



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE GESTIÓN AMBIENTAL

TESIS DE GRADO
PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERA EN GESTIÓN AMBIENTAL

TEMA:

BALANCE HÍDRICO DE LA MICROCUENCA RÍO "PISE", CANTÓN
VALENCIA, PROVINCIA LOS RÍOS

AUTORA:

ZHARA GABRIELA CARRASCAL ACOSTA

DIRECTOR DE TESIS:

ING. JORGE ALFONSO NEIRA MOSQUERA

QUEVEDO – ECUADOR

2015

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, ZHARA GABRIELA CARRASCAL ACOSTA, declaro que el trabajo 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.

f. _____
Zhara Gabriela Carrascal Acosta

CERTIFICACIÓN

El infrascrito, ING. JORGE NEIRA MOSQUERA, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la aspirante a ingeniera ZHARA GABRIELA CARRASCAL ACOSTA, realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniera en Gestión Ambiental, titulada “BALANCE HÍDRICO DE LA MICROCUENCA RÍO “PISE”, CANTÓN VALENCIA, PROVINCIA LOS RÍOS”, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

.....
ING. JORGE NEIRA MOSQUERA
DIRECTOR DE TESIS



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE GESTIÓN AMBIENTAL

Tesis de grado previa a la obtención del título de Ingeniera en Gestión Ambiental

**“BALANCE HÍDRICO DE LA MICROCUENCA RÍO “PISE”, CANTÓN
VALENCIA, PROVINCIA LOS RÍOS”**

APROBADO POR:

Ing. Guillermo Law Blanco
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Julio Pazmiño Rodríguez
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE
TESIS**

Ing. Mariela Díaz Ponce
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE
TESIS**

QUEVEDO – ECUADOR

2015

AGRADECIMIENTO

Agradezco de manera especial a mis padres ya que sin su apoyo moral-económico no habría podido dar por finalizado este trabajo investigativo, gracias porque sin escatimar esfuerzos siempre me dieron lo mejor.

A mi Director de tesis Ing. Jorge Neira Mosquera, le agradezco infinitamente por haberme brindado minutos valiosos de su tiempo, por sus consejos, correcciones y sugerencias.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y a los catedráticos de la Facultad de Ciencias Ambientales mis más sinceros agradecimientos por los conocimientos y experiencias impartidas durante mi formación académica.

Agradezco también a los funcionarios del G.A.D. Provincial de Los Ríos, Unidad de Gestión Ambiental y Riesgos por haberme brindado las facilidades para desarrollar el presente trabajo.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado primeramente a Dios, que con su bendición guió mis pasos en este proceso investigativo.

A mi hijo Mathias Martínez mi mayor tesoro, mi razón de ser, por ser mi inspiración, ya que al ver tu carita sonriente nada es más alentador, eres la luz que ilumina mi vida;

A mis padres Leonor y Juan a quienes les debo todo lo que soy, a ellos por haberme motivado a seguir adelante, a no rendirme, a ser cada día mejor, gracias porque sin ustedes hoy no sería lo que soy;

A mi querido esposo Víctor Martínez mi compañero de aula y de vida por su apoyo incondicional, por ser partícipe de este logro que no es solo mío, es nuestro;

A mi adorada hermana y amiga Andrea Carrascal, por tu apoyo constante, por tus consejos, eres y siempre serás parte imprescindible en mi vida.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii	
CERTIFICACIÓN.....	iii	
AGRADECIMIENTO.....	v	
DEDICATORIA.....	vi	
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi	
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii	
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiii	
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv	
RESUMEN EJECUTIVO	xvii	
ABSTRAC	xix	
CAPÍTULO I		
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	1	
1.1. INTRODUCCIÓN	2	
1.2. OBJETIVOS.....	4	
1.2.1. Objetivo General.....	4	
1.2.2. Objetivos Específicos	4	
1.3. HIPÓTESIS.....	5	
CAPITULO II.....		6
MARCO TEÓRICO.....	6	
2.1. El Agua	7	
2.2. Ciclo Hidrológico	7	
2.3. Clima.....	8	
2.4. Suelo.....	8	

2.5.	Usos del Suelo.....	9
2.6.	Cuenca Hidrográfica	9
2.6.1.	Subcuenca hidrográfica	10
2.6.2.	Microcuenca hidrográfica.....	11
2.7.	Zonas de la cuenca hidrográfica	11
2.8.	Cuenca hidrográfica como sistema.....	12
2.9.	Degradación de una cuenca	12
2.10.	Manejo de cuencas hidrográficas	13
2.11.	Importancia del estudio de las cuencas hidrográficas	14
2.12.	Balance Hídrico de una Cuenca (métodos indirectos).....	15
2.13.	Indicadores de Calidad de Agua.....	16
2.13.1.	Parámetros fisicoquímicos básicos:.....	16
2.14.	Metales pesados en el agua	18
2.15.	Importancia de la Calidad del Agua	19
2.16.	Plan de manejo de Cuencas.....	20
2.17.	Desarrollo Sostenible.....	20
2.18.	Diferencial Semántico (Escala de Osgood)	21
 CAPITULO III		
	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	22
3.1.	MATERIALES Y METODOLOGÍA	23
3.1.1.	Caracterización del Lugar	23
3.1.1.1.	Ubicación geográfica	23
3.2.	MATERIALES Y EQUIPOS.....	24
3.2.1.	Materiales de oficina.....	24
3.2.2.	Materiales de campo	24

3.3.	METODOLOGÍA	25
3.3.1.	Caracterización de las condiciones biofísicas del área de influencia a la microcuenca.....	25
3.3.2.	Determinación de la disponibilidad de agua en la microcuenca Pise	26
3.3.2.1.	Modelo matemático de precipitación.....	26
3.3.2.2.	Relleno de series	26
3.3.2.3.	Obtención del modelo matemático	28
3.3.2.4.	Modelo matemático de temperatura	29
3.3.2.5.	Relleno de series	29
3.3.2.6.	Obtención del modelo	30
3.3.2.7.	Determinación de la Evapotranspiración Potencial (ETP)	30
3.3.2.8.	Disponibilidad del recurso hídrico	31
3.3.3.	Determinación de los parámetros físico-químicos básicos y metales pesados que afectan la calidad de agua del río “Pise”.....	32
3.3.3.1.	Métodos para el análisis e interpretación de resultados	32
3.3.3.2.	Caudal de la microcuenca Pise	34
3.3.4.	Elaboración de la propuesta de manejo ambiental	35
CAPÍTULO IV		
	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
4.1.	RESULTADOS.....	42
4.2.	Caracterización de las condiciones biofísicas del área de influencia a la microcuenca.....	42
4.2.1.	Geología	42
4.2.2.	Edafología	43
4.2.3.	Clima	43

4.2.4.	Uso de suelo.....	43
4.2.5.	Flora	44
4.2.6.	Fauna	45
4.9.	Propuesta de manejo.....	71
4.10.	Discusión	83
CAPÍTULO V		
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		87
5.1.	Conclusiones	88
5.2.	Recomendaciones	91
CAPÍTULO VI		
BIBLIOGRAFÍA.....		92
6.1.	Fuente Bibliográfica	93
CAPÍTULO VII		
ANEXOS		101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1	Modelo de tabla para datos de precipitación.....	28
Tabla N° 2	Comparación de parámetros físico-químicos básicos con el TULSMA.....	33
Tabla N° 3	Matriz para propuesta de manejo ambiental.....	36
Tabla N° 5	Tabulación de resultados.....	37
Tabla N° 6	Modelo de matriz de correlación.....	40
Tabla N° 7	Flora presente en el bosque siempreverde de tierras bajas.....	44
Tabla N° 8	Resumen de Balance Hídrico de la microcuenca “Pise”.....	52
Tabla N° 9	Resultado de los análisis físicos-químicos básicos del río Pise.....	54
Tabla N° 10	Índice de calidad del agua según EPA, (1999).....	56
Tabla N° 11	Análisis de los valores y vectores propios de la matriz de correlación.....	57
Tabla N° 12	Cargas de factores rotados y comunalidades. Rotación Varimax.....	57
Tabla N° 13	Resultados de los análisis respectivos de los metales pesados.....	59
Tabla N° 14	Aforo realizado en la microcuenca Pise (Parte baja).....	63
Tabla N° 15	Análisis de los valores y vectores propios de la matriz de correlación.....	65
Tabla N° 16	Cargas de factores rotados y comunalidades. Rotación Varimax variables (b, d, e, f, g, h, i).....	67
Tabla N° 17	Cargas de factores rotados y comunalidades. Rotación Varimax variables (b, d, e, h, i).....	68
Tabla N° 18	Cargas de factores rotados y comunalidades. Rotación Varimax variables (b, d, h).....	68
Tabla N° 19	Ítems más discriminantes de la encuesta según la metodología de Osgood.....	70
Tabla N° 20	Matriz de correlación.....	70

Tabla N° 21	Medidas del programa de monitoreo.....	74
Tabla N° 22	Parámetros físico-químicos básicos propuestos.....	75
Tabla N° 23	Metales pesados propuestos para el análisis.....	76
Tabla N° 24	Medidas del programa de reforestación.....	78
Tabla N° 25	Especies nativas propuesta para la reforestación de la microcuenca “Pise”.....	79
Tabla N° 26	Presupuesto para la reforestación de la microcuenca “Pise”.....	81
Tabla N° 27	Medidas para el programa de educación ambiental.....	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1	Mapa de Localización y Ubicación de la microcuenca “Pise”.....	23
Figura N° 2	Mapa de precipitación de la microcuenca “Pise”.....	47
Figura N° 3	Mapa de temperatura de la microcuenca “Pise”.....	49
Figura N° 4	Mapa de evapotranspiración potencial de la microcuenca “Pise”	51
Figura N° 5	Mapa de balance hídrico de la microcuenca “Pise”.....	53
Figura N° 6	Dendograma de las variables más discriminantes.....	58
Figura N° 7	Gráfica de sedimentación de los componentes principales (a, b, j).....	66

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1	Modelo matemático para precipitación.....	46
Gráfico N° 2	Modelo matemático para temperatura.....	48
Gráfico N° 3	Resultado de metales pesados en la microcuenca “Pise”.....	60
Gráfico N° 4	Resultado de Cadmio en el agua de la microcuenca.....	60
Gráfico N° 5	Resultado del contenido de Hierro en el agua de la microcuenca.....	61
Gráfico N° 6	Caudal de la microcuenca “Pise”.....	64
Gráfico N° 7	Sección aforada de la microcuenca “Pise”.....	65

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1	Análisis de laboratorio.....	103
Anexo N° 2	Normativa ambiental. Anexo I, Libro VI “De la calidad ambiental” Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente.	106
Anexo N° 3	Estándares del reglamento nacional primario de agua de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA).....	108
Anexo N° 4	Modelo de entrevista aplicadas a la población.....	109
Anexo N° 5	Tabulación de resultados de la encuesta.....	111
Anexo N° 6	Evidencias fotográficas.....	113
Anexo N° 7	Libreta de campo parámetros físico-químico.....	114
Anexo N° 8	Cálculo de valores para la temperatura en la microcuena “Pise”.....	115
Anexo N° 9	Cálculo de valores para la precipitación en la microcuena “Pise”.....	116
Anexo N° 10	Cálculo de valores para la evapotranspiración potencial en la microcuena “Pise”.....	117

(Dublin Core) Esquema de Codificación			
1.	Título/Title	M	Balance hídrico de la microcuenca río “Pise”, cantón Valencia, provincia Los Ríos
2.	Creador/Creator	M	Carrascal, Z.; Universidad Técnica Estatal de Quevedo
3.	Materia/Subject	M	Ciencias Ambientales; Calidad del agua.
4.	Descripción/Description	M	<p>La presente investigación se realizó en el cantón Valencia, provincia Los Ríos, el objetivo principal de la misma consistió en determinar el balance hídrico de la microcuenca Pise, es decir la cantidad de recurso existente que puede ser expresado de la siguiente forma: <i>Recurso hídrico existente = Lluvia Anual – ETP</i></p> <p>En los objetivos específicos se planteó: Caracterizar las condiciones biofísicas del área de influencia microcuenca; Determinar la disponibilidad de agua en la “microcuenca-Pise”; Determinar los parámetros físico-químicos básicos y metales pesados que puedan afectar la calidad de agua del río “Pise”; Elaborar una propuesta de manejo sostenible de la microcuenca.</p>
5.	Editor/Publisher	M	FCAMB; Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental; Carrascal, Z.
6.	Colaborador/Contributor	O	Gobierno Autónomo Descentralizado de Los Ríos Zona Norte. Prefectura
7.	Fecha/Date	M	19 de Enero, 2015
8.	Tipo/Type	M	Tesis de grado; Artículo
9.	Formato/Format	R	.doc. MS Word 2010; .pdf.

10.	Identificador/ Identifier	M	http://biblioteca.uteq.edu.ec
11.	Fuente/ Source	O	Investigación Ambiental. Calidad del agua (2015)
12.	Lenguaje/ Language	M	Español
13.	Relación/ Relation	O	Ninguno
14.	Cobertura/ Coverage	M	UTM, Datum WGS 1984, Zona 17S UTM 674342E- 9899484 N UTM 681005E- 9912228N UTM 685487E- 9915228N
15.	Derechos/ Rights	M	Ninguno
16.	Audiencia/ Audience	O	Tesis de Pregrado/Bachelor Thesis

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación “Balance hídrico de la microcuenca río “Pise”, cantón Valencia, provincia Los Ríos” se realizó entre los meses de julio y diciembre del 2014, los objetivos planteados en esta investigación fueron: Caracterizar las condiciones biofísicas del área de influencia microcuenca; determinar la disponibilidad de agua en la “microcuenca-Pise”; determinar los parámetros físico-químicos básicos y metales pesados que puedan afectar la calidad de agua del río “Pise” y elaborar una propuesta de manejo sostenible de la microcuenca.

Para la caracterización de las condiciones biofísicas de la microcuenca se basó en el análisis de información generada por el INAMHI, el MAGAP y el G.A.D. Provincial de Los Ríos, además de los recorridos realizados en la visita de campo. La determinación de la disponibilidad de agua en la microcuenca se la realizó mediante la obtención de modelos matemáticos de precipitación y temperatura, para posteriormente calcular la evapotranspiración potencial utilizando las variables de temperatura y precipitación previamente calculadas. Para el análisis de los parámetros físico-químicos básicos y metales pesados, se realizó monitoreos en tres diferentes puntos (parte alta, media y baja) y se recogió muestras de agua para ser analizadas en el laboratorio de Suelos y Aguas de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y en el laboratorio acreditado de ensayos Grupo Químico Marcos de la ciudad de Guayaquil; donde se constató que ciertos parámetros analizados se encuentra fuera de los límites máximos permisibles establecidos en las normativas TULSMA y EPA.

La propuesta de manejo sostenible para la microcuenca se realizó con el análisis de los resultados obtenidos, además se aplicó una entrevista para conocer el criterio de la población que habita en las cercanías del río Pise, para ser tabuladas

de acuerdo a la metodología propuesta por Osgood. Del análisis multivariante se dedujo que las respuestas de la población coinciden en que en el río Pise se puede observar plantas acuáticas como lirios y jacintos y la escasez de peces y otras especies es evidente.

ABSTRAC

This research "Water balance of the watershed River" Pise ", Canton Valencia, province Los Rios" was conducted between July and December 2014, the objectives in this research were: To characterize the biophysical conditions influence watershed area; determine the availability of water in the "micro-Step"; determine the basic physicochemical parameters and heavy metals that may affect water quality "Step" river and develop a proposal for sustainable management of the watershed.

To characterize the biophysical conditions of the watershed was based on analysis of information generated by the INAMHI, the MAGAP and GAD Provincial "Los Rios", in addition to the journeys made in the field visit. Determining the availability of water in the watershed is performed by obtaining the mathematical modeling of precipitation and temperature, later to calculate potential evapotranspiration using temperature and precipitation variables previously calculated. For the analysis of basic physicochemical parameters and heavy metals, monitoring was conducted at three different points (upper, middle and lower) and water samples were collected for analysis in the laboratory of Soil and Water State Technical University Quevedo and the accredited testing laboratory Chemical Group Marcos city of Guayaquil; where it was found that certain parameters analyzed are outside the limits set in TULSMA and EPA regulations.

The proposed sustainable management for the watershed was performed with analysis of the results, plus an interview was applied to meet the criteria of the population living in the vicinity of Pise's river to be tabulated according to the method proposed by Osgood. The multivariate analysis concluded that the responses of the population agree that the river can be seen Pise aquatic plants such as lilies and hyacinths and shortage of fish and other species is obvious.

CAPÍTULO I
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

El agua es el elemento fundamental para el desarrollo de la vida. A través de la historia del hombre el agua ha tenido un papel fundamental, no solo como elemento vital, sino como factor determinante en el desarrollo cultural, tecnológico e industrial de los grandes imperios y civilizaciones. Teniendo en cuenta su cantidad y utilidad, es necesario dar un manejo adecuado al agua, y estudiar su comportamiento en la naturaleza e influencia de acuerdo a su estado en el desarrollo de la vida (Correa y Díaz, 2005).

SENAGUA (2011) informa que ciertas actividades antropogénicas desarrolladas cerca de los cuerpos de agua, provocan afectación de los recursos naturales, amenazando no solo a las personas sino también a los ecosistemas, con graves riesgos para la salud y el equilibrio ambiental. La incorporación al medio ambiente de elementos o condiciones extrañas, en cantidad o en calidad, genera un daño, ya sea sanitario, económico, ecológico, social y estético. Alterando de esta manera las características físicas, químicas y biológicas del agua, aire, suelo, flora, fauna, que pueden influir de manera diversa en la salud humana y los ecosistemas.

El presente estudio está encaminado a la determinación del balance hídrico de la microcuenca río "Pise" lo que permite el estudio del ciclo hidrológico, ya que con los datos del balance hídrico es posible comparar recursos específicos en un sistema, en diferentes períodos de tiempo, y establecer el grado de su influencia en las variaciones del régimen pluvial. La calidad del agua es uno de los aspectos más importantes en una cuenca hídrica y presenta grandes fluctuaciones (Tenechagua, 2012). En nuestro país es cada vez más evidente la escasez de

agua de buena calidad en las distintas regiones, por tanto, se puede afirmar que es un recurso limitado y cada vez más costoso (Bajaña, 2010).

La protección de las cuencas hídricas en nuestro país (cuencas productoras de agua), si bien tienen una adecuada legislación en la práctica esto no se cumple, lo que provoca contaminación debido al uso inadecuado del agua. El sistema hídrico "Pise" no es la excepción; por lo que, en esta investigación se plantea "identificar y analizar" los principales problemas ambientales que afectan a la microcuenca. Ante lo descrito, es de gran importancia conocer los elementos que intervienen en el deterioro de la calidad del recurso hídrico, para de esta forma adoptar modelos que permitan optimizar el uso del recurso de una manera sostenible.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

Determinar la calidad y la disponibilidad del agua en la “microcuenca-Pise” cantón Valencia, provincia Los Ríos.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar las condiciones biofísicas del área de influencia microcuenca.
- Determinar la disponibilidad de agua en la “microcuenca-Pise”.
- Determinar los parámetros físico-químicos básicos y metales pesados que puedan afectar la calidad de agua del río “Pise”.
- Elaborar una propuesta de manejo sostenible de la microcuenca.

1.3. HIPÓTESIS

H₀.- La calidad del recurso hídrico de la “microcuenca-Pise”, cumple con los “*Criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios*” establecido en el TULSMA Libro VI, Anexo I, tabla N° 3;

H₁.- La calidad del recurso hídrico de la “microcuenca-Pise”, **NO** cumple con los “*Criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios*” establecido en el TULSMA Libro VI, Anexo I, tabla N° 3.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. El Agua

El agua (del latín aqua) es una sustancia cuya molécula está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H₂O). Es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida. El término agua, generalmente, se refiere a la sustancia en su estado líquido, pero la misma puede hallarse en su forma sólida llamada hielo, y en forma gaseosa denominada vapor. El agua cubre el 71% de la superficie de la corteza terrestre. Se localiza principalmente en los océanos donde se concentra el 96,5% del agua total, los glaciares y casquetes polares poseen el 1,74%, los depósitos subterráneos (acuíferos), los permafrost y los glaciares continentales suponen el 1,72% y el restante 0,04% se reparte en orden decreciente entre lagos, humedad del suelo, atmósfera, embalses, ríos y seres vivos (Ibañez, 2012).

Se estima que aproximadamente el 70% del agua dulce es usada para agricultura. El agua en la industria absorbe una media del 20% del consumo mundial, empleándose en tareas de refrigeración, transporte y como disolvente de una gran variedad de sustancias químicas. El consumo doméstico absorbe el 10% restante (Ibañez, 2012).

2.2. Ciclo Hidrológico

El agua se evapora de los océanos, mares, lagos, vegetación y suelos húmedos; y es transportada en forma de vapor, muchas veces, a miles de kilómetros. El agua se condensa produciendo las nubes y después se precipita como agua líquida, granizo, nieve, etc. Para regresar a los suelos, océanos y mares, encauzada por los ríos y corrientes subterráneas (Montaguano y Salamea, 2012).

En la cuenca hidrográfica el comportamiento y las formas del agua, responden al ciclo hidrológico que comprende el conjunto de fenómenos que ocurren a través de la interacción atmósfera – vegetación – suelo, y cuyo combustible es la energía solar (Montaguano y Salamea, 2012).

2.3. Clima

La palabra clima designa el efecto a largo plazo de la radiación solar sobre la superficie y la atmósfera de la tierra en rotación. El término más fácil de interpretarlos es en medias anuales o estacionales de temperatura o precipitaciones. El clima está bajo efectos, no solamente de la radiación solar y sus variaciones, sino también bajo la influencia de la compleja estructura y composición de la atmósfera (Kramer, 2003).

Kramer (2003) afirma que la influencia del clima es decisiva en la vida vegetal y animal, y también en la vida humana. Tiene un proceso significativo en muchos procesos fisiológicos, desde la concepción y el crecimiento de los seres vivos hasta la salud y la enfermedad

El conocimiento o la caracterización del clima en el ámbito de estudio son de suma importancia, por cuanto nos permite calificar y cuantificar los diversos elementos climáticos como la temperatura, precipitación, humedad relativa, evaporación, viento, entre otros (Villodas, 2008).

2.4. Suelo

El suelo es el resultado de la transformación, en el transcurso del tiempo, de un material geológico (roca madre), por la influencia de diversos procesos físicos, químicos y biológicos. Se compone de materia orgánica, aire, agua y minerales

en proporciones variables. El perfil del suelo es la sección vertical del mismo que permite observar el conjunto del suelo, desde la superficie hasta el material originario, al observar el perfil pueden observarse a simple vista capas denominadas horizontes (Casas, 2012).

Es un recurso natural renovable, su formación proviene de la interacción de los distintos factores como clima, relieve, material parental y organismos vivos sobre los que actúan procesos tales como adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de materia y energía, que le imprimen rasgos característicos (FAO, 1997 citado por Leyva, 2012).

2.5. Usos del Suelo

Los usos del suelo (agrícola, forestal, ganadero, otros) determinan el funcionamiento de los ecosistemas terrestres, afectando directamente a su biodiversidad, además contribuyen a los cambios climáticos locales, regionales y globales y son las fuentes primarias de la degradación de los suelos (Marcial, 2011).

Los estudios sobre el cambio en la cobertura vegetal y uso de suelo proporcionan la base para conocer las tendencias de los procesos de deforestación, degradación, desertificación y pérdida de biodiversidad de una región determinada (Marcial, 2011).

2.6. Cuenca Hidrográfica

Ramakrishna (1997), señala que una cuenca hidrográfica es un área natural en la que el agua proveniente de la precipitación forma un curso principal de agua.

La cuenca hidrográfica es la unidad fisiográfica conformada por el conjunto de los sistemas de cursos de agua definidos por el relieve. Los límites de la cuenca o divisoria de aguas se definen naturalmente y corresponden naturalmente al área que encierra a un río.

En su interior se encuentran una serie de elementos como el agua, la flora y la fauna, el suelo y las personas, que actúan formando un sistema abierto e independiente. Los principales elementos de una cuenca hidrográfica son los recursos naturales: agua, suelo, vegetación, fauna, recursos geofísicos, geológicos; aspectos sociales: población, cultura, creencias, costumbres; aspectos económicos: producción, productividad, mercadeo, consumo, comercialización, empleo (Montaguano y Salamea, 2012).

En la cuenca hidrográfica, se distinguen por lo general tres sectores característicos: Alto, Medio y Bajo, los cuales en función a las características topográficas del medio pueden influir en sus procesos hidrometeorológicos y en el uso de sus recursos (Llerena, 2003).

2.6.1. Subcuenca hidrográfica

Una subcuenca es toda área en la que su drenaje va a directamente al río principal de la cuenca. También se puede definir como una subdivisión de la cuenca. Es decir que en una cuenca puede haber varias subcuencas (Umaña, 2002).

2.6.2. Microcuenca hidrográfica

Una microcuenca es toda área en la que su drenaje va a dar al cauce principal de una Subcuenca; o sea que una Subcuenca está dividida en varias microcuencas. Las microcuencas son unidades pequeñas y a su vez son áreas donde se originan quebradas y riachuelos que drenan de las laderas y pendientes altas. También las microcuencas constituyen las unidades adecuadas para la planificación de acciones para su manejo (Umaña, 2002).

En la práctica, las microcuencas se inician en la naciente de los pequeños cursos de agua, uniéndose a las otras corrientes hasta constituirse en la cuenca hidrográfica de un río de gran tamaño. Independientemente de las divisiones entre las propiedades, los caminos, etc., el agua es el elemento integrador por lo tanto los cambios en la calidad y cantidad de las aguas de los ríos será el reflejo del comportamiento de todas las personas que habitan la cuenca (Umaña, 2002).

2.7. Zonas de la cuenca hidrográfica

- ✓ **Zona de cabecera:** Es la zona donde nacen las corrientes hidrológicas, por ende se localizan en las partes más altas de la cuenca. Generalmente la rodean y por su función principalmente de captación de agua presentan la mayor fragilidad hidrológica (Ordoñez, 2011).

- ✓ **Zona de captación o transporte:** Es la proporción de la cuenca que en principio se encarga de captar la mayor parte del agua que entra al sistema, así como de transportar el agua proveniente de la zona de cabecera. Esta zona puede considerarse como de mezcla ya que en

ella confluyen masas de agua con diferentes características físico-químicas (Ordoñez, 2011).

- ✓ **Zona de emisión:** Se caracteriza por ser la zona que emite hacia una corriente más caudalosa el agua proveniente de las otras dos zonas funcionales (Ordoñez, 2011).

2.8. Cuenca hidrográfica como sistema

Faustino y Jiménez (2000) sostienen que la cuenca hidrográfica está concebida como un sistema dentro del medio ambiente, está compuesta por las interrelaciones de los subsistemas social, económico, demográfico y biofísico (biótico y físico).

De la magnitud en cantidad y calidad de las interacciones de los subsistemas mencionados surge la dimensión de su cobertura y nivel de complejidad, es decir, el grado de sobreposición de los subsistemas entre sí determinan el nivel de interdependencia de los subsistemas o el grado de conflicto de los diferentes intereses concurrentes en el sistema (Faustino y Jiménez, 2000).

2.9. Degradación de una cuenca

La degradación de una cuenca hidrográfica es la pérdida de valor en el tiempo, incluyendo el potencial productivo de tierras y aguas, acompañada de cambios pronunciados en el comportamiento hidrológico de un sistema fluvial que se traduce en una peor calidad, cantidad y regularidad en el tiempo, del caudal hídrico. La degradación de una cuenca procede de los efectos recíprocos del clima, el uso inadecuado de las tierras (destrucción indiscriminada de bosques,

cultivos inadecuados, alteración de suelos y pendientes por la minería, movimientos de animales, construcción de caminos, y la desviación, almacenamiento, transporte y utilización sin control del agua). La degradación de una cuenca ocasiona a su vez una degeneración ecológica, acelerada, menores oportunidades económicas y mayores problemas sociales (Sheng, 1992).

2.10. Manejo de cuencas hidrográficas

El objetivo primordial del manejo de una cuenca es alcanzar un uso verdaderamente racional de los recursos naturales, es especial el agua, el bosque y el suelo, considerando al ser humano y a la comunidad como el agente protector o destructor (Ramakrishna, 1997).

El manejo de cuencas consiste en aprovechar y conservar los recursos naturales en función de las necesidades del ser humano y alcanzar una adecuada calidad de vida en armonía con el medio ambiente. El uso apropiado de los recursos naturales genera bienestar en la población y se conserva para las generaciones futuras (Ramakrishna, 1997).

La principal causa de la crisis que presenta los recursos naturales en el ámbito de las cuencas hidrográficas es la acción del ser humano, que con las actividades agropecuarias extensivas e intensivas destruye la cubierta vegetal y altera la estabilidad de los ecosistemas naturales, ocasionando alteraciones climáticas y fenómenos de erosión hídrica y el desgaste de los recursos suelo, agua y vegetación (Ramakrishna, 1997).

González (2000) informa que el manejo de cuencas es un proceso complejo que le da orden a un conjunto de acciones dentro de la cuenca hidrográfica

encaminado a lograr un desarrollo social y económico sostenibles en el tiempo, además de la protección del medio ambiente.

2.11. Importancia del estudio de las cuencas hidrográficas

Hace algunos años el término cuenca hidrográfica, estaba reservado casi exclusivamente para los hidrólogos y otros científicos como geólogos y geógrafos, sin embargo hoy día se ha popularizado al punto de que muchos se preocupan finalmente de las cuencas de donde se abastecen de agua y donde pueden provenir eventualmente graves peligros de inundación (Umaña, 2002).

Entre las razones de este interés se pueden mencionar las siguientes:

- ✓ Una creciente competencia por el uso del agua en cantidad y calidad, que solo se puede evitar conciliando los intereses de los usuarios mediante un manejo integral del recurso en cada cuenca.
- ✓ Ocupación de zonas con alto riesgo, como zonas de inundación y zonas de deslizamientos e incluso zonas de gran escasez de agua.
- ✓ Incremento de los usuarios del recurso agua, donde se compite no solo con la agricultura (riego) sino también con otros usos (por ejemplo crianza de peces).
- ✓ El impacto de los fenómenos naturales extremos, como sequías, inundaciones y grandes deslizamientos, han obligado a que los usuarios, deban aunar esfuerzos, aunque esto es todavía muy incipiente en las cuencas
- ✓ Se promueven actividades de difusión y capacitación, que tienen como tema central, la gestión de cuencas (Umaña, 2002).

2.12. Balance Hídrico de una Cuenca (métodos indirectos)

Un balance hídrico es la cuantificación tanto de los parámetros involucrados en el ciclo hidrológico, como de los consumos de agua de los diferentes sectores de usuarios, en un área determinada de la cuenca, y la interrelación entre ellos, dando como resultado un diagnóstico de las condiciones reales del recurso hídrico en cuanto a su oferta, disponibilidad y demanda en dicha área (López y Delgado, 2009).

El cálculo del balance hídrico en una cuenca o en una región determinada permite obtener información sobre: el volumen anual de escurrimiento o excedentes; el período en el que se produce el excedente y por tanto la infiltración o recarga del acuífero; y el período en el que se produce un déficit de agua o sequía y el cálculo de demanda de agua para riego en ese período (Fattorelli y Fernández, 2011).

Fattorelli y Fernández (2011) afirman que el establecimiento de un balance supone la medición de flujos de agua (caudales) y almacenamientos de la misma (niveles). Se pueden establecer balances de forma general, incluyendo aguas superficiales y subterráneas y parciales de sólo aguas superficiales, de un acuífero, del agua, del suelo, etc. En cualquier caso, a la hora de establecer el balance se examinan las entradas y las salidas en el sistema analizado.

Dávila (2010) sostiene que en términos generales, para un balance hídrico, la diferencia entre el total de ingresos y egresos del recurso agua es igual a un almacenamiento. El balance hídrico debe configurarse para un periodo de observación predefinido, en función de la disponibilidad de datos. El balance hídrico busca determinar los ingresos y egresos que intervienen en el ciclo hidrológico de una cuenca donde: **Ingresos:** Precipitación (P); **Egresos:** Evapotranspiración (ETP).

2.13. Indicadores de Calidad de Agua

El agua tiene poder disolvente y la capacidad para que se desarrolle la vida, lo que la convierte en un sistema complejo sobre el que habrá que realizar análisis con objetivo de conocer el tipo y grado de alteración que ha sufrido, y consecuentemente como se encuentran modificadas sus propiedades para usos posteriores. La alteración de la calidad del agua puede venir provocada por efectos naturales o por la acción humana derivada de la actividad industrial, agropecuaria, doméstica o de cualquier otra índole, no es de extrañar que el análisis de los parámetros de calidad del agua se deba realizar a todo tipo de aguas, independientemente de su origen (Jiménez, 2000).

La calidad de aguas sean para su vertido, tratamiento de depuración, potabilización o cualquier otro uso, es imprescindible determinar una serie de parámetros físico, químicos y biológicos mediante métodos normalizados, con objeto de conocer si el valor de estos parámetros se encuentra dentro de lo establecido en la legislación vigente (Jiménez, 2000).

Este término es relativo a la composición del agua en la medida que está es afectada por la concentración de sustancias ya sean tóxicas o producidas por procesos naturales (Montaguano y Salamea, 2012).

2.13.1. Parámetros fisicoquímicos básicos:

- ✓ **Oxígeno disuelto:** es esencial para el mantenimiento de lagos y ríos saludables, pues la presencia de oxígeno es una señal positiva, mientras que la ausencia indica una fuerte contaminación. Disminuciones repentinas o graduales en el oxígeno disuelto pueden ocasionar cambios bruscos en el tipo de organismos acuáticos, por ejemplo insectos acuáticos sensibles a

un nivel bajo de oxígeno disuelto, pueden ser reducidas sus poblaciones (Mitchell *et al.*, 1991).

- ✓ **Potencial de hidrógeno (pH):** indica las concentraciones de iones de hidrógeno en el agua (Seoáñez, 1999). Los cambios de pH en el agua son importantes para muchos organismos, la mayoría de ellos se han adaptado a la vida en el agua con un nivel de pH específico y pueden morir al experimentarse cambios en el pH. Ácidos minerales, carbónicos y otros contribuyen a la acidez del agua, provocando que metales pesados puedan liberarse en el agua (Mitchell *et al.*, 1991).

- ✓ **Temperatura del agua:** es el parámetro físico más importante del agua. Además de afectar la viscosidad y la velocidad de las reacciones químicas, interviene en el diseño de la mayoría de los procesos de tratamiento de agua. Las variaciones de este parámetro en las corrientes de agua generan un cambio en el ambiente de desarrollo de la fauna y la flora presente en él; elevan el potencial tóxico de ciertas sustancias disueltas en el agua y originan la disminución del oxígeno disuelto, lo que conduce a condiciones anaeróbicas de la corriente (Sierra, 2011).

- ✓ **Sólidos totales disueltos:** es una medida de las sales disueltas en una muestra de agua después de la remoción de sólidos suspendidos; también se define como la cantidad de residuos remanentes después que la evaporación del agua. Es común observarlos en terrenos agrícolas que han sufrido procesos fuertes de escorrentía (Malina, 1996 citado por Cardona, 2003).

- ✓ **Conductividad Eléctrica:** Indica la presencia de sales en forma ionizada, como los cloruros o iones de sodio, carbonatos, etc. Permite establecer relaciones de interpretación de resultados con los sólidos disueltos en las descargas o cuerpos de agua. Es la mejor medida indirecta de la salinidad,

ya que por otros métodos se tornó engorroso o impreciso. Mediante el establecimiento de relaciones empíricas de la conductividad en soluciones estándar, posibilita resultados más rápidos y funcionales (Sierra, 2011).

✓ **Turbidez:** Se conoce como turbiedad a la capacidad que tiene el material suspendido en el agua para obstaculizar el paso de la luz. La turbiedad es producida por una gran variedad de causas. Entre ellas las más importantes pueden ser:

1. La erosión natural de las cuencas la cual aporta sedimentos a los cauces de los ríos
2. La contaminación causada por la industria o por desechos domésticos.

La turbiedad tiene un origen inorgánico (arcillas y arenas, etc.) como es el caso de la turbiedad aportada por la erosión, hasta tener un alto grado de material orgánico (microorganismos, limus, etc.) como es el caso de la turbiedad aportada por actividades antrópicas. La presencia de turbidez en el agua disminuye la producción de oxígeno por fotosíntesis, restringe los usos del agua, indica deterioro estético del cuerpo de agua, interfiere en la desinfección (Sierra, 2011).

2.14. Metales pesados en el agua

Los metales pesados se encuentran en forma natural en la corteza terrestre; sin embargo, cuando se liberan en el ambiente por las actividades humanas pueden llegar a convertirse en contaminantes en el aire, agua superficial, subterránea, otros ambientes acuáticos y suelo (Castro, 2006).

Las fuentes antropogénicas más importantes son la extracción de minerales, en las prácticas agrícolas, el uso de químicos para combatir plagas y fertilizar el suelo aportan grandes cantidades de metales pesados como son cobre, cadmio, mercurio, cromo, arsénico, entre otros. Otras actividades son la fabricación de plásticos, recubrimientos anticorrosivos, alimentos, manufactura de plaguicidas, baterías, soldaduras, pigmentos, producción de acero, entre otras. La presencia de algunos metales y/o metaloides en el agua puede ocurrir de forma natural por dilución de minerales y erosión, principalmente (Castro, 2006).

2.15. Importancia de la Calidad del Agua

Cada vez la disponibilidad de agua para consumo humano es menor, debido al crecimiento poblacional, incrementos en consumo per cápita, la contaminación de fuentes de agua y en general, al manejo inadecuado de las cuencas hidrográficas. Con el incremento de la población va implícito la cantidad de desechos generados, en el que los vertederos de basura son focos posibles de contaminación, al arrastrar la lluvia en forma superficial o filtrándose a través del suelo, ciertos elementos solubles que se incorporan a los recursos de agua existentes y aún en mayor grado si entran directamente en contacto con aguas superficiales o subterráneas. Las implicaciones de consumir agua contaminada son variadas; en el contexto de salud pública, la OMS (1998) calcula que aproximadamente un 80% de todas las enfermedades y más de una tercera parte de las defunciones en los países en desarrollo tienen por causa el agua contaminada, ya que alrededor del 70% del agua consumida directamente por humanos en zonas rurales está altamente contaminada por heces fecales (Radulovich, 1997).

2.16. Plan de manejo de Cuencas

El plan o proyecto de manejo es el documento que plantea los problemas más significativos del área y el objetivo principal que se busca alcanzar es el ordenamiento y manejo de la cuenca. Identifica también los objetivos intermedios y las acciones necesarias para alcanzar ese objetivo principal; la factibilidad económica, social, ambiental e institucional diseña la programación y señala las posibles fuentes de financiamiento. El plan es el resultado de un proceso de planificación que se traduce en un documento técnico que deberá ser asumido en forma consiente y responsable (Hernández, 1993).

Montaguano y Salamea (2012) afirman que la importancia del Plan de Manejo es formular las medidas necesarias para la mitigación, compensación y prevención de los efectos adversos, causados por las actividades naturales o antrópicas sobre los elementos ambientales, según la identificación y valoración efectuadas en el balance ambientales, para el seguimiento y mejoramiento de dichos efectos.

2.17. Desarrollo Sostenible

Desarrollo sostenible es un concepto en constante cambio y aún no existe un único significado, según la definición clásica obtenida del informe de Brundtland: “Desarrollo sostenible es aquel que satisface las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (Xercavins, Cayuela, Cervantes y Sabater, 2005).

El desarrollo sostenible en una cuenca hidrográfica es aquel en el cual se asegura que las poblaciones de estas cuencas, puedan alcanzar un nivel

aceptable de bienestar tanto en el presente como el futuro; pero que esto sea además compatible con las condiciones ecológicas y socioeconómicas a largo plazo. Esto tiene que ver con el uso adecuado que se le dé al suelo, con el manejo de la vegetación, sistemas de cultivos, cuidado y uso del agua, mantenimiento de la biodiversidad etc. (Umaña, 2002).

Comprende tres dimensiones: sostenibilidad social, sostenibilidad económica y sostenibilidad ecológica.

2.18. Diferencial Semántico (Escala de Osgood)

Este método fue desarrollado para evaluar la connotación de un concepto para un determinado sujeto o grupo de sujetos. Esta connotación incluye toda su significación implícita. Se trata de una combinación de un método de asociaciones forzadas y de un procedimiento de escalas, permitiendo obtener la dirección y la intensidad del significado del concepto (Buela-Casal y Sierra, 1997).

Concretamente los sujetos deben diferenciar en un conjunto de escalas bipolares de adjetivos antónimos, con siete grados de intensidad, una serie de conceptos de un campo semántico. La dirección de la evaluación puede ser positiva o negativa, yendo de - 3 a + 3. Presenta la ventaja de ser fácil de construir, y que casi toda escala una vez elaborada, puede ser utilizada como modelo para otra variable a estudiar, dado que los adjetivos son independientes de cualquier otra variable (Buela-Casal y Sierra, 1997).

CAPITULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. MATERIALES Y METODOLOGÍA

3.1.1. Caracterización del Lugar

3.1.1.1. Ubicación geográfica

El área de estudio comprende la microcuenca del río Pise localizada en el cantón Valencia, la misma que se encuentra ubicada entre las siguientes coordenadas geográficas:

- 1 674342 E; 9899484 N
- 2 681005 E; 9912228 N
- 3 685487 E; 9915228 N
- 4 678355 E; 9899289 N

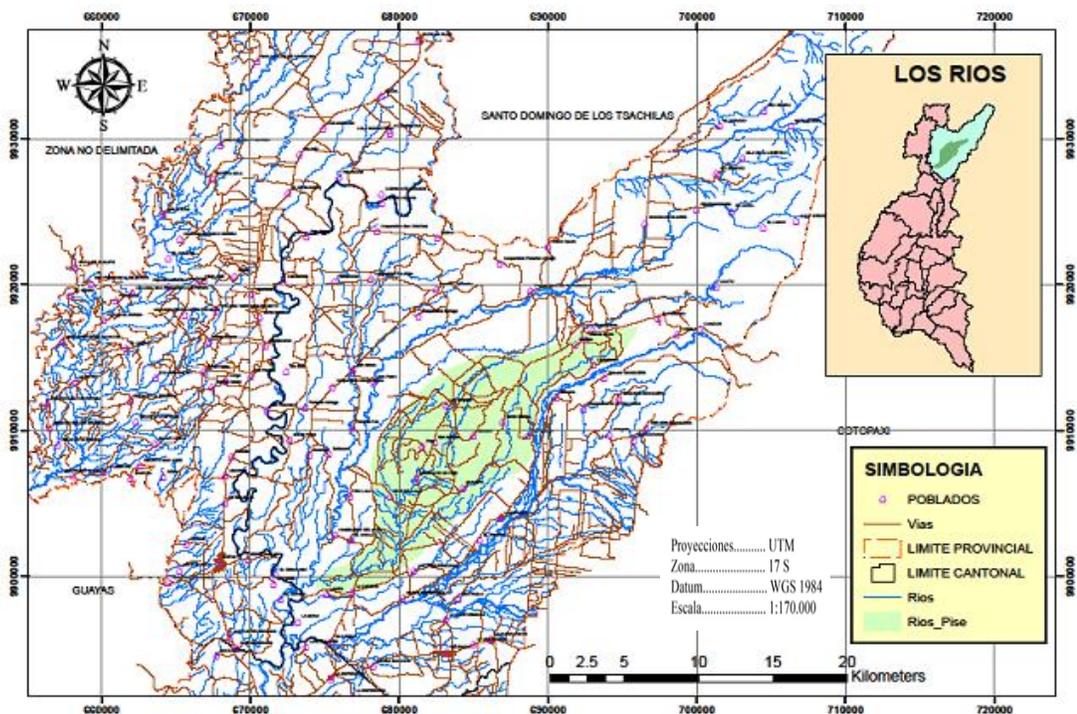


Figura N° 1.- Mapa de Localización y Ubicación de la microcuenca "Pise"

Fuente: Elaboración propia

3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1. Materiales de oficina

- Cartas geográficas del Instituto Geográfico Militar (IGM) escala 1:50000
- Ordenador
- Flash memory
- Software ARC GIS
- Software Surfer 8

3.2.2. Materiales de campo

- Conductímetro
- Flotadores
- GPS
- Libreta de campo
- Oxímetro
- Piola
- Potenciómetro
- Reloj cronométrico
- Termómetro de agua
- Turbidímetro

3.3. METODOLOGÍA

3.3.1. Caracterización de las condiciones biofísicas del área de influencia a la microcuenca

Para determinar la caracterización de las condiciones biofísicas de la microcuenca Pise, se tomaron en consideración varios aspectos:

- ✓ **Geología y Geomorfología:** Para la caracterización de este factor se revisó el mapa Hidrogeológico del Ecuador escala 1: 1000000 (INAMHI *et. al.*, 1983) y se procederá a clasificar la zona de estudio.
- ✓ **Edafología:** La caracterización de este factor se basó en el análisis del mapa de suelos propuesto por MAGAP (2002) escala 1: 250000.
- ✓ **Clima:** Para la caracterización de este factor se recopiló información de las principales características climáticas del sector.
- ✓ **Uso del Suelo:** Se obtuvo del mapa de uso de suelos del Ecuador propuesto por MAGAP (2002) escala 1: 2500000.
- ✓ **Flora y Fauna:** Se realizó mediante observación directa, en recorridos realizados durante la fase de campo y entrevistas a los habitantes de las comunidades cercanas a la microcuenca.

3.3.2. Determinación de la disponibilidad de agua en la microcuenca Pise

3.3.2.1. Modelo matemático de precipitación

Para la obtención del modelo de precipitación se utilizaron datos históricos de las estaciones meteorológicas: Pichilingue, El Vergel, San Juan La Maná, Puerto Ila y La Concordia. Mediante el método de mínimos cuadrados. Los datos de las estaciones meteorológicas no estaban completos por lo que se rellenaron las series de datos. El modelo a emplear es de la siguiente forma:

$$PP = ax^2 + bx + c$$

donde:

PP; Precipitación en milímetros (variable dependiente)

x; Altitud en metros (variable independiente)

a,b,c; coeficientes ortogonales

3.3.2.2. Relleno de series

Para realizar el relleno de datos se utilizó una estación base con las series completas (estación meteorológica Pichilingue). El método empleado es el de Correlación Ortogonal, aplicando las siguientes ecuaciones:

$$\sigma_{xy}^2 = \frac{1}{n} \sum_1^n (x_i - \bar{x}) * (y_i - \bar{y})$$

donde:

σ_{xy}^2 = Covarianza

n = Número de datos

x_i = Dato x

\bar{x} = Media x

y_i = Dato y

\bar{y} = Media y

Se aplicó también el método de Mínimos Cuadrados empleando la siguiente ecuación de segundo grado:

$$\lambda_{1,2} = \frac{(\sigma_x^2 + \sigma_y^2) \pm \sqrt{[-(\sigma_x^2 + \sigma_y^2)]^2 - 4 * [\sigma_x^2 * \sigma_y^2 - \sigma_{xy}^2]}}{2}$$

donde:

$\lambda_{1,2}$ = Lambda

σ_y^2 = Varianza de y

σ_x^2 = Varianza de x

Cálculo de la pendiente:

$$m = \frac{\sigma_{xy}^2}{\lambda_2 - \lambda_1}$$

donde:

m = Pendiente

σ_{xy}^2 = Covarianza

λ_1 = Lambda 1

λ_2 = Lambda 2

Ecuación para rellenar los datos:

$$\text{Dato a rellenar} = \text{pendiente} * (\text{dato serie larga} - \text{media serie larga}) + \text{media serie corta}$$

Los datos fueron colocados en un formato del tipo:

Tabla Nº 1.- Modelo de tabla para datos de precipitación Est: Lat: Long: Alt.

Años	Ene	feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1995												
1997												
1996												
.....												
$\sum X_i$												
$\frac{\sum X_i}{n}$												

Fuente: Elaboración propia

3.3.2.3. Obtención del modelo matemático

El modelo matemático se obtuvo a través del criterio de cuencas homogéneas, en el cual se relacionó la precipitación multianual (15 años) de las seis estaciones meteorológicas con sus respectivas altitudes y se obtuvo una línea de tendencia y la ecuación polinómica. Tomando la altitud como la variable independiente (X) y la precipitación variable dependiente (Y).

3.3.2.4. Modelo matemático de temperatura

Para la obtención de este modelo se emplearon los datos de temperatura de 15 años de las estaciones meteorológicas descritas a continuación: Pichilingue, El Vergel, San Juan La Maná, Puerto Ila, El Corazón y La Concordia. Los datos no estaban completos por lo cual se procedió a rellenarlos. El modelo de temperatura lineal es el siguiente:

$$T = ax + b$$

donde:

T; Temperatura (variable independiente)

X; Altitud (variable dependiente)

3.3.2.5. Relleno de series

Para el relleno de los datos se necesitó de una estación base que tuviera las series completas (estación meteorológica Pichilingue). Para lo cual se empleó el método de relación:

$$Y_n = \frac{Y'N}{XN} * X_n$$

donde:

Y_n = dato a rellenar

$Y'N$ = promedio estación a rellenar serie larga

X_n = dato de la estación base

XN = promedio estación base (serie larga)

3.3.2.6. Obtención del modelo

Para obtener el modelo matemático se empleó el método de cuencas homogéneas, donde se relacionó la media multianual (15 años) de temperatura de las estaciones meteorológicas con sus respectivas altitudes para obtener la línea de tendencia y la ecuación lineal correspondiente. Donde la altitud es la variable independiente (X) y la temperatura variable dependiente (Y).

3.3.2.7. Determinación de la Evapotranspiración Potencial (ETP)

Para la determinación de la evapotranspiración potencial (ETP) se empleó el Método propuesto por Turc (1954), para el cálculo de esta variable se utilizan tanto las variables de temperatura y precipitación WMO, (2002).

La ecuación a emplear es la siguiente:

$$ETP = \frac{P}{\sqrt{0,9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

$$L = 300 + 25(T) + 0,05 (T)^3$$

donde:

ETP; Evapotranspiración media – anual en mm

P; Precipitación multi – anual en mm

L; Parámetro heliotérmico

T; Temperatura media – anual

0,9; Variable Constante

Una vez que se ha determinado la ETP, para cada estación en cuestión (Pichilingue, El Vergel, San Juan La Maná, Puerto Ila, El Corazón y La Concordia) se procedió a determinar la variación de la ETP con la Altitud de acuerdo al siguiente modelo:

$$Y = ax^2 + bx + c$$

donde:

Y; es la ETP

X; es la altitud de la estación

a, b, c; coeficientes ortogonales

3.3.2.8. Disponibilidad del recurso hídrico

Una vez obtenidos los datos de los modelos matemáticos de temperatura, precipitación y evapotranspiración potencial (ETP), se procedió a determinar la cantidad de recurso existente en la microcuenca "Pise". Es decir, el balance hídrico el cual puede ser expresado de la siguiente forma:

$$\text{Recurso hídrico existente en la microcuenca} = \text{Lluvia anual} - \text{ETP}$$

donde:

ETP = Evapotranspiración potencial en el período de un año

3.3.3. Determinación de los parámetros físico-químicos básicos y metales pesados que afectan la calidad de agua del río “Pise”

Se realizaron 6 días de muestreos en cada punto establecido (zona alta, media y baja de la microcuenca), recogiendo 3 muestras por día, para el análisis de los parámetros: Potencial de Hidrógeno (pH), Conductividad Eléctrica (CE), Sólidos Totales Disueltos (TDS), Oxígeno Disuelto (OD), Turbidez y Temperatura del agua.

Para el análisis de los metales pesados: arsénico, cobre, hierro, cadmio, y zinc se tomará 1 muestra por punto de monitoreo, un solo día, para ser enviadas al laboratorio Grupo Químico MARCOS de la ciudad de Guayaquil (Total 3 muestras). Para la interpretación de los resultados obtenidos se procedió a utilizar los niveles máximos permisibles establecidos por la ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (2001).

Para la recolección, manejo y conservación de muestras se utilizaron las Normas Técnicas Ecuatorianas: NTE INEN 2176:1998 *“Agua. Calidad de Agua. Muestreo. Técnicas de Muestreo”*; NTE INEN 2169:98 *“Agua. Calidad de Agua. Muestreo. Manejo y Conservación de Muestras”*.

3.3.3.1. Métodos para el análisis e interpretación de resultados

Los resultados de los análisis físico-químicos básicos serán comparados con los límites máximos permisibles del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Ambiente (TULSMA). Libro VI “De la Calidad Ambiental”. Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua (Anexo 1) y los parámetros que no se encuentran en la Legislación Ecuatoriana, se compararon con las Directrices para la calidad del Agua Potable de Organización Mundial de la Salud. Lo cual se detalla en la siguiente tabla:

Tabla N° 2.- Comparación de parámetros físico-químicos básicos con el TULSMA.

PARÁMETROS FÍSICOS QUÍMICOS	UNIDAD DE MEDIDA	NORMATIVA	PUNTOS DE MUESTREO		
			Parte alta Punto A	Parte media Punto B	Parte Baja Punto C
Conductividad Eléctrica (CE)	µS/cm	**250			
Sólidos Totales Disueltos	(STD)	***500			
Temperatura del agua	(°C)	*Condiciones naturales + 3 Máxima 32			
Oxígeno disuelto (OD)	mg/ dm ³	*No menor al 60% y no menor a 5 mg/l			
Potencial de Hidrógeno	(pH)	*6, 5 – 9,0			
Turbidez	NTU	*100			

*TULSMA: Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente;

OMS; *EPA.

Fuente: Elaboración propia

La tabulación de los resultados de las muestras colectadas para el análisis físico-químico básico, se realizó por medio del análisis multivariante: análisis de componentes principales (ACP), análisis factorial (AF) y análisis de conglomerados (AC), todo esto con la finalidad de determinar los parámetros más discriminantes del agua de la microcuenca Pise.

3.3.3.2. Caudal de la microcuenca Pise

Para el cálculo del caudal se realizaron seis campañas de aforo, en la parte baja de la microcuenca “Pise” una vez por semana, mediante el método de velocidad - área, se calculó el área de una sección midiendo la longitud y la profundidad cada 50 cm. Para calcular la velocidad se utilizó un flotador el cual recorrió una sección de 10 m y con el cronómetro se registró el tiempo de recorrido. Conociendo la velocidad y el área se emplearon las siguientes ecuaciones:

Ecuación empleada para velocidad del agua:

$$\mathbf{Velocidad} = \frac{\mathit{Distancia} (m)}{\mathit{Tiempo} (sg)} = \frac{e}{t}$$

Ecuación empleada para el área transversal:

$$\mathit{Área} = \mathit{Ancho}(m) * \mathit{profundidad} \mathit{promedio}(m)$$

$$Q = V * A$$

$$V = \frac{e}{t}$$

Ecuación empleada para cálculo de caudal:

$$Q = V * A$$

donde:

Q; Caudal (m/sg)

V; Velocidad (m)

A; Área (m²)

3.3.4. Elaboración de la propuesta de manejo ambiental

Con el análisis de los resultados de la investigación fue posible la consecución del cuarto objetivo que es la elaboración de la propuesta de manejo ambiental que tienen por objeto el aprovechamiento racional del recurso hídrico que se encuentra en la microcuenca, con los que se pretende garantizar la protección y la conservación del mismo.

El formato utilizado para la propuesta de manejo ambiental es el siguiente:

Tabla N° 3.- Matriz para propuesta de manejo ambiental

N°	Objetivo	Actividades o medidas	Impactos a Mitigar	Ejecutor de la medida	Frecuencia	Indicadores de cumplimiento	Medios de Verificación	Normativa	Costo
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Fuente: Elaboración propia

Además se aplicó una entrevista para conocer el criterio de la población que habita en las cercanías del río Pise, para ser tabuladas de acuerdo a la metodología propuesta por Osgood:

El modelo de cuestionario que respondieron los encuestados es el siguiente:

MODELO DE ENTREVISTA

DATOS REFERENCIALES

Fecha:(día/mes/año).....

Nombre de la persona que llena el formulario:.....

UBICACIÓN:.....

PROVINCIA:..... CANTÓN:.....

- a. ¿Utiliza el agua del río Pise para actividades domésticas (cocinar, lavar ropa)?

- b. ¿Utiliza el agua del río Pise para su aseo personal?
- c. ¿Utiliza el agua del río con fines agrícolas (riego de plantaciones) o pecuarios (crianza de animales)?
- d. ¿En la época seca del año se observan muchas plantas acuáticas (lirios, jacintos, etc.) en el río?
- e. ¿En la época seca del año el río presenta malos olores?
- f. ¿La vida acuática (peces, camarones, etc.) del río Pise está desapareciendo?
- g. ¿Ha observado peces muertos en el cauce del río?
- h. ¿Existen habitantes que arrojan desperdicios al río?
- i. ¿Se ha conocido que alguien presente problemas gastrointestinales por ingesta de agua del Río?
- j. ¿Se ha conocido de alguien que presente problemas en la piel por bañarse en el Río?

El método de Osgood utilizado para la tabulación de los resultados consiste en el siguiente:

Los ítems fueron contestados en una escala de 7 opciones de respuesta cuya valoración es la siguiente:

Tabla N° 4.- Opciones de respuesta Escala Osgood.

ASPECTOS AMBIENTALES	VALORACIÓN
TD= Totalmente en desacuerdo	-3
ED= Estoy en desacuerdo	-2
NS= No puede ser	-1
NC= No conozco, no opino	0
PS= Puede ser	1
EA= Estoy de acuerdo	2
TA= Totalmente de acuerdo	3

Fuente: Adaptado de Osgood

Los resultados de la encuesta se colocaron en una tabla para determinar las medidas de tendencia central: media aritmética, moda, mediana.

Tabla N° 5.- Tabulación de resultados.

Ítems	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
Panelistas										
1										
2										
.....										
$\sum X_i$										
$\frac{\sum X_i}{n}$										
MEDIANA										
MODA										

Fuente: Elaboración propia

El resultado de la entrevista para determinar los ítems más discriminantes se analizó mediante los paquetes estadísticos del Minitab, en los cuales se aplicó el análisis multivariante:

- ✓ **Análisis Factorial.-** Este análisis permitió identificar factores ocultos. Se utilizó el siguiente modelo:

$$X = \alpha + LF + e$$

donde:

x ; es el $(p \times 1)$ vector de medidas;

α ; es el $(p \times 1)$ vector de medias;

L ; es una matriz inicial $(p \times m)$;

F ; es un $(m \times 1)$ vector de factores comunes; y,

e ; es un $(p \times 1)$ vector de residuos.

p = al número de mediciones y m representa el número de factores comunes.

La matriz de covarianza es igual a:

$$Cov(X) = L L' + \beta$$

donde:

L ; es la $(p \times m)$ matriz inicial;

β ; es una $(p \times p)$, matriz de varianzas de residuos.

Con los datos de la matriz de correlación podemos identificar si los ítems se correlacionan entre sí, mediante la interpretación de los coeficientes de correlación (si el coeficiente r es alto existe una buena correlación entre las variables, caso contrario si el coeficiente r es bajo la correlación entre variables será baja).

Tabla N° 6.- Modelo de matriz de correlación

	a	b	c	d	e	f	g	h	i
b	a*b	→							
c	a*c	b*c	→						
d	a*d	b*d	c*d	→					
e	a*e	b*e	c*e	d*e	→				
f	a*f	b*f	c*f	d*f	e*f	→			
g	a*g	b*g	c*g	d*g	e*g	f*g	→		
h	a*h	b*h	c*h	d*h	e*h	f*h	g*h	→	
i	a*i	b*i	c*i	d*i	e*i	f*i	g*	h*i	→
j	a*j	b*j	c*j	d*j	e*j	f*j	g*j	h*j	i*j

Coeficiente r = coeficiente de correlación

Análisis de Clúster (Conglomerados de Variables).- El objetivo de este análisis es agrupar objetos o series de datos, basándose en las características que poseen. El modelo utilizado es el siguiente:

$$d_{mj} = \frac{N_k d_{kj} + N_l d_{lj}}{N_m}$$

Dónde; N_k, N_l, N_m = Número de Observaciones en los conglomerados k, l, m.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.2. Caracterización de las condiciones biofísicas del área de influencia a la microcuenca

4.2.1. Geología

Según el mapa Hidrogeológico del Ecuador elaborado por INAMHI *et. al.*, 1983 escala 1: 1000000, la zona de estudio está formada por sedimentos cuaternarios indiferenciados (Arenas, areniscas, arcillas, conglomerados).

Las rocas que prevalecen en el sitio geográfico corresponden a un aglomerado volcánico, perteneciente a la Formación Baba, con mucha cercanía a las terrazas indiferenciadas, pertenecientes a las edades geológicas Plio-pleistoceno y del Pleistoceno respectivamente (Bristow y Hoffstetter, 1977 tomado de Proaño 2006).

El relieve del cantón Valencia es plano, surcado a veces por lomas de poca altura. En la zona de estudio predominan las llanuras antiguas de deposición constituidas por suelos con características vérticas, asociados con suelos aluviales arcillosos con problemas de hidromorfia y una pendiente aproximada entre 1 y 25% (Calidad Ambiental, 2012).

- ✓ **Formación Baba (Plio-Pleistoceno).**- Un depósito de lodo volcánico en forma de terraza se encuentra en la esquina noroccidental de la hoja geológica Valencia, que cubre una zona extensa y que se ubica en la parte inferior de la terraza indiferenciada (Proaño, 2006).

- ✓ **Las Terrazas.-** El sector occidental de la hoja geológica Valencia están cubiertas por terrazas las cuales son superficies planas que descansan sobre los materiales de la formación Baba. Está constituida por los siguientes materiales: arcillas, limos, arenisca y gravas distribuidas en capas lenticulares y a menudo con laminación cruzada debido a la variación de la energía que permitió el depósito de dichos sedimentos (Proaño, 2006)

4.2.2. Edafología

Los suelos de origen volcánico recientes se caracterizan por ser poco meteorizados y con débil desarrollo de horizontes, el tipo de suelo que predomina en el área de estudio es el INCEPTISOL (MAGAP, 2002).

4.2.3. Clima

La mayor parte del cantón es Bosque Húmedo Tropical, a medida que se va ascendiendo por la vertiente occidental de la cordillera de Los Andes, el clima cambia a Bosque Húmedo y Muy Húmedo Pre-Montano (G.A.D. Provincial de los Ríos, 2011).

4.2.4. Uso de suelo

Según el mapa de uso de suelo de la microcuenca el uso de la tierra está ocupado por arboricultura tropical y cultivos de ciclo corto (MAGAP 2002, escala 1: 250000).

4.2.5. Flora

Dentro de la zona de estudio encontramos la formación Bosque Húmedo Tropical. Los bosques de este tipo de formación vegetal presentan una estructura arbórea constituida por un dosel de 25 a 35 m. Estos bosques tienen abundantes epífitas, trepadoras y un estrato herbáceo denso (Sierra *et. al.*, 1999).

Mediante observación directa se pudo apreciar extensas plantaciones de balsa (*Ocrotia pyramidale*), palma africana (*Elaeis guineensis*), cacao (*Theobroma cacao*), banano (*Musa paradisiaca*), caña guadua (*Guadua angustifolia*), caña de azúcar (*Sacharum officinarum*), especies arbóreas como: Beldaco (*Pseudobombax millei*), matapalo (*Ficus sp.*), caoba (*Caryodaphnopsis theobromifolia*), fernánsánchez (*Triplaris cumingiana*), higuierón (*Ficus máxima*), damagua (*Poulsenia armata*), aguacate (*Persea americana*), especies herbáceas como: corazón de Jesús (*Caladium bicolor*), camacho (*Xanthosoma undipes*) sábila (*aloe vera*).

Además se observaron árboles frutales como: naranja (*Citrus sinensis*), mandarina (*Citrus reticulata*), papaya (*Carica papaya*), limón (*Citrus aurantifolia*), achotillo (*Nephelium lappaceum*), fruta de pan (*Artocarpus altilis*), arazá (*Eugenia stipitata*), guanábana (*Annona muricata*), badea (*Passiflora quadrangularis*), grosella (*Phyllauntus acidus*), guaba (*Inga densiflora*).

4.2.6. Fauna

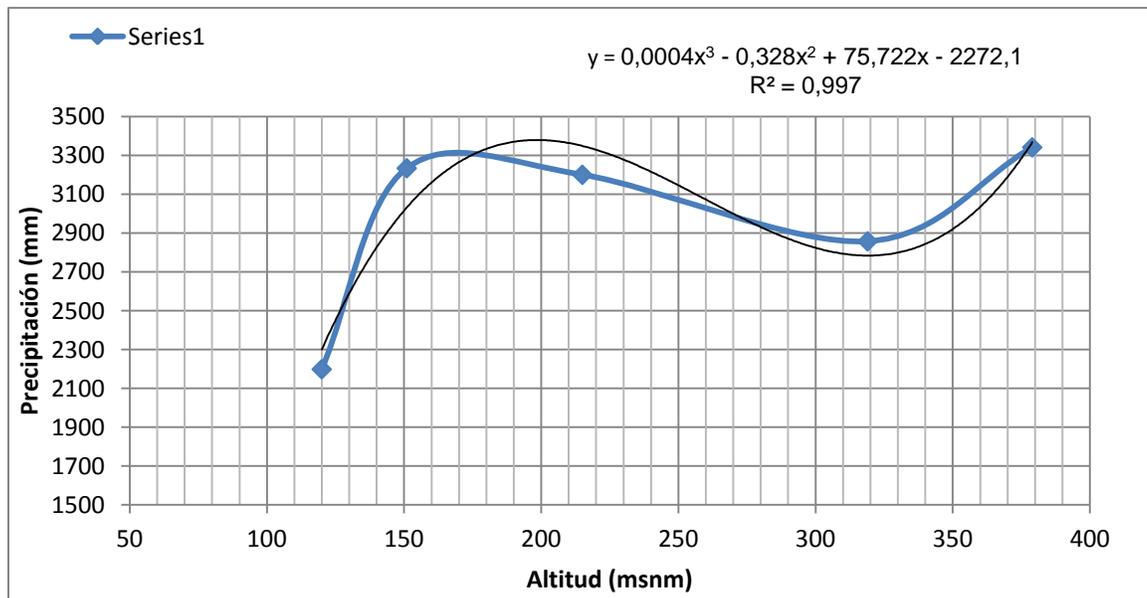
El área de estudio se encuentra en un sector con intervención de tipo antrópico, por lo que en base a lo observado en la visita de campo la fauna nativa es poco perceptible, se pudo verificar la presencia de avifauna común: gallizano (*Coragyps sartratus*), garrapatero (*Crotophaga sulcirostris*), garza vaquera (*Bubulcus ibis*), lechuza (*Tyto alba*), mamíferos tales como: murciélago (*Pipistrellus pipistrellus*), ratón arrocero (*Melanomys caliginosus*), guatusa (*Dasyprocta fuliginosa*), armadillo (*Cabassous centralis*), reptiles: Iguana verde (*Iguana iguana*), Lagartija (*Podarcis*), serpientes (*Oxyrhopus rhombifer*); anfibios como: Rana túngara montubia (*Engystomops montubio*), Sapo de casco (*Ceratophrys stolzmanni*), Sapo de la caña (*Rhinella marina*), insectos: saltamontes (*tetigonia viridissima*), chapuletes (*Aeshna cyanea*), mariposas (*Libélula Aeshna Cyanea*); animales domésticos como son: perros (*Canis lupus familiaris*), caballos (*Equus ferus caballus*), gatos (*Felis silvestris catus*), vacas (*Bos primigenius Taurus*), cerdos (*Sus scrofa domestica*), gallinas (*Gallus gallus domesticus*), patos (*Anas domesticus*).

4.3. Determinar la disponibilidad de agua de la microcuenca

4.3.1. Modelo matemático de precipitación

Aplicando la ecuación polinómica de tercer grado, se ajustó la dispersión de puntos para comparar los valores, y se obtuvo el modelo matemático observado en el gráfico N° 1, que representa la línea de tendencia, con un coeficiente de determinación de 0,997; el cual indica el mayor ajuste entre la variable X (altitud) y la variable Y (precipitación).

Gráfico N° 1.- Modelo matemático para precipitación



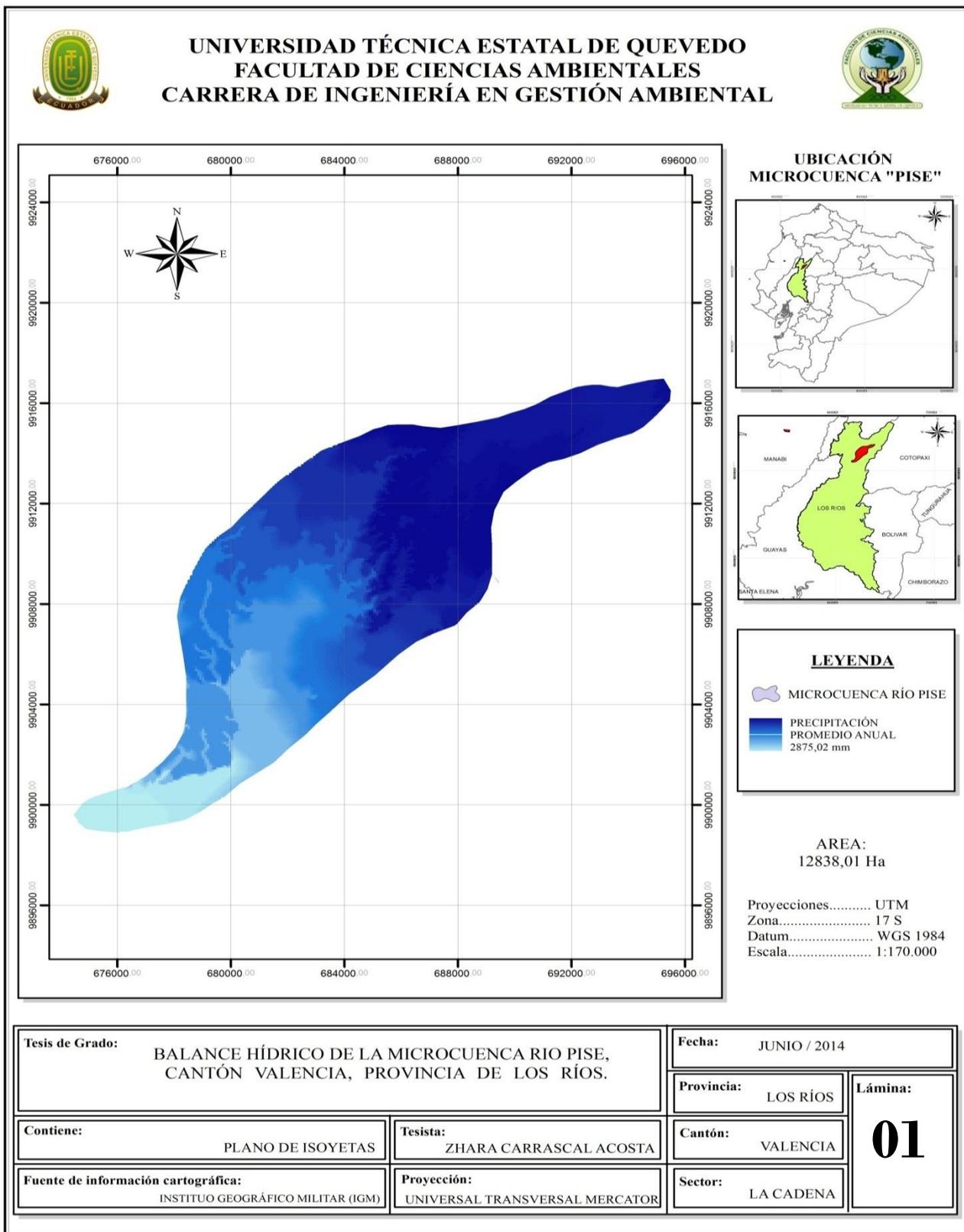
Fuente: Elaboración propia

Dónde:

y; Precipitación (variable dependiente)

x; Altitud (variable independiente)

Figura N° 2 .- Mapa de precipitación de la microcuenca "Pise".

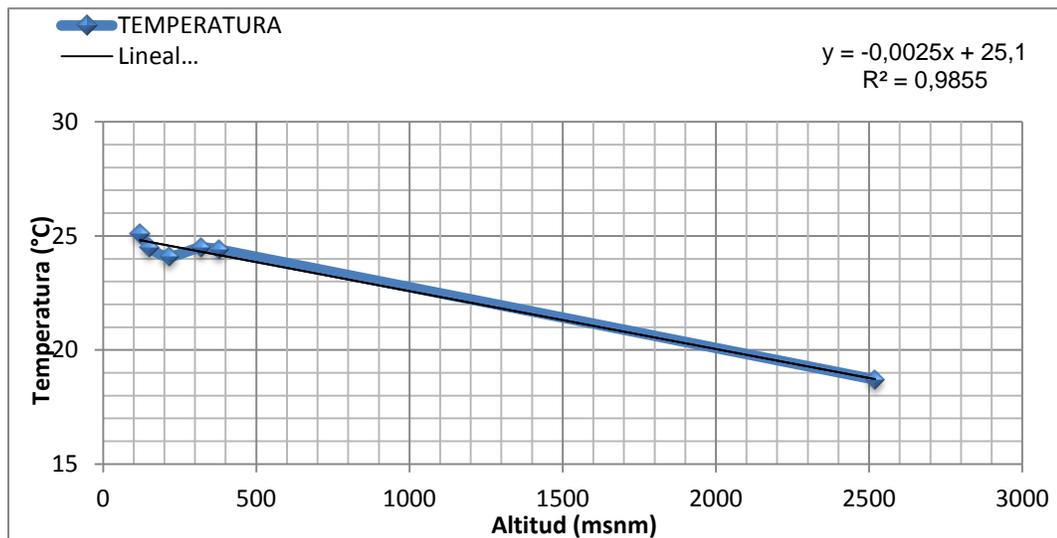


Una vez obtenidos los valores calculados de precipitación para las diferentes altitudes de la microcuenca “Pise”, se realizó el mapa de Isoyetas, a partir de la cota de los 90 msnm con 1094,27 mm, hasta los 320 msnm con 3547,68 mm, observándose como la precipitación asciende a medida que la altitud aumenta (Lamina 1).

4.3.2. Modelo matemático de temperatura

Al insertar los valores de las variables de temperatura media y las altitudes obtenidas de las seis estaciones meteorológicas (periodo 1996 – 2010, 15 años de datos) se aplica el método de mínimos cuadrados para la obtención del gráfico N° 2. Obteniendo como resultado una línea de tendencia y una ecuación lineal con un coeficiente de determinación (R^2) de 0,9855; es decir que los puntos tienen un ajuste significativo con elevada confiabilidad del modelo.

Gráfico N° 2.- Modelo matemático para Temperatura

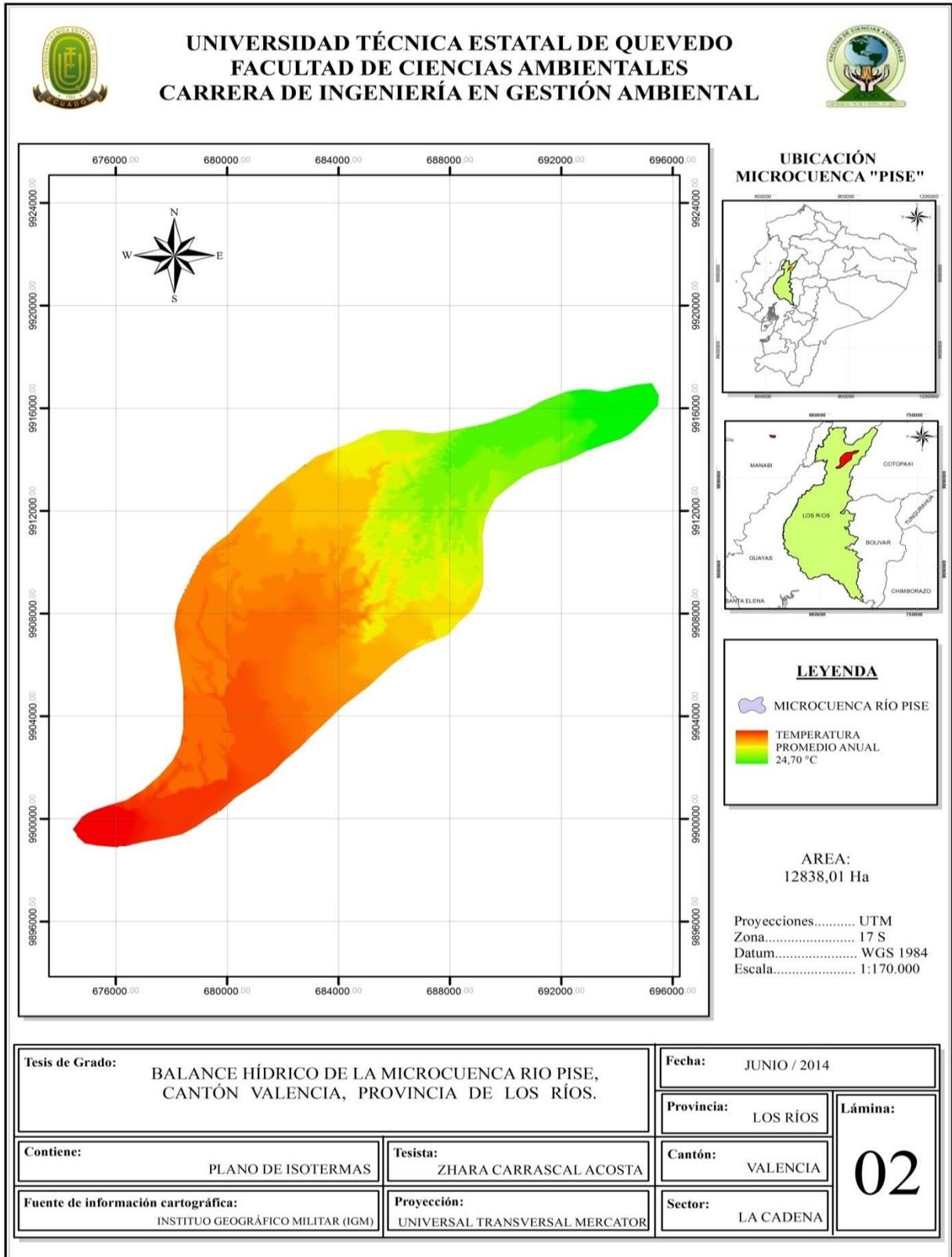


Fuente: Elaboración propia

Donde:

y; Temperatura (variable dependiente) - x; Altitud (variable independiente)

Figura N° 3.- Mapa de temperatura de la microcuenca "Pise".



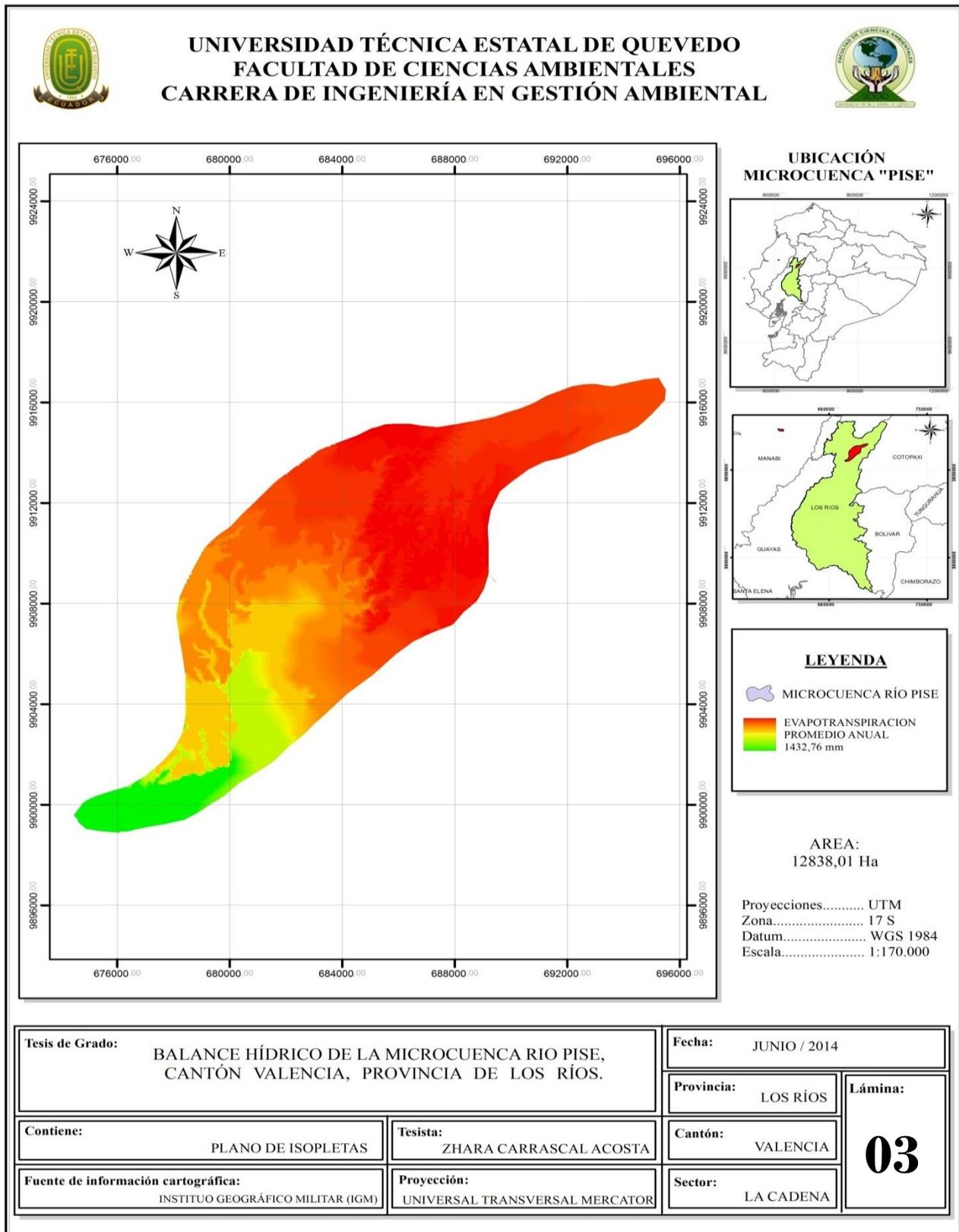
Una vez obtenidos los resultados de temperatura para las diferentes altitudes de la microcuenca "Pise", se realizó el mapa de Isotermas, a partir de la cota de los 90 msnm con 24,9 °C, hasta los 320 msnm con 24,3 °C, observándose un temperatura promedio de 24,7 °C (Lamina 2).

4.3.3. Determinación de la Evapotranspiración Potencial (ETP)

Para la determinación de la evapotranspiración potencial (*ETP*) se procedió a emplear el método de Turc, el cual utiliza las variables de temperatura y precipitación anteriormente calculadas.

Luego de obtener los valores de evapotranspiración potencial (*ETP*), para cada una de las cotas de la microcuenca "Pise", se realizó el mapa de Isopletas a partir de la cota de los 90 msnm hasta los 320 msnm. Determinándose así una evapotranspiración promedio anual de 1432,7 mm (Lámina 3).

Figura N° 4.- Mapa de evapotranspiración potencial de la microcuenca "Pise"



4.3.4. Disponibilidad del recurso hídrico

Una vez obtenidos los mapas de isotermas, isoyetas e isopletras de *ETP*, se procedió a obtener el Balance Hídrico de la microcuenca “Pise” para determinar las zonas de mayor pérdida y ganancia de precipitación, el cual se calculó restando la precipitación promedio anual (*PP*) menos la evapotranspiración promedio anual (*ETP*).

En la tabla N° 8 se observa el balance hídrico de la microcuenca “Pise” que el agua disponible en la microcuenca es de 185,2 hm³/año. Lo que corresponde a 14423 m³ ha/ año.

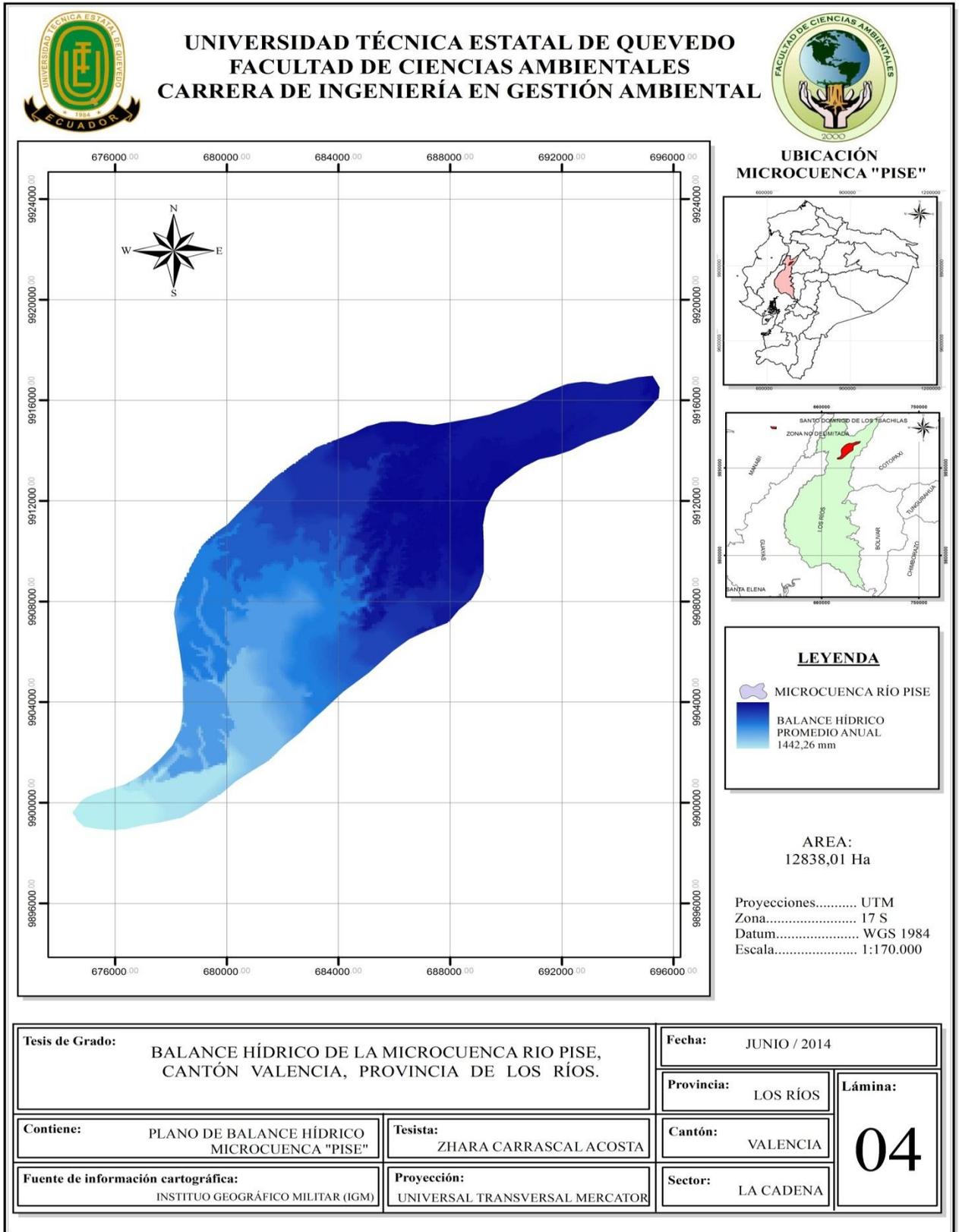
Tabla N° 8.- Resumen de Balance Hídrico de la microcuenca “Pise”

Temperatura	24,7 °C
Precipitación (PP)	2875,0 mm
Evapotranspiración Potencial (ETP)	1432, 8 mm
Precipitación (PP) - Evapotranspiración Potencial (ETP)	1442,3 mm
AGUA DISPONIBLE EN LA MICROCUENCA	185,2 hm ³ /año

Fuente: Elaboración propia

Las variaciones en la distribución horizontal y vertical del agua en la microcuenca se deben principalmente al avance de la frontera agrícola la misma que involucra cambios en la cobertura y uso del suelo en la parte baja, modificando el balance hídrico de la microcuenca disminuyendo la capacidad de retención y abastecimiento de agua. Adicionalmente se puede evidenciar que la conversión de bosque a otros usos agrícolas han reducido la capacidad de infiltración del suelo, dado que el volumen de recarga del subsuelo se favorece para aquellas áreas de la microcuenca con mayor cobertura boscosa.

Figura N° 5.- Mapa de balance hídrico de la microcuenca "Pise



4.4. Análisis de los parámetros físicos-químicos básicos

Tabla N° 9.- Resultado de los análisis físicos-químicos básicos del río Pise

PARÁMETROS FÍSICOS QUÍMICOS	FECHA DE MEDICIÓN	NORMATIVA	PUNTOS DE MUESTREO		
			TULSMA; OMS; EPA.	Aguas Arriba Punto A	En medio Punto B
Conductividad Eléctrica (CE) $\mu\text{S/cm}$	23/07/2014	**250	167	168	168
	30/07/2014		195	191,8	202
	06/08/2014		172	170	171
	14/08/2014		223	225	228
	20/08/2014		189	197	207
	27/08/2014		195	201	202
Sólidos Totales Disueltos (STD) mg/ dm^3	23/07/2014	***500	76	77	77
	30/07/2014		89	88	92
	06/08/2014		79	78	79
	14/08/2014		102	103	104
	20/08/2014		87	90	95
	27/08/2014		89	92	92
Temperatura del agua ($^{\circ}\text{C}$)	23/07/2014	*Condiciones naturales + 3 Máxima 32	24	25,7	25,4
	30/07/2014		24,3	25,3	25,6
	06/08/2014		24,6	25,1	26,2
	14/08/2014		25	24,6	26,5
	20/08/2014		25,8	24,4	26,8
	27/08/2014		26,4	24	27
Oxígeno disuelto (OD) mg/ dm^3	23/07/2014	*No menor al 60% y no menor a 5 mg/l	8,95	8,8	8,6
	30/07/2014		8,84	8,7	8,5
	06/08/2014		8,74	8,6	8,3
	14/08/2014		8,66	8,5	8,15
	20/08/2014		8,56	8,44	7,95

	27/08/2014		8,44	8,3	7,89
Potencial de Hidrógeno (pH)	23/07/2014	*6, 5 – 9,0	5,82	5,73	5,83
	30/07/2014		6,82	6,5	6,75
	06/08/2014		7,12	7,09	6,93
	14/08/2014		6,63	6,62	6,43
	20/08/2014		6,43	6,76	7,13
	27/08/2014		7,05	7,07	7,15
Turbidez NTU	23/07/2014	*100	2,3	2,3	2,3
	30/07/2014		2,3	2,9	2,3
	06/08/2014		2,1	2	2,1
	14/08/2014		1,8	2	1,9
	20/08/2014		1,8	2	1,8
	27/08/2014		1,9	1,8	1,7

*TULSMA: Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente; **OMS;
***EPA

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 9, se observan los resultados de los análisis de los parámetros físico-químicos básicos, donde claramente se puede apreciar que los resultados se encuentran dentro de los límites máximos permisibles a excepción de los valores de color rojo que corresponde a pH, que no se encuentran dentro de la normativa ambiental TULSMA, por lo que para conocer la calidad del agua y su condición se procedió a compararlos con la siguiente tabla propuesta por la EPA:

Tabla N° 10.- Índice de calidad del agua

Nivel de pH	Calidad del agua	Condición
5,5 or (-)	Malo	Medio acido fuerte muerte masiva de población de macroinvertebrados y organismos sensibles.
5,5 – 5,9	Aceptable	Disminución de determinadas poblaciones peces y organismos sensibles.
6,0 – 6,4	Bueno	Población de organismos acuáticos en condiciones aceptables para su desarrollo normal.
6,5 – 7,5	Excelente	Condiciones óptimas para el desarrollo de la vida acuática.
7,6 – 8	Bueno	Población de organismos acuáticos en condiciones aceptables para su desarrollo normal.
8,1 – 8,5	Aceptable	Disminución de determinadas poblaciones de peces y organismos sensibles.
8,6 or +	Malo	Medio acido fuerte muerte masiva de población de macroinvertebrados y organismos sensibles.

Fuente: EPA, (2001).

Para las partes alta, media y baja de la microcuenca, en la primera fecha de muestreo (23/Jul/2014) los niveles de pH de 5,82, 5,73 y 5,83 respectivamente, se ubican en calidad de agua aceptable: “**Disminución de determinadas poblaciones peces y organismos sensibles**”, para el 14 de agosto del 2014 en el punto C y en el punto A con fecha 20 de agosto se obtuvo un valor de 6,43 el mismo que corresponde a calidad de agua Bueno: “**Población de organismos acuáticos en condiciones aceptables para su desarrollo normal**”.

4.5. Análisis de componentes principales de los resultados de los parámetros físico-químicos básicos

Tabla N° 11.- Análisis de los valores y vectores propios de la matriz de correlación

Valor propio	10,641	2,265	1,475	0,443	0,176	0,000	0,000	0,000	0,000
Proporción	0,709	0,151	0,098	0,030	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000
Acumulada	0,709	0,860	0,959	0,988	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Valor propio	0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000
Proporción	0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000
Acumulada	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 11, corresponde al análisis exploratorio para eliminar información redundante, los tres primeros componentes principales explican el 95,9%, de la varianza y constituyen los más importantes para el análisis.

4.5.1. Análisis factorial: PH Punto A. pH Punto B. pH Punto C. T Punto A. T Punto C

4.5.1.1. Análisis factorial del componente principal de la matriz de correlación

Tabla N° 12.- Factores rotados y comunalidades.
Rotación Varimax

Variable	Factor 1	Factor 2	Comunalidad
PH Punto A	0,971	-0,156	0,967
pH Punto B	0,864	-0,484	0,980
pH Punto C	0,748	-0,577	0,892
T Punto A	0,253	-0,955	0,976

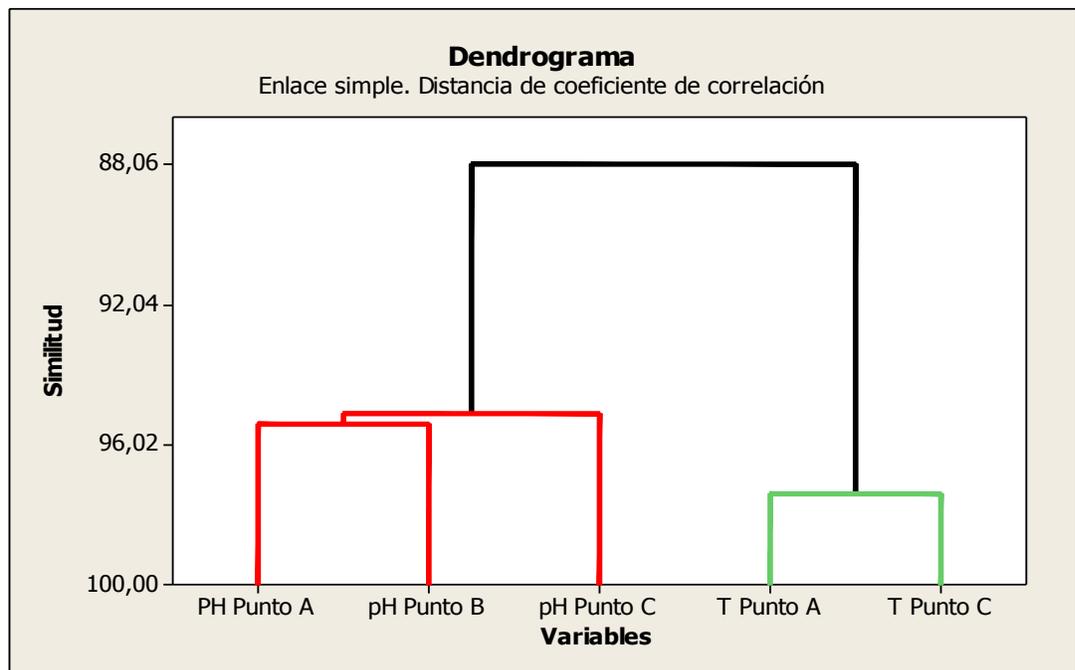
T Punto C	0,340	-0,922	0,965
Varianza	2,4285	2,3516	4,7800
% Var	0,486	0,470	0,956

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 12, se presentan las variables Potencial de Hidrogeno puntos A, B y C y de Temperatura Puntos A y B, correspondientes a la segunda extracción, el factor 1 engloba al pH en los tres puntos, el factor 2 corresponde a la temperatura pero con signo (-), es decir inversamente proporcional al pH.

4.5.2. Análisis de variables de conglomerados: PH Punto A, B y C, T: Punto A y C.

Figura N° 6.- Dendrograma de las variables más discriminantes



Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 6, podemos visualizar que las temperaturas (T) en los puntos A y C, tienen una distancia de coeficiente de correlación de 0,974, mientras que el pH

en los puntos A y B, tienen una distancia de coeficiente de correlación de 0,955. Las variables más discriminantes son: Temperatura del agua en el punto A y temperatura del agua en el punto C; seguido del pH en los puntos A, B, C (parte alta, media y baja respectivamente).

4.6. Análisis de los metales pesados

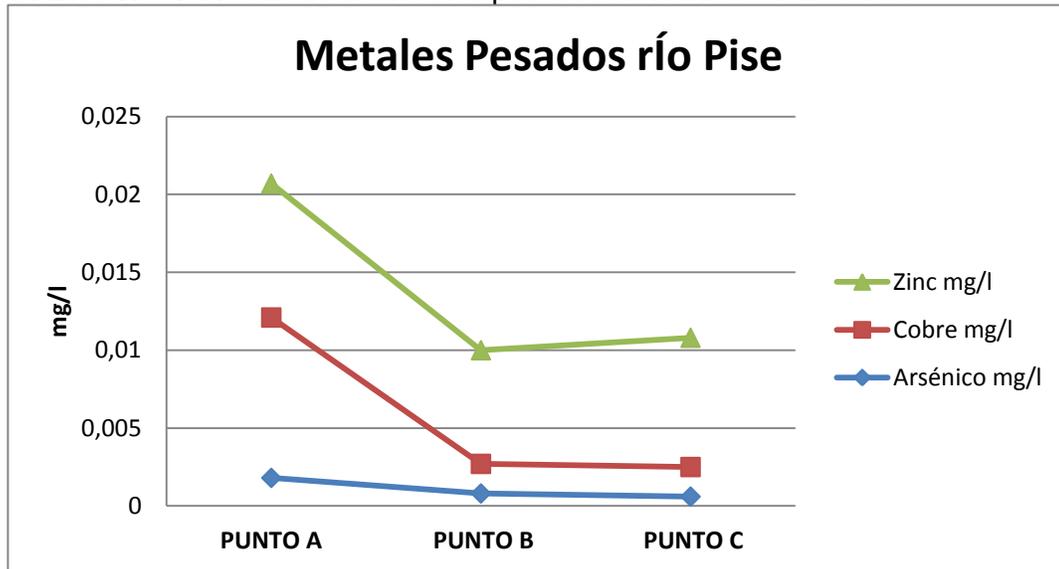
Tabla N° 13.- Resultados de los análisis respectivos de los metales pesados

No. de Laboratorio		15346-1	15346-2	15346-3	TULSMA Tabla 3 "Criterios de Calidad Admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas Cálidas dulces"	EPA
Identificación		Punto A (Parte Alta)	Punto B (Parte media)	Punto C (Parte Baja)		
Fecha Muestreo		20/08/2014	20/08/2014	20/08/2014		
Hora de Muestreo		10:00	10:15	10:30		
Parámetro (Unidades)	Método	Resultado	Resultado	Resultado	LMP	LMP
Arsénico mg/l	PEE-GQM-FQ-19	0,0018	0,0008	0,0006	0,05	-0,05
Cadmio mg/l	PEE-GQM-FQ-19	0,0013	0,0001	0,0002	0,001	- 0,005
Cobre mg/l	PEE-GQM-FQ-19	0,0103	0,0019	0,0019	0,02	-0,05
Hierro mg/l	PEE-GQM-FQ-18	0,2606	0,0657	0,0674	0,3	-0,2
Zinc mg/l	PEE-GQM-FQ-24	0,0086	0,0073	0,0083	0,18	-3

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 13, se muestra los resultados de los análisis respectivos de los metales pesados en la microcuenca Pise en los diferentes puntos de muestreo parte alta, media y baja; los valores que se encuentran de color rojo son aquellos que superan los límites máximos permisibles. A continuación se presentan gráficos donde se puede visualizar los resultados del análisis de los metales pesados y su comparación con la normativa (TULSMA, EPA):

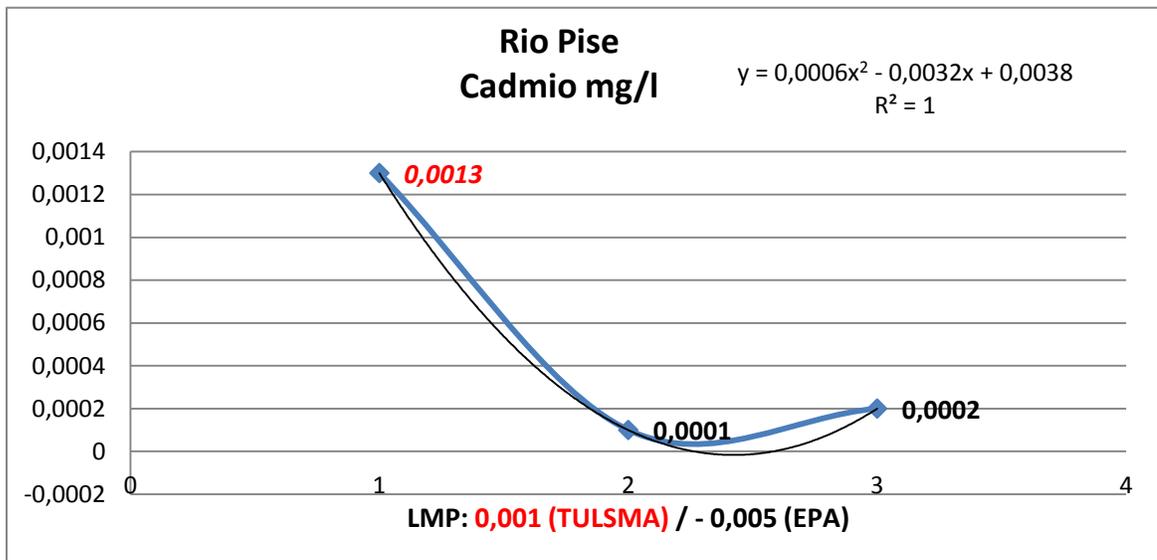
Grafico N° 3.- Resultado de metales pesados en la microcuenca “Pise”



Fuente: Elaboración propia

El grafico N° 3, muestra a los metales pesados Zinc, Cobre y Arsénico los cuales se encuentran en los tres puntos de muestreo dentro de los límites máximos permisibles tanto de la normativa ambiental TULSMA como de la normativa EPA.

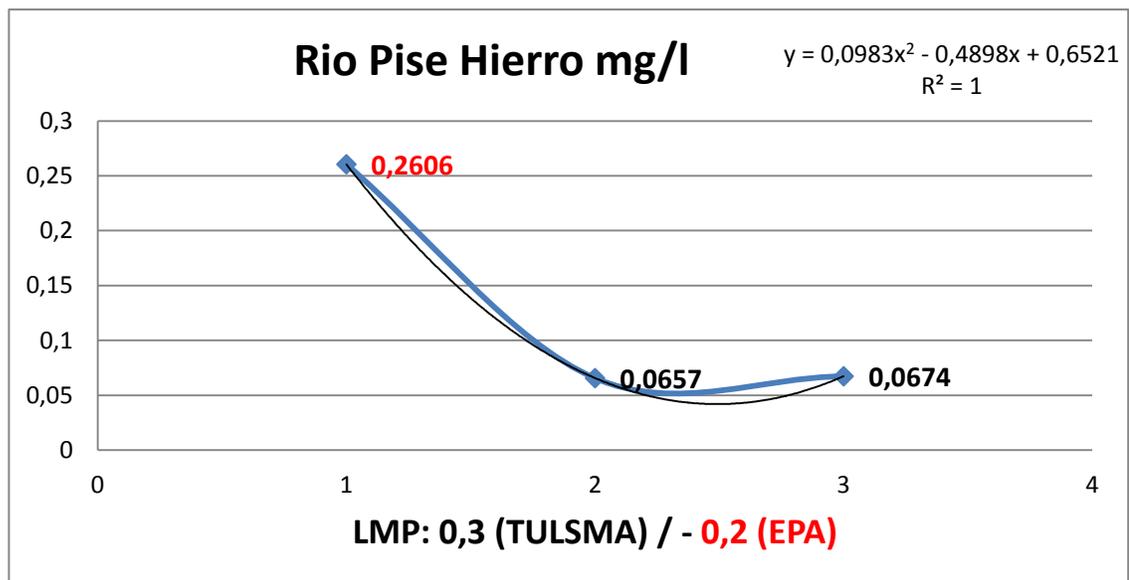
Grafico N° 4.- Resultado de Cadmio en el agua de la microcuenca



Fuente: Elaboración propia

En el grafico N° 4 se puede observar que el cadmio con **0,0013** en la parte alta de la microcuenca supera el LMP de la normativa ecuatoriana TULSMA con un valor de (0,001) mientras que se encuentra dentro del LMP de la normativa EPA (-0,005). El resto de valores de la parte media y baja respectivamente se encuentran dentro de la norma.

Grafico N° 5.- Resultado del contenido de Hierro en el agua de la microcuenca



Fuente: Elaboración propia

En el grafico N° 5 correspondiente al metal pesado Hierro en la parte alta de la microcuenca con un valor de **0,2606** supera el LMP de la normativa EPA (-0,2), mientras que para el TULSMA se encuentra dentro del rango de 0,3. Para la parte media y baja los valores no superan los LMP.

VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Las Hipótesis planteadas fueron:

H₀.- La calidad del recurso hídrico de la “microcuenca-Pise”, cumple con los **“Criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios”** establecido en el TULSMA Libro VI, Anexo I, tabla N° 3;

H₁.- La calidad del recurso hídrico de la “microcuenca-Pise”, **NO** cumple con los **“Criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios”** establecido en el TULSMA Libro VI, Anexo I, tabla N° 3.

Los valores de pH en varias fechas de monitoreo (Tabla 8) así como también el valor del cadmio en el punto A, (parte alta de la microcuenca; no cumplen con los límites máximos permisibles estipulados en la Tabla N° 3, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula H₀ y se acepta la hipótesis alternativa H₁.

4.7. Caudal de la Microcuenca Pise

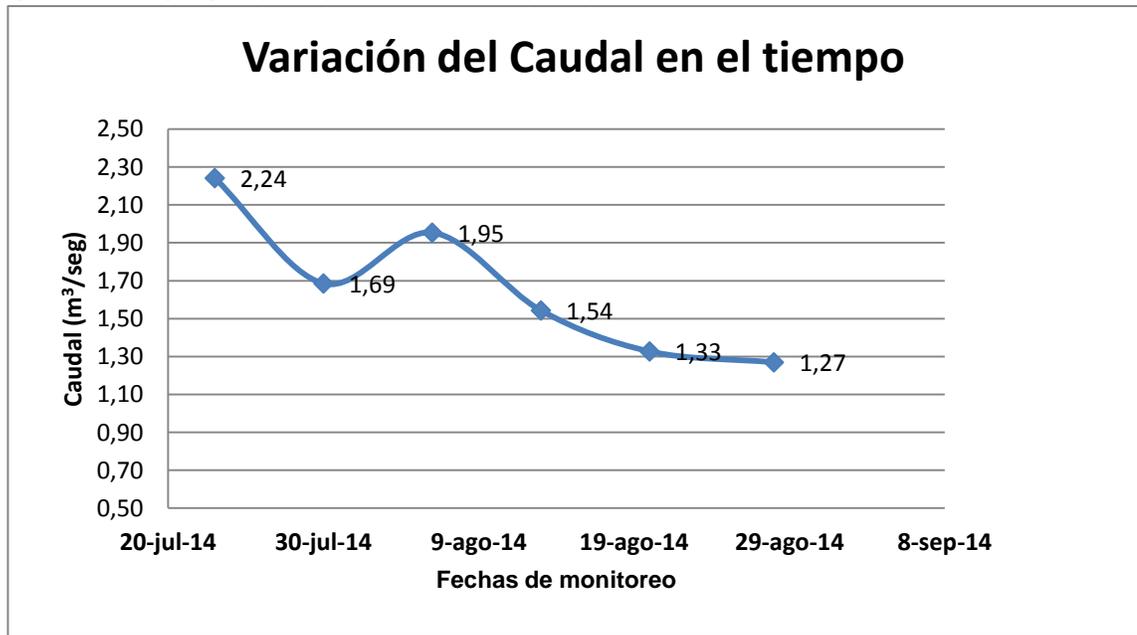
Para determinar el caudal que fluye por la microcuenca "Pise", se realizaron seis campañas de aforo desde los 50 hasta los 1050 cm.

Tabla N° 14.- Aforo realizado en la microcuenca Pise (Parte baja)

Abcisas de la sección del aforo	23-jul-14	30-jul-14	06-ago-14	13-ago-14	20-ago-14	28-ago-14
50	9	9	10	10	8	10
100	15	15	17	15	13	15
150	21	19	22	20	18	19
200	26	23	26	24	22	24
250	31	27	30	27	26	27
300	34	30	33	30	29	30
350	37	33	36	32	31	32
400	41	35	38	35	33	34
450	43	36	40	36	34	35
500	44	37	41	37	35	36
550	44	37	41	37	35	36
600	43	37	41	37	35	36
650	42	36	40	36	34	35
700	40	35	38	35	32	33
750	37	33	36	33	30	31
800	34	30	33	30	27	28
850	31	27	30	27	24	25
900	28	23	25	23	21	21
950	23	18	20	18	16	17
1000	19	14	15	13	12	12
1050	12	7	8	7	7	7
Área (m²)	3,19	2,76	2,80	2,54	2,36	2,46
Caudal (dm³/s)	2242,01	1686,05	1954,43	1543,65	1327,69	1270,04

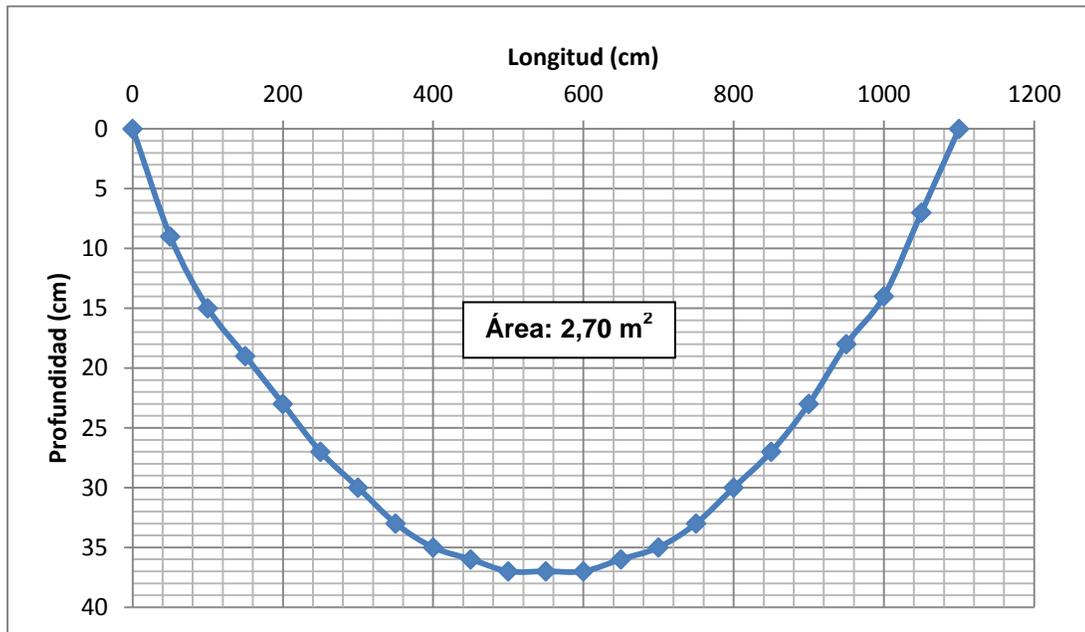
En la tabla N° 14, se puede observar el caudal del río Pise, donde el valor más alto se registró en la primera fecha de muestreo, que es de 2242,01 dm³/s y el menor caudal es de 1270,04 dm³/s el cual se obtuvo en la última fecha de monitoreo.

Grafico N° 6.- Caudal de la microcuenca "Pise"



En el gráfico N° 6 podemos observar que en la primera fecha de monitoreo ocurre el máximo caudal, el mismo que produciría la máxima capacidad de depuración 2,24 m³/s, mientras que en la segunda fecha desciende a 1,69 m³/s, en la tercera incrementa su caudal a 1,95 m³/s, se puede observar también que el caudal disminuye paulatinamente en los últimos tres aforos hasta llegar a los 1,27 m³/s.

Grafico N° 7.- Sección aforada de la microcuenca “Pise”



En el gráfico N° 7 podemos observar la sección en la cual se realizaron los aforos de la microcuenca Pise con una área total de 2,70 m².

4.8. Resultado del cuestionario

4.8.1. Análisis Multivariante de los resultados de los ítems de acuerdo a metodología Osgood

4.8.2. Análisis de componentes principales: de las variables a. b. c. d. e. f. g. h. i. j

Tabla N° 15.- Análisis de los valores y vectores propios de la matriz de correlación

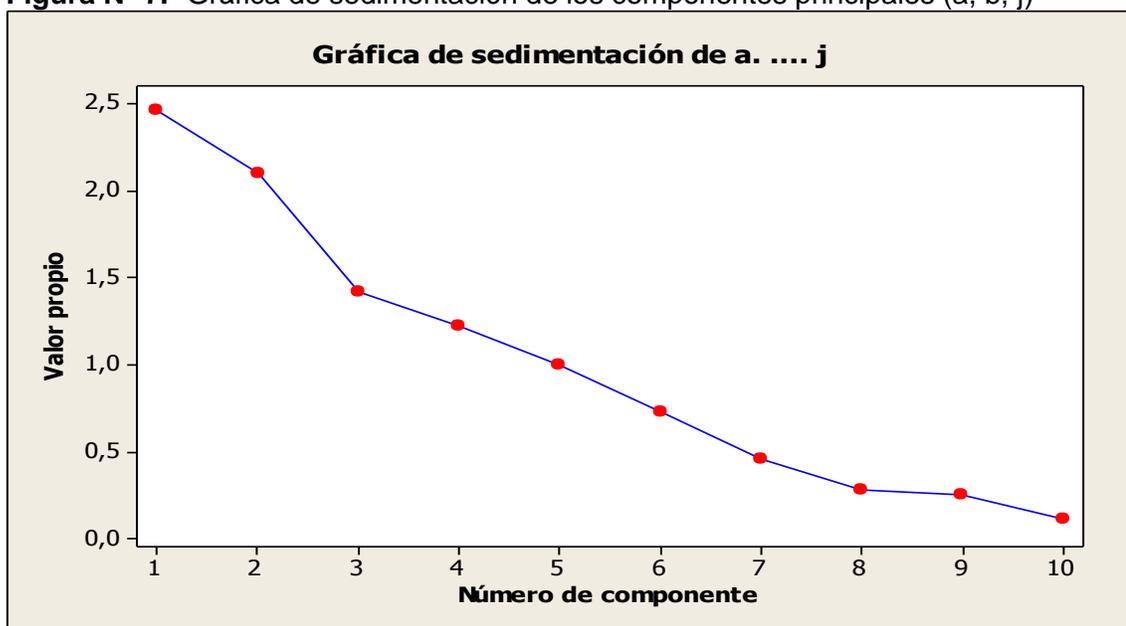
Valor propio	2,4603	2,0939	1,4177	1,219	0,9943	0,7266	0,4567	0,2759
Proporción	0,246	0,209	0,142	0,122	0,099	0,073	0,046	0,028
Acumulada	0,246	0,455	0,597	0,719	0,819	0,891	0,937	0,964

Valor propio	0,2482	0,1073
Proporción	0,025	0,011
Acumulada	0,989	1,000

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla N°.- 15 los ocho primeros componentes principales explican el 96,4% de la varianza, por lo que estos constituyen los más importantes del análisis.

Figura N° 7.- Gráfica de sedimentación de los componentes principales (a, b, j)



En la figura N° 7, se aprecia la distribución de los 10 componentes principales.

4.8.3. Análisis factorial del componente principal de la matriz de correlación

Luego de la segunda extracción se obtiene siete variables, las mismas que son tomadas en consideración para el análisis factorial.

Tabla N° 16.- Cargas de factores rotados y comunalidades.
Rotación Varimax

Variable	Factor 1	Factor 2	Comunalidad
b	0,869	0,203	0,797
d	0,899	0,100	0,818
e	0,433	0,589	0,534
f	0,209	-0,057	0,047
g	-0,270	0,686	0,544
h	0,155	0,689	0,499
i	0,009	0,660	0,436
Varianza	1,892	1,784	3,676
% Var	0,270	0,255	0,525

En la tabla N° 16, se presentan las variables b, d, e, f, g, h, i, correspondientes a la segunda extracción, el factor 1 representa a los Ítems b y d (Utilización del agua del río y proliferación de plantas acuáticas en la época seca del año), el factor 2 corresponde a los Ítems: e, g, h, i (inherentes a: calidad del agua, problemas de salud y mal uso del río).

Tabla N° 17.- Cargas de factores rotados y comunalidades.
Rotación Varimax

Variable	Factor 1	Factor 2	Comunalidad
B	0,885	0,180	0,816
D	0,927	0,057	0,863
E	0,411	0,639	0,577
H	0,057	0,859	0,740
I	0,041	0,588	0,348
Varianza	1,818	1,527	3,345
% Var	0,363	0,305	0,669

Luego de la tercera extracción (tabla N° 17) se puede notar que los valores propios de los factores se mantienen con respecto a la tabla anterior, es decir, el factor 1 corresponde a: *b* y *d* y el factor 2 a: *h*.

Tabla N° 18.- Cargas de factores rotados y comunalidades.
Rotación Varimax

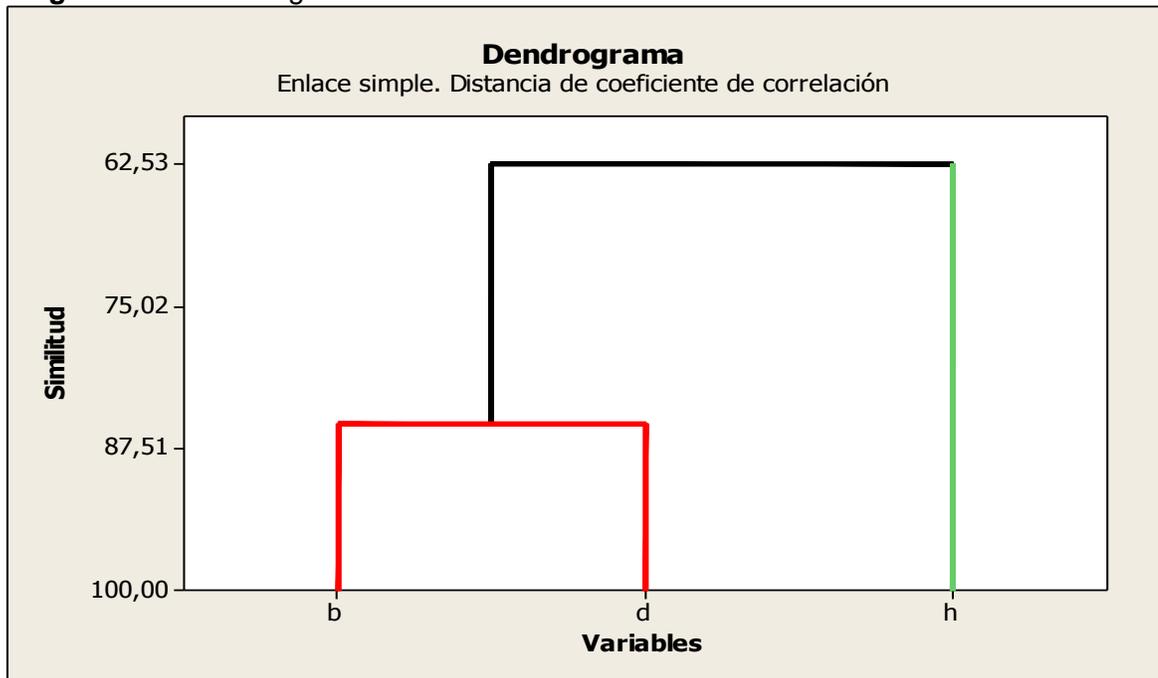
Variable	Factor 1	Factor 2	Comunalidad
b	0,904	0,198	0,857
d	0,934	-0,009	0,872
h	0,092	0,993	0,994
Varianza	1,6980	1,0247	2,7227
% Var	0,566	0,342	0,908

En la última extracción (tabla N° 18), se puede observar que el factor 1 corresponde a: *b* y *d* con comunalidades mayores a 0,85, mientras que el factor 2

(h) tiene una comunalidad de 0,994. En el siguiente dendograma, se muestra la relación existente entre las variables: b, d y h.

4.8.4. Análisis de conglomerados de las variables: b, d, h

Figura N° 8.- Dendograma de los ítems más discriminantes



Los ítems b y d son los más discriminantes y tienen un coeficiente $r = 0.854$; el ítem (b) “la vida acuática (peces, camarones, etc.) del río Pise está desapareciendo” y (d) “en la época seca del año se observan muchas plantas acuáticas (lirios, jacintos, etc.) en el río”; la respuesta de la mayor cantidad de los entrevistados fue de totalmente de acuerdo, mientras que para el ítem (h) Existen habitantes que arrojan desperdicios al río contestaron que están totalmente en desacuerdo.

Tabla N° 19. Ítems más discriminantes de la encuesta según la metodología de Osgood

CAJA	ITEMS	CONTENIDO DEL ITEMS	MODA (Escala Osgood)	EQUIVALENTE
1	D	En la época seca del año se observan muchas plantas acuáticas (lirios, jacintos, etc.)	3	Totalmente de acuerdo
1	B	La vida acuática (peces, camarones, etc.)	3	Totalmente de acuerdo
2	H	Existen habitantes que arrojan desperdicios al río	-3	Totalmente en desacuerdo

En la tabla N° 19, se puede notar la descripción de los ítems más discriminantes debido a que la mayoría de las personas consultadas coinciden en la respuesta “Totalmente de acuerdo” en los ítem D y B, mientras en el ítem H las personas consultadas coincidieron en la respuesta “Totalmente en desacuerdo”.

Tabla N° 20.- Matriz de correlación

	a	b	c	d	e	f	g	h	i
b	0,224								
c	0,861	0,125							
d	0,142	0,707	0,077						
e	0,142	0,354	0,165	0,368					
f	-0,028	0,134	-0,030	0,166	-0,085				
g	-0,251	-0,025	-0,077	-0,07	0,185	0,171			
h	-0,074	0,251	-0,099	0,105	0,459	-0,142	0,163		
i	-0,167	0,169	-0,170	0,146	0,142	0,051	0,333	0,237	
j	-0,241	-0,229	-0,245	-0,269	-0,051	0,074	-0,234	0,342	-0,060

Coeficiente $r = 0,4760$

La tabla N° 20 corresponde a la matriz de correlación entre los Ítems que conformaron el formulario de la entrevista, se puede observar que los datos no se correlacionan entre sí (los coeficientes de correlación son bajos, con excepción de las variables a y c cuyo $r = 0,861$), lo que quiere decir que la selección de los ítems fue adecuada.

4.9. Propuesta de manejo

La hipótesis verificada en esta investigación fue: “La calidad del recurso hídrico de la “microcuenca-Pise”, no cumple con los “*Criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios*” y por lo tanto se plantean los siguientes objetivos:

4.9.1. Objetivos

4.9.1.1. Objetivo General

- Elaborar una propuesta de Plan de Manejo para mejorar la calidad del agua de la microcuenca Pise estableciendo diferentes medidas en los diferentes programas.

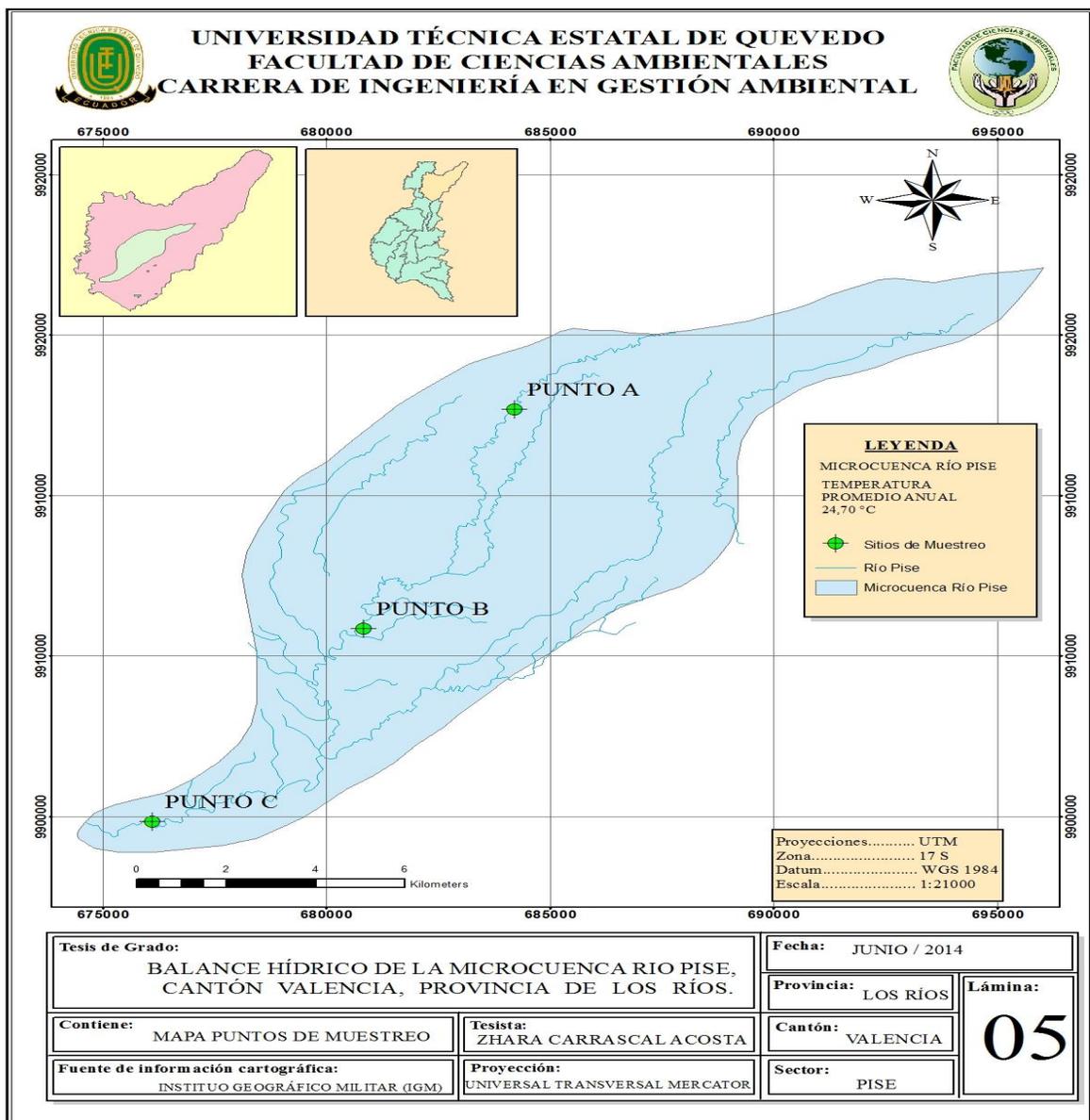
4.9.1.2. Objetivos Específicos:

- ✓ Establecer un programa de monitoreo para el mejoramiento de la calidad del agua de la microcuenca Pise;
- ✓ Establecer el programa de reforestación para recuperar el bosque nativo de la microcuenca;

- ✓ Proponer un programa de educación ambiental a las comunidades cercanas a las a la microcuenca Pise.

4.9.2. Ubicación sectorial y física

Para efectos del presente estudio, se presentan los puntos de muestreo en la siguiente lámina:



4.9.3. Alcance del Plan de Manejo Ambiental

La propuesta de PMA está elaborada para el mejoramiento de la calidad del agua de la microcuenca Pise para ello se plantearon los siguientes Programas:

- Programa de Monitoreo de la Calidad del Agua;
- Programa de Reforestación;
- Programa de Educación Ambiental.

4.9.4. Responsables

Las normas de manejo ambiental serán de obligatorio cumplimiento por parte de la ciudadanía, y estarán bajo el control y supervisión de la Unidad de Gestión Ambiental y Riesgos del Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Los Ríos y Ministerio de Ambiente Ecuatoriano (M.A.E.), en su calidad de Autoridad Ambiental.

4.9.5. Programa de monitoreo de la calidad del agua

Luego de la obtención de los resultados de los análisis de la calidad del agua realizados en la microcuenca Pise, en la tabla N° 20, se propone los siguientes aspectos a tomar en cuenta, con el objetivo de garantizar la calidad del agua y la preservación de la flora y la fauna:

Tabla N° 21.- Medidas del programa de monitoreo

N°	Objetivo	Actividades o medidas	Impactos a Mitigar	Ejecutor de la medida	Frecuencia	Indicadores de cumplimiento	Medios de Verificación	Normativa	Costo
1	Analizar la calidad de agua de la microcuenca Pise en las zonas alta, media y baja.	Dos monitoreos del agua por un año para cada zona de la microcuenca (alta, media, baja), mediante análisis físico-químicos y de metales pesados.	Alteración de la calidad del agua de la microcuenca Pise.	Entidad a cargo de la propuesta	2 veces al año	# de monitoreos realizados / 2 monitoreos programados cada 6 meses	Informes de laboratorio, Fotografías	TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Tabla 2 y 3; OMS; EPA.	\$1000 /anual

Los parámetros a analizarse para el monitoreo deberán ser los siguientes:

Tabla N° 22.- Parámetros físico-químicos básicos propuestos

PARÁMETROS FÍSICOS QUÍMICOS	METODO	NORMATIVA: *TULSMA - **OMS- ***EPA
Conductividad Eléctrica (CE)	PEE-GQM-FQ-13	**250
Sólidos Totales Disueltos	PEE-GQM-FQ-023	***500
Temperatura del agua	PEE-GQM-FQ-13	*Condiciones naturales + 3 Máxima 32
Oxígeno disuelto (OD)	4500 O B	*No menor al 60% y no menor a 5 mg/l
Potencial de Hidrógeno	PEE-GQM-FQ-01	*6, 5 – 9,0
Turbidez	PEE-GQM-FQ-25	*100

Tabla N° 23.- Metales pesados propuestos para el análisis

N°. De Laboratorio 15346-1		TULSMA Tabla 3 "Criterios de Calidad Admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas Cálidas dulces"	EPA
Identificación			
Fecha Muestreo			
Hora de Muestreo			
Parámetro (Unidades)	Método	LMP	LMP
Arsénico mg/l	PEE-GQM-FQ-19	0,05	-0,05
Cadmio mg/l	PEE-GQM-FQ-19	0,001	- 0,005
Cobre mg/l	PEE-GQM-FQ-19	0,02	-0,05
Hierro mg/l	PEE-GQM-FQ-18	0,3	-0,2
Zinc mg/l	PEE-GQM-FQ-24	0,18	-3

La recolección, manejo y conservación se deberá realizar siguiendo los procedimientos recomendados en "Standard Methods for the Examinations of Water and Wastewater" en su más reciente edición. Además de las Normas Técnicas Ecuatorianas INEN relacionadas con el monitoreo de agua:

Normas Técnicas Ecuatorianas: NTE INEN 2176:1998 "Agua. Calidad de Agua. Muestreo. Técnicas de Muestreo"; NTE INEN 2169:98 "Agua. Calidad de Agua. Muestreo. Manejo y Conservación de Muestras".

Los resultados serán comparados con los límites máximos permisibles del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Ambiente (TULSMA). Libro VI "De la Calidad Ambiental". Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua (Anexo 1) y los parámetros que no se encuentran en la Legislación Ecuatoriana, se compararon con las Directrices para la calidad del Agua Potable de Organización Mundial de la Salud y utilizar los niveles máximos permisibles establecidos por la *Environmental Protection Agency* (EPA).

4.9.6. Programa de Reforestación

Los bosques son necesarios para mantener en buen estado otros recursos de gran importancia para la vida, entre los cuales podemos mencionar el agua, el aire, el suelo, los animales silvestres y microorganismos. El propósito de este programa es el de proteger las riberas de los procesos erosivos para aumentar significativamente la capacidad de retención, almacenamiento y flujo hídrico, problema ambiental que se acentúa principalmente debido a actividades agropecuarias llevadas a cabo en la zona ribereña de la microcuenca.

Tabla N° 24.- Medidas del programa de reforestación

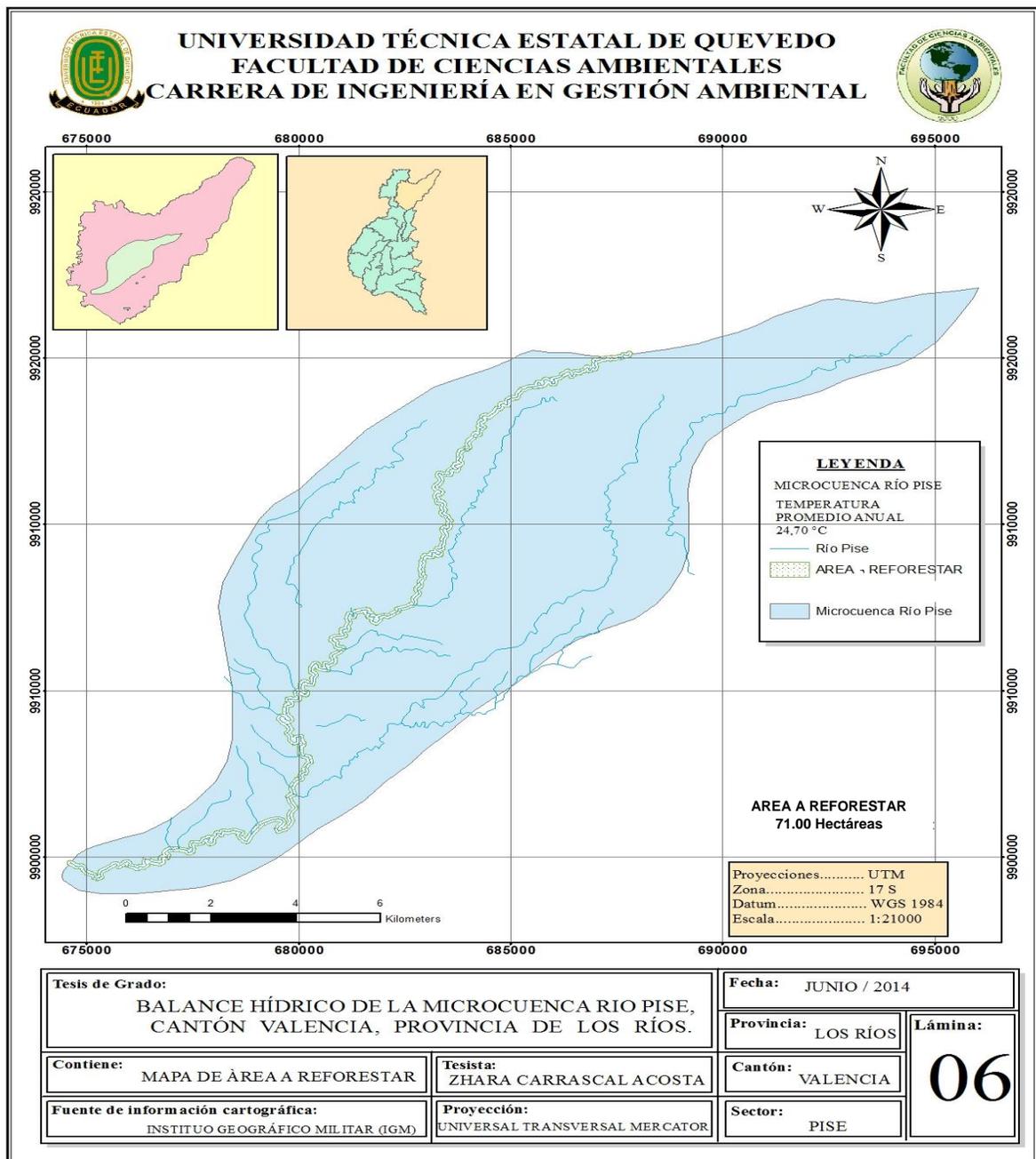
N°	Objetivo	Actividades o medidas	Impactos a Mitigar	Ejecutor de la medida	Frecuencia	Indicadores de cumplimiento	Medios de Verificación	Normativa	Costo
1	Proteger las riberas de la microcuenca de los procesos erosivos	Reforestación de las orillas de la microcuenca con especies nativas de la zona	- Procesos erosivos. - Pérdida de capacidad de retención y almacenamiento de agua	G.A.D. Provincial de Los Ríos	Permanente	# de has reforestadas / 71 has reforestadas.	Fotografías Inspecciones Informes	-----	\$ 28.186,60

Los enfoques o estrategias son diversos, pero el más importante es la protección y conservación del agua, ya que esta es indispensable para la vida. Con este enfoque, surge la necesidad de llevar a cabo este programa de reforestación, dirigido a la conservación y protección del recurso hídrico, y también para recuperar la cubierta vegetal a fin de estabilizar el suelo, este programa integra a las comunidades ribereñas de la microcuenca como parte fundamental en el desarrollo del mismo.

Tabla N° 25.- Especies nativas propuesta para la reforestación de la microcuenca “Pise”

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR
Especies arbóreas		
MORACEAE	<i>Brosiumun utile</i>	Sande
MYRISTICACEAE	<i>Virola seivifera</i>	Virola
MORACEAE	<i>Clarisia racemosa</i>	Moral bobo
BORRAGINACACAE	<i>Cordia alliodora</i>	Laurel
ANACARDIÁCEAS	<i>Anacarium excelsum</i>	Caracolí
CAESALPINIACEAE	<i>Brownea coccinea</i>	Flor de mayo
LAURACEAE	<i>Ocotea sp nov [calade]</i>	Cedro calade
BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Guayacán
MIMOSACEAE	<i>Samanea saman</i>	Samán
BURSERACEAE	<i>Dracyoydes peruviana</i>	Copal
MORACEAE	<i>Ficus insipida</i>	Higuerón de río
POLYGONACEAE	<i>Triplaris cumingiana</i>	Fernánsánchez
Especies arbustivas		
MYRTACEAE	<i>Psidium guajava L</i>	Guayaba
BURSERACEAE	<i>Bursera graveoloens</i>	Palo santo
ARECACEAE	<i>Iriartea deltoidea</i>	Pambil
ULMACEAE	<i>Trema michranta</i>	Sapán de paloma
TILIACEAE	<i>Apeiba membranacea</i>	Peine de mono
ANACARDIÁCEAE	<i>Anacardium occidentale</i>	Marañon
POACEAE	<i>Guadua angustifolia</i>	Caña Guadua
Especies herbáceas		
HELICONIACEAE	<i>Heliconia reticulata</i>	Heliconia
CAESALPINIACEAE	<i>Bauhinia aculeata L.</i>	Uña de gato
ARACEAE	<i>Caladium bicolor</i>	Corazón de Jesús
MARANTACEAE	<i>Calathea lutea</i>	Bijao
CICLANTÁCEAE	<i>Carludovica palmata</i>	Toquilla

La reforestación de las riberas de la microcuenca con especies nativas (tabla N° 25) abarca un área de 71 ha, con una longitud de 32 km. Para la siembra se propone una distancia de 10 m para árboles, para arbustos una distancia de 5 m y para especies herbáceas como las heliconias y el bijao se propone una distancia de 3 m. A continuación se presenta en Lámina N° 06 el área de la microcuenca a reforestar:



4.9.6.1. Presupuesto:

Tabla N° 26.- Presupuesto para la reforestación de la microcuenca "Pise"

PRESUPUESTO (1 AÑO)	
Concepto	Precio (71 has)
Establecimiento de la Plantación	\$14.000,00
Asistencia Técnica	\$12.000,00
Costo de plantas	\$2.186,6
TOTAL	\$28.186,60

4.9.7. Programa de educación ambiental

Luego de haber realizado el diagnóstico de las problemáticas ambientales se propone el programa de educación ambiental el mismo que será impartido a las comunidades cercanas a la microcuenca, donde se discutirán temas relacionados con el manejo de los recursos naturales y la conservación del medio ambiente. El objetivo de este programa es el de concientizar a la población al cuidado y protección de los recursos naturales.

Tabla N° 27.- Medidas para el programa de educación ambiental

N°	Objetivo	Actividades o medidas	Impactos a Mitigar	Ejecutor	Frecuencia	Indicadores de cumplimiento	Medios de Verificación	Normativa	Costo
1	Concienciar ambientalmente a la población cercana a la microcuenca "Pise"	Charla: El Agua un recurso no renovable indispensable para la vida	Contaminación del río por malas prácticas ambientales de los pobladores	G.A.D. Provincial de Los Ríos.	1 capacitación anual	# de capacitaciones impartidas / 3 capacitaciones propuestas	Fotografías, Registros de Asistencia	-----	300/año
		Charla: Causas y efectos de la contaminación de las aguas superficiales.	Contaminación del río por actividades antropogénicas	G.A.D. Provincial de Los Ríos.	1 capacitación anual	# de capacitaciones impartidas / 3 capacitaciones propuestas	Fotografías, Registros de Asistencia	-----	300/año
		Charla: Importancia y beneficios en el cuidado y conservación de la microcuenca.	Contaminación del río por falta de concientización de población.	G.A.D. Provincial de Los Ríos.	1 capacitación anual	# de capacitaciones impartidas / 3 capacitaciones propuestas	Fotografías, Registros de Asistencia	-----	300/año

4.10. Discusión

- ✓ La fauna y flora nativa en la microcuenca “Pise” es poco perceptible, debido principalmente a las actividades antropogénicas (agricultura, asentamientos humanos, ganadería etc.,) a medida que la población aumenta las áreas naturales son modificadas, esto altera el medio natural afectando no solo a la flora y fauna del sector sino también a la calidad del agua de la microcuenca. Problema similar aqueja a la Microcuenca “El Sapanal”, según Bajaña (2010), los problemas ambientales comienzan a sentirse con mayor intensidad debido al crecimiento de actividades socioeconómicas tradicionales basadas en colonizar extensiones de bosques, aprovechar la madera, desbrozar la cubierta vegetal restante y cultivar productos agrícolas de ciclo corto. Así como también por la introducción de animales de cría (ganado bovino, ovino, porcino y aves).

- ✓ El aporte (precipitación) de agua de la microcuenca a partir de la cota de los 90 msnm es de 1094,27 mm, mientras que en la cota de los 320 msnm se presentó una precipitación de 4357,68 mm; para Bajaña (2010), los valores obtenidos difieren debido a que la precipitación media anual en la cota mínima de 3364,9 mm y en la cota máxima se observa un valor de 4376,8 mm. La diferencia de resultados se debe a que la investigación fue realizada en el cantón Pangua y los valores de precipitación son directamente proporcionales a la altitud en los primeros 800 m de elevación.

- ✓ Durante las campañas de aforo se registraron variaciones en los caudales, el caudal máximo corresponde a 2242,01 dm³/s y el caudal mínimo de 1270,04 dm³/s. La variación del caudal depende de la época

en la que se efectuaron los aforos, dado que se empezó al inicio de la época seca el caudal comenzó a disminuir paulatinamente.

- ✓ Los parámetros físico-químicos básicos analizados en esta investigación STD, CE, OD, Temperatura del agua y Turbidez se encuentran en condiciones aceptables, mientras que el pH en la primera, cuarta y quinta fecha de monitoreo presenta valores de **5,82 – 5,73 – 5,83 – 6,43** valores inferiores al LMP de la normativa ambiental TULSMA (**6,5 – 9,0**). Las variaciones de pH indican la presencia de algún tipo de descarga de efluentes con contenidos ácidos debido al lavado de aperos agrícolas utilizados en fumigaciones aguas arriba del sitio de toma de la muestra. Según la tabla de la EPA (2001), las fuentes de agua dulce con un pH de 5,5 a 5,9 presentan disminución de determinadas poblaciones de peces y organismos sensibles, mientras que para el rango de 6,0 a 6,4 la población de organismos acuáticos se encuentra en condiciones aceptables para su desarrollo normal. Lo que nos indica que aunque el pH no se encuentre dentro de la normativa ambiental ecuatoriana la calidad de agua se encuentra entre aceptable y buena.

- ✓ Al comparar los resultados del análisis de los metales pesados realizados con los Límites Máximos Permisibles establecidos por las Normativas: TULSMA y EPA, se determinó que los valores más altos de las concentraciones de metales pesados se registraron en la parte alta de la microcuenca, los valores elevados en la zona alta se deben a la presencia de descargas del agua del proceso de embalaje de banano. El cadmio con 0,0013 mg/l supera los valores del Límite Máximo Permisible del TULSMA (0,001 mg/l), de acuerdo con PNUMA (2010), la movilidad de cadmio en los ambientes acuáticos se ve favorecida por un pH bajo, baja dureza, niveles bajos de materia suspendida, potencial redox de alta y baja salinidad.

- ✓ El resultado del análisis de hierro arrojó un valor de 0,2606 mg/l superando los valores de referencia propuestos por la de EPA (-0,2) lo contrario sucede al compararlo con la norma ecuatoriana TULSMA (0,3) encontrándose el valor dentro del LMP. La OMS (2006), describe los antecedentes del hierro para el valor de referencia: Las Normas internacionales para el agua potable de la OMS de 1958 sugirieron que concentraciones de hierro superiores a 1,0 mg/l afectarían notablemente a la potabilidad del agua. En la primera edición de las Guías para la calidad del agua potable, publicada en 1984, se estableció un valor de referencia de 0,3 mg/l. El hierro mancha la ropa lavada y los accesorios de fontanería en concentraciones mayores que 0,3 mg/l; concentraciones de hierro inferiores a 0,3 mg/l generalmente no confieren sabor apreciable al agua.

- ✓ Del análisis factorial de los parámetros físico-químicos básicos se deduce que los tres componentes principales son los más importantes, porque acumulan el 95,9 % de la varianza, por lo tanto se hace la primera extracción para eliminar información redundante quedando como variables definitivas el pH en los puntos A, B y C y las temperaturas en los puntos A y C; con estas variables se realizó el análisis factorial. El primer factor corresponde a la variable pH por cuanto tiene los valores propios más altos mientras que el factor dos corresponde a temperatura. Para Villacis (2014) en su investigación realizada en la microcuenca “Nila”, los tres primeros componentes principales, son los más importantes, ya que explican el 92,4 % de la varianza, obteniendo como mejores resultados la variable oxígeno disuelto en los puntos de muestreo 2 y 3.

- ✓ En relación a la entrevista aplicada en las tres zonas de este estudio los ítems (b) *“la vida acuática (peces, camarones, etc.) del río Pise está desapareciendo”* y (d) *“en la época seca del año se observan muchas plantas acuáticas (lirios, jacintos, etc.) en el río”*; son los más discriminantes debido a que la mayoría de los consultados coinciden en la respuesta “Totalmente de acuerdo”. Para Guime (2014), en su investigación sobre: Calidad de agua en la microcuenca “El Lechugal”, el ítem “J” (*En la época seca el agua es de mala calidad y podría considerarse una amenaza para la salud*) es el más discriminante. Los ítems más discriminantes para ambos casos coinciden en el criterio Calidad del Agua.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- ✓ Se acepta la hipótesis alternativa H_1 planteada: La calidad del recurso hídrico de la “microcuenca-Pise”, no cumple con los **“Criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios”** establecido en el TULSMA Libro VI, Anexo I, tabla N° 3.

- ✓ La fauna y flora nativa en la microcuenca Pise es poco perceptible, según lo observado en la visita de campo y entrevistas realizadas a la población ribereña, la principal causa de la negativa intervención sobre la microcuenca se debe principalmente a las actividades antropogénicas (agricultura, asentamientos humanos, ganadería etc.). Debido al incremento acelerado de la población las áreas naturales son modificadas a nuestra conveniencia para satisfacer necesidades de servicios y bienes. Esto altera el medio natural afectando no solo a la flora y fauna del sector sino también a la calidad del agua de la microcuenca.

- ✓ El aporte (precipitación) de agua de la microcuenca a partir de la cota de los 90 msnm es de 1094,27 mm, mientras que en la cota de los 320 msnm se presentó una precipitación de 4357,68 mm, determinándose una precipitación de 2875,02 mm promedio anual; la temperatura en la cota baja de 90 msnm es de 24,89 °C, mientras que para los 320 msnm es de 24,32 °C, obteniéndose una temperatura promedio de 24,70 °C.

- ✓ Con el cálculo de la Evapotranspiración Potencial (*ETP*), para determinar la cantidad de agua que se pierde en la microcuenca se obtuvo un valor de 1432,76 mm promedio anual, valor que está en función de la altitud.

- ✓ Los parámetros físico-químicos básicos analizados en esta investigación se compararon con los límites máximos permisibles establecidos en las normativas TULSMA y OMS, por lo que se concluye que los valores de STD, CE, OD, Temperatura del agua y Turbidez se encuentran dentro de los valores estipulados en las normativas ya mencionadas, mientras que el pH en la primera, cuarta y quinta fecha de monitoreo presenta valores de 5,82 – 5,73 – 5,83 – 6,43 valores inferiores al LMP de la normativa ambiental TULSMA (6,5 – 9,0), las alteraciones de pH desequilibran las condiciones de vida en el ecosistema.

- ✓ Al comparar los resultados del análisis de los metales pesados realizados con el LMP establecidos por las Normativas: TULSMA y EPA, se determinó que en el Punto A correspondiente a la zona alta de la microcuenca el cadmio con 0,0013 mg/l y el hierro con 0,2606 mg/l superan los valores del LMP del TULSMA (0,001) para cadmio y de la EPA (-0,2) para el hierro. Esto se debe a que en la zona alta de la microcuenca se observó la presencia de plantaciones de banano, el uso intensivo de insumos en las actividades agrícolas modifican progresivamente la calidad del agua además de constituir una amenaza para las especies animales y vegetales de la microcuenca.

- ✓ En la primera fecha de monitoreo (23-jul-14) se obtuvo el máximo caudal con un valor de 2242,01 dm³/s, mientras que en la última fecha de monitoreo (28-ago-14) se registró el caudal mínimo con un valor de 1270,04 dm³/s.

- ✓ Del análisis multivariante de la entrevista aplicada a los residentes del sector, se deduce que los ítems *b* y *d* son los más discriminantes y tienen un coeficiente $r = 0,854$; la respuesta de la población coincide con lo observado en la visita de campo donde se pudo constatar la presencia de plantas acuáticas (lirios, jacintos, etc.) y la escases de peces y otras especies acuáticas es evidente debido principalmente a la falta de concientización de la población.

- ✓ La propuesta de manejo ambiental fue planteada en base a los resultados obtenidos, con el objetivo de mantener las condiciones naturales de la microcuenca y preservar el desarrollo sostenible. Persigue los siguientes objetivos: Establecer un programa de monitoreo para el mejoramiento de la calidad del agua de la microcuenca Pise, establecer el programa de reforestación para recuperar el bosque nativo de la microcuenca y proponer un programa de educación ambiental a las comunidades cercanas a las a la microcuenca.

5.2. Recomendaciones

- ✓ Las actividades agrícolas y ganaderas realizadas en los alrededores son la causa principal de las alteraciones del medio natural (fauna, flora, agua) es por ello que instituciones como el Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca, Ministerio de Ambiente Ecuatoriano, G.A.D. del Cantón Valencia, G.A.D. Provincial de Los Ríos deben controlar que toda actividad realizada dentro de la microcuenca se enmarque en la normativa nacional vigente.

- ✓ Que esta investigación sirva de pauta para que se amplíen estudios en los ríos de la zona, ya que al encontrarnos en una provincia con aptitud agropecuaria, es necesario que se tomen medidas de control para la protección de los recursos hídricos

- ✓ Gestionar la implementación del plan de manejo con los programas propuestos, lo que contribuirá significativamente a la preservación de la calidad del agua de la microcuenca "Pise".

- ✓ Con la ayuda del programa de educación ambiental concientizar y sensibilizar a la población ribereña para el uso sostenible de los recursos naturales de la microcuenca "Pise", y de esta manera se garanticen dichos recursos para las futuras generaciones.

CAPÍTULO VI BIBLIOGRAFÍA

6.1. Fuente Bibliográfica

Bajaña, L. 2010. Influencia del proceso de colonización en la capacidad de retención y abastecimiento de agua en la microcuenca “El Sapanal”. Cantón Pangua, Provincia de Cotopaxi. Tesis de grado previo a la obtención del título Ingeniero en Gestión Ambiental. Quevedo – Ecuador. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. pp 1, 11, 22.

Buela-Casal, G y Sierra J. 1997. Manual de evaluación psicológica: fundamentos, técnicas y aplicaciones. Siglo XXI de España Editores S.A. Recuperado de: <http://books.google.com.ec/books?id=JfaKI4a5xBgC&pg=PA895&dq=diferencial%20semantico&f=false>

Calidad Ambiental, 2012. Estudio de Impacto Ambiental Ex – post. Fumigación área de la compañía AEROFAQ, ubicada en la pista María Isabel. pp 90. Recuperado de: http://www.aerofaq.com/pdf/esia_expost_maria_isabel.pdf

Casas, R. 2012. El suelo de cultivo y las condiciones climáticas. Editorial Paraninfo (en línea). pp 11. Recuperado de: http://books.google.com.ec/books?id=h8_qVzloJ00C&dq=el+suelo&hl=es&source=gbs_navlinks_s

Cardona, J. 2003. Calidad y riesgo de contaminación de las aguas superficiales en la microcuenca del Rio La Soledad, Valle de Ángeles, Honduras. Tesis de grado previo a la obtención del título de Magister Scientiae. Escuela de Posgrado. CATIE. Turrialba – Costa Rica.

Castro, M. 2006. Presencia de arsénico en el agua de bebida en América Latina y su efecto en la salud pública. International Congress: Natural Arsenic in Groundwaters of Latin America. México.

Correa, A. y Díaz C. 2005. Implementación del Modelo de Thomas para el Balance Hídrico empleando la herramienta computacional Hidrosig – Java.

Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Civil. Bogotá D.C. Recuperado de: <http://javeriana.edu.co/biblos/tesis/ingenieria/tesis120.pdf>

Dávila, T. 2010. ONG y Estado: participación, rivalidad y cooperación en la gestión ambiental. Flacso-Sede Ecuador. Tesis previo a la obtención del título de magister en Ciencias Sociales. pp 62. Recuperado de: <http://books.google.com.ec/books?id=mjVGF6v0UwIC&pg=PA39&dq=ONG+Y+ESTADO&hl=es&sa=X&ei=c7d3VNi1DoWgNr39gfgH&ved=0CB0Q6AEwAA#v=onepage&q=ONG%20Y%20ESTADO&f=false>

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (2001). Parameters of Water Quality: Interpretation and Standards. Recuperado de: http://www.epa.ie/pubs/advice/water/quality/Water_Quality.pdf

Fattorelli, S. y Fernández, P. 2011. Diseño Hidrológico. Segunda Edición. Recuperado de: www.ina.gov.ar/pdf/Libro_diseno_hidrologico_edicion_digital.pdf

Faustino J y Jiménez F, 2000. Manejo de cuencas hidrográficas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza. Área de cuencas y sistemas agroforestales. Turrialba – Costa Rica. Recuperado de: <http://books.google.com.ec/books?id=99oOAQAIAAJ&pg=PT14&dq=Plan+de+manejo+de+cuencas+hidrograficas&hl=es&sa=X&ei=etBnVPq4GoujgwTtulLQCQ&ved=0CB0Q6AEwAA#v=onepage&q=Plan%20de%20manejo%20de%20cuencas%20hidrograficas&f=false>

Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Los Ríos. 2011. Plan de contingencia ante inundaciones, cantón Valencia. Proyecto: “Formulación de Planes de Contingencia por inundaciones a nivel cantonal y fortalecimiento institucional en tema de Gestión de Riesgos. pp 20.

Recuperado de: <http://www.losrios.gob.ec/documentos/PLANCONTINGENCIA/PLANVALENCIA.pdf>

González, J. 2000. Guía metodológica para el estudio de Cuencas Hidrológicas superficiales con proyección de manejo. Universidad de la Habana - Cuba.

Guime, K. 2014. Calidad de agua en la microcuenca Lechugal, Provincia de Los Ríos, año 2013. Previo a la obtención del título de Ingeniero en Gestión Ambiental. Facultad de Ciencias Ambientales. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. pp 85.

Hernández, B. 1993. Monitoreo y evaluación de logros en proyectos de ordenación de cuencas hidrográficas. Food & Agriculture Org. Roma, Italia pp 22. Recuperado de: http://books.google.com.ec/books?id=IVDUBviV_qEC&pg=PA21&dq=Plan+de+manejo+de+cuencas+hidrograficas&hl=es&sa=X&ei=etBnVPq4GoujgwTtuILQCQ&ved=0CCUQ6AEwAg#v=onepage&q=Plan%20de%20manejo%20de%20cuencas%20hidrograficas&f=false

Ibañez, G. 2012. Elaboración de un plan de manejo ambiental para la conservación de la subcuenca del río San Pablo en el cantón La Maná, provincia de Cotopaxi. Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente. Latacunga – Ecuador. Universidad Técnica de Cotopaxi. Recuperado de: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/1577/1/T-UTC-2129.pdf>

INAMHI, DIRECCIÓN GENERAL DE GEOLOGÍA Y MINAS Y MINISTERIO DE RECURSOS NATURALES Y ENERGÉTICOS. 1983. Mapa Hidrogeológico de la República del Ecuador. Escala 1:10000.

Jiménez, A. 2000. Instituto Tecnológico de Química y Materiales “Álvaro Alonso Barba”. Universidad Carlos III. Determinación de los parámetros

físico-químicos de calidad de las aguas. Recuperado de: <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-quimica/ingenieria-ambiental/otros-recursos-1/OR-F-001.pdf>

Kramer, F. 2003. Educación Ambiental para el Desarrollo Sostenible. Editorial Los libros de la Catarata. pp 55 – 56 Recuperado de: [http://books.google.com.ec/books?id=2zWM-A7buDIC&dq=el+clima+\(temperatura,+precipitacion\)&hl=es&source=gbs_navlinks_s](http://books.google.com.ec/books?id=2zWM-A7buDIC&dq=el+clima+(temperatura,+precipitacion)&hl=es&source=gbs_navlinks_s)

Leyva, T. 2012. La Calidad de Suelos del Municipio Minero La Natividad, Oaxaca. Tesis de grado previo a la obtención del título de Licenciado en Ciencias Ambientales. Universidad de la Sierra de Juárez. Oaxaca – México. pp 5. Recuperado de: <http://www.unsij.edu.mx/tesis/digitales/LA%20CALIDAD%20DE%20LOS%20SUELOS%20DEL%20MUNICIPIO%20MINERO%20LA%20NATIVIDAD%20OAXACA.pdf>

Llerena, C. 2003. Servicios ambientales de las cuencas y producción de agua, conceptos, valoración, experiencias y sus posibilidades de aplicación en el Perú. FAO Presentado en el Foro Regional sobre Sistemas de Pago por Servicios Ambientales (PSA), Arequipa, Perú, 9-12 junio 2003, durante el Tercer Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas

López, A. y Delgado, A. 2009. Modelación hidrológica de la subcuenca Lempa alto, en cooperación con la comisión trinacional del plan Trifinio (El Salvador, Honduras, Guatemala). Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Civil. Universidad de El Salvador. pp 17

Marcial, R. 2011. Implicaciones del Cambio de Cobertura Vegetal y Uso de Suelo en los Servicios Ambientales Hidrológicos de la Comunidad de Capulálpam de Méndez. Tesis previo a la obtención del título de Licenciado

en Ciencias Ambientales. Universidad de la Sierra de Juárez. Oaxaca – México. Recuperado de: <http://www.unsij.edu.mx/tesis/digitales/2.%20RICARDO%20MARCIAL%20JUAREZ.pdf>

Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, 2002. Mapa de suelos del Ecuador – Taxonomía. Convenio MAG, IICA, CLIRSEN. Escala 1: 250000.

Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, 2002. Mapa de uso de suelos del Ecuador – Taxonomía. Convenio MAG, IICA, CLIRSEN. Escala 1: 250000.

Mitchell, M., Stapp, W., Bixby, K. 1991. Manual de campo de Proyecto del Río: una guía para monitorear la calidad del agua en el Río Bravo. Segunda edición. Proyecto del Río. New México, USA.

Montaguano, H. y Salamea, A. 2012. Plan de manejo ambiental de la cuenca baja del río Ambato tramo comprendido de la quebrada jurupana a la quebrada seca. Universidad Politécnica Salesiana. Sede Quito. pp 28, 35, 38. Recuperado de: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3589/1/UPS-ST000781.pdf>

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). 2006. Guías para la calidad del agua potable. Primer Apéndice. Tercera Edición. Volumen 1. Recuperado de: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowsres.pdf

Ordoñez, J. 2011. Cartilla Técnica: ¿Qué es la cuenca hidrográfica? Foro peruano para el agua GWP Perú. Primera Edición. pp 11. Recuperado de: http://www.gwp.org/Global/GWP-SAm_Files/Publicaciones/Varios/Cuenca_hidrologica.pdf

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE (PNUMA). 2010. Análisis del flujo del comercio y revisión de prácticas de manejo ambientalmente racionales de productos conteniendo cadmio, plomo y mercurio en América Latina y el Caribe. Recuperado de: http://www.unep.org/chemicalsandwaste/Portals/9/Lead_Cadmium/docs/Trade_Reports/LAC/Trade_report_LAC_Spanish_and_English.pdf

Proaño, G. 2006. Informe Geológico y Geomorfológico para el diseño definitivo del puente camarones, ubicado sobre el río Quevedo y localizado en la vía Fumisa – Los Vergeles provincia de Los Ríos Recuperado de: https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5885/3/INFORME_GEOLOGICO_Y_GEOMORFOLOGICO_para_DISE%C3%91O.pdf

Radulovich, R. 1997. Sostenibilidad en el uso del agua en América Latina. Revista Forestal Centroamericanano.

Ramakrishna, B. 1997. Estrategias de extensión para el manejo integrado de cuencas hidrográficas: Conceptos y Experiencias. Serie de Educación e Investigación en Desarrollo Sostenible. Proyecto IICA/GTZ. San José – Costa Rica

Seoánez, M. 1999. Ingeniería del medioambiente aplicada al medio natural continental. Segunda edición, Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.

SENAGUA, 2011. Análisis de la calidad del agua, proceso N° 682- 10-dn, Demarcación Hidrográfica Esmeraldas. Recuperado de: <http://www.agua.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2012/07/InformeCrecult2.pdf>

Sierra, C. 2011. Calidad del Agua. Evaluación y Diagnostico. Colombia. Editorial Conocimientos a su Alcance.

Sierra R., Valencia R., Cerón C. y Palacios W. 1999. Proyecto preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental, Proyecto INEFAN7GEF.

Sheng, T. 1992. Manual de campo para la ordenación de Cuencas Hidrográficas. Estudio y Planificación de cuencas hidrográficas. Food & Agriculture Org. Roma, Italia pp 3. Recuperado de: <http://books.google.com.ec/books?id=fC6zUFx512EC&pg=PA3&dq=cuenca+hidrografica&hl=es&sa=X&ei=cFnVPeHHYKhgwSci4CwDg&ved=0CB0Q6AEwAA#v=onepage&q=cuenca%20hidrografica&f=false>

Tenechagua, A. 2012. Balance hídrico de cuencas hidrográficas e implementación en el laboratorio virtual de hidrología (hydrovlab). Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Civil. Loja – Ecuador. pp 12. Recuperado de: <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/2296/3/Angel.pdf>

TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE. Decreto Ejecutivo No. 3536. (2003). Última Modificación 2012. Libro VII “Del Régimen Forestal”, Libro VI “De la Calidad Ambiental” Anexo I Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua.

Umaña, E. 2002. Manejo de cuencas hidrográficas y protección de fuentes de agua. Taller de capacitación “Educación ambiental con enfoque e cuencas y prevención de desastres. San Nicolás, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. 3 - 4 pp. Recuperado de: <http://www.bvsde.paho.org/bvsade/fulltext/cuencas.pdf>

Villacis, P. 2014. Balance Hídrico de la microcuenca rio "Nila", cantón Buena Fe, provincia de Los Ríos. Tesis previo a la obtención del título de Ingeniero Ambiental. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. pp 56.

Villodas, R. 2008. Hidrología. Guía de Estudio para Cátedras Hidrología I, Hidrología II, Unidad 2: Climatología y Meteorología. Mendoza: Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ingeniería.

WORD METEOROLOGICAL ORGANITATION. TECHNICAL NOTE N° 138 DROUGHT AGRICULTURE "CAGM Working Group 1975, actualizada 2008. "Standard Methods for the Examinations of Water and Wastewater".

Xercavins, J., Cayuela D., Cervantes, G y Sabater, A., 2005. Desarrollo sostenible. Ediciones de la Universidad Politécnica de Catalunya S.L. Recuperado de: http://books.google.com.ec/books?id=93bdOEsyTUKC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

CAPÍTULO VII
ANEXOS

Anexo 1.- Análisis de laboratorio

	INFORME DE ENSAYOS No. 39315-1	LABORATORIO DE ENSAYOS ACREDITADO POR EL OAE CON ACREDITACION OAE LE 2C 05-001
---	--	---

CARRASCAL ACOSTA ZHARA GABRIELA

Representante Legal: CARRASCAL ACOSTA ZHARA GABRIELA

AV. QUITO S/N

Quevedo , Tel. 052771324/052771324

Atención: Srta. Zhara Carrascal

Tipo de Industria

Guayaquil, 28 DE AGOSTO DEL 2014

Fecha, Hora y lugar de Muestreo:	20/08/14 10:00 Prov. Los Ríos-Cantón Valencia - Microcuenca Pise
Fecha y Hora de Recepción:	20/08/14 14:51
Punto e Identificación de la Muestra:	Aguas arriba
Norma Técnica de muestreo:	N/A
Matriz de la muestra:	AGUA NATURAL RIO
Muestreado por:	CARRASCAL ACOSTA ZHARA GABRIELA
Muestreador:	cliente
Tipo de Muestreo:	Simple

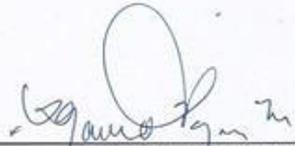
GRUPO QUÍMICO MARCOS, C.A. Ltda.

LA AUSENCIA DE ESTE SELLO INVALIDA EL
ORIGEN DEL INFORME DE RESULTADOS

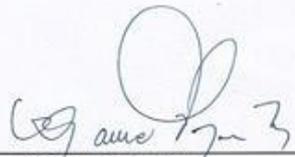
MC2201-07

MEMORIA FOTOGRAFICA





Q. F. FERNANDO MARCOS V.
Director Técnico



Q.F. LAURA YANQUI M.
Coordinadora de calidad

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653
www.grupoquimicomarcos.com
Guayaquil - Ecuador

MC2201-07



INFORME DE ENSAYOS
No. 39315-2

LABORATORIO DE ENSAYOS
ACREDITADO POR EL OAE
CON ACREDITACION
OAE LE 20 05-001

CARRASCAL ACOSTA ZHARA GABRIELA

Representante Legal: CARRASCAL ACOSTA ZHARA GABRIELA

AV. QUITO S/N

Quevedo, Tel. 052771324/052771324

Atención: Srta. Zhara Carrascal

Tipo de Industria

Guayaquil, 28 DE AGOSTO DEL 2014

Fecha, Hora y lugar de Muestreo:	20/08/14 10:15 Prov. Los Ríos-Cantón Valencia - Microcuenca Pise
Fecha y Hora de Recepción:	20/08/14 14:51
Punto e Identificación de la Muestra:	En medio
Norma Técnica de muestreo:	N/A
Matriz de la muestra:	AGUA NATURAL RIO
Muestreado por:	CARRASCAL ACOSTA ZHARA GABRIELA
Muestreador:	cliente
Tipo de Muestreo:	Simple

GRUPO QUÍMICO MARCOS, CIA. LTDA.

LA AUSENCIA DE ESTE SELLO INVALIDA EL
ORIGEN DEL INFORME DE RESULTADOS

MC2201-07

MEMORIA FOTOGRAFICA



Q. F. FERNANDO MARCOS V.
Director Técnico

Q.F. LAURA YANQUI M.
Coordinadora de calidad

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653

www.grupoquimicomarcos.com
Guayaquil - Ecuador

MC2201-07



INFORME DE ENSAYOS
No. 39315-3

LABORATORIO DE ENSAYOS
ACREDITADO POR EL OAE
CON ACREDITACION
OAE LE 20 05-001

CARRASCAL ACOSTA ZHARA GABRIELA

Representante Legal: CARRASCAL ACOSTA ZHARA GABRIELA

AV. QUITO S/N

Quevedo, Tel. 052771324/052771324

Atención: Srta. Zhara Carrascal

Tipo de Industria

Guayaquil, 28 DE AGOSTO DEL 2014

Fecha, Hora y lugar de Muestreo: 20/08/14 10:30 Prov. Los Ríos-Cantón Valencia - Microcuenca Pise
Fecha y Hora de Recepción: 20/08/14 14:51
Punto e Identificación de la Muestra: Aguas abajo
Norma Técnica de muestreo: N/A
Matriz de la muestra: AGUA NATURAL RIO
Muestreado por: CARRASCAL ACOSTA ZHARA GABRIELA
Muestreador: cliente
Tipo de Muestreo: Simple

GRUPO QUÍMICO MARCOS, CIG. LTDA.

LA AUSENCIA DE ESTE SELLO INVALIDA EL
ORIGEN DEL INFORME DE RESULTADOS

MC2201-07

MEMORIA FOTOGRAFICA



Q. F. FERNANDO MARCOS V.
Director Técnico

Q.F. LAURA YANQUI M.
Coordinadora de Calidad

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653
www.grupoquimicomarcos.com
Guayaquil - Ecuador

MC2201-07

Anexo 2. Normativa ambiental. Anexo I, Libro VI “De la calidad ambiental” Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente.

TABLA 1. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional.

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permissible
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio	Al	mg/l	0,2
Amoniaco	N-Amoniacal	mg/l	1,0
Amonio	NH ₄	mg/l	0,05
Arsénico (total)	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Cianuro (total)	CN-	mg/l	0,1
Cloruro	Cl	mg/l	250
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Coliformes Totales	nmp/100 ml		3 000
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		600
Color	color real	unidades de color	100
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	0,05
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	2,0
Temperatura		°C	Condición Natural + o - 3 grados
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Turbiedad		UTN	100
Zinc	Zn	mg/l	5,0
Hidrocarburos Aromáticos			

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permisible
Benceno	C6H6	µg/l	10,0
Benzo(a) pireno		µg/l	0,01
Etilbenceno		µg/l	700
Estireno		µg/l	100
Tolueno		µg/l	1 000

TABLA 3. Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.

Parámetros	Expresados como	Unidad	Límite máximo permisible			
			Agua dulce	fría	Agua cálida	Agua marina y de estuario
Mercurio	Hg	mg/l	0,0002		0,0002	0,0001
Níquel	Ni	mg/l	0,025		0,025	0,1
Plaguicidas organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	µg/l	10,0		10,0	10,0
Plaguicidas organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales	µg/l	10,0		10,0	10,0
Piretroides	Concentración de piretroides totales	mg/l	0,05		0,05	0,05
Plata	Ag	mg/l	0,01		0,01	0,005
Selenio	Se	mg/l	0,01		0,01	0,01
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5		0,5	0,5
Temperatura	°C		Condiciones naturales + 3		Condiciones naturales + 3	Condiciones naturales + 3
			Máxima 20		Máxima 32	Máxima 32
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		200		200	200

Anexo 3.- Estándares del reglamento nacional primario de agua de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA)

<i>Componente</i>	<i>Concentración máxima permitida</i>	<i>Consecuencias</i>
Aluminio	0.2 mg/L	Precipita y forma coágulos en el agua
Cloruros	250 mg/L	Afecta el sabor del agua, causa problemas de corrosión
Color	16 Unidades de Color	Afecta las propiedades estéticas del agua
Flúor	2,0 mg/L	Fluorosis dental, a altos niveles daños al sistema óseo. En realidad ya se considera un estándar primario, obligatorio.
Agentes Espumantes	0.5 mg/L	Afecta las propiedades estéticas del agua
Fierro	0.1 mg/L	Daña los accesorios en contacto con el agua, mancha la ropa. Afecta el sabor del agua.
Manganeso	0.05 mg/L	Daña los accesorios en contacto con el agua, mancha la ropa. Afecta el sabor del agua. Causa los mismos efectos que el fierro.
Olor	Menos de 3 Unidades	Afecta las propiedades estéticas del agua
pH	6.5 a 8.5 Unidades de pH	Puede afectar el sabor del agua. Corrosión en equipos en contacto con el agua.
Plata	0.1 mg/L	Decoloración en la piel. Irritación al usuario sensible a este agente.
Sulfatos	250 mg/L	Afecta el sabor del agua. Tiene propiedades laxantes
STD (Sólidos Totales Disueltos)	500 mg/L	Afecta el sabor del agua. Causa inconvenientes en su uso doméstico e industrial.
Zinc	5 mg/L	Afecta el sabor del agua.

Anexo 4.- Modelo de entrevista aplicadas a la población

MODELO DE CUESTIONARIO

DATOS REFERENCIALES

Fecha: (día/mes/año) 23/09/2014

Nombre de la persona que llena el formulario: Sabina León

UBICACIÓN: Kcto. Pise

PROVINCIA: Los Ríos CANTÓN: VALENCIA

ASPECTOS AMBIENTALES

TD= Totalmente en desacuerdo
 ED= Estoy en desacuerdo
 NS= No puede ser
 NC= No conozco, no opino
 PS= Puede ser
 EA= Estoy de acuerdo
 TA= Totalmente de acuerdo

a. Utiliza el agua del río Pise para actividades domésticas (cocinar, lavar ropa)

TD	ED	NS	NC	PS	EA	TA
X						

b. Utiliza el agua del río Pise para su aseo personal

TD	ED	NS	NC	PS	EA	TA
X						

c. Utiliza el agua del río con fines agrícolas (riego de plantaciones) o pecuarios (crianza de animales).

TD	ED	NS	NC	PS	EA	TA
X						

d. En la época seca del año se observan muchas plantas acuáticas (lirios, jacintos, etc.) en el río

TD	ED	NS	NC	PS	EA	TA
X						

e. En la época seca del año el río presenta malos olores

TD	ED	NS	NC	PS	EA	TA
X						

f. La vida acuática (peces, camarones, etc) del río Pise está desapareciendo.

TD	ED	NS	NC	PS	EA	TA
						X

g. Ha observado peces muertos en el cauce del río

TD	ED	NS	NC	PS	EA	TA
X						

h. Existen habitantes que arrojan desperdicios al río

TD	ED	NS	NC	PS	EA	TA
X						

i. Se ha conocido que alguien presenta problemas gastrointestinales por ingesta de agua del Río

TD	ED	NS	NC	PS	EA	TA
X						

j. Se ha conocido de alguien que presenta problemas en la piel por bañarse en el Río

TD	ED	NS	NC	PS	EA	TA
X						

Anexo 5.- Tabulación de resultados de la encuesta

Panelistas	Ítems	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
	Sector La Blanquita	1	3	-3	3	-3	-3	3	1	-3	-3
2		3	3	3	3	3	2	-3	3	-3	-3
3		-3	3	-3	3	0	3	3	3	1	-3
4		-3	3	-3	3	-3	3	-3	-3	-3	-3
5		-3	3	-3	3	3	3	2	3	-3	-3
6		-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	0	-3	-3
7		-3	-3	-3	-3	-3	3	-3	-3	-3	-3
8		-3	3	-3	3	-3	3	2	3	-3	-3
9		3	3	3	3	-3	3	-3	-1	-3	-3
10		-3	-3	-3	-3	-3	3	-3	3	-3	3
11		3	3	3	3	-3	3	-3	-3	-3	-3
12		-3	-3	-3	3	-3	3	-3	-3	-3	-3
13		3	3	-3	3	3	3	-3	3	-3	-3
14		-3	-3	3	3	3	3	3	-3	-3	-3
15		3	2	-3	3	-3	3	-3	-3	-3	-3
16		3	3	3	3	-3	3	-3	-3	-3	-3
17		-3	-3	-3	3	-3	3	-3	-3	-3	-3
18		3	3	3	3	-3	3	-3	-1	-3	-3
19		-3	-3	-3	-3	-3	3	-3	3	-3	3
20		3	3	3	3	-3	3	-3	2	-3	-3
21		-3	-3	-3	-3	-2	3	-3	3	-3	3
22		3	-3	3	-3	-3	3	2	-3	-3	-3
23		3	3	3	3	3	2	0	3	-3	-3
24		3	-3	3	-3	-3	3	1	-3	-3	-3
25		3	3	3	3	3	2	-3	3	-3	-3
26		-3	2	-3	-3	-3	3	3	-3	-3	-3
Rcto. Pise	27	-3	1	-2	-2	-2	3	3	3	-3	-3
	28	-3	3	-3	3	-3	3	-3	-3	-3	-3
	29	3	3	3	3	3	3	1	-3	-3	-3
	30	3	3	3	3	-3	3	-3	-1	-3	-3
	31	3	-3	3	-3	-3	2	-3	3	-3	-3
	32	-3	1	-1	-2	-2	3	3	3	-3	-3
	33	-3	3	-3	3	0	3	-3	2	-3	-3
	34	-3	3	-3	3	-3	3	-3	-3	-3	-3
	35	-3	-3	-3	3	-3	3	3	3	-3	-3

Sector Lampa	36	-3	1	-1	-2	-2	3	1	0	-3	-3
	37	-3	3	-3	3	0	3	-3	3	-3	3
	38	3	-3	3	-3	-3	3	1	-3	-3	-3
	39	3	3	3	3	3	2	-3	3	-3	-3
	40	-3	3	-3	3	0	3	3	3	1	-3
	41	-3	3	-3	3	-3	3	-3	-3	-3	-3
	42	-3	3	-3	3	3	3	2	3	-3	-3
	43	-3	-3	-3	-3	-3	3	-3	-3	-3	-3
	44	-3	-3	-3	-3	-3	3	-3	-3	-3	-3
	45	-3	3	-3	3	-3	3	2	3	-3	-3
	46	3	3	3	3	-3	3	-3	-1	-3	-3
	47	-3	-3	-3	-3	-3	3	-3	-3	-3	-3
	48	-3	3	-3	3	-3	3	1	-3	-3	-3
	49	3	3	3	3	-3	3	-3	-1	-3	-3
50	-3	-3	-3	3	-3	3	1	-3	-3	-3	
$\sum x_i$	-30	34	-31	51	-80	139	-52	-10	-142	-126	
$\frac{\sum x_i}{n}$	-0,6	0,68	-0,62	1,02	-1,6	2,78	-1,04	-0,2	-2,84	-2,52	
MEDIANA	-3	3	-3	3	-3	3	-3	-1	-3	-3	
MODA	-3	3	-3	3	-3	3	-3	-3	-3	-3	

Anexo 6.- Evidencias fotográficas



Foto 1.- Entrevistando a la población



Foto 2.- Entrevista realizada



Foto 3.- Análisis de laboratorio



Foto 4.- Medición de pH y C.E.



Foto 5.- Toma de muestras

Anexo 7.- Libreta de campo de los parámetros físico-químicos

PARÁMETRO		Oxígeno disuelto mg/l	Conductividad eléctrica μS/cm	STD mg/l	Temperatura del agua °C	Potencial de hidrógeno	Turbidez NTU
PUNTO A	23/07/2014	8,95	167	76	24	5,82	2,3
	30/07/2014	8,84	195	89	24,3	6,82	2,3
	06/08/2014	8,74	172	79	24,6	7,12	2,1
	14/08/2014	8,66	223	102	25	6,63	1,8
	20/08/2014	8,56	189	87	25,8	6,43	1,8
	27/08/2014	8,44	195	89	26,4	7,05	1,9
PUNTO B	23/07/2014	8,8	168	77	25,7	5,73	2,3
	30/07/2014	8,7	191,8	88	25,3	6,5	2,9
	06/08/2014	8,6	170	78	25,1	7,09	2
	14/08/2014	8,5	225	103	24,6	6,62	2
	20/08/2014	8,44	197	90	24,4	6,76	2
	27/08/2014	8,3	201	92	24	7,07	1,8
PUNTO C	23/07/2014	8,6	168	77	25,4	5,83	2,3
	30/07/2014	8,5	202	92	25,6	6,75	2,3
	06/08/2014	8,3	171	79	26,2	6,93	2,1
	14/08/2014	8,15	228	104	26,5	6,43	1,9
	20/08/2014	7,95	207	95	26,8	7,13	1,8
	27/08/2014	7,89	202	92	27	7,15	1,7

Anexo 8.- Cálculo de valores para la temperatura en la Microcuenca “Pise”

Altitud (msnm)	Coordenadas (UTM)		Temperatura (°C)
	X	Y	
90	676016	9899890	24,89
100	679722	9901505	24,87
110	679598	9904883	24,84
120	679125	9907318	24,82
130	680088	9907971	24,79
140	683060	9910356	24,77
150	681934	9910776	24,74
160	684397	9912328	24,72
170	686611	9908465	24,69
180	685018	9908395	24,67
200	685883	9911555	24,62
220	687400	9910563	24,57
240	688331	9913012	24,52
260	690236	9915065	24,47
280	693188	9915534	24,42
290	694031	9915836	24,39
300	693669	9916491	24,37
320	695291	9916738	24,32

Anexo 9.- Cálculo de valores para la precipitación en la Microcuenca “Pise”

Altitud (msnm)	COORDENADAS		PP (mm)
	X	Y	
90	676016	9899890	1094,27
100	679722	9901505	1571,20
110	679598	9904883	1985,07
120	679125	9907318	2340,08
130	680088	9907971	2640,43
140	683060	9910356	2890,32
150	681934	9910776	3093,95
160	684397	9912328	3255,52
170	686611	9908465	3379,23
180	685018	9908395	3469,28
200	685883	9911555	3565,20
220	687400	9910563	3576,88
240	688331	9913012	3537,92
260	690236	9915065	3481,92
280	693188	9915534	3442,48
290	694031	9915836	3439,47
300	693669	9916491	3453,2
320	695291	9916738	3547,68

Anexo 10.- Cálculo de valores para la Evapotranspiración Potencial en la Microcuenca “Pise”

Altitud (msnm)	Coordenadas (UTM)		Evapotranspiración media Anual (ETP)
	X	Y	
90	676016	9899890	1492,80
100	679722	9901505	1491,82
110	679598	9904883	1490,77
120	679125	9907318	1493,16
130	680088	9907971	1490,58
140	683060	9910356	1490,00
150	681934	9910776	1489,61
160	684397	9912328	1487,00
170	686611	9908465	1485,90
180	685018	9908395	1470,00
200	685883	9911555	1455,90
220	687400	9910563	1450,80
240	688331	9913012	1445,60
260	690236	9915065	1439,37
280	693188	9915534	1391,16
290	694031	9915836	1313,60
300	693669	9916491	1183,05
320	695291	9916738	1053,90