



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS**

**“ESTUDIO DE LA MICROCUENCA DEL RÍO CHIQUICAHUA EN FUNCIÓN DE LA CANTIDAD, CALIDAD Y APROVECHAMIENTO HÍDRICO DE SUS AFLUENTES”.**

**Tesis de Grado Previo a la obtención del título de:**

**INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL**

**PAÚL IGNACIO AUCANCELA CONCHA**

**PAOLA CRISTINA CHILUIZA RAMOS**

**Riobamba - Ecuador**

**2011**

*Nuestro agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por facilitar nuestra educación superior.*

*A la Corporación Alemana de Desarrollo GTZ, en las personas de la Ing. Carla Gavilánez e Ing. Washington Chapalbay, por brindarnos la oportunidad y el apoyo necesario para el desarrollo de esta Tesis.*

*A la Dra. Gina Álvarez por su valioso aporte de conocimiento y colaboración en el desarrollo del presente trabajo, y por su tiempo, comprensión e invaluable amistad.*

*A la Dra. Magdy Echeverría por su colaboración y enseñanzas compartidas.*

*A la Ing. Karina Bautista por su cooperación, apoyo y amistad incondicional.*

*A nuestros familiares y amigos por su leal apoyo.*

A mis padres y hermanos por la paciencia y la ayuda brindada.  
Paúl

A Marianita, Yolanda y Pilar, mujeres de gran corazón y carácter. A Adrián que con su  
ternura trajo esperanza al hogar.  
Paola.

**HOJA DE FIRMAS**

**NOMBRE**

**FIRMA**

**FECHA**

**Dra. Yolanda Díaz**

-----

-----

**DECANA FAC. CIENCIAS**

**Dr. José Vanegas**

-----

-----

**DIRECTOR DE ESCUELA**

**Dra. Gina Álvarez**

-----

-----

**DIRECTORA DE TESIS**

**Dra. Magdy Echeverría**

**MIEMBRO DE TRIBUNAL**

-----

-----

**Dr. Celso Recalde**

**MIEMBRO DE TRIBUNAL**

-----

-----

**Sr. Carlos Rodríguez**

-----

-----

**DIRECTOR DEL CENTRO**

**DE DOCUMENTACIÓN**

**NOTA DE LA TESIS.**

-----

-----

***“Nosotros, Paúl Ignacio Aucancela Concha y Paola Cristina Chiliza Ramos somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis, y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenecen a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo”.***

---

**PAÚL IGNACIO AUCANCELA CONCHA**

---

**PAOLA CRISTINA CHILUIZA RAMOS**

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

A	Área
$\Delta T$	Cambio de temperatura
L/s	Caudal
Cm	Centímetro
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
ESPOCH	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
Fc	Factor de corrección
FPTLP	Fondo Páramo Tungurahua y Lucha Contra la Pobreza
C	Grados centígrados
GTZ	Siglas en alemán de Corporación Alemana de Desarrollo
X	Latitud
L	Litros
Y	Longitud
M	Metro
Msnm	Metros sobre el nivel del mar
$\mu$	Micras
Mg	Miligramos
ml	Mililitros
Min	Minutos
N	Normalidad
OD	Oxígeno Disuelto
Ppm	Partes por millón
Ph	Potencial de hidrógeno
Mm	Precipitación
S	Segundos
ST	Sólidos Totales
T	Temperatura
T	Tiempo
UFC	Unidades formadoras de colonias
NTU	Unidades técnicas nefelométricas
V	Velocidad

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	i
SUMMARY.....	ii
INTRODUCCIÓN.....	iii
ANTECEDENTES.....	iv
JUSTIFICACIÓN.....	v
OBJETIVOS.....	vi

### CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Cuenca Hidrográfica.....	1
1.1.1 Definiciones.....	3
1.1.2 Clases o tipos de cuencas.....	4
1.1.3 Diagnóstico de Cuencas Hidrográficas.....	5
1.1.4 Oferta y Demanda Hídrica.....	8
1.1.4.1 Oferta Hídrica.....	8
1.1.4.2 Demanda Hídrica.....	10
1.2 Uso actual y potencial de los Recursos Naturales.....	13
1.2.1 Recursos Naturales.....	13
1.2.1.1 Páramo.....	14
1.2.1.1.1 Páramos en el Ecuador.....	15
1.2.1.1.1.1 Clasificación de los Páramos en Ecuador.....	16
1.3 Calidad del Agua.....	19
1.3.1 Variabilidad de la calidad del agua.....	20
1.3.2 Parámetros Físico - Químicos y Microbiológicos a considerar en la calidad del agua.....	22
1.3.2.1 Oxígeno Disuelto.....	22
1.3.2.2 Temperatura del agua.....	23
1.3.2.2 pH.....	24
1.3.2.4 Demanda Bioquímica de Oxígeno.....	24
1.3.2.5 Turbidez.....	25
1.3.2.6 Nitratos.....	26
1.3.2.7 Fosfatos.....	27
1.3.2.8 Sólidos Totales.....	27
1.3.2.9 Coliformes Totales.....	28
1.3.3 Índice de Calidad del Agua.....	29
1.3.4 Macroinvertebrados Acuáticos.....	32
1.3.4.1 Macroinvertebrados y su uso en Índices Biológicos.....	35
1.3.4.1.1 Índice ETP.....	37
1.3.4.1.2 Índice BMWP/Col.....	38

## CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA.....	41
2.1 Métodos y Técnicas.....	41
2.1.1 Recopilación de Información.....	41
2.1.1.1 Contacto con instituciones de apoyo.....	41
2.1.1.2 Líderes Comunitarios.....	42
2.1.1.3 Selección de los puntos de monitoreo.....	42
2.1.1.3.1 Punto de Monitoreo.....	43
2.1.1.4 Información Ambiental.....	49
2.1.1.5 Información cartográfica.....	49
2.1.2 Caudales.....	50
2.1.2.1 Información Directa.....	50
2.1.2.2 Análisis de la Información.....	52
2.1.2.2.1 Elaboración de Hidrogramas.....	53
2.1.2.2.2 Oferta Hídrica.....	53
2.1.3 Muestreo.....	54
2.1.4 Índices de Calidad y Biológicos.....	56
2.1.4.1 Índice WQI.....	56
2.1.4.2 Índices Biológicos.....	58
2.1.4.2.1 Índices ETP.....	58
2.1.4.2.2 Índice BMWP/Col.....	59
2.2 Materiales y Equipos.....	59

## CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	60
3.1 Características del lugar.....	60
3.1.1 Localización.....	60
3.1.2 Ubicación Geográfica.....	60
3.1.3 Características Climáticas.....	61
3.1.4 Características de Flora y Fauna.....	61
3.2 Cálculos.....	62
3.2.1 Cálculos Caudales.....	62
3.2.2 Cálculos parámetros físico – químicos e Índices Biológicos.....	65
3.2.2.1 Demanda Bioquímica de Oxígeno.....	65
3.2.2.2 Oxígeno Disuelto.....	66
3.2.2.3 Sólidos Totales.....	68
3.2.2.4 Índices WQI, BMWP y ETP.....	69
3.3 Resultados y discusión de resultados.....	70
3.3.1 Actividades Antrópicas.....	70
3.3.1.1 Factores Antrópicos.....	71
3.3.1.2 Uso actual del suelo.....	72



3.3.2 Oferta Hídrica.....	74
3.3.2.1 Caudales y Precipitaciones.....	74
3.3.2.2 Oferta Hídrica del Río Chiquicahua.....	84
3.3.3 Calidad del Agua.....	87
3.3.3.1 Parámetros para determinación del Índice WQI.....	87
3.3.3.1.1 Oxígeno Disuelto.....	87
3.3.3.1.2 Coliformes.....	89
3.3.3.1.3 Potencial de Hidrógeno (pH).....	94
3.3.3.1.4 Temperatura.....	95
3.3.3.1.5 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> ).....	97
3.3.3.1.6 Turbidez.....	98
3.3.3.1.7 Nitratos.....	100
3.3.3.1.8 Fosfatos.....	101
3.3.3.1.9 Sólidos Totales.....	102
3.3.3.2 Índice de Calidad e Índices Biológicos.....	107
3.3.3.2.1 Índice de Calidad WQI.....	107
3.3.3.2.2 Índices Biológicos.....	110
3.3.4 Relación Calidad – Cantidad – Actividad Antrópica.....	117

#### CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	119
4.1 Conclusiones.....	119
4.2 Recomendaciones.....	121
 BIBLIOGRAFÍA.....	 122
ANEXOS.....	125

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I	Códigos de agua usados por las agencias de aguas	11
Tabla II	Criterios de calificación de índices de escasez	13
Tabla III	Parámetros para el cálculo del WQI	30
Tabla IV	Calidad según WQI del agua	30
Tabla V	Escala del índice de calidad del agua	31
Tabla VI	Macroinvertebrados acuáticos indicadores de buena calidad del agua	33
Tabla VII	Dípteros, Macroinvertebrados acuáticos, indicadores de aguas estancadas de baja calidad	34
Tabla VIII	Índices biológicos usados para estimar la tolerancia de los macroinvertebrados a los contaminantes	36
Tabla IX	Valores de Referencia del índice ETP (Roldan,2003)	38
Tabla X	Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para aplicar el índice BMWP/Col (Roldan,2003)	39
Tabla XI	Valores de Referencia del índice BMWP/Col (Roldan,2003)	40
Tabla XII	Determinación de los puntos de monitoreo	47
Tabla XIII	Técnicas de muestreo para Parámetros Físico-Químicos, Microbiológicos y Bentos.	55
Tabla XIV	Métodos y Técnicas para la determinación de los Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos	57

Tabla XV	Materiales y equipos utilizados en la investigación.	59
Tabla XVI	Ubicación geográfica de la microcuenca del Río Chiquicahua	60
Tabla XVII	Características climáticas en la microcuenca del Río Chiquicahua	61
Tabla XVIII	Datos para el cálculo del área de la primera sección del punto testigo	62
Tabla XIX	Datos para el cálculo del área de la segunda sección del punto Testigo	63
Tabla XX	Datos para el calcula del área de la tercera sección del punto Testigo	63
Tabla XXI	Datos para el calcula del área de la cuarta sección del punto Testigo	63
Tabla XXII	Valores obtenidos de Oxígeno Disuelto en el Río Chiquicahua	67
Tabla XXIII	Cálculo del Índice WQI para el punto Testigo	69
Tabla XXIV	Calculo de los índices BMWP y ETP para el punto Testigo	69
Tabla XXV	Valores de precipitación mensual de la estación pluviométrica Tamboloma	74
Tabla XX VI	Variación del caudal en los 5 meses de monitoreo	76
Tabla XXVII	Relación caudal en el punto Testigo vs. Precipitación de la zona	78
Tabla XXVIII	Relación caudal punto 2 vs. Precipitación de la zona	79
Tabla XXIX	Relación caudal punto 4 vs. Precipitación de la zona	81
Tabla XXX	Relación caudal punto 5 vs. Precipitación de la zona	82
Tabla XXXI	Demanda por usos de la microcuenca del Río Chiquicahua	84
Tabla XXXII	Índice de escasez respecto a la oferta	86
Tabla XXXIII	Resultados de Oxígeno Disuelto en los puntos de monitoreo	87

Tabla XXXIV	Resultados de Coliformes fecales encontrados en los puntos de monitoreo	89
Tabla XXXV	Resultados de pH promedio en los puntos de monitoreo	94
Tabla XXXVI	Resultados de Temperatura promedio en los puntos de monitoreo	96
Tabla XXXVII	Resultados DBO <sub>5</sub> en los puntos de monitoreo	97
Tabla XXXVIII	Resultados de Turbidez promedio en los puntos de monitoreo	99
Tabla XXXIX	Resultados promedio de Nitratos en los puntos de monitoreo	100
Tabla XL	Resultado promedio de Fosfatos en los puntos de monitoreo	101
Tabla XLI	Resultado de Sólidos Totales promedio en los puntos de monitoreo	102
Tabla XLII	Relación Oxígeno Disuelto vs. Cambio de Temperatura	104
Tabla XLIII	Relación Oxígeno Disuelto promedio vs. DBO <sub>5</sub> en los puntos de monitoreo	105
Tabla XLIV	Relación Sólidos Totales vs. Altura	106
Tabla XLV	Resultados del Índice de calidad del agua (ICA o WQI) encontrados en los puntos de monitoreo	108
Tabla XLVI	Resultados del Índice ETP en los puntos de monitoreo.	110
Tabla XLVII	Resultados del Índice BMWP en los puntos de monitoreo	112
Tabla XLVIII	Órdenes y Familias encontradas en la microcuenca del Río Chiquichua en los cinco meses de monitoreo	114
Tabla XLIX	Valores de los Índices WQI vs BMWP de los puntos de monitoreo del río Chiquichua	116
Tabla L	Valoración del cantidad-calidad identificación de actividades antrópicas en la microcuenca del Río Chiquichua	117

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Valores de la precipitación mensual de la estación pluviométrica Tamboloma	75
Gráfico 2	Variación de caudal en los 5 meses de monitoreo	77
Gráfico 3	Relación caudal en el punto 1 vs precipitación de la zona	78
Gráfico 4	Relación caudal en el punto 2 vs precipitación de la zona	79
Gráfico 5	Relación caudal en el punto 4 vs precipitación de la zona	81
Gráfico 6	Relación caudal en el punto 5 vs precipitación de la zona	83
Gráfico 7	Demanda por uso en la microcuenca del Río Chiquicahua	84
Gráfico 8	Variación del Oxígeno Disuelto en los puntos de monitoreo	88
Gráfico 9	Valores de coliformes fecales en el punto Testigo de Monitoreo	89
Gráfico 10	Valores de coliformes fecales en el punto Ch-02 de Monitoreo	90
Gráfico 11	Valores de coliformes fecales en el punto Ch-03 de Monitoreo	91
Gráfico 12	Valores de coliformes fecales en el punto Ch-04 de Monitoreo	92
Gráfico 13	Valores de coliformes fecales en el punto Ch-05 de Monitoreo	93
Gráfico 14	Variación de pH en los puntos de monitoreo	95
Gráfico 15	Variación de la temperatura promedio en los puntos de monitoreo	96
Gráfico 16	Variación de la DBO5 promedio en los puntos de monitoreo	98
Gráfico 17	Variación de la Turbidez promedio en los puntos de monitoreo	99
Gráfico 18	Variación de Nitratos promedio en los puntos de monitoreo	100

Gráfico 19	Variación de Fosfatos promedio en los puntos de monitoreo	102
Gráfico 20	Variación de Sólidos Totales promedio en los puntos de monitoreo	103
Gráfico 21	Relación de Oxígeno Disuelto promedio vs Cambio de Temperatura en los puntos de monitoreo	104
Gráfico 22	Relación de Oxígeno Disuelto promedio vs DBO <sub>5</sub> en los puntos de monitoreo	105
Gráfico 23	Relación de sólidos Totales vs altura en los puntos de monitoreo	107
Gráfico 24	Resultados del Índice de calidad del agua (ICA o WQI) en los puntos de monitoreo	108
Gráfico 25	Variación del Índice ETP en los puntos de monitoreo	110
Gráfico 26	Variación del Índice BMWP en los puntos de monitoreo	112
Gráfico 27	Relación de los índices WQI vs BMWP de los puntos de monitoreo del Río Chiquicahua	116

## ÍNDICE FIGURAS

Figura 1	La cuenca Hidrográfica como sistema, sus elementos e interacciones	2
Figura 2	Croquis de tamaños relativos de cuenca, subcuenca y microcuenca	5
Figura 3	Ubicación de los puntos de monitoreo de la microcuenca del Río Chiquicahua	48
Figura 4	Pisos altitudinales de la microcuenca del Río Chiquicahua	72

## ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1	Reunión con los técnicos GTZ, ESPOCH y Fondo Paramos Tungurahua	41
Foto 2	Contacto con los líderes comunitarios	42
Foto 3	Reconocimiento y selección de los puntos de muestreo	43
Foto 4	Punto Testigo de la microcuenca del Río Chiquicahua	44
Foto 5	Punto Ch-02 de la microcuenca del Río Chiquicahua	44
Foto 6	Punto Ch-03 de la microcuenca del Río Chiquicahua	45
Foto 7	Punto Ch-04 de la microcuenca del Río Chiquicahua	46
Foto 8	Punto Ch-05 de la microcuenca del Río Chiquicahua	46
Foto 9	Toma de muestras	54
Foto 10	Trabajo en el laboratorio de conteo e identificación de macroinvertebrados	56
Foto 11	Explotación maderera de la zona	71
Foto 12	Uso del suelo microcuenca alta del Río Chiquicahua	73
Foto 13	Uso del suelo zona media baja del Río Chiquicahua	74
Foto 14	Punto 1 del Río Chiquicahua en el mes de Noviembre	79
Foto 15	Concesión acequia Chiquicahua	80
Foto 16	Punto 2 del Río Chiquicahua en el mes de Octubre	80
Foto 17	Punto 4 del Río Chiquicahua en el mes de Octubre	82
Foto 18	Punto 5 del río Chiquicahua en el mes de Noviembre	83



Foto 19	Afluente del punto Ch-02 del río Chiquicahua	88
Foto 20	Presencia de ganado en el segundo monitoreo del punto Testigo	90
Foto 21	Actividad ganadera en el punto Ch-02 del Río Chiquicahua	91
Foto 22	Lavado de vegetales, punto Ch-03 del Río Chiquicahua	192
Foto 23	Asentamientos humanos cercanos al punto Ch-04	93
Foto 24	Río Chiquicahua en la desembocadura con el Río Ambato	93
Foto 25	Microcuenca alta del Río Chiquicahua	109
Foto 26	Microcuenca media-baja del Río Chiquicahua	109
Foto 27	Órdenes ETP encontrados en el Río Chiquicahua	111

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1	Matrices de identificación de actividades antrópicas	125
Anexo 2	Mapa de Isotermas de la microcuenca del Río Chiquicahua	131
Anexo 3	Mapa del Índice WQI en la microcuenca del Río Chiquicahua obtenido durante el estudio	132
Anexo 4	Mapa del Índice ETP en la microcuenca del Río Chiquicahua obtenido durante el estudio	133
Anexo 5	Mapa del Índice BMWP en la microcuenca del Río Chiquicahua obtenido durante el estudio	134
Anexo 6	Secciones del río en los puntos de monitoreo	135
Anexo 7	Hoja de campo para el cálculo de caudales	140
Anexo 8	Mapa de concesiones en la microcuenca del Río Chiquicahua	141
Anexo 9	Mapa de la ubicación geográfica de la microcuenca del Río Chiquicahua	142
Anexo 10	Mapa de límites de la microcuenca del Río Chiquicahua	143
Anexo 11	Interpolación de temperatura y Oxígeno para obtención de % de saturación de OD	144
Anexo 12	Uso actual del suelo de la microcuenca del Río Chiquicahua	145
Anexo 13	Resultados de laboratorio de parámetros físico - químicos y microbiológicos	146

## RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en la microcuenca del Río Chiquicahua, en la subcuenca del Río Ambato en la provincia de Tungurahua y tiene como objetivo estudiar la calidad, cantidad y aprovechamiento hídrico, con la aplicación de Índices de Calidad (WQI) e Índices Biológicos (ETP y BMWP), así como la identificación de las actividades antrópicas que se desarrollan en los diferentes pisos altitudinales, para cubrir la necesidad de información en esta microcuenca.

Se puede evidenciar que la microcuenca alta no se encuentra de mayor forma intervenida, sin embargo el crecimiento poblacional y el sobrepastoreo está propiciando el traspaso de la frontera agrícola. En microcuenca media – baja se encuentra el desarrollo de diferentes actividades antrópicas en su mayoría agricultura y ganadería.

La oferta hídrica de la microcuenca es alta con respecto a la demanda, el total de concesiones es destinado para riego.

Los resultados obtenidos para calidad del agua en la zona alta de la microcuenca, según los Índices son: WQI BUENA, ETP REGULAR, BMWP ACEPTABLE. La zona media según los Índices presenta los siguientes resultados: WQI BUENA, ETP REGULAR y BMWP DUDOSA, mientras que en la zona baja se obtienen resultados como: WQI BUENA, ETP BUENA y BMWP es ACEPTABLE.

La microcuenca se encuentra en condiciones buenas de calidad y cantidad, sin embargo las actividades antrópicas afectan estas condiciones en los diferentes pisos altitudinales, lo que amerita a la toma de decisiones que ayuden a la conservación de este ecosistema.

## **SUMMARY**

The present investigation was developed at the micro-basin of the Chiquicahua River in the sub-basin of the Ambato River, in Tungurahua province and It deals with studying quality, quantity and hydraulic use and the application of Quality Indexes (WQI) and Biological Indexes (ETP and BMWP) as well as the identification of anthropic activities developed at the different altitude levels, to meet the need of information in this micro-basin.

It can be seen that the high micro-basin is not highly intervened; however, the population growth and the over-pasturing is fostering the trespassing from the agricultural frontier. In the middle-low micro-basin there are the different anthropic activities mainly agriculture and livestock. The hydraulic supply of the micro-basin is high as compared to demand; the total of concessions are used in irrigation.

The results obtained for water quality in the high zone of the micro-basin, according to the indexes are: WQI -GOOD, ETP- REGULAR and BMWP- ACCEPTABLE. The middle zone according to the indexes oresents the following results: WQI-GOOD, ETP-REGULAR and BMWP- DUBIOUS, while in the low zone results such as: WQI-GOOD, ETP-GOOD and BMWP are ACCEPTABLE.

The micro-basin is in good quality and quantity conditions; however, the anthropic activities affect these conditions at the different altitude levels, what he deserves to take of decisions that help to the conservation of this ecosystem.

## INTRODUCCIÓN

Los páramos son ecosistemas únicos de las altas montañas, poseen un alto valor ecológico y ambiental por los servicios que le ofrece al hombre para su bienestar. Además la diversidad que ofrece el páramo como ecosistema tiene valores intrínsecos que hay que recalcar: valores hídricos, éticos, estéticos, económicos y los invaluable servicios ambientales que estos prestan.

La ampliación de la frontera agrícola en ecosistemas frágiles, el inadecuado manejo de suelos en la zona agrícola, la degradación y contaminación de las fuentes de agua, las quemas y sobre pastoreo, son los factores que agudizan la problemática, como los conflictos cada vez más frecuentes en torno al agua.

Estas cuencas y microcuencas, tradicionalmente han sido valoradas por el agua de riego y consumo humano, lo que genera distintos niveles de presión de estos dos usos y sus actores sobre los frágiles ecosistemas en los cuales están las fuentes. Paralelamente, se evidencia la creciente demanda de agua de las comunidades que habitan en estos lugares y demás centros poblados para agua de consumo humano.

Ecuador cuenta con 80 cuencas hidrográficas (SICA, 2002), la intervención y su mal manejo ha llevado a un estado deplorable que afortunadamente ha producido la preocupación de instituciones y comunidades para unificar esfuerzos que permitan ejecutar programas de recuperación de las cuencas destruidas, la conservación de aquellas que se encuentren en condiciones aceptables de intervención, el manejo armónico con la naturaleza de las que aún no han sido interpuestas.

## ANTECEDENTES

El páramo ecuatoriano es reconocido por su gran riqueza biológica y por ser el único ecosistema natural regulador de aguas, debido principalmente a la gran capacidad de acumulación de materia orgánica en el suelo y a la morfología de ciertas plantas que actúan como una verdadera esponja.

Lamentablemente, el agua está disminuyendo en muchas zonas y regiones del planeta. Según el WWC (1996) en 1950, sólo 12 países con 20 millones de habitantes padecieron escasez de agua, en 1990 fueron 26 países con 300 millones de habitantes, hacia 2050 se calcula que el problema afectará a 65 países con 7 000 millones de habitantes, es decir alrededor del 60 por ciento de la población mundial, principalmente en los países en desarrollo<sup>1</sup>.

La GTZ es una agencia ejecutora de proyecto y programas de desarrollo, cuyos mandatos provienen en su mayoría del Ministerio Federal de Cooperación Económica y de Desarrollo (BMZ). La GTZ en el Ecuador en el transcurso de más de tres décadas de cooperación ha brindado los servicios de asistencia técnica en la ejecución de proyectos en distintos campos.

El Programa GESOREN (Gestión Sostenible de los Recursos Naturales) de la GTZ se interesa en un desarrollo sustentable y armónico con el ambiente de los sectores rurales. En ese marco, la presente investigación surge de la necesidad de conocer cómo las prácticas agropecuarias y los asentamientos humanos, afectan al recurso agua en la microcuenca del Río Chiquicahua.

---

<sup>1</sup> Tomado del Informe sobre el Desarrollo del Agua a nivel mundial del Consejo Mundial del Agua (World Water Council – WWC)

## JUSTIFICACIÓN

La microcuenca del río Chiquicahua, al igual que otras microcuencas, podría soportar un acelerado proceso de la reducción de sus ecosistemas naturales como la disminución de los caudales, la calidad del agua, la fertilidad de terreno, su capacidad de retención; situación que se origina debido a las prácticas antrópicas en la zona realizadas sin conocimientos de preservación o sin la debida regulación.

Esta propuesta surge a razón de la falta de información que permita conocer si las prácticas humanas en la microcuenca del río Chiquicahua, son decisivas en el ciclo de almacenamiento hídrico y en la pérdida de la calidad de sus afluentes. Persigue como propósito, a través de muestreos periódicos, contar con información válida de la disponibilidad real de este recurso y como los ecosistemas al ser alterados o destruidos por actividades antrópicas se ven afectados en los proceso de regulación hídrica.

El programa GESOREN de la GTZ dentro de sus objetivos se plantea buscar que la población rural aplique estrategias y métodos para el manejo sostenible de los recursos. El interés de la organización es apoyar e impulsar el desarrollo del presente proyecto con apoyo técnico y financiero. Por tanto este estudio y su análisis servirán como una herramienta que permita promover un mejor aprovechamiento, control, protección y conservación de los recursos naturales existentes, con el fin evitar el deterioro del agua en la microcuenca Río Chiquicahua.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Realizar el estudio de la microcuenca del Río Chiquicahua en función de la cantidad, calidad y aprovechamiento hídrico de sus afluentes.

### **Específicos**

- a. Identificar los puntos más representativos de monitoreo en las fuentes de agua existentes en la microcuenca del Río Chiquicahua, en el período julio – noviembre del 2010.
- b. Caracterizar la influencia de las actividades antrópicas predominantes en la microcuenca del Río Chiquicahua.
- c. Establecer la oferta hídrica de la microcuenca del Río Chiquicahua, en diferentes condiciones de aprovechamiento de los recursos naturales.
- d. Calificar la calidad del agua utilizando los índices de calidad WQI y biológicos por bioindicadores (Índices ETP y BMWP).



# **CAPITULO I**

# **1. MARCO TEÓRICO**

## **1.1 Cuenca Hidrográfica**

El concepto de cuenca desarrollado por el uso de agua, hoy es componente de muchas disciplinas del conocimiento entre ellas la ecología. En la práctica y dependiendo de su grado de intervención con actividades agropecuarias, la cuenca se ha transformado en un Agroecosistema. La cuenca se presta para el estudio de ecosistemas naturales y, como unidad para la planificación para la gestión del desarrollo.

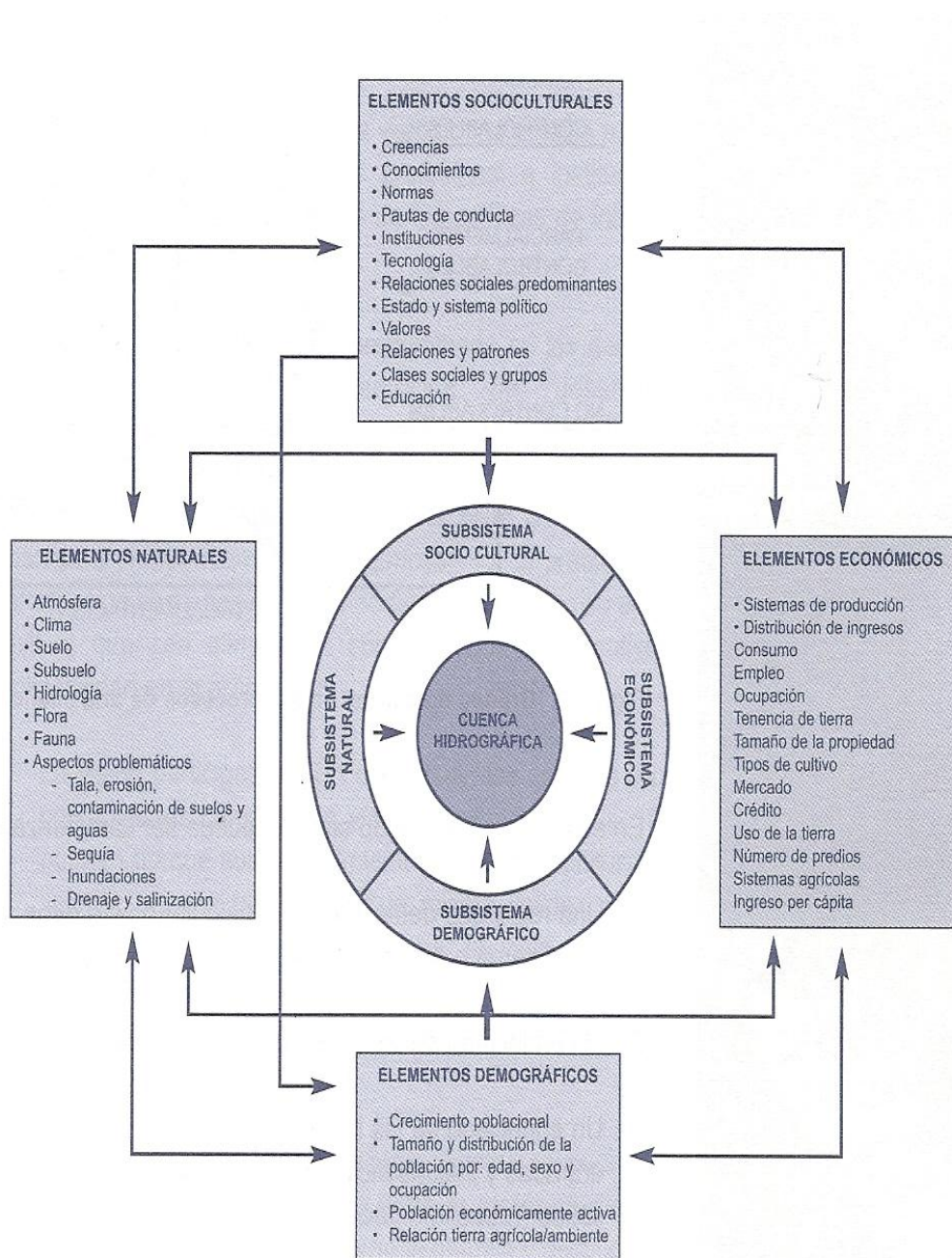
En la estructura y dinámica de una cuenca hidrográfica se encuentran las características típicas de un sistema, como: entradas y salidas de energía, límites definidos, estructura interna de subsistemas jerarquizada, partes que no cambian mayormente en el tiempo, objetivos, entre otros. (ZURY, 2004)

Los insumos naturales que entran al agroecosistema son: la energía solar, hídrica y eólica, y los gases como el CO<sub>2</sub>; los insumos externos que ingresan depende de cada sector, en zonas de agricultura tradicional son mínimos, principalmente: productos veterinarios, semillas y alimentos elaborados; sin embargo, la acción humana está presente en todas las cuencas hidrográficas. (CABRERA Y ROJAS, 2002)

En la dinámica sistemática de una cuenca hidrográfica todos sus componentes interactúan armónicamente entre sí; en el análisis es de gran importancia considerar la interacción de cada uno de sus elementos consecutivos como un conjunto de partes estrechamente interconectadas, en el cual hay que tener claro la relación entre sus partes, esto permitirá llegar a conocer y comprender la dinámica real de la cuenca, en

donde la suerte de cada uno de los elementos depende de lo que ocurra con los otros.  
(VASQUÉZ, 1997).

Figura 1. La cuenca hidrográfica como sistema, sus elementos e interacciones



Fuente: Vásquez, 1997

### 1.1.1 Definiciones

Es una unidad hidrológica que ha sido descrita y utilizada como unidad físico-biológica y también, en muchas ocasiones, como una unidad socioeconómica-política para la planificación y ordenación de los recursos naturales. No hay tamaño definido de cuenca, puede tener una dimensión de varios miles de kilómetros hasta la de pocos kilómetros cuadrados. (SHENG, 1992)<sup>2</sup>

El área que recoge la lluvia que alimenta una corriente se conoce con el nombre de cuenca. (TAMAYO, 1949).

La cuenca hidrográfica es un sistema ambiental organizado, de relaciones complejas al interior y exterior de ella, en donde los componentes (naturales, socioeconómicos y culturales) están definidos por estructuras y procesos que conforman un sistema de sustentación adaptado. (DE MOYA, 1992).

Un concepto actual emitido por Escobar (2003) en el Tercer Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas, señala que “la cuenca no es solo un ámbito geográfico, ella acoge una población humana que aprovecha los recursos que hay en ella, ese uso genera a menudo conflictos en un escenario que es social y económico y requiere también mecanismos de concertación. En este sentido, la cuenca debe ser considerada como una unidad de planificación, en ella los habitantes deben ser los actores protagónicos y sus organizadores comunitarios deben constituirse en la base de desarrollo local”.

---

<sup>2</sup> SHENG T.C. 1992. Manual de Campo para la Ordenación de Cuencas Hidrográficas. Estudio y Planificación de cuencas. Guía FAO Conservación.

De acuerdo a INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA INE (2005), las cuencas hidrológicas son unidades morfológicas integrales y además de incluir todo el concepto de cuenca hidrográfica, abarcan en su contenido, toda la estructura hidrogeológica subterránea del acuífero como un todo.

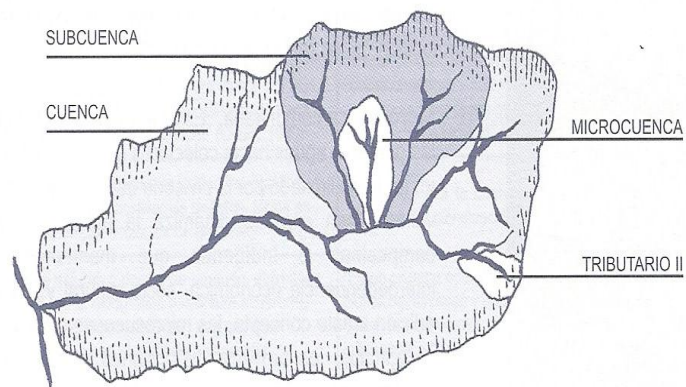
Cualquier afluente de los ríos estudiados supone un aporte de caudal permanente o estacional, que varía las condiciones hidráulicas del cauce principal desde el momento de su confluencia en éste. Por este motivo, los tramos principales a definir no pueden quedar divididos por afluentes o manantiales importantes (SANZ *et al.*, 1999).

### **1.1.2 Clases o tipos de cuencas**

En la cuenca, de acuerdo a clasificaciones hidrológicas, existe unidades intermedias denominadas subcuencas que tienen entre 150 a 1000 kilómetros cuadrados, donde las aguas superficiales y subterráneas alimentan a las cuencas, por lo general las componen aquellas cuencas de segundo orden en adelante.

Microcuenca es el área natural receptora de montaña donde fluyen las primeras aguas hacia los colectores comunes de orden mayor, está circunscrita a un territorio limitado por la divisoria de aguas o filos de cerros, las laderas y los valles y, en ella, se dinamiza la actividad cotidiana de las comunidades campesinas e indígenas que mantienen permanente interacción e interdependencia económica, socio-cultural y ambiental. (ZURY *et al.*, 1996)

Figura 2. Croquis de tamaños relativos de cuenca, subcuenca y microcuenca



*Fuente: ZURY, 1996*

Existen otras unidades menores que están localizadas en el interior de las microcuencas. Estas unidades toman varios nombres que van desde el punto de vista teórico se las conoce como tributarios, mientras que los campesinos las denominan quebradas, vertientes u ojos de agua.

### **1.1.3 Diagnóstico de Cuencas Hidrográficas**

Comprende la caracterización, clasificación, especialización, síntesis y evaluación integral del territorio, bajo las dimensiones: biofísica, económica, sociocultural, político administrativa, infraestructura funcional, que permita explicar la realidad local.

Esta etapa incluye las actividades de recolección, clasificación, análisis, valoración y evaluación de la información de fuentes primarias y secundarias, soportada en el

trabajo articulado del equipo técnico y de la participación activa de los actores públicos, privados y comunitarios.

Como complemento de esta etapa se deben desarrollar Mesas de Trabajo y Talleres de Convocatoria amplia, como elementos centrales de discusión, participación y direccionamiento del Plan de Ordenamiento Territorial.

#### **a) Diagnóstico participativo**

El diagnóstico permite interpretar la situación actual de una localidad, para establecer la relación causa-efecto y concluir en una síntesis de problemas, necesidades y potencialidades de la localidad y su área de influencia. El diagnóstico es la base de un proceso de planificación, pues permite definir donde y como intervenir para obtener mejores resultados. Además el diagnóstico es un instrumento vital para adoptar decisiones informadas, disminuir el riesgo y optimizar el uso de los recursos.

El diagnóstico debe ser elaborado de manera minuciosa y objetiva, de tal forma que no sea utilizado solamente por técnicos, sino fundamentalmente por quienes tienen la oportunidad de tomar decisiones (ENDARA *et al*, 1998).

El diagnóstico tiene dos niveles, el primero brinda información general y el segundo profundiza con otros elementos de información el detalle de la realidad local.

El diagnóstico se realiza conjuntamente con las comunidades lo que permite definir los problemas de los grupos específicos como: adultos, jóvenes, niños, etc. (ENDARA *et al*, 1998).

La realización del diagnóstico participativo es de gran importancia porque necesitamos obtener los conocimientos necesarios antes de planificar e intervenir, y es imprescindible conocer los diferentes puntos de vista que existan sobre la realidad del sector. El proceso del diagnóstico participativo toma algún tiempo y se debe seguir algunos pasos:

- Identificar el problema, la pregunta central.
- Plan de diagnóstico
- Recoger la información
- Procesar la información
- Generación de resultados (BURGWAL *et al*, 1999).

## **b) Herramientas del diagnóstico**

- **Grupos focales**

Una reunión de un grupo de individuos seleccionados por los investigadores para discutir y elaborar, desde la experiencia personal, una temática o hecho social que es objeto de investigación. Erróneamente, los grupos focales generalmente son considerados una modalidad de talleres participativos por lo cual es importante hacer una distinción entre ellos.

Los talleres participativos implican la participación de un número de personas y el énfasis está puesto en el desarrollo de preguntas y respuestas entre los capacitadores y los participantes. En cambio, los grupos focales requieren de procesos de interacción, discusión y elaboración de unos acuerdos dentro del grupo acerca de unas temáticas



que son propuestas por el investigador. Por lo tanto el punto característico que distingue a los grupos focales es la participación dirigida y consciente y unas conclusiones producto de la interacción y elaboración de unos acuerdos entre los participantes.

#### **1.1.4 Oferta y Demanda Hídrica**

##### **1.1.4.1 Oferta Hídrica**

Oferta Hídrica es la cantidad correspondiente a la estimación del caudal de los ríos principales de cada microcuenca, sin tomar en cuenta la distinta capacidad de infiltración según el tipo de suelo en las distintas partes de la subcuenca y según su ubicación: en la parte superior, media o baja de la cuenca. Con los datos climatológicos de estaciones meteorológicas aledañas a la microcuenca, como precipitación y evaporación y evapotranspiración se hace un análisis al respecto.

La oferta total de la microcuenca se obtiene mediante la sumatoria entre la oferta hídrica y la demanda que cada microcuenca.

Los resultados de esta etapa de cuantificación se ajustan considerando una reducción de la oferta real del 40%, (avalado por la UNESCO) representado en caudal para mantener el régimen hidrológico mínimo y sostenimiento de los ecosistemas y en las limitaciones en la disponibilidad de agua para diferentes usos por las alteraciones de la calidad del recurso hídrico. Con esta reducción se obtiene la oferta hídrica neta.

## **a) Caudales**

El caudal de un río, es decir la cantidad de agua que fluye a través de una sección transversal, se expresa en volumen por unidad de tiempo.

El caudal en un tiempo dado puede medirse por varios métodos diferentes y la elección del método depende de las condiciones de cada sitio (OMM, 1994).

La medición del caudal en ríos, arroyos y canales se puede hacer con base en varios procedimientos. A continuación se menciona el método de flotador.

- **Procedimiento con el Método Del Flotador**

El método del flotador se utiliza cuando no se tiene equipos de medición y para este fin se tiene que conocer el área de la sección y la velocidad del agua, para medir la velocidad se utiliza un flotador con él se mide la velocidad del agua de la superficie, pudiendo utilizarse como flotador cualquier cuerpo pequeño que flote: como un corcho, un pedacito de madera, una botella lastrada, Este método se emplea en los siguientes casos:

- A falta de correntómetro.
- Excesiva velocidad del agua que dificulta el uso del correntómetro.
- Presencia frecuente de cuerpos extraños en el curso del agua, que dificulta el uso del correntómetro.
- Cuando peligra la vida del que efectúa el aforo.

- Cuando pelagra la integridad del correntómetro.

Él calculo consiste en:

$$Q = A * v * fc$$

$$v = e/t$$

Dónde:

$v$  = velocidad en m / s

$e$  = espacio recorrido en m del flotador

$t$  = tiempo en segundos del recorrido e por el flotador

$A$  = Área de la sección transversal

$fc$  = 0.66 factor de corrección para río o quebradas, en caso de uso del método del flotador

$Q$  = Caudal

#### **1.1.4.2 Demanda hídrica**

La demanda hídrica de la subcuenca depende de los usos de agua. Se han identificado cuatro usos principales: Doméstico, Riego, abrevadero e industrial.

Los seres humanos utilizan intensivamente el recurso hídrico tanto para sus necesidades biológicas y culturales básicas como para las diferentes actividades económicas. Cada uno de los diferentes usos tiene unos requerimientos de calidad o características físico químicas y biológicas particulares, por lo cual el análisis de oferta y demanda no puede realizarse exclusivamente en términos cuantitativos de rendimientos o caudales.

Aunque el mayor uso de agua tiene lugar en las actividades agropecuarias los aspectos más críticos de disponibilidad tienen relación con sus usos para el abastecimiento de agua potable para la población, para los procesos industriales y para la generación de energía eléctrica.

Tabla I. Códigos de agua usados por la agencias de aguas.

<b>CÓDIGOS FUENTE USO</b>			
<b>Código</b>	<b>Tipo de fuente</b>	<b>Código</b>	<b>Tipo de uso</b>
E	Estero (est)	A	Abrevadero
G	Galería (gal)	T	Balneología - termal
L	Laguna (lag)	C	Camaroneras
P	Pozo	D	Uso domestico
Q	Quebrada (qda)	H	Hidroelectricidad
R	Río	I	Industria

Continuación...Tabla I. Códigos de agua usados por la agencias de aguas.

<b>Código</b>	<b>Tipo de fuente</b>	<b>Código</b>	<b>Tipo de uso</b>
V	Vertiente (vte)	O	Otros usos
M	Mar	P	Agua potable
U	Remanente (reman)	R	Riego
O	Otras fuentes	M	Aguas minerales
A	Acequia (acq)	S	Piscícolas
C	Canal (can)	F	Fuerza electromecánica
D	Drenaje (dren)	T	Termal

*Fuente: SENAGUA*

Para los análisis de oferta y demanda del sector agropecuario debe tenerse en cuenta que buena parte de la producción es realizada en condiciones de secano lo cual quiere decir que aprovecha directamente el recurso hídrico procedente de la precipitación principalmente.

El Índice de Escasez, representa la demanda como porcentaje de la oferta, para su evaluación se tiene las categorías descritas en la tabla II.

Tabla II. Criterios de clasificación del índice de escasez.

<b>Categoría</b>	<b>Índice de escasez</b>	<b>características</b>
No significativo	menor 1%	Demanda no significativa en relación a la oferta
Mínimo	1 - 10%	Demanda muy baja con respecto a la oferta
Medio	11 - 20%	Demanda baja con respecto a la oferta
Medio alto	21 -50%	Demanda apreciable
Alto	mayor 50%	Demanda alta con respecto a la oferta

Fuente: <http://www.unesco.org.uy/phi/libros/VIJornadas/A13.pdf>

## **1.2 Uso actual y potencial de los Recursos Naturales**

### **1.2.1 Recursos Naturales**

Se define como recurso natural a todo elemento que se toma de un ecosistema natural o modificado y que satisface necesidades humanas, de una sociedad particular, en un lugar y en un momento determinado.

Los elementos de la naturaleza se convierten en recursos naturales a medida en la que una sociedad los valora.

Los recursos naturales y las interacciones dinámicas que estos tienen se desarrollan en ecosistemas. Los ecosistemas reúnen los factores bióticos y abióticos en el ambiente, se trata por lo tanto, de una unidad compuesta por organismos interdependientes.

Los ecosistemas son sistemas complejos, por lo que cualquier variación que ocurra en uno de sus componentes traerá consecuencias en todos los demás componentes. Por esa razón es importante saber las distintas relaciones que se establecen entre los seres vivos y su entorno.

Los límites de los ecosistemas terrestres pueden distinguirse a partir del tipo de vegetación predominante. Tal el caso de los bosques, con sus numerosos árboles donde las copas forman un estrato, o del páramo donde abundan los pajonales. Los accidentes geográficos que ofrecen una montaña, una playa o un lago son también una ayuda para establecer los límites de un ecosistema.

Es de interés el ecosistema páramo, los recursos e interacciones que en él se desarrollan y de la manera en la que su conservación ayuda de manera importante al recurso hídrico.

#### **1.2.1.1 Páramo**

El páramo es un ecosistema natural sobre el límite de bosque cerrado en los Andes, dominado por pajonales, rosetales, arbustales, humedales y pequeños bosquetes.

Es un ecosistema de clima frío, es muy frágil y su potencial para el uso productivo es limitado. Sin embargo, mucha gente de una gran riqueza cultural pero con pobreza económica está aprovechando los recursos de este paisaje. Al mismo tiempo, una gran población aguas abajo lo está aprovechando indirectamente, aunque de manera sustancial, especialmente a través de su servicio ambiental hídrico (MENA Y HOFSTEDE, 2002).

El Páramo es un ecosistema "tropical de altura" (Astudillo y otros, 2000) rico en biodiversidad, espacio de vida de muchas plantas, especies, genes, con gran diversidad de paisajes. Alberga a muchas comunidades, las cuales lo utilizan como espacio de vida para actividades productivas de tipo agropecuario, y como generador de agua de la cual dependen las poblaciones tanto para el consumo como para el riego. Este concepto recoge la diversidad de conceptos desarrollados en los diferentes estudios, según las visiones ligadas a la cultura, al uso que se le ha asignado histórica y actualmente, sea este uso con fines económicos, productivos o de conservación.

El páramo es un ecosistema regulador del recurso hídrico sometido a fuertes presiones, avance de la frontera agrícola para actividades agropecuarias, quemas, construcción de infraestructuras como embalses y acequias (VILLOTA, 2006).

#### **1.2.1.1.1 Páramos en el Ecuador**

Los páramos en Ecuador han sido usado y modificado desde tiempos inmemoriales, cumple un rol fundamental, destacándose su importancia social como espacio de vida, en el que se realizan actividades agrícolas y ganaderas. Ecosistema frágil, el páramo juega un rol ecológico fundamental como hábitat de innumerables especies (flora endémica y paisaje único), como captador y fuente de agua, para las poblaciones del páramo e inclusive de las ciudades. (LASSO, 2009)

Cumple con varias funciones, es un ecosistema que genera vida, es un territorio de altura en el que viven algunas comunidades. Los páramos ecuatorianos son parte de la



historia agraria, que debido al crecimiento de la población, han sido ocupados por los campesinos. (VILLOTA Y ECHEVERRÍA, 2006).

Los páramos ecuatorianos es un ecosistema de gran diversidad dada por condiciones de tipo geográfico, ecológico, así como diferencias que se han dado por su proceso histórico, por el uso y las modificaciones que el ser humano ha hecho en este ecosistema.

Estas diferencias son importantes pues nos permiten visualizar este ecosistema desde diferentes aspectos y comprender mejor su problemática, sus fortalezas y debilidades.

Para poder identificar estos aspectos se propone ver las características geográficas de éste hábitat: clima, altitud y biodiversidad.

#### **1.2.1.1.1 Clasificación de los Páramos en el Ecuador**

De las definiciones se deduce que, el páramo es un sistema complejo, lo que impide el establecimiento de una clasificación única y definitiva. En la información recopilada de los estudios se propone clasificaciones/categorizaciones de acuerdo a la posición geográfica, el clima y la vegetación. Esta zonificación es una primera clasificación que no recoge aspectos de tipo social ni económico.

##### **a) Posición Geográfica**

Se ha establecido una clasificación de los páramos en Ecuador según su posición latitudinal en los Andes, considerándolos de esta manera en páramos ubicados en los Andes del norte, centro y sur, los páramos ubicados en las provincias de Carchi,

Imbabura, Pichincha como Páramos de la Sierra norte; los de las provincias de Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar y Chimborazo como páramos de la Sierra centro y los páramos de Cañar, Azuay y Loja como Páramos de la Sierra sur<sup>3</sup>.

#### **b) Altitud**

Las altitudes entre las que se encuentran este ecosistema típicamente varían bastante pero en términos generales, se encuentra sobre la línea de bosques continuos (bosques andinos) y llega hasta donde pueden existir plantas por debajo las nieves perpetuas. En el Ecuador se usa comúnmente la altitud de 3500 msnm como límite inferior, pero las condiciones geológicas, climáticas y antrópicas hacen que este límite varíe mucho de allí que se encuentran páramos desde los 2800 msnm, especialmente en el sur del país, así como también bosques cerrados hasta por sobre los 4000 msnm (MEDINAY HOFSTEDE, 2002).

#### **c) Condiciones Climáticas**

El clima durante el año es estable, pero hay una diferencia muy marcada entre el día y la noche, lo que se puede resumir en "verano todos los días, e invierno todas las noches." (HEDBERG, 1979).

#### **d) Vegetación**

Los páramos forman parte de una notable biodiversidad a escala de ecosistemas que se presenta en el Ecuador gracias a tres factores principales: la situación ecuatorial, la presencia de la cordillera de los Andes y otras sierras menores, la existencia de una fuente perhúmeda amazónica y de varias corrientes marinas frías y cálidas frente a las

---

<sup>3</sup> Clasificación utilizada en el proceso de capacitación en la Sistematización de las tesis sobre Páramos Camaren – AVSF promociones 2006 - 2007

costas. Dada la gran altitud y por esto las bajas temperaturas y la alta incidencia de neblina e irradiación solar, el clima es muy extremo para los seres vivos presentes. No obstante su gran altitud y sus extremas condiciones climáticas, los páramos muestran una notable pluralidad de seres vivos en varios grupos especialmente plantas, aves, anfibios y mamíferos. (ULLOA Y JORGENSEN, 1995).

La vegetación de los páramos es diversa sin embargo se puede encontrar principalmente: pajonales típicos, especies de pastos, árboles, arbustos, pantanos, bosques y bosquetes. En la provincia del Carchi se encuentran poblaciones de frailejones, igual y excepcionalmente en los Llanganates en los Andes Centrales.

A más de estos aspectos sería necesario considerar el drenaje, vertiente que ocupa en el páramo (hacia la costa vertiente occidental u hacia la Amazonia vertiente Oriental, así como las vertientes internas), sin embargo esta información se encuentra en muy pocos estudios por lo que ésta no se ha analizado.

Con la información extraída de algunos estudios en relación a estos aspectos y una propuesta de zonificación establecida por Mena y Hofstede y utilizada en varios estudios para caracterizar la zona, se propone la siguiente clasificación:

- Páramos de frailejones dominados por *Espeletia pycnophylla* en las provincias limítrofes con Colombia y en una población aberrante en el centro del país (Llanganates);
- Páramos húmedos con ciénagas, humedales, lagunas, pajonales y almohadillas y con una precipitación entre 2000 - 3000 mm;

- Páramos semi-húmedos con humedales y una precipitación entre 800 - 1000 mm;
- Páramos secos sobre arenales, o rocas donde la paja más común (*Calamagrostis intermedia*) es remplazada en gran parte por *Stipa ichu* ;
- Superpáramo en las montañas más altas, donde pocas especies vegetales pueden sobrevivir a las condiciones edáficas y climáticas sobre los 4.200 m.s.n.m;
- Páramos de altura ubicados entre 3600 - 4000 m.s.n.m, con una precipitación promedio entre 600 - 1000 mm;
- Páramos secos de altura media ubicados entre 2800 - 3500 m.s.n.m con una precipitación promedio de 500 - 700 mm.

### **1.3 Calidad del Agua**

La calidad del agua es un término usado para describir las características químicas, físicas y biológicas del agua.

El criterio de calidad del agua depende directamente de la utilización que se le vaya a dar a dicha agua. Muchas de las características físico-químicas y bacteriológicas requeridas para determinado uso son características adoptadas para propósitos generales. Así, por ejemplo, es condición generalmente aceptada que un suministro de agua público, para uso doméstico e industrial, debe ser claro, libre de minerales que produzcan efectos biológicos o fisiológicos indeseables y carente de organismos patógenos.

Existen diferentes términos para describir la calidad del agua, por lo que resulta conveniente tener en claro el significado de dichos términos con el fin de evitar confusiones y errores en su empleo. Por ejemplo, polución es un término de uso general que significa introducir condiciones indeseables a un agua, haciéndola ofensiva al gusto o al olor y no satisfactoria para uso doméstico o industrial. Un tipo específico de polución sería la contaminación, la cual implica la introducción al agua de materiales tóxicos, bacterias u otras sustancias perjudiciales que harían que esa fuente no fuera apta para el consumo humano.

Aguas puras, en el sentido estricto de la palabra, no existen en la naturaleza; por consiguiente, se usa el concepto de agua segura y de agua potable. El agua segura es aquella cuyo consumo no implica ningún riesgo para la salud del consumidor, mientras que el agua potable es aquella que además de ser segura es satisfactoria desde el punto de vista físico, químico y biológico, es decir, atractiva para su consumo como bebida. Debe tomarse en cuenta que el concepto de agua segura tiene un valor relativo y no absoluto, esto es, que de acuerdo con la técnica y métodos disponibles se puede afirmar que un agua es segura cuando no existe evidencia de riesgo para la salud del consumidor. (ROMERO, 2002).

### **1.3.1 Variabilidad de la calidad del agua**

El agua pura no se encuentra en la naturaleza. El agua lluvia recoge impurezas mientras pasa a través del aire. Los ríos y las quebradas recogen impurezas provenientes del suelo y de las descargas de aguas residuales domésticas e industriales, transportándose a los lagos, embalses y mares. Existe menos posibilidad

de polución en las aguas superiores de un río, donde la población es escasa, pero en ningún caso puede considerarse agua superficial carente de contaminación, a pesar de que la purificación natural ocurre en todo cuerpo de agua gracias a la sedimentación y muerte de bacterias patógenas (ROMERO, 2002).

La calidad del agua, se ve afectada con el paso del tiempo ya que se encuentra sujeta a cambios.

Mientras puede haber alguna relación entre la velocidad de cambio de diferentes parámetros, otros se alteran independientemente. La aproximación de los valores monitoreados a los verdaderos valores, en la medida de los valores medio, máximo y mínimo para varios parámetros, dependerá de la variabilidad de los parámetros y del número de muestras tomadas. Cuanto mayor sea el número de muestras de las que se ha derivado la media, más estrechos serán los límites de la diferencia probable entre las medias observadas y las medias verdaderas.

Las variaciones en la calidad del agua son producidas por cambios en la masa de la muestra y cambios en el volumen o flujo de agua o combinaciones de estos tipos y fuentes.

La variabilidad difiere entre ríos, lagos y aguas subterráneas. Es más pronunciada en ríos y los rangos serán mayores cuanto más cerca esté el punto de muestreo a la fuente de origen de la variabilidad. Conforme aumenta la distancia a la fuente, la mezcla longitudinal suaviza las irregularidades y se necesitan muy pocas muestras para encontrar límites dados de confianza.

A continuación se hace una breve explicación de algunos de los parámetros determinados en las muestras tomadas como parte del presente estudio.

### **1.3.2 Parámetros Físico-Químicos y Microbiológicos a considerar en la Calidad del Agua**

La presentación adecuada de los parámetros de caracterización del agua facilita la definición de la calidad del agua para un uso determinado y permite visualizar no solo los aspectos relacionados con su composición química y microbiológica sino que permite también los requerimientos económicos, legales y de tratamiento para su aprovechamiento.

#### **1.3.2.1 Oxígeno Disuelto**

La determinación de OD es muy importante en ingeniería ambiental por cuanto es el factor que determina la existencia de condiciones aeróbicas o anaeróbicas en un medio particular. La determinación de OD sirve como base para cuantificar DBO, aerobicidad de los procesos de tratamiento, tasas de aireación en los procesos de tratamiento aeróbico y grado de polución de los ríos. El OD se presenta en cantidades variables y bajas en el agua; su contenido depende de la concentración y estabilidad del material orgánico presente y es, por ello, un factor muy importante en la autopurificación de los ríos. Los valores de OD en aguas son bajos y disminuyen con la temperatura. El oxígeno libre en solución, especialmente cuando está acompañado de  $\text{CO}_2$  es un agente de corrosión importante del hierro y el acero.

Un flujo rápido de agua, tal como se encuentra en un arroyo de montaña, o un río grande, tiende a contener mucho oxígeno disuelto, mientras que el agua estancada contiene poco oxígeno. La bacteria existente en el agua puede consumir oxígeno al podrirse la materia orgánica. Por lo tanto, materia orgánica en exceso en lagos y ríos puede hacer que se escasee el oxígeno existente en el agua.

La vida acuática tiene grandes problemas para poder sobrevivir en agua estancada que tiene materia orgánica descompuesta especialmente durante el verano, cuando los niveles de oxígeno disuelto se encuentran en sus niveles estacionales más bajos.

### **1.3.2.2 Temperatura del agua**

La determinación exacta de la temperatura es importante para diferentes procesos de tratamiento y análisis de laboratorio, puesto que, por ejemplo, el grado de saturación de OD, la actividad biológica y el valor de saturación con carbonato de calcio se relacionan con la temperatura

En estudios de polución de ríos, estudios limnológicos y en la identificación de la fuente de suministro en pozos, la temperatura es un dato necesario.

Las descargas de agua a altas temperaturas pueden causar daños a la flora y fauna de las aguas receptoras al interferir con la reproducción de las especies, incrementar el crecimiento de bacterias y otros organismos, acelerar las reacciones químicas, reducir los niveles de oxígeno y acelerar la eutrofización.



### **1.3.2.3 pH**

El término pH es una forma de expresar la concentración del ion hidrógeno o, más exactamente, la actividad del ion hidrógeno.

En general se usa para expresar la intensidad de la condición ácida o alcalina de una solución, sin que esto quiera decir que mida la acidez total o la alcalinidad total.

El rango varía de 0 a 14, siendo 7 el rango promedio (rango neutral). Un pH menor a 7 indica acidez, mientras que un pH mayor a 7, indica un rango básico. Aguas fuera del rango normal de 6 a 9 pueden ser dañinas para la vida acuática, estos niveles de pH pueden causar perturbaciones celulares y la eventual destrucción de la flora y fauna acuática.

El pH puede afectarse por componentes químicos en el agua, siendo un indicador importante de que el agua está cambiando químicamente. El pH se reporta en "unidades logarítmicas," Cada número representa un cambio de 10 veces su valor en la acidez/rango normal del agua. El agua con un pH de 5, es diez veces más ácida que el agua que tiene un pH de seis. La contaminación puede cambiar el pH del agua, lo que a su vez puede dañar la vida animal y vegetal que existe en el agua.

### **1.3.2.4 Demanda Bioquímica de Oxígeno**

La oxidación microbial o mineralización de la materia orgánica es una de las principales reacciones que ocurren en los cuerpos naturales de agua y constituye una de las demandas de oxígeno, ejercida por los microorganismos heterotróficos, que hay que cuantificar.

Materia orgánica + O<sub>2</sub> + nutrientes → CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O + nuevas células + nutrientes + energía

Uno de los ensayos más importantes para determinar la concentración de la materia orgánica de aguas residuales es el ensayo de DBO a cinco días. Esencialmente, la DBO es una medida de la cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos en la estabilización de la materia orgánica biodegradable, en condiciones aeróbicas, en un período de cinco días y a 20 °C.

#### **1.3.2.5 Turbidez**

La turbidez o turbiedad es una expresión de la propiedad o efecto óptico causado por la dispersión e interferencia de los rayos luminosos que pasan a través de una muestra de agua; en otras palabras, es la propiedad óptica de una suspensión que hace que la luz sea reemitida y no transmitida a través de la suspensión. La turbidez en un agua puede ser ocasionada por una gran variedad de materiales en suspensión que varían en tamaño, desde dispersiones coloidales hasta partículas gruesas, entre otras arcillas, limo, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, organismos planctónicos y microorganismos.

La turbulencia hace que el agua pierda su transparencia y sea opaca. La turbulencia se reporta en unidades nefelométricas (NTU por sus siglas en Inglés). Durante períodos de flujo bajo (flujo normal), muchos ríos llevan agua de un color verde claro y las turbulencias son bajas, usualmente menos de 10 NTU. Durante una tormenta, partículas de la tierra de los alrededores se introducen al río, originando agua de color café (por el lodo), lo cual indica que el agua tiene valores de turbulencia altos.

Así mismo, durante flujos altos, las velocidades del agua se incrementan igual que los volúmenes del agua, lo cual propicia que la misma velocidad del agua revuelva las materias suspendidas en el fondo del arroyo, causando turbulencias mayores.

#### **1.3.2.6 Nitratos**

El nitrógeno es un elemento necesario para que todas las plantas y los animales vivientes produzcan proteínas. En los ecosistemas acuáticos, el nitrógeno está presente en muchas formas. Puede combinarse con el oxígeno para formar un compuesto llamado nitrato.

Los nitratos pueden provenir de fertilizantes, aguas negras y desechos industriales. Pueden causar la eutrofización de lagos o pozas. La eutrofización ocurre cuando los nutrientes (tales como los nitratos y los fosfatos) se añaden a la masa de agua. Estos nutrientes generalmente provienen del escurrimiento de tierras agrícolas y pastos, aguas negras, detergentes, desechos de los animales y sistemas sépticos con fugas. Los niveles altos de nutrientes en una masa de agua pueden hacer que la vida vegetal y las algas florezcan. Conforme las plantas crecen, pueden ahogar a otros organismos. El crecimiento de algas puede eventualmente cubrir la superficie del agua.

Estas grandes poblaciones de plantas producen oxígeno en las capas superiores del agua, pero cuando las plantas mueren y caen al fondo, son descompuestas por bacterias que usan gran parte del oxígeno disuelto (OD) en las capas inferiores. Las masas de agua con niveles altos de nitratos generalmente tienen altos niveles de

Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) debido a las bacterias que consumen los desechos vegetales orgánicos y a los subsiguientes bajos niveles de OD.

### **1.3.2.7 Fosfatos**

El fósforo generalmente está presente en las aguas naturales en forma de fosfatos. Los fosfatos se encuentran en los fertilizantes y los detergentes y pueden llegar al agua con el escurrimiento agrícola, los desechos industriales y las descargas de aguas negras. Los fosfatos, al igual que los nitratos, son nutrientes para las plantas.

Cuando entra demasiado fosfato al agua, florece el crecimiento de las plantas. Los fosfatos también estimulan el crecimiento de las algas lo que puede ocasionar un crecimiento rápido de las algas. Los crecimientos rápidos de algas se pueden reconocer con facilidad como capas de limo verde y pueden eventualmente cubrir la superficie del agua. Al crecer las plantas y las algas, ahogan a otros organismos.

Estas grandes poblaciones de plantas producen oxígeno en las capas superiores del agua pero cuando las plantas mueren y caen al fondo, son descompuestas por las bacterias que usan gran parte del oxígeno disuelto (OD) en las capas inferiores.

Las masas de agua con altos niveles de fosfatos generalmente tienen niveles altos de Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) debido a las bacterias que consumen los desechos orgánicos de las plantas y posteriormente a los niveles bajos de OD.

### **1.3.2.8 Sólidos Totales**

Se clasifica toda la materia, excepto el agua contenida en los materiales líquidos, como materia sólida.

Se define como sólidos totales a la materia que permanece como residuo después de evaporación y secado a 103 °C. El valor de los sólidos totales incluye material disuelto y no disuelto (sólidos en suspensión).

### **1.3.2.9 Coliformes totales**

El grupo coliforme incluye las bacterias de forma bacilar, aeróbicas facultativas anaeróbicas, Gram-negativas, no formadoras de esporas, las cuales fermentan la lactosa con formación de gas en un período 48 horas a 35°C (o 37°C).

El número de organismos coliformes en los excrementos humanos muy grande; la secreción diaria por habitante varía entre  $125 \times 10^9$  y  $410^9$ . Su presencia en el agua se considera un índice evidente de la ocurrencia de polución fecal y, por tanto, de contaminación con organismos patógenos. En aguas residuales la relación de organismos coliformes con organismos entéricos patógenos es muy grande, del orden de  $10^6/l$ .

La *Escherichia coli* es la bacteria indicadora por excelencia del grupo coliforme fecal, debido a su presencia permanente en la flora intestinal del hombre y de los animales de sangre caliente; es gram negativa, facultativa anaerobia, de forma bacilar, de 0,5 a 2  $\mu m$  de tamaño.

La mayoría de los miembros de la especie *E. coli* son comensalistas inocuos, pero algunas cepas son patógenas. La *E. coli* patógena causa diarrea, especialmente en niños y en viajeros. Existen seis grupos de *E. coli* enteropatógenas, pero los cuatro más importantes asociados con contaminación del agua son: *E. coli* enteropatogénica,

E. coli enterotoxigámica, E. coli enteroinvasiva y E. coli enterohemorrágica. (AWWA, 1999).

Los coliformes no solamente provienen de los excrementos humanos sino también pueden originarse en animales de sangre caliente, animales de sangre fría y en el suelo; por tanto, la presencia de coliformes en aguas superficiales indica contaminación proveniente de residuos humanos, animales o erosión del suelo separadamente, o de una combinación de las tres fuentes.

### **1.3.3 Índice de calidad del agua**

#### **a) Definición**

El índice de calidad del agua (WQI) indica el grado de contaminación del agua a la fecha del muestreo y está expresado como porcentaje del agua pura; así, agua altamente contaminada tendrá un WQI cercano o igual a cero por ciento, en tanto que en el agua en excelentes condiciones el valor del índice será cercano a 100%.

Un índice de calidad del agua es un medio para resumir grandes cantidades de datos sobre la calidad del agua en términos simples.

#### **b) Modo de valoración**

Una vez tomadas las muestras en campo se realizan los análisis de los 9 parámetros a considerarse en el método del WQI, para después comparar los resultados de cada parámetro analizado, con las tablas que establecen la valoración del factor I en función del valor ideal que debería tener este en condiciones óptimas de calidad, este proceso se lo puede hacer matemáticamente utilizando las curvas de calidad del WQI para cada

parámetro o utilizando el software disponible para este procedimiento el mismo que se conoce como Calculating NSF WQI.






Tabla III. Parámetros para el cálculo del WQI

Factor	Weight	Quality Index
Dissolved oxygen	0.17	
Fecal coliform	0.16	
pH	0.11	
Biochemical oxygen demand	0.11	
<a href="#">Temperature change</a> Go to This Site to Get Index value	0.10	
Total phosphate	0.10	
Nitrates	0.10	
Turbidity	0.08	
Total solids	0.07	

*Fuente: Calculating NSF WQI*

Comparamos el valor del WQI con el siguiente cuadro de rangos, elegimos el rango correspondiente y respecto a esto determinamos su uso más adecuado establecido en la tabla 3.

Tabla IV. Calidad de Agua según el WQI

CALIDAD	RANGO	COLOR
Excelente	91-100	
Buena	71-90	
Media	51-70	
Mala	26-50	
Muy mala	0-25	

*Fuente: Comisión Nacional del Agua, Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua, 1999.*

Tabla V. Escala del índice de calidad del agua

ICA	Uso Público	Recreo	Pesca y vida acuática	Industria Agrícola	Navegación	Transporte desechos tratados
100	Aceptable No requiere de purificación	Aceptable	Aceptable	Aceptable No requiere de purificación		
90	Requiere una ligera purificación	para todo tipo de deporte acuático	para todo tipo de organismos	Requiere una ligera purificación		
80	Mayor					
70	necesidad de tratamiento	Aceptable pero no recomendable	Excepto especies muy sensibles	Sin tratamiento para la industria normal	Aceptable para todo tipo de navegación	Aceptable
60			Dudoso para especies sensibles			para todo tipo de transporte de desechos tratados
50	Dudoso	Dudoso para contacto directo	Solo para organismos muy resistentes	Con tratamiento para la mayor parte de la industria		
40	Inaceptable	Sin contacto con el agua				
30		Muestras obvias de contaminación	Inaceptable	Uso muy restringido	Contaminado	
20		Inaceptable		Inaceptable	Inaceptable	
10						Inaceptable
0						

Fuente: Guzmán y Merino, 1992; Montoya, et al., 1997



### **1.3.4 Macroinvertebrados Acuáticos**



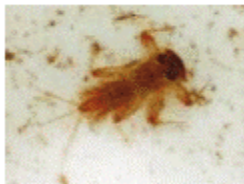

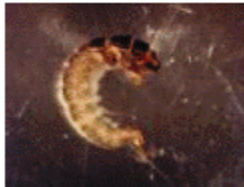
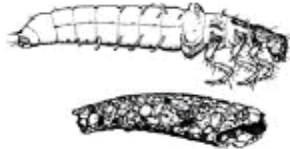





La mayor parte de los investigadores señalan que dentro de los grupos faunísticos que son considerados como bioindicadores de la calidad ambiental, los macroinvertebrados acuáticos son los mejores bioindicadores de la calidad del agua (ARENAS, 1993; ALONSO et al., 2002). Los macroinvertebrados bentónicos se encuentran en todo tipo de ambiente acuático de agua dulce, como ríos o lagunas, donde son importantes para el monitoreo de ese ecosistema acuático en particular (CUMMNIG Y KLUG, 1979).

Los macroinvertebrados son los organismos que han sido utilizados con mayor frecuencia en los estudios relacionados con la contaminación de los ríos, como indicador de las condiciones ecológicas o de la calidad de las aguas, debido a que:

- Son razonablemente sedentarios, ya que debido a su escasa capacidad de movimiento, están directamente afectados por las sustancias vertidas en las aguas.
- Tienen un ciclo de vida largo en comparación con otros organismos, lo que nos permite estudiar los cambios acontecidos durante largos periodos de tiempo.
- Abarcan en su conjunto un amplio espectro ecológico.
- Tienen un tamaño aceptable frente a otros microorganismos.

La Tabla VI resume las principales características generales que presentan los macroinvertebrados bentónicos usados como bioindicadores de la buena calidad del agua. Así como también resume rasgos claves para poder realizar una identificación taxonómica rápida en el campo, y evaluarlos como bioindicador según los índices biológicos que serán señalados más adelante.




Tabla VI. Macroinvertebrados acuáticos indicadores de buena calidad del agua

Orden de insecto	Características	Rasgos clave
<p>PLECOPTERA</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre común: Moscas de las piedras (Familia más común: Perlidae)</li> <li>• Ciclo de vida: hemimetabolos (ninfas acuáticas y adultos voladores)</li> <li>• Fase indicadora: Ninfas. Muy sensibles a la contaminación.</li> <li>• Alimentación: Ninfas Carnívoras en los últimos instares</li> <li>• Hábitat: Ríos de aguas turbulentas, Lechos de grava.</li> </ul>	<p>Abdomen con un par de cercos sencillos o multiarticulados. Uñas tarsales pares.</p> 
<p>EFEMEROPTERA</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre común: Efímeras (Familias más comunes: Baetidae, Leptophlebiidae, Leptohyphidae, Caenidae)</li> <li>• Ciclo de vida: hemimetabolos (ninfas acuáticas y adultos voladores)</li> <li>• Fase indicadora: ninfas</li> <li>• Alimentación: ninfas herbívoras</li> <li>• Hábitat: ríos y lagunas</li> </ul>	<p>Abdomen generalmente con un par de cercos alargados y un filamento central normalmente visible. Uñas tarsales únicas.</p> 
<p>TRICOPTERA</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre común: Frigáneas (Familias más comunes: Hidropsiphidae, Hidroptilidae, Leptoceridae)</li> <li>• Ciclo de vida: hemimetabolos (ninfas y pupas acuáticas y adultos voladores)</li> <li>• Fase indicadora: ninfas</li> <li>• Alimentación: ninfas depredadoras o herbívoras</li> <li>• Hábitat: ríos, aguas quietas y rápidas.</li> </ul>	<p>Larvas acuáticas construyen un estuche o refugio que varía según la familia.</p> 
<p>ODONATA</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre común: Libélulas, caballitos del diablo (Familias más comunes: Libellulidae, Coenagrionidae)</li> <li>• Ciclo de vida: hemimetabolos (larvas acuáticas y adultos voladores)</li> <li>• Fase indicadora: larvas</li> <li>• Alimentación: ninfas depredadoras</li> <li>• Hábitat: ríos de aguas quietas</li> </ul>	<p>Ojos compuestos prominentes. Branquias plumosas externas en la parte posterior del abdomen.</p> 
<p>COLEOPTERA</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre común: Escarabajos (Familias más comunes: Elmidae, Ptylodactilidae, Pheseniidae, Dytiscidae, Hydrophilidae)</li> <li>• Ciclo de vida: holometabolos (larvas, pupas y adultos)</li> <li>• Fase indicadora: larvas</li> <li>• Alimentación: ninfas herbívoras y depredadoras</li> <li>• Hábitat: Amplio rango indicativo: salinidad, zonas lacustres</li> </ul>	<p>Patas grandes y caminan por el fondo del agua. Respiran aire con el extremo del abdomen o disponen de apéndices filamentosos (branquias).</p> 
<p>DIPTERA</p>  <p>Blephariceridae</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre común: moscas, mosquitos (Familias más comunes: Simuliidae, Tipulidae, Psychodidae, Dixidae, Athericidae, Blephariceridae)</li> <li>• Ciclo de vida: holometabolos (huevos, larvas acuáticas, pupas y adultos voladores)</li> <li>• Fase indicadora: larvas</li> <li>• Alimentación: larvas filtradoras y raspadoras</li> <li>• Hábitat: ríos de aguas estancadas.</li> </ul>	<p>Larva pequeña con protuberancias a los lados del cuerpo.</p>

Fuente: McGavin, 2001; Domínguez y Fernández, 2001

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

Tabla VII. Dípteros, macroinvertebrados acuáticos indicadores de aguas estancadas y de baja calidad

Orden Díptera	Características	Rasgos clave
<p>Familia Culicidae</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre común: mosquitos.</li> <li>• Ciclo de vida: holometabolos (huevos, larvas acuáticas, pupas y adultos voladores)</li> <li>• Fase indicadora: larvas</li> <li>• Alimentación: larvas filtradoras y raspadoras.</li> <li>• Hábitat: aguas estancadas</li> </ul>	<p>Larva ápoda con cabeza reducida. Penachos de pelos en el tubo respirador, por lo que cuelgan de cabeza hacia abajo de la superficie para tomar aire.</p>
<p>Familia Ephydriidae</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre común: moscas, mosquitos.</li> <li>• Ciclo de vida: holometabolos (huevos, larvas acuáticas, pupas y adultos voladores)</li> <li>• Fase indicadora: larvas</li> <li>• Alimentación: larvas filtradoras y raspadoras.</li> <li>• Hábitat: aguas estancadas</li> </ul>	<p>Cuerpo alargado con propatas en la mitad del mismo y un penacho de setas en la parte posterior.</p>
<p>Familia Chironomidae</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre común: moscas, mosquitos</li> <li>• Ciclo de vida: holometabolos (huevos, larvas acuáticas, pupas y adultos voladores)</li> <li>• Fase indicadora: larvas</li> <li>• Alimentación: larvas filtradoras y raspadoras.</li> <li>• Hábitat: aguas estancadas y lólicas</li> </ul>	<p>Cuerpo alargado, con un penacho de setas en la parte posterior.</p>

Continuación...Tabla VII. Dípteros, macroinvertebrados acuáticos indicadores de aguas estancadas y de baja calidad

<p>Familia Psychodidae</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre común: moscas</li> <li>• Ciclo de vida: holometabolos (huevos, larvas acuáticas, pupas y adultos voladores)</li> <li>• Fase indicadora: larvas</li> <li>• Alimentación: larvas filtradoras y raspadoras.</li> <li>• Hábitat: aguas estancadas y lólicas</li> </ul>	<p>Cuerpo alargado con abundantes setas en todo el cuerpo</p>
<p>Familia Sirfidae</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre común: moscas</li> <li>• Ciclo de vida: holometabolos (huevos, larvas acuáticas, pupas y adultos voladores)</li> <li>• Fase indicadora: larvas</li> <li>• Alimentación: larvas filtradoras y raspadoras.</li> <li>• Hábitat: aguas estancadas y lólicas</li> </ul>	<p>Cuerpo robusto con un tubo respiratorio alargado y delgado</p>

Fuente: McGavin, 2001; Domínguez y Fernández, 2001; Alonso et al., 2002

#### 1.3.4.1 Macroinvertebrados y su uso en Índices Biológicos

Para estimar cambios a niveles morfológicos, fisiológicos o de desarrollo de estos organismos, que puedan indicar que las condiciones físicas y/o químicas están fuera de sus límites del nicho ecológico realizado, es necesario implementar índices ecológicos-bióticos de tolerancia (MASON et al., 1999; NIEMI et al., 2004).

En un principio se desarrollaron índices bióticos en los cuales era necesario una identificación taxonómica de los macroinvertebrados hasta el nivel de género o especie (ROLDÁN, 2003), o una estimación cuantitativa de sus abundancias (ALONSO y

CAMARGO, 2005), pero se ha comprobado que los índices más prácticos (por su facilidad de obtención) son aquellos en los que solo son necesarios datos cualitativos (presencia o ausencia) y una identificación taxonómica hasta el nivel de familia (LEIVA, 2004). Igualmente un muestreo exhaustivo puede garantizar la colecta de los taxa presentes en el sitio de estudio (ALBA, 1996) y dar mayor confiabilidad al índice empleado.

Estos índices bióticos en general, suelen ser específicos para un tipo de alteración o contaminación y/o región geográfica, y se basan en el concepto de organismo indicador (Tabla VIII). Permiten la valoración del estado ecológico de un ecosistema acuático afectado por un proceso de contaminación cualquiera. Para ello a los grupos de macroinvertebrados de una muestra se les asigna un valor numérico en función de su tolerancia a un tipo de contaminación dependiendo del índice (ALONSO Y CAMARGO, 2005).

Tabla VIII. Índices biológicos usados para estimar la tolerancia de los macroinvertebrados a los contaminantes

Índice	Nombre extendido	Fundamento	Utilidad
BMWP	'Biological Monitoring Working Party'	Otorga valores de 1 a 10 a las diferentes familias de macroinvertebrados. Los más tolerantes a la contaminación reciben valores menores y los más sensibles valores mayores. La suma total de valores nos indica la calidad biológica de la comunidad.	Valoración de la contaminación por materia orgánica en las Islas Británicas. Permite: la determinación de invertebrados presentes, la calificación ambiental de la familia taxonómica, la valoración cuantitativa del medio
IBMWP (antes BMWP')	'Iberian Monitoring Working Party'	Adaptación del BMWP a la Península Ibérica	Valoración de la contaminación por materia orgánica en la Península Ibérica.

Continuación... Tabla VIII. Índices biológicos usados para estimar la tolerancia de los macroinvertebrados a los contaminantes

BMWQ	'Biological Monitoring Water Quality'	Mismo fundamento que el anterior pero con valores de 1 a 15.	Valoración de la contaminación por materia orgánica en la Península Ibérica.
IBF	Índice biótico de familia	$IBF = 1/N \sum ni ti.$ Donde: N = número total de individuos en la muestra (Estación). ni = número de individuos en una Familia ti = puntaje de tolerancia de cada Familia.	- Presenta una alta sensibilidad en la calidad de agua. - Los resultados hacen posible clasificar las estaciones en clases de calidad de agua, las cuales se representan en un mapa de calidad de agua
Riqueza EPT	Riqueza de taxa pertenecientes a los grupos de Efemerópteros, Plecópteros y Tricópteros.	Las especies de estos grupos de insectos son sensibles a las perturbaciones humanas.	Contaminación en general y alteraciones del hábitat.
Porcentaje de Raspadores	Porcentaje de individuos de la comunidad pertenecientes al grupo trófico de los raspadores.	El incremento en nutrientes aumenta la producción primaria lo que favorece a este grupo.	Eutrofización fluvial.
Abundancia de Chironomidae	Abundancia de individuos de la familia Chironomidae	Este grupo es muy tolerante a la contaminación por materia orgánica.	Contaminación por materia orgánica.

*Fuente: Leiva, 2004*

#### 1.3.4.1.1 Índice EPT

El índice EPT utiliza los grupos Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera, para su cálculo. Se usa estos grupos por su sensibilidad a la contaminación de los cuerpos de agua sabiendo que estos son los grupos que primero desaparecen cuando los ríos se contaminan.

Para calcular el índice EPT se suma el total de individuos de una muestra y se suma el total de individuos de los grupos EPT (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera). El valor total EPT se divide para el valor del total de individuos. El resultado se multiplica por 100 para obtener un porcentaje.

La calidad del agua se calcula comparando el resultado con los valores de referencia.

Tabla IX. Valores de referencia del índice EPT (Roldan 2003)

75 - 100 %	Muy buena
50 - 75 %	Buena
25 - 50 %	Regular
0 - 25 %	Mala

*Fuente: Calles, J. A. 2007.*

#### 1.3.4.1.2 Índice BMWP/Col

El índice BMWP/Col se basa en la valoración de los diferentes grupos de invertebrados que se encuentran en una muestra. Para poder aplicar este índice se necesita haber identificado los macroinvertebrados hasta nivel de familia. Cada familia de macroinvertebrados posee un grado de sensibilidad que va del 1 al 10. El 10 indica el grupo más sensible, la presencia de muchos organismos con valor 10 o valores altos, indica que el río tiene aguas limpias, y si por el contrario solo se encuentran

organismos resistentes con valores bajos, esto indica que el río tiene aguas contaminadas. Por tanto este es un índice de sensibilidad.

Tabla X. Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para aplicar el índice BMWP/Col (Roldán, 2003).

Familias	Puntajes
<i>Anamalopsychidae, Atriplectididae, Blepharoceridae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gomphidae, Hydridae, Lampyridae, Lymnessiidae, Odontoceridae, Oliigoneuridae, Perlidae, Polythoridae, Psephenidae</i>	10
<i>Ampullariidae, Dytiscidae, Ephemeridae, Euthyplociidae, Gyrinidae, Hydraenidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Polymitarcyidae, Xiphocentronidae</i>	9
<i>Gerridae, Hebridae, Helicopsychidae, Hydrobiidae, Leptoceridae, Lestidae, Palaemonidae, Pleidae, Pseudothelpusidae, Saldidae, Simulidae, Veliidae, Calamoceratidae.</i>	8
<i>Baetidae, Caenidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Corixidae, Dixidae, Dryopidae, Glossosomatidae, Hyalellidae, Hydropsychidae, Leptohiphidae, Naucoridae, Notonectidae, Planariidae, Psychodidae, Scirtidae</i>	7
<i>Aeshnidae, Ancyliidae, Corydalidae, Elmidae, Libellulidae, Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae</i>	6
<i>Belostomatidae, Gelastocoridae, Mesoveliidae, Nepidae, Planorbidae, Pyralidae, Tabanidae, Thiaridae</i>	5



Continuación...Tabla X. Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para aplicar el índice BMWP/Col (Roldán, 2003).

<i>Chrysomelidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Dolichopodidae</i> <i>Sphaeridae, Lymnaeidae, Hydrometridae, Notoceridae</i>	4
<i>Ceratopogonidae, Glossiphoniidae, Cyclobdellidae, Hydrophilidae,</i> <i>Physidae, Tipulidae</i>	3
<i>Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae, Syrphidae</i>	2
<i>Tubificidae</i>	1

Fuente: Calles, J. A. 2007.

Tabla XI. Valores de referencia del índice BMWP/Col (Roldán 2003).

Clase	Calidad	BMWP/Col	Referencia	Color
I	Buena	>150 101-120	Aguas muy limpias a limpias	AZUL
II	Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas	VERDE
III	Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas	AMARILLO
IV	Critica	16-35	Aguas muy contaminadas	NARANJA
V	Muy critica	<15	Aguas fuertemente contaminadas	ROJO

Fuente: Calles, J. A. 2007.

# **CAPITULO II**

## **2. METODOLOGIA**

### **2.1 Métodos y Técnicas**

#### **2.1.1 Recopilación de Información**

##### **2.1.1.1 Contacto con instituciones de apoyo**

Se contactó con técnicos de la GTZ, ESPOCH y de Fondo Páramos Tungurahua, los cuales brindaron el apoyo necesario para la elaboración del presente trabajo.

Se realizaron reuniones informativas, para la ejecución de la propuesta contando con el apoyo de un equipo de trabajo, como un guía de la zona, técnicos profesionales en GIS, quienes fueron una fuente de ayuda para la ejecución de este proyecto.



Foto 1. Reunión con los técnicos de GTZ, ESPOCH Y FPTLP

### **2.1.1.2 Líderes comunitarios**

Se contó con apoyo de los líderes comunitarios quienes acompañaron en algunas acciones durante el desarrollo de la investigación. Fue importante que durante los diversos recorridos, se contó con la guía de una persona conocedora de la zona, pues esto ayudó a obtener una memoria histórica del estado de la microcuenca.



Foto 2. Contacto con los líderes comunitarios

### **2.1.1.3 Selección de los puntos de monitoreo**

Después de haber recorrido la zona, se establecieron los puntos de monitoreo, el lugar cumplió con las características adecuadas que garantizaron las condiciones para la realización de los aforos periódicos, la señalización con regletas.

Se puso especial énfasis en las características físicas que presenta el agua, complementando con la información proporcionada por la gente de la comunidad, lo que permitió identificar de manera real los puntos más representativos de la microcuenca en donde se altera la condición del agua.



Foto 3. Reconocimiento y selección de los puntos de monitoreo

#### **2.1.1.3.1 Puntos monitoreo**

En la Microcuenca del Rio Chiquicahua, de una extensión 3515,31 Ha, que va desde los 4800 msnm hasta los 3000 msnm, comprende zonas de recolección, afloramiento y uso del agua, para la determinación de los puntos se utilizó los criterios de observación directa, declaraciones de habitantes, así como el recorrido de la zona, determinando los siguientes puntos.

**a) El punto testigo** que se encuentra a una altura 4010 msnm, que precisamente no se encuentra en una zona de afloramiento del agua, se escogió porque de acuerdo con declaraciones de habitantes de la zona el sector no presentaba ningún tipo de intervención aguas arriba y las condiciones eran uniformes.

En este punto se determina condiciones tanto de variación de calidad, como de cantidad.



Foto 4. Punto testigo de la microcuenca del Río Chiquicahua

b) **El punto Ch-02** que se encuentra a una altura 3743 msnm luego de haber realizado el reconocimiento de la zona es escogido por razones de presencia de afluentes y accesibilidad al lugar, ya que las zonas aledañas presentan pendientes pronunciadas, dificultando su ingreso. En este punto se determina condiciones tanto de variación de calidad, como de cantidad.

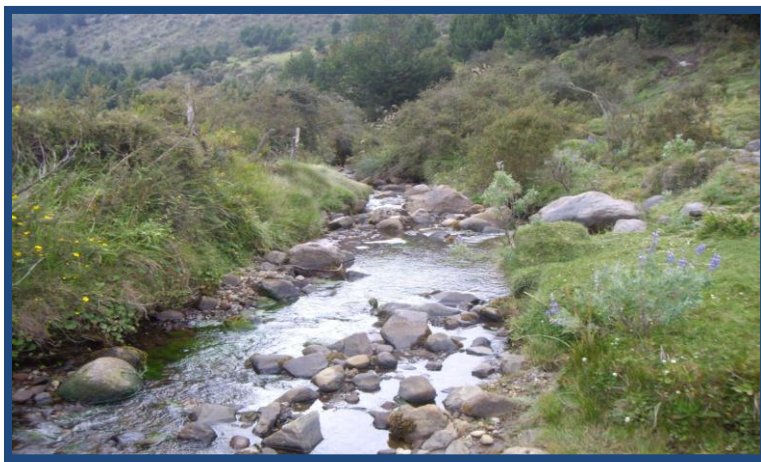


Foto 5. Punto Ch-02 de la microcuenca del Río Chiquicahua

c) **El punto Ch-03** se encuentra a una altura 3636 msnm escogido debido a que en la zona se observa un mayor nivel de actividades antrópicas, así también la presencia de una carretera de primer orden, lo que podría influir en la calidad de agua en este punto. Las condiciones sinuosas del curso no permiten determinar en este punto el caudal.



Foto 6. Punto Ch-03 de la microcuenca del Río Chiquicahua

d) **El punto Ch-04** está situado a una altura 3379 msnm, se encuentra en una zona de uso del agua, escogido porque de acuerdo con declaraciones de habitantes de la zona el sector presenta actividades industriales como la elaboración de quesos, actividad agrícola y actividad ganadera lo cual disminuye la calidad y cantidad del agua de la zona.



Foto 7. Punto Ch-04 de la microcuenca del Río Chiquicahua

- e) **El punto Ch-05** se encuentra a una altura 3065 msnm, luego de haber realizado el reconocimiento de la zona es escogido porque representa el final de la microcuenca y la desembocadura en el Río Ambato. En este punto se determinara la variación de calidad y cantidad del agua.

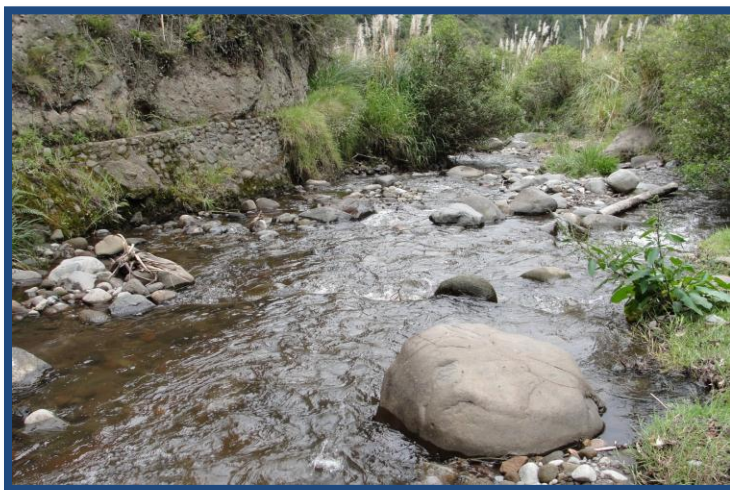


Foto 8. Punto Ch-05 de la microcuenca del Río Chiquicahua

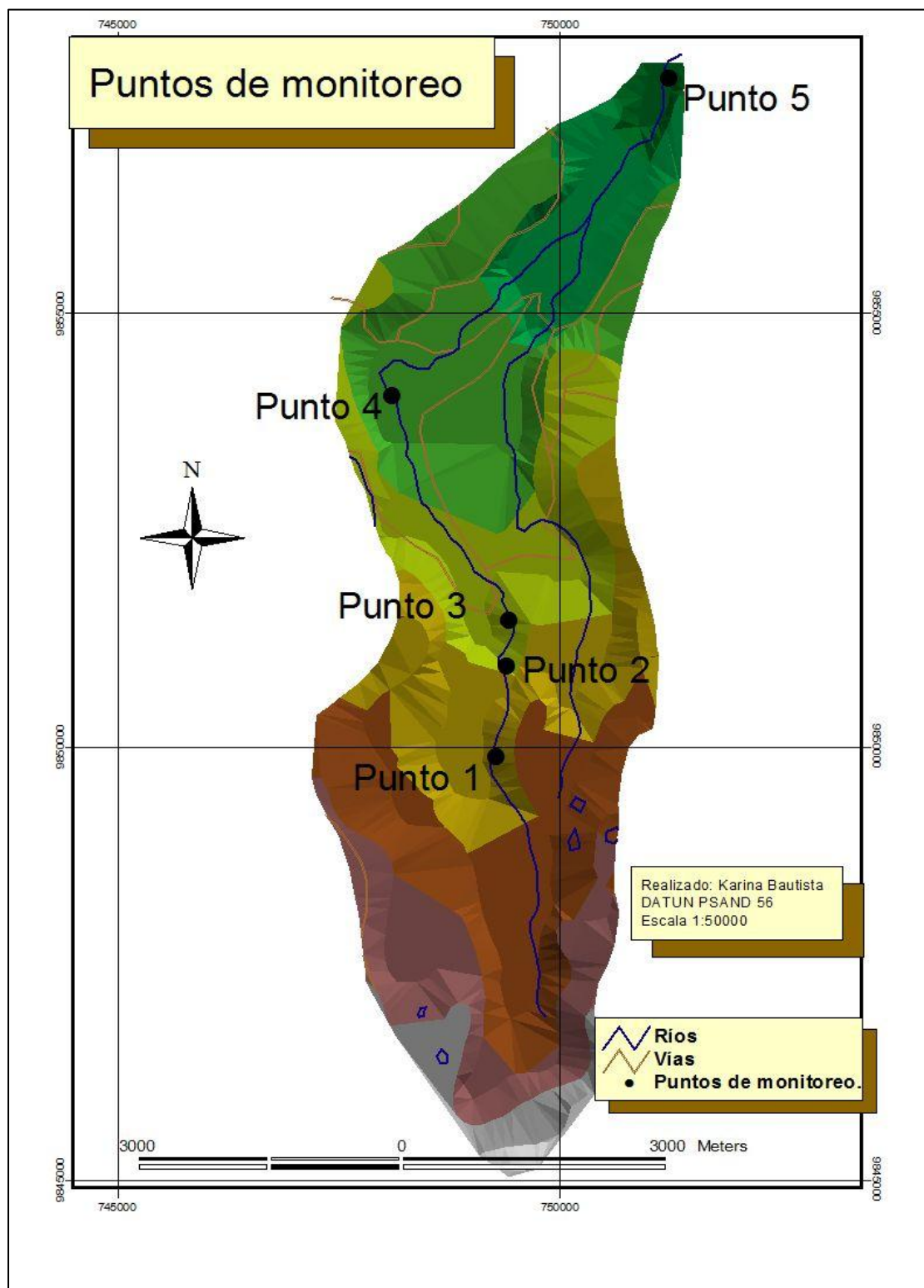


Tabla XII. Determinación de los puntos monitoreo

CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUENCA		COORDENADAS		ALTITUD (msnm)	Observaciones
		NOMBRE	Código	X	Y		
Río Pastaza	Río Ambato	Chiquicahua	Testigo	748928	9849988	4010	Calidad y Cantidad
		Chiquicahua	Ch-02	749155	9850854	3743	Calidad y Cantidad
		Chiquicahua	Ch-03	749261	9851451	3636	Calidad
		Chiquicahua	Ch-04	748109	9854002	3379	Calidad y Cantidad
		Chiquicahua	Ch-05	751262	9857965	3065	Calidad y Cantidad

*Fuente: Investigadores*

Figura 3. Ubicación de puntos de monitoreo en la Microcuenca del Río Chiquicahua



Fuente: IGM 2010, Ing. Karina Bautista

#### **2.1.1.4 Información ambiental**

La información levantada *in situ*, se registró en matrices previamente establecidas por DÌAZ. P (2007), la misma que serán modificadas según la caracterización de la situación actual, de las actividades antrópicas que predominan en cada zona de intervención. (ANEXO 1)

#### **2.1.1.5 Información cartográfica**

La cartografía base digitalizada en el programa Arc View 3.2 fue la proporcionada por el IGM. Con esta información se realizaron mapas mencionados a continuación:

- **Mapas Base:**

- La elaboración del mapa base consta de los siguientes elementos: límites geográficos vías, ríos, lagunas, microcuencas.

- **Mapas temáticos**

- Mapa base de la microcuenca del Río Chiquicahua, con la ubicación de los puntos de monitoreo.
- Mapas del uso actual de suelo de la microcuenca del Río Chiquicahua, con los resultados obtenidos durante el estudio.
- Mapa de isotermas de la microcuenca del Río Chiquicahua. (ANEXO 2)
- Mapa del Índice WQI en la microcuenca del Río Chiquicahua obtenido durante el estudio. (ANEXO 3)
- Mapa del Índice ETP en la microcuenca del Río Chiquicahua obtenido durante el estudio. (ANEXO 4)

- Mapa del Índice BMWP en la microcuenca del Río Chiquicahua obtenido durante el estudio. (ANEXO 5)

## **2.1.2 Caudales**

### **2.1.2.1 Información Directa**

#### **a) Aforos de agua**

La obtención de la velocidad del agua con la finalidad de obtener caudales reales en tiempo y espacio, se la realizó con el método del Flotador, se procederá a la toma de aforos en cada punto de las estaciones de monitoreo. Se realizará la curva de caudales, la que va a permitir en lo posterior con las medidas del espejo de agua en las regletas se establecerá el caudal.

#### **b) Selección del sitio**

En los puntos de monitoreo previamente establecidos se realizaron aforos periódicos y se dejó instalada la regleta graduada que permitió la lectura de los niveles de agua.

Este sitio, presentó características que en lo posible mantenían el ancho de la sección y el flujo hídrico era uniforme en un tramo de algunos metros.

### **c) Medición de la sección transversal para aforo**

Este procedimiento, involucra medir el ancho del río al inicio y después de 10 metros río abajo, por donde va a realizar el recorrido el flotador.

Después realizar la división la sección del río en subsecciones, considerando que el número de subsecciones que se deben obtener va de acuerdo al ancho de la sección, es decir que a mayor ancho del río mayor número de subsecciones se deben obtener.

(ANEXO 6)

### **d) Cálculo de velocidad del agua**

Este cálculo, se lo realizará con la utilización de un flotador.

Para la determinación de la velocidad, se realizó estableciendo una sección elegida del río, en metros, luego se determinó el tiempo que se demora el flotador en recorrer esta longitud, expresado en segundos, la división de entre la longitud y el tiempo nos permitió obtener la velocidad en metros sobre segundos.

### **e) Determinación del área del río**

Se multiplica el ancho promedio del río por su profundidad, con todas las medidas expresadas en metros.

### **f) Determinación del caudal (Q)**

Conociendo la velocidad del agua en el río, se aplica la siguiente fórmula para calcular el caudal:

$$Q = \frac{P * L * C}{T}$$

Dónde:

P = Promedio del área del trayecto transversal del río.

L = Largo del segmento de río medido.

C = Factor de corrección o coeficiente de rugosidad (0,8 para ríos de base rocosa y 0,9 para ríos sedimentados o lodosos).

T = Tiempo en segundos, para que el flotador viaje el largo del segmento L del río.

Q=Caudal

Para la determinación del caudal se utiliza la información que fue registrada en las hojas de campo.

### **g) Regletas**

La permanencia de la regleta es muy útil, para obtener la información periódica de niveles de agua y posteriormente procesarlos a caudales.

Para pintar las regletas, se consideró la profundidad máxima registrada durante el primer aforamiento, de tal manera que la primera marca de la regleta se consideró como el espejo de agua.

#### **2.1.2.2 Análisis de la información**

La información obtenida de cada aforamiento con el método de Flotador fue registrada en un formulario de campo, con los parámetros necesarios para calcular el caudal, como ancho del espejo de agua (sección), número de segmentos (sub-secciones),

profundidad(m), mismos que facilitarón la transcripción de los datos en la oficina.  
(ANEXO 7)

#### **2.1.2.2.1 Elaboración de Hidrogramas**

Para visualizar mejor los resultados se realizaron hidrogramas mensuales con la información de caudales obtenidos mediante el aforamiento. Este procedimiento es necesario realizarlo en cada punto de monitoreo.

El análisis gráfico de los hidrogramas, permite visualizar el caudal máximo y mínimo que se presenta en el transcurso del mes, además de relacionar con los datos de precipitación mensual. Los datos de precipitación fueron obtenidos de la Estación Pluviométrica Tamboloma, manejada por el Fondo Páramos Tungurahua y Lucha Contra la Pobreza.

#### **2.1.2.2.2 Oferta hídrica**

La oferta hídrica se la obtuvo, determinando el caudal promedio del punto 5 de monitoreo, durante los 5 meses de trabajo de campo de la investigación.

La oferta hídrica total de la microcuenca se obtuvo mediante la sumatoria entre la oferta hídrica media y los caudales concesionados por la SENAGUA en la microcuenca. (ANEXO 8)

El valor de la oferta hídrica total, se ajusta considerando una reducción de la oferta real del 40%, (avalado por la UNESCO) representado en caudal para mantener el régimen hidrológico mínimo y sostenimiento de los ecosistemas y las limitaciones en la

disponibilidad de agua para diferentes usos por las alteraciones de la calidad del recurso hídrico. Con esta reducción se obtiene la oferta hídrica neta.

El índice de escasez se determinó con la oferta total y el caudal concesionado existente, se hace una relación entre las dos tomando como el 100% a la oferta y determinando el valor del caudal concesionado al porcentaje que le corresponde.

No se considera a la oferta media, debido que para obtener el índice de escasez se debe obtener con la oferta hídrica total que la microcuenca ofrece antes de ser adjudicada.

### **2.1.3 Muestreo**

Los puntos de muestreo establecidos son muy diversos por lo tanto la toma de muestra debe realizarse considerando las condiciones particulares del lugar, procurando respetar los protocolos de muestreo establecidos.



Foto 9. Toma de muestras



Tabla XIII. Técnicas de muestreo para Parámetros Físico – Químicos, Microbiológicos y Bentos

Muestreo	Técnica
Parámetros Físicoquímicos	Para la toma de muestras de agua se debe considerar el lavado de frascos, asegurarse de que la muestra sea lo más representativa posible, en general se debe tomar la muestra en la mitad del cuerpo de agua, contracorriente y con el frasco sumergido y dirigido hacia la superficie. Homogenice el recipiente varias veces con el agua que va a ser muestreada
Bentos	Para el muestreo inicial cuyo objetivo es establecer la compensación bentónica que servirá como línea base para futuros estudios y monitoreo biológico. Los puntos de muestreo se seleccionan considerando puntos de influencia o impactos sobre el río como zonas pobladas. Se procede el barrido del sustrato (fondo) del río usando la red-D de modo que los organismo se depositen en la red una vez que han sido capturados en contra corriente
Microbiológico	La recolección de muestras de agua para los análisis bacteriológicos se lo realiza en un fresco estéril de 150 ml, la muestra se debe tomar en la mitad del cuerpo del agua evitando la parte superficial tratando de tomar una muestra representativa. En todo momento se debe considerar un trabajo aséptico.

*Fuente: Guía para el monitoreo de Agua de Corrientes Superficiales dirigida a Municipios Medianos y Pequeños del Ecuador*

## 2.1.4 Índices de Calidad y Biológicos

Una vez identificados los puntos más importantes de la microcuenca, se realizaron análisis in-situ y se tomaron muestras que se transportaron en cadena de frío al laboratorio para su respectivo análisis, donde se determinó los valores de los 9 parámetros a medirse para el índice WQI. De igual forma se tomó muestras de bentos del curso del río para el conteo e identificación de macroinvertebrados y establecer los índices ETP y BMWP.



Foto 10. Trabajo en el laboratorio de conteo e identificación de macroinvertebrados

### 2.1.4.1 Índice WQI

Obtenidos los resultados de los análisis de los parámetros físico-químico y microbiológicos, interpolamos estos valores en las curvas de cada parámetro e introducimos los valores en el software que nos dará el valor del WQI.

Comparamos el valor del WQI con la tabla de rangos.

Tabla XIV. Métodos y Técnicas para la determinación de Parámetros Físico-Químicos y Microbiológico

Parámetro	Método	Técnica
Oxígeno Disuelto	4500-O C. Modificación de azida	La muestra se toma en un frasco Wheaton se añade 1 ml $MnSO_4$ + 1 ml de Azida Sódica + 2 ml $H_2SO_{4(C)}$ ; titulamos con $Na_2SO_3$ y realizamos los respectivos cálculos.
Coliformes Fecales	Millipore	Mediante una bomba de succión se filtra 100 ml de muestra, la membrana utilizada es trasladada a una placa, con medio de cultivo, llevamos la placa a una estufa a 44 grados centígrados, durante 48 horas
pH	Potenciómetro	En este ensayo se hace uso del electrodo de cristal.
Demanda Bioquímica de Oxígeno	4500-O C. Modificación de azida	En un balón de 1000 ml se coloca 200 ml de muestra+ 1 ml de las soluciones de $ClFe_3$ , $ClCa$ y $ClMg$ +2ml de buffer pH 7+ Se afora con agua aireada; Repartir en dos frascos de Wheaton hasta que rebose el frasco y tapamos; El primer frasco se añade 1 ml $MnSO_4$ + 1 ml de Azida Sódica + 2 ml $H_2SO_{4(C)}$ ; titulamos con $Na_2SO_3$ ; guardamos el segundo frasco Wheaton y después de 5 días repetimos la titulación.
Temperatura	2550A.	Lectura directa
Nitratos	4500- $NO_3B$ .Espectrofotometrico	En una caja Petri colocar 10 ml de muestra + 1 ml de Silicato de Sodio, someter a baño María hasta sequedad, dejar enfriar. Añadir 2 ml $H_2SO_{4(C)}$ +8 ml de agua destilada, Añadimos 7 ml de NaOH (10N) pasar a un vaso de precipitación, lavar la caja con una solución de NaOH (2,5), hasta obtener un volumen aproximado de 25 ml medir en el fotómetro a 645 nm.
Fosfatos	4500-B C. Colorimétrico	En un balón de 100 ml, colocamos 50 ml de muestra + 4 ml de Amonio Molibdato + 0,5 ml de Cloruro Estañoso, cambiara a color azul, aforar con la muestra, medir en el fotómetro a 410 nm.
Turbidez	2130A. Nefelométrico	Lectura directa
Solidos Totales	2540B.	Pesar una caja Petri previamente tarada (vacía), agitar la muestra, colocar 25 ml muestra en la caja, someter a baño María a sequedad, introducirla en la estufa, colocar en el desecador por aproximadamente 15 min.

Fuente: Standar Methods

### **2.1.4.2 Índices Biológicos**

Se recolectará muestras de macroinvertebrados en los sitios establecidos para el monitoreo efectuando una colección multi-hábitat en el lecho del río.

Ya en el laboratorio se realizó el conteo y la identificación de los macroinvertebrados por especies utilizando la “Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia” de Roldán (2003); es importante recordar que los sistemas saludables tendrán una mayor diversidad de macroinvertebrados.

Para la presente investigación se utilizó dos índices de calidad de agua para macroinvertebrados, el EPT y el BMWP/Col.

#### **2.1.4.2.1 Índice EPT**

El índice EPT utiliza los grupos Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera, para su cálculo. Se usa estos grupos por su sensibilidad a la contaminación de los cuerpos de agua sabiendo que estos son los grupos que primero desaparecen cuando los ríos se contaminan.

Para calcular el índice EPT se suma el total de individuos de una muestra y se suma el total de individuos de los grupos EPT (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera). El valor total EPT se divide para el valor del total de individuos. El resultado se multiplica por 100 para obtener un porcentaje.

La calidad del agua se calcula comparando el resultado con los valores de referencia (Tabla IX).

### 2.1.4.2.2 Índice BMWP/Col

El índice BMWP/Col se basa en la valoración de los diferentes grupos de invertebrados que se encuentran en una muestra. Para poder aplicar este índice se necesita haber identificado los macroinvertebrados hasta nivel de familia. Cada familia de macroinvertebrados posee un grado de sensibilidad que va del 1 al 10.

Para obtener un valor BMWP/Col para cada sitio se suma el valor de cada grupo, se obtiene un total y se compara con los valores de referencia (Tabla XI).

## 2.2 Materiales y Equipos

Tabla XV. Materiales y equipos utilizados en la investigación

<b>Materiales</b>	<b>Equipos</b>
Pipeta 5 ml	Espectrofotómetro
Pipeta 10 ml	Turbidímetro
Erlenmeyer 100 ml	Estereoscopio
Erlenmeyer 250 ml	Multiparámetros de campo
Probeta 200 ml	Balanza
Probeta 100 ml	Sorbona
Bureta 25 ml	Estufa
Balón de 1000ml	Baño María
Balón 100ml	Computadora
Vaso de precipitación 100 ml	GPS
Vaso de precipitación 50 ml	Red Suber
Frascos de Wheaton	Flexómetro
Frasco plásticos 1000 ml	
Frascos estériles 200 ml	
Soporte Universal	
Piceta	

*Fuente: Investigadores*

## **CAPITULO III**

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 3.1 Características del lugar

##### 3.1.1 Localización

La presente investigación se llevó a cabo en la Microcuenca del Río Chiquicahua de la Provincia de Tungurahua, en la parroquia Pilahuín, cantón Ambato, perteneciente a la Subcuenca del Río Ambato y la Cuenca del Río Pastaza, con una superficie de 3515,31 Ha de terreno cuyo cauce del Río Chiquicahua tiene una longitud aproximada de 14 km. (ANEXO 9).

La Microcuenca del Río Chiquicahua limita: al Norte: Drenajes Menores; al Sur Río Mocha y Río Blanco; al Este: Microcuenca Ashpacha y Quebrada Pataló; al Oeste: Quebrada Yatzapuzán Grande. Según Cartografía base IGM (ANEXO 10).

##### 3.1.2 Ubicación Geográfica

Se ubica en la zona 17, América del Sur, delimitada por las coordenadas en UTM enunciadas en la siguiente tabla.

Tabla XVI. Ubicación geográfica de la microcuenca del Río Chiquicahua

Ubicación geográfica	Coordenadas UTM (m)
Latitud	749038
Longitud	9853015
Altitud (msnm)	4800-3000

Fuente: IGM

### 3.1.3 Características Climáticas

El clima del área de estudio es de tipo Ecuatorial de alta montaña, hay una diferencia muy marcada entre el día y la noche.

En la zona no existen estaciones metrológicas completas, únicamente cuentan con una estación pluviométrica manejada por Fondo Paramos y Lucha contra la Pobreza, de cuya estación se obtuvo los datos de las características climáticas mostradas a continuación.

Tabla XVII. Características Climáticas en la Microcuenca del Río Chiquicahua

Características Climáticas	
Temperatura:	4-18°C
Precipitación:	597,7 mm / año
Período seco:	Junio a Octubre
Periodo lluvioso:	Noviembre a Mayo

*Fuente: Fondo Paramos y Lucha contra la Pobreza*

### 3.1.4 Características de Flora y Fauna

La microcuenca del Río Chiquicahua está que se encuentra ubicada entre los 4800 msnm y 3000msnm dividido en tres piso altitudinales cada uno con sus respectivas características en flora y fauna.

En el piso bajo encontramos vegetación natural típica de la zona como chilca sigses, tifo, matico, romerillo, arbustos, matorrales y pastos. El piso medio se caracteriza una combinación entre cultivos de la zona y pastoreo.



El piso alto se caracteriza por la presencia de pajonales, así como de Yagual, Pumamaqui, Chuquirahua y humedales.

La fauna de la microcuenca es muy típica entre estos podemos mencionar la existencia de conejos, lobos, curiangués, entre otros. Podemos mencionar la existencia de animales introducidos como ganado vacuno, bovino y ovino.

### 3.2 Cálculos

#### 3.2.1 Cálculo Caudales

Los cálculos presentados a continuación son los aplicados según el método de flotador, escogido para el aforo en los cinco meses de monitoreo de la microcuenca del Río Chiquicahua. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla XLV.

#### Ejemplo Punto Testigo

Tabla XVIII. Datos para el cálculo del área de la primera sección del punto testigo

Ancho de la sección: 2,50 m							
Base (m)	0	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	Prom=0,50
Altura(m)	0,085	0,175	0,25	0,23	0,16	0,18	Prom= 0,18

Fuente: Investigadores

$$\text{Área}_1 = \text{Base} * \text{Altura}$$

$$\text{Área}_1 = 0,50 \text{ m} * 0,18\text{m}$$

$$\text{Área}_1 = 0,09\text{m}^2$$

Tabla XIX. Datos para el cálculo del área de la segunda sección del punto testigo

Ancho de la sección: 2,54 m							
Base (m)	0	0,50	0,50	0,50	0,50	0,54	Prom = 0,508
Altura(m)	0,07	0,16	0,15	0,22	0,29	0,285	Prom = 0,196

Fuente: Investigadores

$$\text{Área}_2 = \text{Base} * \text{Altura}$$

$$\text{Área}_2 = 0,508 \text{ m} * 0,196\text{m}$$

$$\text{Área}_2 = 0,100\text{m}^2$$

Tabla XX. Datos para el cálculo del área de la tercera sección del punto testigo

Ancho de la sección: 2,75 m							
Base (m)	0	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	Prom = 0,55
Altura(m)	0,07	0,14	0,24	0,165	0,27	0,19	Prom = 0,179

Fuente: Investigadores

$$\text{Área}_3 = \text{Base} * \text{Altura}$$

$$\text{Área}_3 = 0,55 \text{ m} * 0,179\text{m}$$

$$\text{Área}_3 = 0,098\text{m}^2$$

Tabla XXI. Datos para el cálculo del área de la cuarta sección del punto testigo

Ancho de la sección: 2,66 m							
Base (m)	0	0,53	0,53	0,53	0,53	0,54	Prom = 0,532
Altura(m)	0,08	0,205	0,24	0,26	0,27	0,12	Prom = 0,193

Fuente: Investigadores

$$\text{Área}_4 = \text{Base} * \text{Altura}$$

$$\text{Área}_4 = 0,532 \text{ m} * 0,193\text{m}$$

$$\text{Área}_4 = 0,103\text{m}^2$$

$$\text{Área}_{promedio} = \frac{\text{Área}_1 + \text{Área}_2 + \text{Área}_3 + \text{Área}_4}{4}$$

$$\text{Área}_{promedio} = \frac{0,09\text{m}^2 + 0,100\text{m}^2 + 0,098\text{m}^2 + 0,103\text{m}^2}{4}$$

$$\text{Área}_{promedio} = 0,098\text{m}^2$$

## Tiempo

$$t_1 = 3,92\text{s}$$

$$t_2 = 3,74\text{s}$$

$$t_3 = 4,07\text{s}$$

$$t_4 = 3,79\text{s}$$

$$t_5 = 4,15\text{s}$$

$$t_{promedio} = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5}{5}$$

$$t_{promedio} = \frac{3,92\text{s} + 3,74\text{s} + 4,07\text{s} + 3,79\text{s} + 4,15\text{s}}{5}$$

$$t_{promedio} = 3,934\text{s}$$

## Velocidad

$$\text{Distancia} = 4\text{m}$$

$$Velocidad = \frac{distancia}{tiempo}$$

$$V = \frac{4 m}{3,934s}$$

$$V = 1,017 \frac{m}{s}$$

## Caudal

$$Caudal = \text{Área}_{promedio} * Velocidad * factor\ corrección$$

$$Q = 0,098m^2 * 1,017 \frac{m}{s} * 0,66$$

$$Q = 0,055 \frac{m^3}{s}$$

### 3.2.2 Cálculos parámetros físico-químicos e Índices Biológicos

Los resultados de los análisis físicos y químicos se los obtiene en base a los cálculos establecidos en cada uno de los métodos.

Para la obtención de los Índices BMWP y ETP se aplicaron las tablas de cálculo, posterior al trabajo de identificación y conteo de macroinvertebrados.

#### 3.2.2.1 Demanda Bioquímica de Oxígeno

La fórmula aplicada para el cálculo de la DBO fue la siguiente:

$$DBO_5\left(\frac{mg}{l}\right) = \frac{(V_2 - V_1) * N (Na_2SO_3) * Oxigeno\left(\frac{Eqq}{Peso\ mol}\right) * 1000}{VM - 4}$$

Dónde:

$DBO_5 \left( \frac{mg}{l} \right) = \text{Demanda Bioquímica de Oxígeno}$

$V_2 (ml) = \text{Volumen de } Na_2SO_3 \text{ Gastado el 5 día}$

$V_1 (ml) = \text{Volumen de } Na_2SO_3 \text{ Gastado el 1 día}$

$N (Na_2SO_3) = \text{Normalidad de Tiosulfato de Sodio}$

$VM (ml) = \text{Volumen de Muestra}$

1000 = *Factor de Conversión*

### Ejemplo Punto Testigo

$$DBO_5 \left( \frac{mg}{l} \right) = \frac{(10,1 - 8,35)ml * 0,025 N * 8 \left( \frac{Eqq}{Peso mol} \right) * 1000}{300 - 4}$$

$$DBO_5 \left( \frac{mg}{l} \right) = 4,07$$

Estos cálculos fueron realizados para los 5 monitoreos de estudio de la microcuenca del Río Chiquichua, resultados que se muestran en la tabla LVI.

### 3.2.2.2 Oxígeno Disuelto

La fórmula aplicada para el cálculo del Oxígeno Disuelto fue la siguiente:

$$OD \left( \frac{mg}{l} \right) = \frac{V * N (Na_2SO_3) * Oxigeno \left( \frac{Eqq}{Peso mol} \right) * 1000}{VM - 4}$$

Dónde:

$$OD\left(\frac{mg}{l}\right) = \text{Oxígeno Disuelto}$$

$$V(ml) = \text{Volumen de } Na_2SO_3 \text{ Gastado}$$

$$N (Na_2SO_3) = \text{Normalidad de Tiosulfato de Sodio}$$

$$VM (ml) = \text{Volumen de Muestra}$$

$$1000 = \text{Factor de Conversión}$$

### Ejemplo Punto Testigo

$$OD\left(\frac{mg}{l}\right) = \frac{13,65 \text{ ml} * 0,025N * 8\left(\frac{Eqq}{\text{Peso mol}}\right) * 1000}{300 - 4}$$

$$OD\left(\frac{mg}{l}\right) = 9,2$$

Estos cálculos fueron realizados para los 5 monitoreos de estudio de la microcuenca del Río Chiquichua, los resultados se muestran en la tabla a continuación.

Tabla XXII. Valores obtenidos de Oxígeno Disuelto en el Río Chiquichua

Código Punto	Unidad	Monitoreo 1	Monitoreo 2	Monitoreo 3	Monitoreo 4	Monitoreo 5
Ch-01	mg/L	9,2	10,5	9,8	10,5	11
Ch-02	mg/L	9,9	10	9,8	10,1	11,2
Ch-03	mg/L	8,2	11	9,9	8,8	9,6
Ch-04	mg/L	9,4	10,5	8,8	9,1	11
Ch-05	mg/L	9	9,9	9,1	8,2	10,7

Fuente: Investigadores

Estos resultados de Oxígenos Disuelto (mg/L) se interpolaron con las temperaturas del río para obtener el porcentaje de saturación de OD (ANEXO 11), resultados que se muestran en la tabla LII.

### 3.2.2.3 Sólidos Totales

La fórmula aplicada para el cálculo de los Sólidos Totales fue la siguiente:

$$ST \left( \frac{mg}{l} \right) = \frac{(P_2 - P_1)}{VM} * \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} * \frac{1000 \text{ ml}}{1 \text{ l}}$$

Dónde:

*ST = Sólidos Totales*

*P = Peso Inicial*

*P<sub>2</sub> = Peso Final*

*VM = Volumen de Muestra*

*10<sup>6</sup> = Factor de Conversión*

#### Ejemplo Punto Testigo

$$ST \left( \frac{mg}{l} \right) = \frac{(46,8246 - 46,8212)g}{25 \text{ ml}} * \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} * \frac{1000 \text{ ml}}{1 \text{ l}}$$

$$ST \left( \frac{mg}{l} \right) = 134,6$$

Estos cálculos fueron realizados para los 5 monitoreos de estudio de la microcuenca del Río Chiquicahua, resultados que se muestran en la tabla LX.

### 3.2.2.4 Índices WQI, BMWP y ETP

Las tablas que se muestran a continuación son las aplicadas para el cálculo de los Índices de Calidad e Índices Biológicos.

#### Ejemplo Punto Testigo

Tabla XXIII. Cálculo del Índice WQI para el punto Testigo

Parámetros	Unidades	W	V. Análisis	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0,17	80	87	14,79
Coliformes Fecales	UFC/100ml	0,16	12	69	11,04
pH	pH	0,11	8,28	74	8,14
DBO <sub>5</sub>	mg/L	0,11	4,07	61	6,71
Cambio Temperatura	°C	0,1	1,1	89	8,9
Fosfato Total	mg/L	0,1	0,13	95	9,5
Nitratos	mg/L	0,1	1,92	95	9,5
Turbidez	NTU	0,08	1,28	95	7,6
Sólidos Totales	mg/L	0,07	134,6	83	5,81
Índice de Calidad de Agua (WQI-ICA)					<b>82</b>
Calidad Buena					

Fuente: Investigadores

Tabla XXIV. Cálculo de los Índices BMWP y ETP para el punto Testigo.

Orden	Familia	Abundancia EPT	Sensibilidad BMWP
Anfípoda	Hyalellidae	371	7
Coleóptera	Elmidae	31	6
Coleóptera	Scirtidae	19	7
Díptera	Blepharoceridae	17	10
Díptera	Chironomidae	2	2
Díptera	Simuliidae	74	8
Ephemeroptera	Baetidae	206	7
Plecoptera	Perlidae	4	10
Trichoptera	Hydrobiosidae	3	9
Trichoptera	Leptoceridae	26	8
<b>Sumatoria total</b>		<b>382</b>	
<b>ÍNDICE DE ABUNDANCIA EPT (%): REGULAR</b>		<b>63</b>	
<b>ÍNDICE DE SENSIBILIDAD BMWP: ACEPTABLE</b>			<b>67</b>

Fuente: Investigadores



### **3.3 Resultados y discusión de resultados**

#### **3.3.1 Actividades Antrópicas**

Dentro del contexto de este trabajo, es necesario enmarcar la caracterización las actividades humanas, y su relación con el aspecto socioeconómico y la disponibilidad de agua en los diferentes pisos altitudinales de la microcuenca.

En la microcuenca del Río Chiquichua se encuentran varias comunidades, ubicadas principalmente en la zona media – baja, como San Isidro; Tamboloma, Chiquichua, Yatzaputzan con un total 2369 de habitantes.

Las comunidades cuentan con un mercado intercomunal, casa comunal, escuelas y colegios, subcentros de salud, ubicados en la zona media. Cuenta con servicios básicos como: agua intubada, luz, teléfono. Por el sector atraviesa la carretera interprovincial de primer orden Ambato – Guaranda.<sup>4</sup>

Estas comunidades basan su económica principalmente en la producción agrícola y ganadera. El acceso a vías de primer y segundo orden ayuda al transporte de los productos agrícolas de la zona, para su comercialización de los mercados de las ciudades de Ambato y Guaranda.

---

<sup>4</sup> Datos obtenidos de la Sistematización de Experiencia de la Participación comunitaria en el Plan de Manejo de Páramo de la Corporación de Organizaciones Campesinas de Pilahuín COCAP, POAQUIZA (2010).

La comunidad de Yatzaputzán cuenta con un centro de acopio de leche lo que incentiva a las comunidades aledañas a expandir su ganado vacuno. La comunidad de San Isidro cuenta con una industria quesera que sustenta su producción de leche.

En la zona se puede evidenciar explotación maderera que según los moradores de la comunidad son de personas ajenas al sector, esto podría incentivar a que los habitantes del sector practiquen esta actividad como una nueva forma de ingresos económicos, provocando deforestación y erosión del suelo.

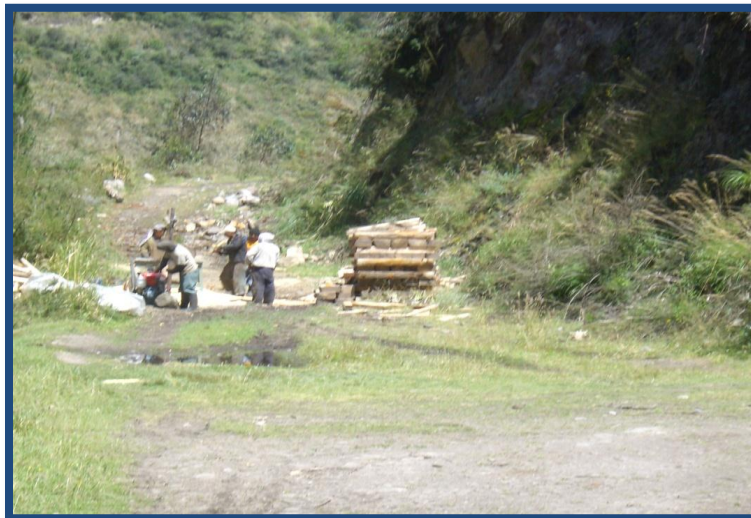


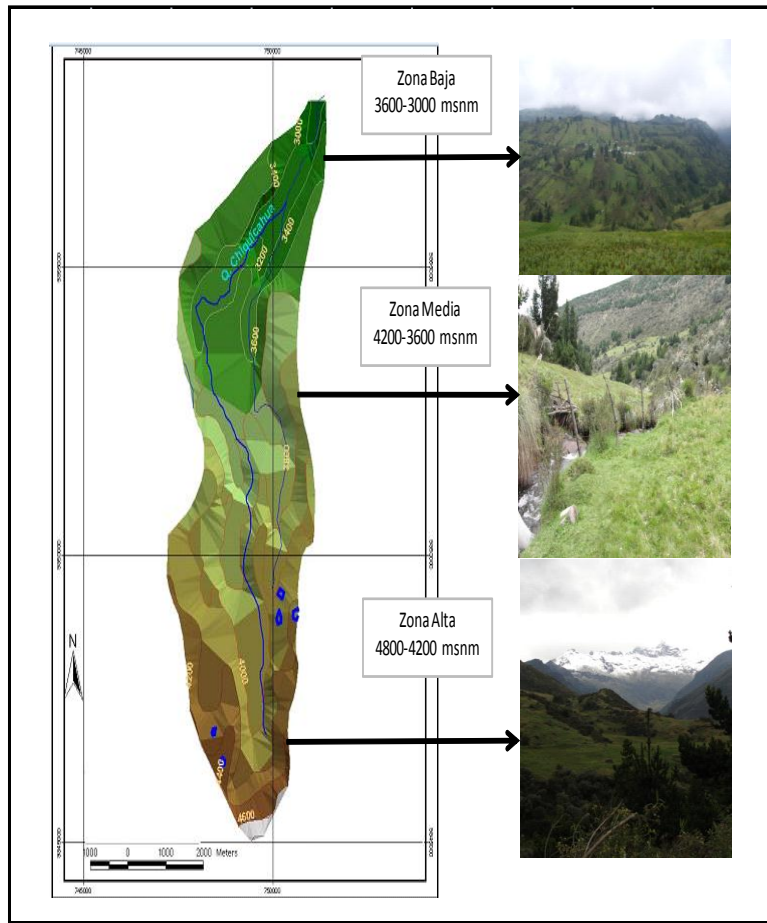
Foto 11. Explotación maderera en la zona

### **3.3.1.1 Factores Antrópicos**

La caracterización de las actividades antrópicas son aspectos significativos en la microcuenca, su correcta identificación ayudará a establecer relaciones entre la cantidad y calidad del agua, parte fundamental para el desarrollo socioeconómico de las poblaciones que habitan en los diferentes pisos altitudinales.

Para esto fue necesario utilizar una matriz establecida para registro de campo con el cual se procesó información in-situ de las características generales del área de estudio. Esta descripción física se realizó en forma general para las zonas baja, media y alta.

Figura 4. Pisos Altitudinales de la microcuenca del Río Chiquicahua



*Fuente: Investigadores*

### 3.3.1.2 Uso actual del suelo

El uso del suelo varía de acuerdo a los pisos altitudinales (ANEXO 12).

En la zona alta de la microcuenca va desde los 4800 msnm hasta los 4000 msnm, prevalece la vegetación de páramo y cuerpos de agua en forma natural, bosque

introducido; es una zona poco intervenida, sin embargo en los meses de estudio se pudo observar la existencia de algunas cabezas de ganado, que por declaración de habitantes de la zona esto no está permitido. Cabe mencionar que este piso presenta pajonal corto, lo que posiblemente favorecería a la siembra de pasto e introducción de ganado.



Foto 12. Uso del suelo microcuenca Alta del Río Chiquicahua

La zona media va desde los 4000msnm hasta los 3600msnm, mientras que la zona baja se puede identificar desde los 3600msnm hasta los 3000msnm.

La zona media y baja se puede observar cultivo de papas, habas, ajo, zanahoria y cebolla, cultivos de pastizales para la producción pecuaria de bovinos, ovinos y porcinos; actividad que es la principal fuente de ingreso. En la zona baja se observa además cultivos frutales.

El relieve del territorio se caracteriza por la presencia constante de pendientes de diverso grado, sin embargo existe una tendencia a utilizar zonas con gradiente pronunciado para cultivos, que posiblemente fueron cubiertas de vegetación nativa. El

traspaso de la frontera agrícola y el crecimiento poblacional, estarían posiblemente contribuyendo a la degradación de estos ecosistemas por sobrepastoreo.



Foto13. Uso del suelo zona media - baja de la microcuenca del Río Chiquicahua

### 3.3.2 Oferta Hídrica

#### 3.3.2.1 Caudales y Precipitaciones

Los resultados de precipitaciones fueron obtenidos de la Estación Pluviométrica Tamboloma, proporcionados por Fondo de Paramos Tungurahua y Lucha contra la Pobreza.

Tabla XXV. Valores de precipitación mensual de Estación Pluviométrica Tamboloma

Meses de Estudio	Precipitación (mm lluvia)
Enero	0
Febrero	0
Marzo	49.3
Abril	75.2

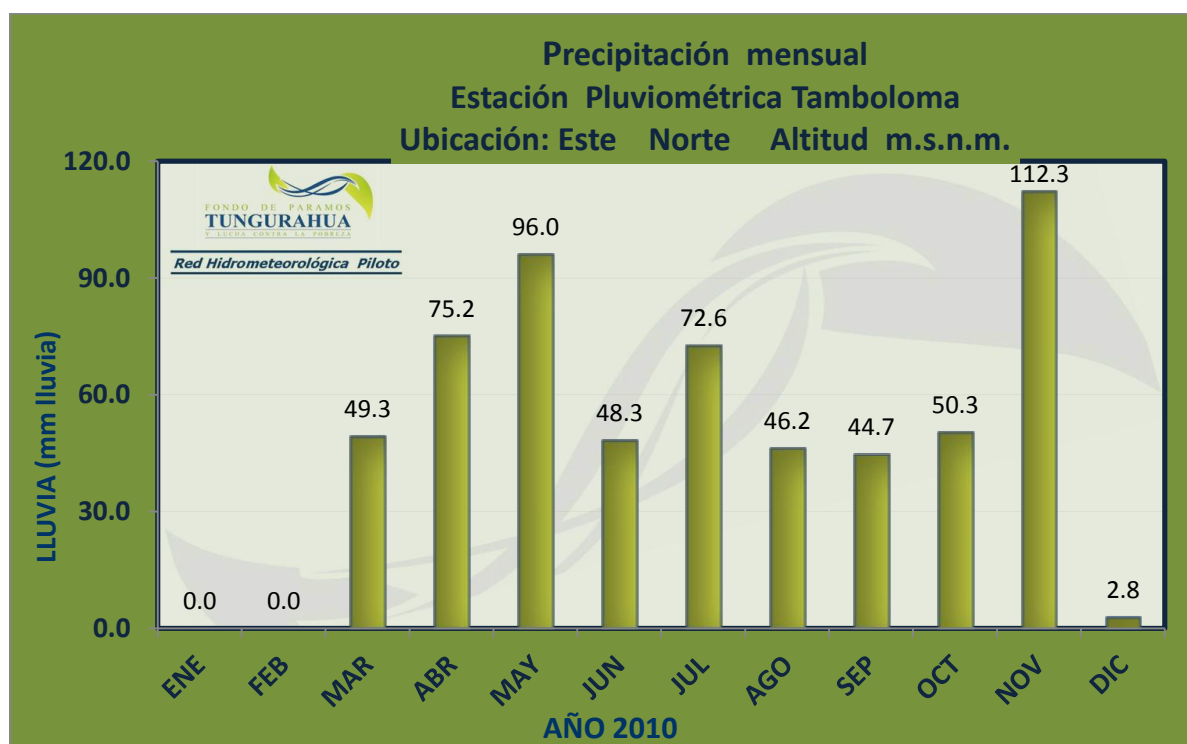
Continuación... Tabla XXV. Valores de precipitación mensual de Estación Pluviométrica

Tamboloma

<b>Mayo</b>	96
<b>Junio</b>	48.3
<b>Julio</b>	72.6
<b>Agosto</b>	46.2
<b>Septiembre</b>	44.7
<b>Octubre</b>	50.3
<b>Noviembre</b>	112.3
<b>Diciembre</b>	2.8

Fuente: Fondo de Paramos Tungurahua y Lucha contra la Pobreza

Gráfico 1. Valores de la precipitación mensual de la Estación Pluviométrica Tamboloma



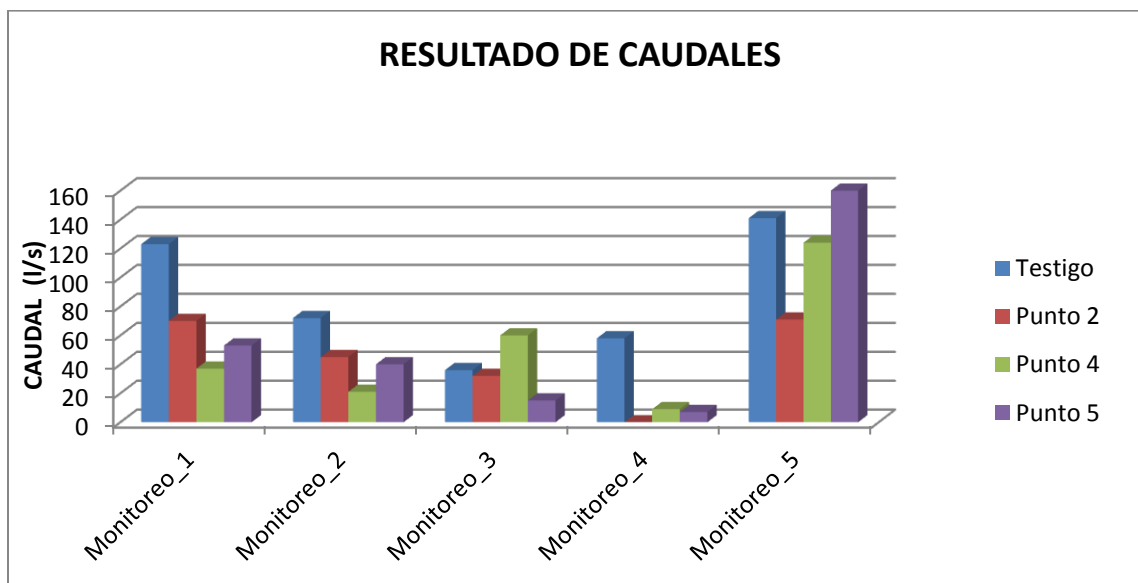
En el gráfico 1 se observa las precipitaciones tomadas por la Estación Pluviométrica Tamboloma donde se observa el comportamiento pluvial de la zona, para los meses de estudio de la microcuenca del Río Chiquicahua fueron tomados los valores del mes de julio al mes de noviembre notándose una disminución en los meses de agosto a octubre, presentando un incremento notable en el mes de noviembre, comportamiento que será relacionado con los caudales medidos en la zona.

Tabla XXVI. Variación de caudal en los 5 meses de monitoreo

<b>Variación de Caudal (L/s)</b>				
<b>Salidas</b>	<b>Testigo</b>	<b>Punto 2</b>	<b>Punto 4</b>	<b>Punto 5</b>
<b>Monitoreo_1</b>	123	70	37	53
<b>Monitoreo_2</b>	72	45	21	40
<b>Monitoreo_3</b>	36	32	60	15
<b>Monitoreo_4</b>	58	0	9	7
<b>Monitoreo_5</b>	141	71	124	160

*Fuente: Investigadores*

Gráfico 2. Variación de Caudal en los 5 meses de monitoreo.



En el gráfico 2 se observa los valores del caudal obtenidos en los 5 meses de monitoreo en los cuatro puntos de la microcuenca del Río Chiquicahua, observándose que el primer y quinto monitoreo se obtienen los caudales más representativos que difieren del segundo y tercer monitoreo donde se observa una considerable disminución del caudal, esto posiblemente se deba a la disminución de precipitación en los meses de agosto, septiembre y octubre. En el cuarto monitoreo se observó la disminución del caudal en los puntos de la zona media y baja, esto debido a que las concesiones adjudicadas se tomaban la mayor parte del caudal del río.

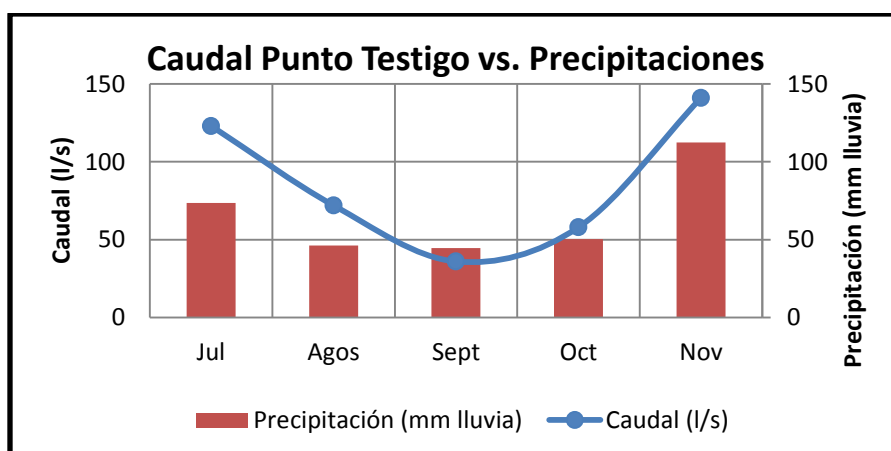


Tabla XVII. Relación caudal en el punto Testigo vs. Precipitación en la zona

Mes de Monitoreo	Caudal (L/s)	Precipitación (mm lluvia)
Julio	123	73,6
Agosto	72	46,2
Septiembre	36	44,7
Octubre	58	50,3
Noviembre	141	112,3

Fuente: Investigadores

Gráfico 3 .Relación caudal en el punto Testigo vs. Precipitación en la zona



En el gráfico 3 se observa la relación del caudal en el punto Testigo vs. la precipitación que se obtuvo en la zona durante los 5 meses de estudio, donde se puede observar un comportamiento proporcional, es decir, en los meses de mayor precipitación se observa un incremento de caudal, evidenciándose que el mes de noviembre presentó el nivel más alto de precipitación y consecuentemente de caudal.



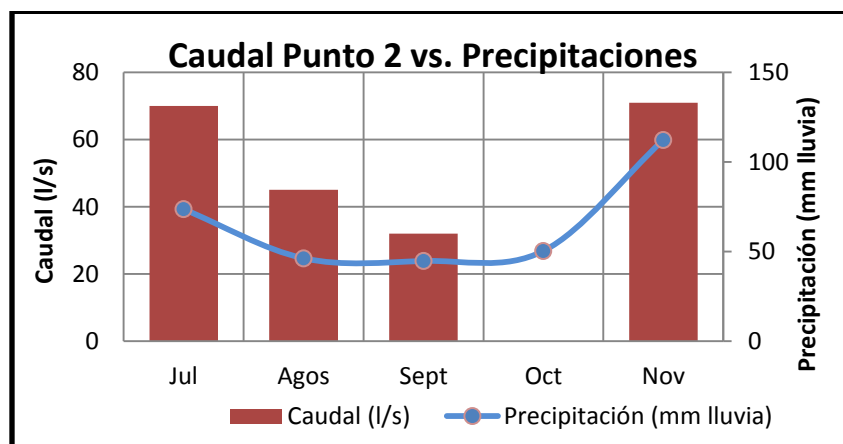
Foto 14. Punto 1 del Río Chiquicahua mes de noviembre

Tabla XVIII. Relación caudal en el punto 2 vs. Precipitación en la zona

Mes de Monitoreo	Caudal (L/s)	Precipitación (mm lluvia)
Julio	70	73,6
Agosto	45	46,2
Septiembre	32	44,7
Octubre	0	50,3
Noviembre	71	112,3

Fuente: Investigadores

Gráfico 4. Relación caudal en el punto 2 vs. Precipitación en la zona



En el gráfico 4 se observa la relación del caudal en el punto 2 vs. la precipitación que se obtuvo en la zona durante los 5 meses de estudio, observándose un comportamiento equilibrado entre la precipitación de la zona y el caudal, acotando la presencia de posibles afluentes como ojos de aguas y escurrimientos, que favorecen al incremento del caudal. El mes de octubre muestra un caudal de cero esto debido a que la concesión Acequia Chiquicahua tomaba todo el caudal del río, dejándolo en condiciones no aptas para el aforamiento.



Foto 15. Concesión Acequia Chiquicahua

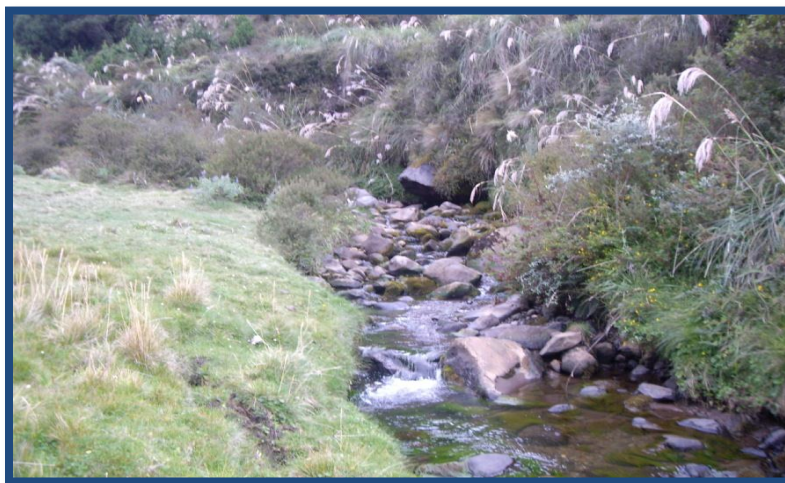


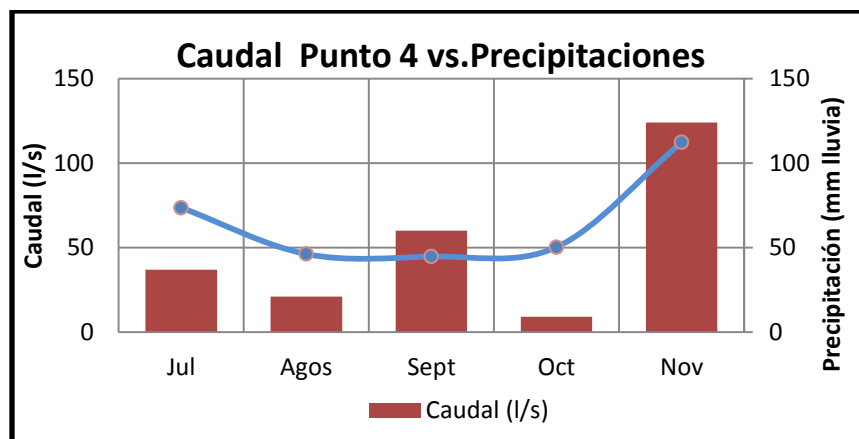
Foto 16. Punto 2 del Río Chiquicahua en el mes de octubre

Tabla XXIX. Relación caudal en el punto 4 vs. Precipitación en la zona

Mes de Monitoreo	Caudal (L/s)	Precipitación (mm lluvia)
Julio	37	73,6
Agosto	21	46,2
Septiembre	60	44,7
Octubre	9	50,3
Noviembre	124	112,3

Fuente: Investigadores

Gráfico 5. Relación caudal en el punto 4 vs. Precipitación en la zona



En el gráfico 5 se observa la relación del caudal en el punto 4 vs. la precipitación que se obtuvo en la zona durante los 5 meses de estudio, este punto corresponde a la microcuenca media, donde las concesiones afectan a la disminución del caudal, notándose como la precipitación tiene una menor influencia que la presentada en los puntos anteriores.

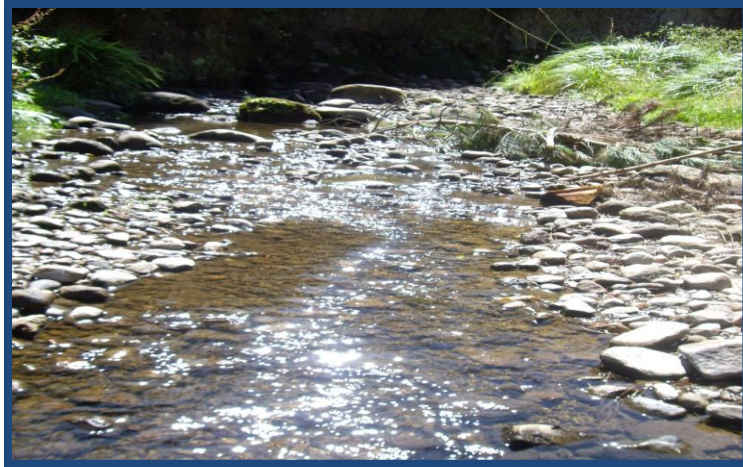


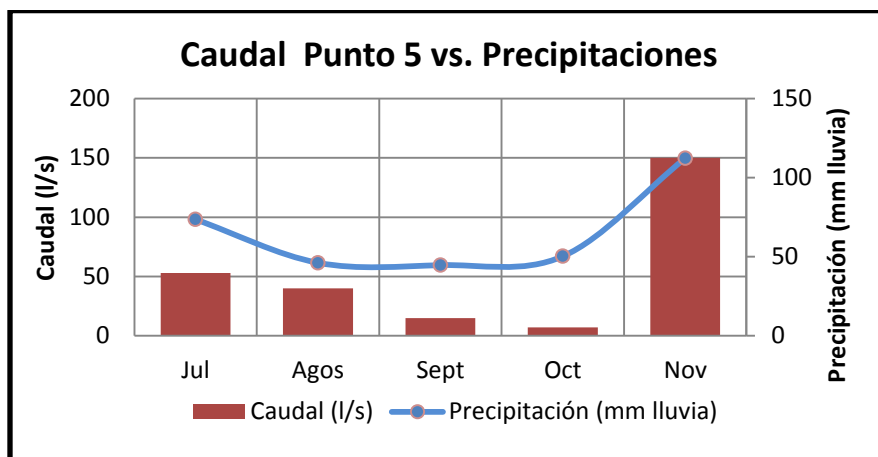
Foto 17. Punto 4 del Río Chiquicahua en el mes de octubre

Tabla XXX. Relación caudal en el punto 5 vs. Precipitación en la zona

<b>Mes de Monitoreo</b>	<b>Caudal (L/s)</b>	<b>Precipitación (mm lluvia)</b>
<b>Julio</b>	53	73,6
<b>Agosto</b>	40	46,2
<b>Septiembre</b>	15	44,7
<b>Octubre</b>	7	50,3
<b>Noviembre</b>	150	112,3

*Fuente: Investigadores*

Gráfico 6. Relación caudal en el punto 5 vs. Precipitación en la zona



En el gráfico 6 se observa la relación del caudal en el punto 4 vs. la precipitación que se obtuvo en la zona durante los 5 meses de estudio, este punto corresponde a la microcuenca baja del Río Chiquicahua donde las diferentes actividades humanas que se desarrollan a lo largo de la zona influyen en la disminución del caudal. Se nota un incremento considerable en el mes de noviembre consecuente con el aumento de precipitación.

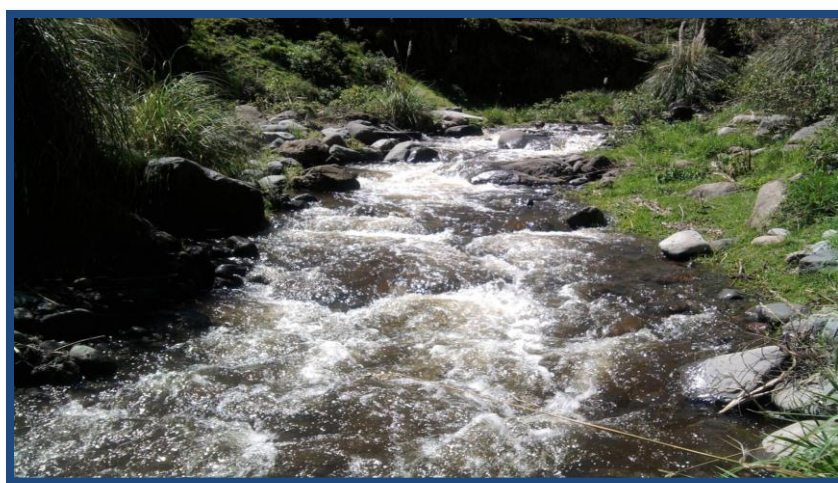


Foto 18. Punto 5 del Río Chiquicahua en el mes de noviembre

### 3.3.2.2 Oferta Hídrica del Río Chiquicahua

La oferta hídrica en el punto 5 de monitoreo representa la descarga del Río Chiquicahua al Río Ambato.

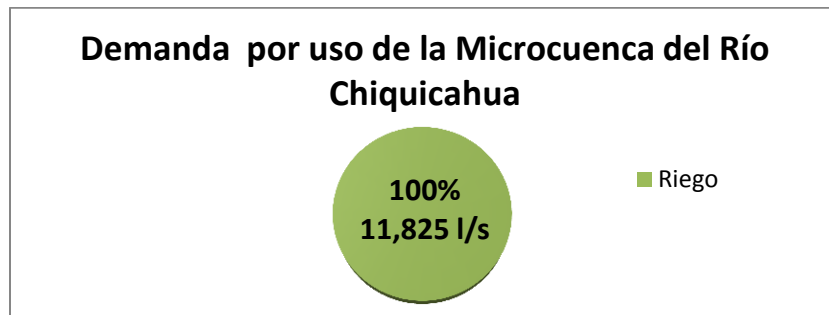
Para determinar la oferta hídrica del Río Chiquicahua, es necesario analizar los caudales concesionado existente en la microcuenca, para lo cual se recopiló información de las concesiones que se encuentran registradas en la Agencia de Aguas Ambato.

Tabla XXXI. Demanda por usos de la microcuenca del Río Chiquicahua

JURISDICCIÓN	CUENCA	SUBCUENCA	USO	CAUDAL (L/s)	%	Uso
AMBATO	Pastaza	Río Ambato	R	11,825	100,00	Riego
Total litros				11,825	100,00	
Total m <sup>3</sup> /s				0,011825		

Fuente: SENAGUA Ambato

Gráfico 7. Demanda por uso de la microcuenca del Río Chiquicahua



Como se observa en el gráfico 7 las adjudicaciones de la microcuenca la posee en su totalidad para riego con 11, 825 L/s que representa el 100%, lo que nos indica que las

mayores actividades socioeconómicas que se realizan en la microcuenca del Río Chiquicahua son agropecuarias.

**a) La oferta hídrica media** de la microcuenca es de 55 L/s, información obtenida durante los cinco meses de monitoreo.

**b) La oferta hídrica total** es de 64,46 L/s, y se obtiene de la suma entre la oferta hídrica media y los caudales concesionados de la microcuenca, considerando las adjudicaciones realizadas por la Agencia de aguas de la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA).

Es necesario realizar un ajuste, en los datos obtenidos de la Agencia de Aguas acerca de las concesiones debido a que estos datos presentan errores como duplicación de datos, nombre de la adjudicación, coordenadas y concesiones no actualizadas. Por esto, se ajustó el valor de las concesiones hídricas multiplicándola por el factor de corrección<sup>5</sup> 0,8 para determinar el **caudal concesionado aproximado** que da un valor de 9,46 L/s.

**c) La oferta neta** se determina, ajustando la oferta total con una reducción del 40% (avalado por la UNESCO) que representa el caudal para mantener el régimen hidrológico mínimo y sostenimiento de los ecosistemas. Con esta reducción se obtiene un 38,68 L/s como oferta neta.

---

<sup>5</sup> Factor de corrección para concesiones hídricas según Díaz P, (2007).



Tabla XXXII. Índice de escasez respecto a la oferta.

Microcuenca a Nombre	Oferta media (L/s)	Caudal concesiona do en uso (L/s)	Caudal concesionado Aproximado (Fc) (L/s)	Oferta Total (L/s)	Oferta Neta (L/s)	Índice de escasez (%)	Apreciación de la escasez
Río Chiquicahua	55	11,825	9,46	64,46	38,68	18,33	Demanda baja con respecto a la oferta

*Fuente: Investigadores*

No se considera a la oferta media, debido que para obtener el índice de escasez se debe obtener con la oferta hídrica total que la microcuenca ofrece antes de ser adjudicada.

La microcuenca del Río Chiquicahua presenta una oferta total de 64,46 L/s y el caudal concesionado en uso es de 11,825 L/s que según el índice de escasez se encuentra dentro de una categoría media, que se refiere a una demanda BAJA con respecto a la oferta.

### 3.3.3 Calidad del Agua

#### 3.3.3.1 Parámetros para la determinación del Índice WQI

##### 3.3.3.1.1 Oxígeno Disuelto

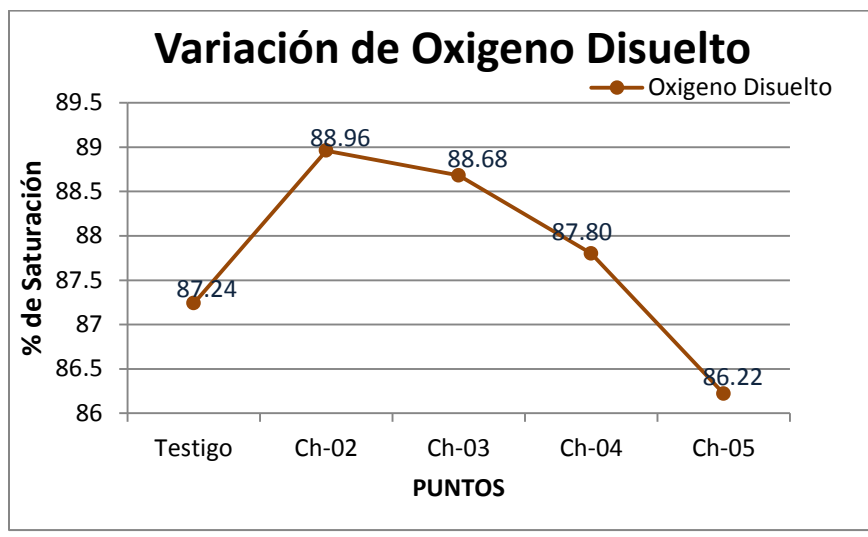
El OD se presenta en cantidades variables y bajas en el agua; su contenido depende de la concentración y estabilidad del material orgánico presente y es, por ello, un factor muy importante en la autopurificación de los ríos. Este oxígeno disuelto es primordial para la vida acuática.

Tabla XXXIII. Resultados de Oxígeno Disuelto en los puntos de monitoreo

<b>RESULTADO DE OXIGENO DISUELTO</b>			
<b>Puntos</b>	<b>Código</b>	<b>Altura</b>	<b>OD % Saturación</b>
Testigo	Ch-01	4010	87,24
Punto 2	Ch-02	3743	88,96
Punto 3	Ch-03	3636	88,68
Punto 4	Ch-04	3379	87,80
Punto 5	Ch-05	3065	86,22

*Fuente: Investigadores*

Gráfico 8. Variación de oxígeno disuelto en los puntos de monitoreo



El gráfico 8 representa la variación de la oxígeno disuelto representado en % de saturación, durante los 5 meses de investigación en la microcuenca del Río Chiquicahua, demostrándose una tendencia estable a lo largo de todos los puntos, notándose un ligero incremento en el punto Ch-02 cuya razón puede ser la existencia de varios afluentes; se evidencia además un decremento en el punto Ch-05, relacionada a la presencia de mayores asentamientos humanos y de sus actividades en el trayecto del punto Ch-04 al Ch-05.



Foto 19. Afluente del punto Ch-02 del Río Chiquicahua

### 3.3.3.1.2 Coliformes Fecales

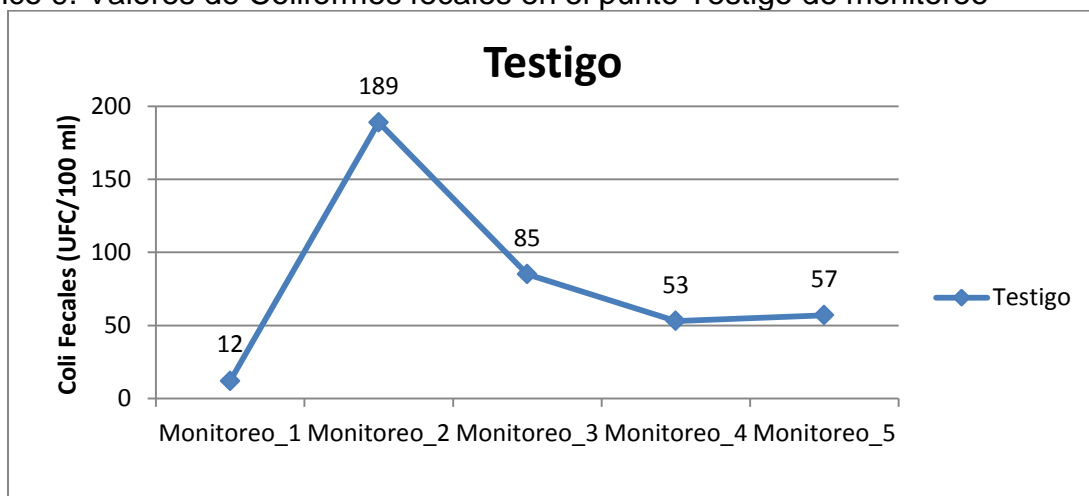
La *Escherichia coli* es la bacteria indicadora por excelencia del grupo coliforme fecal, Los coliformes no solamente provienen de los excrementos humanos sino también pueden originarse en animales y en el suelo; por tanto, la presencia de coliformes en aguas superficiales indica contaminación proveniente de residuos humanos, animales o erosión del suelo separadamente, o de una combinación de las tres fuentes.

Tabla XXXIV. Resultados de Coliformes Fecales encontrados en los puntos de monitoreo

Cód. Punto	Unidades	Mon_1	Mon_2	Mon_3	Mon_4	Mon_5
Testigo	UFC/100 ml	12	189	85	53	57
Ch-02	UFC/100 ml	15	900	264	64	185
Ch-03	UFC/100 ml	48	987	150	270	130
Ch-04	UFC/100 ml	23	500	800	210	120
Ch-05	UFC/100 ml	200	220	140	280	300

*Fuente: Investigadores*

Gráfico 9. Valores de Coliformes fecales en el punto Testigo de monitoreo

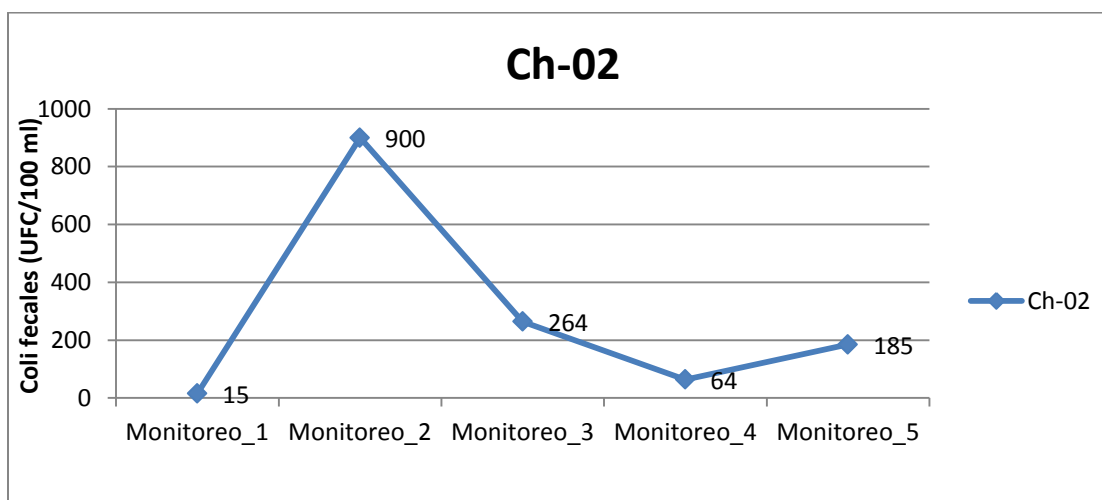


El gráfico 9 representa la variación de coliformes fecales encontradas en el punto testigo, evidenciándose la existencia de coliformes en valores no elevados<sup>6</sup>, exceptuando un valor mayor en el segundo monitoreo, esto es posiblemente a causa de la presencia de ganado en esta fecha, situación que no se evidencio en las demás muestreos.



Foto 20. Presencia de ganado en el 2do monitoreo del punto testigo

Gráfico 10. Valores de Coliformes fecales en el punto Ch-02 de monitoreo



<sup>6</sup> El TULAS establece como valor referencial en cuerpos de agua dulce un valor de coliformes fecales límite máx. De 200 UFC/100 mL

El gráfico 10 representa la variación de coliformes fecales encontradas en el punto Ch-02, existen coliformes fecales en mayor número que el punto testigo, encontrando un incremento considerable en el segundo monitoreo, este se presume es debido a la mayor actividad ganadera en estas fechas.

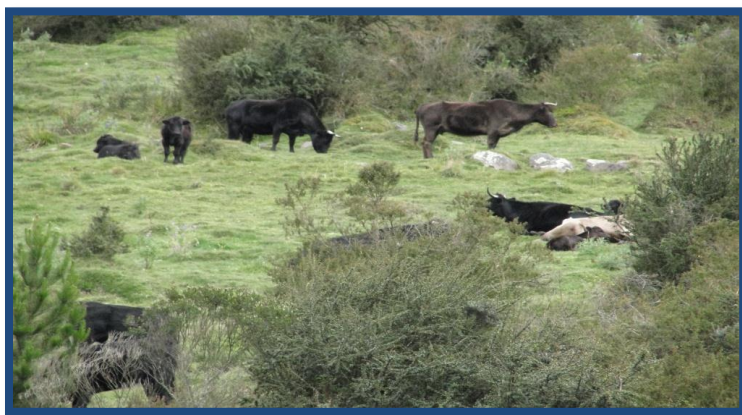
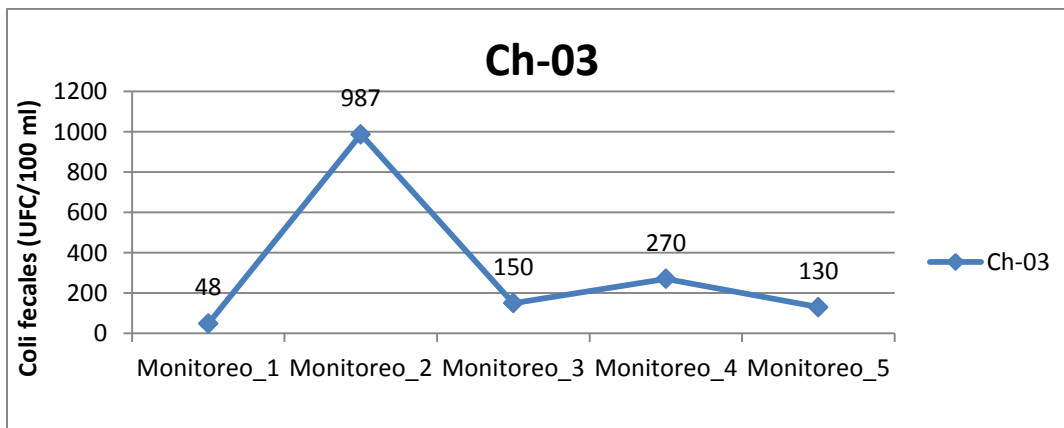


Foto 21. Actividad ganadera en el punto Ch-02 del Río Chiquicahua

Gráfico 11. Valores de Coliformes fecales en el punto Ch-03 de monitoreo

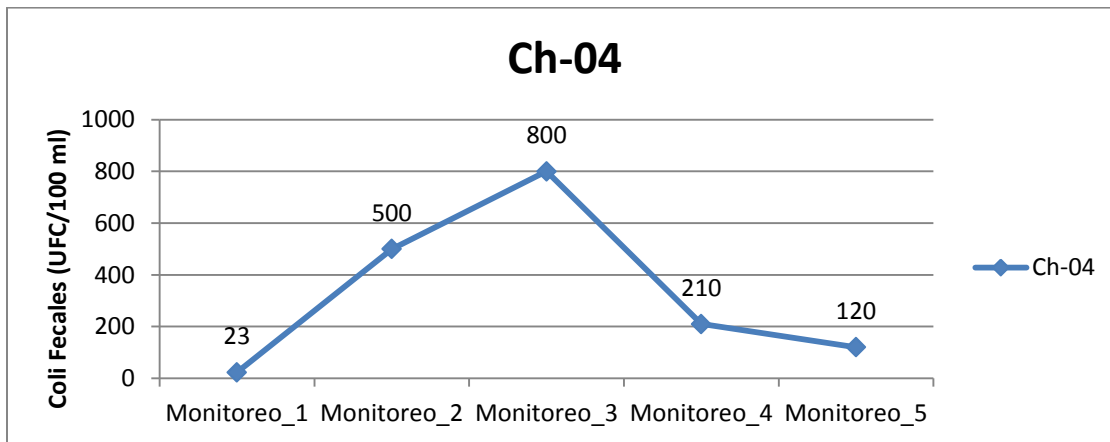


El gráfico 11 representa la variación de coliformes fecales encontradas en el punto Ch-03, existe presencia ya de actividades humanas como lavado de vegetales, existencia de una carretera de primer orden, así como actividad ganadera muy próxima al río lo que podría ser la causa del incremento microbiano.



Foto 22. Lavado de vegetales, punto Ch-03 del Río Chiquicahua

Gráfico 12. Valores de Coliformes fecales en el punto Ch-04 de monitoreo

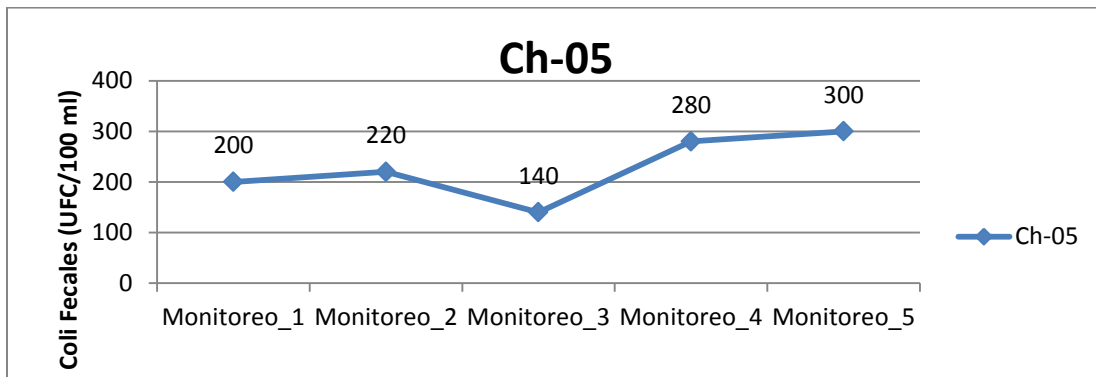


El gráfico 12 representa la variación de coliformes fecales, existe coliformes fecales en un número considerable, mayores a los encontrados en el punto testigo, esto podría deberse a la mayor contaminación que tiene la zona en este punto, entre estas podemos mencionar descargas de las comunidades aledañas, así como el incremento de las actividades humanas en relación a los puntos anteriores.



Foto 23. Asentamientos humanos cercanos al punto Ch-04

Gráfico 13. Valores de Coliformes fecales en el punto Ch-05 de monitoreo



El gráfico 13 de coliformes fecales encontradas en el punto Ch-05, existe coliformes fecales en menor cantidad en relación a los puntos anteriores, esto podría deberse a la inclusión de aguas limpias que promueven una dilución de la contaminación.



Foto 24. Río Chiquicahua en la desembocadura con Río Ambato



### 3.3.3.1.3 Potencial Hidrógeno (pH)

El término pH es una forma de expresar la concentración del ion hidrógeno o, más exactamente, la actividad del ion hidrógeno.

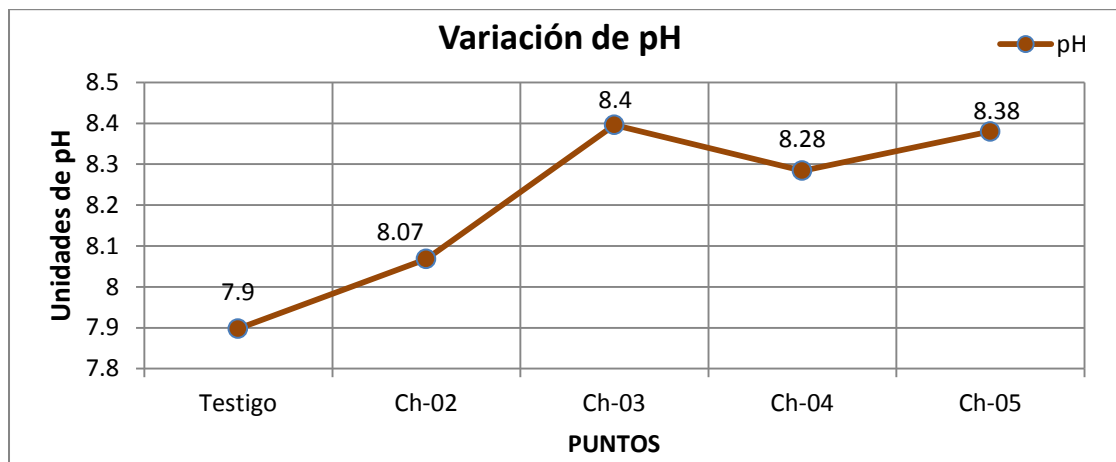
El pH puede afectarse por componentes químicos en el agua, siendo un indicador importante de que el agua está cambiando químicamente. La contaminación puede cambiar el pH del agua, lo que a su vez puede dañar la vida animal y vegetal que existe en el agua.

Tabla XXXV. Resultados de pH promedio en los puntos de monitoreo

<b>RESULTADO DE pH PROMEDIO</b>			
<b>Puntos</b>	<b>Código</b>	<b>Altura</b>	<b>Unidades de pH</b>
Testigo	Ch-01	4010	7.9
Punto 2	Ch-02	3743	8.07
Punto 3	Ch-03	3636	8.4
Punto 4	Ch-04	3379	8.28
Punto 5	Ch-05	3065	8.38

*Fuente: Investigadores*

Gráfico 14. Variación de pH en los puntos de monitoreo



La variación del pH es representada en el gráfico 14, presenta el valor más alto de pH en el punto Ch-03, posiblemente debido a que en los alrededores de este punto se realizan actividades agrícolas como lavado de vegetales (zanahoria).

#### 3.3.3.1.4 Temperatura

La determinación exacta de la temperatura es importante para diferentes procesos de tratamiento y análisis de laboratorio, puesto que, por ejemplo, el grado de saturación de OD, la actividad biológica y el valor de saturación con carbonato de calcio se relacionan con la temperatura.

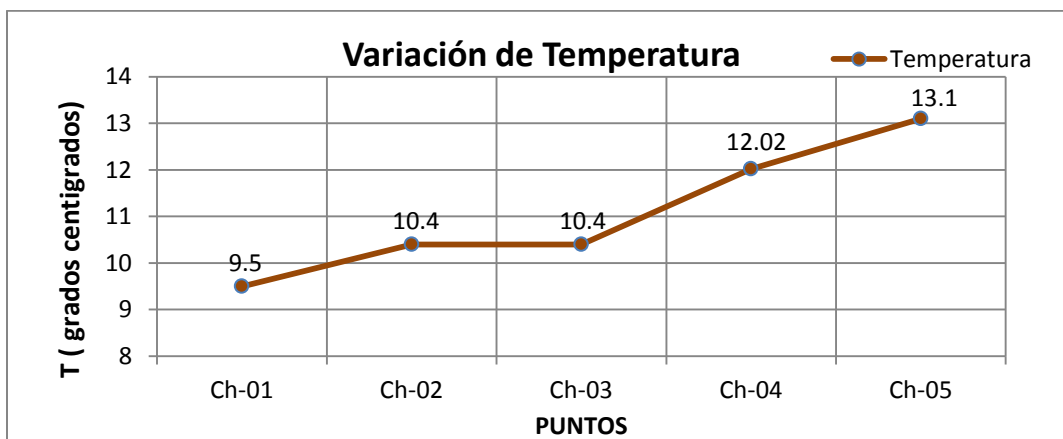
En estudios de polución de ríos, estudios limnológicos y en la identificación de la fuente de suministro en pozos, la temperatura es un dato necesario.

Tabla XXXVI. Resultados de temperatura promedio en los puntos de monitoreo

RESULTADO DE TEMPERATURA			
PROMEDIO			
Puntos	Código	Altura	T (C)
Testigo	Ch-01	4010	9.5
Punto 2	Ch-02	3743	10.4
Punto 3	Ch-03	3636	10.4
Punto 4	Ch-04	3379	12.02
Punto 5	Ch-05	3065	13.1

Fuente: Investigadores

Gráfico 15. Variación de temperatura promedio en los puntos de monitoreo



El gráfico 15 de la variación de la temperatura, muestra que la diferencia de temperatura, del punto testigo al punto Ch-05 es de 3.6 grados centígrados, con una tendencia ascendente a lo largo de la microcuenca.

### 3.3.3.1.5 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)

La oxidación microbial o mineralización de la materia orgánica es una de las principales reacciones que ocurren en los cuerpos naturales de agua y constituye una de las demandas de oxígeno, ejercida por los microorganismos heterotróficos, que hay que cuantificar.

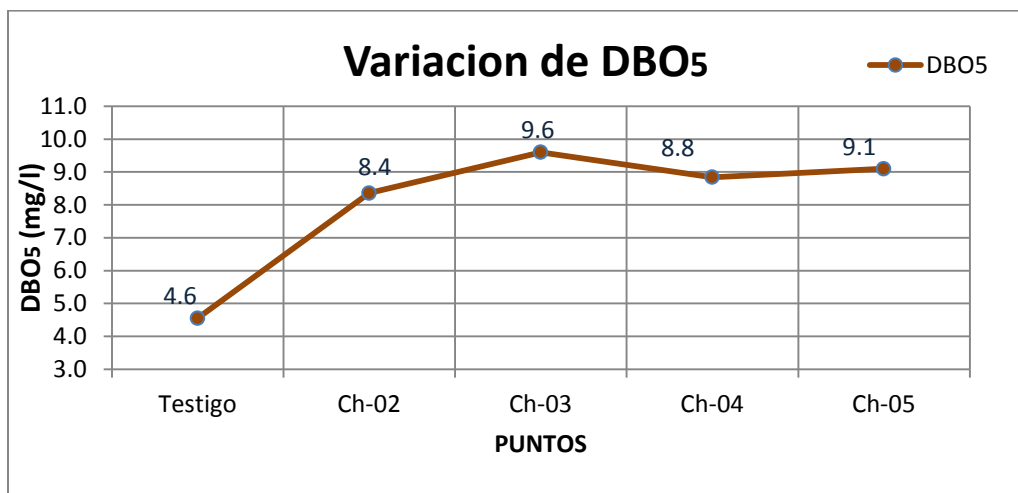
Esencialmente, la DBO es una medida de la cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos en la estabilización de la materia orgánica biodegradable, en condiciones aeróbicas, en un período de cinco días y a 20 °C.

Tabla XXXVII. Resultado de DBO<sub>5</sub> promedio en los puntos de monitoreo

<b>RESULTADO DE DBO<sub>5</sub> PROMEDIO</b>			
<b>Puntos</b>	<b>Código</b>	<b>Altura</b>	<b>DBO<sub>5</sub> (mg/L)</b>
Testigo	Ch-01	4010	4,6
Punto 2	Ch-02	3743	8,4
Punto 3	Ch-03	3636	9,6
Punto 4	Ch-04	3379	8,8
Punto 5	Ch-05	3065	9,1

*Fuente: Investigadores*

Grafica 16. Variación de la DBO<sub>5</sub> promedio en los puntos de monitoreo



El gráfico 16 representa la variación de DBO<sub>5</sub> evidenciándose que este parámetro, desde punto testigo al punto Ch-05 tiene una tendencia ascendente, presentando los valores más altos de DBO<sub>5</sub> en el punto Ch-03 y Ch-05, este aumento podría deberse a la presencia de asentamientos humanos y actividades como agricultura y ganadería en mayor proporción que los otros puntos.

### 3.3.3.1.6 Turbidez

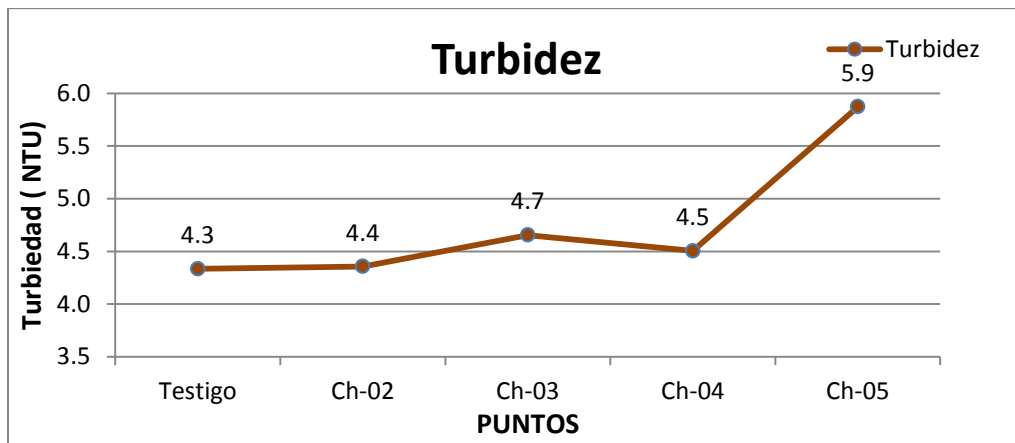
La turbulencia indica la cantidad de materia sólida suspendida en el agua y se mide por la luz que se refleja a través de esta materia. La turbidez en un agua puede ser ocasionada por una gran variedad de materiales en suspensión que varían en tamaño, desde dispersiones coloidales hasta partículas gruesas, entre como arcillas, limo, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, organismos planctónicos y microorganismos.

Tabla XXXVIII. Resultados de Turbidez promedio en los puntos de monitoreo

RESULTADO DE TURBIDEZ			
Puntos	Código	Altura	Unidades NTU
Testigo	Ch-01	4010	4,3
Punto 2	Ch-02	3743	4,5
Punto 3	Ch-03	3636	4,7
Punto 4	Ch-04	3379	4,5
Punto 5	Ch-05	3065	5,9

Fuente: Investigadores

Gráfico 17. Variación de Turbidez en los puntos de monitoreo



Se observa en el gráfico 17 que desde punto testigo al punto Ch-04 hay una tendencia estable, presentando el valor más alto en el punto Ch-05, esto podría deberse al alto contenido de sólidos que presenta este punto.

### 3.3.3.1.7 Nitratos

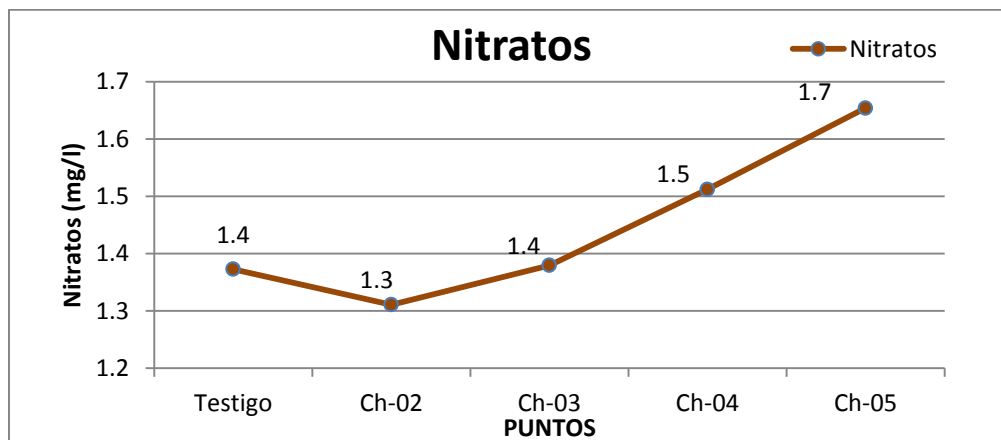
Los nitratos pueden provenir de fertilizantes, aguas negras y desechos industriales. Pueden causar la eutrofización de lagos o pozas. La eutrofización ocurre cuando los nutrientes (tales como los nitratos y los fosfatos) se añaden a la masa de agua. Las masas de agua con niveles altos de nitratos generalmente tienen altos niveles de Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) debido a las bacterias que consumen los desechos vegetales orgánicos y a los subsiguientes bajos niveles de OD.

Tabla XXXIX. Resultados promedio de Nitratos en los puntos de monitoreo

RESULTADOS DE NITRATOS		
Puntos	Código	Nitratos(mg/L)
Testigo	Ch-01	1,4
Punto 2	Ch-02	1,3
Punto 3	Ch-03	1,4
Punto 4	Ch-04	1,5
Punto 5	Ch-05	1,7

Fuente: Investigadores

Gráfico 18. Variación de Nitratos promedio en los puntos de monitoreo



El gráfico muestra que los valores de nitrógeno en la microcuenca son bajos, lo que es favorable a pesar de las actividades agrícolas y ganaderas que se presentan en la zona mostrando una buena depuración del río.

### 3.3.3.1.8 Fosfatos

El fósforo generalmente está presente en las aguas naturales en forma de fosfatos. Los fosfatos se encuentran en los fertilizantes y los detergentes y pueden llegar al agua con el escurrimiento agrícola, los desechos industriales y las descargas de aguas negras. Los fosfatos, al igual que los nitratos, son nutrientes para las plantas.

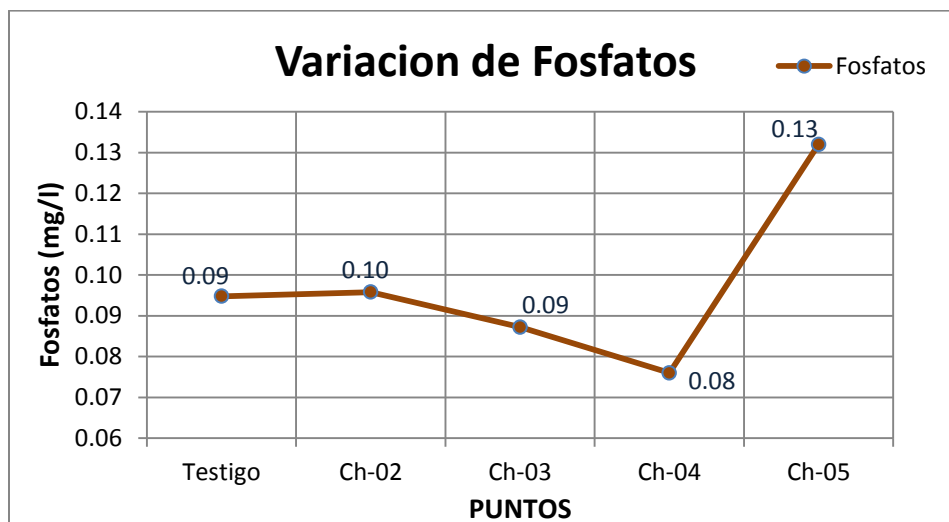
Tabla XL. Resultados de Fosfatos promedio en los puntos de monitoreo

<b>RESULTADOS DE FOSFATOS</b>		
<b>Puntos</b>	<b>Código</b>	<b>Fosfatos(mg/L)</b>
Testigo	Ch-01	0,09
Punto 2	Ch-02	0,10
Punto 3	Ch-03	0,09
Punto 4	Ch-04	0,08
Punto 5	Ch-05	0,13

*Fuente: Investigadores*



Gráfico 19. Variación de Fosfatos en los puntos de monitoreo



El gráfico 19 tiene una tendencia estable y con valores bajos, lo que al igual que en el caso de los nitratos es una condición buena por la capacidad de recuperación natural del río.

### 3.3.3.1.9 Sólidos Totales

Es toda la cantidad de materia sólida presente en el agua, de tipo sedimentables, suspendidos y disueltos. Pueden ser de origen orgánico o mineral. Son la materia que permanece como residuo después de evaporación y secado a 103 °C.

Tabla XLI. Resultado de Sólidos Totales promedio en los puntos de monitoreo

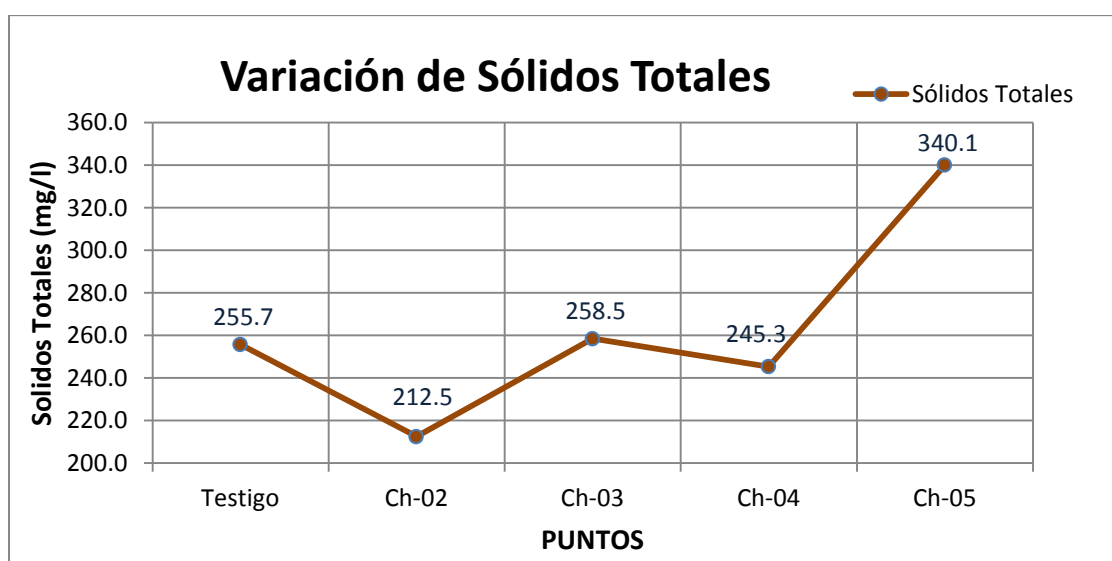
RESULTADOS SÓLIDOS TOTALES (ST)			
Punto	Código	Altura	ST ppm
Testigo	Ch-01	4010	255,7
Punto 2	Ch-02	3743	212,5
Punto 3	Ch-03	3636	258,5

Continuación... Tabla XLI. Resultado de Sólidos Totales promedio en los puntos de monitoreo

Punto 4	Ch-04	3379	245,3
Punto 5	Ch-05	3065	340,1

Fuente: Investigadores

Gráfico 20. Variación de Sólidos Totales promedio en los puntos de monitoreo



El gráfico 20 se puede observar que este parámetro no tiene variaciones altas en los cuatro primeros puntos de monitoreo, presentando un aumento en el punto Ch-05, esto podría deberse al alto contenido de sólidos influenciados por las características del terreno, procesos de erosión y arrastre de las actividades que se desarrollan a lo largo de la microcuenca.

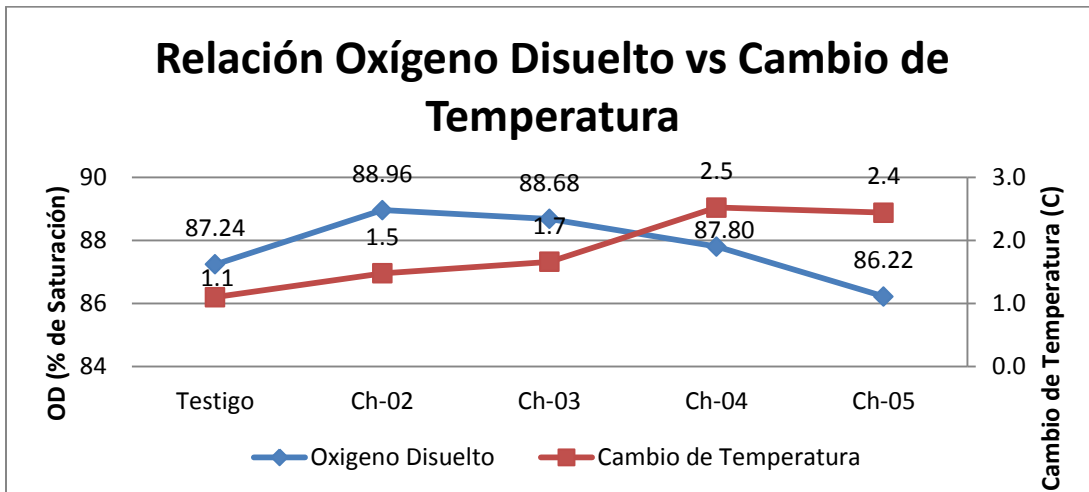
**a) Relación Oxígeno Disuelto vs. Cambio de Temperatura**

Tabla XLII. Resultados Oxígeno Disuelto promedio vs. Cambio de Temperatura en los puntos de monitoreo

Resultados de Oxígeno Disuelto (% Sat) vs. $\Delta T$ ( C )			
Puntos	Código	$\Delta T$ ( C )	OD(% Sat)
Testigo	Ch-01	9.5	87,24
Punto 2	Ch-02	10.4	88,96
Punto 3	Ch-03	10.4	88,68
Punto 4	Ch-04	12.02	87,80
Punto 5	Ch-05	13.1	86,22

Fuente: Investigadores

Gráfico 21. Relación Oxígeno Disuelto promedio vs. Cambio de Temperatura en los puntos de monitoreo



La relación de Oxígeno Disuelto con el cambio de temperatura es representada en el gráfico 21, pudiéndose evidenciar un comportamiento típico en los tres últimos puntos,

es decir, al incrementarse la temperatura el porcentaje de saturación de oxígeno disminuye, comportamiento que difiere del segundo punto Ch-02, situación que puede estar dada por la existencia de afluentes que ayudan a una mayor oxigenación.

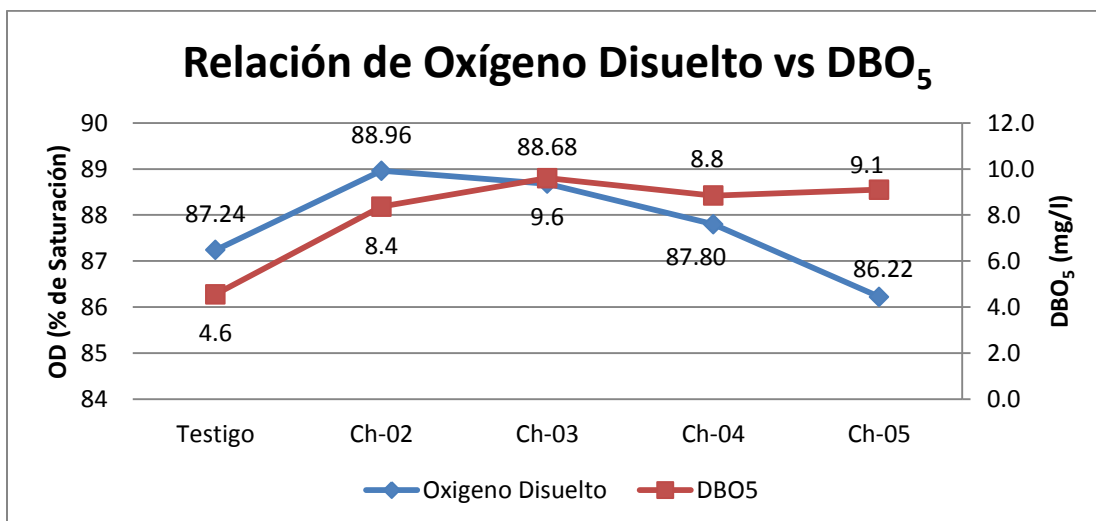
**b) Relación Oxígeno Disuelto vs. DBO<sub>5</sub>**

Tabla XLIII. Resultados Oxígeno Disuelto promedio vs. DBO<sub>5</sub> en los puntos de monitoreo

Resultados de Oxígeno disuelto (% Sat) y DBO <sub>5</sub>			
Puntos	Código	DBO <sub>5</sub> (mg/L)	OD(% Sat)
Testigo	Ch-01	4,6	87,24
Punto 2	Ch-02	8,4	88,96
Punto 3	Ch-03	9,6	88,68
Punto 4	Ch-04	8,8	87,80
Punto 5	Ch-05	9,1	86,22

*Fuente: Investigadores*

Gráfico 22. Relación de Oxígeno disuelto promedio vs. Cambio de Temperatura en los puntos de monitoreo



El gráfico 22 representa la relación de Oxígeno Disuelto con la DBO<sub>5</sub>, se evidencia un comportamiento típico en los tres últimos puntos, es decir, al disminuir el porcentaje de saturación de oxígeno hay un incremento de la DBO<sub>5</sub>, situación que puede deberse a la mayor presencia de actividades humanas en la zona. Se debe acotar que los valores tanto para Oxígeno Disuelto como para DBO<sub>5</sub> son aceptables los que indica una buena posibilidad de autodepuración del río.<sup>7</sup>

**c) Relación Sólidos Totales vs. Altura**

Tabla XLIV. Resultados de la variación de ST vs Altura en los puntos de monitoreo

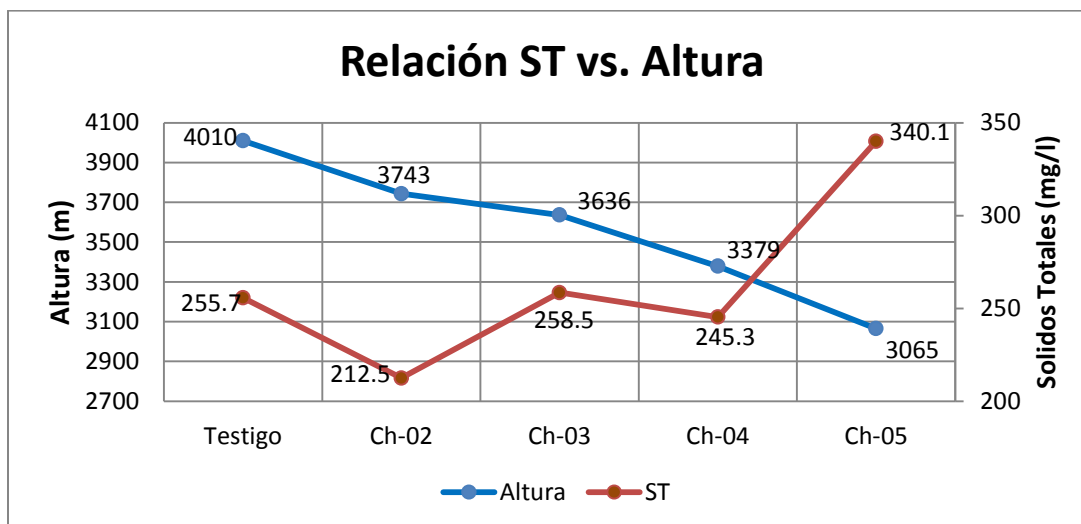
<b>Punto</b>	<b>Código</b>	<b>Altura (m)</b>	<b>ST ppm</b>
Testigo	Ch-01	4010	320
Punto 2	Ch-02	3743	213
Punto 3	Ch-03	3636	259
Punto 4	Ch-04	3379	245
Punto 5	Ch-05	3065	340

*Fuente: Investigadores*

---

<sup>7</sup> Se establece que aguas con valores de DBO<sub>5</sub> entre 6 mg/L y 30 mg/L son consideradas como ACEPTABLES, según Sánchez O, et al., 2007 “Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México”.

Gráfico 23. Relación de Sólidos Totales vs. Altura en los puntos de monitoreo.



La relación de Sólidos Totales con la altura se puede evidenciar en el gráfico 23, el punto 5 muestra los valores más altos, esto puede deberse al arrastre físico de materia de los diferentes pisos altitudinales. El punto muestra la mayor gradiente con respecto a los puntos anteriores, lo que podría propiciar el alto contenido de sólidos.

### 3.3.3.2 Índice de Calidad e Índices Biológicos

#### 3.3.3.2.1 Índice de Calidad WQI

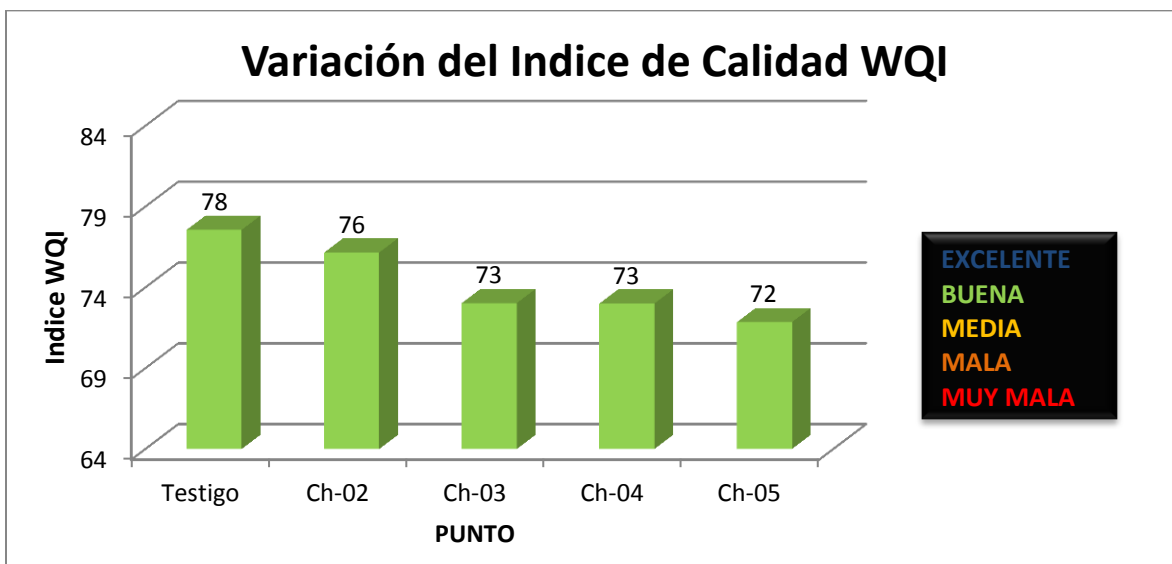
El índice de calidad del agua (WQI) indica el grado de contaminación del agua a la fecha del muestreo y está expresado como porcentaje del agua pura; así, agua altamente contaminada tendrá un WQI cercano o igual a cero por ciento, en tanto que en el agua en excelentes condiciones el valor del índice será cercano a 100%.

Tabla XLV. Resultados de índice de calidad de agua (ICA o WQI) encontrados en los puntos de monitoreo

Resultados de índice de calidad de agua (WQI) encontrados en los puntos de monitoreo						
Código punto	Monitoreo_1	Monitoreo_2	Monitoreo_3	Monitoreo_4	Monitoreo_5	PROMEDIO
<b>Testigo</b>	73	77	78	81	79	78
<b>Ch-02</b>	81	71	75	79	75	76
<b>Ch-03</b>	71	70	73	75	76	73
<b>Ch-04</b>	80	70	72	73	73	73
<b>Ch-05</b>	75	71	73	71	69	72

Fuente: Investigadores

Gráfico 24. Resultados del índice de calidad de agua (ICA o WQI) en los puntos de monitoreo



El gráfico 24 muestra los resultados del *Índice de Calidad del Agua* en los diferentes puntos de monitoreo, los cuales se obtuvieron del análisis de parámetros físico-químicos (oxígeno disuelto, pH, DBO<sub>5</sub>, diferencia de temperatura, fosfatos, nitratos, turbidez y sólidos totales) y microbiológicos (coliformes fecales) que se realizaron durante el transcurso de la investigación en la Microcuenca del Río Chiquicahua. Los datos dan como resultado que el agua del Río Chiquicahua a lo largo de la microcuenca se encuentra en un índice de calidad **BUENA**, notándose una disminución de la puntuación del índice en los tres últimos puntos, posiblemente dado por la evidente actividad humana en la parte baja de la microcuenca.



Foto 25. Microcuenca alta del Río Chiquicahua

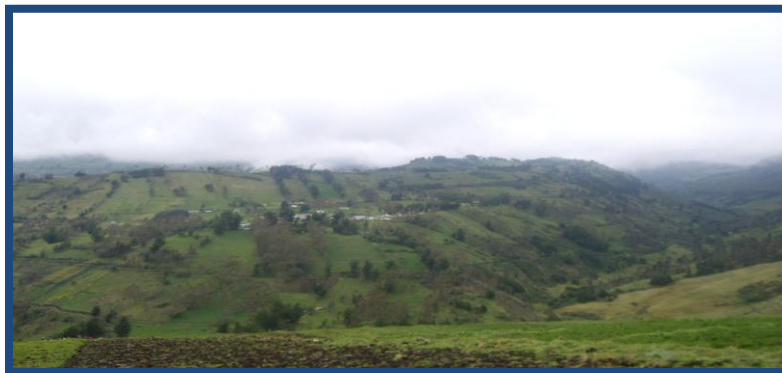


Foto 26. Microcuenca media-baja del Río Chiquicahua



### 3.3.3.2.2 Índices Biológicos

#### a) Índice ETP (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera)

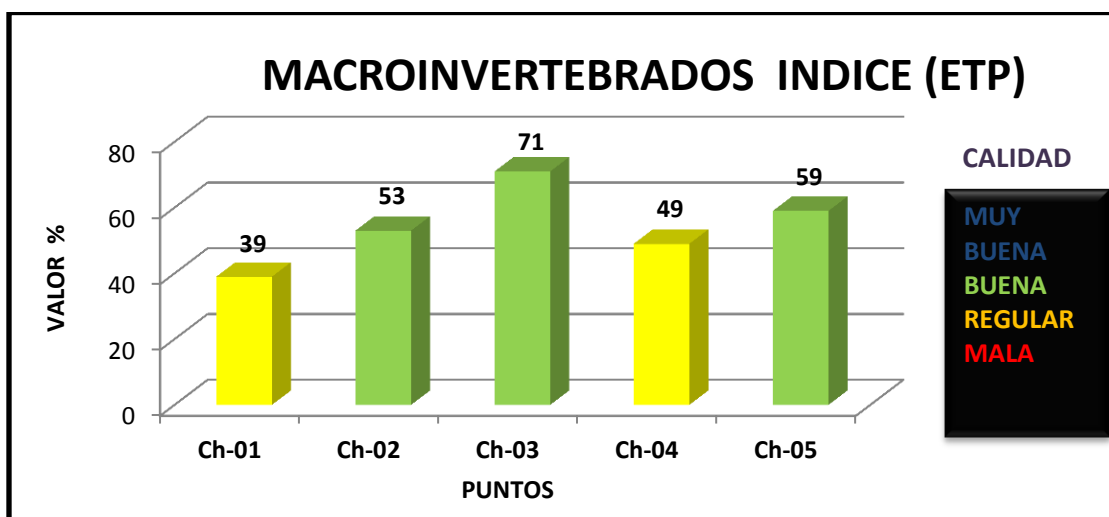
El índice EPT utiliza los grupos Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera, para su cálculo. Se usa estos grupos por su sensibilidad a la contaminación de los cuerpos de agua sabiendo que estos son los primeros en desaparecer cuando los ríos presentan alteraciones a su medio natural.

Tabla XLVI. Resultado del Índice ETP en los puntos de monitoreo.

PUNTO	CODIGO	ALTURA	PROMEDIO (%)	CALIDAD
Testigo	Ch-01	4010	39	Regular
Punto 2	Ch-02	3743	53	Buena
Punto 3	Ch-03	3636	71	Buena
Punto 4	Ch-04	3379	49	Regular
Punto 5	Ch-05	3065	59	Buena

Fuente: Investigadores

Gráfico 25. Variación del Índice ETP en los puntos de monitoreo



Los valores del Índice ETP en cuanto a resultados de macroinvertebrados encontrados en la microcuenca del Río Chiquicahua son representados en el gráfico 25, así se encontró que el punto testigo tiene una calidad de agua **REGULAR**, en la zona no se observa mayor intervención humana, por lo tanto es evidente que la contaminación es menor, el déficit de vida acuática de los macroinvertebrados sensibles a la contaminación (Trichoptera y Plecoptera) posiblemente sea producido por las bajas temperaturas que predominan en la zona, además se debe mencionar la gran proliferación de Orden Anfípoda que no favorece a este índice.

El punto Ch-02 y Ch-03 la calidad es **BUENA**, posiblemente este comportamiento este dado gracias a que existen las condiciones adecuadas para un crecimiento favorable del Orden Ephemeroptera, a pesar de que en estos puntos ya se evidencia actividad humana.

En los puntos Ch-04 se obtiene una calidad **REGULAR**, esto puede deberse a un incremento de la acción ganadera, agrícola e industria láctea de la zona.

En el punto Ch-05 presenta una calidad **BUENA**, lo que podría indicarnos una acción depuradora del río, como también condiciones favorables para el crecimiento del Orden Ephemeroptera.



Foto 27. Órdenes ETP encontrados en el Río Chiquicahua

## b) Índice BMWP

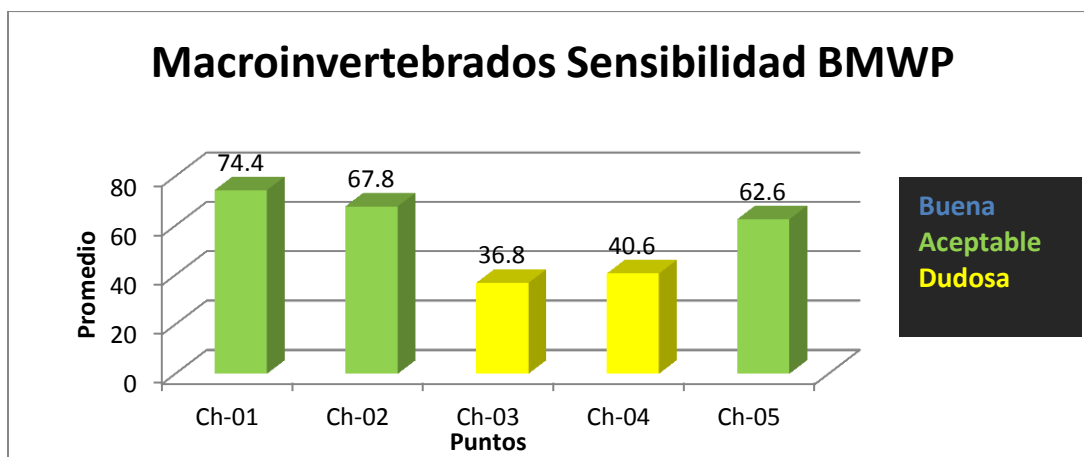
El índice BMWP se basa en la valoración de los diferentes grupos de macroinvertebrados. Para poder aplicar este índice se necesita haber identificado los macroinvertebrados hasta nivel de familia. Cada familia de macroinvertebrados posee un grado de sensibilidad que va del 1 al 10. La presencia de muchos organismos con valoración cercana a 10, indica que el río tiene aguas limpias, y si por el contrario solo se encuentran organismos resistentes con valores bajos, esto indica un grado de contaminación en el río.

Tabla XLVII. Resultados del Índice BMWP en los puntos de monitoreo

PUNTO	CODIGO	ALTURA	PUNTUACIÓN	CALIDAD
Testigo	Ch-01	4010	74.4	Aceptable
Punto 2	Ch-02	3743	67.8	Aceptable
Punto 3	Ch-03	3636	36.8	Dudosa
Punto 4	Ch-04	3379	40.6	Dudosa
Punto 5	Ch-05	3065	62.6	Aceptable

Fuente: Investigadores

Gráfico 26. Variación del Índice BMWP en los puntos de monitoreo






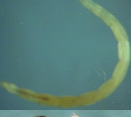





El gráfico 26 muestra los resultados del Índice de Sensibilidad BMWP en los diferentes puntos de monitoreo, durante el transcurso de la investigación en la Microcuenca del Río Chiquicahua. Los dos primeros puntos muestra una calidad de **ACEPTABLE**, notándose una considerable disminución del índice en los puntos tres y cuatro dando como resultado calidad **DUDOSA**, mientras que el último punto muestra un incremento de la calidad mostrando un resultado de **ACEPTABLE**.



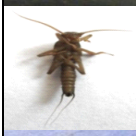




La disminución del índice de sensibilidad en los puntos Ch-03 y Ch-04 podría deberse a la mayor presencia de actividades humanas, provocando un incremento de la contaminación que lo que posiblemente afecte a la disminución de macroinvertebrados.

- **Órdenes y familias de macroinvertebrados**

Tabla XLVIII. Órdenes y Familias encontrados en la microcuenca del Río Chiquicahua durante los cinco meses de monitoreo

	<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>N° de Individuos</b>	<b>Valoración de calidad (BMWP)</b>	<b>Observaciones</b>
	Anfipoda	<i>Hyalellidae</i>	920	7	Mayor número encontrado punto Testigo
	Annelida	<i>Hirudinea</i>	64	1	Mayor número encontrado punto Ch-04
	Annelida	Tubificidae	269	1	
	Coleoptera	<i>Elmidae</i>	864	6	Mayor número encontrado punto Ch-02
	Coleoptera	<i>Scirtidae</i>	208	7	Mayor número encontrado punto Testigo
	Diptera	<i>Blepharoceridae</i>	82	10	Mayor número encontrado punto Ch-05
	Diptera	<i>Ceratopogonidae</i>	35	2	Mayor número encontrado punto Ch-04
	Diptera	<i>Chironomidae</i>	61	2	Mayor número encontrado punto Ch-05
	Diptera	<i>Simuliidae</i>	552	7	Mayor número encontrado punto Testigo
	Diptera	<i>Tabanidae</i>	9	5	Mayor número encontrado punto Ch-05

Continuación... Tabla LXVII. Órdenes y Familias encontrados en la microcuenca del Río Chiquicahua durante los cinco meses de monitoreo

	Orden	Familia	N° de Individuos	Valoración de calidad (BMWP)	Observaciones
	Diptera	<i>Tipulidae</i>	2	5	Encontrado punto Ch-05
	Ephemeroptera	<i>Baetidae</i>	2294	7	Mayor número encontrado punto Testigo
	Plecoptera	<i>Grypterygidae</i>	17	10	Mayor número encontrado punto Ch-02
	Plecoptera	<i>Perlidae</i>	117	10	
	Trichoptera	<i>Calomoceratidae</i>	3	8	Encontrado punto Ch-02 y Ch-05
	Trichoptera	<i>Hydrobiosidae</i>	101	9	Mayor número encontrado punto Ch-02
	Trichoptera	<i>Leptoceridae</i>	313	8	Mayor número encontrado punto Testigo

Fuente: Investigadores

Indistintamente de la existencia de índices de calidad por la presencia de los diferentes tipos de organismos (órdenes – familias) que viven en el agua, un criterio un importante a considerar es el de la biodiversidad, situación que muestra las mejores condiciones para que organismos diversos puedan desarrollarse, en este sentido, son los puntos 1 y 2 del estudio los que presentan esta condición.

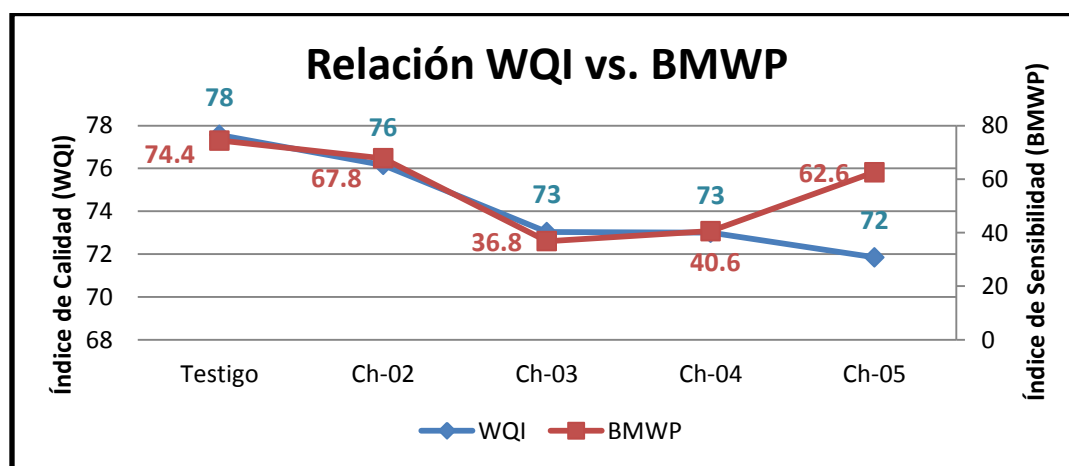
- **Relación de Índices WQI vs. BMWP**

Tabla XLIX. Valores de los Índices WQI vs. BMWP de los puntos de monitoreo del Río Chiquicahua

Punto	Índice	
	WQI	BMWP
Testigo	78	74,4
Ch-02	76	67,8
Ch-03	73	36,8
Ch-04	73	40,6
Ch-05	72	62,6

*Fuente: Investigadores*

Gráfico 27. Relación de los Índices WQI vs. BMWP de los puntos de monitoreo del Río Chiquicahua



El gráfico 27 muestra los resultados del Índice de Sensibilidad BMWP vs. el Índice de Calidad WQI en los diferentes puntos de monitoreo, durante el transcurso de la investigación en la Microcuenca del Río Chiquicahua. Notamos como el comportamiento de los dos índices es similar en los cuatro primeros puntos, es decir, al

disminuir el WQI, el BMWP tiende a bajar. Con relación al quinto punto podemos notar un incremento del índice BMWP, lo cual podría deberse a que las condiciones del punto favorecen al aumento de familias de macroinvertebrados de sensibilidad media. Mientras que los factores físico-químicos y bacteriológicos se ven alterados por la temporalidad (aumento de sólidos en el agua).

### 3.3.4 Relación Calidad – Cantidad - Actividad Antrópica

Tabla L. Valoración de la cantidad-calidad e identificación de actividades antrópicas en la microcuenca del Río Chiquicahua

Zona	Cantidad L/s	Calidad			Actividad Antrópica
		WQI	BMWP	ETP	
ALTA	141-36	Buena	Aceptable	Regular	Poco intervenida, presencia de ganado
MEDIA	71-9	Buena	Dudosa	Regular	Asentamientos humanos, agricultura y ganadería, explotación maderera
BAJA	150 - 7	Buena	Aceptable	Buena	Asentamientos humanos, agricultura y ganadería.

*Fuente: Investigadores.*

La zona alta de la microcuenca es la de menor intervención humana condición que favorece a mantener un buen caudal que consecuentemente ayuda mantener la calidad del agua. La parte media es una zona de uso, donde se encuentra mayor densidad poblacional y actividades agrícolas y ganaderas, el caudal de la zona disminuye debido



a las concesiones, afectando directamente disminución de la calidad del río. En la zona baja a pesar de las actividades humanas que aquí se realizan, la calidad es buena, situación que puede deberse al considerable aumento del caudal debido a la presencia de tributarios en el sector y disponibilidad de depuración natural del río.

# **CAPITULO IV**

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

- La selección de los puntos se realizó tomando en cuenta los diferentes pisos altitudinales, el uso y variaciones de caudal de los aportantes, identificando así zonas de afloramiento, de recolección y de uso, que influenciaron directamente en los resultados obtenidos.
- La intervención antrópica en la microcuenca del Río Chiquicahua se presenta de la siguiente manera: la microcuenca alta está poco intervenida, sin embargo existe ya introducción de ganado lo que indica un traspaso de la frontera agrícola. En la microcuenca media existe actividad agrícola con cultivos de ciclo corto como zanahoria, papas, ajo, habas y pasto, además existe actividad ganadera con la crianza de bovinos, ovinos y ganado vacuno; se realizan actividades industriales como explotación maderera e industrias lácteas. La microcuenca baja está altamente intervenida, existen mayores asentamientos humanos, hay mayor actividad agropecuaria con cultivos frutales, la actividad ganadera se mantiene.
- Una vez aplicadas las técnicas para el aforo y procesada la información de concesiones en la microcuenca del Río Chiquicahua, se obtuvieron los siguientes resultados en el período de estudio: el caudal concesionado es de 9,46 L/s, destinado en su totalidad para riego, la oferta hídrica total es de 64,46 L/s, la oferta

neta es de 38,68 L/s; el porcentaje de escasas es de 18,33%, teniéndose que la microcuenca presenta una demanda baja con respecto a la oferta, mostrando un equilibrio favorable en la microcuenca.

- La calidad del agua en la microcuenca de acuerdo al Índice WQI da como resultado valores entre 71 y 84, que la califican como BUENA.

El Índice Biológico de Sensibilidad BMWP da como resultado aguas de calidad ACEPTABLE a calidad DUDOSA.

El Índice de abundancia ETP presenta rangos diferenciados de calidad que van desde BUENA a REGULAR.

El período de estudio corresponde a la época seca, la cual presenta las condiciones menos favorables para la microcuenca, concluyendo que el agua en este período es de calidad BUENA.

- Las condiciones sanitarias que tienen las comunidades de la zona media – baja como alcantarillado y agua potable intubada, favorecen a que la microcuenca no se vea de mayor forma influenciada por las actividades antrópicas, manteniendo una calidad y cantidad buena del recurso hídrico.

## 4.2 Recomendaciones

- La aplicación del Índice ETP en zonas de altura no es aconsejable puesto que variables como la temperatura y presión dificultan la proliferación de los tres órdenes de macroinvertebrados utilizados en este índice.
- Para la obtención de datos más fiables con respecto a la oferta hídrica es importante que los estudios se realicen durante todo el año, esto ayudará a ver el comportamiento del recurso hídrico tanto en épocas secas como lluviosas.
- Debido al traspaso de la frontera agrícola por crecimiento poblacional o actividades como el pastoreo, es necesario para futuras investigaciones tomar los puntos testigo o de referencia a mayores alturas, puesto que esto proporcionará datos más representativos de la calidad y cantidad inicial de las aguas.
- La cooperación de las comunidades que habitan en la zona es primordial en la investigación, por lo que se debe buscar maneras en que estas se involucren de manera más participativa.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ARENAS, J. Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de la calidad del agua del río Bío Bío, Chile. (Tesis) (Dr. Biología). Chile, Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias. 1993, pp. 111
2. CALLES, J., Manual básico de monitoreo de la calidad del agua. Monitoreo físico-químico, microbiológico, biológico e hidrológico. Quito-Ecuador, Fundación Natura-Programa GLOWS, 2007, pp. 49-50
3. CARRERA, C. y FIERRO, K. Manual de monitoreo: Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. Quito, Ecociencia, 2005, 150 p.
4. DOMÍNGUEZ, E. y FERNÁNDEZ, H. Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos Sudamericanos, Tucumán – Argentina, Universitaria de Tucumán, 2001, pp. 38-237
5. FIGUEROA, R. Macroinvertebrados bentónicos como indicadores biológicos de calidad de agua, Río Damas, Osorno, X Región de los Lagos, Chile. (Tesis) (Msc. Ciencias). Chile, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias. 1999, pp. 102 - 105
6. LASSO, R. Zonas de Altura y Páramos Espacios de Vida y Desarrollo. Quito – Ecuador, Ecociencia, 2009, pp.14 – 16.
7. LEIVA, J. Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de calidad de agua en la Cuenca del estero Peu Peu Comuna de Lautaro IX Región de la Araucanía. (Tesis) (Lic. RRNN). Chile, Universidad Católica de Temuco, Facultad de Ciencias. 2004, 150 p.

8. MCGAVIN, G. Entomología Esencial. 2da. Ed. Barcelona – España, Ariel Ciencia. 2004, pp. 355.
9. POAQUIZA, M. Sistematización de experiencia de la participación comunitaria en el plan de Manejo de Páramo de la Corporación de Organizaciones Campesinas de Pilahuín COCAP. (Tesis) (Msc. Des. Local). Ecuador, Universidad Politécnica Salesiana, Facultad de Ciencias Sociales. 2010, pp. 30 – 32.
10. ROLDÁN, G. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Colombia, Universidad de Antioquia, 2003, pp. 15-170
11. ROMERO, J., Calidad del Agua, Bogotá – Colombia, Nomos, 2002, pp. 30 - 258.
12. SANCHEZ, O. Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México. México DF, Instituto Nacional de Ecología, 2007, pp. 124.
13. ZURY, W. Manual de Planificación y Gestión Participativa de Cuencas y Microcuencas, Quito-Ecuador, SOBOC, 2004, pp. 20-60.

## **BIBLIOGRAFÍA INTERNET**

- **CALCULATING NSF WATER QUALITY INDEX**

[www.water-research.net/watrqualindex/index.htm](http://www.water-research.net/watrqualindex/index.htm)

2010-07-14

- **MACROINVERTEBRADOS BENTONICOS COMO INDICADORES DE CALIDAD DEL AGUA**

[www.unesco.org/phi/libros/VIJornadas/A4.pdf](http://www.unesco.org/phi/libros/VIJornadas/A4.pdf)

2011-01-22

- **OFERTA Y DEMANDA DEL RECURSO HIDRICO EN COLOMBIA (IDEAM)**

[www.unesco.org.uy/phi/libros/VIJornadas/A13.pdf](http://www.unesco.org.uy/phi/libros/VIJornadas/A13.pdf)

2010-11-10

- **UNA NUEVA POLITICA DEL AGUA**

[www.worldwaterconcil.org/fileadmin/wwc/library/publications\\_and\\_reports/Nueva\\_Politica\\_del\\_Agua.pdf](http://www.worldwaterconcil.org/fileadmin/wwc/library/publications_and_reports/Nueva_Politica_del_Agua.pdf)

2010-07-2



# **ANEXOS**

## ANEXOS

### ANEXO1. Matriz de caracterización de microcuencas (ZONA ALTA)

CARACTERIZACIÓN DE MICROCUENCAS					
REGISTRO DE CAMPO					
<b>Microcuenca:</b>	Alta Río Chiquicahua	<b>Parroquia:</b>	Pilahuín	<b>Cantón:</b>	Ambato
<b>Subcuenca:</b>	Río Ambato	<b>Cuenca:</b>	Pastaza	<b>Latitud:</b>	749038
				<b>Long:</b>	9853015
				<b>Altitud:</b>	4800 – 4000msnm
<b>Investigación:</b>	“ESTUDIO DE LA MICROCUENCA DEL RÍO CHIQUICAHUA EN FUNCIÓN DE LA CANTIDAD, CALIDAD Y APROVECHAMIENTO HÍDRICO DE SUS AFLUENTES”.				
<b>Responsable:</b>	Paola Chiluiza Ramos y Paúl Aucancela Concha				
<b>Registro llenado por:</b>	Paola Chiluiza Ramos y Paúl Aucancela Concha				
<b>Fecha:</b> 29 de julio del 2010	<b>Hora:</b> 10:30	<b>Mes:</b>	Julio		
CARACTERÍSTICAS DEL AREA DE ESTUDIO					
<b>Uso del suelo predominante en los alrededores</b>		<b>Topografía:</b>			
<input checked="" type="checkbox"/> Bosque	<input type="checkbox"/> Urbano	Plana	Ondulada	Quebrada	<input checked="" type="checkbox"/>
		<b>Número de viviendas:</b> 0			
<input type="checkbox"/> Rastrojo	<input type="checkbox"/> Potrero	<b>Número aproximado de personas:</b> 0			

		<b>Cantidad aproximado de animales:</b>			
<input type="checkbox"/> Agricultura	✓ Otro: Pajonal	Vacuno: 30	Ovinos:	Equinos: 10	Porcinos: 0
		<b>Tenencia de la tierra aproximada</b>			
Especificar cultivo(s) _____		2-5 ha	6-10 ha	10-19 ha	> 20 ✓
		<b>Carreteras:</b>			
		Pavimentadas	2do O.	3do O.	✓
<b>TEXTURA CAPA ARABLE</b>		<b>PROBLEMAS DE EROSION</b>			<b>% m</b>
<b>TIPO</b>	<b>Z. Alta</b>	Laminar			<b>ZONA SIN APARENTE EROSIÓN</b>
Arenoso					
Arcilloso		Suelo sin protección			
Franco arenoso.	✓				

### Matriz de caracterización e identificación de microcuencas (ZONA MEDIA)

CARACTERIZACIÓN DE MICROCUENCAS						
REGISTRO DE CAMPO						
<b>Microcuenca:</b>	Media Río Chiquicahua	<b>Parroquia:</b>	Pilahuín	<b>Cantón:</b>	Ambato	
<b>Subcuenca:</b>	Río Ambato	<b>Cuenca:</b>	Pastaza	<b>Latitud:</b>	749038	
				<b>Long:</b>	9853015	<b>Altitud:</b>
<b>Investigación:</b>	“ESTUDIO DE LA MICROCUENCA DEL RÍO CHIQUICAHUA EN FUNCIÓN DE LA CANTIDAD, CALIDAD Y APROVECHAMIENTO HÍDRICO DE SUS AFLUENTES”.					
<b>Responsable:</b>	Paola Chiluiza Ramos y Paúl Aucancela Concha					
<b>Registro llenado por:</b>	Paola Chiluiza Ramos y Paúl Aucancela Concha					
<b>Fecha:</b> 29 de julio del 2010	<b>Hora:</b> 13:00		<b>Mes:</b>	Julio		
CARACTERÍSTICAS DEL AREA DE ESTUDIO						
<b>Uso del suelo predominante en los alrededores</b>		<b>Topografía:</b>				
✓ Bosque	✓ Urbano	Plana      Ondulada      Quebrada ✓				
		<b>Número de viviendas:</b> 350				
✓ Rastrojo	✓ Potrero	<b>Número aproximado de personas:</b> 1800				
		<b>Cantidad aproximado de animales:</b>				
✓ Agricultura	Otro: Pajonal	Vacuno: 250      Ovinos: 800      Equinos: 20      Porcinos: 150				
		<b>Tenencia de la tierra aproximada</b>				

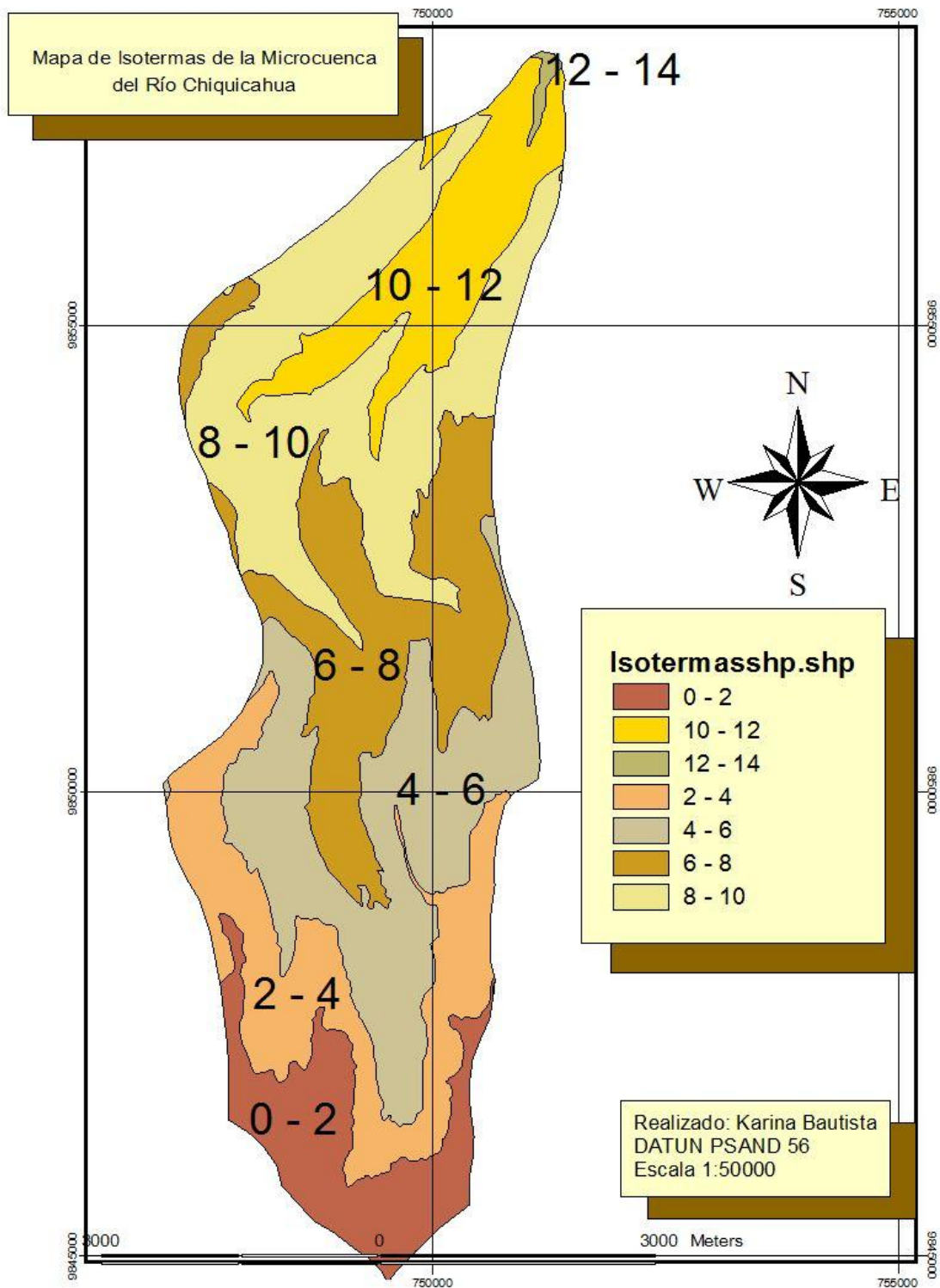
Especificar cultivo(s): Zanahoria, papás, habas, ajo		2-5 ha	6-10 ha	10-19 ha	> 20 ✓
		<b>Carreteras:</b>			
		Pavimentadas ✓	2do O.	3do O. ✓	
TEXTURA CAPA ARABLE		PROBLEMAS DE EROSION			% m
TIPO	Z. Media	Laminar			35
Arenoso					
Arcilloso		Suelo sin protección			65
Franco arenoso.	✓				

### Matriz de caracterización e identificación de microcuencas (ZONA BAJA)

CARACTERIZACIÓN DE MICROCUENCAS						
REGISTRO DE CAMPO						
<b>Microcuenca:</b>	Baja Río Chiquicahua	<b>Parroquia:</b>	Pilahuín	<b>Cantón:</b>	Ambato	
<b>Subcuenca:</b>	Río Ambato	<b>Cuenca:</b>	Pastaza	<b>Latitud:</b>	749038	
				<b>Long:</b>	9853015	<b>Altitud:</b>
<b>Investigación:</b>	“ESTUDIO DE LA MICROCUENCA DEL RÍO CHIQUICAHUA EN FUNCIÓN DE LA CANTIDAD, CALIDAD Y APROVECHAMIENTO HÍDRICO DE SUS AFLUENTES”.					
<b>Responsable:</b>	Paola Chiluiza Ramos y Paúl Aucancela Concha					
<b>Registro llenado por:</b>	Paola Chiluiza Ramos y Paúl Aucancela Concha					
<b>Fecha:</b> 29 de julio del 2010	<b>Hora:</b> 15:00		<b>Mes:</b>	Julio		
CARACTERÍSTICAS DEL AREA DE ESTUDIO						
<b>Uso del suelo predominante en los alrededores</b>			<b>Topografía:</b>			
✓ Bosque	✓ Urbano		Plana	Ondulada ✓	Quebrada	
			<b>Número de viviendas:</b> 100			
✓ Rastrojo	✓ Potrero		<b>Número aproximado de personas:</b> 560			
			<b>Cantidad aproximado de animales:</b>			
✓ Agricultura	Otro: Pajonal		Vacuno: 150	Ovinos: 100	Equinos: 10	Porcinos: 50
			<b>Tenencia de la tierra aproximada</b>			

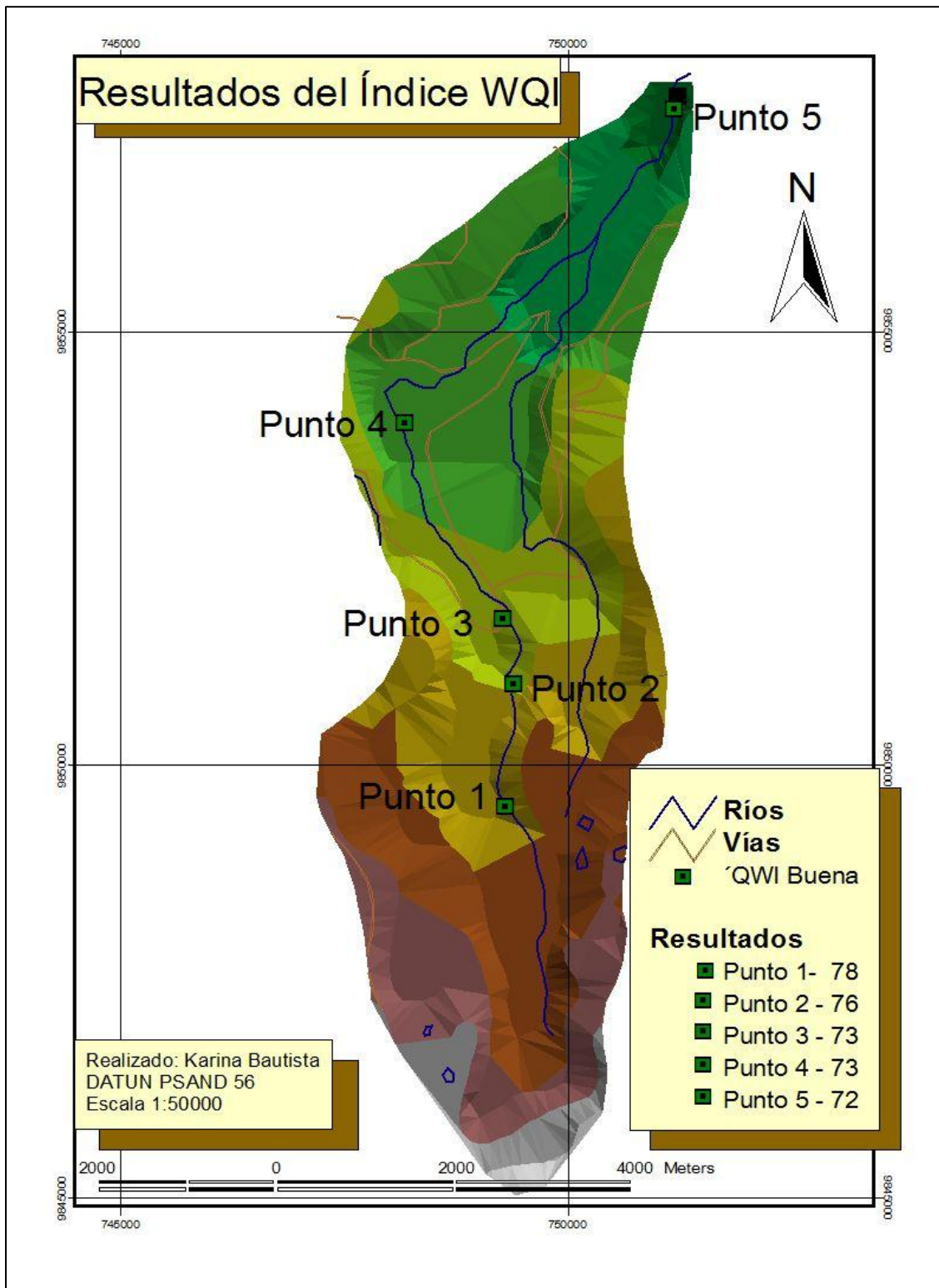
Especificar cultivo(s): Zanahoria, papás, habas, ajo, árboles frutales		2-5 ha	6-10 ha	10-19 ha	> 20 ✓
		<b>Carreteras:</b>			
		Pavimentadas ✓	2do O.	3do O. ✓	
<b>TEXTURA CAPA ARABLE</b>			<b>PROBLEMAS DE EROSION</b>		<b>% m</b>
<b>TIPO</b>	<b>Z. Alta</b>		Laminar		45
Arenoso					
Arcilloso			Suelo sin protección		55
Franco arenoso.	✓				

## ANEXO 2. Mapa de Isotermas de la microcuenca del Río Chiquichua

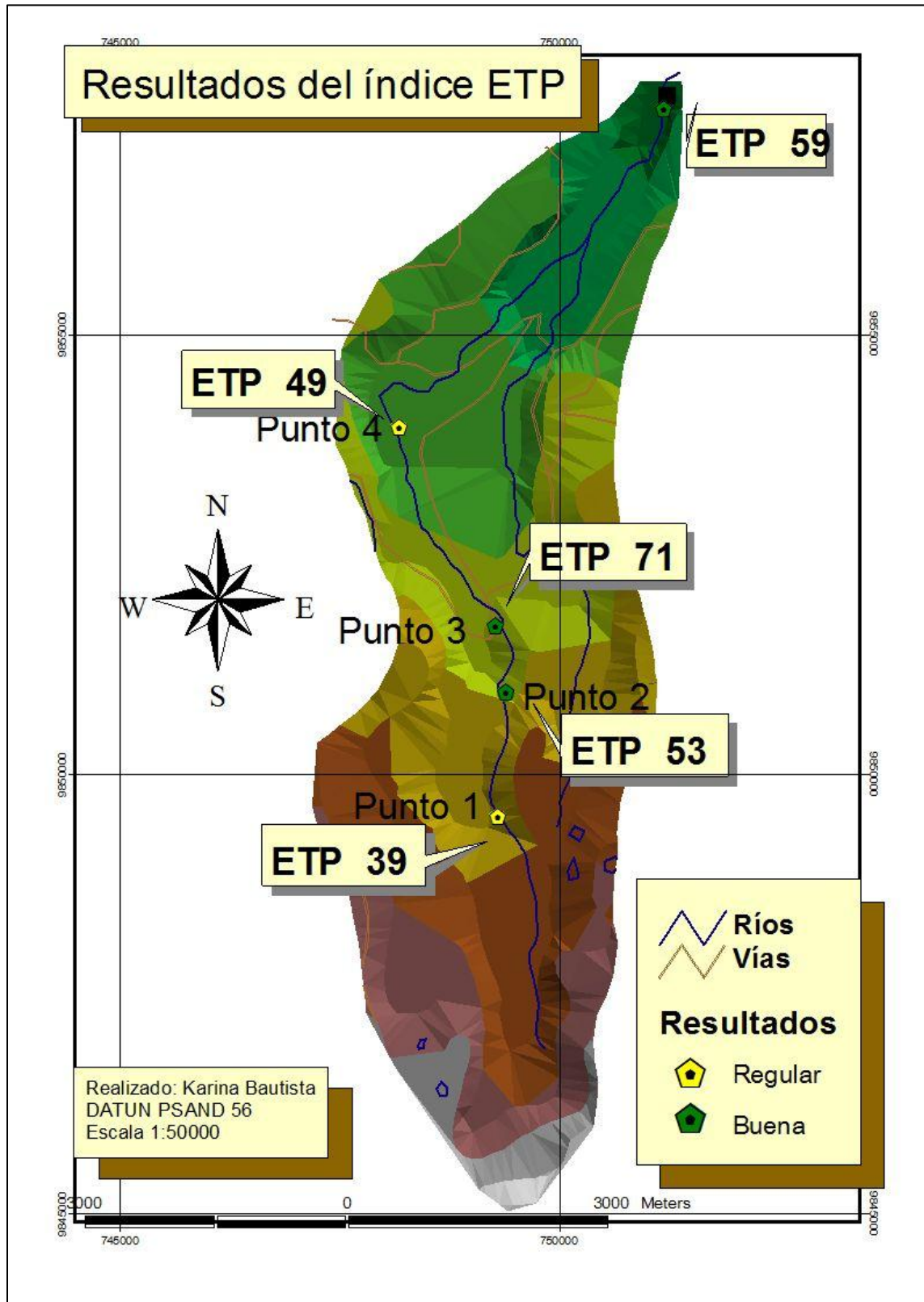




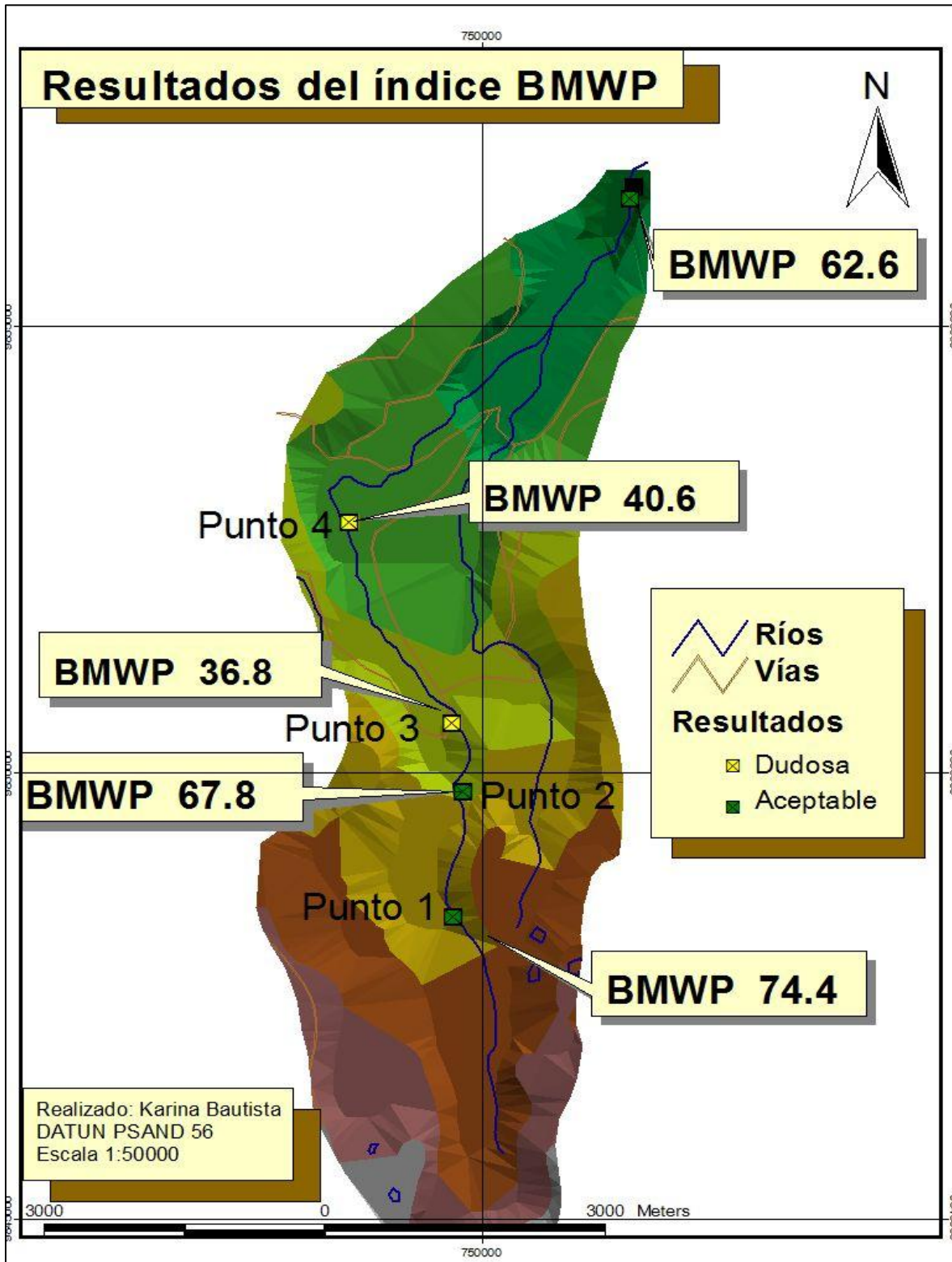
**ANEXO 3.** Mapa de Índice WQI en la microcuenca del Río Chiquicahua obtenido durante el estudio



**ANEXO 4.** Mapa de Índice ETP en la microcuenca del Río Chiquicahua obtenido durante el estudio



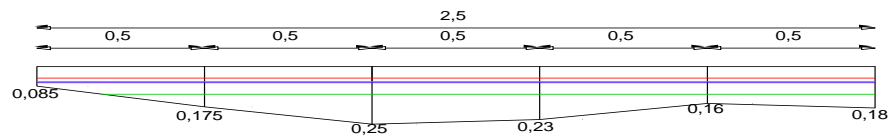
**ANEXO 5.** Mapa de Índice BMWP en la microcuenca del Río Chiquicahua obtenido durante el estudio



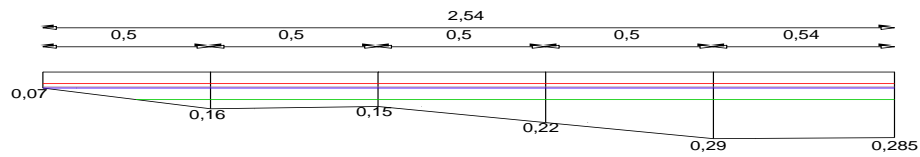
## ANEXO 6. Secciones del río en los puntos de monitoreo

### PUNTO 1

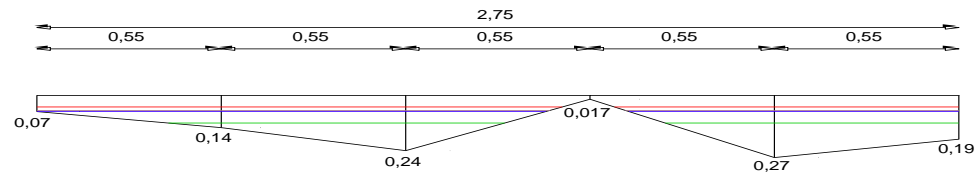
sección 1



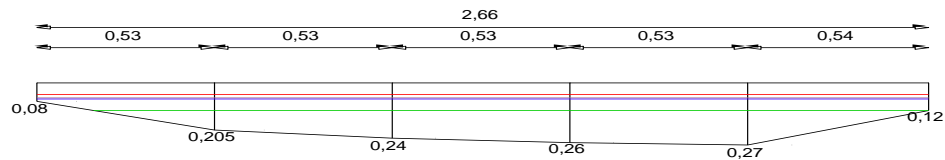
sección 2



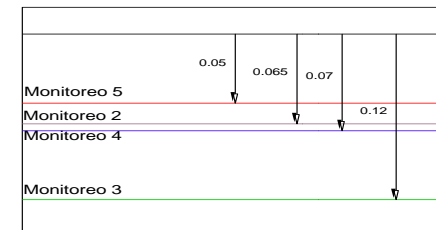
sección 3



sección 4

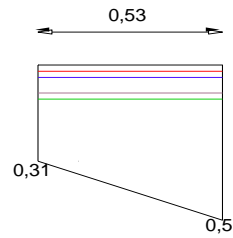


### NIVEL ESPEJO DE AGUA

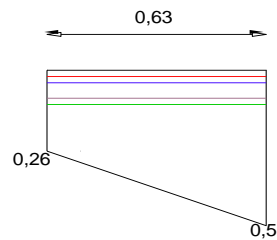


# AFLUENTE 1

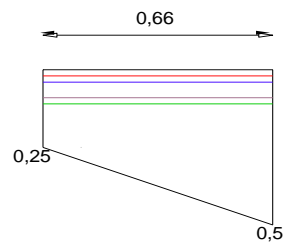
seccion 1



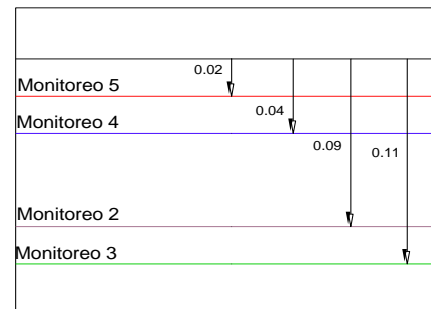
seccion 2



seccion 3

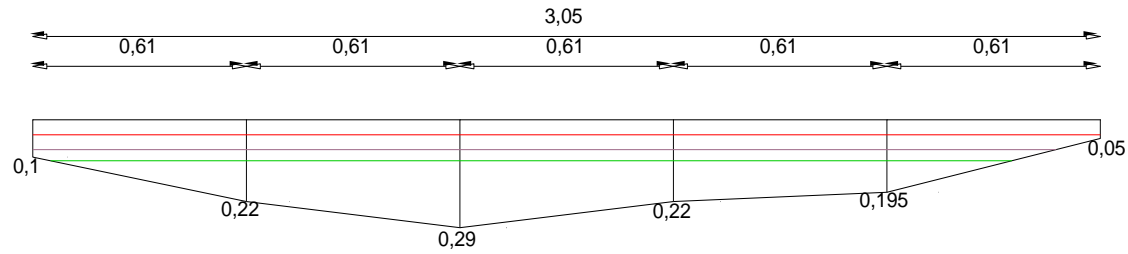


## NIVEL ESPEJO DE AGUA

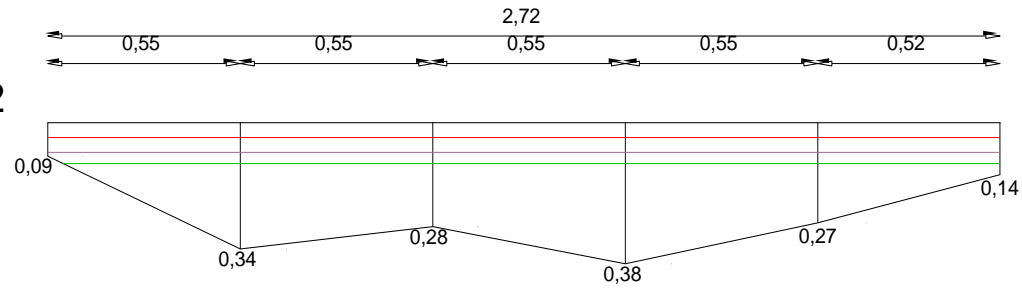


# PUNTO 2

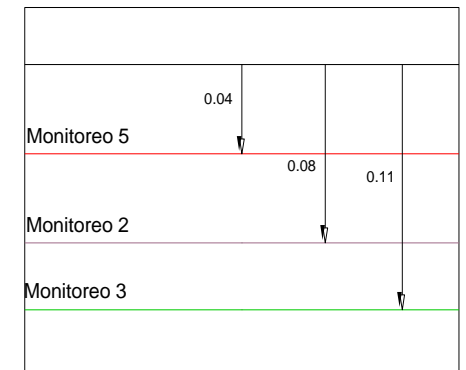
seccion 1



seccion 2

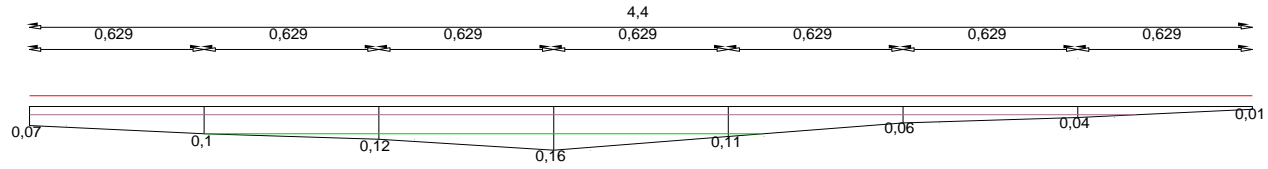


NIVEL ESPEJO DE AGUA

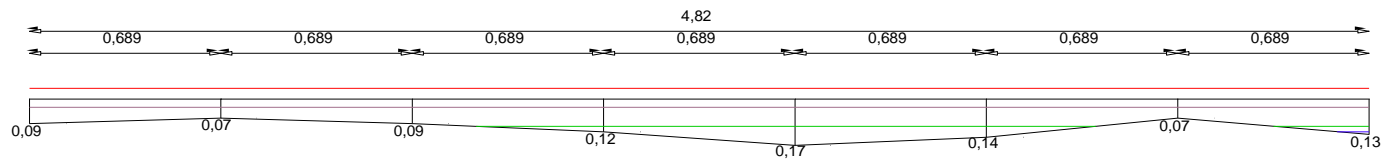


### PUNTO 3

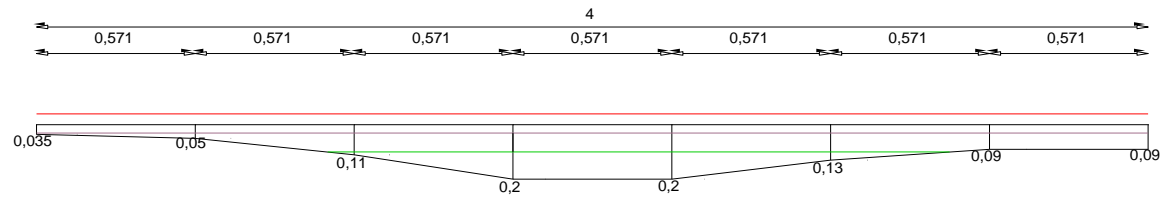
seccion 1



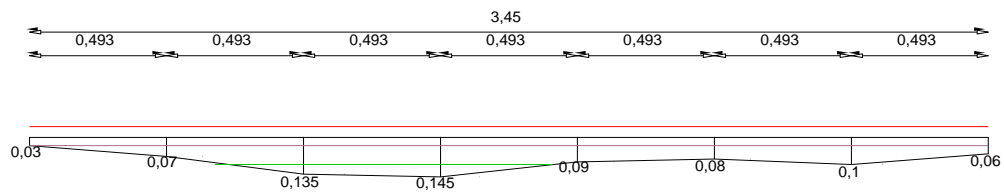
seccion 2



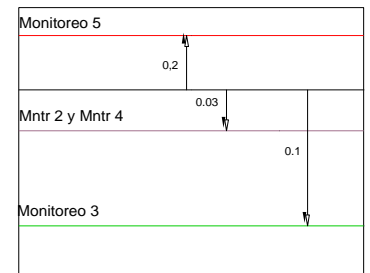
seccion 3



seccion 4

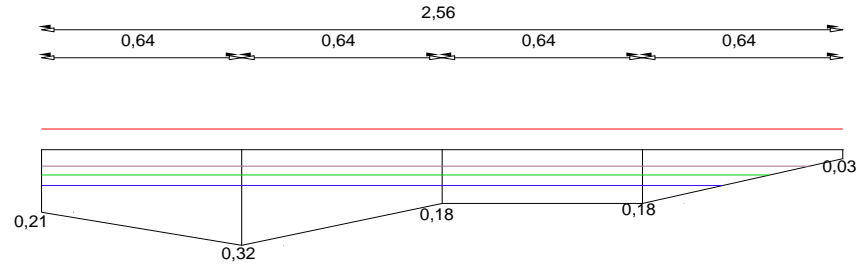


### NIVEL ESPEJO DE AGUA

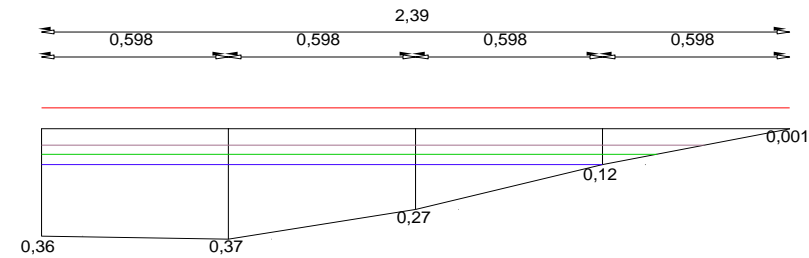


# PUNTO 4

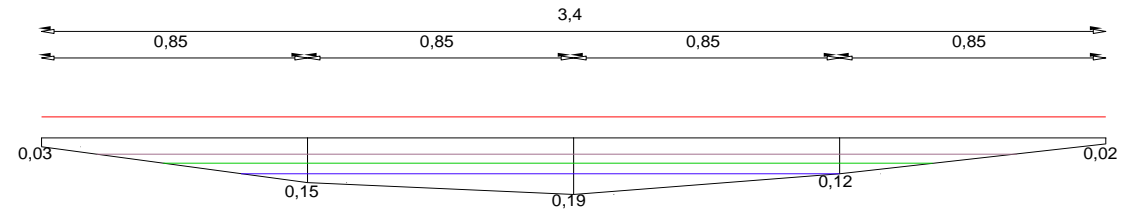
seccion 1



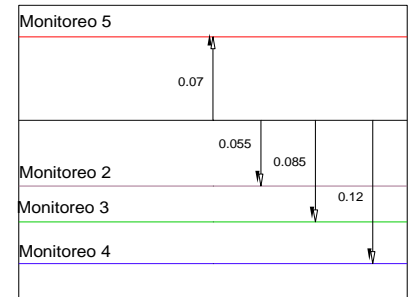
seccion 2



seccion 3



NIVEL ESPEJO DE AGUA





ANEXO 7. Hoja de campo para el cálculo de caudales

## HOJA DE CÁLCULO DEL CAUDAL

**P: Promedio del área del transecto transversal del río.**

Transecto #1 (río arriba)	
Ancho del Intervalo (metros)	Profundidad (metros)
A - B = .....	..... (en el punto B)
B - C = .....	..... (en el punto C)
C - D = .....	..... (en el punto D)
D - E = .....	..... (en la orilla)
Total .....	..... ÷ 4

Transecto #2 (río abajo)	
Ancho del Intervalo (metros)	Profundidad (metros)
A - B = .....	..... (en el punto B)
B - C = .....	..... (en el punto C)
C - D = .....	..... (en el punto D)
D - E = .....	..... (en la orilla)
Total .....	..... ÷ 4

**Área del transecto transversal #1**  
= Ancho total (m) x Promedio profundidad

**Área del transecto transversal #1**  
= Ancho total (m) x Promedio

$$\boxed{\phantom{000}} \times \boxed{\phantom{000}} = \boxed{\phantom{000}} \text{ m}^2$$

$$\boxed{\phantom{000}} \times \boxed{\phantom{000}} = \boxed{\phantom{000}} \text{ m}^2$$

$$A = \left( \boxed{\phantom{000}} + \boxed{\phantom{000}} \right) \div 2 = \boxed{\phantom{000}} \text{ m}^2$$

**L: Longitud del segmento del río**

(seg)  $\boxed{\phantom{000}}$  m

**T: Tiempo de viaje**

Tiempo de viaje del Flotador

Repetición #1 .....  
 Repetición #2 .....  
 Repetición #3 .....  
 Total ..... ÷ 3  
 = tiempo promedio  $\boxed{\phantom{000}}$

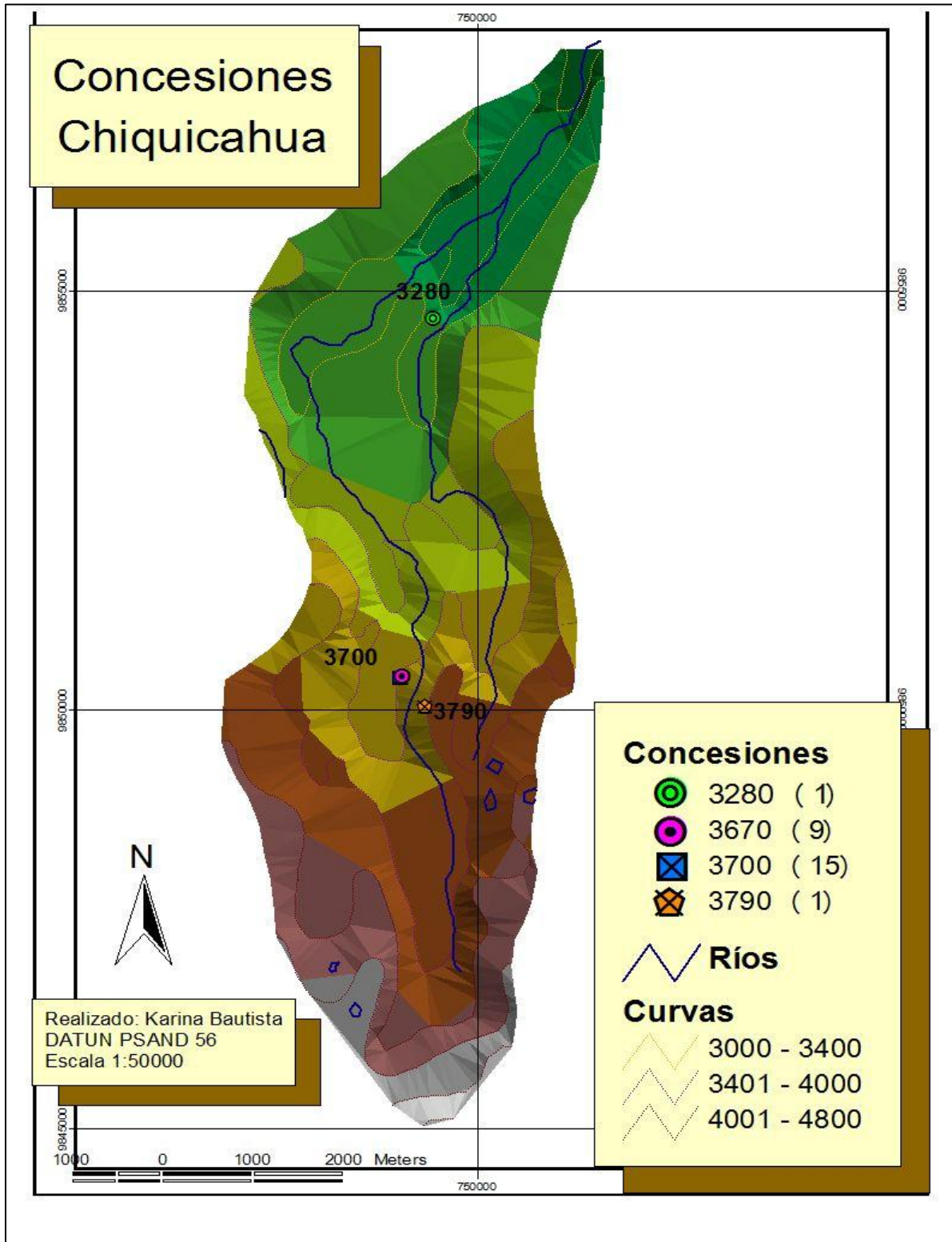
**C: Coeficiente de rugosidad**

$\boxed{\phantom{000}}$   
seg

$$\text{Caudal} = \frac{P L C}{T} = \frac{\boxed{\phantom{000}} \boxed{\phantom{000}} \boxed{\phantom{000}}}{\boxed{\phantom{000}}} = \boxed{\phantom{000}}$$

$\text{m}^3/\text{seg}$

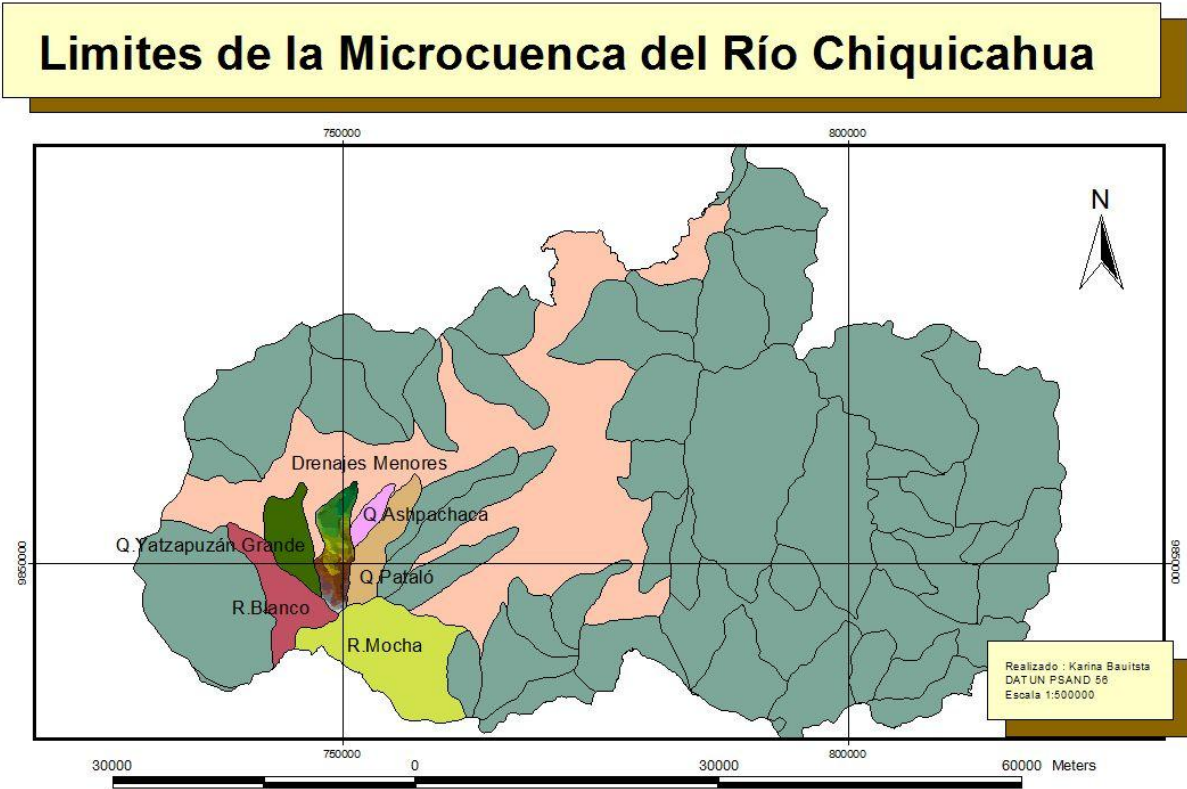
**ANEXO 8.** Mapa de concesiones en la microcuenca del Río Chiquicahua



**ANEXO 9.** Mapa de la ubicación geográfica de la microcuenca del Río Chiquicahua



**ANEXO 10.** Mapa de límites de la microcuenca del Río Chiquicahua



**ANEXO 11.** Interpolación de temperatura y Oxígeno para obtención de % de saturación de OD

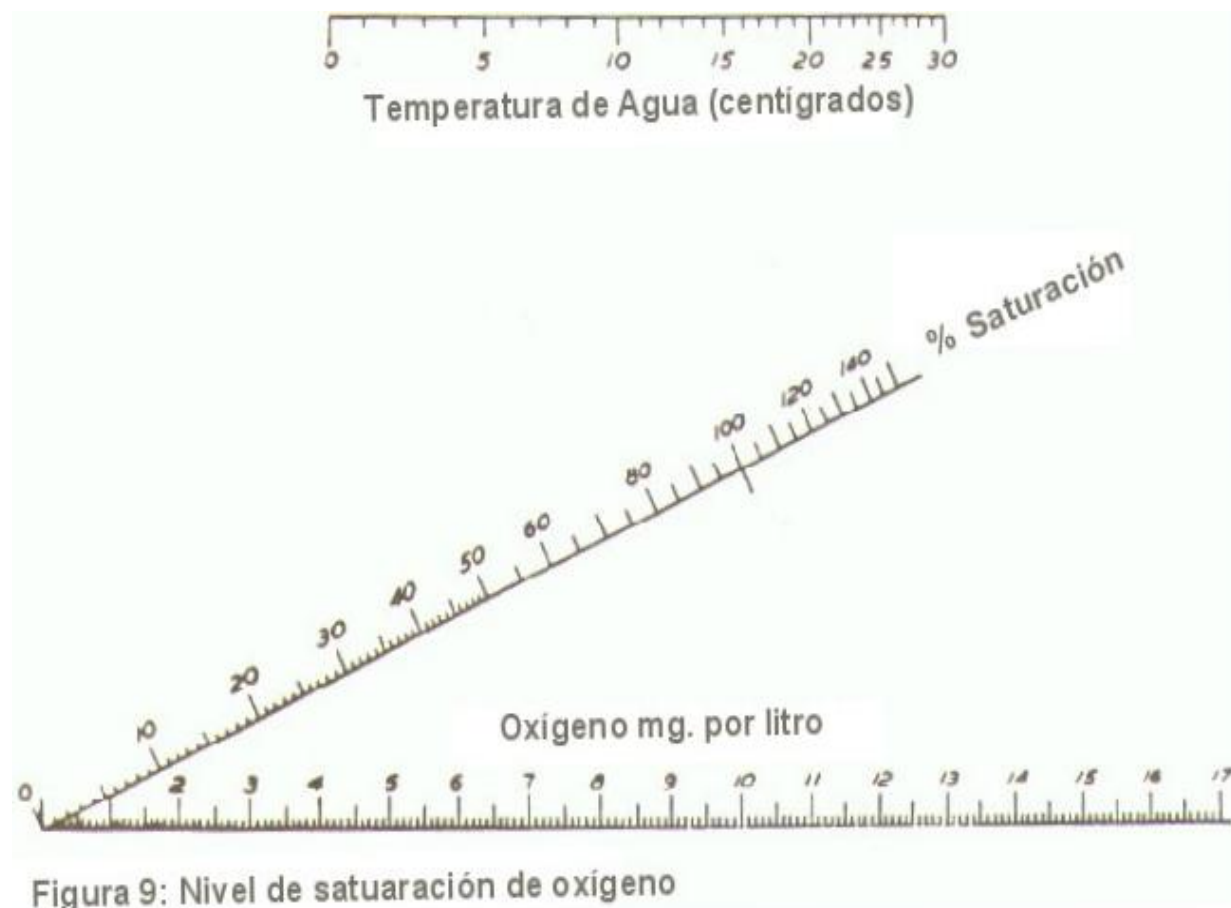
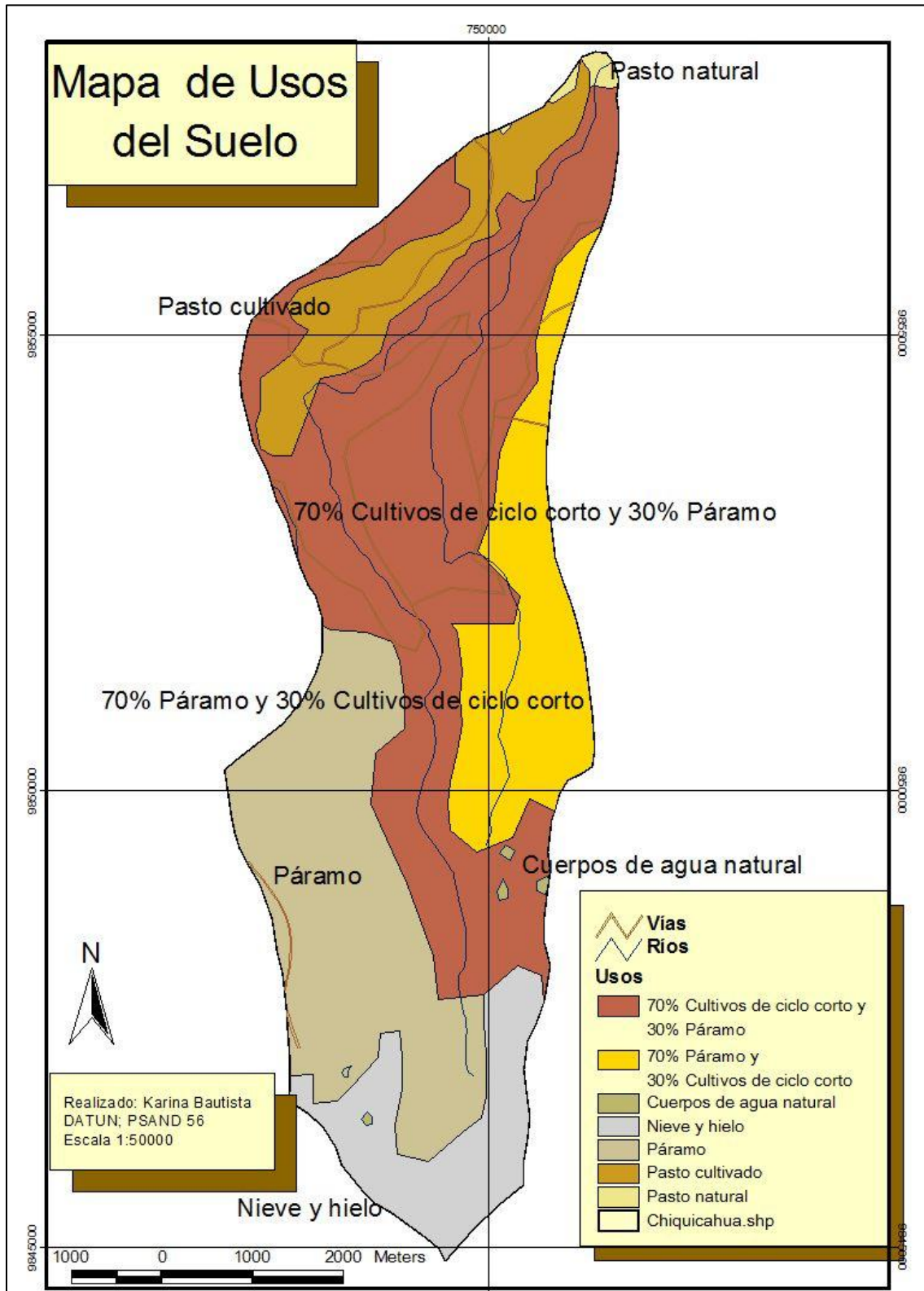


Figura 9: Nivel de saturación de oxígeno

**ANEXO 12.** Uso actual del suelo de la microcuenca del Río Chiquicahua



**ANEXO 13.** Resultados de laboratorio análisis físico – químicos y microbiológicos

- Laboratorio de Análisis Técnicos – Facultad de Ciencias – ESPOCH
- Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos SAQMIC



LABORATORIO DE ANALISIS TECNICOS  
FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2968912, 2961099

Riobamba - Ecuador

**INFORME DE ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUAS**

Solicitado por: GTZ Proyecto GESOREN

Fecha de análisis: 08/09/2010

Fecha de entrega de resultados: 15/09/2010

Tipo de muestra: Agua río Chiquicahua (Testigo)

Localidad: Tungurahua

Código: LAT/FQ 160-10

*DETERMINACION DEL INDICE DE CALIDAD DEL AGUA*

Parámetros	Unidades	W	V. Análisis	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0.17	90	95	16.15
Coliformes Fecales	UFC/100ml	0.16	189	38	6.08
pH	pH	0.11	7.94	86	9.46
DBO <sub>5</sub>	mg/l	0.11	4.62	58	6.38
Cambio Temperatura	°C	0.1	0.6	91	9.1
Fosfato Total	mg/l	0.1	0.15	94	9.4
Nitratos	mg/l	0.1	1.5	96	9.6
Turbidez	NTU	0.08	6.49	83	6.64
Solidos Totales	mg/l	0.07	248	66	4.62

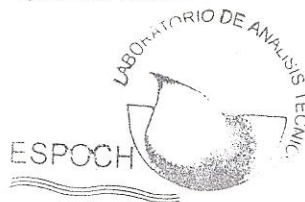
Índice de Calidad de Agua (WQI-ICA)

77

Observaciones:

Calidad Buena

Atentamente,



Dra. Gina Álvarez R.

RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.





LABORATORIO DE ANALISIS TECNICOS  
FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2968912, 2961099

Riobamba - Ecuador

**INFORME DE ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUAS**

Solicitado por: GTZ Proyecto GESOREN

Fecha de análisis: 08/09/2010

Fecha de entrega de resultados: 15/09/2010

Tipo de muestra: Agua río Chiquicahua (Punto 2)

Localidad: Tungurahua

Código: LAT/FQ 161-10

*DETERMINACION DEL INDICE DE CALIDAD DEL AGUA*

Parámetros	Unidades	W	V. Análisis	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0.17	94	98	16.66
Coliformes Fecales	UFC/100ml	0.16	987	22	3.52
pH	pH	0.11	8.52	66	7.26
DBO <sub>5</sub>	mg/l	0.11	7.2	45	4.95
Cambio Temperatura	°C	0.1	1.5	87	8.7
Fosfato Total	mg/l	0.1	0.1	96	9.6
Nitratos	mg/l	0.1	1.7	95	9.5
Turbidez	NTU	0.08	8.17	80	6.4
Solidos Totales	mg/l	0.07	328	56	3.92

Índice de Calidad de Agua (WQI-ICA)

71

Observaciones:

Calidad Buena

Atentamente,

Dra. Gina Álvarez R.

RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.





LABORATORIO DE ANALISIS TECNICOS  
FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2968912, 2961099

Riobamba - Ecuador

**INFORME DE ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUAS**

Solicitado por: GTZ Proyecto GESOREN

Fecha de análisis: 08/09/2010

Fecha de entrega de resultados: 15/09/2010

Tipo de muestra: Agua río Chiquicahua (Punto 3)

Localidad: Tungurahua

Código: LAT/FQ 162-10

*DETERMINACION DEL INDICE DE CALIDAD DEL AGUA*

Parámetros	Unidades	W	V. Análisis	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0.17	92	97	16.49
Coliformes Fecales	UFC/100ml	0.16	500	29	4.64
pH	pH	0.11	8.76	57	6.27
DBO <sub>5</sub>	mg/l	0.11	9.65	35	3.85
Cambio Temperatura	°C	0.1	1.2	88	8.8
Fosfato Total	mg/l	0.1	0.1	96	9.6
Nitratos	mg/l	0.1	1.9	95	9.5
Turbidez	NTU	0.08	8.04	84	6.72
Solidos Totales	mg/l	0.07	296	69	4.83

Índice de Calidad de Agua (WQI-ICA)

71

Observaciones:

Calidad Buena

Atentamente,

Dra. Gina Álvarez R.

RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.





LABORATORIO DE ANALISIS TECNICOS  
FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2968912, 2961099

Riobamba - Ecuador

**INFORME DE ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUAS**

Solicitado por: GTZ Proyecto GESOREN

Fecha de análisis: 08/09/2010

Fecha de entrega de resultados: 15/09/2010

Tipo de muestra: Agua río Chiquicahua (Punto 4)

Localidad: Tungurahua

Código: LAT/FQ 163-10

*DETERMINACION DEL INDICE DE CALIDAD DEL AGUA*

Parámetros	Unidades	W	V. Análisis	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0.17	92	97	16.49
Coliformes Fecales	UFC/100ml	0.16	500	29	4.64
pH	pH	0.11	8.76	57	6.27
DBO <sub>5</sub>	mg/l	0.11	9.65	35	3.85
Cambio Temperatura	°C	0.1	1.2	88	8.8
Fosfato Total	mg/l	0.1	0.1	96	9.6
Nitratos	mg/l	0.1	1.9	95	9.5
Turbidez	NTU	0.08	8.04	80	6.4
Solidos Totales	mg/l	0.07	296	60	4.2

Índice de Calidad de Agua (WQI-ICA)

70

Observaciones:

Calidad Media

Atentamente,

Dra. Gina Álvarez R.

RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.





LABORATORIO DE ANALISIS TECNICOS  
FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2968912, 2961099

Riobamba - Ecuador

**INFORME DE ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUAS**

Solicitado por: GTZ Proyecto GESOREN

Fecha de análisis: 08/09/2010

Fecha de entrega de resultados: 15/09/2010

Tipo de muestra: Agua río Chiquicahua (Punto 5)

Localidad: Tungurahua

Código: LAT/FQ 164-10

*DETERMINACION DEL INDICE DE CALIDAD DEL AGUA*

Parámetros	Unidades	W	V. Análisis	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0.17	85	91	15.47
Coliformes Fecales	UFC/100ml	0.16	320	33	5.28
pH	pH	0.11	8.18	78	8.58
DBO 5	mg/l	0.11	12.2	28	3.08
Cambio Temperatura	°C	0.1	1.7	86	8.6
Fosfato Total	mg/l	0.1	0.16	95	9.5
Nitratos	mg/l	0.1	1.9	95	9.5
Turbidez	NTU	0.08	7.44	81	6.48
Solidos Totales	mg/l	0.07	270	63	4.41

Índice de Calidad de Agua (WQI-ICA)

71

Observaciones:

Calidad Media

Atentamente,

Dra. Gina Álvarez R.

RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.





LABORATORIO DE ANALISIS TECNICOS  
FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2968912, 2961099

Riobamba - Ecuador

**INFORME DE ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUAS**

Solicitado por: GTZ Proyecto GESOREN

Fecha de análisis: 25/09/2010

Fecha de entrega de resultados: 01/10/2010

Tipo de muestra: Agua río Chiquicahua (Testigo)

Localidad: Tungurahua

Código: LAT/FQ 180-10

**DETERMINACION DEL INDICE DE CALIDAD DEL AGUA**

Parámetros	Unidades	W	V. Análisis	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0.17	81	88	14.96
Coliformes Fecales	UFC/100ml	0.16	85	46	7.36
pH	pH	0.11	7.7	88	9.68
DBO <sub>5</sub>	mg/l	0.11	4.85	57	6.27
Cambio Temperatura	°C	0.1	1.2	88	8.8
Fosfato Total	mg/l	0.1	0.07	97	9.7
Nitratos	mg/l	0.1	1.19	96	9.6
Turbidez	NTU	0.08	4.26	87	6.96
Solidos Totales	mg/l	0.07	250	66	4.62

Índice de Calidad de Agua (WQI-ICA)

78

Observaciones:

Calidad Buena

Atentamente,

Dra. Gina Alvarez R.



RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.



LABORATORIO DE ANALISIS TECNICOS  
FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2968912, 2961099

Riobamba - Ecuador

**INFORME DE ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUAS**

Solicitado por: GTZ Proyecto GESOREN

Fecha de análisis: 25/09/2010

Fecha de entrega de resultados: 01/10/2010

Tipo de muestra: Agua río Chiquicahua (Punto 2)

Localidad: Tungurahua

Código: LAT/FQ 181-10

*DETERMINACION DEL INDICE DE CALIDAD DEL AGUA*

Parámetros	Unidades	W	V. Análisis	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0.17	86	92	15.64
Coliformes Fecales	UFC/100ml	0.16	264	35	5.6
pH	pH	0.11	8.01	84	9.24
DBO <sub>5</sub>	mg/l	0.11	6.73	47	5.17
Cambio Temperatura	°C	0.1	1.2	88	8.8
Fosfato Total	mg/l	0.1	0.03	99	9.9
Nitratos	mg/l	0.1	1.53	95	9.5
Turbidez	NTU	0.08	8.12	80	6.4
Solidos Totales	mg/l	0.07	284	62	4.34

Índice de Calidad de Agua (WQI-ICA)

75

Observaciones:

Calidad Buena

Atentamente,

Dra. Gina Álvarez R.

RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.





**LABORATORIO DE ANALISIS TECNICOS**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2968912, 2961099

Riobamba - Ecuador

**INFORME DE ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUAS**

Solicitado por: GTZ Proyecto GESOREN

Fecha de análisis: 25/09/2010

Fecha de entrega de resultados: 01/10/2010

Tipo de muestra: Agua río Chiquicahua (Punto 3)

Localidad: Tungurahua

Código: LAT/FQ 182-10

*DETERMINACION DEL INDICE DE CALIDAD DEL AGUA*

<b>Parámetros</b>	<b>Unidades</b>	<b>W</b>	<b>V. Análisis</b>	<b>I</b>	<b>W*I</b>
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0.17	85	91	15.47
Coliformes Fecales	UFC/100ml	0.16	150	40	6.4
pH	pH	0.11	8.56	64	7.04
DBO <sub>5</sub>	mg/l	0.11	7.43	44	4.84
Cambio Temperatura	°C	0.1	0.7	90	9
Fosfato Total	mg/l	0.1	0.05	98	9.8
Nitratos	mg/l	0.1	1.76	95	9.5
Turbidez	NTU	0.08	6.24	84	6.72
Solidos Totales	mg/l	0.07	396	47	3.29
Índice de Calidad de Agua (WQI-ICA)					<b>72</b>

Observaciones:

Calidad Buena

Atentamente,

Dra. Gina Álvarez R.

RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.





LABORATORIO DE ANALISIS TECNICOS  
FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2968912, 2961099

Riobamba - Ecuador

**INFORME DE ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUAS**

Solicitado por: GTZ Proyecto GESOREN

Fecha de análisis: 25/09/2010

Fecha de entrega de resultados: 01/10/2010

Tipo de muestra: Agua río Chiquicahua (Punto 4)

Localidad: Tungurahua

Código: LAT/FQ 183-10

*DETERMINACION DEL INDICE DE CALIDAD DEL AGUA*

Parámetros	Unidades	W	V. Análisis	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0.17	85	91	15.47
Coliformes Fecales	UFC/100ml	0.16	800	24	3.84
pH	pH	0.11	8.31	73	8.03
DBO <sub>5</sub>	mg/l	0.11	7.89	46	5.06
Cambio Temperatura	°C	0.1	1.3	88	8.8
Fosfato Total	mg/l	0.1	0.03	99	9.9
Nitratos	mg/l	0.1	1.74	95	9.5
Turbidez	NTU	0.08	5.4	86	6.88
Solidos Totales	mg/l	0.07	228	69	4.83

Índice de Calidad de Agua (WQI-ICA)

72

Observaciones:

Calidad Buena

Atentamente,

Dra. Gina Álvarez R.

RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.







LABORATORIO DE ANALISIS TECNICOS  
FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2968912, 2961099

Riobamba - Ecuador

**INFORME DE ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUAS**

Solicitado por: GTZ Proyecto GESOREN

Fecha de análisis: 25/09/2010

Fecha de entrega de resultados: 01/10/2010

Tipo de muestra: Agua río Chiquicahua (Punto 5)

Localidad: Tungurahua

Código: LAT/FQ 184-10

*DETERMINACION DEL INDICE DE CALIDAD DEL AGUA*

Parámetros	Unidades	W	V. Análisis	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0.17	87	93	15.81
Coliformes Fecales	UFC/100ml	0.16	140	41	6.56
pH	pH	0.11	8.8	56	6.16
DBO <sub>5</sub>	mg/l	0.11	4.77	57	6.27
Cambio Temperatura	°C	0.1	1.3	88	8.8
Fosfato Total	mg/l	0.1	0.18	93	9.3
Nitratos	mg/l	0.1	1.81	95	9.5
Turbidez	NTU	0.08	6.34	83	6.64
Solidos Totales	mg/l	0.07	312	58	4.06

Índice de Calidad de Agua (WQI-ICA)

73

Observaciones:

Calidad Buena

Atentamente,

Dra. Gina Álvarez R.

RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.





LABORATORIO DE ANALISIS TECNICOS  
FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2968912, 2961099

Riobamba - Ecuador

**INFORME DE ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUAS**

Solicitado por: GTZ Proyecto GESOREN

Fecha de análisis: 23/10/2010

Fecha de entrega de resultados: 29/10/2010

Tipo de muestra: Agua río Chiquicahua (Testigo)

Localidad: Tungurahua

Código: LAT/FQ 210-10

*DETERMINACION DEL INDICE DE CALIDAD DEL AGUA*

Parámetros	Unidades	W	V. Análisis	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0.17	92	97	16.49
Coliformes Fecales	UFC/100ml	0.16	53	52	8.32
pH	pH	0.11	7.72	91	10.01
DBO <sub>5</sub>	mg/l	0.11	4.52	57	6.27
Cambio Temperatura	°C	0.1	0.4	91	9.1
Fosfato Total	mg/l	0.1	0.07	97	9.7
Nitratos	mg/l	0.1	1.36	96	9.6
Turbidez	NTU	0.08	2.61	91	7.28
Solidos Totales	mg/l	0.07	322	56	3.92

Índice de Calidad de Agua (WQI-ICA)

81

Observaciones:

Calidad Buena

Atentamente,

Dra. Gina Álvarez R.

RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.





LABORATORIO DE ANALISIS TECNICOS  
FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2968912, 2961099

Riobamba - Ecuador

**INFORME DE ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUAS**

Solicitado por: GTZ Proyecto GESOREN

Fecha de análisis: 23/10/2010

Fecha de entrega de resultados: 29/10/2010

Tipo de muestra: Agua superficial río Chiquicahua (Punto 2)

Localidad: Tungurahua

Código: LAT/FQ 211-10

**DETERMINACION DEL INDICE DE CALIDAD DEL AGUA**

Parámetros	Unidades	W	V. Análisis	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0.17	90.2	95	16.15
Coliformes Fecales	UFC/100ml	0.16	64	49	7.84
pH	pH	0.11	7.86	88	9.68
DBO <sub>5</sub>	mg/l	0.11	7.57	44	4.84
Cambio Temperatura	°C	0.1	0.8	90	9
Fosfato Total	mg/l	0.1	0.09	97	9.7
Nitratos	mg/l	0.1	1.29	96	9.6
Turbidez	NTU	0.08	1.91	93	7.44
Solidos Totales	mg/l	0.07	228	69	4.83

Índice de Calidad de Agua (WQI-ICA)

79

Observaciones:

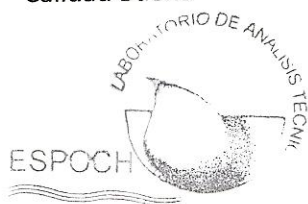
Calidad Buena

Atentamente,

Dra. Gina Álvarez R.

RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.





## LABORATORIO DE ANALISIS TECNICOS

### FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2968912, 2961099

Riobamba - Ecuador

### **INFORME DE ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUAS**

Solicitado por: GTZ Proyecto GESOREN

Fecha de análisis: 23/10/2010

Fecha de entrega de resultados: 29/10/2010

Tipo de muestra: Agua superficial río Chiquicahua (Punto 3)

Localidad: Tungurahua

Código: LAT/FQ 212-10

### DETERMINACION DEL INDICE DE CALIDAD DEL AGUA

Parámetros	Unidades	W	V. Análisis	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0.17	82	89	15.13
Coliformes Fecales	UFC/100ml	0.16	270	35	5.6
pH	pH	0.11	8.12	80	8.8
DBO <sub>5</sub>	mg/l	0.11	6.56	48	5.28
Cambio Temperatura	°C	0.1	0.9	89	8.9
Fosfato Total	mg/l	0.1	0.115	95	9.5
Nitratos	mg/l	0.1	0.95	96	9.6
Turbidez	NTU	0.08	2.03	93	7.44
Solidos Totales	mg/l	0.07	268	69	4.83

Índice de Calidad de Agua (WQI-ICA)

**75**

Observaciones:

Calidad Buena

Atentamente,

Dra. Gina Álvarez R.

RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.





## LABORATORIO DE ANALISIS TECNICOS

### FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2968912, 2961099

Riobamba - Ecuador

### **INFORME DE ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUAS**

Solicitado por: GTZ Proyecto GESOREN

Fecha de análisis: 23/10/2010

Fecha de entrega de resultados: 29/10/2010

Tipo de muestra: Agua superficial río Chiquicahua (Punto 4)

Localidad: Tungurahua

Código: LAT/FQ 213-10

### DETERMINACION DEL INDICE DE CALIDAD DEL AGUA

Parámetros	Unidades	W	V. Análisis	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0.17	83	89	15.13
Coliformes Fecales	UFC/100ml	0.16	210	37	5.92
pH	pH	0.11	8.14	79	8.69
DBO <sub>5</sub>	mg/l	0.11	8.32	42	4.62
Cambio Temperatura	°C	0.1	6.2	66	6.6
Fosfato Total	mg/l	0.1	0.04	99	9.9
Nitratos	mg/l	0.1	1.36	96	9.6
Turbidez	NTU	0.08	1.76	94	7.52
Solidos Totales	mg/l	0.07	232	68	4.76

Índice de Calidad de Agua (WQI-ICA)

73

Observaciones:

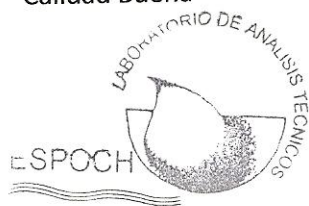
Calidad Buena

Atentamente,

Dra. Gina Álvarez R.

RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.





LABORATORIO DE ANALISIS TECNICOS  
FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2968912, 2961099

Riobamba - Ecuador

**INFORME DE ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUAS**

Solicitado por: GTZ Proyecto GESOREN

Fecha de análisis: 23/10/2010

Fecha de entrega de resultados: 29/10/2010

Tipo de muestra: Agua superficial río Chiquichagua (Punto 5)

Localidad: Tungurahua

Código: LAT/FQ 214-10

**DETERMINACION DEL INDICE DE CALIDAD DEL AGUA**

Parámetros	Unidades	W	V. Análisis	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0.17	83	89	15.13
Coliformes Fecales	UFC/100ml	0.16	280	34	7.04
pH	pH	0.11	8.45	68	7.48
DBO <sub>5</sub>	mg/l	0.11	7.3	45	4.95
Cambio Temperatura	°C	0.1	2.3	89	8.9
Fosfato Total	mg/l	0.1	0.08	97	9.7
Nitratos	mg/l	0.1	1.79	95	9.5
Turbidez	NTU	0.08	3.79	88	7.04
Solidos Totales	mg/l	0.07	820	20	1.4

Índice de Calidad de Agua (WQI-ICA)

73

Observaciones:

Calidad Buena

Atentamente,

Dra. Gina Álvarez R.

RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.





LABORATORIO DE ANALISIS TECNICOS  
FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2968912, 2961099

Riobamba - Ecuador

**INFORME DE ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUAS**

Solicitado por: GTZ Proyecto GESOREN

Fecha de análisis: 24/11/2010

Fecha de entrega de resultados: 29/11/2010

Tipo de muestra: Agua río Chiquicahua (Testigo)

Localidad: Tungurahua

Código: LAT/FQ 221-10

*DETERMINACION DEL INDICE DE CALIDAD DEL AGUA*

Parámetros	Unidades	W	V. Análisis	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0.17	93.2	97	16.49
Coliformes Fecales	UFC/100ml	0.16	57	51	8.16
pH	pH	0.11	7.85	85	9.35
DBO <sub>5</sub>	mg/l	0.11	4.52	58	6.38
Cambio Temperatura	°C	0.1	2.2	84	8.4
Fosfato Total	mg/l	0.1	0.054	98	9.8
Nitratos	mg/l	0.1	0.894	96	9.6
Turbidez	NTU	0.08	7.03	82	6.56
Solidos Totales	mg/l	0.07	324	56	3.92

Índice de Calidad de Agua (WQI-ICA)

79

Observaciones:

Calidad Buena

Atentamente,

Dra. Gina Álvarez R.

RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.





LABORATORIO DE ANALISIS TECNICOS  
FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2968912, 2961099

Riobamba - Ecuador

**INFORME DE ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUAS**

Solicitado por: GTZ Proyecto GESOREN

Fecha de análisis: 24/11/2010

Fecha de entrega de resultados: 29/11/2010

Tipo de muestra: Agua río Chiquicahua (Punto 2)

Localidad: Tungurahua

Código: LAT/FQ 222-10

**DETERMINACION DEL INDICE DE CALIDAD DEL AGUA**

Parámetros	Unidades	W	V. Análisis	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0.17	93.6	98	16.66
Coliformes Fecales	UFC/100ml	0.16	185	38	6.08
pH	pH	0.11	8.09	81	8.91
DBO <sub>5</sub>	mg/l	0.11	8.19	37	4.07
Cambio Temperatura	°C	0.1	2.08	85	8.5
Fosfato Total	mg/l	0.1	0.099	96	9.6
Nitratos	mg/l	0.1	0.924	96	9.6
Turbidez	NTU	0.08	2.77	91	7.28
Solidos Totales	mg/l	0.07	244	67	4.69

Índice de Calidad de Agua (WQI-ICA)

75

Observaciones:

Calidad Buena

Atentamente,

Dra. Gina Álvarez R.

RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.







LABORATORIO DE ANALISIS TECNICOS  
FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2968912, 2961099

Riobamba - Ecuador

**INFORME DE ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUAS**

Solicitado por: GTZ Proyecto GESOREN

Fecha de análisis: 24/11/2010

Fecha de entrega de resultados: 29/11/2010

Tipo de muestra: Agua río Chiquicahua (Punto 3)

Localidad: Tungurahua

Código: LAT/FQ 223-10

**DETERMINACION DEL INDICE DE CALIDAD DEL AGUA**

Parámetros	Unidades	W	V. Análisis	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0.17	82.4	89	15.13
Coliformes Fecales	UFC/100ml	0.16	130	41	6.56
pH	pH	0.11	8.11	80	8.8
DBO <sub>5</sub>	mg/l	0.11	8.7	42	4.62
Cambio Temperatura	°C	0.1	1.5	87	8.7
Fosfato Total	mg/l	0.1	0.061	98	9.8
Nitratos	mg/l	0.1	0.938	96	9.6
Turbidez	NTU	0.08	4.45	87	6.96
Solidos Totales	mg/l	0.07	166	77	5.39

Índice de Calidad de Agua (WQI-ICA)

76

Observaciones:

Calidad Buena

Atentamente,



Dra. Gina Álvarez R.

RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.



LABORATORIO DE ANALISIS TECNICOS  
FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2968912, 2961099

Riobamba - Ecuador

**INFORME DE ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUAS**

Solicitado por: GTZ Proyecto GESOREN

Fecha de análisis: 24/11/2010

Fecha de entrega de resultados: 29/11/2010

Tipo de muestra: Agua río Chiquicahua (Punto 4)

Localidad: Tungurahua

Código: LAT/FQ 224-10

**DETERMINACION DEL INDICE DE CALIDAD DEL AGUA**

Parámetros	Unidades	W	V. Análisis	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0.17	93	97	16.49
Coliformes Fecales	UFC/100ml	0.16	120	42	6.72
pH	pH	0.11	8.46	68	7.48
DBO <sub>5</sub>	mg/l	0.11	9.72	35	3.85
Cambio Temperatura	°C	0.1	2.5	83	8.3
Fosfato Total	mg/l	0.1	0.05	98	9.8
Nitratos	mg/l	0.1	1.23	96	9.6
Turbidez	NTU	0.08	5.02	86	6.88
Solidos Totales	mg/l	0.07	336	55	3.85

Índice de Calidad de Agua (WQI-ICA)

73

Observaciones:

Calidad Buena

Atentamente,

Dra. Gina Álvarez R.

RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.





LABORATORIO DE ANALISIS TECNICOS  
FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2968912, 2961099

Riobamba - Ecuador

**INFORME DE ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUAS**

Solicitado por: GTZ Proyecto GESOREN  
Fecha de análisis: 24/11/2010  
Fecha de entrega de resultados: 29/11/2010  
Tipo de muestra: Agua río Chiquicahua (Punto 5)  
Localidad: Tungurahua

Código: LAT/FQ 225-10

**DETERMINACION DEL INDICE DE CALIDAD DEL AGUA**

Parámetros	Unidades	W	V. Análisis	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0.17	93.1	97	16.49
Coliformes Fecales	UFC/100ml	0.16	300	34	5.44
pH	pH	0.11	8.55	64	7.04
DBO <sub>5</sub>	mg/l	0.11	10.8	34	3.74
Cambio Temperatura	°C	0.1	5.7	69	6.9
Fosfato Total	mg/l	0.1	0.08	97	9.7
Nitratos	mg/l	0.1	0.91	96	9.6
Turbidez	NTU	0.08	9.01	78	6.24
Solidos Totales	mg/l	0.07	164	77	5.39

Índice de Calidad de Agua (WQI-ICA)

71

Observaciones:

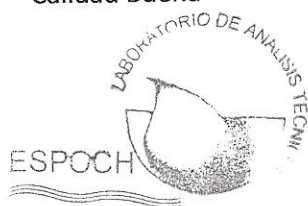
Calidad Buena

Atentamente,

Dra. Gina Álvarez R.

RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.



Contáctanos 093387300 - 032942022 - 093806600 - 03360260  
Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba - Ecuador

**INFORME DE ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUAS**

Solicitado por: GTZ Proyecto GESOREN  
Fecha de análisis: 31/07/2010  
Fecha de entrega de resultados: 06/08/2010  
Tipo de muestra: Agua río Chiquicahua (Testigo)  
Localidad: Tungurahua

Código: 099-10

**DETERMINACION DEL INDICE DE CALIDAD DEL AGUA**

Parámetros	Unidades	W	V. Análisis	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0.17	80	87	14.79
Coliformes Fecales	UFC/100ml	0.16	12	69	11.04
pH	pH	0.11	8.28	74	8.14
DBO <sub>5</sub>	mg/l	0.11	4.07	61	6.71
Cambio Temperatura	°C	0.1	1.1	89	8.9
Fosfato Total	mg/l	0.1	0.13	95	9.5
Nitratos	mg/l	0.1	1.92	95	9.5
Turbidez	NTU	0.08	1.28	95	7.6
Solidos Totales	mg/l	0.07	134.6	83	5.81

Índice de Calidad de Agua (WQI-ICA)

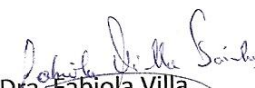
82

Observaciones: Calidad Buena

Atentamente,

  
Dra. Gina Álvarez R.



  
Dra. Fabiola Villa

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.

Contáctanos 093387300 - 032942022 - 093806600 - 03360260  
Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba - Ecuador

**INFORME DE ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUAS**

Solicitado por: GTZ Proyecto GESOREN  
Fecha de análisis: 31/07/2010  
Fecha de entrega de resultados: 06/08/2010  
Tipo de muestra: Agua río Chiquicahua (Punto 2)  
Localidad: Tungurahua

Código: LAT/FQ 0-10

**DETERMINACION DEL INDICE DE CALIDAD DEL AGUA**

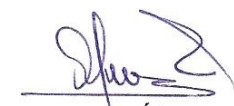
Parámetros	Unidades	W	V. Análisis	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0.17	88	94	15.98
Coliformes Fecales	UFC/100ml	0.16	15	67	10.72
pH	pH	0.11	8.03	83	9.13
DBO 5	mg/l	0.11	8.1	42	4.62
Cambio Temperatura	°C	0.1	2.9	81	8.1
Fosfato Total	mg/l	0.1	0.14	94	9.4
Nitratos	mg/l	0.1	1.41	96	9.6
Turbidez	NTU	0.08	2.22	92	7.36
Solidos Totales	mg/l	0.07	134.6	83	5.81

Índice de Calidad de Agua (WQI-ICA)

81

Observaciones: Calidad Buena

Atentamente,



Dra. Gina Álvarez R.




Dra. Fabiola Villa

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.

Contáctanos 093387300 - 032942022 - 093806600 - 03360260

Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba - Ecuador

**INFORME DE ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUAS**

Solicitado por: GTZ Proyecto GESOREN  
 Fecha de análisis: 31/07/2010  
 Fecha de entrega de resultados: 06/08/2010  
 Tipo de muestra: Agua río Chiquicahua (Punto 3)  
 Localidad: Tungurahua

Código: LAT/FQ 0-10

**DETERMINACION DEL INDICE DE CALIDAD DEL AGUA**

Parámetros	Unidades	W	V. Análisis	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0.17	72	64	10.88
Coliformes Fecales	UFC/100ml	0.16	48	53	8.48
pH	pH	0.11	8.67	60	6.6
DBO <sub>5</sub>	mg/l	0.11	7.43	44	4.84
Cambio Temperatura	°C	0.1	2.8	82	8.2
Fosfato Total	mg/l	0.1	0.11	96	9.6
Nitratos	mg/l	0.1	1.55	95	9.5
Turbidez	NTU	0.08	2.38	92	7.36
Solidos Totales	mg/l	0.07	134.6	83	5.81
Índice de Calidad de Agua (WQI-ICA)					<b>71</b>

Observaciones: Calidad Buena

Atentamente,

  
Dra. Gina Álvarez R.



  
Dra. Fabiola Villa

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.

Contáctanos 093387300 - 032942022 - 093806600 - 03360260

Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes

Riobamba - Ecuador

**INFORME DE ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUAS**

Solicitado por: GTZ Proyecto GESOREN

Fecha de análisis: 31/07/2010

Fecha de entrega de resultados: 06/08/2010

Tipo de muestra: Agua río Chiquicahua (Punto 4)

Localidad: Tungurahua

Código: LAT/FQ 0-10

**DETERMINACION DEL INDICE DE CALIDAD DEL AGUA**

Parámetros	Unidades	W	V. Análisis	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0.17	79	86	14.62
Coliformes Fecales	UFC/100ml	0.16	23	62	9.92
pH	pH	0.11	7.75	91	10.01
DBO <sub>5</sub>	mg/l	0.11	8.64	39	4.29
Cambio Temperatura	°C	0.1	1.4	87	8.7
Fosfato Total	mg/l	0.1	0.16	94	9.4
Nitratos	mg/l	0.1	1.33	96	9.6
Turbidez	NTU	0.08	2.3	92	7.36
Solidos Totales	mg/l	0.07	134.6	83	5.81

Índice de Calidad de Agua (WQI-ICA)

**80**

Observaciones:

Calidad Buena

Atentamente,

  
Dra. Gina Álvarez R.



  
Dra. Fabiola Villa

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.

Contáctanos 093387300 - 032942022 - 093806600 - 03360260

Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba - Ecuador

**INFORME DE ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUAS**

Solicitado por: GTZ Proyecto GESOREN  
 Fecha de análisis: 31/07/2010  
 Fecha de entrega de resultados: 06/08/2010  
 Tipo de muestra: Agua río Chiquicahua (Punto 5)  
 Localidad: Tungurahua

Código: LAT/FQ 0-10

**DETERMINACION DEL INDICE DE CALIDAD DEL AGUA**

Parámetros	Unidades	W	V. Análisis	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0.17	83	89	15.13
Coliformes Fecales	UFC/100ml	0.16	200	37	5.92
pH	pH	0.11	7.92	86	9.46
DBO 5	mg/l	0.11	10.27	34	3.74
Cambio Temperatura	°C	0.1	1.2	88	8.8
Fosfato Total	mg/l	0.1	0.16	94	9.4
Nitratos	mg/l	0.1	1.86	95	9.5
Turbidez	NTU	0.08	2.78	91	7.28
Solidos Totales	mg/l	0.07	134.6	83	5.81

Índice de Calidad de Agua (WQI-ICA)

75

Observaciones: Calidad Buena

Atentamente,



Dra. Gina Álvarez R.




Dra. Fabiola Villa

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.



Contáctanos: 093387300 - 032942022 ó 093806600 – 03360-260  
Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

## EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

CLIENTE: GTZ Programa	CODIGO: 146-10
DIRECCION: Ambato	TELEFONO:
TIPO DE MUESTRA: Agua superficial.	
UBICACION: Microcuenca Chiquichhua Punto #1 Testigo	
FECHA DE RECEPCIÓN: 2010-09-07	
FECHA DE MUESTREO: 2010-09-07	
<b>EXAMEN FISICO</b>	
COLOR: incolora	
OLOR: inolora	
ASPECTO: presencia de material sedimentado	

DETERMINACIONES	METODO USADO	VALOR ENCONTRADO
<i>Coliformes Totales UFC/100 mL</i>	Filtración por membrana	1500
<i>Coliformes fecales UFC/100 mL</i>	Filtración por membrana	189

OBSERVACIONES:


FECHA DE ANALISIS: 2010-09-07

FECHA DE ENTREGA: 2010-09-27

RESPONSABLES:



Dra. Gina Alvarez

Dra. Fabiola Villa

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.

Contáctanos: 093387300 - 032942022 ó 093806600 – 03360-260  
Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

## EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

CLIENTE: GTZ Programa	CODIGO: 147-10
DIRECCION: Ambato	TELEFONO:
TIPO DE MUESTRA: Agua superficial.	
UBICACION: Microcuenca Chiquicahua Punto # 2	
FECHA DE RECEPCIÓN: 2010-09-07	
FECHA DE MUESTREO: 2010-09-07	
<b>EXAMEN FISICO</b>	
COLOR: incolora	
OLOR: inolora	
ASPECTO: presencia de material sedimentado	

DETERMINACIONES	METODO USADO	VALOR ENCONTRADO
<i>Coliformes Totales UFC/100 mL</i>	Filtración por membrana	5200
<i>Coliformes fecales UFC/100 mL</i>	Filtración por membrana	900

OBSERVACIONES:

FECHA DE ANALISIS: 2010-09-07

FECHA DE ENTREGA: 2010-09-27

RESPONSABLES:

  
Dra. Gina Alvarez



  
Dra. Fabiola Villa

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.

Contáctanos: 093387300 - 032942022 ó 093806600 – 03360-260  
Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

## EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

CLIENTE: GTZ Programa	CODIGO: 148-10
DIRECCION: Ambato	TELEFONO:
TIPO DE MUESTRA: Agua superficial.	
UBICACION: Microcuenca Chiquicahua Punto # 3	
FECHA DE RECEPCIÓN: 2010-09-07	
FECHA DE MUESTREO: 2010-09-07	
<b>EXAMEN FISICO</b>	
COLOR: incolora	
OLOR: inolora	
ASPECTO: presencia de material sedimentado	

DETERMINACIONES	METODO USADO	VALOR ENCONTRADO
<i>Coliformes Totales UFC/ 100 mL</i>	Filtración por membrana	6700
<i>Coliformes fecales UFC/100 mL</i>	Filtración por membrana	987
OBSERVACIONES:		
FECHA DE ANALISIS: 2010-09-07		
FECHA DE ENTREGA: 2010-09-27		
RESPONSABLES:		
 Dra. Gina Alvarez		 Dra. Fabiola Villa

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.

Contáctanos: 093387300 - 032942022 ó 093806600 – 03360-260  
Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

## EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

CLIENTE: GTZ Programa	CODIGO: 149-10
DIRECCION: Ambato	TELEFONO:
TIPO DE MUESTRA: Agua superficial.	
UBICACION: Microcuenca Chiquicahua Punto # 4	
FECHA DE RECEPCIÓN: 2010-09-07	
FECHA DE MUESTREO: 2010-09-07	
<b>EXAMEN FISICO</b>	
COLOR: incolora	
OLOR: inolora	
ASPECTO: presencia de material sedimentado	

DETERMINACIONES	METODO USADO	VALOR ENCONTRADO
<i>Coliformes Totales UFC/ 100 mL</i>	Filtración por membrana	7000
<i>Coliformes fecales UFC/100 mL</i>	Filtración por membrana	500
OBSERVACIONES:		
FECHA DE ANALISIS: 2010-09-07		
FECHA DE ENTREGA: 2010-09-27		
RESPONSABLES:		
 Dra. Gina Alvarez		 Dra. Fabiola Villa

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.

Contáctanos: 093387300 - 032942022 ó 093806600 – 03360-260  
Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

## EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

CLIENTE: GTZ Programa	CODIGO: 150-10
DIRECCION: Ambato	TELEFONO:
TIPO DE MUESTRA: Agua superficial.	
UBICACION: Microcuenca Chiquicahua Punto # 5	
FECHA DE RECEPCIÓN: 2010-09-07	
FECHA DE MUESTREO: 2010-09-07	
<b>EXAMEN FISICO</b>	
COLOR: incolora	
OLOR: inolora	
ASPECTO: presencia de material sedimentado	

DETERMINACIONES	METODO USADO	VALOR ENCONTRADO
<i>Coliformes Totales UFC/100 mL</i>	Filtración por membrana	3300
<i>Coliformes fecales UFC/100 mL</i>	Filtración por membrana	320

OBSERVACIONES:

FECHA DE ANALISIS: 2010-09-07

FECHA DE ENTREGA: 2010-09-27

RESPONSABLES:

  
Dra. Gina Alvarez



  
Dra. Fabiola Villa

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.

Contáctanos: 093387300 - 032942022 ó 093806600 – 03360-260  
 Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

## EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

CLIENTE: GTZ Programa	CODIGO: 141-10
DIRECCION: Ambato	TELEFONO:
TIPO DE MUESTRA: Agua superficial.	
UBICACION: Microcuenca Chiquicahua Punto Testigo	
FECHA DE RECEPCIÓN: 2010-07-31	
FECHA DE MUESTREO: 2010-07-30	
<b>EXAMEN FISICO</b>	
COLOR: incolora	
OLOR: inolora	
ASPECTO: presencia de material sedimentado	

DETERMINACIONES	METODO USADO	VALOR ENCONTRADO
<i>Coliformes Totales UFC/ 100 mL</i>	Filtración por membrana	1500
<i>Coliformes fecales UFC/100 mL</i>	Filtración por membrana	12

OBSERVACIONES:

FECHA DE ANALISIS: 2010-07-31

FECHA DE ENTREGA: 2010-08-02

RESPONSABLES:

SAQMIC




Dra. Gina Alvarez



Dra. Fabiola Villa

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.

Contáctanos: 093387300 - 032942022 ó 093806600 – 03360-260  
Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

## EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

CLIENTE: GTZ Programa	CODIGO: 142-10
DIRECCION: Ambato	TELEFONO:
TIPO DE MUESTRA: Agua superficial.	
UBICACION: Microcuenca Chiquicahua Punto #02	
FECHA DE RECEPCIÓN: 2010-07-31	
FECHA DE MUESTREO: 2010-07-30	
<b>EXAMEN FISICO</b>	
COLOR: incolora	
OLOR: inolora	
ASPECTO: presencia de material sedimentado	

DETERMINACIONES	METODO USADO	VALOR ENCONTRADO
<i>Coliformes Totales UFC/100 mL</i>	Filtración por membrana	5200
<i>Coliformes fecales UFC/100 mL</i>	Filtración por membrana	15

OBSERVACIONES:

FECHA DE ANALISIS: 2010-07-31

FECHA DE ENTREGA: 2010-08-02

RESPONSABLES:



Dra. Gina Alvarez




Dra. Fabiola Villa

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.

Contáctanos: 093387300 - 032942022 ó 093806600 – 03360-260  
Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

## EXAMEN MICROBIOLOGICO DE AGUAS

CLIENTE: GTZ Programa	CODIGO: 143-10
DIRECCION: Ambato	TELEFONO:
TIPO DE MUESTRA: Agua superficial.	
UBICACION: Microcuenca Chiquicahua Punto #03	
FECHA DE RECEPCIÓN: 2010-07-31	
FECHA DE MUESTREO: 2010-07-30	
<b>EXAMEN FISICO</b>	
COLOR: incolora	
OLOR: inolora	
ASPECTO: presencia de material sedimentado	

DETERMINACIONES	METODO USADO	VALOR ENCONTRADO
<i>Coliformes Totales UFC/ 100 mL</i>	Filtración por membrana	6700
<i>Coliformes fecales UFC/100 mL</i>	Filtración por membrana	48

OBSERVACIONES:

FECHA DE ANALISIS: 2010-07-31

FECHA DE ENTREGA: 2010-08-02

RESPONSABLES:



Dra. Gina Alvarez




Dra. Fabiola Villa

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.



Contáctanos: 093387300 - 032942022 ó 093806600 – 03360-260  
Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

## EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

CLIENTE: GTZ Programa	CODIGO: 144-10
DIRECCION: Ambato	TELEFONO:
TIPO DE MUESTRA: Agua superficial.	
UBICACION: Microcuenca Chiquicahua Punto #04	
FECHA DE RECEPCIÓN: 2010-07-31	
FECHA DE MUESTREO: 2010-07-30	
<b>EXAMEN FISICO</b>	
COLOR: incolora	
OLOR: inolora	
ASPECTO: presencia de material sedimentado	

DETERMINACIONES	METODO USADO	VALOR ENCONTRADO
<i>Coliformes Totales UFC/100 mL</i>	Filtración por membrana	7000
<i>Coliformes fecales UFC/100 mL</i>	Filtración por membrana	23

OBSERVACIONES:

FECHA DE ANALISIS: 2010-07-31

FECHA DE ENTREGA: 2010-08-02

RESPONSABLES:

  
Dra. Gina Alvarez



  
Dra. Fabiola Villa

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.

Contáctanos: 093387300 - 032942022 ó 093806600 – 03360-260  
Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

## EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

CLIENTE: GTZ Programa	CODIGO: 145-10
DIRECCION: Ambato	TELEFONO:
TIPO DE MUESTRA: Agua superficial.	
UBICACION: Microcuenca Chiquicahua Punto #05	
FECHA DE RECEPCIÓN: 2010-07-31	
FECHA DE MUESTREO: 2010-07-30	
<b>EXAMEN FISICO</b>	
COLOR: incolora	
OLOR: inolora	
ASPECTO: presencia de material sedimentado	

DETERMINACIONES	METODO USADO	VALOR ENCONTRADO
<i>Coliformes Totales UFC/100 mL</i>	Filtración por membrana	3300
<i>Coliformes fecales UFC/100 mL</i>	Filtración por membrana	200

OBSERVACIONES:

FECHA DE ANALISIS: 2010-07-31

FECHA DE ENTREGA: 2010-08-02

RESPONSABLES:



Dra. Gina Alvarez




Dra. Fabiola Villa

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.

Contáctanos: 093387300 - 032942022 ó 093806600 – 03360-260  
Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

## EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

CLIENTE: GTZ Programa	CODIGO: 151-10
DIRECCION: Ambato	TELEFONO:
TIPO DE MUESTRA: Agua superficial.	
UBICACION: Microcuenca Chiquicahua Punto # 1 Testigo	
FECHA DE RECEPCIÓN: 2010-09-24	
FECHA DE MUESTREO: 2010-09-24	
<b>EXAMEN FISICO</b>	
COLOR: incolora	
OLOR: inolora	
ASPECTO: presencia de material sedimentado	

DETERMINACIONES	METODO USADO	VALOR ENCONTRADO
<i>Coliformes Totales UFC/ 100 mL</i>	Filtración por membrana	800
<i>Coliformes fecales UFC/100 mL</i>	Filtración por membrana	85

OBSERVACIONES:

FECHA DE ANALISIS: 2010-09-24

FECHA DE ENTREGA: 2010-09-27

RESPONSABLES:

  
Dra. Gina Alvarez



  
Dra. Fabiola Villa

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.

Contáctanos: 093387300 - 032942022 ó 093806600 – 03360-260  
Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

## EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

CLIENTE: GTZ Programa	CODIGO: 152-10
DIRECCION: Ambato	TELEFONO:
TIPO DE MUESTRA: Agua superficial.	
UBICACION: Microcuenca Chiquicahua Punto # 2	
FECHA DE RECEPCIÓN: 2010-09-24	
FECHA DE MUESTREO: 2010-09-24	
<b>EXAMEN FISICO</b>	
COLOR: incolora	
OLOR: inolora	
ASPECTO: presencia de material sedimentado	

DETERMINACIONES	METODO USADO	VALOR ENCONTRADO
<i>Coliformes Totales UFC/100 mL</i>	Filtración por membrana	4000
<i>Coliformes fecales UFC/100 mL</i>	Filtración por membrana	264
OBSERVACIONES:		
FECHA DE ANALISIS: 2010-09-24		
FECHA DE ENTREGA: 2010-09-27		
RESPONSABLES:		
 Dra. Gina Alvarez		 Dra. Fabiola Villa

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables

Contáctanos: 093387300 - 032942022 ó 093806600 – 03360-260  
Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

## EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

CLIENTE: GTZ Programa	CODIGO: 153-10
DIRECCION: Ambato	TELEFONO:
TIPO DE MUESTRA: Agua superficial.	
UBICACION: Microcuenca Chiquicahua Punto # 3	
FECHA DE RECEPCIÓN: 2010-09-24	
FECHA DE MUESTREO: 2010-09-24	
<b>EXAMEN FISICO</b>	
COLOR: incolora	
OLOR: inolora	
ASPECTO: presencia de material sedimentado	

DETERMINACIONES	METODO USADO	VALOR ENCONTRADO
<i>Coliformes Totales UFC/ 100 mL</i>	Filtración por membrana	1400
<i>Coliformes fecales UFC/100 mL</i>	Filtración por membrana	150
OBSERVACIONES:		
FECHA DE ANALISIS: 2010-09-24		
FECHA DE ENTREGA: 2010-09-27		
RESPONSABLES:		
 Dra. Gina Alvarez		 Dra. Fabiola Villa

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables

Contáctanos: 093387300 - 032942022 ó 093806600 – 03360-260  
Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

## EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

CLIENTE: GTZ Programa	CODIGO: 154-10
DIRECCION: Ambato	TELEFONO:
TIPO DE MUESTRA: Agua superficial.	
UBICACION: Microcuenca Chiquicahua Punto # 4	
FECHA DE RECEPCIÓN: 2010-09-24	
FECHA DE MUESTREO: 2010-09-24	
<b>EXAMEN FISICO</b>	
COLOR: incolora	
OLOR: inolora	
ASPECTO: presencia de material sedimentado	

DETERMINACIONES	METODO USADO	VALOR ENCONTRADO
<i>Coliformes Totales UFC/100 mL</i>	Filtración por membrana	2200
<i>Coliformes fecales UFC/100 mL</i>	Filtración por membrana	800
OBSERVACIONES:		
FECHA DE ANALISIS: 2010-09-24		
FECHA DE ENTREGA: 2010-09-27		
RESPONSABLES:		
 Dra. Gina Alvarez		 Dra. Fabiola Villa

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables

Contáctanos: 093387300 - 032942022 ó 093806600 – 03360-260  
Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

## EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

CLIENTE: GTZ Programa	CODIGO: 155-10
DIRECCION: Ambato	TELEFONO:
TIPO DE MUESTRA: Agua superficial.	
UBICACION: Microcuenca Chiquicahua Punto # 5	
FECHA DE RECEPCIÓN: 2010-09-24	
FECHA DE MUESTREO: 2010-09-24	
<b>EXAMEN FISICO</b>	
COLOR: incolora	
OLOR: inolora	
ASPECTO: presencia de material sedimentado	

DETERMINACIONES	METODO USADO	VALOR ENCONTRADO
<i>Coliformes Totales UFC/ 100 mL</i>	Filtración por membrana	1100
<i>Coliformes fecales UFC/100 mL</i>	Filtración por membrana	140

OBSERVACIONES:

FECHA DE ANALISIS: 2010-09-24

FECHA DE ENTREGA: 2010-09-27

RESPONSABLES:

  
Dra. Gina Alvarez



  
Dra. Fabiola Villa

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables



Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos

Contáctanos: 093387300 - 032942022 ó 093806600 – 03360-260

Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

## EXAMEN MICROBIOLOGICO DE AGUAS

CLIENTE: GTZ Programa	CODIGO: 202-10
DIRECCION: Ambato	TELEFONO:
TIPO DE MUESTRA: Agua superficial.	
UBICACION: Microcuenca Chiquicahua Testigo	
FECHA DE RECEPCIÓN: 2010-10-22	
FECHA DE MUESTREO: 2010-10-22	
<b>EXAMEN FISICO</b>	
COLOR: incolora	
OLOR: inolora	
ASPECTO: presencia de material sedimentado	

DETERMINACIONES	METODO USADO	VALOR ENCONTRADO
<i>Coliformes Totales UFC/ 100 mL</i>	Filtración por membrana	500
<i>Coliformes fecales UFC/100 mL</i>	Filtración por membrana	53

OBSERVACIONES:

FECHA DE ANALISIS: 2010-10-22

FECHA DE ENTREGA: 2010-10-25

RESPONSABLES:

  
Dra. Gina Alvarez



  
Dra. Fabiola Villa

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables



Contáctanos: 093387300 - 032942022 ó 093806600 – 03360-260  
Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

## EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

CLIENTE: GTZ Programa	CODIGO: 203-10
DIRECCION: Ambato	TELEFONO:
TIPO DE MUESTRA: Agua superficial.	
UBICACION: Microcuenca Chiquicahua Punto # 2	
FECHA DE RECEPCIÓN: 2010-10-22	
FECHA DE MUESTREO: 2010-10-22	
<b>EXAMEN FISICO</b>	
COLOR: incolora	
OLOR: inolora	
ASPECTO: presencia de material sedimentado	

DETERMINACIONES	METODO USADO	VALOR ENCONTRADO
<i>Coliformes Totales UFC/ 100 mL</i>	Filtración por membrana	670
<i>Coliformes fecales UFC/100 mL</i>	Filtración por membrana	64
OBSERVACIONES:		
FECHA DE ANALISIS: 2010-10-22		
FECHA DE ENTREGA: 2010-10-25		
RESPONSABLES:		
 Dra. Gina Alvarez		 Dra. Fabiola Villa

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables

Contáctanos: 093387300 - 032942022 ó 093806600 – 03360-260  
Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

## EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

CLIENTE: GTZ Programa	CODIGO: 204-10
DIRECCION: Ambato	TELEFONO:
TIPO DE MUESTRA: Agua superficial.	
UBICACION: Microcuenca Chiquichua Punto # 3	
FECHA DE RECEPCIÓN: 2010-10-22	
FECHA DE MUESTREO: 2010-10-22	
<b>EXAMEN FISICO</b>	
COLOR: incolora	
OLOR: inolora	
ASPECTO: presencia de material sedimentado	

DETERMINACIONES	METODO USADO	VALOR ENCONTRADO
<i>Coliformes Totales UFC/100 mL</i>	Filtración por membrana	3600
<i>Coliformes fecales UFC/100 mL</i>	Filtración por membrana	270

OBSERVACIONES:

FECHA DE ANALISIS: 2010-10-22

FECHA DE ENTREGA: 2010-10-25

RESPONSABLES:

  
Dra. Gina Alvarez



  
Dra. Fabiola Villa

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables

Contáctanos: 093387300 - 032942022 ó 093806600 – 03360-260  
Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

## EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

CLIENTE: GTZ Programa	CODIGO: 205-10
DIRECCION: Ambato	TELEFONO:
TIPO DE MUESTRA: Agua superficial.	
UBICACION: Microcuenca Chiquicahua Punto # 4	
FECHA DE RECEPCIÓN: 2010-10-22	
FECHA DE MUESTREO: 2010-10-22	
<b>EXAMEN FISICO</b>	
COLOR: incolora	
OLOR: inolora	
ASPECTO: presencia de material sedimentado	

DETERMINACIONES	METODO USADO	VALOR ENCONTRADO
<i>Coliformes Totales UFC/100 mL</i>	Filtración por membrana	1800
<i>Coliformes fecales UFC/100 mL</i>	Filtración por membrana	210

OBSERVACIONES:

FECHA DE ANALISIS: 2010-10-22

FECHA DE ENTREGA: 2010-10-25

RESPONSABLES:

  
Dra. Gina Alvarez



  
Dra. Fabiola Villa

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables

Contáctanos: 093387300 - 032942022 ó 093806600 – 03360-260  
 Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

## EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

CLIENTE: GTZ Programa	CODIGO: 206-10
DIRECCION: Ambato	TELEFONO:
TIPO DE MUESTRA: Agua superficial.	
UBICACION: Microcuenca Chiquicahua Punto # 5	
FECHA DE RECEPCIÓN: 2010-10-22	
FECHA DE MUESTREO: 2010-10-22	
<b>EXAMEN FISICO</b>	
COLOR: incolora	
OLOR: inolora	
ASPECTO: presencia de material sedimentado	

DETERMINACIONES	METODO USADO	VALOR ENCONTRADO
<i>Coliformes Totales UFC/100 mL</i>	Filtración por membrana	3300
<i>Coliformes fecales UFC/100 mL</i>	Filtración por membrana	280
OBSERVACIONES:		
FECHA DE ANALISIS: 2010-10-22		
FECHA DE ENTREGA: 2010-10-25		
RESPONSABLES:		
 Dra. Gina Alvarez		 Dra. Fabiola Villa

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables

Contáctanos: 093387300 - 032942022 ó 093806600 – 03360-260  
Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

### EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

CLIENTE: GTZ Programa	CODIGO: 206-10
DIRECCION: Ambato	TELEFONO:
TIPO DE MUESTRA: Agua superficial.	
UBICACION: Microcuenca Chiquichua Punto # 1	
FECHA DE RECEPCIÓN: 2010-11-23	
FECHA DE MUESTREO: 2010-11-23	
<b>EXAMEN FISICO</b>	
COLOR: incolora	
OLOR: indolora	
ASPECTO: presencia de material sedimentado	

DETERMINACIONES	METODO USADO	VALOR ENCONTRADO
<i>Coliformes Totales UFC/ 100 mL</i>	Filtración por membrana	650
<i>Coliformes fecales UFC/100 mL</i>	Filtración por membrana	57

OBSERVACIONES:

FECHA DE ANALISIS: 2010-11-25

FECHA DE ENTREGA: 2010-11-25

RESPONSABLES:

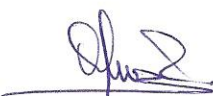

 Dra. Gina Alvarez		 Dra. Fabiola Villa
--	---	--

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables

Contáctanos: 093387300 - 032942022 ó 093806600 – 03360-260  
Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

### EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE AGUAS


CLIENTE: GTZ Programa	CODIGO: 206-10
DIRECCION: Ambato	TELEFONO:
TIPO DE MUESTRA: Agua superficial.	
UBICACION: Microcuenca Chiquicahua Punto # 2	
FECHA DE RECEPCIÓN: 2010-11-23	
FECHA DE MUESTREO: 2010-11-23	
<b>EXAMEN FISICO</b>	
COLOR: incolora	
OLOR: inodora	
ASPECTO: presencia de material sedimentado	

DETERMINACIONES	METODO USADO	VALOR ENCONTRADO
<i>Coliformes Totales UFC/ 100 mL</i>	Filtración por membrana	1600
<i>Coliformes fecales UFC/100 mL</i>	Filtración por membrana	185
OBSERVACIONES:		
FECHA DE ANALISIS: 2010-11-25		
FECHA DE ENTREGA: 2010-11-25		
RESPONSABLES:		
 Dra. Gina Alvarez		 Dra. Fabiola Villa

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables

### EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

CLIENTE: GTZ Programa	CODIGO: 206-10
DIRECCION: Ambato	TELEFONO:
TIPO DE MUESTRA: Agua superficial.	
UBICACION: Microcuenca Chiquicahua Punto # 3	
FECHA DE RECEPCIÓN: 2010-11-23	
FECHA DE MUESTREO: 2010-11-23	
<b>EXAMEN FISICO</b>	
COLOR: incolora	
OLOR: indolora	
ASPECTO: presencia de material sedimentado	

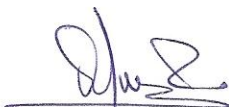


DETERMINACIONES	METODO USADO	VALOR ENCONTRADO
<i>Coliformes Totales UFC/ 100 mL</i>	Filtración por membrana	900
<i>Coliformes fecales UFC/100 mL</i>	Filtración por membrana	130
OBSERVACIONES:		
FECHA DE ANALISIS: 2010-11-25		
FECHA DE ENTREGA: 2010-11-25		
RESPONSABLES:		
 Dra. Gina Alvarez		 Dra. Fabiola Villa

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables

Contáctanos: 093387300 - 032942022 ó 093806600 – 03360-260  
Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

### EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

CLIENTE: GTZ Programa	CODIGO: 206-10
DIRECCION: Ambato	TELEFONO:
TIPO DE MUESTRA: Agua superficial.	
UBICACION: Microcuenca Chiquicahua Punto # 4	
FECHA DE RECEPCIÓN: 2010-11-23	
FECHA DE MUESTREO: 2010-11-23	
<b>EXAMEN FISICO</b>	
COLOR: incolora	
OLOR: inodora	
ASPECTO: presencia de material sedimentado	

DETERMINACIONES	METODO USADO	VALOR ENCONTRADO
<i>Coliformes Totales UFC/ 100 mL</i>	Filtración por membrana	900
<i>Coliformes fecales UFC/100 mL</i>	Filtración por membrana	120
OBSERVACIONES:		
FECHA DE ANALISIS: 2010-11-25		
FECHA DE ENTREGA: 2010-11-25		
RESPONSABLES:		
 Dra. Gina Alvarez		 Dra. Fabiola Villa

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables



### EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

CLIENTE: GTZ Programa	CODIGO: 206-10
DIRECCION: Ambato	TELEFONO:
TIPO DE MUESTRA: Agua superficial.	
UBICACION: Microcuenca Chiquicahua Punto # 5	
FECHA DE RECEPCIÓN: 2010-11-23	
FECHA DE MUESTREO: 2010-11-23	
<b>EXAMEN FISICO</b>	
COLOR: incolora	
OLOR: indolora	
ASPECTO: presencia de material sedimentado	

DETERMINACIONES	METODO USADO	VALOR ENCONTRADO
<i>Coliformes Totales UFC/ 100 mL</i>	Filtración por membrana	5500
<i>Coliformes fecales UFC/100 mL</i>	Filtración por membrana	400
OBSERVACIONES:		
FECHA DE ANALISIS: 2010-11-25		
FECHA DE ENTREGA: 2010-11-25		
RESPONSABLES:		
 Dra. Gina Alvarez		 Dra. Fabiola Villa

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables