2006).

2.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

Descriptiva - Correlacional:



Donde:

M = Representa a la muestra.

O_x = Diversidad de familias de macroinvertebrados acuáticos.

O_y = Calidad del Agua para consumo poblacional (Parámetros físico-químicos).

r = Relación entre las variables de estudio.

$$\text{Coef. de correl}(X, Y) = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2 \sum(y - \bar{y})^2}}$$

Fuente: Córdova M.Z. (2006).

2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA:

2.3.1. Población:

La población estará conformada por el cuerpo de agua de la Microcuenca Mishqiyacu.

2.3.2. Muestra:

La muestra a utilizar serán las tres estaciones del cuerpo de agua de la Microcuenca Mishqiyacu.

2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:

2.4.1. TÉCNICAS:

2.4.1.1. Protocolo de GUADALMED

Para la recolección de datos se ha trabajado en base a la técnica del Protocolo 3 de GUADALMED, dentro de la cual incluye una síntesis de metodologías usadas para la aplicación de diversos índices de calidad. (Pablo Jáimez-Cuéllar *et al.* 2002).

Observación del área de estudio:

- Para el muestreo realizado, se dividió técnicamente la Microcuenca en 03 estaciones sectorizando la parte alta hasta la parte baja de la misma. Para lo cual se realizó un recorrido visual a lo largo del tramo a muestrear y se identificaron los diferentes hábitats para macroinvertebrados presentes: zonas lóxicas o leníticas, con macrófitos o no, con raíces o con diferentes tipos de sustratos: arena, limo, piedra, etc.
- El índice BMWP/Col. no se deberá aplicar inmediatamente después de una crecida, ni inmediatamente después de un periodo en que el cauce haya estado seco.

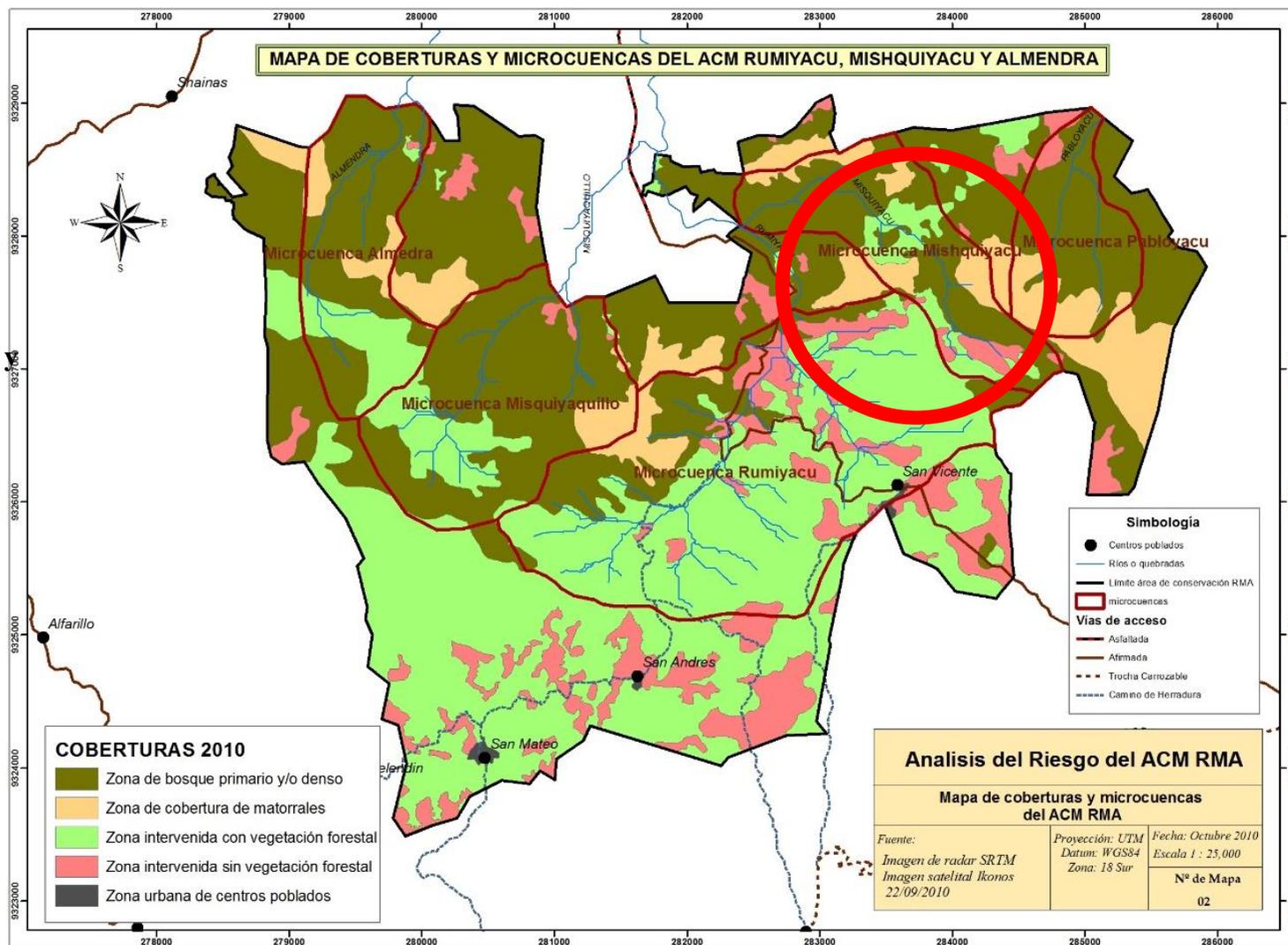
Muestreo de los hábitats:

- Una vez recorrida la zona y localizados los diferentes micro hábitats, antes de introducirse en el agua se localizaron animales esquivos que viven en la superficie como Gyrinidae y Gerridae, ya que tratan de

huir rápidamente y pudieron pasar desapercibidos si no se realizaba el muestreo de inmediato.

- A continuación se muestrearon todos los hábitats presentes con una red de mano de 300 μm de luz de malla (adaptado al colador) y una boca de entrada de unos 30 cm de diámetro.

IMAGEN N° 01: ÁREA DE OBSERVACIÓN - MICROCUENCA MISHQUIYACU



Fuente: EPS Moyobamba 2006.

2.4.1.2. Geolocalización:

Una vez identificada el área de estudio, se hizo la geolocalización de cada una de las estaciones a muestrear para su respectiva ubicación satelital que transmita coordenadas de su posicionamiento..

Tabla N° 03: Ubicación georeferenciadas y altura de las estaciones de muestreo, en la Quebrada Mishquiyacu.

AN °	ESTACIÓN DE MUESTREO (EM)	Ubicación Geográfica UTM		Altura m.s.n.m.
		E	N	
1	Estación de muestreo N° 01	0284331.71	9327154.82	1399
2	Estación de muestreo N° 02	0283785.41	3927931.80	1154
3	Estación de muestreo N° 03	0282396.00	9328073.66	984

EM = Estaciones de Muestreo

UTM = Unities Translators Mercator

2.4.1.3. Manejo de claves taxonómicas:

Resume las principales características generales que presentan los macroinvertebrados acuáticos usados como bioindicadores de la calidad del agua. Así como también resume rasgos claves para poder realizar una identificación taxonómica rápida en el campo, y evaluarlos como bioindicador según los índices bióticos que serán señalados más adelante. (Dominguez & Fernández, 2009). Ver anexo N° 04.

2.4.1.4. Espectrofotometría:

La espectrofotometría es el método de análisis óptico más usado en las investigaciones biológicas. El espectrofotómetro es un instrumento que permite comparar la radiación absorbida o transmitida por una solución que contiene una cantidad desconocida de soluto, y una que contiene una cantidad conocida de la misma sustancia.

Todas las sustancias pueden absorber energía radiante, aun el vidrio que parece ser completamente transparente absorbe longitud de ondas que pertenecen al espectro visible; el agua absorbe fuertemente en la región del infrarrojo. La absorción de las radiaciones ultravioleta, visibles e infrarrojas depende de la estructura de las moléculas, y es característica para cada sustancia química.

Cuando la luz atraviesa una sustancia, parte de la energía es absorbida; la energía radiante no puede producir ningún efecto sin ser absorbida.

El color de las sustancias se debe a que éstas absorben ciertas longitudes de onda de la luz blanca que incide sobre ellas y solo dejan pasar a nuestros ojos aquellas longitudes de onda no absorbida. (Plascencia G.V. 2003).

2.4.1.5. Calorimétrica:

La técnica calorimétrica es una de las más empleadas dentro de la termodinámica como una herramienta de utilidad para realizar la caracterización de los sistemas que generan o absorben energía térmica. Debido a la diversidad de sistemas y a la manera como se generan los efectos térmicos, se presentan diversidad de equipos calorimétricos, y es prácticamente imposible tener un único tipo de calorímetro que sea útil para realizar todas las determinaciones (García, V. 2007).

2.4.2. INSTRUMENTOS:

- GPS (Global Positioning System) Sistema de Posicionamiento Global
- Redes de 300 micras o colador.
- Pinzas entomológicas
- Lupa (ayuda identificación organismos)
- Estereoscopio
- Guía de clave taxonómica de macroinvertebrados acuáticos (Ver anexoN° 01).
- Espectrofotómetro
- Termómetro
- Calorímetro

2.5. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS:

2.5.1. Técnicas de Índices biológicos

2.5.1.1. Diversidad Alfa:

- **Riqueza Específica:**

Es el número total de especies obtenido por un censo de la comunidad. La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta sus valores de importancia (*Fuente: Manual de Ecología Evaluación de la biodiversidad*).

- **Índice de Abundancia:**

Los modelos de abundancia de especies (*ni*) describen la estructura de las comunidades en términos de la abundancia proporcional de cada especie, es decir, la proporción que representan los individuos de una especie particular respecto al total de individuos de la comunidad (*Fuente: Manual de Ecología Evaluación de la biodiversidad*).

- **Índice de diversidad de Shannon:**

Este índice considera que los individuos se muestrean al azar a partir de una población indefinidamente grande y que todas las especies que componen la comunidad o hábitat están representadas en la muestra. El mismo se calcula a partir de la siguiente ecuación (*Fuente: Manual de Ecología Evaluación de la biodiversidad*):

$$H = - (P_i * \ln P_i)$$

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

Dónde:

N = número de todos los individuos de todas las especies

ni = Abundancia para la especie i

LnPi = Logaritmo natural de Pi

- **Uniformidad de Pielou:**

Dentro de una comunidad el valor del índice de diversidad dependerá de la riqueza y la abundancia de especies. Sin embargo, para algunas aplicaciones puede interesar exclusivamente la regularidad o uniformidad con que los individuos están distribuidos dentro de las especies, y no tanto cuantas especies hay. Es posible calcular las medidas de uniformidad (también llamada en algunos libros equitatividad) de una comunidad mediante una ecuación sencilla usando el índice de Pielou (*Fuente: Manual de Ecología Evaluación de la biodiversidad*):

$$\text{Pielou } J = H/\ln(S)$$

Dónde:

H = índice de diversidad de Shannon

S = número de especies (o riqueza)

2.5.1.2. Índice Biológico (IBMWP):

El procedimiento para el cálculo del índice BMWP requiere la identificación previa en campo y el procesamiento en el laboratorio para la identificación de diferentes familias de macroinvertebrados acuáticas de la Microcuenca. En el índice BMWP, a las familias de macroinvertebrados se les asigna una puntuación que oscila desde 1 (organismos más tolerantes) hasta 10 (organismos más intolerantes o más sensibles), para lo cual se tomará en consideración Índice Biológico IBMWP (*adaptación realizada para Colombia por Zamora, G. H. y otros, 1991*).

En este caso de no estar familiarizado con las familias, o en caso de duda, los Macroinvertebrados pueden identificarse en el laboratorio de forma rápida y segura con ayuda de claves de identificación.

Tras la identificación de los macroinvertebrados, se elaboran una lista de inventario con las familias presentes. Se busca la puntuación que cada familia tiene (Ver en la Tabla N° 04), y se obtiene el valor del índice BMWP/Col.

Tabla N° 04: Niveles de bioindicación de las familias de Macroinvertebrados acuáticos y su respectiva puntuación de acuerdo con la adaptación realizada para Colombia del Sistema para Determinación del Índice BMWP.

IBMWP/Col. (ADAPTADO PARA COLOMBIA)		
Ordenes	Familia	Puntos
Plecoptera Ephemeroptera Trichoptera Diptera hidroidea	Perlidae, Perlodidae Euthyplociidae (plociidae). Polymitarciidae Odontoceridae. Glossosomatidae. Rhyacophilidae. Calamoceratidae. Hydroptilidae. Blepharoceridae. Hidridae. Clavidae. Petasidae.	10
Ephemeroptera Odonata Trichoptera Coleoptera	Oligoneuridae. Leptophlebiidae. Megapodagnidae. Polythoridae. Hydrobiosodae. Xiphocentronidae. Philopotanidae. Simullidae Psephonidae.	9
Odonata Trichoptera	Coenagrionidae. Calopterygidae, Gomphidae Helicopsychidae.	8

Coleoptera	Dytiscidae. Pulodactylidae. Seirtidae.	
Hemiptera	Notonectidae. Mesolveiidae. Hebridae.	
Diptera	Naucoridae. Dixidae	
Ephemeroptera	Tricorythidae. Leptohiphidae.	
Trichoptera	Polycontropodidae. Psychomyiidae.	
Coleoptera	Elmidae. Dryopidae. Staphylinidae.	
Hemiptera	Gyrinidae.	7
Diptera	Pleidae. Vellidae. Gerridae.	
Mesogastropoda	Empididae. Dolichopodidae. Musoidae. Melaniidae.	
Ephemeroptera	Baetidae.	
Trichoptera	Hidropsychidae. Leptoceridae.	
Coleoptera	Noteridae. Haliplidae	
Odonata	Libellulidae	
Lepidoptera	Pyralidae	
Neuroptera	Corydalidae.	6
Decapoda	Atyidae	
Anhipoda	Hyaellidae	
Gordioidea	Gordiidae. Chordodidae.	
Unionoidea	Unionidae.	
Triclodida	Planariidae. Dugesidae.	
Coleoptera	Limnycidae, Ptilodactylidae	
Odonata	Aeshnidae. Lestidae.	
Diptera	Tabanidae. Ceratopogonidae.	5
Decapoda	Palaemonidae.	
Hemiptera	Belostomatidae	
Coleoptera	Curculionidae. Chrysomelidae.	
Diptera	Tipulidae. Stratiomyidae. Culicidae	
Hidracarina	Hidracaridos	4
Hemiptera	Corixidae. Hydrometridae.	

Basommatophora	Aneylidae. Chilinidae	
Coleoptera	Nepidae. Gelastocoridae. Saldidae	3
Hemiptera	Hidrophilidae	
Trichoptera	Leptoceridae	
Diptera	Psychodidae	
Mesogastropoda	Goniobasidae. Hydrobiidae	
Diptera	Chironominae. Claronomidae. Orthocladinae.	2
Basommatophora	Tanypodinae	
Heplotaxida	Physidae. Limnaeidae. Planorbidae.	
Glossiphoniiformes	Todas las familias (excepto tubifex)	
	Glossiphoniidae. Ozobanchidae. Cyclobdellidae. Cyclicbdellidae. Piscicolidae. Macrobdellidae	
Haplotaxida	Tubificidae (tubifex)	1
Diptera	Syrphidae. Ephyridae.	

Fuente: ZAMORA H. ²

La suma de los valores obtenidos para cada familia en un punto de muestreo dará el grado de contaminación del mismo, Ver tabla N° 05. Cuanto mayor sea la suma, menor es la contaminación del punto estudiado.

A través de la suma de la puntuación total que se obtuvieron por todas las familias en un muestreo en el tramo de un cuerpo lótico dado, se obtuvo el índice IBMWP del tramo, para lo cual se asignó un rango de calidad según la tabla:

² ZAMORA, G. H., Adaptación del índice BMWP para la evaluación de la calidad de las aguas epicontinentales en Colombia. 1991. p. 63

Tabla N° 05: Clases de calidad, significación de los valores del BMWP/Col. y colores a utilizar para las representaciones cartográficas.

Clase	Calidad	Valor	Significado	Color
I.	Muy buena	>121	Agua muy limpias.	Azul oscuro
II.	“Buena”	101 – 120	Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible.	Azul claro
III.	“Aceptable”	61-100	Son evidentes algunos efectos de contaminación.	Verde
IV.	“Dudosa”	36-60	Aguas contaminadas	Amarillo
V.	“Critica”	16-35	Aguas muy contaminadas	Naranja
VI.	“Muy crítica”	< 15	Aguas fuertemente Contaminadas.	Rojo

Fuente: Zamora, G. H. y otros, 1991

2.5.2. Técnica Estadística:

Para determinar la relación que existe entre los macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos y la calidad del agua de la Microcuenca Mishquiyacu, se usará la técnica estadística de Pearson.

2.5.2.1. Correlación de Pearson:

Devuelve el coeficiente de correlación entre dos rangos de celdas definidos por los argumentos matriz 1 y matriz 2. Se usó el coeficiente de correlación para determinar la relación entre dos propiedades. (Córdova M.Z. 2006).

$$\text{Coef. de. correl}(X, Y) = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2 \sum(y - \bar{y})^2}}$$

x = Promedio de la matriz 1 (promedio del IBMWP).

y = Promedio de la matriz 02 (promedio de Temperatura, Conductividad, Oxígeno Disuelto, pH, Nitrato y Sulfato).

CAPITULO III: Resultados

3.1. RESULTADOS:

3.1.1. COMPOSICIÓN TAXONÓMICA:

Tabla N° 06. Composición Taxonómica de Macroinvertebrados Acuáticos encontrados en la Microcuenca Mishquiyacu en el mes de Enero de 2014.

Clase	Orden	Familia
Insecta	Ephemeroptera	Tricorythidae
		Plociidae
		Baetidae
	Plecoptera	Perlidae
		Perlodidae
	Trichoptera	Hydropsychidae
	Odonata	Gomphidae,
		Libellulidae
	Hemiptera	Gerridae,
		Vellidae
	Coleoptera	Ptilodactylidae
		Elmidae

Fuente: Zamora, G. H. y otros, 1991

Composición Taxonómica de Macroinvertebrados: En el mes de Enero se ha encontrado 01 Clases, 06 órdenes y 12 familias; constituidos por la clase Insecta, con los órdenes Ephemeroptera (3 fam.), Plecoptera (2 fam.), Trichoptera (1 fam.), Odonata (2 fam.), Hemiptera (2 fam.), y Coleoptera (2 fam.). **Ver Tabla N° 06.**

Tabla N° 07. Composición Taxonómica de Macroinvertebrados Acuáticos encontrados en la Microcuenca Mishquiyaqu en el mes de Marzo de 2014.

Clase	Orden	Familia
Insecta	Ephemeroptera	Plociidae
		Oligoneuridae
		Leptophlebiidae
	Plecoptera	Perlidae
		Perlodidae
	Trichoptera	Hydropsychidae
	Hemiptera	Gerridae,
	Diptera	Tipulidae,
		Tabanidae
	Neuróptera	Corydalidae
	Odonata	Gomphidae,
		Polythoridae
	Coleoptera	Ptilodactylidae
Elmidae		
Gyrinidae		
Crustacea	Decapoda	Palaemonidae

Fuente: Zamora, G. H. y otros, 1991

Composición Taxonómica de Macroinvertebrados: En el mes de Marzo se ha encontrado 02 Clases, 09 órdenes y 16 familias; constituidos por la clase Insecta, con los ordenes Ephemeroptera (3 fam.), Plecoptera (2 fam.), Trichoptera (1 fam.), Hemiptera (1 fam.), Diptera (2 fam.), Neuróptera (1 fam.), Odonata (2 fam.) y Coleoptera (3 fam.), y la clase Crustacea, el orden Decapoda (1 fam.). **Ver Tabla N° 07.**

Tabla N° 08. Composición Taxonómica de Macroinvertebrados Acuáticos encontrados en la Microcuenca Mishquiyacu en el mes de Mayo de 2014.

Clase	Orden	Familia
Insecta	Ephemeroptera	Tricorythidae
		Oligoneuridae
		Leptophlebiidae
		Plociidae
	Plecoptera	Perlidae
		Perlodidae
	Trichoptera	Hydropsychidae
	Coleoptera	Ptilodactylidae
	Odonata	Gomphidae,
		Libellulidae
		Polythoridae
	Hemiptera	Vellidae
Gerridae,		
Neuroptera	Corydalidae	
Crustacea	Decapoda	Palaemonidae
% TOTAL		

Fuente: Zamora, G. H. y otros, 1991

Composición Taxonómica de Macroinvertebrados: En el mes de Mayo se ha encontrado 02 Clases, 08 órdenes y 15 familias; constituidos por la clase Insecta, con los órdenes Ephemeroptera (4 fam.), Plecoptera (2 fam.), Trichoptera (1 fam.), Coleoptera (1 fam.), Odonata (3 fam.), Hemiptera (2 fam.), Neuroptera (1 fam.), y, y la clase Crustacea, el orden Decapoda (1 fam.). **Ver Tabla N° 08.**

Tabla N° 09. Composición Taxonómica de Macroinvertebrados Acuáticos encontrados en la Microcuenca Mishquiyacu, Enero, Marzo y Mayo de 2014.

Clase	Orden	Familia
Insecta	Ephemeroptera	Plociidae
		Tricorythidae
		Oligoneuridae
		Leptophlebiidae
		Baetidae
	Plecoptera	Perlidae
		Perlodidae
	Trichoptera	Hydropsychidae
	Coleoptera	Ptilodactylidae
		Gyrinidae
		Elmidae
	Diptera	Tipulidae,
		Tabanidae
	Hemiptera	Gerridae,
		Vellidae
Odonata	Gomphidae,	
	Libellulidae	
	Polythoridae	
Neuroptera	Corydalidae	
Crustacea	Decapoda	Palaemonidae

Fuente: Zamora, G. H. y otros, 1991

Composición Taxonómica de Macroinvertebrados: En general se ha encontrado 2 Clases, 9 órdenes y 20 familias; constituidos por la clase Insecta, con los ordenes Ephemeroptera (5 fam.), Plecoptera (2 fam.), Trichoptera (1 fam.), Coleoptera (3 fam.), Diptera (2 fam.), Hemiptera (2 fam.), Odonata (3 fam.), y Neuroptera (1 fam.), y la clase Crustacea, el orden Decapoda (1 fam.). **Ver Tabla N° 09.**

3.1.2. ABUNDANCIA ABSOLUTA Y RIQUEZA ESPECÍFICA:

Tabla N° 10. Abundancia absoluta y riqueza específica de los Macroinvertebrados Acuáticos encontrados en cada estación de muestreo la Microcuenca Mishquiyacu, en el mes de Enero de 2014.

MES DE ENERO						
Clase	Orden	Familia	Abundancia Absoluta			TOTAL
			E1	E2	E3	
Insecta	Ephemeroptera	Tricorythidae	15	5	6	26
		Plociidae	1	1	0	2
		Baetidae	3	2	0	5
	Plecoptera	Perlidae	0	6	3	9
		Perlodidae	2	6	0	8
	Trichoptera	Hydropsychidae	8	5	10	23
	Odonata	Gomphidae,	0	0	2	2
		Libellulidae	8	10	8	26
	Hemiptera	Gerridae,	7	10	6	23
		Vellidae	0	0	4	4
	Coleoptera	Ptilodactylidae	0	11	7	18
		Elmidae	1	0	0	1
	Abundancia absoluta total (N° indiv/hora de esfuerzo)			45	56	46
Riqueza especifica			8	9	8	

Fuente: Zamora, G. H. y otros, 1991; y Elaboración propia.

En el mes de Enero se ha encontrado como mayor abundancia absoluta en la estación E2 a 56 individuos por hora de esfuerzo, considerando un total durante el mes de Enero de 147 individuos. Teniendo la mayor biodiversidad de familias en la Estación E2. **Ver Tabla N° 10.**

Tabla N° 11. Frecuencia Absoluta y Frecuencia Relativa (%) de los Macroinvertebrados Acuáticos encontrados en cada estación de muestreo la Microcuenca Mishquiyacu, en el mes de Marzo de 2014.

MES DE MARZO						
Clase	Orden	Familia	Abundancia Absoluta			TOTAL
			E1	E2	E3	
Insecta	Ephemeroptera	Plociidae	1	0	0	1
		Oligoneuridae	0	0	3	3
		Leptophlebiidae	4	0	2	6
	Plecoptera	Perlidae	10	8	14	32
		Perlodidae	3	1	5	9
	Trichoptera	Hydropsychidae	11	15	8	34
	Hemiptera	Gerridae,	12	6	1	19
	Diptera	Tipulidae,	5	6	10	21
		Tabanidae	1	0	0	1
	Neuroptera	Corydalidae	2	1	0	3
	Odonata	Gomphidae,	8	5	0	13
		Polythoridae	3	0	0	3
	Coleoptera	Ptilodactylidae	6	1	12	19
		Elmidae	0	5	10	15
		Gyrinidae	0	0	1	1
Crustacea	Decapoda	Palaemonidae	1	0	0	1
Abundancia absoluta total (N° indiv/hora de esfuerzo)			67	48	66	181
Riqueza específica			13	9	10	

Fuente: Zamora, G. H. y otros, 1991; y Elaboración propia.

En el mes de Marzo se ha encontrado como mayor abundancia absoluta en la estación E1 a 67 individuos por hora de esfuerzo, considerando un total durante el mes de Marzo de 181 individuos. Teniendo la mayor biodiversidad de familias en la Estación E1. **Ver Tabla N° 11.**

Tabla N° 12. Frecuencia Absoluta y Frecuencia Relativa (%) de los Macroinvertebrados Acuáticos encontrados en cada estación de muestreo la Microcuenca Mishquiyacu, en el mes de Mayo de 2014.

MES DE MAYO						
Clase	Orden	Familia	Abundancia Absoluta			TOTAL
			E1	E2	E3	
Insecta	Ephemeroptera	Tricorythidae	1	0	0	1
		Oligoneuridae	3	4	0	7
		Leptophlebiidae	0	0	2	2
		Plociidae	2	0	1	3
	Plecoptera	Perlidae	5	6	7	18
		Perlodidae	0	14	6	20
	Trichoptera	Hydropsychidae	12	8	16	36
	Coleoptera	Ptilodactylidae	0	5	8	13
	Odonata	Gomphidae,	3	8	4	15
		Libellulidae	7	10	0	17
		Polythoridae	6	0	2	8
	Hemiptera	Vellidae	0	3	0	3
		Gerridae,	1	0	5	6
	Neuroptera	Corydalidae	5	8	7	20
Crustacea	Decapoda	Palaemonidae	3	0	0	3
Abundancia absoluta total (N° indiv/hora de esfuerzo)			48	66	58	172
Riqueza específica			11	9	10	

Fuente: Zamora, G. H. y otros, 1991; y Elaboración propia.

En el mes de Mayo se ha encontrado como mayor abundancia absoluta en la estación E2 a 66 individuos por hora de esfuerzo, considerando un total durante el mes de Mayo de 172 individuos. Teniendo la mayor biodiversidad de familias en la Estación E1. **Ver Tabla N° 12.**

3.1.3. ABUNDANCIA RELATIVA:

Tabla N° 13. Abundancia Reltiva de los Macroinvertebrados Acuáticos encontrados en cada estación de muestreo en la Microcuenca Mishquiyacu, en el mes de Enero.

MES DE ENERO						
Clase	Orden	Familia	Abundancia Relativa (%)			PROMEDIO
			E1	E2	E3	
Insecta	Ephemeroptera	Tricorythidae	33.33	8.93	13.04	18.44
		Plociidae	2.22	1.79	0.00	1.34
		Baetidae	6.67	3.57	0.00	3.41
	Plecoptera	Perlidae	0.00	10.71	6.52	5.75
		Perlodidae	4.44	10.71	0.00	5.05
	Trichoptera	Hydropsychidae	17.78	8.93	21.74	16.15
	Odonata	Gomphidae,	0.00	0.00	4.35	1.45
		Libellulidae	17.78	17.86	17.39	17.68
	Hemiptera	Gerridae,	15.56	17.86	13.04	15.49
		Vellidae	0.00	0.00	8.70	2.90
	Coleoptera	Ptilodactylidae	0.00	19.64	15.22	11.62
		Elmidae	2.22	0.00	0.00	0.74
% TOTAL			100.00	100.00	100.00	100.00

Fuente: Zamora, G. H. y otros, 1991; y Elaboración propia.

En el mes de enero se tiene una mayor abundancia relativa con un porcentaje de 18.44 de la familia Tricorythidae. **Ver tabla N° 13.**

Tabla N° 14. Abundancia Reltiva de los Macroinvertebrados Acuáticos encontrados en cada estación de muestreo en la Microcuenca Mishquiyacu, en el mes de Marzo.

MES DE MARZO						
Clase	Orden	Familia	Abundancia Relativa (%)			PROMEDIO
			E1	E2	E3	
Insecta	Ephemeroptera	Plociidae	1.49	0.00	0.00	0.50
		Oligoneuridae	0.00	0.00	4.55	1.52
		Leptophlebiidae	5.97	0.00	3.03	3.00
	Plecoptera	Perlidae	14.93	16.67	21.21	17.60
		Perlodidae	4.48	2.08	7.58	4.71
	Trichoptera	Hydropsychidae	16.42	31.25	12.12	19.93
	Hemiptera	Gerridae,	17.91	12.50	1.52	10.64
	Diptera	Tipulidae,	7.46	12.50	15.15	11.70
		Tabanidae	1.49	0.00	0.00	0.50
	Neuroptera	Corydalidae	2.99	2.08	0.00	1.69
	Odonata	Gomphidae,	11.94	10.42	0.00	7.45
		Polythoridae	4.48	0.00	0.00	1.49
	Coleoptera	Ptilodactylidae	8.96	2.08	18.18	9.74
		Elmidae	0.00	10.42	15.15	8.52
		Gyrinidae	0.00	0.00	1.52	0.51
Crustacea	Decapoda	Palaemonidae	1.49	0.00	0.00	0.50
% TOTAL			100.00	100.00	100.00	100.00

Fuente: Zamora, G. H. y otros, 1991; y Elaboración propia.

En el mes de marzo se tiene una mayor abundancia relativa con un porcentaje de 19.93 de la familia Hydropsychidae. **Ver tabla N° 14.**

Tabla N° 15. Abundancia Reltiva de los Macroinvertebrados Acuáticos encontrados en cada estación de muestreo en la Microcuenca Mishquiyacu, en el mes de Mayo.

MES DE MAYO						
Clase	Orden	Familia	Abundancia Relativa (%)			PROMEDIO
			E1	E2	E3	
Insecta	Ephemeroptera	Tricorythidae	2.08	0.00	0.00	0.69
		Oligoneuridae	6.25	6.06	0.00	4.10
		Leptophlebiidae	0.00	0.00	3.45	1.15
		Plociidae	4.17	0.00	1.72	1.96
	Plecoptera	Perlidae	10.42	9.09	12.07	10.53
		Perlodidae	0.00	21.21	10.34	10.52
	Trichoptera	Hydropsychidae	25.00	12.12	27.59	21.57
	Coleoptera	Ptilodactylidae	0.00	7.58	13.79	7.12
	Odonata	Gomphidae,	6.25	12.12	6.90	8.42
		Libellulidae	14.58	15.15	0.00	9.91
		Polythoridae	12.50	0.00	3.45	5.32
	Hemiptera	Vellidae	0.00	4.55	0.00	1.52
		Gerridae,	2.08	0.00	8.62	3.57
	Neuroptera	Corydalidae	10.42	12.12	12.07	11.54
Crustacea	Decapoda	Palaemonidae	6.25	0.00	0.00	2.08
% TOTAL			100.00	100.00	100.00	100.00

Fuente: Zamora, G. H. y otros, 1991; y Elaboración propia.

En el mes de mayo se tiene una mayor abundancia relativa con un porcentaje de 11.54 de la familia Hydropsychidae. **Ver tabla N° 15.**

3.1.4. FRECUENCIA ABSOLUTA Y RELATIVA:

Tabla N° 16. Frecuencia absoluta y riqueza de los Macroinvertebrados Acuáticos encontrados en cada estación de muestreo la Microcuenca Mishquiyacu, en el mes de Enero.

MES DE ENERO							
Clase	Orden	Familia	E1	E2	E3	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa (%)
Insecta	Ephemeroptera	Tricorythidae	1	1	1	1.00	11.54
		Plociidae	1	1	0	0.67	7.69
		Baetidae	1	1	0	0.67	7.69
	Plecoptera	Perlidae	1	1	1	1.00	11.54
		Perlodidae	1	1	0	0.67	7.69
	Trichoptera	Hydropsychidae	1	1	1	1.00	11.54
	Odonata	Gomphidae,	0	0	1	0.33	3.85
		Libellulidae	1	1	1	1.00	11.54
	Heteroptera	Gerridae,	1	1	1	1.00	11.54
		Vellidae	0	0	1	0.33	3.85
	Coleoptera	Ptilodactylidae	0	1	1	0.67	7.69
		Elmidae	1	0	0	0.33	3.85
	Frecuencia Total						8.67

Fuente: Zamora, G. H. y otros, 1991; y Elaboración propia.

En el mes de enero tenemos como mayor frecuencia absoluta de 1.00 en las familias de Tricorythidae, Perlidae, Hydropsychidae, Libellulidae y Gerridae, y con una frecuencia relativa de 11.54 %. **Ver tabla N° 16.**

Tabla N° 17. Frecuencia absoluta y riqueza de los Macroinvertebrados Acuáticos encontrados en cada estación de muestreo la Microcuenca Mishquiyacu, en el mes de Marzo.

MES DE MARZO							
Clase	Orden	Familia	E1	E2	E3	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa (%)
Insecta	Ephemeroptera	Plociidae	1	0	0	0.33	3.13
		Oligoneuridae	0	0	1	0.33	3.13
		Leptophlebiidae	1	0	1	0.67	6.25
	Plecoptera	Perlidae	1	1	1	1.00	9.38
		Perlodidae	1	1	1	1.00	9.38
	Trichoptera	Hydropsychidae	1	1	1	1.00	9.38
	Hemiptera	Gerridae,	1	1	1	1.00	9.38
	Diptera	Tipulidae,	1	1	1	1.00	9.38
		Tabanidae	1	0	0	0.33	3.13
	Megaloptera	Corydalidae	1	1	0	0.67	6.25
	Odonata	Gomphidae,	1	1	0	0.67	6.25
		Polythoridae	1	0	0	0.33	3.13
	Coleoptera	Ptilodactylidae	1	1	1	1.00	9.38
		Elmidae	0	1	1	0.67	6.25
Gyrinidae		0	0	1	0.33	3.13	
Crustacea	Decapoda	Palaemonidae	1	0	0	0.33	3.13
Frecuencia Total						10.67	100.00

Fuente: Zamora, G. H. y otros, 1991; y Elaboración propia.

En el mes de marzo tenemos como mayor frecuencia absoluta de 1.00 en las familias de Perlidae, Perlodidae, Perlodidae, Hydropsychidae, Gerridae, Tipulidae y Ptilodactylidae, y con una frecuencia relativa de 9.38 %. **Ver tabla N° 17.**

Tabla N° 18. Frecuencia absoluta y riqueza de los Macroinvertebrados Acuáticos encontrados en cada estación de muestreo la Microcuenca Mishquiyacu, en el mes de Mayo.

MES DE MAYO							
Clase	Orden	Familia	E1	E2	E3	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa (%)
Insecta	Ephemeroptera	Tricorythidae	1	0	0	0.33	3.33
		Oligoneuridae	1	1	0	0.67	6.67
		Leptophlebiidae	0	0	1	0.33	3.33
		Plociidae	1	0	1	0.67	6.67
	Plecoptera	Perlidae	1	1	1	1.00	10.00
		Perlodidae	0	1	1	0.67	6.67
	Trichoptera	Hydropsychidae	1	1	1	1.00	10.00
	Coleoptera	Ptilodactylidae	0	1	1	0.67	6.67
	Odonata	Gomphidae,	1	1	1	1.00	10.00
		Libellulidae	1	1	0	0.67	6.67
		Polythoridae	1	0	1	0.67	6.67
	Heteroptera	Vellidae	0	1	0	0.33	3.33
		Gerridae,	1	0	1	0.67	6.67
Megaloptera	Corydalidae	1	1	1	1.00	10.00	
Crustacea	Decapoda	Palaemonidae	1	0	0	0.33	3.33
Frecuencia Total						10.00	100.00

Fuente: Zamora, G. H. y otros, 1991; y Elaboración propia.

En el mes de mayo tenemos como mayor frecuencia absoluta de 1.00 en las familias de Perlidae, Hydropsychidae, Gomphidae, y Corydalidae, y con una frecuencia relativa de 10.00 %. **Ver tabla N° 18.**

3.1.5. VALORES DE LOS PARÁMETROS COMUNITARIOS:

Tabla N° 19. Valores de los parámetros comunitario obtenidos mediante el muestreo de macroinvertebrados acuáticos en las tres estaciones de muestreo en la Microcuenca Mishquiyacu, en el mes de Enero de 2014.

Estación de Muestreo	Riqueza específica (N° de taxas)	Densidad	Índice de diversidad Shannon (H')	Uniformidad
E1	8	45	2.2	1.06
E2	9	56	2.3	1.03
E3	8	46	2.5	1.21

Fuente: Elaboración Propia

En el mes de enero se tiene una mayor riqueza específica de 9 y una densidad de 56 individuos en la estación E2, así como también se tiene una mayor biodiversidad específica (Índice de diversidad de Shannon) de 2.5 en la E3 y la uniformidad con la que los individuos están distribuidos dentro de las especies son superiores a 1, lo que indica que si hay uniformidad. **Ver tabla N° 19.**

Tabla N° 20. Valores de los parámetros comunitario obtenidos mediante el muestreo de macroinvertebrados acuáticos en las tres estaciones de muestreo en la Microcuenca Mishquiyacu, en el mes de Marzo de 2014.

Estación de Muestreo	Riqueza específica (N° de taxas)	Densidad	Índice de diversidad Shannon (H')	Uniformidad
E1	13	67	1.8	0.69
E2	9	48	2.1	0.96
E3	10	66	2.0	0.88

Fuente: Elaboración Propia

En el mes de marzo se tiene una mayor riqueza específica de 13 y una densidad de 67 individuos en la estación E1, así como también se tiene una mayor biodiversidad específica (Índice de diversidad de Shannon) de 2.1 en la E2 y la uniformidad con la que los individuos están distribuidos dentro de las especies son superiores a 0, lo que indica que si hay uniformidad. **Ver tabla N° 20.**

Tabla N° 21. Valores de los parámetros comunitario obtenidos mediante el muestreo de macroinvertebrados acuáticos en las tres estaciones de muestreo en la Microcuenca Mishquiyacu, en el mes de Mayo de 2014.

Estación de Muestreo	Riqueza específica (N° de taxas)	Densidad	Índice de diversidad Shannon (H')	Uniformidad
E1	11	48	2.1	0.86
E2	9	66	2.3	1.07
E3	10	58	2.1	0.90

Fuente: Elaboración Propia

En el mes de mayo se tiene una mayor riqueza específica de 11 en la estación E1, así como también una mayor densidad de 66 individuos y biodiversidad específica (Índice de diversidad de Shannon) de 2.3 en la estación E2, y la uniformidad con la que los individuos están distribuidos dentro de las especies son superiores a 0, lo que indica que si hay uniformidad. **Ver tabla N° 21.**

3.1.6. CALIFICACIÓN DE LAS AGUAS DE LA MICROCUENCA MISHQUIYACU SEGÚN EL *BMWP/COL*:

Tabla N° 22. Calificación de las aguas de la Microcuenca Mishquiyacu, según los valores obtenidos de la aplicación del índice *BMWP/Col.* en el mes de Enero de 2014.

ESTACIÓN DE MUESTREO	VALOR	COLOR	SIGNIFICADO	CALIDAD
E1	59	Amarillo	Aguas contaminadas	Dudosa
E2	67	Verde	Son evidentes algunos efectos de contaminación	Aceptable
E3	56	Amarillo	Aguas contaminadas	Dudosa

Fuente: Zamora, G. H. y otros, 1991; y Elaboración propia.

El análisis de la calidad del agua de la microcuenca empleando el *IBMWP/Col.* durante el mes de Enero se observa en la **Tabla 22**, siendo las estaciones control: E1 y E3, tuvieron una calidad dudosa de agua (aguas contaminadas) y la estación control: E2, tuvo una calidad aceptable de agua (Son evidentes algunos efectos de contaminación).

Tabla N° 23. Calificación de las aguas de la Microcuenca Mishquiyacu, según los valores obtenidos de la aplicación del índice *BMWP/Col.* en el mes de Marzo de 2014

ESTACIÓN DE MUESTREO	VALOR	COLOR	SIGNIFICADO	CALIDAD
E1	94	Verde	Son evidentes algunos efectos de contaminación	Aceptable
E2	63	Verde	Son evidentes algunos efectos de contaminación	Aceptable
E3	74	Verde	Son evidentes algunos efectos de contaminación	Aceptable

Fuente: Zamora, G. H. y otros, 1991; y Elaboración propia.

El análisis de la calidad del agua de la cuenca empleando el IBMWP/Col. durante el mes de Marzo se observa en la **Tabla N° 23**, siendo todas las estaciones control: E1, E2 y E3, las que tuvieron mejor calidad de agua (son evidentes algunos efectos de contaminación y de calidad aceptable).

Tabla N° 24. Calificación de las aguas de la Microcuenca Mishquiyacu, según los valores obtenidos de la aplicación del índice BMWP/Col.

ESTACIÓN DE MUESTREO	VALOR	COLOR	SIGNIFICADO	CALIDAD
E1	83	Verde	Son evidentes algunos efectos de contaminación	Aceptable
E2	67	Verde	Son evidentes algunos efectos de contaminación	Aceptable
E3	80	Verde	Son evidentes algunos efectos de contaminación	Aceptable

Fuente: Zamora, G. H. y otros, 1991; y Elaboración propia.

El análisis de la calidad del agua de la cuenca empleando el IBMWP/Col. durante el mes de Mayo se observa en la **Tabla N° 24**, siendo todas las estaciones control: E1, E2 y E3, las que tuvieron mejor calidad de agua (Son evidentes algunos efectos de contaminación y de calidad aceptable).

Tabla N° 25: Consolidado de la calificación de las aguas de la Microcuenca Mishquiayacu, según los valores obtenidos de la aplicación del índice BMWP/Col, en los meses de Enero a Mayo.

DE ENERO A MAYO DEL 2014				
MES	BMWPE +- (PROMEDIO)	SIGNIFICADO	CALIDAD	COLOR
ENERO	61	Son evidentes algunos efectos de contaminación	Aceptable	Verde
MARZO	77	Son evidentes algunos efectos de contaminación	Aceptable	Verde
MAYO	77	Son evidentes algunos efectos de contaminación	Aceptable	Verde

Fuente: Zamora, G. H. y otros, 1991; y Elaboración propia.

El análisis de la calidad del agua de la microcuenca empleando el IBMWP/Col. como consolidado durante los meses de Enero, Marzo y Mayo, como se observa en la **Tabla N° 25**, siendo todas las estaciones control: E1, E2 y E3, las que tuvieron mejor calidad de agua (Son evidentes algunos efectos de contaminación y de calidad aceptable).

3.1.7. PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS EN LA MICROCUENCA MISHQUIYACU.

Tabla N° 26: Parámetros físico-químicos evaluados en la microcuenca Mishquiayacu en el mes de Enero, 2014.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	UNIDAD	ECAS – AGUA Categoría 1 (Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM de fecha 30.07.2008) - A2	RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICOS EN LA MICROCUENCA MISHQUIYACU			PROMEDIO DE ENERO
			E1	E2	E3	
TEMPERATURA	°C	---	24.6	25.2	25	24.90
CONDUCTIVIDAD	us/cm2	1600	77	69	70	72.00
OXÍGENO DISUELTO	mg/L	>=5	6.3	6.8	6	6.00
pH	Unid.	5,5 – 9,0	5.7	6.79	6.95	6.48
NITRATO	mg/L	10	4.56	4.4	4	4.00
SULFATOS	mg/L	**	6	7	7	6.00

Fuente: Diario “El Peruano” ECA - Agua, 2008 y Elaboración propia.

En la **tabla N° 26** tenemos que los resultados obtenidos de los análisis físico-químicos en cada una de las estaciones E1, E2 y E3 en el mes de enero, se encuentran dentro del nivel permisible según lo establecido en los ECAS-Agua Categoría 1(Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM de fecha 30.07.2008) - A2.

Tabla N° 27: Parámetros físico-químicos evaluados en la microcuenca Mishquiyacu en el mes de Marzo, 2014.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	UNIDAD	ECAS – AGUA Categoría 1 (Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM de fecha 30.07.2008) - A2	RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICOS EN LA MICROCUENCA MISHQUIYACU			PROMEDIO DE MARZO
			E1	E2	E3	
TEMPERATURA	°C	---	25	24.2	24.5	24.50
CONDUCTIVIDAD	us/cm2	1600	259	245	224	242.00
OXÍGENO DISUELTO	mg/L	>=5	6.8	7	6	6.00
pH	Unid.	5,5 – 9,0	6.95	7.89	7.5	7.44
NITRATO	mg/L	10	1	1.13	1.49	1.20
SULFATOS	mg/L	**	8.5	8.2	7.3	8.00

Fuente: Diario “El Peruano” ECA - Agua, 2008 y Elaboración propia.

En la **tabla N° 27** tenemos que los resultados obtenidos de los análisis físico-químicos en cada una de las estaciones E1, E2 y E3 en el mes de marzo, se encuentran dentro del nivel permisible según lo establecido en los ECAS-Agua Categoría 1(Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM de fecha 30.07.2008) - A2.

Tabla N° 28: Parámetros físico-químicos evaluados en la microcuenca Mishquiyacu en el mes de Mayo, 2014.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	UNIDAD	ECAS – AGUA Categoría 1 (Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM de fecha 30.07.2008) - A2	RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICOS EN LA MICROCUENCA A MISHQUIYACU			PROMEDIO DE MAYO
			E1	E2	E3	
TEMPERATURA	°C	---	24.7	24.9	24.6	24.70
CONDUCTIVIDAD	us/cm2	1600	178	194	168	180.00
OXÍGENO DISUELTO	mg/L	>=5	6.5	7	8.5	7.00
pH	Unid.	5,5 – 9,0	6.89	6.76	7.2	6.95
NITRATO	mg/L	10	1.7	2.3	2	2.00
SULFATOS	mg/L	**	8	7.5	8.5	8.00

Fuente: Diario “El Peruano” ECA - Agua, 2008 y Elaboración propia.

En la **tabla N° 28** tenemos que los resultados obtenidos de los análisis físico-químicos en cada una de las estaciones E1, E2 y E3 en el mes de mayo, se encuentran dentro del nivel permisible según lo establecido en los ECAS-Agua Categoría 1(Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM de fecha 30.07.2008) - A2.

Tabla N° 29: Parámetros físico-químicos evaluados en la microcuenca Mishquiyacu en los meses de Enero, Marzo y Mayo, 2014.

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	UNIDAD	ECAS – AGUA Categoría 1 (Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM de fecha 30.07.2008) - A2	RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICOS EN LA MICROCUENCA MISHQUIYACU		
			ENERO	MARZO	MAYO
TEMPERATURA	°C	---	24.90	24.50	24.70
CONDUCTIVIDAD	us/cm2	1600	72.00	242.00	180.00
OXÍGENO DISUELTO	mg/L	>=5	6.00	6.00	7.00
pH	Unid.	5,5 – 9,0	6.48	7.44	6.95
NITRATO	mg/L	10	4.00	1.20	2.00
SULFATOS	mg/L	**	6.00	8.00	8.00

Fuente: Diario “El Peruano” ECA - Agua, 2008 y Elaboración propia.

En la **tabla N° 29** tenemos un consolidado de los resultados obtenidos de los análisis físico-químicos que a comparación de los tres meses de muestreo, la turbiedad, conductividad, STD y pH tienen un nivel más alto en el mes de Marzo, mientras que el color, la dureza, nitrato y hierro tienen mayor nivel en Enero y por último el sulfato coincide en resultados en los meses de Marzo y Mayo. Todos los parámetros físico-químicos se encuentran dentro del nivel permisible según lo establecido en los ECAS-Agua Categoría 1 (Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM de fecha 30.07.2008) - A2.

3.1.8. CORRELACIÓN DE PEARSON:

Tabla N° 30. Coeficiente de correlación de Pearson del Índice BMWP/Col. de los macroinvertebrados acuáticos indicadores de la calidad de agua en relación con el parámetro Físico-Químico de la Temperatura en la microcuenca Mishquiyacu, los meses de Enero, Marzo y Mayo del 2014.

MES	PUNTAJE BMWP/Col.	PARÁMETRO FÍSICO - QUÍMICOS
		TEMPERATURA
ENERO	61	24.9
MARZO	77	24.5
MAYO	77	24.7
COEFICIENTE PEARSON ®		-1.00

Fuente: Elaboración propia.

En la presente tabla se demuestra que existe una relación negativa entre el Índice BMWP/Col y la Temperatura de -1, esto se debe a que la temperatura es el factor más importante para la riqueza y abundancia de los macroinvertebrados debido a que mientras mayor sea la temperatura habrá menor diversidad de familias. Ver tabla N° 30.

Tabla N° 31. Coeficiente de correlación de Pearson del Índice BMWP/Col. de los macroinvertebrados acuáticos indicadores de la calidad de agua en relación con el parámetros Físico-Químico de la Conductividad en la microcuenca Mishquiyacu, los meses de Enero, Marzo y Mayo del 2014.

MES	PUNTAJE BMWP/Col.	PARÁMETRO FÍSICO - QUÍMICOS
		CONDUCTIVIDAD
ENERO	61	72
MARZO	77	242
MAYO	77	180
COEFICIENTE PEARSON ®		1.00

Fuente: Elaboración propia.

La conductividad está relacionada de manera positiva con el Índice BMWP/Col, lo que significa que mientras el agua tenga la mayor capacidad de transportar la corriente eléctrica mayor será la presencia de macroinvertebrados. Por lo que se considera uno de los factores que determinan la calidad del agua esto va ligado a la presencia de sales minerales que determinan la calidad del agua. Ver tabla N° 31.

Tabla N° 32. Coeficiente de correlación de Pearson del Índice BMWP/Col. de los macroinvertebrados acuáticos indicadores de la calidad de agua en relación con el parámetro Físico-Químico de Oxígeno Disuelto en la microcuenca Mishquiyacu, los meses de Enero, Marzo y Mayo del 2014.

MES	PUNTAJE BMWP/Col.	PARÁMETRO FÍSICO - QUÍMICO
		OXÍGENO DISUELTO
ENERO	61	6.00
MARZO	77	6.00
MAYO	77	7.00
COEFICIENTE PEARSON ®		1

Fuente: Elaboración propia.

En la presente tabla se demuestra que existe una relación positiva entre el Índice BMWP/Col y el oxígeno disuelto de +1, lo que indica una estabilidad en el ecosistema, dado que la solubilidad del oxígeno depende de la temperatura; es decir que a menor temperatura mayor oxígeno se disuelve. Entonces, si esta agua está en un rango aceptable según el Índice BMWP/Col. el agua tiene poca presencia de microorganismos, materia orgánica y por ende mínima actividad respiratoria por lo que existe mayor presencia de oxígeno disuelto. Ver tabla N° 32.

Tabla N° 33. Coeficiente de correlación de Pearson del Índice BMWP/Col. de los macroinvertebrados acuáticos indicadores de la calidad de agua en relación con el parámetro Físico-Químico del pH en la microcuenca Mishquiyacu, los meses de Enero, Marzo y Mayo del 2014.

MES	PUNTAJE BMWP/Col.	PARÁMETRO FÍSICO - QUÍMICO
		pH
ENERO	61	6.48
MARZO	77	7.44
MAYO	77	6.95
COEFICIENTE PEARSON ®		1

Fuente: Elaboración propia.

En la presente tabla se demuestra que existe una relación positiva entre el Índice BMWP/Col y el pH es +1, lo que indica una estabilidad en el ecosistema, dado que este parámetro también viene a ser un indicador del aumento o disminución de la contaminación u otros factores ambientales; por lo que determina también la presencia o ausencia de los macroinvertebrados. Ver tabla N° 33.

Tabla N° 34. Coeficiente de correlación de Pearson del Índice BMWP/Col. de los macroinvertebrados acuáticos indicadores de la calidad de agua en relación con el parámetro Físico-Químico del Nitrato en la microcuenca Mishqiyacu, los meses de Enero, Marzo y Mayo del 2014.

MES	PUNTAJE BMWP/Col.	PARÁMETRO FÍSICO - QUÍMICO
		NITRATO
ENERO	61	4.00
MARZO	77	1.20
MAYO	77	2.00
COEFICIENTE PEARSON ®		-1

Fuente: Elaboración propia.

En la presente tabla se demuestra que existe una relación negativa entre el Índice BMWP/Col y el Nitrato (-1), donde a menor presencia de nitrato significa que la calidad de agua es buena, ya que existe menos contaminación orgánica. Ver tabla N° 34.

Tabla N° 35. Coeficiente de correlación de Pearson del Índice BMWP/Col. de los macroinvertebrados acuáticos indicadores de la calidad de agua en relación con el parámetro Físico-Químico del Sulfato en la microcuenca Mishqiyacu, los meses de Enero, Marzo y Mayo del 2014.

MES	PUNTAJE BMWP/Col.	PARÁMETRO FÍSICO - QUÍMICO
		SULFATO
ENERO	61	6.00
MARZO	77	8.00
MAYO	77	8.00
COEFICIENTE PEARSON ®		1

Fuente: Elaboración propia.

En la presente tabla se demuestra que existe una relación negativa entre el Índice BMWP/Col y el Sulfato (+1), donde la presencia de sulfato consiste en un nutriente tomado por las plantas y convertido en proteína celular, lo cual implica el crecimiento estimulado de las plantas, especialmente algas. Ver tabla N° 35.

3.2. DISCUSIÓN:

Para la evaluación de las aguas de la microcuenca Mishquiyacu, se georeferenciaron los puntos de muestreo, registrándose la altura y coordenadas de cada una de ellas (Tabla N° 01). Se recolectó 500 macroinvertebrados acuáticos (MIA) asociados a la microcuenca Mishquiyacu, representados en 09 órdenes y 20 familias; destacando la familia Hydropsychidae, con 93 individuos colectados, encontrándose la mayor parte de ellos en la estación E3 (Tabla N° 12). Siendo las familias Tricorythidae, Perlidae, Hydropsychidae, Libellulidae y Gerridae las de mayor frecuencias de individuos en el mes de Enero (11.54%)

De acuerdo a los resultados, la menor riqueza específica se registró en las estaciones E1 y E3 (8 familias en cada estación en el mes de enero) (Tabla N° 10). Además de esto en estas estaciones se obtuvo la menor abundancia absoluta total (45 ind/hora y 46 ind/hora de esfuerzo en enero). Esto debido a las diferentes perturbaciones ambientales de origen antrópico (actividades agrícolas, como el cultivo de café) en las zonas evaluadas, las cuales podrían ser calificadas como extremas, según la revista “Ecología” en el artículo titulado “Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad del agua” escrito por Gabriel Roldán Pérez, quien resume lo planteado por Prat & Ward (1994), quienes argumentan que cuando se presentan perturbaciones extremas en un ecosistema acuático, sólo se encuentran microorganismos como bacterias, algas y ciliados.

Las estaciones en las que se encontraron como resultado “aguas contaminadas”, con calidad de agua dudosa según el IBMWP/Col., fueron solamente en las estaciones: E1 y E3, en el mes de enero (Ver tabla N° 22) y mientras que en los demás meses de Marzo y Mayo sólo se puede apreciar una calidad de agua aceptable (Ver tabla N° 23 y N° 24), ya que esta fuente es utilizada actualmente para el abastecimiento del servicio de agua potable a la ciudad de Moyobamba por lo que la EPS cuida y vigila de que ésta fuente sea contaminada por factores antrópicos, es por ello que los parámetros se encuentran dentro de los Estándares de Calidad Ambiental.

La mejor calidad de agua según el índice biológico IBMWP/Col. según el consolidado final por mes, tenemos que en los tres meses de muestreo se considera la misma calidad, las cuales se califican como “Agua con evidentes de algunos efectos de contaminación”, con una calidad de agua “aceptable” (Ver tabla N° 25). Así mismo tenemos que las mayores riquezas halladas están en la estación E1 en el mes de Marzo, con 13 familias y 11 familias en el mes de Mayo (Ver tabla N° 11 y 12).

La estación de muestreo que tuvo una mayor diversidad de familias fue la estación E3 ($H = 2.5$, en el mes de Enero) y en la E2 ($H = 2.3$ en los meses de Enero y Mayo), seguido de la estación E1 en el mes de Enero ($H = 2.2$). Sin embargo, pese a que las tres estaciones muestran similar índice de diversidad, existen ciertas diferencias entre las composiciones taxonómicas de las mismas (Ver tabla N° 19, 20 y 21). De este modo, en cuanto a las familias consideradas más sensibles, la familia Odontoceridae no se encontró en ninguna de las estaciones a diferencia de Tricorythidae y Perlidae que fueron exclusivas de las tres estaciones E1, E2 y E3. Esto explica, en dicho por autores como Vannote y *otros* (1980), quienes afirman que un alto grado de variación ambiental lleva a un aumento de la diversidad de taxones o la complejidad funcional. Además argumentan que como consecuencia de las variaciones en los patrones espaciales y longitudinales, la composición de macroinvertebrados puede ser diferente en las cabeceras en comparación a la corriente media.

La mayor frecuencia absoluta con valor 1.00 en los tres meses de muestreo: Enero, Marzo y Mayo y relativa con valores 11.54, 9.38 y 10.00 respectivamente, que corresponden a las familias Tricorythidae, Perlidae, Hydropsychidae, Libellulidae y Gerridae, los tres viajes de campo del mes de Enero (Tabla N° 16), en el mes de Marzo tenemos las familias Perlidae, Perlodidae, Perlodidae, Hydropsychidae, Gerridae, Tipulidae y Ptilodactylidae (Tabla N° 17), y en el mes de Mayo Perlidae, Hydropsychidae, Gomphidae, y Corydalidae (Tabla N° 18). Teniendo coincidentemente en los tres meses a las familias de **Perlidae e Hydropsychidae**. Esto posiblemente se debe a que éstos organismos son euritópicos, es decir que ocupan un amplio espectro de condiciones ambientales (Dominguez & Fernández, 2009).

Para la determinación del puntaje nos basamos en el Índice Biológico IBMWP (*adaptación realizada para Colombia por Zamora, G. H. y otros, 1991*), dentro de la cual identificamos a 17 familias de las 20 que se encontraron en su totalidad, en lo que respecta las tres familias no identificadas en el IBMWP/Col. que son Perlodidae, Gomphidae y Ptilodactylidae, para éstas se consideró el IBMWP de Alba-Tercedor (1987) en la cual fueron identificadas con los órdenes Plecoptera con puntaje 10, Odonota con puntaje 8 y en el orden Coleoptera con puntaje 5 respectivamente. Según ésta identificación de familias en la cual se consideró tanto el IBMWP de Colombia (*Zamora, G. H. y otros, 1991*) y el IBMWP de España (*Alva-Tercedor, 1988*), se hizo una modificación en la cual se agregaron las tres familias más en la tabla del IBMWP de Colombia adaptada a nuestra realidad.

Tenemos que de los 06 parámetros estudiados todos se encuentran dentro de los valores máximos permisibles del Estándar de Calidad Ambiental para Agua de acuerdo al análisis físico – químico.

Según Rolan (1988), los parámetros físico – químicos a los cuales son más sensibles los organismos son a menudo el pH, turbiedad y la conductividad. En relación a los resultados de las variables físico-químicos de la microcuenca Mishquiyacu, en el año 2014, el pH tuvo los siguientes valores: Enero 6.48 (ácida), marzo 7.44 (alcalina), y en mayo 6.45 (ácida), las cuales están dentro del máximo valor permisible (pH: 5.5 – 9.0). En la turbiedad tenemos que en Enero 6 UNT, en Marzo 40.2 UNT y en Mayo 8 UNT, encontrándose dentro valor máximo permisible (100 UNT) y por último tenemos la conductividad donde en el mes de Enero tenemos 72 us/cm², en Marzo 242 us/cm² y en Mayo 180 us/cm² que al igual que los anteriores parámetros mencionados están dentro del valor máximo permisible (conductividad = 1600 us/cm²) según D.D. N° 002-2008 del MINAM.

Los valores de Pearson encontrados según la tabla N° 30, 31, 32 y 33 de acuerdo a la relación que existe entre los macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos y la calidad del agua de la Microcuenca Mishquiyacu en base a los parámetros físicos químicos, tenemos que los valores están en el rango de -1 y 1, lo cual nos indica que tanto la turbidez, conductividad, los sólidos totales disueltos, pH y sulfatos con respecto al IBMWP/Col tienen una correlación perfecta positiva en la que a medida que aumenta la variable del IBMWP/Col. también aumentan los parámetros físico-químicos. Mientras que los parámetros de color, dureza, nitrato y hierro tienen una correlación perfecta negativa en la que a medida que aumenta una variable disminuye la otra.

3.3. CONCLUSIONES:

- En la microcuenca Mishquiyacu se identificaron 20 familias taxonómicas de macroinvertebrados acuáticos (Plociidae, Tricorythidae, Oligoneuridae, Leptophlebiidae, Baetidae, Perlidae, Perlodidae, Hydropsychidae, Ptilodactylidae, Ptilodactylidae, Gyrinidae, Elmidae, Tipulidae,, Tabanidae, Gerridae, Vellidae, Gomphidae, Libellulidae, Polythoridae, Corydalidae, Palaemonidae; las cuales están agrupadas en 09 órdenes y 02 clases, existiendo mayor abundancia en el mes de marzo con 181 individuos en la microcuenca Mishquiyacu como indicadores biológicos del agua en los meses de Enero, Marzo y Mayo.
- De acuerdo a la identificación de los macroinvertebrados acuáticos y su ubicación en la tabla de IBMWP/Col., tenemos que 03 familias están dentro del puntaje 10 según la tabla, 03 familias en el puntaje 09, 01 familias en el puntaje 08, 05 familias en el puntaje 07, 04 familias en el puntaje 06, 03 familias en el puntaje 05 y 01 familias en el puntaje 04. Por lo tanto se tiene un puntaje total en el mes de Enero 61, en Marzo 77 y Mayo 77.
- De acuerdo a los puntajes consignados según la tabla de IBMWP/Col., en los meses de Enero, Marzo y Mayo, tenemos que la calidad de agua es ACEPTABLE; cuyos resultados coinciden con los análisis físico-químicos que se encuentran dentro de los niveles máximos establecidos por el ECA-Aguas para uso poblacional.

3.4. RECOMENDACIONES:

- Deben realizarse estudios más intensivos de las poblaciones de macroinvertebrados acuáticos en la microcuenca y en general de los ríos que conforman la cuenca hidrográfica de la Región San Martín, Perú con el fin de determinar con mayor certeza las poblaciones de macroinvertebrados con mayor potencial de bioindicación en la zona.
- Continuar con este tipo de estudios en otras Microcuencas, para de esta manera poder obtener un Índice Biológico para el Alto Mayo.
- Se recomienda a la gestión ambiental en la empresa EPS-MOYOBAMBA, implementar en sus monitoreos el uso de índices biológicos con macroinvertebrados acuáticos de manera adicional a sus análisis físicos y químicos de la calidad de agua en la microcuenca, contando con una base sólida de datos que garantice respuestas en tiempo real y a futuro, ya que ciertamente ambos índices brindan suficiente información para la toma de decisiones que garanticen la vida acuática en las microcuencas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

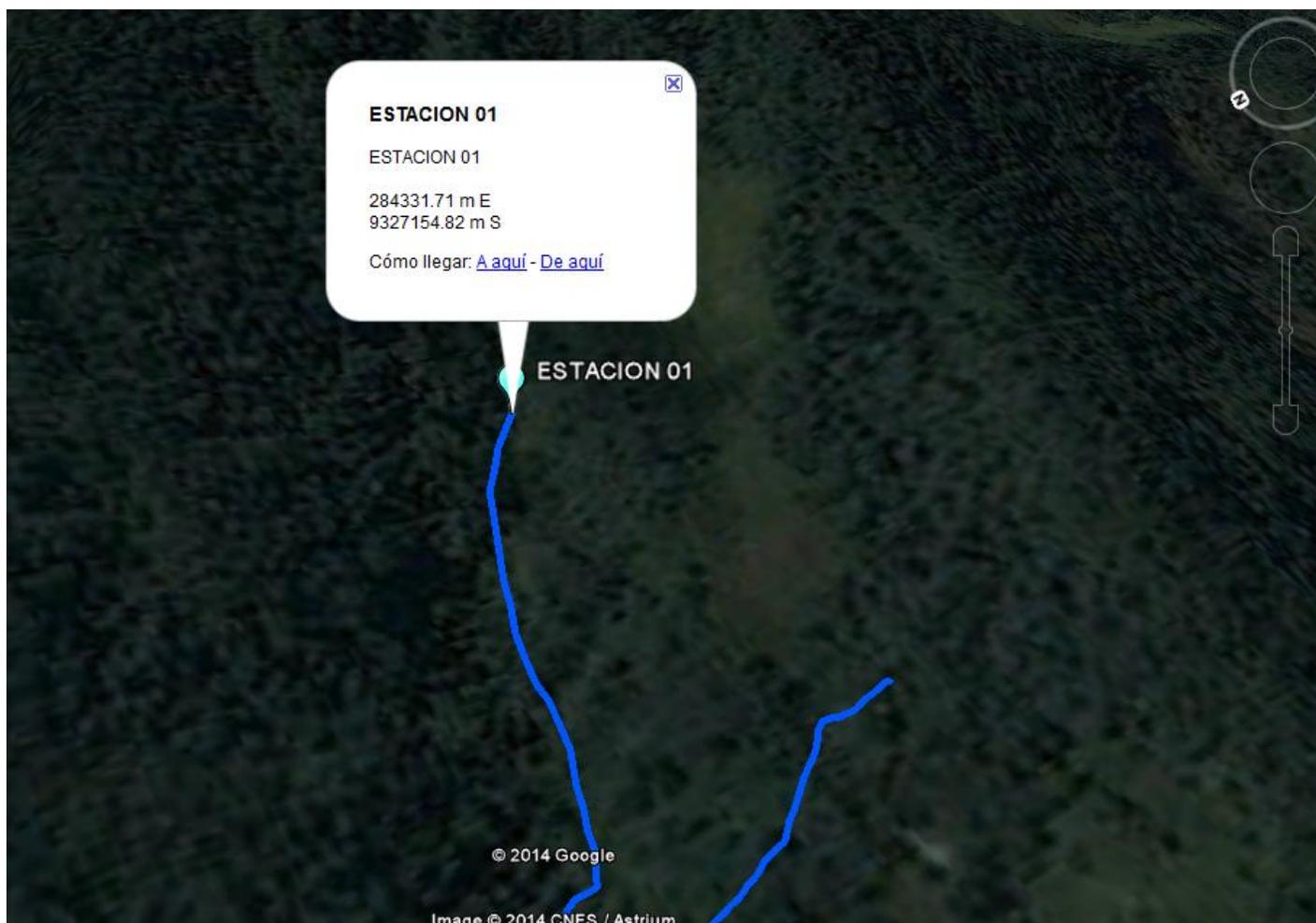
- Alva T.J. (1996). Macroinvertebrados Acuáticos y Calidad de las Aguas de los Ríos. En: *Revista SIAGRA*, 4 (2), pp. 303 -313. España.
- Arce A. (2006). *Indicadores Biológicos de Calidad del Agua*. Manuscrito no publicado.
- Aspajo, D. (2012). *Determinación de la Calidad del Agua para uso Doméstico de la Quebrada Rumiyacu, en el Área de Conservación Municipal Rumiyacu – Mishquiyacu*. Tesis De grado, Facultad de Ecología, Universidad Nacional de San Martín, Moyobamba, Perú.
- Ávila B.H. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación*. Jalisco, México: Ediciones electrónica.
- Carrera R.C.; Fierrop P.K. (2001). *Manual de monitoreo, Los Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua*. Quito, Ecuador: Ediciones Otto.
- CIESE (2003). *Libreta de Campo para la Identificación de los Macroinvertebrados*. Hoboken, Estados Unidos. Ediciones Strems Project.
- Córdova M.Z. (2006). *Estadística Inferencial*. Lima, Perú: Ediciones Moshera.
- Domínguez, E. & Fernández H.R. (2009). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericano*. San Miguel de Tucumán, Argentina. Ediciones Miguel Lillo.
- EPS Moyobamba. (2006). *Mecanismo de Pago por Servicios Ambientales en el Alto Mayo Modelamiento Hidrológico de las Subcuencas Avisado, Yuracyacu y las Microcuencas Rumiyacu-Mishquiyacu, Almendra y Urcuyacu, Moyobamba*. Manuscrito no publicado.

- Equipo Girh MASAL (2009). *Diagnóstico de GIRH en Microcuencas Andinas*. Cusco, Perú: Ediciones Unigraf.
- Estándares de Calidad Ambiental para Agua. (2008, 31 de julio). En: *El periódico El Peruano*, p. A16.
- García, V.; Moreno J.C.; Giraldo, L. (2007). Construcción de un Calorímetro para la Determinación de Entalpías de Inmersión. En: *Información Tecnológica*, 18(3), pp. 57-70.
- Iannacone, J.; Paredes C.; Alvarino, L. (2001). “Uso de macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de la calidad de agua en el río Rimac, Lima-Callao, Peru,”. Tesis de grado, Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Universidad Nacional de Federico Villarreal, Lima, Perú.
- Pech, J.C. (2007). *Fundamentos de la Investigación*. Distrito Federal, México: Ediciones Itescam.
- Jáimez P.; Vivas S.; Bonada N., et al. (2002). Protocolo 3: Ibmwp “Iberian Biological Monitoring Working Party”. En: A. E. Limnología (Ed.), *Protocolo de Guadalmed* (pp. 195 – 198). Madrid, España: Ediciones Limnetica.
- Jiménez A.A. (2000). *Determinación de los parámetros físico-químicos de calidad de las aguas*. Madrid, España: Ediciones Leganes.
- Mafla H.M. (2005). *Guía para Evaluaciones Ecológicas Rápidas con Indicadores Biológicos en Ríos de tamaño Mediano Talamanca - Costa Rica*. Turrialba. Costa Rica: Ediciones Cortés.
- Martella M.B.; Trumpe E.V.; Bellis L.M. et al (2012). *Manual de Ecología Evaluación de la biodiversidad*. Córdoba, Argentina: Ediciones Ecología.

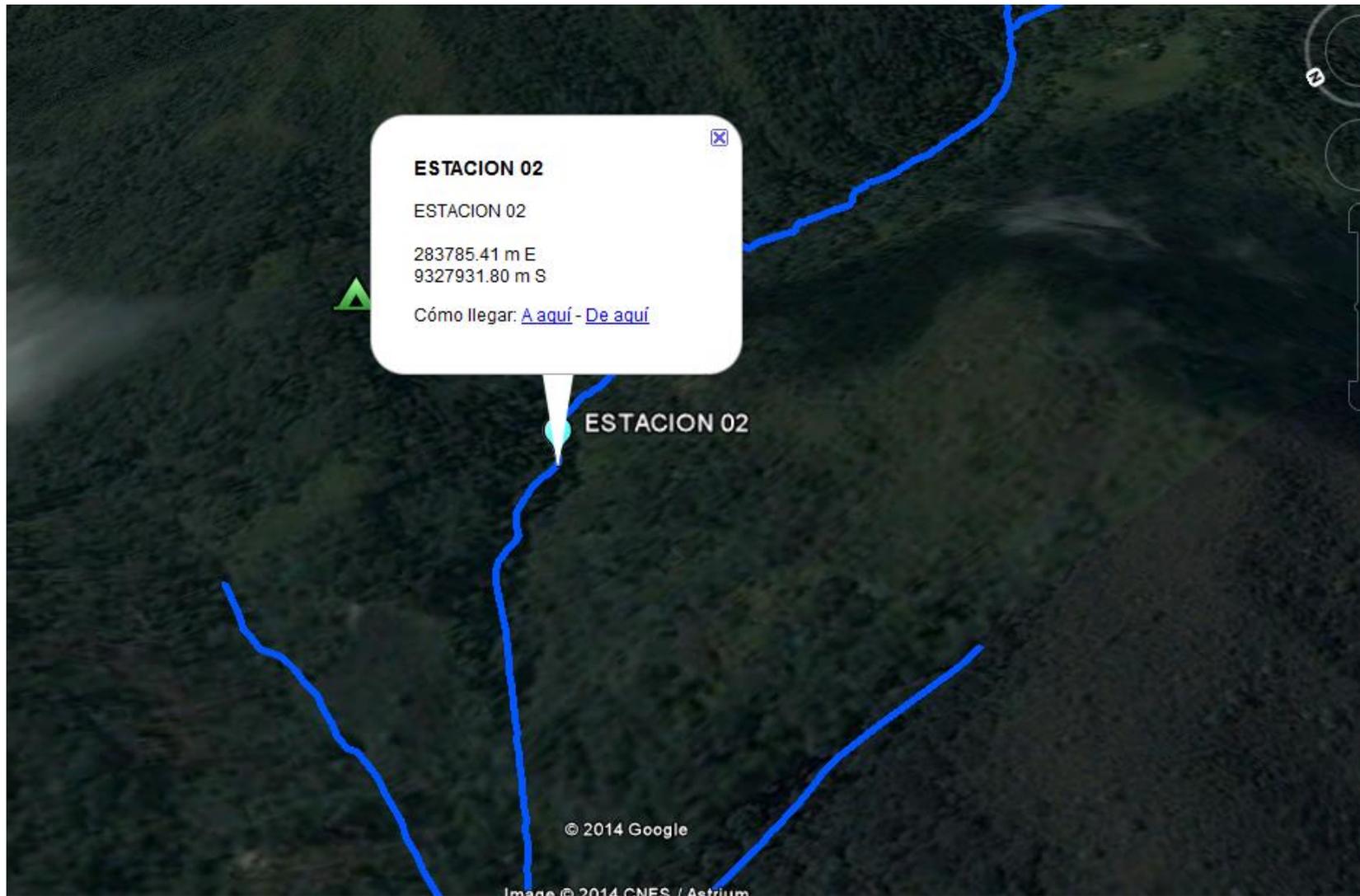
- Ministerio de Medio Ambiente (2005). *Metodología para el Establecimiento del Estado Ecológico según la Directiva Marco del Agua, Protocolos de muestreo y análisis para Invertebrados Bentónicos*. Granada, España: Ediciones Confederación Hidrográfica del Ebro.
- Plascencia G.V. (2003). *Maestría en Ciencias Bioquímicas*. Cuernavaca, México: Ediciones Morelos.
- Roldán, P. (1999). Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad del agua. En: *Revista Ecológica*, 23 (88), pp. 375-387. Colombia.
- Vannote, R.L, y otros. (1980). The River Continuum Concept. En: *Revista Pesca y Ciencias Acuáticas*, 1, pp. 130-137. Canadá.

ANEXOS.

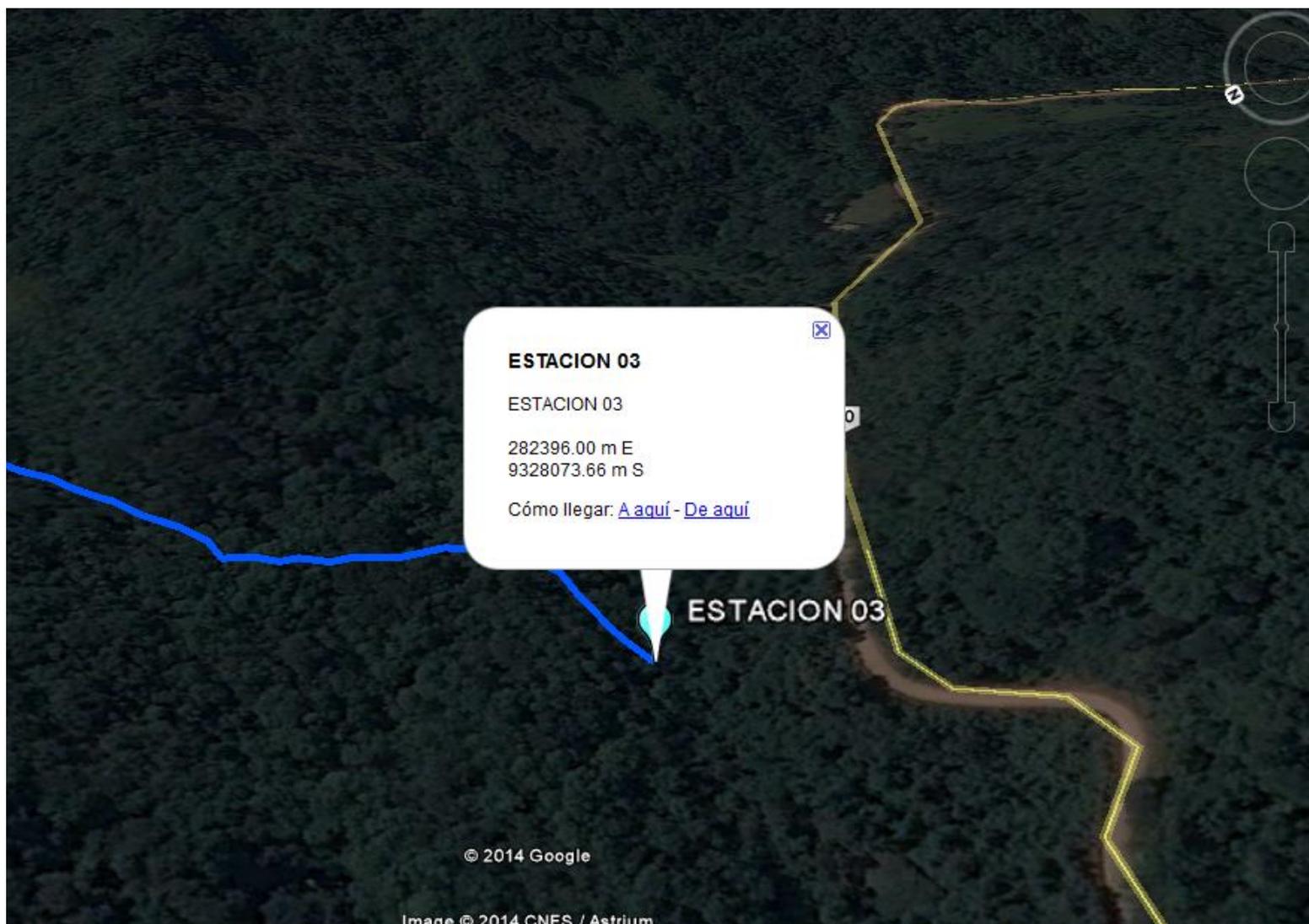
Anexo N° 01: Ubicación según coordenadas UTM de la Estación E1 de la microcuenca Mishqiyacu.



Anexo N° 02: Ubicación según coordenadas UTM de la Estación E2 de la microcuenca Mishqiyacu.

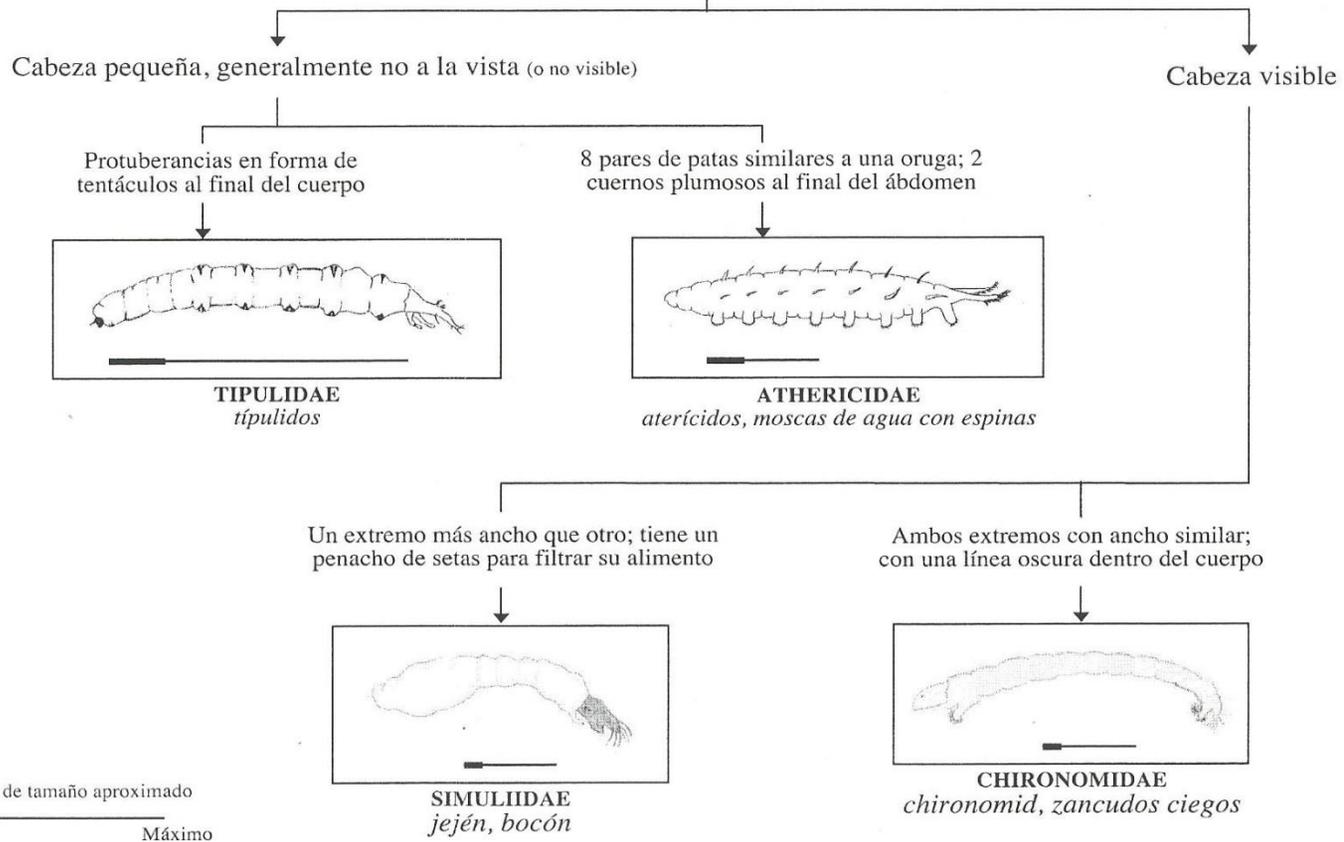


Anexo N° 03: Ubicación según coordenadas UTM de la Estación E3 de la microcuenca Mishqiyacu.

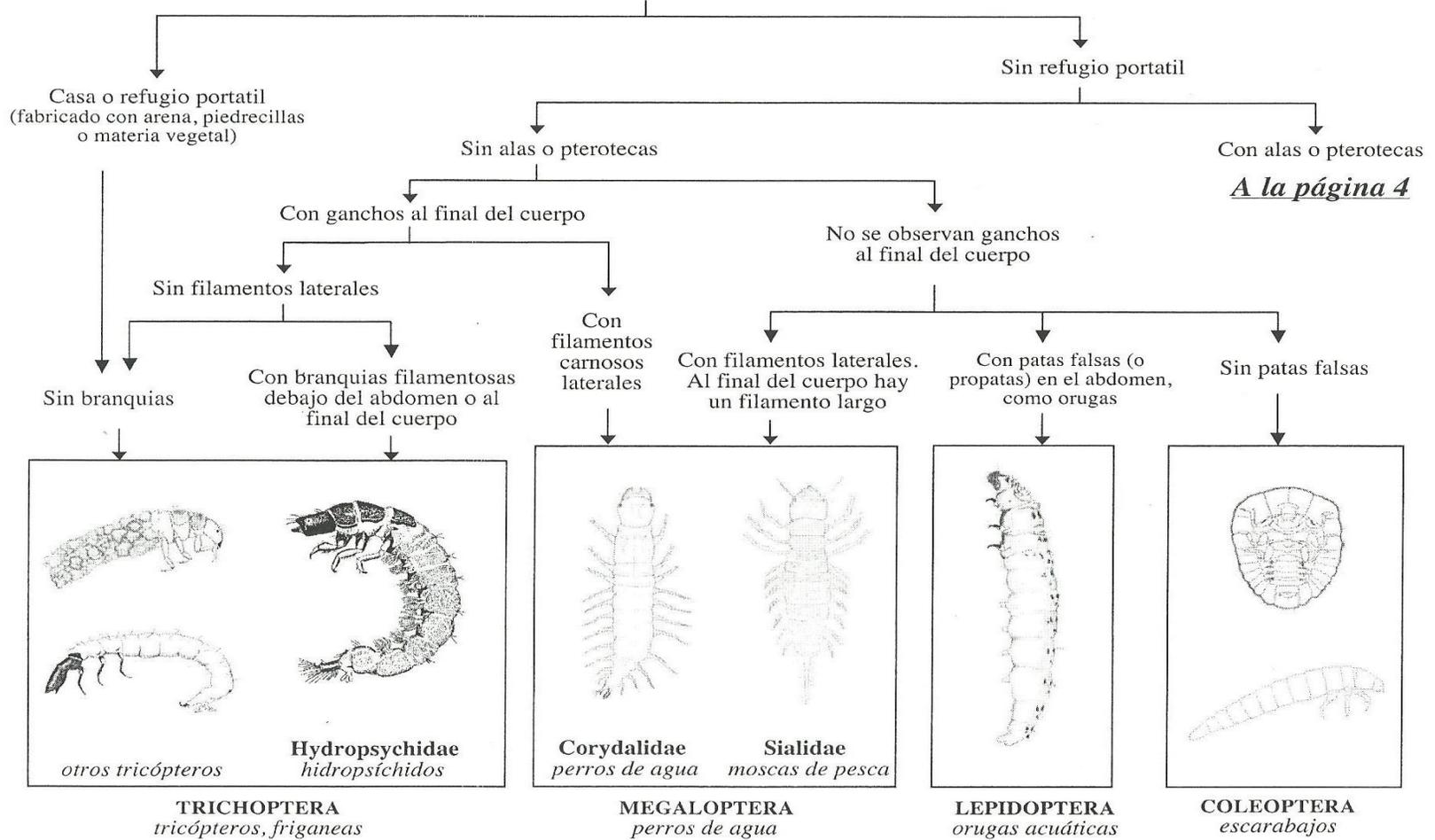


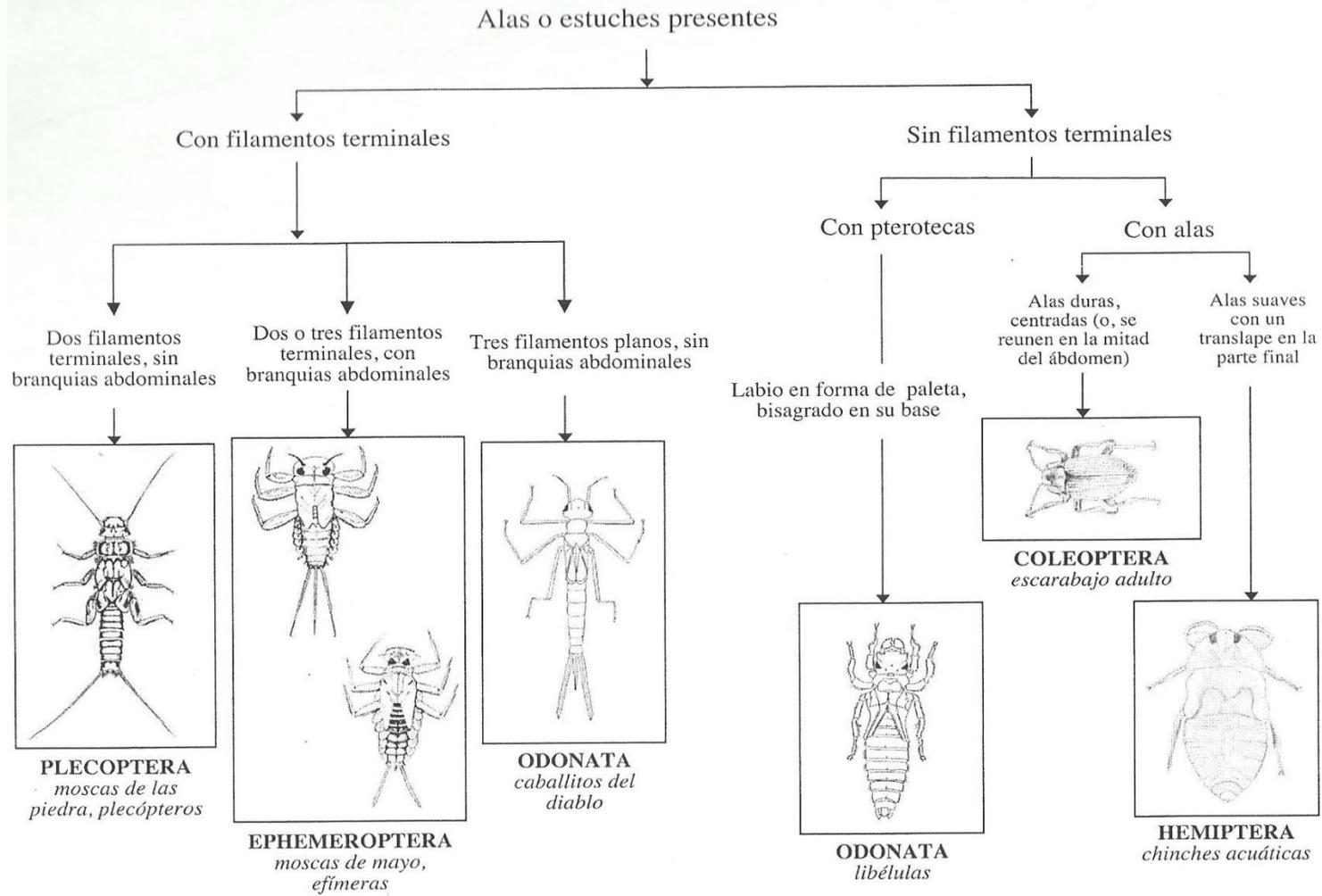
Tipo gusano con cabeza y/o apéndices carnosos (protuberancias)

DIPTERA – moscas



Seis patas segmentadas o articuladas





Anexo N° 08: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua.

Fuente: Normas Legales, diario "El Peruano", Julio 2008.

ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA

CATEGORÍA 1: POBLACIONAL Y RECREACIONAL

PARÁMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas para recreación	
		A1	A2	A3	B1	B2
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
FÍSICOS Y QUÍMICOS						
Aceites y grasas (MEH)	mg/L	1	1,00	1,00	Ausencia de película visible	**
Cianuro Libre	mg/L	0,005	0,022	0,022	0,022	0,022
Cianuro Wad	mg/L	0,08	0,08	0,08	0,08	**
Cloruros	mg/L	250	250	250	**	**
Color	Color verdadero escala Pt/Co	15	100	200	sin cambio normal	sin cambio normal
Conductividad	us/cm ²⁵	1 500	1 600	**	**	**
D.B.O. ₅	mg/L	3	5	10	5	10
D.Q.O.	mg/L	10	20	30	30	50
Dureza	mg/L	500	**	**	**	**
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,5	0,5	na	0,5	Ausencia de espuma persistente
Fenoles	mg/L	0,003	0,01	0,1	**	**
Fluoruros	mg/L	1	**	**	**	**
Fósforo Total	mg/L P	0,1	0,15	0,15	**	**
Materiales Flotantes		Ausencia de material flotante	**	**	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Nitratos	mg/L N	10	10	10	10	**
Nitritos	mg/L N	1	1	1	1(5)	**
Nitrógeno amoniacal	mg/L N	1,5	2	3,7	**	**
Olor		Aceptable	**	**	Aceptable	**
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4	≥ 5	≥ 4
pH	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 – 9,0	6-9 (2,5)	**
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500	**	**
Sulfatos	mg/L	250	**	**	**	**
Sulfuros	mg/L	0,05	**	**	0,05	**
Turbiedad	UNT ⁹⁰	5	100	**	100	**
INORGÁNICOS						
Aluminio	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,2	**
Antimonio	mg/L	0,006	0,006	0,006	0,006	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,05	0,01	**
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	0,7	**
Berilio	mg/L	0,004	0,04	0,04	0,04	**
Boro	mg/L	0,5	0,5	0,75	0,5	**
Cadmio	mg/L	0,003	0,003	0,01	0,01	**
Cobre	mg/L	2	2	2	2	**
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	**
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	**

Hierro	mg/L	0,3	1	1	0,3	**
Manganeso	mg/L	0,1	0,4	0,5	0,1	**
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002	0,001	**
Niquel	mg/L	0,02	0,025	0,025	0,02	**
Plata	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,01	0,05
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,01	**
Selenio	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,01	**
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Vanadio	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Zinc	mg/L	3	5	5	3	**

ORGÁNICOS

I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES

Hidrocarburos totales de petróleo, HTPP	mg/L	0,05	0,2	0,2		
Trihalometanos	mg/L	0,1	0,1	0,1	**	**
Compuestos Orgánicos Volátiles, COVs						
1,1,1-Tricloroetano -- 71-55-6	mg/L	2	2	**	**	**
1,1-Dicloroetano -- 75-35-4	mg/L	0,03	0,03	**	**	**
1,2-Dicloroetano -- 107-06-2	mg/L	0,03	0,03	**	**	**
1,2-Diclorobenceno -- 95-50-1	mg/L	1	1	**	**	**
Hexaclorobutadieno -- 87-68-3	mg/L	0,0006	0,0006	**	**	**
Tetracloroetano -- 127-18-4	mg/L	0,04	0,04	**	**	**
Tetracloruro de Carbono -- 56-23-5	mg/L	0,002	0,002	**	**	**
Tricloroetano -- 79-01-6	mg/L	0,07	0,07	**	**	**
BETX						

Benceno -- 71-43-2	mg/L	0,01	0,01	**	**	**
Etilbenceno -- 100-41-4	mg/L	0,3	0,3	**	**	**
Tolueno -- 108-88-3	mg/L	0,7	0,7	**	**	**
Xilenos -- 1330-20-7	mg/L	0,5	0,5	**	**	**
Hidrocarburos Aromáticos						
Benzo(a)pireno -- 50-32-8	mg/L	0,0007	0,0007	**	**	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**	**	**
Triclorobencenos (Totales)	mg/L	0,02	0,02	**	**	**
Plaguicidas						
Organofosforados:						
Malatión	mg/L	0,0001	0,0001	**	**	**
Metamidofós (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Paraquat (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Paratión	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Organoclorados (COP)*:						
Aldrin -- 309-00-2	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Clordano	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
DDT	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Dieldrin -- 60-57-1	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Endosulfán	mg/L	0,000056	0,000056	*	**	**
Endrin -- 72-20-8	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Heptacloro -- 76-44-8	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Heptacloro epóxido 1024-57-3	mg/L	0,00003	0,00003	*	**	**
Lindano	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Carbamatos:						
Aldicarb (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Policloruros Bifenilos Totales						
(PCBs)	mg/L	0,000001	0,000001	**	**	**
Otros						
Asbesto	Millones de fibras/L	7	**	**	**	**
MICROBIOLÓGICO						
Coliformes Termotolerantes (44,5 °C)	NMP/100 mL	0	2 000	20 000	200	1 000
Coliformes Totales (35 - 37 °C)	NMP/100 mL	50	3 000	50 000	1 000	4 000
Enterococos fecales	NMP/100 mL	0	0		200	**
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL	0	0		Ausencia	Ausencia
Formas parasitarias	Organismo/Litro	0	0		0	
<i>Giardia duodenalis</i>	Organismo/Litro	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
<i>Salmonella</i>	Presencia/100 mL	Ausencia	Ausencia	Ausencia	0	0

UNT Unidad Nefelométrica Turbiedad

NMP/ 100 mL Número más probable en 100 mL

* Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP)

** Se entenderá que para esta subcategoría, el parámetro no es relevante, salvo casos específicos que la Autoridad competente determine.

CATEGORÍA 2: ACTIVIDADES MARINO COSTERAS

PARÁMETRO	UNIDADES	AGUA DE MAR		
		Sub Categoría 1	Sub Categoría 2	Sub Categoría 3
		Extracción y Cultivo de Moluscos Bivalvos (C1)	Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas (C2)	Otras Actividades (C3)
ORGANOLÉPTICOS				
Hidrocarburos de Petróleo		No Visible	No Visible	No Visible
FISICOQUÍMICOS.				
Aceites y grasas	mg/L	1,0	1,0	2,0
DBO ₅	mg/L	**	10,0	10,0
Oxígeno Disuelto	mg/L	>=4	>=3	>=2,5
pH	Unidad de pH	7 - 8,5	6,8 - 8,5	6,8 - 8,5
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	**	50,0	70,0
Sulfuro de Hidrógeno	mg/L	**	0,06	0,08
Temperatura	°C	**delta 3 °C	**delta 3 °C	**delta 3 °C
INORGÁNICOS				
Amoniaco	mg/L	**	0,08	0,21
Arsénico total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Cadmio total	mg/L	0,0093	0,0093	0,0093
Cobre total	mg/L	0,0031	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05
Fosfatos (P-PO4)	mg/L	**	0,03 - 0,09	0,1
Mercurio total	mg/L	0,00094	0,0001	0,0001
Niquel total	mg/L	0,0082	0,1	0,1
Nitratos (N-NO3)	mg/L	**	0,07 - 0,28	0,3
Plomo total	mg/L	0,0081	0,0081	0,0081
Silicatos (Si-Si O3)	mg/L	**	0,14 - 0,70	**
Zinc total	mg/L	0,081	0,081	0,081
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos de petróleo totales (fracción aromática)	mg/L	0,007	0,007	0,01
MICROBIOLÓGICOS				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	* ≤14 (área aprobada)	≤30	1000
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	* ≤88 (área restringida)		

NMP/ 100 mL Número más probable en 100 mL

* **Área Aprobada** : Áreas de donde se extraen ó cultivan moluscos bivalvos seguros para el comercio directo y consumo, libres de contaminación fecal humana ó animal, de organismos patógenos ó cualquier sustancia deletérea ó venenosa y potencialmente peligrosa.

* **Área Restringida**: Áreas acuáticas impactadas por un grado de contaminación donde se extraen moluscos bivalvos seguros para consumo humano luego de ser depurados

** Se entenderá que para este uso, el parámetro no es relevante, salvo casos específicos que la Autoridad competente lo determine

*** La temperatura corresponde al promedio mensual multianual del área evaluada.

CATEGORÍA 3: RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDAS DE ANIMALES

PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES DE TALLO BAJO Y TALLO ALTO		
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
Fisicoquímicos		
Bicarbonatos	mg/L	370
Calcio	mg/L	200
Carbonatos	mg/L	5
Cloruros	mg/L	100-700
Conductividad	(uS/cm)	<2 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	15
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	40
Fluoruros	mg/L	1
Fosfatos - P	mg/L	1
Nitratos (NO ₃ -N)	mg/L	10
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	0,06
Oxígeno Disuelto	mg/L	> =4
pH	Unidad de pH	6,5 – 8,5
Sodio	mg/L	200
Sulfatos	mg/L	300
Sulfuros	mg/L	0,05
Inorgánicos		
Aluminio	mg/L	5
Arsénico	mg/L	0,05
Bario total	mg/L	0,7
Boro	mg/L	0,5-6
Cadmio	mg/L	0,005
Cianuro Wad	mg/L	0,1
Cobalto	mg/L	0,05
Cobre	mg/L	0,2
Cromo (6+)	mg/L	0,1
Hierro	mg/L	1

Litio	mg/L	2,5
Magnesio	mg/L	150
Manganeso	mg/L	0,2
Mercurio	mg/L	0,001
Niquel	mg/L	0,2
Plata	mg/L	0,05
Plomo	mg/L	0,05
Selenio	mg/L	0,05
Zinc	mg/L	2
Orgánicos		
Aceites y Grasas	mg/L	1
Fenoles	mg/L	0,001
S.A.A.M. (detergentes)	mg/L	1
Plaguicidas		
Aldicarb	ug/L	1
Aldrin (CAS 309-00-2)	ug/L	0,004
Clordano (CAS 57-74-9)	ug/L	0,3
DDT	ug/L	0,001
Dieldrin (N° CAS 72-20-8)	ug/L	0,7
Endrin	ug/L	0,004

PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES DE TALLO BAJO Y TALLO ALTO		
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
Endosulfán	ug/L	0,02
Heptacloro (N° CAS 76-44-8) y heptacloripoxido	ug/L	0,1
Lindano	ug/L	4
Paratión	ug/L	7,5

PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES.			
PARÁMETROS	Unidad	Vegetales Tallo Bajo	Vegetales Tallo Alto
		Valor	Valor
Biológicos			
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1 000	2 000(3)
Coliformes Totales	NMP/100mL	5 000	5 000(3)
Enterococos	NMP/100mL	20	100
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	100	100
Huevos de Helmintos	huevos/litro	<1	<1(1)
<i>Salmonella</i> sp.		Ausente	Ausente
<i>Vibrio cholerae</i>		Ausente	Ausente

PARÁMETROS PARA BEBIDAS DE ANIMALES		
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
Fisicoquímicos		
Conductividad Eléctrica	(μ S/cm)	\leq 5000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	\leq 15
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	40
Fluoruro	mg/L	2
Nitratos-(NO ₃ -N)	mg/L	50
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	1
Oxígeno Disuelto	mg/L	$>$ 5
pH	Unidades de pH	6,5 – 8,4
Sulfatos	mg/L	500
Sulfuros	mg/L	0,05
Inorgánicos		
Aluminio	mg/L	5
Arsénico	mg/L	0,1
Berilio	mg/L	0,1
Boro	mg/L	5
Cadmio	mg/L	0,01
Cianuro WAD	mg/L	0,1
Cobalto	mg/L	1
Cobre	mg/L	0,5
Cromo (6+)	mg/L	1
Hierro	mg/L	1
Litio	mg/L	2,5
Magnesio	mg/L	150
Manganeso	mg/L	0,2
Mercurio	mg/L	0,001
Niquel	mg/L	0,2
Plata	mg/L	0,05
Pbomo	mg/L	0,05
Selenio	mg/L	0,05
Zinc	mg/L	24
Orgánicos		
Aceites y Grasas	mg/L	1
Fenoles	mg/L	0,001
S.A.A.M. (detergentes)	mg/L	1

Plaguicidas		
Aldicarb	μ g/L	1
Aldrin (CAS 309-00-2)	μ g/L	0,03
Clordano (CAS 57-74-9)	μ g/L	0,3
DDT	μ g/L	1
Dieldrin (N° CAS 72-20-8)	μ g/L	0,7
Endosulfán	μ g/L	0,02

Endrín	ug/L	0,004
Heptacloro (N° CAS 76-44-8) y heptacloripóxido	ug/L	0,1
Lindano	ug/L	4
Paratión	ug/L	7,5
Biológicos		
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1 000
Coliformes Totales	NMP/100mL	5 000
Enterococos	NMP/100mL	20
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	100
Huevos de Helmintos	huevos/litro	<1
<i>Salmonella</i> sp.	Ausente	
<i>Vibrio cholerae</i>	Ausente	

NOTA :

NMP/100: Número más probable en 100 mL

Vegetales de Tallo alto: Son plantas cultivables o no, de porte arbustivo o arbóreo y tienen una buena longitud de tallo. las especies leñosas y forestales tienen un sistema radicular pivotante profundo (1 a 20 metros). Ejemplo; Forestales, árboles frutales, etc.

Vegetales de Tallo bajo : Son plantas cultivables o no, frecuentemente porte herbáceo, debido a su poca longitud de tallo alcanzan poca altura. Usualmente, las especies herbáceas de porte bajo tienen un sistema radicular difuso o fibroso, poco profundo (10 a 50 cm). Ejemplo: Hortalizas y verdura de tallo corto, como ajo, lechuga, fresas, col, repollo, apio y arveja, etc.

Animales mayores: Entiéndase como animales mayores a vacunos, ovinos, porcinos, camélidos y equinos, etc.

Animales menores: Entiéndase como animales menores a caprinos, cuyes, aves y conejos

SAAM: Sustancias activas de azul de metileno

CATEGORÍA 4: CONSERVACIÓN DEL AMBIENTE ACUÁTICO

PARÁMETROS	UNIDADES	LAGUNAS Y LAGOS	RÍOS			ECOSISTEMAS MARINO COSTEROS	
			COSTA Y SIERRA	SELVA		ESTUARIOS	MARINOS
FÍSICOS Y QUÍMICOS							
Aceites y grasas	mg/L	Ausencia de película visible	Ausencia de película visible	Ausencia de película visible		1	1
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	<5	<10	<10		15	10
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	<0,02	0,02	0,05		0,05	0,08
Temperatura	Celsius						delta 3 °C
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥5	≥5	≥5		≥4	≥4
pH	unidad	6,5-8,5	6,5-8,5			6,8-8,5	6,8 - 8,5
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	500	500	500		500	
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤25	≤25 - 100	≤25 - 400		≤25-100	30,00
INORGÁNICOS							
Arsénico	mg/L	0,01	0,05	0,05		0,05	0,05
Bario	mg/L	0,7	0,7	1		1	----
Cadmio	mg/L	0,004	0,004	0,004		0,005	0,005
Cianuro Libre	mg/L	0,022	0,022	0,022		0,022	----
Clorofila A	mg/L	10	----	----		----	----
Cobre	mg/L	0,02	0,02	0,02		0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05		0,05	0,05
Fenoles	mg/L	0,001	0,001	0,001		0,001	
Fosfatos Total	mg/L	0,4	0,5	0,5		0,5	0,031 - 0,093
Hidrocarburos de Petróleo Aromáticos Totales	Ausente					Ausente	Ausente
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001		0,001	0,0001
Nitratos (N-NO3)	mg/L	5	10	10		10	0,07 - 0,28
INORGÁNICOS							
Nitrógeno Total	mg/L	1,6	1,6			----	----
Níquel	mg/L	0,025	0,025	0,025		0,002	0,0082
Piomo	mg/L	0,001	0,001	0,001		0,0081	0,0081
Silicatos	mg/L	----	----	----		----	0,14-0,7
Sulfuro de Hidrógeno (H2S indisoluble)	mg/L	0,002	0,002	0,002		0,002	0,06
Zinc	mg/L	0,03	0,03	0,3		0,03	0,081
MICROBIOLÓGICOS							
Coliformes Termotolerantes	(NMP/100mL)	1 000	2 000			1 000	≤30
Coliformes Totales	(NMP/100mL)	2 000	3 000			2 000	

NOTA : Aquellos parámetros que no tienen valor asignado se debe reportar cuando se dispone de análisis

Dureza: Medir "dureza" del agua muestreada para contribuir en la interpretación de los datos (método/técnica recomendada: APHA-AWWA-WPCF 2340C)

Nitrógeno total: Equivalente a la suma del nitrógeno Kjeldahl total (Nitrógeno orgánico y amoniacal), nitrógeno en forma de nitrato y nitrógeno en forma de nitrito (NO)

Amonio: Como NH3 no ionizado

NMP/100 mL: Número más probable de 100 mL

Ausente: No deben estar presentes a concentraciones que sean detectables por olor, que afecten a los organismos acuáticos comestibles, que puedan formar depósitos de sedimentos en las orillas o en el fondo, que puedan ser detectados como películas visibles en la superficie o que sean nocivos a los organismos acuáticos presentes.



Fotografía N° 01: Estación de muestreo
N° 02 en vista Panorámica.



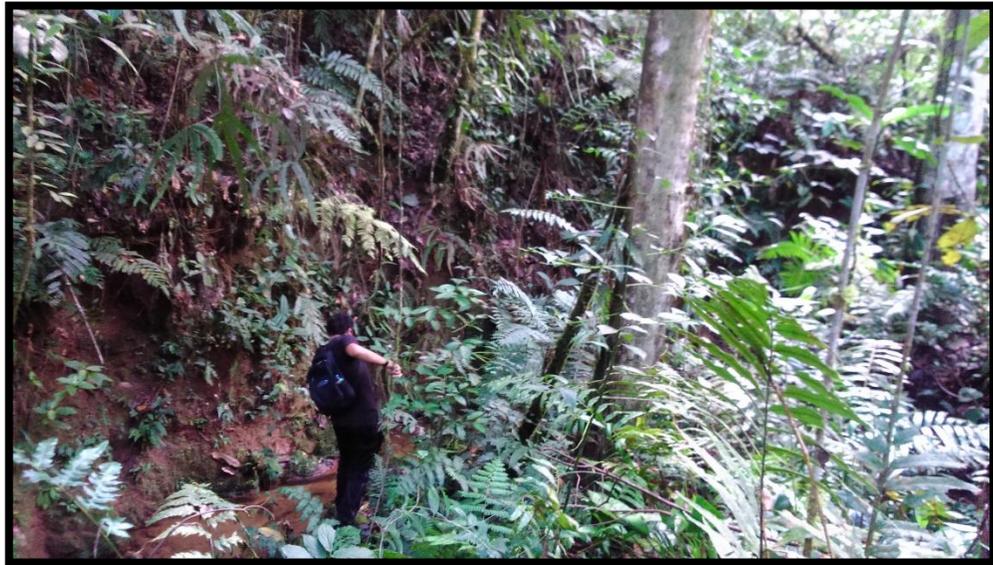
Fotografía N° 02: Materiales empleados
para la recolección de las muestras.



Fotografía N° 03: Recolectando las muestras en Estación N° 02.



Fotografía N° 04: Muestras recolectadas en Estación N° 02.



Fotografía N° 05: Foto panorámica de la Estación N° 03.



Fotografía N° 06: Recolectando muestras de la Estación N° 03.



Fotografía N° 07: Colocando muestras de la Estación N° 03 en el frasco esterilizado.



Fotografía N° 08: Vista microscópica de individuos de la familia Hydropsychidae.



Fotografía N° 09: Vista microscópica de individuos de la familia Arachnid.



Fotografía N° 10: Familia representativa del puntaje 10 según el IBMWP - Plociidae

