



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

UNIDAD DE POSGRADO

MAESTRÍA EN DESARROLLO

Y MEDIO AMBIENTE

Tesis previa la obtención del Grado Académico de Magíster en Desarrollo y Medio Ambiente.

TEMA:

“DESCARGAS DE AGUAS SERVIDAS Y SU EFECTO SOBRE LOS MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN UN SECTOR DEL RIO VINCES. AÑO 2015. PROPUESTA DE MONITOREO”

AUTOR

BLGO. EDGARD JOFFRE AVILÉS CAMACHO

DIRECTORA DE TESIS

BLGA. OLGA QUEVEDO PINOS. MSc

QUEVEDO – ECUADOR

2015



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

UNIDAD DE POSGRADO

MAESTRÍA EN DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE

Tesis previa la obtención del Grado
Académico de Magíster en Desarrollo y Medio
Ambiente.

TEMA:

**“DESCARGAS DE AGUAS SERVIDAS Y SU EFECTO SOBRE LOS
MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN UN SECTOR DEL RIO
VINCES. AÑO 2015. PROPUESTA DE MONITOREO”**

AUTOR

BLGO. EDGARD JOFFRE AVILÉS CAMACHO

DIRECTORA DE TESIS

BLGA. OLGA QUEVEDO PINOS. MsC.

QUEVEDO – ECUADOR

2015

CERTIFICACIÓN

La suscrita, **Bióloga Ms.C Olga Quevedo Pinos** docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el biólogo Edgard Joffre Avilés Camacho realizó la tesis previo a la obtención del título de Magister en Desarrollo y Medio Ambiente titulada **“Descargas de aguas servidas y su efecto sobre los macroinvertebrados acuáticos en un sector del río Vines. Año 2015. Propuesta de monitoreo”** bajo mi dirección, habiendo cumplido las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto

Quevedo, 03 de diciembre del 2015

Bióloga Olga Quevedo Pinos M.Sc.

C.I 0909642936

DIRECTORA DE TESIS

AUTORIA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **EDGARD JOFFRE AVILÉS CAMACHO**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente

Edgard Joffre Avilés Camacho

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo de investigación

A mi madre la señora **Rosa Haydee Camacho Solórzano (+)**, por todo el amor incondicional que solo ella me supo proporcionar, por su abnegación, dedicación, cariño y espíritu de lucha para darme a mí y a mis hermanos las herramientas necesarias para una vida digna

AGRADECIMIENTO

Agradezco al Creador por todo lo que tengo, por permitir que alcance los objetivos propuestos en mi vida académica y profesional y por todo aquello que me depara a futuro.

Agradezco a mi madre y padre por el apoyo incondicional que recibí de ellos en todo momento, por los valores que me inculcaron a lo largo de mi vida, por el buen ejemplo y referente que ayudó a forjarme como persona de principios, hombre de bien y ciudadano respetuoso de las leyes que rigen nuestra sociedad.

Agradezco a todos los docentes de todas las instancias de nuestro sistema educativo que aportaron su grano de arena para enseñarme lo que ahora sé, quiero hacer especial mención a aquella maestra que me enseñó a leer, la profesora Silvia Álava, en aquella época docente de la escuela de educación primaria Lorenzo Ruffo Peña de Vinces por su abnegación y entrega, gracias a estas dos virtudes de mi maestra es que me convertí en un “depredador” de libros.

Agradezco a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo representada en sus directivos, a la planta de docentes de la Maestría en Desarrollo y Medio Ambiente dictada en la ciudad de Vinces por los conocimientos impartidos.

Agradezco particularmente a la bióloga Olga Quevedo Pinos MsC, compañera de aula durante mi pregrado, amiga, colega, profesora de maestría y directora de tesis, en ese orden, por toda la ayuda y guía proporcionada durante mi postgrado y en la ejecución de esta tesis.

PRÓLOGO

El presente trabajo de investigación tiene su origen en los espacios donde se impartieron los módulos de la maestría en “Desarrollo y Medio Ambiente” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ) realizada en la ciudad de Vinces en el año 2010, cuando el ingeniero Raúl Quijije Pinargote M. Sc. Facilitador del módulo VIII titulado “Restauración de espacios degradados” en base a la información proporcionada a los maestrantes, entre ellos, al autor de este trabajo, generó en la mente de este la siguiente pregunta ¿Cuál es la calidad del agua del río Vinces en el punto de descarga de las aguas servidas de la estación de bombeo nº 1? No conozco otros trabajos de investigación relativos a la calidad de agua del río Vinces en el sector de Las Palmitas siendo este un trabajo inédito y el primero de, espero, muchos más, que aportarán en conocimiento sobre el tema que aborda el autor.

La presente obra “Descargas de aguas servidas y su efecto sobre los macroinvertebrados acuáticos en un sector del río Vinces. Año 2015. Propuesta de monitoreo” Busca difundir el hecho que existen formas más económicas que los análisis físico-químicos para evaluar la calidad del agua de un río pero al mismo tiempo aclara que no se pretende hacer a un lado estos análisis físico-químicos sino, más bien, complementarlos con los análisis biológicos como el índice BMWP Col para calidad de agua y los índices biológicos para diversidad de Shannon – Weaver y el de Simpson, empleado para calcular dominancia. De esta manera se pueden realizar análisis físico-químicos de manera más óptima, economizando recursos humanos, financieros y de tiempo.

En el capítulo I el autor define el punto temporo-espacial en que se realiza la investigación, plantea el problema de investigación, define los objetivos e indica cuales son los cambios esperados con la investigación. En el capítulo II se establece la fundamentación conceptual, es decir, las definiciones de los términos científicos empleados en la obra; la fundamentación teórica, citas de otros autores que han escrito sobre el tema de calidad de agua e índices biológicos; la fundamentación legal, leyes y normas de nuestro país que sirven de respaldo al tema tratado en este trabajo. El capítulo III explica que métodos se usaron en la investigación, en este capítulo es donde el lector encuentra una descripción de cómo se tomaron las muestras, como serán analizadas y procesados los resultados obtenidos. En el capítulo IV el autor analiza e interpreta los resultados encontrados en base a la hipótesis planteada. En el capítulo V el autor da sus conclusiones y hace las recomendaciones que considera pertinentes. En el capítulo VI el autor realiza una propuesta a manera de plan de monitoreo dirigida a la administración municipal para que haga el seguimiento de cómo evolucionan las condiciones del medio acuático en el río Vices sector Las Palmitas.

El autor, Edgard Avilés Camacho nació un 25 de agosto de 1970 en la ciudad de Guayaquil, de raíces vinceñas y radicado en esta ciudad de Vices, hermoso rincón del Ecuador. Hijo del profesor José María Avilés Briones y la señora Rosita Camacho Solórzano. Sus estudios primarios los realizó en la Escuela Lorenzo Ruffo Peña, la instrucción secundaria en el Colegio Nacional Diez de Agosto ambas instituciones educativas de la localidad de Vices. Obtuvo el grado de Biólogo en la Escuela de Biología de la Facultad de Ciencia Naturales de la Universidad de Guayaquil el año de 1994. En el año 2000 obtiene el posgrado de Especialista en Biotecnología con opción en Biología Molecular e Ingeniería Genética, otorgado por la Universidad de Guayaquil. En 1997 se vincula con la docencia universitaria formando parte actualmente de la planta de docentes de la Universidad de Guayaquil. En 2014 solicita a la Universidad de Guayaquil, y le es otorgada la comisión de servicios sin

remuneración para colaborar con la actual administración municipal de la ciudad de Vinces desempeñando el cargo de Director de Gestión Ambiental hasta la actualidad Econ. Cristian Villasagua Santana.

RESUMEN EJECUTIVO

La actividad agropecuaria, industrial y domestica que se realiza a orillas del rio Vinces aporta contaminantes de diversa índole a dicha agua incrementando su nivel de polución y deterioro en su calidad. Estos contaminantes van a afectar a las poblaciones de macroinvertebrados acuáticos que habitan en el ecosistema fluvial del rio Vinces, algunas familias de dichos macroinvertebrados acuáticos son sensibles a tales contaminantes y su presencia se verá restringida a aguas que no contengan dichas sustancias, por tal motivo se los considera como “indicadores de buena calidad biológica de agua” para ese ecosistema acuático. De igual manera existen familias de macroinvertebrados acuáticos que pueden vivir en ambientes contaminados y en algunos casos no solo que pueden vivir sino que estas condiciones favorecen su presencia y multiplicación, considerándoselos como indicadores de mala calidad biológica de agua. Esta investigación analizó tres estaciones de muestreo, La estación de muestreo Las Palmitas, de acuerdo al índice BMWP Col presenta un valor de 59, que corresponde a la categoría de agua de calidad crítica o ligeramente contaminada, mientras que la estación Las cabañas presenta un valor de índice de 30 puntos, correspondiente a “aguas contaminadas” y por último, la estación Estero Peñafiel presenta un valor de 21 puntos, correspondiendo a la categoría de agua de calidad dudosa o moderadamente contaminada. Para el índice de diversidad de Simpson, las estaciones de Las Palmitas y Estero Peñafiel presentan el mismo valor para diversidad, esto es 0.24 y la estación Las Cabañas obtuvo un valor ligeramente superior, 0.28, por lo que se puede deducir que los tres sectores presentan pobre diversidad. Para el índice de abundancia de Shannon, las estaciones de Las cabañas y Estero Peñafiel obtuvieron valores similares, siendo este 1.4 y la estación Las Palmitas un valor ligeramente

superior (1.6) por lo que se puede considerar a estas comunidades como poco abundantes

Executive Summary

The agricultural, industrial and domestic activities that take place on the banks of the Vices river provide various kinds of contaminants, increasing the level of pollution and deterioration in water quality. These contaminants are affecting the populations of aquatic macroinvertebrates that inhabit the ecosystem of the river Vices, some families of these aquatic macroinvertebrates are sensitive to such contaminants and their presence will be restricted to waters that do not contain these substances, for this reason they are considered "good biological indicators of water quality" for the aquatic ecosystem. Similarly, there are families of aquatic macroinvertebrates that can live in polluted environments and in some cases they can not only live but these conditions favor their presence and multiplication, considering them as biological indicators of poor water quality. This research analyzed three sampling stations. According to the BMWP col index, the sampling station Las Palmitas has a value of 59 points, corresponding to the category of critical water quality or slightly polluted, while Las Cabañas station has an index value of 30 points, corresponding to "contaminated water" and finally the "Estero Peñafiel" station has a value of 21 points, corresponding to the level of water of dubious quality or moderately polluted. For the Simpson diversity index the sampling stations Las Palmitas and Estero Peñafiel have the same value for diversity, that is 0.24 and Las Cabañas sampling station got a slightly higher value, 0.28 points, so we can deduce that all three sectors have poor diversity. For the Shannon abundance index, the sampling stations Las Cabañas and Estero Peñafiel obtained similar values (1.4) and Las Palmitas station a slightly higher value (1.6), so that you can consider these communities as scanty.

CONTENIDO

Caratula.....	I
Hoja en blanco.....	II
Copia de la portada.....	III
Certificación.....	IV
Autoría.....	V
Dedicatoria.....	VI
Agradecimiento.....	VII
Prólogo.....	VIII
Resumen Ejecutivo.....	X
Executive Sumary.....	XI
Contenido.....	XI
Introducción.....	XVI
1.1 UBICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA.....	5
1.3 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	6
1.3.1 Problema general.....	6
1.3.2 Problemas derivados.....	6
1.4 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	7

1.5 OBJETIVOS.....	8
1.5.1 Objetivo General.....	8
1.5.2 Objetivos Específicos.....	8
1.6 JUSTIFICACIÓN.....	8
1.7 CAMBIOS ESPERADOS CON LA INVESTIGACIÓN.....	9
2.1 FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL.....	11
2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	13
2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	24
2.3.1 Marco Legal Nacional.....	24
3.1. MÉTODOS Y TÉCNICAS USADAS EN LA INVESTIGACIÓN.....	29
3.1.1 Ubicación del área de estudios.....	29
3.1.2 Equipos y reactivos.....	33
3.2 PROCEDIMIENTO DE MUESTREO.....	35
3.2.1 Selección y caracterización de las estaciones de muestreo.....	35
3.2.2 Selección de los hábitats.....	35
3.2.3 Indicaciones para la captura de muestras.....	36
3.2.4 Limpieza de las muestras de campo.....	37
3.2.5 Tratamiento de muestras en laboratorio.....	38
3.2.6 Calculo de métricas.....	38
3.2.7 Toma de muestras para análisis físico-químico.....	40

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	41
3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	45
3.5 CONSTRUCCIÓN METODOLÓGICA DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN....	47
3.6 ELABORACIÓN DEL MARCO TEÓRICO.....	48
3.7 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN EMPÍRICA.....	48
3.8. DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	49
3.9. ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	49
3.10. CONSTRUCCIÓN METODOLÓGICA DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN...	50
4.1 HIPÓTESIS:.....	53
4.1.1 Hipótesis general.....	53
4.1.2 Hipótesis específicas.....	53
4.2. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN EMPIRICA PERTINENTE A CADA H IPÓTESIS.....	54
4.3. APROBACIÓN/DESAPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS GENERAL.....	73
5.1.- CONCLUSIONES.....	76
5.2.-RECOMENDACIONES.....	77
6.1 TÍTULO DE LA PROPUESTA.....	79
6.2 JUSTIFICACIÓN.....	79
6.3 SUSTENTO LEGAL.....	80

6.4 OBJETIVO.....	81
6.4.1 Objetivo General.....	81
6.4.2 Objetivos específicos.....	81
6.5 IMPORTANCIA.....	81
6.6 UBICACIÓN SECTORIAL Y FÍSICA.....	82
6.7.- FACTIBILIDAD.....	82
6.8.-PLAN DE TRABAJO.....	82
6.9. - ACTIVIDADES.....	82
6.10.-RECURSOS.....	83
6.11.-IMPACTO.....	85
6.12.-EVALUACIÓN.....	85
6.13.-INSTRUCTIVO DE FUNCIONAMIENTO.....	85
BIBLIOGRAFIA.....	86
ANEXOS.....	92

INTRODUCCIÓN

La presente investigación propone el análisis biológico de la calidad de agua del río Vinces en un sector conocido como Las Palmitas, donde desde hace aproximadamente 40 se realizan descargas de aguas servidas al río, se espera conocer cuál es el estado de este tramo de ecosistema de acuerdo al índice biológico BMWP Col (Biological Monitoring Working Party modificado para Colombia) así como dejar establecido un plan de monitoreo para a futuro establecer comparaciones de cómo evoluciona este ecosistema acuático en este sector

La hipótesis planteada en esta investigación es que la variabilidad del índice BMWP en un sector del río Vinces está relacionada con las descargas en dicho sector

El primer capítulo trata el marco conceptual de la investigación, indica que se realiza en el sector Las Palmitas de la ciudad de Vinces y expone el hecho que se realizan descargas de aguas servidas en este sitio y se busca saber cómo afectan estas descargas a la población de macroinvertebrados acuáticos de esta parte del río.

En el segundo capítulo se establece un marco conceptual, se dan definiciones de los términos científicos que se emplean en la redacción de esta investigación, además de la fundamentación teórica de trabajos consultados a diversos autores como Alba-Tercedor, Roldán, entre otros. Se explica el marco legal nacional que tiene relación con el tema de investigación.

En el capítulo tercero se explica que la metodología empleada para determinar la calidad biológica del agua por medio del índice BMWP es la recomendada por Roldán, 2003. Se describen los materiales e insumos empleados en la toma de muestra e identificación en laboratorio.

En el capítulo cuarto se analizan e interpretan los resultados de acuerdo a las hipótesis planteadas.

En el capítulo quinto se muestran las conclusiones a las que se llegó luego del análisis de los resultados del capítulo anterior, se dan recomendaciones para futuras investigaciones sobre el tema estudiado

En el capítulo sexto se plantea un plan de monitoreo en el sector, esta propuesta va dirigida al municipio local para que lo use como herramienta para la obtención de información de las condiciones ambientales en este sector del río.

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 UBICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA

El tema de investigación se desarrolló en un tramo del río Vinces a su paso por la ciudad de Vinces, cabecera del cantón del mismo nombre, este se encuentra ubicado en la provincia de Los Ríos, limita al Norte con los cantones Palenque y Mocache; al Sur con el Cantón Baba; al Este con el cantón Pueblo Viejo y; al Oeste con los cantones Palenque, Palestina y Balzar. La superficie del cantón es de 693 km² y cuenta con la parroquia rural de Antonio Sotomayor y la parroquia urbana de Balzar de Vinces.

El tramo del río en que se ubicó la investigación corresponde al sector de “Las Palmitas” una ciudadela que acoge alrededor de 64 familias y es donde desemboca una tubería de descarga de la estación de aguas servidas nº 1 que colecta dicho material de los domicilios de la zona céntrica de la ciudad. La estación de aguas servidas nº 1 fue construida en la década de los años setenta, siendo la primera de tres estaciones de bombeo con que cuenta actualmente la ciudad y se encarga de enviar estas aguas servidas hacia el punto de descarga antes mencionado, sin tratamiento previo, las otras estaciones, nº 2 y 3, construidas posteriormente en el año 2005 envían las aguas residuales a las lagunas de oxidación construidas para darle un tratamiento a estas aguas y su posterior descarga al río, pero la estación nº 1 nunca fue conectada a estas lagunas de oxidación descargando hasta la presente estas aguas servidas al río Vinces sin tratamiento previo.

Las descargas de aguas servidas que se realiza hacia el río Vinces aportan contaminantes de diversa índole pero principalmente contaminantes orgánicos a dicho río incrementando su nivel de polución y deterioro en su calidad ya que aportan amonio y nitritos, muy tóxicos para organismos acuáticos (puede provocar daños a nivel de branquias) y nitratos (tóxico solo en grandes cantidades). Reichenbach-Klinke (1980) indica que el amoniaco libre es un tóxico orgánico fuerte, en pequeñas cantidades es mortal para los organismos acuáticos con branquias, se

origina de las aguas residuales domésticas, de los abonos, el amoníaco puede transformarse en una forma no tóxica de amonio, este cambio depende del pH del agua, cuando este pH no pasa de 7 la transformación es total en un determinado tiempo, si el pH es superior a 7 y dependiendo cuanto se incremente este valor, gran parte del amoníaco permanecerá en su forma tóxica, la temperatura también influye, mientras más alta sea la tasa de amoníaco tóxico será mayor, en los peces el amoníaco tóxico afecta las branquias y tubo digestivo provocando hemorragias en los peces afectados. Los nitritos, nitratos y urea también son tóxicos para los peces afectando a las branquias, hígado, bazo y riñones.

Además, existe la posibilidad de afectación a la salud de los habitantes de Las Palmitas, los malos olores en el sector cercano al punto de descarga resultan evidentes causando malestar a los habitantes de este sector. Quienes emplean estas aguas río abajo también pueden ser afectados en su salud; Osorio (2010), indica que las aguas servidas a más de patógenos contienen gran cantidad de sustancias contaminantes, por lo que prever el tipo o alcance de los daños que pueda causar es difícil de establecer y dependerá de las características del material vertido. En el caso de las descargas domésticas uno de los componentes de estas es la materia orgánica, la cual es muy reductora y por consiguiente consumidora de oxígeno, otros componentes pueden ser sustancias inorgánicas de variada procedencia.

De acuerdo con Roberts (1981), la contaminación producida por desagües reduce la calidad del agua dependiendo de cuatro factores, estos son: el grado de dilución del material de vertido; del tratamiento previo que se le haya dado al material vertido; de la composición de este y de la capacidad de recuperación del ecosistema. Esta investigación se realizó en la época seca, por lo que el grado de dilución de las descargas en Las Palmitas se lo puede considerar como mínimo. El tratamiento previo a la descarga no existe en la actualidad, la composición del material no se

conoce exactamente ya que no se ha realizado caracterización del mismo por parte del municipio de Vinces, solo se conoce un análisis parcial efectuado en noviembre del 2014 a agua de vertido en la tubería de descarga de Las Palmitas, de dicho análisis se concluye que en los parámetros demanda bioquímica de oxígeno (5 días), demanda química de oxígeno y Sólidos suspendidos estaban por encima del máximo permitido por el Texto Único de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA).

El Texto Único de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA) en su versión más actualizada (2015) prohíbe la descarga a los cuerpos de agua dulce de aguas servidas sin tratamiento previo lo que convierte este tema de las descargas en Las Palmitas como un problema también ambiental, incluso se enmarca como delito ambiental según el Código Orgánico Integral Penal (COIP) en su artículo 251 “Delitos contra el agua” aplicando una pena de tres a cinco años para quien contamine.... cuerpos de agua.

Estos contaminantes van a afectar a las poblaciones de macroinvertebrados acuáticos que habitan en este sector y aguas abajo del río Vinces, algunas familias de dichos macroinvertebrados acuáticos son sensibles a los contaminantes y su presencia se verá restringida a aguas que no contengan dichas sustancias, por tal motivo se los considera como “indicadores de buena calidad biológica de agua” para los ecosistemas acuáticos. De igual manera existen familias de invertebrados acuáticos que pueden vivir en ambientes contaminados y en algunos casos no solo que pueden vivir sino que estas condiciones favorecen su presencia y multiplicación, considerándoselos como indicadores de mala calidad biológica de agua.

Bajo esta premisa se aplica el monitoreo de macroinvertebrados acuáticos para determinar la calidad biológica del ecosistema acuático en este sector del río Vinces y así vigilar la contaminación por descargas domiciliarias, establecer responsabilidades en el cuidado del ambiente en el referido ecosistema acuático,

esto como un medio practico y económico para, sugerir un mecanismo de vigilancia permanente. Estos métodos de análisis de calidad biológica de un ecosistema acuático si bien no reemplazan al método de análisis físico químico si se complementan con este, además de ser rápidos y económicos.

El cantón Vinces, según el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Vinces (GADM Vinces, 2015) se encuentra en la zona climática tropical mega-térmico húmedo con un nivel de pluviosidad comprendido entre los 1400 y 1650 mm de lluvia en la época de lluvias (diciembre a mayo) y con una temperatura media que va de 26 °C a 27°C (GADM Vinces, 2015).

1.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA

La actividad antropogénica siempre genera contaminación, a mayor desarrollo y crecimiento demográfico esta contaminación es más notoria y los ecosistemas acuáticos sufren los efectos de la descarga de estos contaminantes ya que se los utiliza como “drenajes” para su eliminación, tal es el caso de los centros poblados, o actividades agropecuarias, esto no se puede evitar pero existen leyes que buscan atenuar o si fuese posible eliminar estos contaminantes antes de su descarga en los ecosistemas acuáticos. Para verificar la observación de tales leyes las autoridades de control respectivas de cada país se apoyan en diversos tipos de análisis a la calidad del agua.

Los métodos biológicos para determinar la calidad de las aguas han sido usados en Europa desde principios del siglo XX, sin embargo solo en la década del 50 se tuvo mayor consideración en las respuestas que ofrecían plantas y animales como evidencia directa de la contaminación (Vasquez, Gonzales, Perez y Castro, 2006).

A nivel mundial el estudio de macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad biológica en ecosistemas acuáticos es un método reconocido y utilizado desde hace más de 10 años, se cita como ejemplo estudios. En Colombia, en Venezuela, en México, Chile, Ecuador

La presente investigación determina el efecto que tienen las descargas de aguas servidas en el sector de Las Palmitas en la composición macroinvertebrados acuáticos y, de esta manera lo relaciona con la calidad biológica del agua del río en este sector, empleando para ello el índice biológico BMWP Col. (Biological Monitoring Working Party modificado para Colombia) así como deja establecido un plan de monitoreo para a futuro establecer comparaciones de cómo evoluciona esta calidad de agua.

1.3 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El desconocimiento de la calidad biológica de las aguas del río Vices a su paso por el sector Las Palmitas afectada por las descargas de aguas servidas en su margen hace que se busque una respuesta a la siguiente pregunta:

1.3.1 Problema general

¿En qué medida las descargas de aguas servidas al río Vices en el sector de Las Palmitas influyen en la composición de macroinvertebrados acuáticos de una sección del río Vices?

1.3.2 Problemas derivados

1.- ¿Son significativas las diferencias de la composición de macroinvertebrados acuáticos existentes entre el sector de Las Cabañas de Río Nuevo y el estero Peñafiel del bosque protector de Jauneche?

2.- ¿Son significativas las diferencias entre el índice BMWP Col. y las concentraciones de parámetros físico - químicos de la calidad del agua en una sección del río Vinces en el sector de Las Palmitas?

3.- ¿Los límites de descarga de los parámetros establecidos en el TULSMA para DBO, DQO, amonio, nitritos, nitratos, potencial de hidrógeno, temperatura, son valores acordes a lo que muestra el índice BMWP Col?

4.- ¿Con que frecuencia se debe realizar el análisis de macroinvertebrados acuáticos para vigilar posibles alteraciones de la calidad biológica del agua en el río Vinces sector Las Palmitas?

1.4 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

El presente trabajo de investigación referente a las “descargas de aguas servidas en el sector de Las Palmitas y su efecto sobre los macroinvertebrados en este sector del río Vinces” se centra en determinar el efecto de las actividades humanas sobre la calidad biológica del agua mediante el análisis de los macroinvertebrados acuáticos que se colecten en varios puntos del río Vinces (Las Palmitas como área del problema y en el sector Las Cabañas –aguas arriba de la ciudad- como punto de control) para establecer así su índice BMWP que nos permitirá saber que tan contaminada o no está el agua y crear un plan de monitoreo con este método que permita comparaciones a futuro.

Campo: Medio Ambiente/ recursos naturales no renovables/social.

Área: Recurso hídrico/ Ecología.

Aspecto: Análisis biológico.

Dónde: Río Vinces, en su curso por los sectores de “Las Palmitas” y “Las Cabañas” del cantón Vinces.

Cuando: De Enero a Diciembre del 2015.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de las descargas de aguas servidas sobre la calidad del agua en el sector de Las Palmitas, a partir de la composición de los macroinvertebrados

1.5.2 Objetivos Específicos

- 1.- Diagnosticar el proceso de descarga de aguas servidas sobre el río Vinces sector Las Palmitas
- 2.- Analizar la composición de los macroinvertebrados acuáticos en el sector Las Cabañas y estero Peñafiel.
- 3.- Determinar la calidad del agua en el sector de Las Palmitas, a partir de la relación entre los macroinvertebrados y los parámetros físico-químicos del agua.
- 4.- Proponer un plan de monitoreo de la calidad biológica del agua del río Vinces a su paso por el sector de Las Palmitas

1.6 JUSTIFICACIÓN

El por qué determinar la calidad biológica del ecosistema acuático del curso de agua en estudio se justifica desde varios aspectos:

En el aspecto ambiental se hace necesario conocer cómo evoluciona la calidad biológica del río Vinces en su paso por la ciudad y recibir las descargas de aguas

servidas generadas por esta para, en caso de ser necesario, aplicar los correctivos necesarios para mitigar su efecto.

Desde el aspecto social, el río Vinces proporciona una fuente de empleo a los habitantes que se dedican a la pesca artesanal y / o turismo y como espacio natural de recreación para propios y foráneos y la calidad biológica de sus aguas está relacionada con estas actividades, la ejecución de esta investigación proporcionará el conocimiento para que, por el cuidado que se le dé al medio acuático estas actividades no decaigan.

Desde el aspecto legal es de obligación, según leyes ambientales, que las ciudades traten sus efluentes antes de descargarlos a los cursos de aguas naturales para que afecten lo menos posible a la calidad de estas aguas, esta investigación proporcionará los conocimientos para establecer un plan para el posterior monitoreo de cómo estas descargas afectan a la calidad biológica del agua.

Desde el aspecto científico el estudio responde a la necesidad de proporcionar conocimiento que actualmente no se tiene sobre las familias de macroinvertebrados acuáticos en el tramo estudiado, se carece información en este sentido.

1.7 CAMBIOS ESPERADOS CON LA INVESTIGACIÓN

Con la realización de ésta investigación se dispone de información que será usada para conocer la composición de la población de macroinvertebrados y con ello la calidad biológica del agua del río Vinces de acuerdo al índice BMWP Col. en el sector Las Palmitas, como no hay antecedentes de estos estudios en Vinces, con esta información se presenta un plan de monitoreo para que sea una herramienta disponible para las autoridades de control del tema ambiental.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN.

2.1 FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL

Indicador biológico o bioindicador.- Es un organismo empleado para establecer la concentración de una sustancia química en el medio (Dictionary of Scientific and Technicals Terms, 2003).

Macroinvertebrados acuáticos.- organismos invertebrados que por no ser tan pequeños son capturados por mallas de calibre entre los 250 a 300µm, muchos de estos son artrópodos, entre ellos insectos en sus etapas larvarias mayoritariamente (Alba – Tercedor, 1996).

Índice BMWP Col.- Índice biológico propuesto por Roldán (2003), empleado para determinar la calidad biológica de un cuerpo de agua. Este índice otorga puntuaciones a cada taxón a nivel de familia dependiendo del grado de sensibilidad o resistencia que tengan estas a la contaminación del medio. Estas cantidades se suman dando como resultado un valor total que indicará el nivel de contaminación en que se encuentra el medio estudiado dependiendo de en cuál de los cinco grupos de calidad cae el valor encontrado.

Antropogénico.- Toda acción, por lo general negativa, que se origina por la mano del hombre (Sarmiento, 2001).

Límite de tolerancia.- Son los valores, máximos y mínimos, dentro de los cuales puede sobrevivir un organismo (Dictionary of Scientific and Technicals Terms, 2003).

Ephemeroptera.- Grupo de insectos pertenecientes al orden pterigotallamados efímeras, cuerpo elongado, alas con venación reticular, siendo las primeras de mayor tamaño que las segundas, las alas son colocadas verticalmente cuando el organismo se encuentra quieto, con dos o tres prolongaciones caudales en forma de filamento, tiene antenas pequeñas, su vida en etapa adulta es efímera (Barnes, 1989).

Plecoptera.- Conocidos como “insectos piedra” los estadios adultos poseen antenas alargadas, son masticadores y dos pares de alas muy desarrolladas de tipo

membranoso aunque también pueden ser vestigiales. La región abdominal presenta dos filamentos caudales segmentados de largo variable (Barnes, 1989).

Trichoptera.- Conocidos como polillas de agua, son insectos que poseen un cuerpo blanco, con cuatro alas pequeñas, son masticadores, su estadio larval es acuático, fabrican estructuras donde vivir con diversidad de materiales que encuentran en el medio (Barnes, 1989).

Oligoquetos.- Gusanos anélidos que consta de unas 3100 especies, entre las que se cuentan las conocidas lombrices de tierra y muchas otras que habitan en agua dulce (Barnes, 1989).

Moluscos.- Grupo de organismo de cuerpo blando, no segmentado protegido por una o dos valvas de naturaleza calcárea (Nuevo Diccionario de Términos Científicos Oceano, 2002).

Insectos.- Grupo numeroso de organismos invertebrados del phylum artrópoda, cuya característica es tener seis patas, cuatro alas que nacen en el torax, cabeza con dos antenas y dos ojos (Barnes, 1989).

Anélidos.- Phylum al que pertenecen gusanos con cuerpos que presentan segmentos, dentro de este grupo están las lombrices de tierra y las sanguijuelas entre otras especies de agua salada y agua dulce (Barnes, 1989).

Hirudíneos.- Grupo de anélidos con más de quinientas especies de gusanos de ambientes marinos, de agua dulce y de tierra, a este grupo pertenecen las llamadas sanguijuelas (Barnes, 1989).

Plancton.- Seres vivos que son arrastrados por una masa de agua ya que no se mueven por si solos.

Ciclo de vida.- Sucesivas etapas que un organismo atraviesa durante su desarrollo (Nuevo Diccionario de Terminos Científicos Océano, 2002).

Bentónico.- Cuando un organismo se desenvuelve o medra en el fondo de un cuerpo de agua (Dictionary of Scientific and Technical Terms, 2003).

Isópodo.- Crustáceo ampliamente distribuido en muchos ambientes, principalmente agua de mar pero también los encontramos en ambientes terrestres y de agua dulce. La particularidad más notoria de estos organismos es su soma aplanado de forma dorsoventral (Barnes, 1989).

Bioacumulación.- Incremento de mínimas cantidades de sustancias exógenas al sistema a través de la cadena trófica (Sarmiento, 2001).

Poliquetos.- Gusanos del phylum anelida con cuerpo segmentado, de igual tamaño y de forma cilíndrica, estos segmentos poseen dos apéndices a los lados denominados parápodos (Barnes, 1989).

2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

El empleo de organismos macroinvertebrados es actualmente un medio apropiado para determinar la calidad biológica de un cuerpo de agua, bioindicador no es todo ser vivo que habite en el agua ya que su evolución y adaptación a variadas situaciones del medio ambiente y rangos para soportar un cambio de algún parámetro determinado los condiciona para ser considerados como tolerantes (Chironomidae, Oligoquetos) lo que hace que puedan encontrarse en aguas contaminadas, por el contrario, aquellas especies que no soportan cambios de los parámetros en el medio donde viven, o los soportan muy poco (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) se los considera como sensibles. En el momento en que los parámetros cambian drásticamente o muy ampliamente los organismos sensibles desaparecen y son reemplazados por aquellos considerados como tolerantes. Es así que estos cambios en la forma como las comunidades están estructuradas se las puede usar para medir los niveles de contaminación en un cuerpo de agua, (Giacometti, et al 2006).

El empleo de indicadores biológicos se ha considerado como una novísima técnica para determinar el grado de contaminación del agua, no significa que no hay que emplear el conocido análisis físico-químico, simplemente lo complementa, con el uso de indicadores biológicos se ahorra trabajo de campo y laboratorio ya que solo hay que obtener índices de diversidad que darán los intervalos que indican la calidad, para llegar a esto hay que identificar y contar estos macroinvertebrados. Para que un ser vivo sea considerado indicador biológico se debe tener claro su nivel de tolerancia, entre los organismos que se consideran apropiados como indicadores biológicos tenemos los moluscos, insectos, anélidos, peces y plancton, se debe tener en cuenta también con cuanta abundancia se presentan y en qué periodo del año, (Alba-Tercedor, 1996).

El medio acuático pueden mantener una amplia variedad de organismos, inclusive más variedad que en los terrestres, por este motivo la contaminación provoca variaciones en la composición de estos ecosistemas, en la función biológica del ecosistema, incluso al mismo ser vivo, alterando su estadio vital, desarrollo y reproducción. La mezcla de un veloz incremento en la población humana, el avance de la industria y de los centros urbanos son actividades ligadas a la pérdida de calidad del agua. Inicialmente esta calidad se media por medio de análisis físico-químicos, esto mide la contaminación en breves lapsos, pero desde inicios del siglo XX los análisis biológicos que establecían la calidad del agua evolucionaron enormemente en el viejo continente, es aquí que en los años cincuenta se incrementó el desarrollo de este tipo de análisis, determinando como reaccionaban vegetales y animales como prueba clara de pérdida de calidad de agua. A través de este tipo de análisis se encontró evidencia de que estos bioindicadores demostraban contaminación en el medio acuático durante un lapso mayor,. (Vásquez, 2006).

Como lo indica Chapman (citado en Vásquez, 2006) Si bien es verdad que los datos proporcionados por este tipo de análisis no suplanta a los análisis de laboratorio convencionales lo que sí es seguro que disminuye los gastos y en esto radica la fortaleza de este tipo de investigaciones para el seguimiento de la evolución de la

contaminación en un ecosistema acuático. Ciertos seres vivos presentan un rango muy grande de resistencia para situaciones en el ambiente del lugar donde habitan, el uso de indicadores biológicos es una técnica que se sostiene en la determinación de la diversidad y la ausencia o presencia de determinados bioindicadores. El catalogar a un grupo de individuos como bioindicadores necesita de conocer previamente su estructura de comunidad en situaciones regulares, incluido su ciclo vital, de modo que permita establecer un comparativo previo y posterior a un evento irregular en los parámetros de su hábitat. La definición de bioindicador se enfoca a grupos taxonómicos considerados por su resistencia o debilidad, generalmente debilidad para resistir cambios amplios en algunos parámetros, (Vasquez, *et al* 2006).

Regularmente se usan indicadores biológicos ya que son específicos y fácilmente monitoreables, la existencia de un grupo indica que se dan las condiciones y la ausencia de estos se debe a que estas condiciones han sido alteradas. En un determinado hábitat hay bioindicadores que se pueden identificar fácilmente y que al producirse una alteración del medio son los primeros que desaparecen, este deterioro del hábitat puede ser ocasionado por diversos factores, naturales o antropogénicos pero las comunidades existentes en ese medio manifiestan la calidad del sistema en el plano físico, químico, biológico y ecológico. El análisis permanente de estos bioindicadores es barato si lo comparamos con los análisis convencionales de parámetros físicos y químicos, los resultados pueden manifestarse a través de índices biológicos que muestran la calidad del medio empleando escalas numéricas, (Vásquez, *et al* 2006).

De la gran diversidad de organismos existentes en un ecosistema acuático son los macroinvertebrados presentes en el bentos los más apropiados para ser empleados como indicadores de medios contaminados, estos los encontramos en la totalidad de ecosistemas acuáticos siendo apropiados para análisis comparativos. El hecho de ser sedentarios facilita un estudio espacial claro de los resultados de disturbios en el ecosistema, es fácil realizar su identificación, no requieren de equipos sofisticados,

hay varios métodos para el estudio de los datos tales como índices de diversidad y bióticos. Los macroinvertebrados se encuentran en gran número, no son difíciles de capturar y sus dimensiones son las apropiadas para distinguirlos a simple vista son de distribución universal, sedentarios, fácilmente afectados por alteraciones del medio, sus ciclos vitales son generalmente prolongados, responden rápidamente frente a un disturbio, su taxonomía no es desconocida y no se necesita ser especialista para realizar un muestreo, (Vasquez, *et al* 2006).

Una de las facilidades que ofrece la clase Insecta al emplearse como indicadores biológicos es el hecho que los encontramos en un amplio número de hábitats, por eso son influenciados en diferentes capas o niveles del sistema, muestran un rango amplio de reacción a la polución, sus costumbres sedentarias y sus ciclos vitales prolongados facilitan determinar que tan saludable es un ecosistema acuático, (Vasquez, *et al* 2006).

Los macroinvertebrados acuáticos pueden dar indicios de afectaciones a la calidad de agua a mediano y largo plazo ya que sus ciclos de vida van desde menor a un mes hasta algo más de 12 meses (Alba-Tercedor. 2005).

Paoletti y Hassall (como se citó en Vasquez, 2006) indican que algunas poblaciones de isópodos acuáticos disminuye a gran velocidad en lugares donde se practican cultivos agrícolas y silvicultura debido al uso de sustancias químicas contaminantes cuando estos llegan al agua arrastrados por las lluvias, las poblaciones de isópodos disminuyen su número y tasa de reproducción. Las incongruencias evidenciadas entre biomasa y diversidad de isópodos podría mostrar el efecto de la actividad humana en el sector rural. Estos crustáceos funcionan en forma de acumuladores biológicos de metales pesados por lo que servirían para evidenciar la polución por metales pesados en áreas industriales y centros poblados. Algunos trabajos de investigación muestran un nexo entre los niveles de metales pesados de los gusanos oligoquetos y el sustrato en que habitan, evidenciando la acumulación biológica, a más de esto, la polución del medio acuático afecta estos niveles ya que

ciertos grupos de estos gusanos oligoquetos pueden permanecer amplios lapsos sumergidos en el agua, consiguientemente serán un reflejo del estado de contaminación en que se encuentran estas aguas. Es así que en sistemas lóticos se pueden observar grupos mayoritarios de plecópteros, tricopteros y efemerópteros, en sistemas loticos polucionados, de aguas sucias, con bajos niveles de oxígeno y evidente eutricación existirá supremacía de oligoquetos, dípteros (quironómidos) y ciertos grupos de moluscos y una que otra especie de aguas limpias, (Vasquez, 2006).

A la mitad del siglo pasado se comenzó a usar variados métodos de análisis de calidad de agua por medio de bioindicadores planteándose propuestas para la aplicación de métodos biológicos y así determinar las condiciones ecológicas de los sistemas loticos. Al término de la primera mitad del siglo pasado e inicios de la siguiente década se inició la polémica sobre el concepto de diversidad de especies según índices matemáticos. En un cuerpo de agua los índices de diversidad expresan una proximidad a la calidad biológica por medio de cómo está estructurada la comunidad estudiada mientras que los índices bióticos muestran una proximidad a la polución del agua empleando el concepto de bioindicador a pesar que esto no plasme como está estructurada esta comunidad. Los índices bióticos son muy indicados para una determinada forma de contaminación de un cuerpo acuático, particularmente de tipo orgánica. Estos índices se delimitan al lugar en que los macroinvertebrados tolerantes fueron colectados, entre un lugar y otro lugar pueden cambiar. También hay índices bióticos para cierto grupo taxonómico y para variadas ecorregiones.

Hay gran cantidad de índices que han sido planteados con el objeto de analizar la calidad de agua basándose en la diversidad biológica que se encuentra en el lugar. Ciertos índices como el de Shannon , Weaver, Simpson y Margalef que se emplean generalmente para calcular biodiversidad, pueden aplicarse en el análisis de calidad de agua considerando sus escalas de calificación. Entre la diversidad de índices usados únicamente para el análisis de calidad del agua son el Índice Saprobioótico,

Índice Biótico de Beck, Índice Secuencial de Comparación, Índice Estadístico de Pielou, Índice de Hilsenho, Índice Biológico de Monitoreo (BMWP) (Vasquez, 2006).

El mejor indicador es el que tiene un estrecho rango o margen de tolerancia a disturbios ambientales, en cambio aquellas especies de macroinvertebrados con rangos de tolerancia amplia para varios parámetros ambientales y además poseen patrones de distribución y abundancia poco afectados por cambios en el hábitat, se los tiene como malos indicadores de calidad de agua. En sistemas acuáticos limpios no es raro observar poblaciones abundantes de efemerópteros, plecópteros y tricópteros, siendo diferente cuando se trata de cuerpos acuáticos contaminados en los que dominarán los quironómidos y anélidos.

La existencia de una comunidad en un sistema acuático es una muestra de las buenas condiciones encontradas ahí, es un indicio además que las variaciones en la polución que se dan en el lugar no afectan lo necesario para que se dé un cambio drástico en dicho cuerpo. Se considera a los macroinvertebrados acuáticos los más apropiados indicadores de calidad de agua y entre ellos son los insectos en estadio larval la mayor cantidad de la biomasa de esta comunidad. Lo que hace de gran utilidad a los insectos como bioindicadores es que ellos integran el grupo de mayor diversidad tanto en medio terrestre y de agua dulce, reaccionan a los disturbios ambientales de manera más rápida que los organismos vertebrados empleados como bioindicadores, los que suelen responder de manera lenta que los hace poco apropiados en términos de conservación. El BMWP es un índice que asigna puntos a todos los macroinvertebrados acuáticos agrupados en familias, no es cuantitativo, solo se requiere información de presencia o ausencia, los puntos por cada familia están en una escala de 1 a 10 según la tolerancia a la polución orgánica, la escala de calidad de agua de este método está dividida en cinco categorías de acuerdo al nivel de contaminación y son: buena, aceptable, dudosa, crítica y muy crítica, (Guerrero, et al 2003).

Los diversos organismos encontrados en los sistemas acuáticos muestran adaptaciones a ciertas condiciones ambientales y muestran un rango de tolerancia a variadas modificaciones en estas condiciones ambientales, estos rangos de tolerancia varían y cuando se da un cambio los organismos sensibles que no aguantan estos cambios actuando como intolerantes, por otro lado, los tolerantes no serán afectados. Si el cambio es demasiado para los organismos estos desaparecen y el puesto es copado por organismos tolerantes. Así mismo cuando el cambio en los parámetros no sobrepasa el límite máximo o mínimo de tolerancia, los organismos intolerantes migran dejando el lugar disponible para que sea copado por los organismos tolerantes. En base a esto, si se determinan cambios en la composición y estructura en las comunidades de cuerpos acuáticos se puede pensar en contaminación de un determinado tipo, (Alba – Tercedor, 1996).

Durante los procedimientos de monitoreo y control de la contaminación empleando seres vivos como bioindicadores hay gran cantidad de metodologías que emplean un amplio abanico de organismos: bacterias, protozoos, algas, macrofitos, macroinvertebrados, peces, de todas estas, las basadas en macroinvertebrados acuáticos son mayoría, se los prefiere por su tamaño grande, pueden observarse a simple vista, no son difíciles de capturar y las técnicas se encuentran muy estandarizadas, no requieren equipos costosos, los ciclos vitales son largos lo que provoca que su permanencia en el medio acuático sea el necesario para percibir alguna alteración, además con la gran diversidad mostrada hay una gran gama de tolerancia frente a diversos parámetros ambientales. Otro punto a favor es que luego de una perturbación, el tiempo requerido para recuperarse es mínimo, cerca los 30 días, puede que más tiempo sea necesario por lo que los cambios provocados por la contaminación sea posible detectarlos a las semanas y a veces meses de ser producida, (Alba – Tercedor, 1996).

Gran parte de los parámetros empleados para determinar la calidad de agua son del tipo físico-químico y enfocado en la composición química. El muestreo se realiza tomando muestras cada cierto tiempo de forma regular y analizándolas

posteriormente en laboratorio. El gran número de parámetros a analizar así como la disponibilidad de personal especializado provoca la aparición de dos grandes interrogantes ¿Qué parámetros analizar rutinariamente? Y ¿cada que tiempo se debe tomar las muestras? Teniéndose que llegar a un punto intermedio entre lo deseado y lo realizable. Por lo dicho en líneas anteriores los métodos biológicos pueden mostrar lo sucedido tiempo atrás de la fecha en que se tomó la muestra contrariamente a lo que sucede con los métodos de análisis físico – químicos tradicionales, que ofrecen una imagen muy estrecha, en términos de tiempo entre la toma de la muestra y el hecho causante de la contaminación. En otras palabras, el análisis físico – químico de la muestra de agua tomada en un determinado sector muestra una imagen fija, como si se tratara de una foto, de cómo está la calidad de agua en el momentos en que se tomó la muestra mientras que con el método de macroinvertebrados acuáticos este muestra una amplia imagen de lo ocurrido semanas e incluso meses atrás, como si de una película se tratara. Además hay que añadir que la diferencia de costo/beneficio entre ambos el método de los macroinvertebrados resulta ampliamente conveniente (Alba – Tercedor, 1996).

De acuerdo con Roldán, otras ventajas que presenta el estudio de especies bioindicadoras es que se usan para determinar impactos puntuales, eutroficación, contaminación por materia orgánica, además de ser métodos simples que no requieren el uso de equipos complejos, aunque presentan la desventaja de requerir el conocimiento taxonómico necesario. A partir de los años cincuenta del siglo pasado ha sido común la creación de índices biológicos (más de cien), se mencionan los de diversidad entre los que se usan para medir como responden las comunidades de macroinvertebrados a la polución del agua (Roldán 1999).

Para medir la diversidad se basa en tres aspectos: riqueza, uniformidad y abundancia. Una comunidad bien equilibrada tendría una elevada diversidad pero un bajo número de organismos por especie. Por otro lado, una comunidad en un ambiente contaminado tendrá pocas especies pero bastantes individuos por especie.

Esta última situación también la puede causar condiciones naturales extremas. Los índices más usados son el de Shannon – Weaver y el de Simpson (Roldán. 1999).

Los cuerpos de aguas con corriente son diferentes a otros sistemas, principalmente por la dinámica de su movimiento que afecta a la energía del sistema y a la materia orgánica del mismo. En un tramo del río Bogotá Ramírez, (2013) realiza muestreos del fondo en aguas poco profundas en tres sectores del mencionado río, buscando determinar la calidad del agua en estos tramos, no encontró diferencias significativas entre los tres sectores muestreados pero si cambios en el tiempo asociados a las lluvias, relacionando las lluvias con abundancia y la composición taxonómica de los invertebrados, determina que un fondo arenoso – limoso favorece a la abundancia de tubificidae y chironomidae, (Ramírez, *et al* 2013).

El análisis de los sistemas con corrientes de aguas busca comprender como se relacionan las comunidades entre si y cómo influyen los parámetros físico químicos del agua donde habitan. Las comunidades de organismos animales más importantes en sistemas de agua dulce fluviales son los de macroinvertebrados acuáticos y peces. Su importancia radica en que los parámetros físico-químicos del agua solo muestran una imagen puntual sobre las condiciones en que está el agua pero no permiten apreciar cambios en el tiempo, el estudio de macroinvertebrados sí, estos habitan ríos, lagos, en diferentes hábitats, rocas, restos de árboles, hojas o como organismos bentónicos (Torres, 2003).

Posadas, J. 2002 indica que hay gran cantidad de métodos que se basan en un enorme número de organismos, de estos, los que usan macroinvertebrados acuáticos son los de mayor empleo, esto por las ventajas que presentan ya que son fáciles de ver `por su tamaño, fácil captura, muestran posibles cambios de la calidad del agua, los criterios son más favorables a este método biológico que aquellos métodos físico-químicos (Posadas, 2000).

Existen investigadores como Molina, C. 2008 que manifiestan su extrañeza, que, siendo los macroinvertebrados un grupo de gran importancia biológica sean poco

estudiados. Sus estructuras a nivel de comunidad son influenciadas por factores o relaciones entre sí (depredación, competencia, parasitismo) como por aspectos abióticos, básicamente parámetros ambientales (Molina, 2008).

Vivas, S. 2002 considera que el empleo de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos puede aplicarse teniendo información o antecedentes de como se distribuyen, de las características biogeográficas, y de cómo responden a estímulos o principales factores de estrés, aunque esto estaría condicionado por los aspectos climáticos, geológicos e históricos de cada región, conocer estos detalles debe permitir calibrar o ajustar estos índices biológicos a las características particulares de cada región (Vivas, S. *et al.* 2002).

Una comunidad está definida como el grupo de poblaciones constituidas por diferentes especies que se encuentran juntas en espacio y tiempo. Como generalidad se puede expresar que la comunidad es la parte viva de un ecosistema porque la comunidad con el medio físico o abiótico conforman el ecosistema. El grupo de interacciones al interior de la comunidad establece ciertas propiedades tales como la riqueza específica, la abundancia relativa y la diversidad.

La riqueza específica es el número de especies diferentes que conforman la comunidad, la abundancia relativa describe la proporción entre el número de individuos de una especie dada de la comunidad considerada, con respecto al número del total de individuos de la comunidad.

Las especies se agrupan con diferente nivel de abundancia, a las mas comunes o abundantes se las denomina como dominantes, hay las menos frecuentes y las raras (en escasa proporción).

La diversidad específica es la variedad en la comunidad y los índices que la calculan deben considerar riqueza y abundancia relativa siendo el índice de Shannon Weaver uno de los más empleados (Moroñas, *et al* 2010).

Se recomienda, según Darrigran, G. *et al* 2007 que previo al inicio del trabajo de campo se debe conocer los sitios en donde se coleccionarán las muestras, ya sea físicamente o por medio de planos, fotografías del lugar o satelitales, esto para economizar tiempo y esfuerzo (Darrigran, *et al* 2007).

De acuerdo con Mafla, M. 2005. El biomonitoreo de grupos sensibles a variaciones en el ambiente tales como lo son los macroinvertebrados en un sistema lótico y la valoración de este hábitat, pueden, entre ambos, mostrar lo que sucede en un sector amplio, como una cuenca hidrográfica, se piensa que es posible captar las afectaciones antropogénicas en el sistema. Los métodos de monitoreo no tienen que ser complejos y caros, solo hay que ajustar los índices a las regiones correspondientes para tener muy buenos resultados. El monitoreo barato con índices y a largo plazo establecen bases más sólidas de lo que ocurre en el entorno (Mafla, 2005).

También Barba, R. *et al* 2013 sostiene que a diferencia de la evaluaciones físico-químicas, que solo proporcionan información puntual del momento, el monitoreo biológico nos da información de condiciones pasadas y actuales, o sea, abarcan un lapso mayor (Barba, *et al* 2013).

Castellanos, P. 2008 le otorga gran importancia a los macroinvertebrados acuáticos en la red trófica de un cuerpo de agua dulce ya que actúan sobre la cantidad y distribución de sus presas y sirviendo también como fuente de alimento para otros depredadores acuáticos y terrestres (Castellanos, 2008).

2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

2.3.1 Marco Legal Nacional

De acuerdo al a Constitución Política del Ecuador (2008) se le otorgan derechos a la naturaleza (Pachamama) reconociendo la necesidad de que los habitantes del país vivamos en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, determina la importancia de implementar las tecnologías limpias o de bajo impacto, es vanguardista y varios de sus artículos sirven de argumento para aseverar que la presente investigación se enmarca o cobija al amparo de esta norma suprema, en la sección segunda de la constitución política del país, denominada “ambiente sano” se reconoce, en el artículo 14, el derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado garantizando el buen vivir, es de interés nacional la conservación del ambiente, el conservar los ecosistemas, la diversidad biológica y el patrimonio genético del país, el prevenir los daños al ambiente y restaurar los lugares naturales contaminados.

De acuerdo al artículo 15 de la Constitución de la República del Ecuador 2008, el estado debe promover en todo aspecto tanto público o privado la implementación de tecnologías de bajo impacto.

En el capítulo séptimo de la Constitución de la República del Ecuador 2008, los derechos de la naturaleza, en su artículo 71 establece el derecho de la naturaleza o Pachamama, lugar donde se realiza la vida, a que se respete su existencia, mantenimiento y regeneración de ciclos vitales, estructuras, funciones y procesos evolutivos, cualquier ciudadano puede pedir a las autoridades el respeto de estos derechos, el estado debe promover este respeto.

En el artículo 72 de la Constitución de la República del Ecuador 2008, se establece el derecho a la restauración de la naturaleza, cuando se provoque un impacto ambiental grave o permanente es tarea del estado establecer la forma más eficaz de lograr la restauración.

En el artículo 73 de la Constitución de la República del Ecuador 2008, se indica que el estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan provocar la extinción de especies, daño de los ecosistemas o alteraciones permanentes de los ciclos naturales.

En el artículo 74 de la Constitución de la República del Ecuador 2008, se expresa el derecho de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades a beneficiarse del ambiente que les permita el buen vivir, los servicios ambientales no son susceptibles de apropiación.

El Título VII de la Constitución de la República del Ecuador 2008, régimen de buen vivir, en su capítulo segundo denominado biodiversidad y recursos naturales, en su artículo 395, numeral 1 establece que el estado debe garantizar un esquema de desarrollo sustentable, que preserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas.

El artículo 396 de la Constitución de la República del Ecuador 2008 indica, en su parte pertinente, que los daños al ambiente, además de las sanciones correspondientes, conlleva la obligación de restaurar íntegramente los ecosistemas e indemnizar a las comunidades afectadas, las acciones legales para perseguir y sancionar actos contra la naturaleza son imprescriptibles.

En el artículo 397 de la misma Constitución política del Ecuador, en su numeral 2 indica que el estado debe establecer mecanismos de prevención y control de la contaminación ambiental.

El Código Orgánico Integral Penal, en su artículo 251 “Delitos contra el agua” “La persona que contraviniendo la normativa legal vigente, contamine, desee o altere los cuerpos de agua...será sancionado con una pena privativa de la libertad de tres a cinco años...”

En el acuerdo ministerial 069-A del MAE con fecha 30 de julio se actualiza el ANEXO 1 “Recurso Agua” del Texto Unico de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente TULSMA, en donde se establecen los parámetros para las descargas a cuerpos de agua dulce.

En el artículo 54 del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD), literal k, indica que es función del GADM regular, prevenir y controlar la contaminación ambiental en el territorio cantonal de manera articulada con las políticas ambientales nacionales. En el literal L, se menciona el prestar servicios que satisfagan necesidades colectivas respecto de las que no exista una explícita reserva legal a favor de otro nivel de gobierno...

En el artículo 55 del COOTAD se indica como competencia exclusiva del GADM en su literal d, prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental.

En el marco legal local, no existen ordenanzas vigentes en temas de calidad de agua de cuerpos hídricos aunque si hay borrador de propuesta de ordenanza para la protección de cuencas hídricas del cantón Vinces a la fecha de redactarse este documento.

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Métodos y técnicas usadas en la investigación

La investigación realizada es descriptiva, transversal, de campo y aplicada. Se la considera descriptiva porque muestra los hechos, que valores de índice BMWP tiene la población de macroinvertebrados en el sector de estudio y que valores de parámetros físico-químicos presenta dicho sector (Las Palmitas) del río Vinces.

La investigación es de tipo transversal ya que el estudio se realiza en un periodo determinado de tiempo (febrero a Octubre del 2015), con esta información se busca encontrar la correlación entre calidad de agua y parámetros físicos de la misma.

La investigación es además aplicada porque con la información obtenida y procesada se propone un plan de monitoreo para dicho sector.

3.1.1 Ubicación del área de estudio

La presente investigación se realizó en el río Vinces, en el sector “Las Palmitas” ciudadela urbana de la ciudad de Vinces (coordenadas 17 M 0638059 – 9826884 WGS84

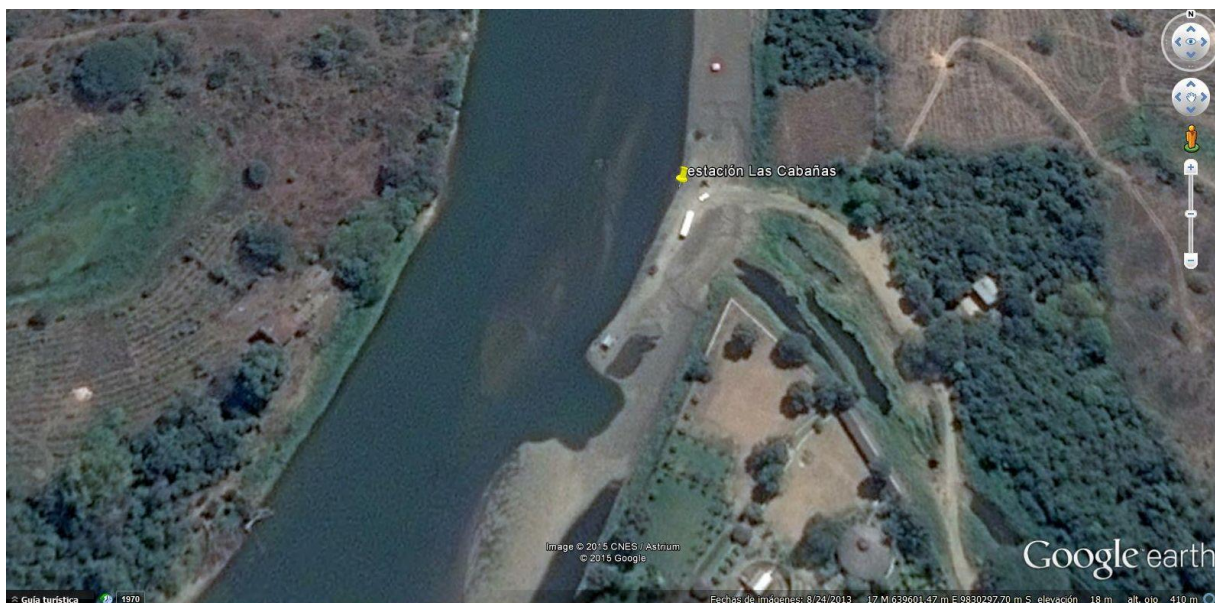
Figura 1 Estación Las Palmitas



Fuente: Google earth (2015)

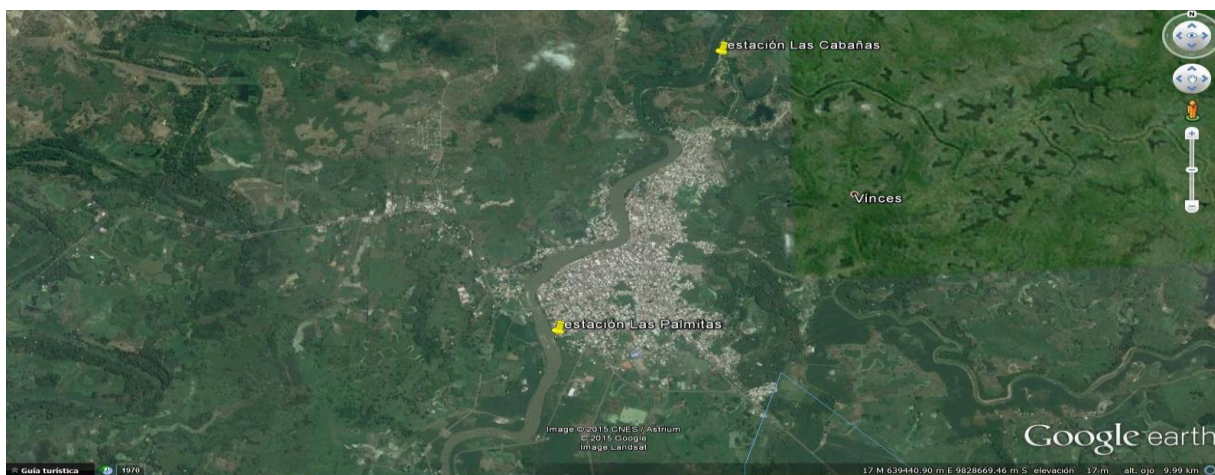
Se tomó como control un sector del río Vinces denominado “Las Cabañas de Río Nuevo” o simplemente “Las Cabañas” ubicado aguas arriba de la ciudad (coordenadas 17M 0639651 – 9830368)

Figura 2. Las Cabañas de Río Nuevo



Fuente: Google earth

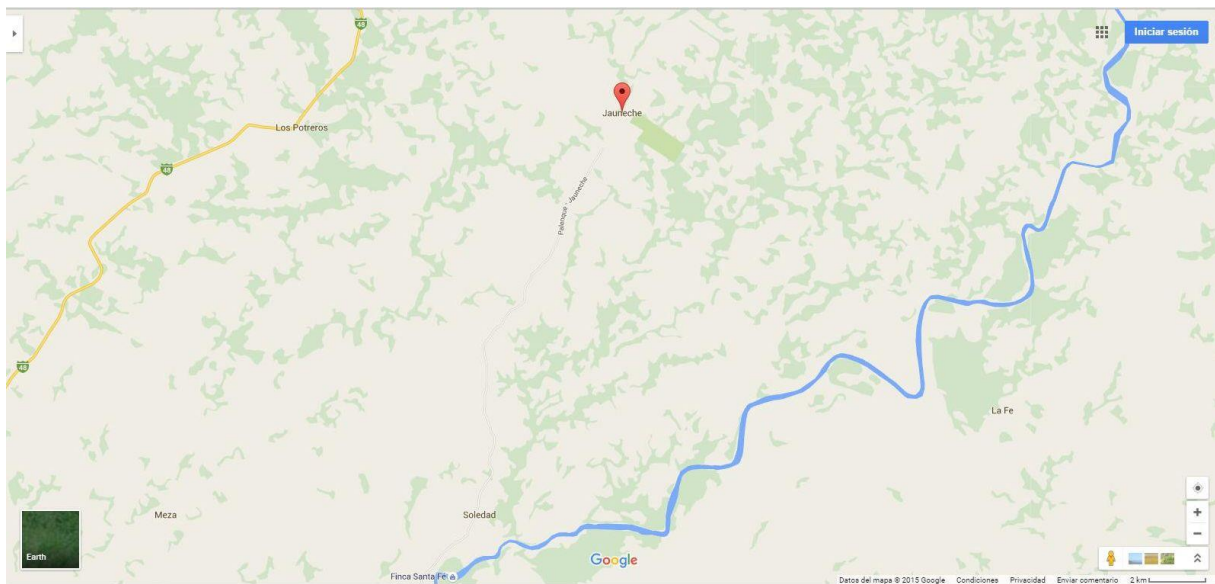
Figura 3. Vista de las dos estaciones de muestreo en la ciudad de Vinces



Fuente: Google earth (2015)

Se realizó un muestreo en el estero “Peñafield” de Jauneche como referencia de un área no contaminada por actividades antropogénicas (coordenadas 17M 0649021 – 9862383)

Figura 4. Ubicación de estero peñafield



Fuente: Google maps (2015)

Método BMWP Col

Se necesita de un muestreo cualitativo que contenga la totalidad de familias de macroinvertebrados del sector a estudiar. El índice se lo calcula realizando la sumatoria de los puntajes asignados a cada familia identificada en el muestreo. El total de puntos que puede arrojar el índice esta entre 0 y más de 100. Se usa el índice BMWP Col propuesto por Roldan, 2003 para aguas tropicales ya que hay antecedentes de su uso en el Ecuador, Sanchez 2015.

Los puntos se otorgan una vez una vez por familia, sin importar la cantidad de individuos o géneros encontrados. La suma de los puntajes de todas las familias encontradas en el sitio brinda el valor final del índice.

El valor del índice obtenido permite determinar la calidad del agua según las categorías listadas en el siguiente cuadro:

Tabla 1. BMWP col. Puntaje por familia

Familias	Puntajes
Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blepharoceridae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gomphidae, Hydridae, Lampyridae, Lymnesiidae, Odontoceridae, Oligoneuriidae, Perlidae, Polythoridae, Psephenidae	10
Ampulariidae, Dytiscidae, Ephemeridae, Euthyplociidae, Gyrinidae, Hydraenidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Polymitarcyidae, Xiphocentronidae	9
Gerridae, Hebridae, Helicopsychidae, Hydrobiidae, Leptoceridae, Lestidae, Palaemonidae, Pleidae, Pseudothelpusidae, Saldidae, Simuliidae, Veliidae	8
Baetidae, Caenidae, Calopterigidae, Coenagrionidae, Corixidae, Dixidae, Dryopidae, Glossossomatidae, Hyallelidae, Hidroptelidae, Hydropsichidae, Leptohiphidae, Naucoridae, Notonectidae, Planariidae, Psychodidae, Scirtidae	7
Aeshnidae, Ancyliidae, Coryladidae, Elmidae, Libellulidae, Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae,	6
Belostomatidae, Gelastocoridae, Mesoveliidae, Nepidae, Planorbiidae, Pyralidae, Tabanidae, Thiaridae	5
Chysomelidae Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Dolichopodidae, Sphaeridae, Lymnaeidae, Hydrometridae, Noteridae	4
Ceratopogonidae, Glossiphoniidae, Ciclobdeliidae, Hidrophilidae, Physidae, Tipulidae	3
Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae, Syrphidae	2
Tubificidae	1

Roldan, 2003

Tabla 2. Clases de calidad de agua, valores para BMWP Col

Clase	Calidad	BMWP col	Significado	Color
I	Buena	>150 101-120	Aguas muy limpias a limpias	
II	Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas	
III	Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas	
IV	Crítica	16-35	Aguas contaminadas	
V	Muy Crítica	<15	Aguas fuertemente contaminadas	

Roldan, 2003

3.1.2 Equipos y reactivos

Tabla 3. Materiales empleados en la investigación

campo	oficina	laboratorio
-Red de Captura -Canoa/vehículo -Botas -GPS -Kit para Oxígeno Disuelto -Bandeja -Recipientes plásticos rotulados -Bolígrafo, lápiz -Termómetro de bulbo -Libreta de apuntes	-Escritorio -Silla -Computador personal -Impresora -Conexión a internet -Lápiz/bolígrafo -Cuaderno de apuntes -papelería	-Estereomicroscopio OMAX -Microscopio AMSCOPE -Gotero con frasco -Pinza -Etanol 70°

Fuente: Autor

3.1.2.1 Conservantes

Los ejemplares recolectados se fijaran inmediatamente para evitar que los carnívoros dañen a los otros ya que esto podría dificultar su identificación. El uso de etanol es recomendado para la preservación de los macroinvertebrados cuando se los retira de la muestra colectada o cuando se lo usa como preservante de la muestra en el campo. Se debe asegurar que la concentración del etanol sea del 70%, si las muestras se deben guardar más de una semana hasta que sean identificadas en laboratorio se recomienda cambiar el etanol apenas se llegue del muestreo por etanol nuevo al 70% (Alba -Tercedor 2005).

3.1.2.2 Etiquetado de las muestras

Los recipientes que alojen las muestras serán etiquetados por medio de etiquetas adherentes en el exterior del recipiente y contendrá la siguiente información:

- Código/Nombre de la estación de muestreo
- Nombre del río
- Localidad
- Fecha
- Conservante

En la hoja de campo se escribe esta información y además el nombre del colector, tipo de hábitat u otra información considerada relevante (Alba -Tercedor 2005).

La identificación se la realiza empleando un estereomicroscopio marca OMAX de hasta 80X de aumento, para detalles más finos se emplea un microscopio binocular marca AMSCOPE.

3.2 PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

3.2.1 Selección y caracterización de las estaciones de muestreo

La estación a muestrear sería el trecho del río del sector Las Palmitas, la longitud de este trecho sería de 100 metros aunque este número es solo una guía y no necesariamente aplicarse de manera estricta ya que según Alba-Tercedor 2005, para el IBMWP el muestreo en la estación seleccionada finaliza al no aparecer nuevas taxa, en esta investigación paramos de coleccionar al cabo de haber batido con la red durante diez minutos ya que aun en caso de recolectores con experiencia no es seguro reconocer cuando no aparecen nuevas taxa.

Se documentará estas estaciones a muestrear anotando información relevante, se tomara una impresión de pantalla del lugar usando un teléfono inteligente (Smartphone) empleando la aplicación Google maps, se tomaran las coordenadas en UTM, con el sistema WS84 usando un dispositivo de geo-referenciación, se tomaran fotos del sector con el smartphone antes indicado.

3.2.2 Selección de los hábitats

Previo al inicio de la toma de muestras hay que determinar los hábitats presentes en la estación de muestreo, estos se identifican según la profundidad (poco profundo-profundo), velocidad de la corriente de agua (rápida-mediana-lenta), tipo de sustrato (arenoso-limoso- fondo duro-grava), presencia de vegetación (hidrófitos – halófitos).

Es necesario elegir un trecho del río que posea la mayoría de estos hábitats descritos, lo que permite coleccionar la mayor diversidad de especies (Alba –Tercedor, 2005).

3.2.3 Indicaciones para la captura de muestras

3.2.3.1 ríos poco profundos

La toma de muestra se inicia aguas abajo del extremo terminal del área seleccionada y continuar aguas arriba, para evitar poner turbia el agua que aun no se ha muestreado y evitar provocar el escape de los macroinvertebrados que perciben el disturbio provocado por el colector en el medio acuático. Se debe vaciar la red cada cierto tiempo en bandejas colocadas en la rivera del río para que la red no se llene excesivamente de material. La toma de muestra es cualitativa, se la ejecuta haciendo la remoción del fondo en el sitio seleccionado con la mano o pies ubicando la red contracorriente y aguas abajo, ejecutando un zigzag con esta. El ojo de malla o luz de la red debe ser de 500um (Alba -Tercedor 2005).

3.2.3.1.1 Zonas con corrientes fuertes

Cuando las aguas son poco profundas, menos de medio metro, se coloca la red aguas abajo y en contracorriente, con la mano se remueve el fondo para que los macroinvertebrados se desprendan de este fondo y la corriente los lleve al fondo de la red. Si el agua es algo mas profunda (de medio metro a un metro) se usará la técnica de la patada ya que usar las manos seria difícil y poco practico. Con la técnica de la patada se pretende remover los primeros diez o quince centímetros del fondo. Se realiza esta operación en algunas partes de la estación de toma de muestra que tenga aguas en movimiento, repitiéndola hasta que las capturas no provean nuevas familias (Alba -Tercedor 2005).

3.2.3.1.2 Zonas de remanso

En aguas quietas o tranquilas los macroinvertebrados no serán introducidos en la red por la corriente porque esta es inexistente, entonces hay que agitar el sustrato pero también moviendo vigorosamente la red para capturar todo el material suspendido.

3.2.3.1.3 Vegetación acuática

Mover la red entre las raíces sumergidas, vegetación, macrófitos empleando los pies para agitar el fondo recogiendo con la red el material suspendido y los macroinvertebrados pegados a la vegetación (Alba -Tercedor 2005)

3.2.3.1.4 Arena, grava o fango

Agitar el sustrato con la mano o los pies de acuerdo a la profundidad y atrapar con la red lo que arrastre la corriente o quede en suspendido en el agua. El material colectado se colocará cada cierto tiempo en bandejas de color blanco que contendrán agua, se procede así para que la red se replete y se escapen macroinvertebrados llevados por la corriente. Se necesita limpiar la red con mucha agua luego de cada muestreo y prevenir así que se contaminen las muestras entre muestreo y muestreo (Alba -Tercedor 2005).

3.2.4 Limpieza de las muestras de campo

Al tiempo que se van colectando las muestras de los diferentes hábitats de cada estación muestreada se realiza la limpieza quitando todo el material que no corresponda a macroinvertebrados y se procede a la identificación de estos ya que los muestreos se realizan hasta que no aparezcan nuevas taxa. La limpieza se ejecutó de la siguiente manera.

- Se quitó a mano las piedras, grava y partículas orgánicas de la red.

- Se colocó todo lo colectado luego de limpiarlo en una o varias bandejas blancas con algo de agua.

- Si lo muestreado presentó mucha cantidad de limo se lavó sucesivamente el material repitiendo las veces que sea necesario para lograr obtener un sobrenadante limpio.

-Se escribió en la ficha de campo del índice BMWP la existencia de las diferentes taxa que por sus dimensiones o rasgos morfológicos son fáciles de identificar. Se procedió a guardar, preservar y etiquetar la muestra completa como ya se ha descrito para su posterior identificación (Alba -Tercedor 2005).

3.2.5 Tratamiento de muestras en laboratorio

Una vez colectados los macroinvertebrados acuáticos en cada sector se procedió a colocarlos en un frasco más pequeño con alcohol nuevo de 70° y posteriormente se realizó el conteo de organismos y la identificación a nivel de familia, se usó un estereomicroscopio marca OMAX, smartpphone, caja petri, pinzas entomológicas, goteros, aguja enmangada, claves taxonómicas (Roldán, 2003).

3.2.6 Calculo de métricas

3.2.6.1 Índice BMWP Col.

Se obtuvo el índice BMWP Col. asignando el valor correspondiente a cada familia presente en la muestra de acuerdo a la tabla propuesta por Roldan 2003 y se sumó estos valores que fueron comparados con la clasificación de calidad de agua para este índice en categorías que van de aguas fuertemente contaminadas (menos de 15 puntos) hasta aguas muy limpias (más de 120 puntos) (Roldan. 2003).

Los límites de las categorías de calidad de agua no deben tomarse de una manera muy estricta ya que es común encontrar puntos de transición entre la calidad de un sector y de otro.

3.2.6.2 Índice de Simpson (λ).- Determina que tan probable es que al extraer aleatoriamente a dos organismos de una muestra estos pertenezcan a la misma especie.

La fórmula es la siguiente:

$$(\lambda) = \sum (n^2/N^2) = \sum p_i^2$$

Dónde:

p_i = corresponde a la abundancia proporcional de la especie "i" para lo cual hay que calcular el número de individuos de la especie "i" dividido para el total de individuos de la muestra. Como este valor es inverso a la equidad la diversidad alfa se puede calcular como $1/(\lambda)$.

$$(\lambda) = 1 / \sum p_i^2$$

3.2.6.3 Shannon Weaver.- Considera que todas las especies se encuentran representadas en la muestra; indica que tan uniformes están representadas las especies, en abundancia, teniendo todas las especies muestreadas.

Este índice se emplea en ciencias ecológicas para estimar la biodiversidad, se le asigna la letra H' y es un valor positivo que va de 1 a 5 e incluso más. Es así como el índice determina la cantidad de especies (riqueza) y la cantidad relativa de organismos de cada especie (abundancia). El valor obtenido se lo compara con los valores establecidos, siendo de 0 a 1.5 para poca diversidad; de 1.6 a 3 para mediana diversidad y de 3.1 a 5 para gran diversidad.

$$H' = -\sum p_i \cdot \ln p_i$$

Dónde:

$$p_i = n_i / N$$

n_i = cuantos individuos de la especie "i"

N = número total de organismos de todas las especies

Todos los índices descritos emplean “ni” como número de individuos de la especie “i” pero en esta investigación lo consideramos como “número de individuos de la familia “i” ya que el índice BMWP Col trabaja a nivel de familia, no de especies,, de tal manera que los índices de dominancia de Simpson y de equidad de Shannon darán la información a nivel de familia.

Segun Alba – Tercedor 2000 las métricas que se pueden calcular a nivel de familia para macroinvertebrados acuáticos son: Abundancia total, abundancia plecopteros, tricopteros, efemeropteros y restantes órdenes y familias. También se puede calcular Diversidad/equitatividad; número total de taxones para familias, géneros, especies; número de taxones; TPT; BMWP; ASPT (Alba -Tercedor 2000).

3.2.7 Toma de muestras para análisis físico-químico

Los parámetros físico-químicos evaluados son: oxígeno disuelto (OD), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), temperatura, pH, amonio, nitrito, nitratos, fosfato, turbidez.

Para la toma de la temperatura del agua en los sitios o estaciones de captura de macroinvertebrados introducimos el termómetro ambiental en el agua hasta que la columna de mercurio se estabilizó en una marca determinada y procedimos a anotar este dato en la ficha de campo.

Para el oxígeno disuelto se empleó un kit de titulación en el sitio de toma de muestra ya que su determinación debe ser in situ, no se pide esta determinación a un laboratorio porque durante el transporte de la muestra esta sufrirá variaciones en el

nivel de oxígeno disuelto debido a la agitación del agua durante el envío. El valor obtenido luego de seguir el protocolo se anotó en la ficha de campo.

Para los parámetros amonio, nitritos, nitratos, DBO, DQO, PO₄, pH, turbidez se tomó una muestra de agua en un frasco plástico color blanco de 1000 cc de capacidad, rotulado y guardado en una hielera para su transporte y posterior análisis en el laboratorio de Análisis de Aguas de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad de Guayaquil.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

Este estudio tomó como población a los macroinvertebrados acuáticos presentes en tres tramos del río Vinces, el tramo que se encuentra a la altura de la ciudadela La Palmitas, que es en sí el área del problema; el tramo correspondiente al sector conocido como “Las Cabañas” un sector tomado como control ya que está aguas arriba de la ciudad de Vinces y; el “estero Peñafiel” ubicado mucho más aguas arriba y que se encuentra al interior del bosque protector de Jauneche, locación tomada para validar a “las Cabañas” como control.

Se entrevistará al Jefe de Agua Potable y Alcantarillado del GADM del cantón Vinces como responsable de los proceso de tratamiento a las aguas servidas y de la operación de las estaciones de bombeo de la ciudad de Vinces.

Para la organización de los datos colectados se elaborarán tablas para los mismos:

Tabla 4. Índice BMWP Colombia

CLASE	ORDEN	FAMILIA	Estación Las Palmitas	Estación Las Cabañas	Estación estero Peñafiel

Fuente: Autor

Tabla 5. Clases de calidad de agua

Clase	Calidad	BMWP col	Significado	Color
I	Buena	>150 101-120	Aguas muy limpias a limpias	
II	Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas	
III	Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas	
IV	Crítica	16-35	Aguas contaminadas	
V	Muy Crítica	<15	Aguas fuertemente contaminadas	

Fuente: Roldán 2003

Tabla 6. Índices biológicos

	Índice de Simpson	Índice de Shannon
Estación Las Palmitas		
Estación Las Cabañas		
Estación Estero Peñafiel		

Elaborado por el autor

Tabla 7. Abundancia relativa

Familia	Estación Las Palmitas	Estación Las Cabañas	Esteros Peñafiel
Baetidae			
Hydropsychidae			
Chironomidae			
Culicidae			
Coenagrionidae			
gerridae			
Planariidae			
Thiaridae			
Planorbiidae			
Sphaeridae			
Ceratopogonidae			
Libellulidae			
Ampullaridae			
Otros			
Total			

Elaborado por el autor

Tabla 8. Parámetros físico-químicos

parámetros	Estación Las Palmitas	Estación Las Cabañas	Estación Estero Peñafiel	Criterios de calidad admisible para la preservación de la vida acuática y silvestre (TULSMA)
T°C agua				
OD ppm				
pH				
Turbidez				
DQO ppm				
DBO ₅ ppm				
Amonio ppm				
Nitrito ppm				
Nitrato ppm				
Fosforo ppm				

Elaborado por el autor

3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 9. Operativización de variables

Variables	Indicadores	Muestra Técnica
Calidad biológica del agua en puntos de control	Se determinará el Índice BMWP Col. para los dos puntos de control, “las cabañas de río nuevo” y estero “Peñafiel”	Se realizará la colecta de macroinvertebrados acuáticos en los dos puntos de control y su posterior identificación a nivel de familia de los grupos colectados empleando un estereomicroscópio y las claves de identificación de Roldan 2003.
Composición de macroinvertebrados acuáticos en puntos de control	Se determinará el índice de diversidad de Shannon-Weaver y el de dominancia de Simpson para ambos puntos de control	Con los datos de abundancia relativa se calculan los índices de Shannon - Weaver y de Simpson

Calidad de agua del sistema acuático en Las Palmitas Composición de macroinvertebrados acuáticos en el sector de Las Palmitas	Se realizará la determinación de 8 parámetros físico – químicos según el TULSMA para el sector Las Palmitas Se determinará el Índice BMWP Col. Simpson y Shannon Weaver de los macroinvertebrados existentes en el punto de descarga en Las Palmitas en un lapso no mayor a una semana Se compara la calidad del agua obtenida de los índices biológicos y los parámetros establecidos en el TULSMA del punto de descarga de Las Palmitas	Se colectara una muestra de agua en el punto de descarga de aguas servidas en Las Palmitas para realizar la analítica indicada Se realizará la colecta de macroinvertebrados acuáticos en el sector de Las Palmitas, su identificación a nivel de familia, el cálculo de los índices BMWP Col, Simpson y Shannon - Weaver. Cuadro de resultados del indice BMWP Col, índices biológicos de Simpson y de Shannon – Weaver, tabla 2 del Anexo 1 del libro VI del TULSMA
Calidad de agua	Se diseñará un plan de monitoreo de la calidad biológica del agua del río Vices en el sector Las Palmitas	Se elaborará un cronograma de muestreos y análisis de laboratorio de la calidad de agua del río Vices sector Las Palmitas Se automatizará hoja de cálculo para procesamiento de datos Se sistematizará un archivo digital de los muestreos y sus resultados Se elaborará un plan de mitigación de la calidad biológica del agua del río Vices sector Las Palmitas

Fuente: Autor

3.5 CONSTRUCCIÓN METODOLÓGICA DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN

El problema de la contaminación del río Vinces por descargas de aguas servidas en el sector de Las Palmitas viene dándose desde hace aproximadamente cuarenta años sin que ninguna administración haya dado solución al problema ambiental y sanitario generado. Existe un cuerpo legal que establece límites a los efluentes que se descargan a un cuerpo hídrico, estos límites se establecen a partir de un esquema de parámetros físico-químicos, dichos parámetros dan información puntual de las condiciones del medio, los análisis para estas determinaciones son caros y se necesita de personal especializado. La opción del estudio de calidad de agua en un cuerpo hídrico por medio del estudio de la comunidad de macroinvertebrados es un método comprobado en otros países, presenta la ventaja de ser económico, no requiere de equipos costosos y la información generada en el entorno acuático abarca un mayor lapso.

Uno de los objetivos específicos de la investigación radica en diagnosticar la calidad del agua en el área de estudio a partir de la relación entre el índice BMWP Col obtenido en el análisis de los macroinvertebrados colectados en el sector y los parámetros físico-químicos del agua en dicho sector. Esto puede dar una idea de la relación antes mencionada.

El objeto de la investigación es conocer la condición de la población de macroinvertebrados por medio del índice BMWP Col y saber la calidad del agua que el índice indica para el sector estudiados para la ejecución de este trabajo se revisó literatura relacionada con el estudio de macroinvertebrados acuáticos y calidad de agua, se seleccionó la metodología que permitió una colecta de ejemplares de la manera más práctica tomando como referencia a autores como Alba-Tercedor y Roldán, seleccionando el índice BMWP Col por tener mayor proximidad geográfica con Colombia, además este índice ya ha sido aplicado anteriormente en Ecuador por otros autores como Giacometti y Bersosa 2006, Yong 2015 y Sanchez 2015 en sendas investigaciones.

Se elaboró un formulario de entrevista para los funcionarios municipales del cantón Vinces a cargo del área de alcantarillado tendiente a conocer la realidad de la situación actual y los planes para solucionar el problema de descargas en Las Palmitas.

Los resultados obtenidos luego del respectivo análisis se presentarán en forma gráfica y como tablas para de esta manera abordar la hipótesis de esta investigación. Se estructurarán las conclusiones, las respectivas recomendaciones para luego dar paso a la propuesta alternativa de esta investigación.

3.6 ELABORACIÓN DEL MARCO TEÓRICO

El Marco Teórico se elabora siguiendo los Objetivos Específicos de la investigación y con base en las variables de la misma, las cuales se fundamentan teórica y conceptualmente en ese capítulo. También debe considerarse el Marco o Fundamentación legal del estudio, haciendo un resumen sobre las principales leyes y normas que le dan soporte ante la legalidad institucional nacional e internacional si fuera necesario. El Marco Teórico finaliza con el planteamiento de la hipótesis de investigación, como forma de establecimiento de la relación entre las variables, es decir, entre las causas y los efectos. Una vez establecida la hipótesis con sus variables se operacionalizaron las mismas, expresando en una matriz, elementos como la definición conceptual, sus dimensiones, sus indicadores, los ítems o vías de medición, las unidades de análisis, las técnicas de medición y los instrumentos empleados para ello.

3.7 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN EMPÍRICA

La información bibliográfica fue seleccionada principalmente de publicaciones y trabajos de investigación científica encontradas en Google Académico, empleando para la búsqueda palabras claves como “macroinvertebrados acuáticos” “índice

BMWP Col" "calidad biológica". La segunda fuente de información fueron libros digitalizados y subidos a la red. ¿Por qué se dejó como segunda fuente a los libros? Porque las publicaciones de revistas científicas, de universidades o proyectos de investigación están más actualizados que en los libros, el elaborar y publicar un libro puede tomar años antes que salga a la luz pública, lo que no sucede con las publicaciones.

Se entrevistó a funcionarios públicos a cargo del sistema de alcantarillado de la ciudad de Vines, las preguntas para la entrevista se elaboraron de tal manera que el entrevistado indique que tan involucrada está la institución municipal en la resolución del problema de las descargas al río, que estadísticas, planes y proyectos tienen en perspectiva para solucionar el problema.

3.8. DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La información empírica se obtuvo por entrevista a funcionarios del municipio de Vines, de este proceso se conoce que existe un proyecto para dirigir las descargas a las lagunas de oxidación que existen en la ciudad, además el plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón prevé el monitoreo de las cuencas hidrográficas del cantón.

En la entrevista se realizaron siete preguntas, las dos primeras estuvieron relacionadas con la primera hipótesis específica; otras dos preguntas se relacionan con la segunda hipótesis específica y las tres últimas preguntas se relacionan con la tercera hipótesis específica

3.9. ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Una vez que los organismos fueron identificados y contabilizados a nivel de familia por cada estación de muestreo, esta información fue organizada en una hoja de

cálculo (Excel), una tabla por estación, esta tabla fue automatizada para que proporcione los siguientes valores: número de individuos por familia; número total de individuos por estación; abundancia relativa por familia (número de individuos por familia / número total de individuos de la estación); logaritmo natural de abundancia relativa por familia; el producto de abundancia relativa de cada familia por el logaritmo natural de abundancia relativa de cada familia, la sumatoria de este último valor multiplicado por (-1) nos da el índice de diversidad de Shannon – Weaver. Para el índice de dominancia de Simpson se trabaja con la fórmula $(n_i^2 - n_i) / (N^2 - N)$ para cada familia, siendo n_i el número de organismos de cada familia y N el número de organismos totales de la estación respectiva, la sumatoria de estos valores nos da el índice de dominancia de Simpson. Esta misma tabla permite la elaboración de gráficos para abundancia relativa por estación, de los índices de Simpson y de Shannon – Weaver, estos gráficos nos permiten visualizar de mejor manera la información numérica de las tablas

3.10. CONSTRUCCIÓN METODOLÓGICA DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN

En la ejecución de este trabajo de investigación se empleó información bibliográfica tanto de material digitalizado como de textos físicos, equipos como estereomicroscopio, microscopio, geo receptor, teléfono inteligente, recipientes plásticos, claves de identificación (Roldán, 2003), kit para determinación de oxígeno disuelto, red para captura de macroinvertebrados acuáticos, preguntas para entrevista.

La hipótesis general planteada para esta investigación dice:

La composición de los macroinvertebrados acuáticos en un sector del río Vines está influenciada por las descargas de aguas servidas realizadas en el área de influencia

Se realizó el diagnóstico del proceso de descarga de las aguas servidas de la estación nº 1 para lo que se recurrió a información almacenada en archivos digitales del GADM del cantón Vinces.

Se analizó la composición de macroinvertebrados de las estaciones Las Cabañas y Estero Peñafiel para lo cual se calculó el índice BMWP Col, índice de diversidad de Shannon – Weaver y de dominancia de Simpson

Se determinó la calidad del agua de la estación Las Palmitas obteniendo la composición de macroinvertebrados, para lo cual se calculó el índice BMWP Col, índice de diversidad de Shannon – Weaver y de dominancia de Simpson y se comparó este resultado con el obtenido a partir del análisis físico-químico para ocho parámetros del agua y su cotejamiento con los estándares del TULSMA

Se propuso un plan de monitoreo de la calidad del aguas en el río Vinces sector Las Palmitas para que el GADM de Vinces lo ponga en práctica y ayude a mejorar las condiciones ecológicas del área.

CAPITULO IV.

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS EN RELACIÓN A LA HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

4.1 HIPÓTESIS:

4.1.1 Hipótesis general

La composición de los macroinvertebrados acuáticos en un sector del río Vinces está influenciada por las descargas de aguas servidas realizadas en el área de influencia.

Variable independiente

Descargas de aguas servidas al río Vinces, en el sector de Las Palmitas de la ciudad de Vinces.

Variable dependiente

Composición de macroinvertebrados acuáticos en el tramo del río Vinces correspondiente al sector de Las Palmitas.

4.1.2 Hipótesis específicas

1.- Existe una alarmante descarga de aguas servidas que afectan a la calidad del agua del río Vinces

-Variable independiente

Descarga de aguas servidas

-Variable dependiente

Calidad del agua

2.- La composición de los macroinvertebrados acuáticos en los controles identificados para el estudio pueden ser utilizados como monitoreos comparativos para la valoración del sistema acuático influenciado por las descargas de aguas servidas en el sector de Las Palmitas

Variable independiente

Calidad del agua en los puntos de control

Variable Dependiente

Composición de macroinvertebrados acuáticos en los puntos de control

3.- La calidad del agua en el sector Las Palmitas reflejada por el índice BMWP Col. coincide con la calidad del agua determinada por los parámetros físico-químicos establecidos en el TULSMA.

Variable independiente

Tabla 2: Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática. Anexo I del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, para los parámetros analizados en la presente investigación.

Variable dependiente

Parámetros físico-químicos de la estación Las Palmitas a Noviembre de 2015

4.2. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN EMPIRICA PERTINENTE A CADA HIPÓTESIS

4.2.1 Hipótesis específica.- Existe una alarmante descarga de aguas servidas que afectan a la calidad del agua del río Vinces

Variable independiente: Descarga de aguas servidas

La ciudad de Vinces cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario construido desde 1975, formado por un sistema de redes secundarias, principales y estaciones

de bombeo, cubriendo el 40% de la población, el resto dispone sus desechos en letrinas y pozos sépticos.

La historia del alcantarillado sanitario de Vinces se remonta a la época en que el Servicio Cooperativo Interamericano de Salud Pública (SCISP) operaba en el Ecuador, este tuvo a su cargo los estudios y posterior construcción del sistema de alcantarillado separado, es decir, con redes independientes, para captar exclusivamente las aguas residuales de origen doméstico y efluentes industriales pre tratados, cuya cobertura beneficiaba a 48,5 has., localizadas en lo que en aquella época constituía el área central de la ciudad y sus sectores aledaños. En el año de 1986 la municipalidad de Vinces recibió de parte del Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (IEOS), entidad creada para reemplazar al SCISP, tanto el sistema de alcantarillado sanitario como el de agua potable. En años posteriores, la Municipalidad y la Ex CORPECUADOR, han llevado a cabo varias ampliaciones a la obra existente para extender sus beneficios a una mayor superficie del sector habitado, cuyos moradores insistentemente reclamaban por este tipo de infraestructura beneficiosa para la salud y el saneamiento de la urbe.

En el año 1988, la Administración Municipal de aquella época contrató la construcción integral de las obras de alcantarillado sanitario, por problemas que afectaron a la compañía constructora los trabajos fueron abandonados, quedando inconclusas las lagunas de tratamiento y la línea de impulsión. Algunos tramos de las redes colectoras y terciarias fueron construidos pero nunca fueron probados hidráulicamente. El estudio en que se basaba la ejecución de las obras en dicha época, preveía la construcción de varias estaciones de bombeo, así como la totalidad de las redes terciarias y colectoras en la ciudad de Vinces. Sin embargo no incluía el recambio de las redes y cámaras ya obsoletas para aquella fecha, del sistema construido por el SCISP.

En el transcurso de varios años, esto es, desde el 2004 al 2009, tras la finalización de los trabajos en la ciudadela San Lorenzo (Nicaragua) señalando que CORPECUADOR nunca realizó formalmente la entrega de la obra, y ante reiteradas peticiones de la Municipalidad se iniciaron los trámites de entrega, incluyendo la solicitud adicional para que dicha obra quede operativa; lamentablemente, en las inspecciones técnicas llevadas a efecto se encontró que varios sectores estaban obstruidos, además, de la presencia de varios hundimientos en las calzadas, coincidentes con la ruta de la recientemente construida red colectora, específicamente, en el sector de la ciudadela San Lorenzo (Nicaragua) y a lo largo de la avenida Aquiles Carriel. Ante estas anomalías, la Municipalidad realizó gestiones ante CORPECUADOR para que se solucionen estos inconvenientes, por lo que en el año 2009 se contrataron los trabajos de reparación y/o de construcción de varias fases. La fase I: Cámara p88 que incluía cambios de tuberías de H.A de 36" y 40" de diámetro. La fase II y III: Tramo entre pozos P44 y P47 que incluía cambio de tubería de 840 mm de diámetro. Fase IV: Limpieza y prueba de bombeo de la red. Fase V: Estación de bombeo 3 y línea de impulsión, incluyendo el suministro de bomba de 40HP, equipo de medición BT electrónico, suministro en instalación de tubería PVC, d= 400 mm. Fase VI: Emisario de las lagunas

En la actualidad, las lagunas de oxidación reciben parte de las aguas servidas transportadas por el colector Nicaragua, por un lado y las aguas servidas que corresponden a las conexiones existentes a lo largo del tramo. El caudal de las aguas residuales que llegan a las lagunas es reducido, factor que incide para que estas se infiltren, por lo tanto, las lagunas no pueden cumplir con su cometido. Con respecto al emisario, cabe señalar que por estar construido en una zona baja se deberá verificar su descarga, pues en épocas de grandes avenidas el río supera los niveles de descarga, siendo por lo tanto necesario diseñar y construir alguna obra adicional para evitar algún ingreso de las aguas del río

En la estación de bombeo nº 1 (construida por el SCISP), unidad que recoge las aguas de toda la zona central de la ciudad, su descarga aún se la realiza directamente al río, ocasionando la consiguiente y urgente necesidad de conectarla e incorporarla a la estación de bombeo nº 3, mediante una línea de impulsión, existen tres estaciones de bombeo. El sistema de redes del casco central que deberá ser revisado en su totalidad ya que existen varios tramos con pendientes mínimas en las que se producen frecuentes taponamientos (GADM Vices, 2012). Por lo expuesto en líneas anteriores se evidencia el hecho que existen descargas de aguas servidas correspondiente al sector céntrico de la ciudad que son vertidas en el río Vices sector de Las Palmitas

En relación a la entrevista dirigida a funcionarios de ambiente del Gobierno Autónomo descentralizado del Vices Ing. Miguel Angel Briones Bajaña, jefe del Departamento de Agua Potable y Alcantarillado del GADM de Vices se obtuvo los siguientes resultados

P 1.- ¿El GADM del cantón Vices ha evaluado de alguna manera el impacto a la fauna acuática que provoca las descargas de aguas servidas en el río Vices?

R. En noviembre de 2014 se realizó el análisis de parámetros físico-químicos de las descargas en el sector de Las Palmitas pero no se ha evaluado de como esto afecta a la fauna acuática

P 2.- ¿Qué planes para el cumplimiento de las normas de calidad ambiental referentes a la descarga de efluentes de la ciudad hacia el río Vices?

R. En el plan de desarrollo y ordenamiento territorial se establece el monitoreo de los cuerpos de agua del cantón

P 3.- ¿Cuenta el GAD Vinces con estudios de línea base, planes de manejo, sistemas de monitoreo (con qué frecuencia), planes de contingencia relacionados con la calidad biológica del ecosistema del río Vinces?

R. Lamentablemente no disponemos de ese tipo de estudios ni planes

P 4.- ¿Entre los sistemas de monitoreo de la calidad biológica del agua del río Vinces han considerado el de los índices biológicos como el BMWP?

R. Es posible ya que tengo entendido que son económicos

P 5.- ¿Cada qué tiempo esta información sobre monitoreo del río Vinces se actualiza y donde se puede consultar la misma?

R. Actualmente no tenemos información al respecto

P 6.- ¿Existen ordenanzas diseñadas para preservar la calidad biológica del agua del río Vinces?

R. Actualmente se está revisando un borrador de ordenanza sobre protección de las cuencas hidrográficas del cantón, sería la primera en este sentido para el cantón Vinces

P 7.- ¿Qué tratamiento da el GAD Vinces a las aguas servidas que se vierten al río?

R. La estación 2 y 3 impulsan las aguas servidas a las lagunas de oxidación de la ciudad en donde por medio de tecnología no convencional se reduce los parámetros de estas aguas servidas a niveles por debajo del máximo permisible establecido por el Ministerio del Ambiente para aguas de descarga a un cuerpo fluvial.

Variable dependiente: Calidad del agua

Tabla 10 Índice BMWP Col. Estación Las Palmitas

CLASE	ORDEN	FAMILIA	Estación Las Palmitas
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	7
Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	
Insecta	Diptera	Chironomidae	2
Insecta	Diptera	Culicidae	2
Insecta	Zygoptera	Coenagrionidae	7
Insecta	Hemiptera	gerridae	8
Turbelaria	Tricadida	Planariidae	7
Gastropoda	Mesogastropoda	Thiaridae	5
Gastropoda	Basommatofora	Planorbiidae	5
Bivalva	Veneroidea	Sphaeridae	4
Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	3
Insecta	Anisoptera	Libellulidae	
Gastropoda	mesogastropoda	Ampullaridae	9
		índice	59

Tabla 11. Calidad de agua según I índice bmwp col obtenido

Clase	Calidad	BMWP col	Significado	Color
I	Buena	>150 101-120	Aguas muy limpias a limpias	
II	Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas	
III	Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas	
IV	Crítica	16-35	Aguas contaminadas	
V	Muy Crítica	<15	Aguas fuertemente contaminadas	

Roldan, 2003

La estación de muestreo Las Palmitas, de acuerdo al índice BMWP Col. presenta un valor de 59, que corresponde a la categoría de calidad “Dudosa” con significado “aguas moderadamente contaminadas”. Esta calidad dudosa del agua del río Vices en el sector de Las Palmitas está relacionada a las descargas de aguas servidas que se realizan desde 1975, año en que comenzó a funcionar la estación de bombeo nº 1

4.2.2.- Hipótesis específica: La composición de los macroinvertebrados acuáticos en los controles identificados para el estudio pueden ser utilizados como monitoreos comparativos para la valoración del sistema acuático influenciado por las descargas de aguas servidas en el sector de Las Palmitas

Variable independiente: Calidad del agua en los puntos de control

Tabla 12. Índice BMWP Col para estaciones de control

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESTACIÓN LAS CABAÑAS	ESTACIÓN ESTERO PEÑAFIEL
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	7	
Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae		7
Insecta	Diptera	Chironomidae	2	2
Insecta	Diptera	Culicidae	2	2
Insecta	Zygoptera	Coenagrionidae		
Insecta	Hemiptera	gerridae	8	
Turbelaria	Tricadida	Planariidae		
Gastropoda	Mesogastropoda	Thiaridae	5	
Gastropoda	Basommatofora	Planorbidae		
Bivalva	Veneroidea	Sphaeriidae	4	4
Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	3	
Insecta	Anisoptera	Libellulidae		6
Gastropoda	mesogastropoda	Ampullaridae		
		índice	31	21

Fuente: Autor

Tabla 13. Calidad de agua según el índice bmwp col obtenido

Clase	Calidad	BMWP col	Significado	Color
I	Buena	>150 101-120	Aguas muy limpias a limpias	
II	Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas	
III	Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas	
IV	Crítica	16-35	Aguas contaminadas	
V	Muy Crítica	<15	Aguas fuertemente contaminadas	

Roldan, 2003

La calidad del agua en el punto de control Las Cabañas según el índice BMWP Col es de 31 puntos, lo que corresponde a una **calidad crítica** lo que significa aguas contaminadas. Por lo tanto no puede considerarse como control para Las Palmitas bajo estas condiciones. Se indica, sin embargo que este sector de Las Cabañas muestra esta calidad de agua debido a una actividad antropogénica diferente a lo que se mide en Las Palmitas que como se ha dicho son las descargas domiciliarias. Esta actividad antropogénica que afecta a Las Cabañas es la extracción de material árido del lecho del río días anteriores a la toma de muestra. Según Roldán, 1999 las causas más importantes de afectación antropogénica en un ecosistema acuático son, entre otras, las descargas domiciliarias, industriales, agrícolas, la minería y la

deforestación. Las de afectación directa a los ríos son las descargas y la destrucción del hábitat por dragado

La calidad de agua según este índice para la estación Estero Peñafiel es de 21 puntos, lo que la ubica en la misma categoría de Las Cabañas, es decir, **calidad crítica** o aguas contaminadas. Revisando información empírica (ya que no hay existen trabajos de investigación formales sobre macroinvertebrados en estero Peñafiel) en ciertos trabajos de investigación realizados por estudiantes de la asignatura de Redacción Técnica de la carrera de Biología de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil mencionan “bajos índices de zooplancton” “aguas de escaso movimiento” (este escaso movimiento pudo observarse al realizar el muestreo del presente trabajo de investigación), “baja producción primaria” “poca incidencia de rayos solares” (también se observó esto en el muestreo), “presencia de CO₂”. Estos factores pueden explicar la poca cantidad de familias de macroinvertebrados colectadas en el muestreo y el bajo índice obtenido. Otro motivo para la escasez de familias de macroinvertebrados es la gran cantidad de peces pequeños presentes en el estero, se capturaron alrededor de 25 peces en el muestreo realizado para el presente trabajo, cuando en la estación Las Palmitas y Las Cabañas la presencia de peces en la muestra no pasó de 3 ejemplares, estos peces en el estero Peñafiel ejercen presión por depredación. La estación Estero Peñafiel no puede ser considerado como control para la estación Las Cabañas

Variable Dependiente: Composición de macroinvertebrados acuáticos en los puntos de control

Tabla 14. Índices biológicos

	Índice de Simpson	Índice de Shannon
Estación Las Cabañas	0.28	1.4
Estación Estero Peñafiel	0.24	1.4

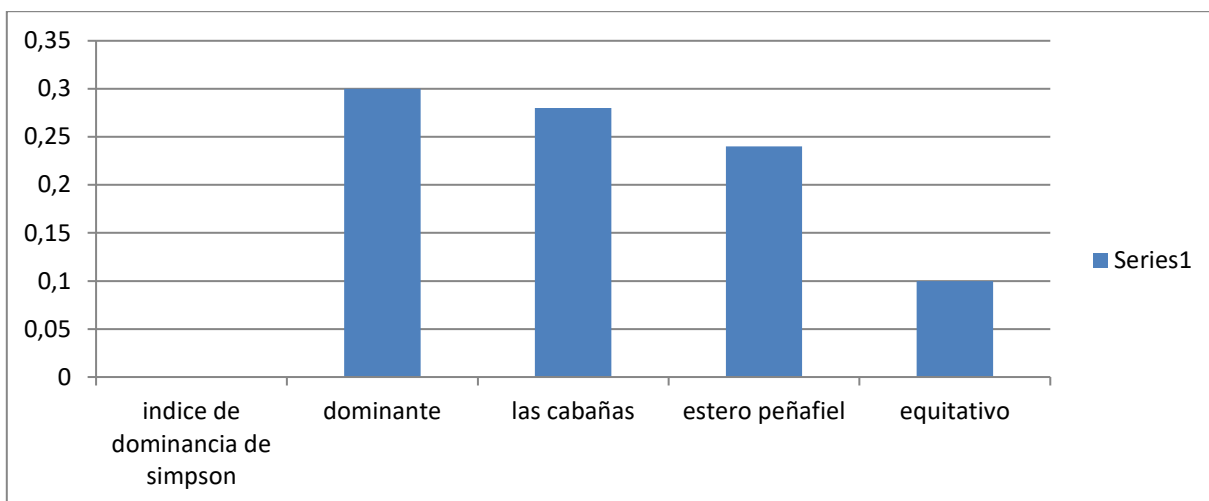
Fuente: Elaborado por el autor

El índice de Dominancia de Simpson para Las Cabañas es de 0.28 y el Estero Peñafiel es de 0.24. Estos valores muestran que estas comunidades son dominantes y poco equitativas ya que tienden o están más próximos a 0.3 (comunidad dominante) que a 0.1 (comunidad equitativa). Algo más dominante la comunidad de Estero Peñafiel que la comunidad de Las Cabañas

El índice de diversidad de Shannon- Weaver para Las cabañas es de 1.4 coincidiendo con el mismo valor para Estero Peñafiel 1.4. Según Alvarez, 2004 el índice de Shannon – Wiener puede variar de entre 1.5, para comunidades poco diversas hasta 3.5 para comunidades con mayor diversidad, rara vez pasa de 4.5 (comunidades mega diversas)

Según Roldán 1999, una comunidad sin afectación antropogénica se caracteriza por tener una alta diversidad y un bajo número de individuos por especie, en cambio, una comunidad bajo presión antropogénica se caracteriza por tener un bajo número de especies pero muchos individuos por especie

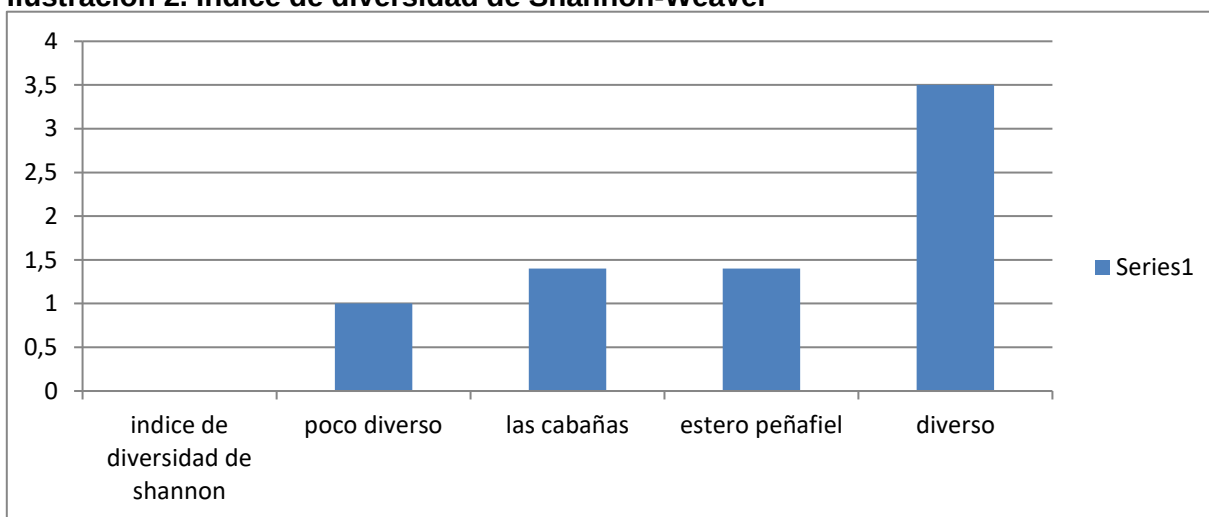
Ilustración 1. Índice de dominancia de Simpson



Fuente: Autor

El grafico 1 permite visualizar lo expuesto en la tabla 12 para el índice de Simpson en las estaciones Las Cabañas y Estero Peñañiel, se observa la tendencia de estas estaciones hacia valores que son típicos de comunidades dominantes

Ilustración 2. Índice de diversidad de Shannon-Weaver



Fuente: Autor

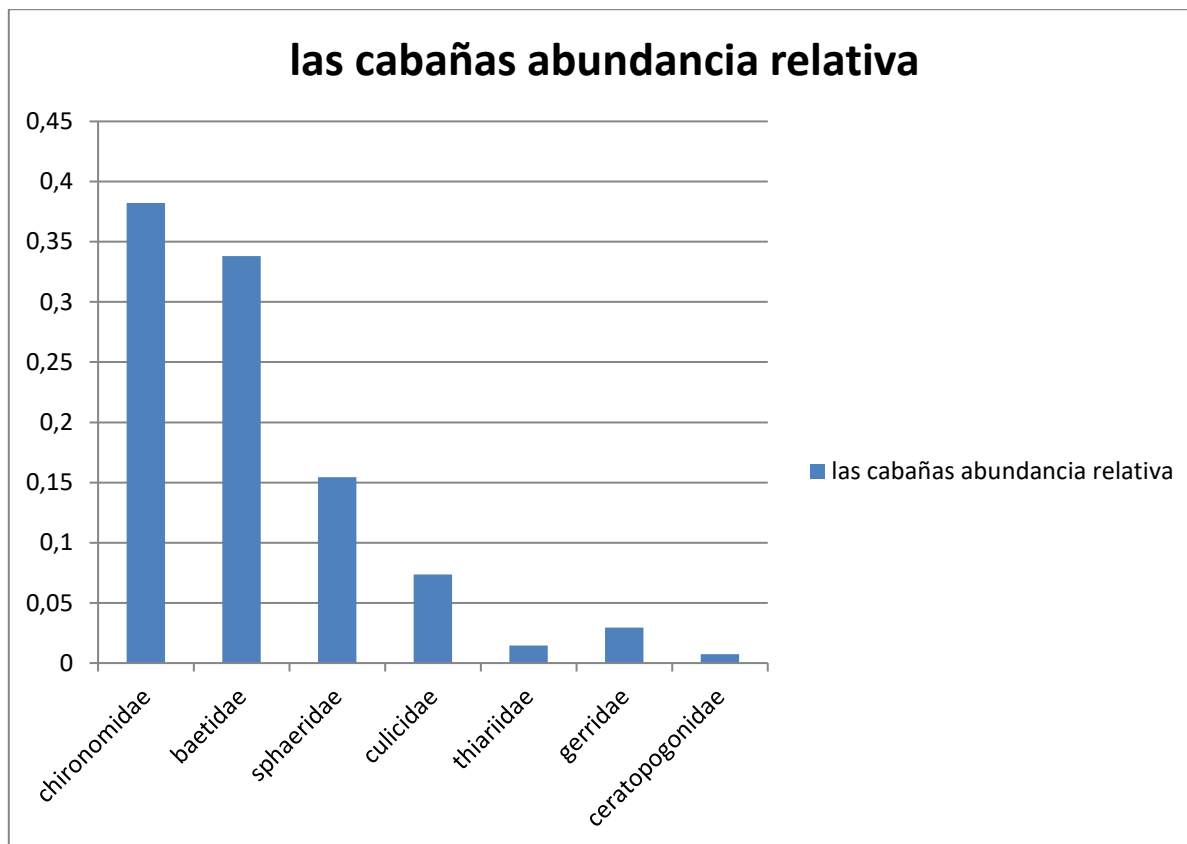
El grafico 2 permite visualizar lo expuesto en la tabla 12 para el índice de Shannon – Weaver donde los valores de diversidad son los observados en comunidades poco diversas

Tabla 15. Abundancia relativa de estaciones de control

FAMILIA	ESTACIÓN LAS CABAÑAS	ESTERO PEÑAFIEL
Baetidae	0.338	
Hydropsychidae		0.166
Chironomidae	0.382	0.5
Culicidae	0.073	0.083
Coenagrionidae		
gerridae	0.029	
Planariidae		
Thiaridae	0.014	
Planorbiidae		
Sphaeridae	0.154	0.083
Ceratopogonidae	0.007	
Libellulidae		0.083
Ampullaridae		
Otros		0.083
Total	0.997	0.998

Fuente: Autor

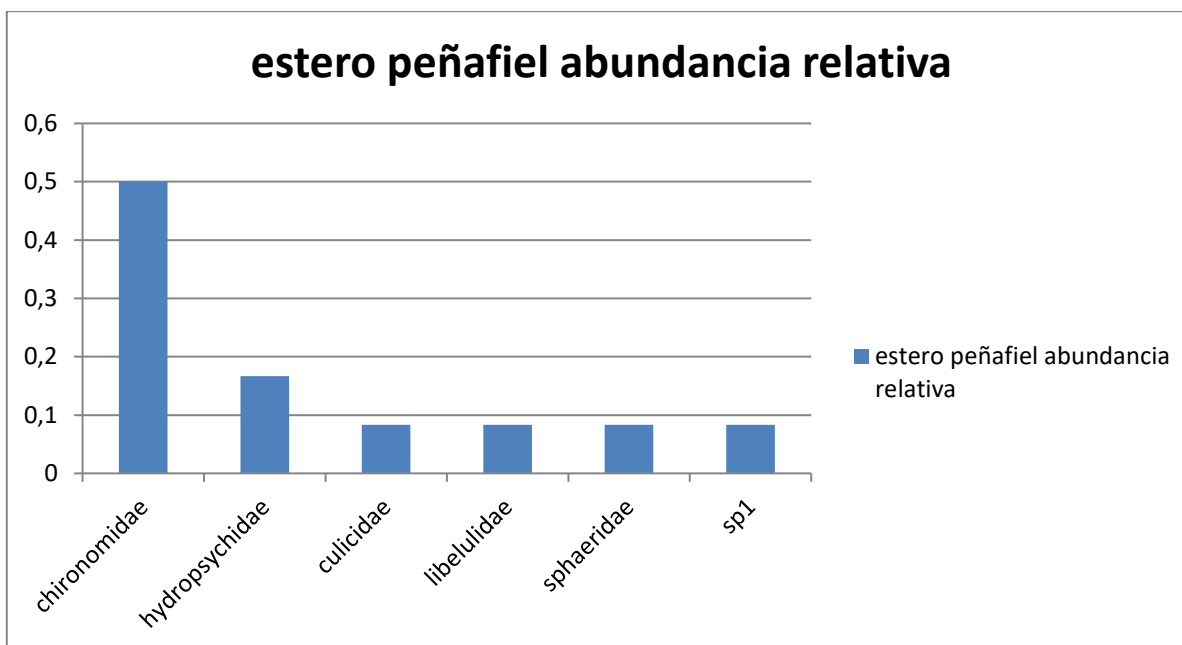
Ilustración 3. Abundancia relativa estación Las Cabañas



Fuente: Autor

El gráfico 3 corresponde a la abundancia relativa de la estación Las Cabañas, de la tabla 13 abundancia relativa de las estaciones de control permite ver que dos familias presentan las mayores abundancias relativas para la estación La Cabañas, Chironomidae con 0.382 y Baetidae con 0.338, le siguen Sphaeridae con 0.154 y Culicidae con 0.073; en los últimos lugares están las familias Gerridae con 0.029, Thiaridae con 0.014 y Ceratopogonidae con 0.007

Ilustración 4. Abundancia relativa estación Estero Peñafiel



Fuente: Autor

El gráfico 4, que corresponde a la abundancia relativa de la estación Estero Peñafiel transcritos en la tabla 13 de abundancia relativa de estaciones de control permite apreciar que la mayor abundancia relativa la presenta la familia Chironomidae con 0.5, le sigue Hidropsychidae con 0.166 y por ultimo con 0.083 las familias Culicidae, Libellulidae, Sphaeridae y Sp1

4.2.3.- Hipótesis específica.- La calidad del agua en el sector Las Palmitas reflejada por el índice BMWP Col. coincide con la calidad del agua determinada por los parámetros físico-químicos establecidos en el TULSMA.

Variable independiente: Tabla 2 “del criterio de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática”. Anexo I del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, para los parámetros analizados en la presente investigación.

Tabla 16. Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática.

parámetros	Máximo permitido por el TULSMA para preservar vida acuática
T°C agua	
OD ppm	
pH	6.5-9
Turbidez	
DQO ppm	40
DBO ₅ ppm	20
Amonio ppm	2.39
Nitrito ppm	0.2
Nitrato ppm	13
Fosforo ppm	

Elaborado por el autor

Estos valores admisibles para la preservación de la vida silvestre en un cuerpo de agua dulce establecidos por el Ministerio del Ambiente del Ecuador determinan si el agua analizada corresponde a un cuerpo hídrico contaminado o no, aquellos cuyos parámetros superen estos valores admisibles son considerados contaminados

Variable dependiente: Parámetros físico-químicos de la estación Las Palmitas a Noviembre de 2015

Tabla 17. Parámetros físico-químicos Las Palmitas, noviembre de 2015

PARÁMETROS	ESTACIÓN LAS PALMITAS	MÁXIMO PERMITIDO POR EL TULSMA PARA PRESERVAR VIDA ACUATICA
T°C agua	28	
OD ppm	8	
pH	7.06	6.5-9
Turbidez	5	
DQO ppm	8	40
DBO ₅ ppm	2.72	20
Amonio ppm	1.07	2.39
Nitrito ppm	0.032	0.2
Nitrato ppm	0.9	13
Fosforo ppm	0.3	

Elaborado por el autor

Ninguno de los parámetros considerados importantes para determinar contaminación orgánica considerados en este trabajo de investigación supera los criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre para un cuerpo de agua dulce, por lo tanto podemos decir que según los estándares del Ministerio del Ambiente del Ecuador la calidad del agua del río Vices en el sector de Las Palmitas es apropiada para sustentar la antes mencionada vida acuática y silvestre que en ella habita.

Tabla 18. Índice BMWP Col Estación Las Palmitas

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESTACIÓN LAS PALMITAS
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	7
Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	
Insecta	Diptera	Chironomidae	2
Insecta	Diptera	Culicidae	2
Insecta	Zygoptera	Coenagrionidae	7
Insecta	Hemiptera	gerridae	8
Turbelaria	Tricadida	Planariidae	7
Gastropoda	Mesogastropoda	Thiaridae	5
Gastropoda	Basommatofora	Planorbiidae	5
Bivalva	Veneroidea	Sphaeriidae	4
Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	3
Insecta	Anisoptera	Libellulidae	
Gastropoda	mesogastropoda	Ampullaridae	9
		índice	59

Fuente: Autor

Tabla 19. Calidad de agua según I índice bmwp col. obtenido

Clase	Calidad	BMWP col	Significado	Color
I	Buena	>150 101-120	Aguas muy limpias a limpias	
II	Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas	
III	Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas	
IV	Crítica	16-35	Aguas contaminadas	
V	Muy Crítica	<15	Aguas fuertemente contaminadas	

Roldan, 2003

Según el índice BMWP Col obtenido del análisis de la comunidad de macroinvertebrados en el río Vines a la altura de Las Palmitas estas aguas presentan una calidad biológica “Dudosa” que significa, según Roldán 2003 como “Aguas moderadamente contaminadas”.

El índice de Dominancia de Simpson para este sector es de 0.24, indicando una comunidad dominante y poco equitativa. El índice de diversidad de Shannon para Las Palmitas es de 1.6 lo que indica que es una comunidad poco diversa.

Tanto el índice BMWP Col como los índices de Dominancia de Simpson como de Diversidad de Shannon – Weaver demuestran que la comunidad de

macroinvertebrados acuáticos que habitan este sector sufre de presión antropogénica, siendo la más evidente de estas presiones la descargas de aguas servidas

4.3. Aprobación/Desaprobación de la Hipótesis General.

“La composición de los macroinvertebrados acuáticos en un sector del río Vinces está influenciada por las descargas de aguas servidas realizadas en el área de influencia”.

Considerando los criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre para aguas dulces establecidos en el TULSMA se desaprueba la hipótesis general, es decir, que las descargas de aguas servidas al río Vinces en el sector de Las Palmitas no ejerce influencia sobre la composición de los macroinvertebrados acuáticos ya que ningún parámetro relacionado con contaminación por descargas orgánicas supera, y ni siquiera se aproxima al límite máximo permitido establecido en el mencionado TULSMA, siendo este el criterio legal que rige en nuestro país para determinar la idoneidad de un cuerpo hídrico para sustentar vida silvestre.

Considerando los criterios de calidad del índice BMWP Col vemos que las descargas de aguas servidas al río Vinces indican que la calidad del agua en este sector es “dudosa” mencionando también que son aguas “moderadamente contaminadas”. Además, los índices de diversidad de Shannon Weaver y de dominancia de Simpson demuestran que la comunidad de macroinvertebrados en este sector del río Vinces está sometida a presión antropogénica. Estos índices se complementan entre sí para afianzar el criterio de aprobación de la hipótesis general, es decir, que las descargas

de aguas servidas en un sector del río Vices influyen en la composición de los macroinvertebrados acuáticos de este sector

CAPITULO V.
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.- Conclusiones

El sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de Vinces adolece de varias fallas, las zonas periféricas carecen de este servicio. Con una red de alcantarillado en la zona central de la ciudad que data de hace 40 años por lo que se considera obsoleta, presenta fallas de funcionamiento por tramos con pendientes mínimas y que descarga directamente al río Vinces en el área de estudio. Hundimientos en las redes del sector de la ciudadela San Lorenzo (Nicaragua) y en la avenida Aquiles Carriel. Las lagunas de oxidación no están siendo aprovechadas en su máxima capacidad.

La estación Las Cabañas no es apropiada para usarse como control de la estación Las Palmitas, ya que la actividad extractiva a la que es sometida afecta a la comunidad de macroinvertebrados lo que refleja una calidad de agua “crítica” (33 puntos). Los índices de Shannon (1.4) y Simpson (0.28) indican una comunidad sometida bajo presión.

En el estero Peñafiel, la calidad de agua según el índice BMWP Col. es de aguas fuertemente contaminadas, la composición de macroinvertebrados acuáticos según los índices de diversidad de Shannon (1.4) y de Simpson (0.24) indican que este sector también está sometido a algún tipo de presión antropogénica.

La calidad de agua en Las Palmitas, según el índice BMWP Col. es de aceptable (66) encontrándose cercana al límite de la categoría de aguas “dudosas”. Los índices de Shannon (1.6) y Simpson (0.24) muestran un medio sometido a presión antropogénica por descargas de aguas servidas.

Los parámetros físico-químicos analizados para la muestra de agua de Las Palmitas no superan los límites máximos establecidos por el Ministerio del Ambiente.

5.2.-Recomendaciones

-Se recomienda al GADM del cantón Vinces gestionar el Plan Maestro Sanitario y Pluvial integral para la ciudad de Vinces, zona céntrica incluida. Re-direccionar la línea de impulsión de la estación nº 1 hacia las lagunas de oxidación. Implementar un Plan de Monitoreo de la Calidad del Agua del Río Vinces en el sector donde se realizan las descargas. Tomar medidas de remediación en los sectores que presentan afectación antropogénica según los índices biológicos obtenidos en el presente estudio.

-Se recomienda considerar otra estación de control, diferente al de Las Cabañas, que no esté sometida a ninguna presión antropogénica para futuros estudios.

-Se sugiere realizar investigaciones para estudiar el caso del estero Peñafiel, para determinar qué tipo de presión antropogénica lo está afectando.

Se recomienda sugerir al Ministerio del Ambiente ajustar sus límites permisibles para parámetros en cuerpos hídricos y considerar la adopción de los estudios biológicos como herramienta de análisis y diagnóstico que complementes a los análisis físico-químicos.

CAPITULO VI
PROPUESTA ALTERNATIVA

ESTRUCTURA DE LA PROPUESTA ALTERNATIVA

6.1 Título de la propuesta

Plan de monitoreo de los macroinvertebrados del río Vinces en el sector de Las Palmitas.

6.2 Justificación

En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, este quedaría inconcluso si no se le diera continuidad a través de este plan de monitoreo.

La presente propuesta del plan de monitoreo de macroinvertebrados del río Vinces en el sector de Las Palmitas se justifica desde el punto de vista legal en base a la obligación que tenemos los habitantes del Ecuador así como sus entidades públicas y privadas de afectar lo menos posible nuestro medio, de evitar y/o remediar esta contaminación tal como lo consigna la constitución y demás leyes de la república. Desde el punto ético y moral y ambiental tenemos la obligación de heredarle un medio ambiente lo más natural posible a las futuras generaciones y no podremos hacerlo si ignoramos el estado en que se encuentra dicho medio por nuestras actividades.

Esta propuesta de monitoreo tiene como finalidad brindar un protocolo para la obtención permanente de información sobre la composición de macroinvertebrados del río Vinces en el sector de Las Palmitas de fácil ejecución y de bajo costo comparados con los costos de los análisis físico-químicos. Se elige a Las Palmitas porque es aquí en donde se está afectando al río por lo que este sector hay que vigilar su evolución desde una perspectiva ecológica y poder aplicar técnicas de remediación en caso de ser necesario.

Tenemos como ejemplo a la comisión marco para el manejo de la cuenca del Ebro, en España.

Este plan de monitoreo sirve como sistema de alerta ante procesos contaminantes que ignorando las leyes del país ignoren o descuiden tratamientos en aguas servidas o descargas industriales antes de ser vertidas al río.

Este plan de monitoreo será una herramienta más en la lucha por un medio ambiente sano y equilibrado.

6.3 Sustento Legal

De acuerdo al a Constitución Política del Ecuador (2008) se le otorgan derechos a la naturaleza (Pachamama) reconociendo la necesidad de que los habitantes del país vivamos en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, determina la importancia de implementar las tecnologías limpias o de bajo impacto, es vanguardista y varios de sus artículos sirven de argumento para aseverar que la presente investigación se enmarca o cobija al amparo de esta norma suprema, en la sección segunda de la constitución política del país, denominada “ambiente sano” se reconoce, en el artículo 14, el derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado garantizando el buen vivir, es de interés nacional la conservación del ambiente, el conservar los ecosistemas, la diversidad biológica y el patrimonio genético del país, el prevenir los daños al ambiente y restaurar los lugares naturales contaminados.

De acuerdo al artículo 15 de la Constitución de la República del Ecuador 2008, el estado debe promover en todo aspecto tanto público o privado la implementación de tecnologías de bajo impacto.

En el capítulo séptimo de la Constitución de la República del Ecuador 2008, los derechos de la naturaleza, en su artículo 71 establece el derecho de la naturaleza o Pachamama, lugar donde se realiza la vida, a que se respete su existencia, mantenimiento y regeneración de ciclos vitales, estructuras, funciones y procesos

evolutivos, cualquier ciudadano puede pedir a las autoridades el respeto de estos derechos, el estado debe promover este respeto.

En el artículo 72 de la Constitución de la República del Ecuador 2008, se establece el derecho a la restauración de la naturaleza, cuando se provoque un impacto ambiental grave o permanente es tarea del estado establecer la forma más eficaz de lograr la restauración.

6.4 Objetivo

6.4.1 Objetivo General

-Diseñar un plan de monitoreo de la calidad biológica del agua del rio Vinces en el sector de Las Palmitas.

6.4.2 Objetivos específicos

-Definir los recursos necesarios para medir la calidad biológica del agua del rio Vinces en el sector de Las Palmitas.

-Mantener un banco de datos sobre las fluctuaciones en la calidad biológica del agua del rio Vinces en el sector de Las Palmitas.

6.5 Importancia

Tomando como base los resultados que el sector de Las Palmitas ha mostrado en este trabajo de investigación por la afectación de que es objeto por las descargas de la ciudad, se hace necesaria la suspensión de estas descargas y el permanente monitoreo de las condiciones ecológicas del medio acuático de este sector. El plan

de monitoreo permitirá conocer el ritmo de recuperación de las condiciones naturales del lugar.

6.6 Ubicación sectorial y física

El Plan de monitoreo se ejecutará en el sector de Las Palmitas, a orillas del río Vinces en el lado sur de la ciudad de Vinces del Cantón Vinces, con las coordenadas 17M 0638059-9826884 WGS84.

6.7.- Factibilidad

Esta propuesta es factible porque desde el punto de vista ambiental es potestad de los gobiernos autónomos municipales y provinciales tomar iniciativas encaminadas a preservar el ambiente, por lo que esta propuesta es apropiada para conocer como evolucionan las condiciones ecológicas de un ecosistema e intuir cuando se ha generado algún disturbio en el mismo.

El plan de monitoreo es propuesto como herramienta o insumo para el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Vinces, específicamente para la Dirección de Gestión Ambiental.

6.8.-Plan de Trabajo

La propuesta de monitoreo para que sea aplicada por el Gobierno Autónomo Descentralizado de Vinces y bajo la responsabilidad de un funcionario de Gestión Ambiental Municipal.

La planificación de los monitoreos comprende los meses de la estación seca, y los muestreos serán quincenales.

6.9. - Actividades

6.9.1 Elaborar un cronograma de muestreos y análisis de laboratorio de la calidad de agua en el río Vinces, sector Las Palmitas.

6.9.2 Crear software para procesamiento de datos.

6.9.3 Elaborar archivo digital sobre resultados de muestreos y su interpretación de resultados.

6.9.4 Elaborar plan de mitigación y recuperación de área afectada por descargas de aguas servidas en el río Vinces, sector Las Palmitas.

6.10.-Recursos

6.10.1 Materiales

Se requiere de una red de al menos 25 cm de diámetro o mayor, recipientes plásticos de boca ancha de 250 ml, alcohol de 70°, bandejas plásticas, bandejas, lupa, termómetro de bulbo, cámara fotográfica, indicador de pH digital, estereomicroscopio, claves de identificación (Roldán, 2003).

Microorganismos eficientes para remediación.

6.10.2 Técnicos

Software para procesamiento de datos, internet, computadora, impresora, análisis de agua en laboratorio certificado.

6.10.3 Financieros

Los recursos necesarios para financiar el presente plan de monitoreo es de 24000 dólares americanos.

6.10.4 Humanos

Personal de campo para muestreo: 1 (eventual, dos días por mes).

Técnico para identificación de muestras y procesamiento de datos: 1.

Tabla 20 Plan de Monitoreo de la Calidad Biológica del Agua del Río Vines en el Sector Las Palmitas

proyecto	objetivos	localización	actividades propuestas	meta	costos (usd)	respon sable
Plan de monitoreo de la calidad biológica del río Vines en el sector Las Palmitas	Determinar las actividades del plan de monitoreo de la calidad biológica del río Vines en el sector Las Palmitas para el año 2016	Ciudad de Vines	Elaborar un cronograma de muestreos y análisis de laboratorio de la calidad de agua en el río Vines, sector Las Palmitas	Para el 2016 realizar muestreo y su análisis de laboratorio de acuerdo al cronograma elaborado	24000,00	Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Vines
			Automatizar hoja de cálculo para tabulación de datos, índice BMWP Col, índice de Shannon, índice de Simpson	Para el 2016 disponer del software necesario para el procesamiento de datos y cálculo de índices biológicos		
			Sistematizar un archivo digital sobre los resultados de cada muestreo con su respectiva interpretación de resultados	Para el 2016 disponer de un historial de la evolución de las condiciones ecológicas del río Vines en el sector de Las Palmitas		
			Elaborar un plan de mitigación de la calidad biológica del agua del río Vines	Para el 2016 aplicar plan de mitigación y recuperación del		

			sector Las Palmitas	área afectada por contaminación por descargas de aguas servidas en el río Vinces, sector Las Palmitas		
--	--	--	---------------------	--	--	--

6.11.-Impacto.

El plan tiene un impacto positivo a largo plazo, se dispondrá de información sobre el estado o condición del ecosistema acuático en ese sector del río Vinces.

6.12.-Evaluación

Se evaluará el avance del plan en base a la información almacenada de cada muestreo, el índice BMWP Col, índice de Shannon, índice de Simpson de cada muestreo.

6.13.-Instructivo de funcionamiento

El protocolo de trabajo tanto en campo como en laboratorio debe ser aplicado si excepción y no debe dejarse nada al descuido, siempre es conveniente registrar lo realizado en una libreta de apuntes con fecha y actividad realizada. Los recipientes preservados en alcohol deben guardarse al menos durante un mes antes de ser descartadas definitivamente y reportar la aparición de ejemplares que no hayan sido reportados antes.

BIBLIOGRAFIA

- Alba-Tercedor, J. 1996. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. IV Simposio del Agua en Andalucía (SIAGA), Almería, 1996, vol. II: pag. 203-213. ISBN.: 84-7840-262-4.
- Alba-Tercedor, J. *et al* 2005. Metodología para el establecimiento del estado ecológico según la directiva marco del agua. Protocolos de muestreo y análisis para invertebrados bentónicos.
- Alvarez, M. *et al*. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humbolt.
- Barba, R. *et al*. 2013. Insectos acuáticos indicadores de calidad del agua en México: casos de estudio, ríos Copalita, Zimatán y Coyula, Oaxaca. Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Barnes, R. 1989. *Zoología de los invertebrados*. Gettysburg College. Pennsylvania, EEUU. Interamericana McGraw-Hill.
- Carrera, C. *et al*. 2001. Manual de monitoreo: los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. EcoCiencia. Quito, Ecuador.
- Castellanos, P. *et al*. 2006. *Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en un nacimiento de río en el páramo de Santurbán, norte de Santander*. Rev. Academia Colombiana Ciencias 32(122): 79-86.
- Constitución Política de la República del Ecuador. 2008, por la Asamblea Nacional Constituyente, Quito-Ecuador.

Darrigan, G. *et al.* 2007. Guía para el estudio de macroinvertebrados. I.-Metodos de colecta y técnicas de fijación. Serie Técnica Didáctica N°10 ISSN 1515-9339. ProBiota, FCNyM, UNLP.

Encalada, A., Rierodevall, M., Rios-Touma, B., Garcia,N, Prat,N 2011. Protocolo simplificado y guia de evaluación de la calidad ecológica de rios andinos (CERAS-S), USFQ, UB, AECID, FONAG, QUITO, 83pp.

Garcia, C. 2005. Compendio histórico San Lorenzo de Vinces. Daule, Ecuador. Ediciones Culturales “Tierra Viva”.

Guerrero, F. *et al.* 2003. Los macroinvertebrados bentónicos de pozo azul (cuenca del rio Guaira, Colombia) y su relación con la calidad del agua. Acta Biológica Colombiana, vol 8 (N°2), 43-55.

Giacometti, J. *et al.* 2006. Macroinvertebrados acuaticos y su importancia como bioindicadores de calidad del agua en el rio Alambi. Sangolquí. Ecuador. Boletín técnico 6. Serie Zoologica (2) 17-32.

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Vinces (GADM Vinces). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. 2015.

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Vinces (GADM Vinces). Estudio de impacto ambiental para el plan maestro de los sistemas de

alcantarillado sanitario y pluvial para la ciudad de Vinces, Provincia de Los Ríos. . 2012.

Ley de gestión ambiental. 2004. H Congreso Nacional.

Mafla, M. 2005. Guía Para Evaluaciones Ecológicas Rápidas Con Indicadores Biológicos En Ríos De Tamaño Mediano, Telemanca-Costa Rica. Centro Agronómico Tropical De Investigación Y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica.

McGraw-Hill, Dictionary of Scientific and Technical terms. Sixth Edition. 2003.

Molina, C. 2008. Estructura de macroinvertebrados acuáticos en un río altoandino de la cordillera real, Bolivia: variación anual y longitudinal en relación a factores ambientales. Ecología aplicada, vol. 7, num 1-2, enero-diciembre, 2008, pp 105-116. Universidad Nacional Agraria LaMolina. Perú.

Moroñas, M. *et al.* 2010. Guía para el estudio de macroinvertebrados. II.- Introducción a la metodología y al análisis de datos. Serie Técnica Didáctica N° 12 ISSN 1515-9329. ProBiota, FCNyM, UNLP.

Océano. 2002. Nuevo Diccionario de Términos Científicos. Barcelona, España.

Osorio, F. 2010. Tratamiento de aguas para la eliminación de microorganismos y agentes contaminantes. Diaz de Santos. España.

Perez, R. 2004. Estructura trófica de las asociaciones de macroinvertebrados acuáticos de manantiales cársticos en la Huasteca Mexicana. Consultado el 15 de noviembre de 2013.

Posada, J. *et al.* 2000. Caracterización fisicoquímica y biológica de la calidad de aguas de la cuenca de la quebrada Piedras Blancas, Antioquia, Colombia. Consultada el 16 de noviembre de 2013.

Ramirez, D. *et al* 2013. Macroinvertebrados bentónicos y calidad del agua en un tramo del rio Bogotá. Cajicá – Colombia.

Reichenbach-Klinke, 1980. Enfermedades de los peces. Acribia. España.

Roberts, R. 1981. Patología de los peces. Mundi-prensa. España.

Rodriguez,J. *et al.* 2006. Variación diaria de la deriva de macroinvertebrados acuáticos y de materia orgánica en la cabecera de un río tropical de montaña en el departamento de Nariño, Colombia. Consultado el 20 de agosto de 2012.

Roldán, G. 1999. Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad de agua. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 23(88). Pag 375-387. ISSN 0370-3908.

Roldán, G. 2003. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Propuesta para el uso del método BMWP Col. Universidad de Antioquia. Colombia.

Sarmiento, F. 2001. Diccionario de Ecología. Paisajes, Conservación y Desarrollo Sustentable Para Latinoamérica. Ediciones Abya-Yala. Quito, Ecuador.

Trama, F. *et al* 2009. Macroinvertebrados bentónicos del humedal de Palo Verde, Costa Rica. Revista de Biología Tropical, vol. 57, núm. 1, pp. 275-284.

Torres, Y. *et al* 2003. Estudio preliminar de algunos aspectos ambientales y ecológicos de las comunidades de peces y macroinvertebrados acuáticos en el río Tutunendo, Chocó Colombia.

Vasquez, G. *et al*. 2006. Bioindicadores como herramienta para determinar la calidad del agua. Consultado el 18 de octubre de 2012.

Vivas, S. *et al* 2002. Aproximación multivariante en la exploración de la tolerancia ambiental de las familias de macroinvertebrados de los ríos mediterráneos del proyecto GUADALMED. Limnetica 21 (3-4): 149-173 (2002)

Zaixso, H. 2002. Manual de campo para el muestreo del bentos. Universidad Nacional de la Patagonia. Facultad de Humanidades Modernas y Ciencias Sociales.

ANEXOS

ANEXO N° 1.

Formulario de entrevista

Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Unidad de Posgrado

Maestría en Desarrollo y Medio Ambiente

Entrevista dirigida a funcionarios de ambiente del Gobierno Autónomo descentralizado del Vines

Preguntas:

- 1.- ¿el GADM del cantón Vines ha evaluado de alguna manera el impacto a la fauna acuática que provoca las descargas de aguas servidas sin tratamiento en el río Vines?
- 2.- ¿Qué planes para el cumplimiento de las normas de calidad ambiental referentes a la descarga de efluentes de la ciudad hacia el río Vines?
- 3.- ¿Cuenta el GAD Vines con estudios de línea base, planes de manejo, sistemas de monitoreo (con qué frecuencia), planes de contingencia relacionados con la calidad biológica del ecosistema del río Vines?
- 4.- ¿Entre los sistemas de monitoreo de la calidad biológica del agua del río Vines han considerado el de los índices biológicos como el BMWP?
- 5.- ¿Cada qué tiempo esta información se actualiza y donde se puede consultar la misma?
- 6.- ¿Existen ordenanzas diseñadas para preservar la calidad biológica del agua del río Vines?
- 7.- ¿Qué tratamiento da el GAD Vines a las aguas servidas que se vierten al río?

ANEXO N° 2

Hoja de campo 1 Datos de estación de muestreo

Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Unidad de Posgrado

Maestría en Desarrollo y Medio Ambiente

Nombre del río: _____

Cantón: _____

Hora: _____

Latitud: _____

Longitud: _____

Altitud: _____

Color y olor del agua: _____

Claridad o cantidad de material suspendido en el agua: _____

Temperatura del agua: _____ °C

Oxígeno disuelto: _____ ppm

Transparencia del agua: _____ cm

pH: _____

Amonio: _____ppm

Nitritos: _____ppm

Nitratos: _____ppm

ANEXO N° 3

Hoja de campo 1: Índice de sensibilidad

Sitio de colección:

Nombre del río o estero:

Fecha de colección:

Tabla BMWP col

FAMILIAS	PUNTAJES
Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blepharoceridae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gomphidae, Hydridae, Lampyridae, Lymnesiidae, Odontoceridae, Oligoneuriidae, Perlidae, Polythoridae, Psephenidae	10
Ampulariidae, Dytiscidae, Ephemeridae, Euthyplociidae, Gyrinidae, Hydraenidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Polymitarcyidae, Xiphocentronidae	9
Gerridae, Hebridae, Helicopsychidae, Hydrobiidae, Leptoceridae, Lestidae, Palaemonidae, Pleidae, Pseudothelpusidae, Saldidae, Simuliidae, Veliidae	8
Baetidae, Caenidae, Calopterigidae, Coenagrionidae, Corixidae, Dixidae, Dryopidae, Glossossomatidae, Hyallellidae, Hidroptelidae, Hydropsichidae, Leptohyphidae, Naucoridae, Notonectidae, Planariidae, Psychodidae, Scirtidae	7
Aeshnidae, Ancyliidae, Coryladidae, Elmidae, Libellulidae, Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae,	6
Belostomatidae, Gelastocoridae, Mesoveliidae, Nepidae, Planorbiidae, Pyralidae, Tabanidae, Thiaridae	5
Chysomelidae Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Dolichopodidae, Sphaeridae, Lymnaeidae, Hydrometridae, Noteridae	4
Ceratopogonidae, Glossiphoniidae, Ciclobdelliidae, Hidrophilidae, Physidae, Tipulidae	3
Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae, Syrphidae	2
Tubificidae	1

Fuente: Roldán 2003

Clases de calidad de agua, valores para BMWP Col

Clase	Calidad	BMWP col	Significado	Color
I	Buena	>150, 101-120	Aguas muy limpias a limpias	
II	Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas	
III	Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas	
IV	Crítica	16-35	Aguas contaminadas	
V	Muy Crítica	<15	Aguas fuertemente contaminadas	

Fuente: Roldán 2003

ANEXO Nº 4. FOTOGRAFIAS DEL OBJETO DE ESTUDIO

Foto 1. Descarga de aguas servidas Las Palmitas



Fuente: Autor

foto 2.Estación Las Palmitas



Fuente: Autor

foto 3.Estación Las Cabañas



Fuente: Autor

foto 4.Estación Las Cabañas



Fuente: Autor

foto 5.Estación Las Cabañas



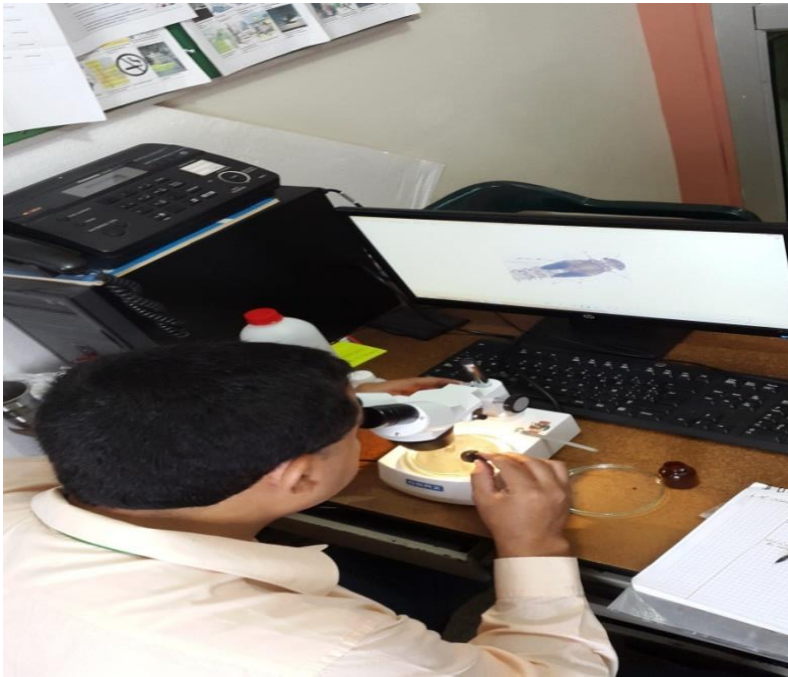
Fuente: Autor

foto 6.Estación estero Peñafiel



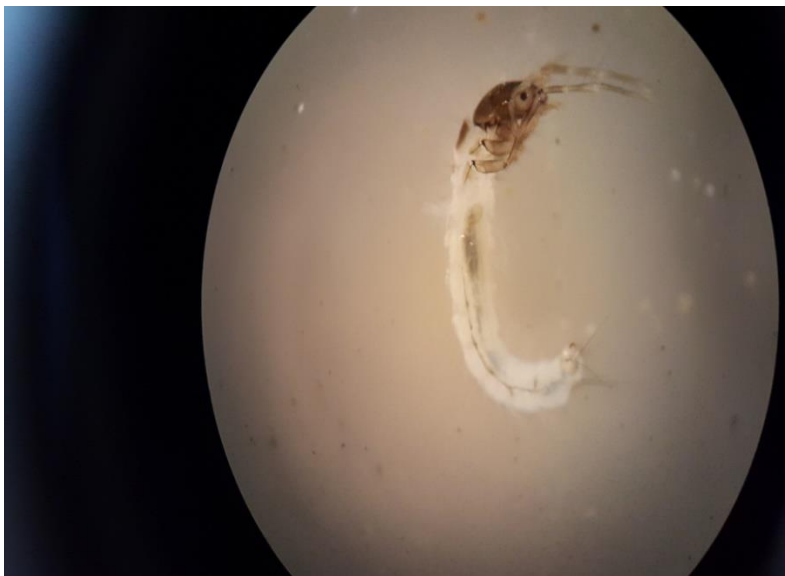
Fuente: Autor

foto 7. Identificación de macroinvertebrados



Fuente: Autor

foto 8. Orden Trichoptera, familia Hidrosychidae



Fuente: Autor

foto 9 Familia Chironomidae



Fuente: Autor

foto 10 Familia Baetidae



Fuente: Autor

foto 11 Familia Thiaridae



Fuente: Autor

foto 12 Estación de aguas servidas nº 1 de Vines



Fuente: Autor

foto 13 Tapa de alcantarilla con fecha de instalación



Fuente: Autor

ANEXO 5. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO

Figura 5. Estación Las Palmitas

	 UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD LABORATORIOS AGUAS PETROLÍFEO Y MEDIO AMBIENTE Facultad de Ingeniería Química Universidad de Guayaquil Cda. Universitario Saldaña Alarce Teléfono: 2262148 - FAX: 2264792 Guayaquil - Ecuador	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL OAF CON ACREDITACIÓN Nº OAF EE C-05-002				
INFORME DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO						
SOLICITADO POR: REGIO FERRAR AVILES CAMACHO, EMPRESA: - DIRECCIÓN: - Fecha de inicio de análisis: 2015/12/02 Fecha de culminación de análisis: 2015/12/02		INFORME Nº: LA-258715 Fecha de recepción: 2015/12/02				
IDENTIFICACIÓN DE LOS ANÁLISIS TABULADOS						
A: MUESTRA AGUARIO, ESTACIÓN LAS PALMITAS. Coordenadas: 7M 033899 9826941		TIPO DE MUESTRA: PUNTUAL ⁽¹⁾ ALICHA DE MUESTREO: 2015/11/30 ⁽²⁾				
Parámetros	Representación	Unidad	Resultados	incert. E (k=2)	Limites Máximos Permisibles⁽³⁾	Método
Presencia de Hidrocarburos	pH		7.05	+0.1	6 - 9	ISO 15708
Turbidez	-	NPT	9	-	-	ISO 7027/2552
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	8	-	200	2550B
Demanda Biológica de Oxígeno (5 días)	BOD ₅	mg/l	2.72	-	100	ISO 5815
Nitrato	N-NO ₃ ⁻	mg/l	0.532	-	-	8067-02-01
Nitrito	N-NO ₂ ⁻	mg/l	0.9	-	-	8171-02-04
Nitrógeno Ammoniacal	N-NH ₄ ⁺	mg/l	1.27	-	-	8171-02-04
Fosforo	P	mg/l	0.3	-	15	8171-02-04

OBSERVACIONES:
⁽¹⁾ Los ensayos marcados (*) NO están incluidos en el alcance de la Acreditación de la OAF.
⁽²⁾ Rango de acreditación: DQO: 100 - 900 mg/l; ST: 200 - 2000 mg/l.
⁽³⁾ Datos proporcionados por la empresa.
⁽⁴⁾ Legitimación Ambiental para desagüe a un cuerpo de agua dulce. Acuerdo Ministerial Nº 028 Sustituye al libro VI, Folio 1 del 2013.


ING. MÓNICA RIVERA
 DIRECTORA TÉCNICA

Fecha de emisión:
 2015/12/02

Los análisis fueron realizados de acuerdo al STANDARD METHOD FOR THE EXAMINATION OF WATER, SEWAGE AND INDUSTRIAL WASTE.

* Los resultados citados en este informe son el resultado de la muestra sometida a ensayo.
 (NOTA) - Cuando se requiere la reproducción parcial o total de este informe sin previa autorización de esta Unidad.

Fuente: Laboratorio de aguas. Fac. Ing Química. Universidad de Guayaquil

Figura 6. Estación Las Cabañas

	 UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD LABORATORIOS AGUAS PETROLERO Y MEDIO AMBIENTE Facultad de Ingeniería Química Universidad de Guayaquil Cda. Universitario Salvador Alende 190100 - 115 - 2204772 Guayaquil - Ecuador	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL DAE CON ACREDITACIÓN Nº DAE LC 08-003				
INFORME DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO						
SOMETIDO POR: BLGO. EDCAR AVILES CAMACHO EMPRESA: DISTRIBUIDOR: Fecha de inicio de análisis: 2015 / 12 / 02 Fecha de culminación de análisis: 2015 / 12 / 07		INFORME N° LA / 280 / 15 Fecha de recepción: 2015 / 12 / 02				
IDENTIFICACIÓN DE LOS ANÁLISIS TABULADOS D: MUESTERA AGUA DE RIO, SECTOR LAS CABAÑAS Coordenadas: 17M 063065 9830368 TIPO DE MUESTRA: PUNTUAL ^B FECHA DE MUESTREO: 2015 / 11 / 26 ^B						
Parámetros	Expresado como	Unidad	Resultados	Inc. (C-2)	Límites Máximos permisos ^A	Método
Alcalinidad de Hidróxido	pH		7.42	±0.1	6 - 9	APHA 23
Colorimetría	-	NTU	5	-	-	2106
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	6	-	200	5210
Demanda Biológica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	1.21	-	100	5210.2
Nitros	N-NO ₂	mg/l	0.005	-	-	4500 HACH
Nitrato	N-NO ₃	mg/l	1	-	-	4500 HACH
Nitrógeno Ammoniacal	N-NH ₄	mg/l	0.06	-	-	4500 HACH
Fosforo	P	mg/l	0.14	-	1.7	4500 HACH
OBSERVACIONES: ^A Los ensayos marcados (*) NO están incluidos en el alcance de la Acreditación de la OAP. ^B Límite de acreditación: DQO: 100 - 900 mg/l, NT: 200 - 2.000 mg/l ^C Dato reportado por la empresa. ^D Legación Ambiental para descargar a un cuerpo de agua dulce: Avenida Simón Bolívar N° 628 Sanitaje al Río VI, febrero del 2015.						
 ING. MAELSON RAMIREZ DIRECTOR TÉCNICO				Fecha de emisión: 2015 / 12 / 11		
Los análisis fueron realizados de acuerdo al STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER, SEWAGE AND INDUSTRIAL WASTE.						
^E Los resultados contenidos en este informe son exclusivos de la Muestra acurada a un solo punto. Nota: * Questo perfil de la reproducción parcial o total de este informe sin previa autorización de esta Unidad.						

Fuente: Laboratorio de aguas. Fac. Ing Química. Universidad de Guayaquil

Figura 7. Estación Estero Peñafiel

	 UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD LABORATORIOS AGUAS PETROLIO Y MEDIO AMBIENTE Facultad de Ingeniería Química Universidad de Guayaquil Calle Universidad Salvador Alvarado Teléfono 2252645 FAX: 2254772 Guayaquil, Ecuador	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL OAT CON ACREDITACIÓN Nº OAT LE-08-003				
INFORME DE ANALISIS FÍSICO - QUÍMICO						
SOLICITADO POR: EMPRESA: DIRECCIÓN: Fecha de inicio de análisis: Fecha de culminación de análisis:	BLGO. EUGEN AVILES CAMACHO - - 2015 / 12 / 02 2015 / 12 / 07	INFORME N°: LA / 258 / 15 Fecha de recepción: 2015 / 12 / 02				
IDENTIFICACION DE LOS ANALISIS TABULADOS C. MUESTRA AGUA DE ESTERO PEÑAFIEL. TIPO DE MUESTRA: PUNTUAL^(*) Coordenadas: UTM: 0649201 FECHA DE MUESTREO: 2015 / 11 / 30^(*) 0862481						
Parámetros	Expresado como	Unidad	Resultados	Intervalo (p.e.)	Límites Máximos Permisibles^(**)	Método
Acidez de Hidrogeno	pH	-	7.00	± 0.1	6.5 - 9	2450-CTB 2450-CTB-42
* Intake	-	NTU	6	-	-	2570-B
* Demanda Química de Oxígeno	112.0	mg/l	39	-	200	5210-B 5210-B-60
* Demanda Biológica de Oxígeno (5 días)	11.0	mg/l	0.97	-	120	5210-B 5210-B-60
* Nitritos	N-NO₂	mg/l	0.003	-	-	4500-HQ-2H
* Nitratos	N-NO₃	mg/l	0.7	-	-	4500-HQ-3H
* Nitrogeno Ammoniacal	N-NH₃	mg/l	0.23	-	-	4500-HQ-4H
* Fosforo	P	mg/l	0.45	-	15	4500-PH-4H
OBSERVACIONES: * Los ensayos marcados (*) NO están incluídos en el alcance de la Acreditación de la OAT. ** Rango de acreditación: DQO: 100 - 500 mg/l; ST: 250 - 2 500 mg/l ^(*) Datos proporcionados por la empresa. ^(**) Leyenda de Ambiental para descargas a un cuerpo de agua dulce: Acuerdo Ministerial N° 028 suscrito el febrero del 2015						
 FABRICE RAMON RAMIREZ LABOR. QUÍMICO Fecha de emisión: 2015 / 12 / 11						
Los análisis fueron realizados de acuerdo al "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER, SEWAGE AND INDUSTRIAL WASTE"						
* Los resultados obtenidos en este informe son válidos solo de la Fuente remite a análisis. Nota: * Queda prohibido la reproducción parcial o total de este informe sin previa autorización de esta Unidad.						

Fuente: Laboratorio de aguas. Fac. Ing Química. Universidad de Guayaquil

ANEXO 6. CERTIFICADO URKUND

Figura 8. Certificado URKUND

Quevedo, 19 de diciembre del 2015

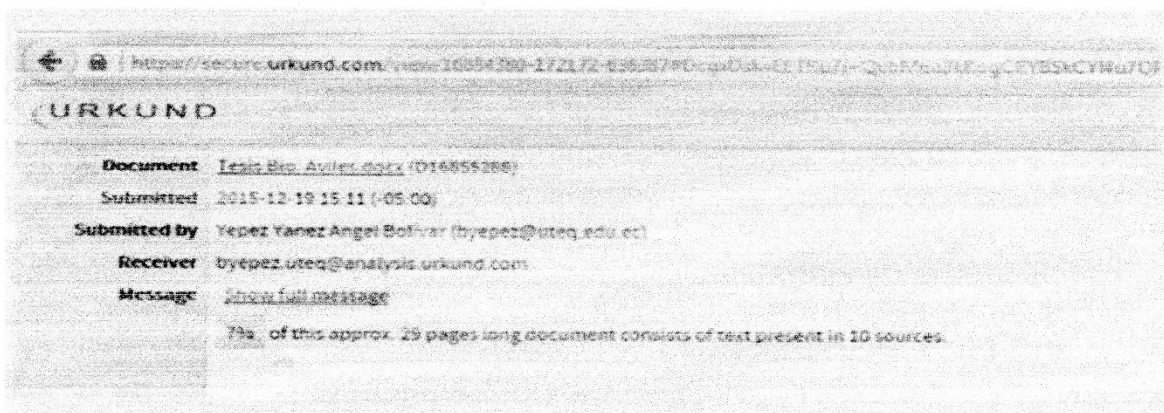
Ing. Roque Vivas Moreira
Director Unidad Postgrado-UTEQ
Ciudad.

De mis consideraciones:

Por medio del presente a usted de la manera mas respetuosa para comunicarle que ha concluido el proceso de revisión en el sistema URKUND, de la tesis del biólogo Edgard Joffre Avilés Camacho, cuyo tema es:

Descargas de aguas servidas y su efecto sobre los macroinvertebrados acuáticos en un sector del río Vines. Año 2015. Propuesta de monitoreo

De acuerdo a lo indicado, el biólogo Edgard Joffre Avilés Camacho, ha cumplido con las correcciones del sistema URKUND el mismo que se refleja en el informe, con un 7% de aproximación



Atentamente

Blga. Olga Quevedo Pinos M. Sc
Docente Tutora - Tesis

ANEXO 7. TABLA 2 DEL ANEXO 1 DEL LIBRO VI DEL TULSMA

Figura 9. Criterio de calidad para preservación de vida acuática

ANEXO 1 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE:
NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA

TABLA 2: CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN
AGUAS DULCES, MARINAS Y DE ESTUARIOS

PARÁMETROS	Expresados como	Unidad	Criterio de calidad	
			Agua dulce	Agua marina y de estuario
Aluminio ⁽¹⁾	Al	mg/l	0,1	1,5
Amoniaco Total ⁽²⁾	NH ₃	mg/l	-	0,4
Arsénico	As	mg/l	0,05	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1	1,5
Bifenilos Policlorados	Concentración de PCBs totales	µg/l	1,0	1,0
Boro	B	mg/l	0,75	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,001	0,005
Cianuros	CN	mg/l	0,01	0,01
Cinc	Zn	mg/l	0,03	0,015
Cloro residual total	Cl ₂	mg/l	0,01	0,01
Clorofenoles ⁽³⁾		µg/l	0,05	0,05
Cobalto	Co	mg/l	0,2	0,2
Cobre	Cu	mg/l	0,005	0,005
Cromo total	Cr	mg/l	0,032	0,05
Estañio	Sn	mg/l		2,00
Fenoles monohídricos	Expresado como fenoles	mg/l	0,001	0,001
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3	0,3
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,5	0,5
Hierro	Fe	mg/l	0,3	0,3
Manganeso	Mn	mg/l	0,1	0,1
Materia flotante de origen antrópico	visible		Ausencia	Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0,0002	0,0001
Níquel	Ni	mg/l	0,025	0,1
Oxígeno Disuelto	OD	% de saturación	> 80	> 60
Piretroides	Concentración de piretroides totales	mg/l	0,05	0,05
Plaguicidas organoclorados totales	Organoclorados totales	µg/l	10,0	10,0
Plaguicidas organofosforados totales	Organofosforados totales	µg/l	10,0	10,0
Plata	Ag	mg/l	0,01	0,005
Plomo	Pb	mg/l	0,001	0,001
Potencial de Hidrógeno	pH	unidades de pH	6,5 – 9	6,5 – 9,5
Selenio	Se	mg/l	0,001	0,001
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5
Nitritos	NO ₂ ⁻	mg/l	0,2	
Nitratos	NO ₃ ⁻	mg/l	13	200
DQO	DQO	mg/l	40	-
DBO ₅	DBO ₅	mg/l	20	-
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	max incremento de 10% de la condición natural	-

⁽¹⁾ Aluminio: Si el pH es menor a 6,5 el criterio de calidad será 0,005 mg/l

⁽²⁾ Aplicar la Tabla 2a como criterio de calidad para agua dulce

⁽³⁾ Si sobrepasa el criterio de calidad se debe analizar el diclorofenol cuyo criterio de calidad es 0,2 µg/l

Fuente: TULSMA

ANEXO 8. ACTA DE RECEPCIÓN

Figura 10. Documento de recepción de trabajos sobre estero Peñafiel



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
ESTACION CIENTIFICA "PEDRO FRANCO DAVILA"
Apartados : 471
09-01 10634



Jauneche, Jueves 17 de Diciembre del 2015.

Biólogo
Edgar Avilés Camacho.

En su Despacho:

De mis consideraciones:

Reciba un cordial saludo el motivo de la presente es para facilitarle los textos de los trabajos realizados en el Estero Peñafiel que usted me solicito para revisarlos. Estos trabajos están codificados y a continuación le detallo los códigos: 109, 38, 114, 115, 54, 913, 80, 80A, 24, 21, 96, 36, 49, 41, 61 Y 62.

Estimado biólogo esperamos que todos estos textos le sirvan de ayuda para el trabajo que está realizando.

Atentamente,



Blgo. José Bonifaz Aguirre
Director de la Estación Científica y Bosque Protector Pedro Franco Dávila.
Facultad de Ciencias Naturales.
Universidad de Guayaquil.



Dirección: Recinto Jauneche entre los Cantones Palenque y Mocache
Facebook: Reserva Ecológica Pedro Franco Dávila
Celular: 094092985(P) 092536490 (M)

Fuente: Facultad de CCNN. Universidad de Guayaquil