



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

**CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD HÍDRICA DE LA
MICROCUCENCA DEL RÍO GUANO**

**Tesis de Grado Previo a la obtención del título de:
INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL**

AUTOR: CINTHIA FERNANDA CEVALLOS GAIBOR

TUTOR: DR. GERARDO LEÓN

RIOBAMBA-ECUADOR

2015

AGRADECIMIENTO

Mi profundo agradecimiento al Creador, que con su bondad ha permitido culminar una de las etapas más importantes de mi vida.

Al GAD. del cantón Guano y a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por brindarme la oportunidad y las facilidades requeridas para la realización de la presente investigación.

Al Dr. Gerardo León, por su comprensión, tiempo y significativa colaboración para el desarrollo de mi tesis.

Al Dr. Robert Cazar, por su cooperación y generosa ayuda en la construcción de este aprendizaje.

A la Dra. Gina Álvarez, por su entrega de conocimientos y valiosa amistad.

A mis familiares y amigos, por su apoyo en todo momento.

Cinthia.

DEDICATORIA

“Soñar es más dulce cuando las estrellas te acompañan”. Con mucho cariño quiero dedicar mi trabajo de investigación a las personas que estuvieron a mi lado formando parte de mis noches y de mis días.

Al ser más sublime sobre la faz de la tierra, a mi cómplice y mejor amiga, a mi madre; porque a ella le debo todo cuanto soy, por ser mi ejemplo de lucha y perseverancia, por enseñarme con su infinito amor a sonreír y a jugar bajo la lluvia.

A mi padre, que desde el cielo sé que hoy comparte a mi lado este mágico sueño. Sin duda, te llevo siempre en mi corazón.

A mis ñañas Blanquita, Ricardinita y Marietita por ser los ángeles que me acompañaron mientras aprendía a volar.

A mis abuelitos, por sus sabias palabras, bromas y consejos oportunos que poco a poco han dejado huellas en mi camino.

A mi hermano, por ser mi alma gemela, por innumerables risas, peleas y aprendizajes juntos, y gracias por las amanecidas ayudándome.

A ti mi amor, Jaime; porque me has enseñado a caminar y a correr de tú mano, por ser mi refugio de tantas alegrías y tristezas; por ser mi compañero de aventuras, por tu ayuda y la nobleza incondicional de tu corazón.

Les amo muchísimo.

Cinthia.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

El Tribunal de Tesis certifica que: El trabajo de investigación:

“**CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD HÍDRICA DE LA MICROCUENCA DEL RÍO GUANO**”, de responsabilidad de la egresada Srta. Cinthia Fernanda Cevallos Gaibor, ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Dra. Nancy Veloz DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
Ing. Fernanda Rivera DIRECTORA ESC. CIENCIAS QUÍMICAS
Dr. Gerardo León TUTOR DE TESIS
Dr. Robert Cazar MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Abga. Bertha Quintanilla COORDINADOR SISBIB ESPOCH
NOTA DE TESIS	

Yo, **Cinthia Fernanda Cevallos Gaibor**, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en ésta Tesis; y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado, pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.

CINTHIA FERNANDA CEVALLOS GAIBOR

Abreviaturas

μm :	Micrómetros
ΔT :	Cambio de temperatura
ABI:	Índice Biológico Andino
A:	Área
AP:	Área Promedio
b:	Base
$^{\circ}\text{C}$:	Grados centígrados
$^{\circ}\text{F}$:	Grados Fahrenheit
CESA:	Central Ecuatoriana de Servicios Agronómicos
DBO:	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DBO ₅ :	Demanda Bioquímica de Oxígeno al quinto día
ESPOCH:	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
Fc:	Factor de corrección por el método del flotador
g:	Gramos
GAD:	Gobierno Autónomo Descentralizado
IGM:	Instituto Geográfico Militar
h:	Profundidad
INAHMI:	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
Km:	Kilómetros
Km ² :	Kilómetros cuadrados
l:	Longitud del tramo
L/s:	Litros sobre segundo
m:	Metros
m ² :	Metros cuadrados
mm:	Milímetro
m.s.n.m:	Metros sobre el nivel del mar
mg/L:	Miligramo sobre litro
m/s:	Metros sobre segundo
m ³ /s:	Metros cúbicos sobre segundo
N:	Normalidad
OD:	Oxígeno disuelto
pH:	Potencial de Hidrógeno
Q:	Caudal
s:	Segundo
ST:	Sólidos Totales
t:	Tiempo

tp:	Tiempo promedio
UFC:	Unidades formadores de colonias
NTU:	Unidades técnicas nefelométricas
v:	Velocidad
V:	Volumen
VM:	Volumen de muestra
WQI:	Water Quality Index

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Cuenca hidrográfica.....	6
Figura 2-1: Croquis de tamaños relativos de cuenca, subcuenca y microcuenca.....	7
Figura 3-1: La cuenca hidrográfica con sus elementos e interacciones representando un sistema....	8
Figura 4-1: Técnicas y herramientas para recolectar información.....	9

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Factor de Corrección para el Cálculo del Caudal por el método del Flotador.....	12
Tabla 2-1: Rangos de Calidad del Agua según el WQI.....	18
Tabla 3-1: Usos del agua según la Valoración del WQI.....	19
Tabla 4-1: Establecimiento de la Calidad de agua a partir del puntaje ABI.....	21
Tabla 5-1 Puntuación del índice Biótico Andino para familias de ríos andinos del Ecuador.....	22
Tabla 1-2: Horario de Muestras.....	32
Tabla 2-2: Procedimientos para Parámetros Físico-Químicos y Microbiológicos.....	36
Tabla 3-2: Materiales, equipos y reactivos utilizados en la investigación.....	38
Tabla 1-3: Ubicación Geográfica de la microcuenca del Río Guano.....	39
Tabla 2-3: Ubicación geográfica de los puntos de monitoreo en la microcuenca del río Guano.....	42
Tabla 3-3: Tipos de clima en la microcuenca del río Guano.....	43
Tabla 4-3: Principales especies de flora encontradas en el cantón Guano.....	45
Tabla 5-3: Fauna silvestre del cantón Guano.....	46
Tabla 6-3: Fauna doméstica del cantón Guano.....	46
Tabla 7-3: Datos para el cálculo de la primera sección del Punto 1- Monitoreo 1.....	47
Tabla 8-3: Datos para el cálculo de la segunda sección del Punto 1- Monitoreo 1.....	47
Tabla 9-3: Datos para el cálculo de la tercera sección del Punto 1- Monitoreo 1.....	48
Tabla 10-3: Datos para la determinación del tiempo con el método del flotador.....	48
Tabla 11-3: Datos de temperatura en el Primer Monitoreo de la microcuenca del río Guano.....	50
Tabla 12-3: Resultados obtenidos de Oxígeno Disuelto (mg/L).....	51
Tabla 13-3: Cálculo del Índice de Calidad del Agua para el Primer Punto - Monitoreo 1.....	52
Tabla 14-3: Cálculo del Índice Biológico Andino para el Primer Punto - Monitoreo 1.....	53
Tabla 15-3: Datos de Precipitación de la Estación Guano.....	53
Tabla 16-3: Variación de caudal en los meses de monitoreo.....	54
Tabla 17-3: Relación caudal en el punto 1 con la precipitación de la zona.....	55
Tabla 18-3: Relación caudal en el punto 2 con la precipitación de la zona.....	57
Tabla 19-3: Relación caudal en el punto 3 con la precipitación de la zona.....	58
Tabla 20-3: Relación caudal en el punto 4 con la precipitación de la zona.....	59
Tabla 21-3: Relación caudal en el punto 5 con la precipitación de la zona.....	61
Tabla 22-3: Resultados de oxígeno disuelto (% saturación).....	62
Tabla 23-3: Resultados de pH (Unidades de pH).....	63
Tabla 24-3: Resultados del cambio de temperatura (°C).....	64
Tabla 25-3: Resultados de DBO ₅ (mg/L).....	65
Tabla 26-3: Resultados de turbidez (NTU).....	67
Tabla 27-3: Resultados de nitratos (mg/L).....	68
Tabla 28-3: Resultados de fosfato total (mg/L).....	70

Tabla 29-3: Resultados de sólidos totales.....	71
Tabla 30-3: Resultados de coliformes fecales (UFC/100 ml).....	73
Tabla 31-3: Resultados promedio de OD (% saturación) – ΔT (°C).....	74
Tabla 32-3: Resultados promedio de OD (% saturación) - DBO_5 (mg/L).....	75
Tabla 33-3: Resultados del Índice de Calidad del Agua (WQI) para los puntos de monitoreo.....	76
Tabla 34-3: Resultados del Índice Biológico Andino (ABI) para los puntos de monitoreo.....	78
Tabla 35-3: Macroinvertebrados encontrados en el estudio de la microcuenca del río Guano.....	79
Tabla 36-3: Datos de precipitación y ABI en el periodo Agosto-Diciembre del 2014.....	81
Tabla 37-3: Datos de los índices WQI y ABI en los puntos de monitoreo.....	82
Tabla 38-3: Cuadro de contingencia con los resultados del WQI y del ABI.....	83
Tabla 39-3: Análisis con el estadístico Ji Cuadrado para el WQI	83
Tabla 40-3: Análisis con el estadístico Ji Cuadrado para el ABI	85

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1-2: Apoyo de los técnicos del GAD. del cantón Guano.....	26
Fotografía 2-2: Recopilación de información con líderes comunitarios.....	27
Fotografía 3-2: Identificación de los puntos de monitoreo.....	28
Fotografía 4-2. Determinación de caudales por el método del flotador.....	29
Fotografía 5-2: Toma de muestras en los puntos de monitoreo del río Guano.....	31
Fotografía 6-2: Determinación de parámetros físico-químicos, microbiológicos para el WQI.....	35
Fotografía 7-2: Identificación de macroinvertebrados en el laboratorio.....	37
Fotografía 1-3: Punto 1 de la microcuenca del río Guano.....	40
Fotografía 2-3: Punto 2 de la microcuenca del río Guano.....	40
Fotografía 3-3: Punto 3 de la microcuenca del río Guano.....	41
Fotografía 4-3: Punto 4 de la microcuenca del río Guano.....	41
Fotografía 5-3: Punto 5 de la microcuenca del río Guano.....	41
Fotografía 6-3: Punto 1 de la microcuenca del río Guano en el mes de septiembre del 2014.....	56
Fotografía 7-3: Punto 2 de la microcuenca del río Guano en el mes de septiembre del 2014.....	58
Fotografía 8-3: Punto 3 de la microcuenca del río Guano en el mes de septiembre del 2014.....	59
Fotografía 9-3: Punto 4 de la microcuenca del río Guano en el mes de septiembre.....	60
Fotografía 10-3: Punto 5 de la microcuenca del río Guano en el mes de septiembre del 2014.....	62
Fotografía 11-3: Actividad ganadera en el punto 5 de monitoreo.....	66
Fotografía 12-3: Presencia de arenas finas en el punto 2 de la microcuenca del río Guano.....	68
Fotografía 13-3: Incremento de la población y sus actividades en el punto 2.....	69
Fotografía 14-3: Lavado de ropa en el punto 3 de la microcuenca del río Guano.....	71
Fotografía 15-3: Arrastre de sólidos en el punto 5 de la microcuenca del río Guano.....	72
Fotografía 16-3: Zona alta de la microcuenca del río Guano.....	77
Fotografía 17-3. Zona media-baja de la microcuenca del río Guano.....	77
Fotografía 18-3: Macroinvertebrado del Orden Amphipoda – Familia Hyalellidae.....	79

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3: Datos de precipitación de la Estación Guano.....	54
Gráfico 2-3: Variación de caudal en los meses de monitoreo.....	55
Gráfico 3-3: Relación caudal en el punto 1 con la precipitación de la zona.....	56
Gráfico 4-3: Relación caudal en el punto 2 con la precipitación de la zona.....	57
Gráfico 5-3: Relación caudal en el punto 3 con la precipitación de la zona.....	58
Gráfico 6-3: Relación caudal en el punto 4 con la precipitación de la zona.....	60
Gráfico 7-3: Relación caudal en el punto 5 con la precipitación de la zona.....	61
Gráfico 8-3: Variación de oxígeno disuelto promedio (% saturación).....	63
Gráfico 9-3: Variación de pH promedio (Unidades de pH).....	64
Gráfico 10-3: Variación del cambio de temperatura promedio (°C).....	65
Gráfico 11-3: Variación de DBO ₅ promedio (mg/L).....	66
Gráfico 12-3: Variación de turbidez promedio (NTU).....	67
Gráfico 13-3: Variación de nitratos promedio (mg/L).....	69
Gráfico 14-3: Variación de fosfato total promedio (mg/L).....	70
Gráfico 15-3: Variación de sólidos totales promedio (mg/L).....	72
Gráfico 16-3: Variación de coliformes fecales promedio (UFC/100 mL).....	73
Gráfico 17-3: Relación OD (% saturación) – ΔT (°C).....	74
Gráfico 18-3: Relación OD (% saturación) - DBO ₅ (mg/L).....	75
Gráfico 19-3: Variación del WQI promedio en los puntos de monitoreo.....	76
Gráfico 20-3: Variación del ABI promedio en los puntos de monitoreo.....	78
Gráfico 21-3: Relación precipitación (mm lluvia)- biodiversidad (ABI).....	81
Gráfico 22-3: Relación índices WQI y ABI en los puntos de monitoreo.....	82

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A. Matriz de campo para el estudio de la microcuenca del río Guano
- ANEXO B. Mapa de la microcuenca del río Guano
- ANEXO C. Ubicación de puntos de monitoreo en la microcuenca del río Guano
- ANEXO D. Mapa de resultados del Índice WQI en la microcuenca del río Guano
- ANEXO E. Mapa de resultados del Índice ABI en la microcuenca del río Guano.
- ANEXO F. Hoja de cálculo para el procesamiento de información de caudales
- ANEXO G. Secciones del río en los cinco puntos de monitoreo
- ANEXO H. Matriz de laboratorio para el monitoreo de calidad de agua con macroinvertebrados
- ANEXO I. Interpolación de temperatura y oxígeno para obtener el porcentaje de saturación
- ANEXO J. Resultados de análisis físico-químicos correspondientes al WQI
- ANEXO K. Resultados de análisis microbiológicos de las muestras de agua de la microcuenca

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	xvii
SUMMARY.....	xviii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I.....	4
1 MARCO TEÓRICO.....	4
1.1 Marco Filosófico o epistemológico de la investigación.....	4
1.2 Bases Teóricas.....	5
1.2.1 Ríos y Riachuelos de los Andes.....	5
1.2.2 Cuenca Hidrográfica.....	5
1.2.2.1 Definiciones.....	5
1.2.2.2 División de Cuencas Hidrográficas.....	6
1.2.2.3 Cuenca Hidrográfica como Sistema.....	7
1.2.2.4 Diagnóstico de Cuencas.....	9
1.2.3 Caudal.....	10
1.2.3.1 Método del Flotador.....	10
1.2.3.2 Cálculo de Caudal.....	11
1.2.4 Calidad del Agua.....	12
1.2.4.1 Parámetros Físico-Químicos y Biológicos a valorar en la Calidad del Agua.....	12
1.2.4.2 Índice de Calidad del Agua (WQI).....	18
1.2.5 Calidad Biológica de los Ríos.....	19
1.2.6 Biomonitorio a través de Macroinvertebrados.....	20
1.2.6.1 Ventajas del uso de Macroinvertebrados como Bioindicadores.....	20
1.2.6.2 Desventajas del uso de Macroinvertebrados como Bioindicadores.....	20
1.2.6.3 Índice Biológico Andino (ABI).....	21
CAPITULO II.....	26
2 METODOLOGÍA.....	26
2.1 Métodos y Técnicas.....	26
2.1.1 Contacto con instituciones de apoyo.....	26
2.1.2 Líderes Comunitarios.....	26

2.1.3	Selección de los puntos de monitoreo.....	27
2.1.4	Recopilación de información.....	28
2.1.4.1	Información Ambiental	28
2.1.4.2	Información cartográfica	28
2.1.5	Caudales.....	29
2.1.5.1	Selección del lugar	29
2.1.5.2	Determinación de la longitud del trayecto para el aforo	30
2.1.5.3	Medición del ancho de las secciones para el aforo.....	30
2.1.5.4	Medición de las subsecciones para el aforo	30
2.1.5.5	Cálculo de la velocidad del agua.....	30
2.1.5.6	Cálculo del área del río.....	30
2.1.5.7	Cálculo del caudal	31
2.1.5.8	Elaboración de Hidrogramas	31
2.1.6	Muestreo	31
2.1.6.1	Tipo de muestreo.....	32
2.1.6.2	Cantidad de muestra	32
2.1.6.3	Frecuencia del Muestreo	32
2.1.6.4	Horario del Muestreo	32
2.1.6.5	Toma, preservación y conservación de Muestras.....	32
2.1.6.6	Análisis de Muestras	34
2.1.7	Índices de Calidad e índices Biológicos del Agua.....	35
2.1.7.1	Índice WQI.....	35
2.1.7.2	Índice ABI.....	37
2.2	Materiales, equipos y reactivos de la investigación.....	38
CAPITULO III.....		39
3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39
3.1	Generalidades del lugar	39
3.1.1	Localización.....	39
3.1.2	Ubicación Geográfica	39

3.1.3	Puntos de Monitoreo.....	39
3.1.3.1	Punto 1 (testigo) o San Rafael (Quebrada Seca).	39
3.1.3.2	Punto 2 o Puente de San Andrés (Quebrada La Josefina).	40
3.1.3.3	Punto 3 o Vertientes Villagrán.	40
3.1.3.4	Punto 4 o Los Elenes (Río Guano).	41
3.1.3.5	Punto 5 o Tamaute.....	41
3.1.4	Características Climáticas.....	43
3.1.5	Vientos.....	43
3.1.6	Clasificación ecológica.....	43
3.1.7	Suelo.....	44
3.1.7.1	Geomorfología del cantón Guano.....	44
3.1.7.2	Uso y ocupación del suelo.....	44
3.1.8	Biodiversidad.....	45
3.1.8.1	Flora.....	45
3.1.8.2	Fauna.....	46
3.2	Cálculos.....	47
3.2.1	Caudales.....	47
3.2.1.1	Cálculo del área de las secciones de aforo.	47
3.2.1.2	Cálculo del Área.....	48
3.2.1.3	Determinación del tiempo.	48
3.2.1.4	Cálculo de la velocidad.	49
3.2.1.5	Cálculo del Caudal.	49
3.2.2	Parámetros Físico-Químicos.....	49
3.2.2.1	Cambio de Temperatura.....	49
3.2.2.2	Oxígeno Disuelto.....	50
3.2.2.3	Demanda Bioquímica de Oxígeno.....	51
3.2.2.4	Sólidos Totales.....	51
3.2.3	Índices WQI y ABI.....	52
3.3	Análisis, interpretación y discusión de resultados.....	53

3.3.1	Caudales y Precipitaciones	53
3.3.2	Parámetros Físico-Químicos para la caracterización del WQI	62
3.3.2.1	Oxígeno Disuelto.....	62
3.3.2.2	Potencial de Hidrógeno (pH).....	63
3.3.2.3	Cambio de Temperatura	64
3.3.2.4	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	65
3.3.2.5	Turbidez	67
3.3.2.6	Nitratos	68
3.3.2.7	Fosfato Total	70
3.3.2.8	Sólidos Totales	71
3.3.2.9	Coliformes Fecales.....	73
3.3.1	Relación entre parámetros Físico-Químicos.....	74
3.3.1.1	Oxígeno disuelto - Cambio de temperatura.....	74
3.3.1.2	Oxígeno Disuelto-DBO ₅	75
3.3.2	Índice de Calidad del Agua.....	76
3.3.3	Índice Biológico Andino.....	78
3.3.3.1	Macroinvertebrados encontrados	79
3.3.3.2	Relación Precipitación - Biodiversidad.....	81
3.3.4	Comparación entre Índices WQI y ABI.....	82
3.4	Prueba de Hipótesis	83
	CONCLUSIONES	88
	RECOMENDACIONES	89
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

Resumen

Se caracterizó la calidad hídrica de la microcuenca del río Guano, ubicada en el cantón Guano, Provincia de Chimborazo para obtener la información necesaria del recurso y potencialmente optimizar su comportamiento socio-ambiental. Inicialmente se establecieron cinco puntos de monitoreo en los 18,8 Km de la microcuenca del río Guano y se determinó su caudal con el método del flotador para el periodo de monitoreo Agosto-Diciembre del 2014; además en dichos puntos mediante la utilización del Índice de Calidad del Agua (WQI) y el Índice Biológico Andino (ABI) que contemplan el análisis y valoración de parámetros físico-químicos, microbiológicos y biológicos, se realizó la caracterización de la calidad del agua. Se obtuvo como resultados un caudal de 287,60 L/s para el periodo de monitoreo en la microcuenca; mientras que los índices de calidad de agua WQI y ABI arrojaron para: el Punto 1 76,50 que corresponde a buena y 67,5 que corresponde a aceptable; el punto 2 56,39 que corresponde a media y 27 que corresponde a dudosa; el punto 3 49,12 que corresponde a mala y 21 que corresponde a crítica; el punto 4 53,55 que corresponde a media y 31,4 que corresponde a dudosa y para el punto 5 51,45 que corresponde a media y 32 que corresponde a dudosa. Se concluye que la calidad del agua de la microcuenca del río guano se encuentra dentro de los criterios “media” con un valor del 57,4% y “dudosa” con un valor del 35,76% según los índices WQI y ABI, respectivamente; además la utilización del Índice Biológico Andino es de gran ayuda para estudios de recursos hídricos en zonas con alturas entre 2000 y 4000 m.s.n.m. Se recomienda acoger las medidas ambientales apropiadas para disminuir la contaminación presente en los ríos, mejorando la calidad de vida de la población.

<CALIDAD DEL AGUA> <ÍNDICE BIOLÓGICO ANDINO> <ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA> <JI CUADRADO> <RIO GUANO> <MUESTREO DE AGUAS> <RECURSOS HÍDRICOS> <ACTIVIDADES ANTRÓPICAS> <MACROINVERTBRADOS> <PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS>

Summary

It was conducted a study on the characterisation of the wáter quality of Guano River micro-watershed, located in Guano canton, belonging to Chimborazo province in order to pick enough information about the resource and potentially optimize their socio-environmental behaviour.

Firstly, at the beginning of the this research, five sections of monitoring were established in the 18,8 Km of the micro-watershed of Guano river and its flow was determined by using the float method to the monitoring period from August to December 2014, also, in these points previously mentioned, it was conducted the characterisation of the water quality by using the wáter quality rate (WQI) as well as the Andean biological rate (ABI) that include the analysis and assesment of physical-chemical, microbiological, and biological parameters. As a result, it was identified a flow rate of 287,60 L/s for the monitoring period in the micro-watershed; while the wáter quality rate ABI and WQI provided these outcomes: Section 1, whose score is 76,50 which corresponds to “Good” and 67,50 corresponding to “acetable”; then section 2, has a score of 56,39, corresponding to “medium” and 27 correspondind to “suspicious”; followed by Section 3: 49,12 which corresponds to “poor” and 21 corresponding to “critical”; next, point 4: 53,55 corresponding to “medium” and 31,4 corresponding to “suspicious” and finally point 5: 51,45 corresponding to “medium” and 32 corresponding to “suspicious”.

It is concluded that wáter quality of the watershed of the Guano river ranges the “media” criteria with a value of 57,4% and “suspicious” with a value of 35,76% according to the WQI and ABI rates, respectively; in addition to this, the use of the Andean biological rate is helpful for studies involved to wáter resources in áreas ranging altitudes around 2000 and 4000 meters above sea level (m.a.s.l). It is recommended to submit to the appropriate environmental regulations to reduce pollution in rivers, improving the quality of life of the population.

<WATER QUALITY > <BIOLOGICAL ANDEAN RATE> <WATER QUALITY RATE> <JI SQUARED> <GUANO RIVER> <WATER SAMPLING> <WATER RESOURCES> <ANTHROPIC ACTIVITIES> <MACRO-INVERTEBRATES> <PHYSICAL-CHEMICAL PARAMETERS>

INTRODUCCION

Situación Problemática

El cantón Guano se encuentra ubicado al norte de la provincia de Chimborazo en el centro del Altiplano Andino del Ecuador, el cual tiene un territorio de 459.70 Km² que incorpora el 7% de superficie de la provincia de Chimborazo, donde oscilan temperaturas desde bajo 0°C hasta los 28,3°C en los meses más calurosos. La cabecera cantonal posee un clima templado con características de valle interandino y se asienta en los 2639 m.s.n.m. Los límites del cantón son: al oeste, la Provincia de Bolívar y el cantón Riobamba; al este, el río Chambo y el cantón Penipe; al sur, el cantón Riobamba y la quebrada las Abras; al norte, la provincia del Tungurahua, la montaña del Igualata, el río Huahua Yacu y el río Mocha (GAD. Provincial de Chimborazo, 2009, p. 34).

La actividad principal del cantón Guano está encaminada a la artesanía de productos textiles como: alfombras, tapices, entre otras. Además posee un sistema telefónico, energía eléctrica, sistema de alcantarillado combinado y agua potable.

La microcuenca del río Guano es una parte esencial de este cantón, en donde actualmente los ecosistemas endémicos se han alterado y perdido casi totalmente; el bosque nativo, el páramo y humedales del cantón Guano han sido íntegramente degradados provocando una disminución tanto en su calidad y cantidad hídrica, la fertilidad de terreno, su capacidad de retención; son escenarios que se suscitan debido a las prácticas antrópicas en la zona realizadas sin conocimientos de preservación. Se puede indicar que la contrariedad del río Guano se origina cuando esta corriente ingresa a la urbe donde acoge diversas descargas de efluentes sin ningún tipo de tratamiento como las aguas residuales domésticas, se ve influenciado por la demanda de necesidades de la población de elevar la producción agrícola, pecuaria, de servicios y de actividades industriales a nivel artesanal, también se evidencia la poca responsabilidad y conciencia en el uso sustentable del ambiente, la explotación del patrimonio natural, el consumismo extremo, la producción sin renovación de tecnologías y una frágil política de gestión y conservación de los entornos han generado una profunda degradación ambiental del cantón; haciendo énfasis en el inadecuado manejo de pesticidas y fertilizantes en la agricultura y de compuestos químicos en hilanderías y curtiembres. Además no se lleva un registro, ni la verificación de concesiones en lo que se refiere al recurso, ni se han determinado las principales industrias en lo que respecta a las descargas de aguas grises y negras hacia el río (GAD. del cantón Guano, 2012, p. 75)

Hipótesis

Los resultados de la calidad del agua son distintos en los puntos de monitoreo de la microcuenca del río Guano y corresponden a “Muy Malo” y “Crítica” según la valoración general de los índices de calidad (WQI) y biológicos (ABI), respectivamente.

Justificación

El mundo es un sistema ecológico singular, en donde el ciclo hidrológico posee entre sus múltiples funciones mantener el clima global; por tal motivo, es vital mantener un equilibrio en la calidad de los subsistemas de cuencas y su cobertura vegetal. En la actualidad; las escasas cuencas en las que no habita el hombre, ni están destinadas a la producción, son reservas de biodiversidad y naturaleza que deben ser estudiadas, manejadas y principalmente conservadas, siendo sustentadas positivamente por las colectividades que las habitan sin que esto signifique una limitación en la satisfacción de sus necesidades (Zury, 2004, p. 16).

La presente investigación “CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD HÍDRICA DE LA MICROCUENCA DEL RÍO GUANO”, está encaminada a obtener datos reales y confiables a través de un monitoreo establecido en la fuente de agua, la cual permitirá conocer la calidad del recurso hídrico con la aplicación del Índice de Calidad del Agua e Índice Biológico Andino. La realización del monitoreo será de gran utilidad para conocer la influencia de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua del río Guano, ayudará a identificar las descargas que aportan más contaminantes y contribuirá para que sus autoridades definan políticas para el desarrollo de proyectos del manejo racional de las aguas residuales, así también por medio de éste estudio se podrán establecer medidas preventivas y hacer cumplir las normas establecidas en la legislación ambiental vigente.

Además el presente estudio se encuentra dentro de los lineamientos de investigación de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, involucrado en el área de Medio Ambiente y Recursos Naturales relacionado con el Programa de gestión del aire, agua y suelo.

Objetivos

General

- Caracterizar la calidad hídrica de la microcuenca del Río Guano.

Específicos

- Reconocer los puntos de monitoreo más representativos en las fuentes de agua existentes en la microcuenca del Río Guano.
- Determinar la cantidad de agua de la microcuenca del Río Guano durante el periodo Agosto-Diciembre del 2014.
- Calificar la calidad del agua de la microcuenca del Río Guano, mediante la utilización de los índices de calidad WQI y biológicos ABI.
- Establecer la comparación del criterio de contaminación de la microcuenca del Río Guano, entre los índices de calidad (WQI) y biológicos (ABI).

CAPITULO I

1 MARCO TEÓRICO

1.1 Marco Filosófico o epistemológico de la investigación

El agua ocupa las $\frac{3}{4}$ partes de la superficie de la tierra y se deben a lluvias que duraron varios años o siglos; del total del agua del mundo el 3% es agua dulce y el 97% se encuentra presente en océanos y mares. De este 3% el 79% está en la cresta de los glaciares, el 20% se encuentra en aguas subterráneas, el 1% se hallan en las superficies accesibles, de ese 1% el 52% se encuentra en lagos, el 38% se halla en la humedad del suelo y el 8% en agua contenida en la atmósfera, el 1% es agua que está presente en los organismos vivientes y el 1% está en ríos y lagos. Desempeña de forma especial un importante papel en la fotosíntesis de las plantas y, además, es hábitat de una gran parte de organismos (Rojas, 2006, p. 116).

Existen diferentes maneras de contribuir negativamente con nuestro planeta y una de ellas es contaminando el agua. Esta realidad se debe al permanente desarrollo de las ciudades donde su población vierte sus desperdicios domésticos, industriales y todo tipo de basura, generando la escasez de agua.

Hoy por hoy; se generan miles de toneladas de residuos industriales, de los cuales una elevada proporción tiene grave impacto en el ambiente; la mayor parte de estos residuos contaminantes son muy peligrosos ya que contienen elementos como el mercurio, plomo, arsénico, entre otros. Asimismo los desechos de aceites, detergentes, pinturas, residuos de animales y plantas, propician una contaminación elevada que con el tiempo generará la proliferación de bacterias consumidoras de oxígeno, eliminando toda forma de vida acuática (Romero, 2002, p. 45).

Es una obligación de todos los seres humanos proteger los recursos hídricos, y a la vez instaurar una conciencia de que el agua es uno de los requerimientos más valiosos que tenemos, por el rol fundamental que juega en la vida de todos los seres vivos y debido a la demanda de necesidades para el continuo desarrollo de la humanidad.

1.2 Bases Teóricas

1.2.1 Ríos y Riachuelos de los Andes

Se presentan diversos surgimientos de los recursos hídricos en la cordillera de los Andes: los que nacen de humedales y lagunas, los que se escurren de suelos orgánicos, los que se filtran desde acuíferos subterráneos y los que drenan empinadas montañas y glaciares. El bosque andino montano alto y el bosque andino montano bajo, así como los páramos son los ecosistemas principales por donde cursan los ríos y riachuelos de la cordillera Andina. Los páramos están vinculados con los ecosistemas de alta montaña (3000 a 4500 m) y se hallan definidos por las bajas temperaturas, la alta pluviosidad y el elevado endemismo de especies animales y vegetales; en estas últimas imperan los pajonales y las zonas mixtas formadas por especies de arbustos esclerófilos como romerillos y chilcas. Asimismo, los páramos poseen suelos orgánicos y profundos, que se desarrollan por la acción armonizada de las bajas temperaturas, las bajas tasas de descomposición de materia orgánica y la humedad. El suelo del páramo actúa como un regulador hídrico, debido a la acción en conjunto de las elevadas precipitaciones de la zona con esta capa orgánica, donde libera gradualmente el flujo hídrico y a la vez mantiene en ellos un flujo permanente casi anual (Sierra, 1999, p. 23).

Además; los ríos de los páramos actúan en el impedimento de la erosión, la protección de la biodiversidad y del suelo, la purificación y provisión del agua y el sostenimiento de la belleza paisajística. A su vez, los bosques andinos montano alto y montano bajo, de 2500 a 3000 m y de 2000 a 2500 m, respectivamente; poseen una cubierta boscosa continua que se desenrolla en empinadas pendientes, con elevadas precipitaciones y nubosidad. Los árboles poseen ramas retorcidas, copas amplias, cubiertas por una enorme diversidad y exuberancia de plantas epífitas y son frecuentemente bajos. Cabe recalcar que los ríos de páramo y de los bosques andinos montano alto y bajo son fríos, turbulentos, bastante rápidos, con elevadas cantidades de oxígeno y tienen una gran variedad de especies acuáticas indispensables para su funcionamiento; esta razón se debe a la presencia de los extensos gradientes altitudinales (Acosta, 2009, p. 57).

1.2.2 Cuenca Hidrográfica

1.2.2.1 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” (Sheng, 1992, p. 47).

“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 que requiere también mecanismos de concertación. Por tanto, debe ser considerada como una unidad de planificación, en ella los habitantes deben ser los actores protagónicos y sus organizaciones comunitarias deben constituirse en la base del desarrollo local” (Escobar, 2005, p. 47)

Figura 1-1: Cuenca hidrográfica



Fuente: World Vision, 2010

En la cuenca hidrográfica se hallan los recursos naturales, la infraestructura que el hombre ha implantado, donde a la vez desarrolla sus actividades económicas y sociales generando diversos efectos benéficos y negativos para el bienestar humano.

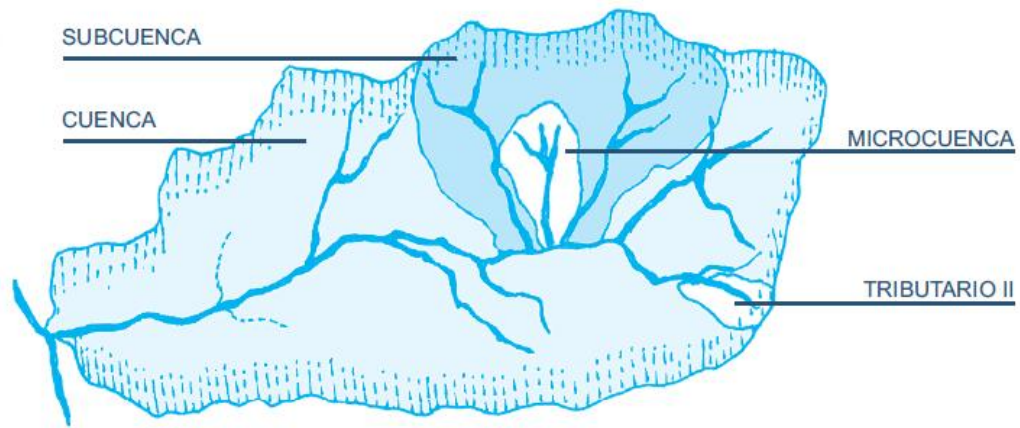
1.2.2.2 División de Cuencas Hidrográficas

La clasificación hidrológica en una cuenca está limitada por la relación del drenaje superficial con la importancia que tiene hacia el curso principal. Los espacios en que se divide la cuenca están definidos por el trayecto de la red hídrica; encontrando así subcuencas, microcuencas y las quebradas que son espacios de agua en menor proporción (World Vision, 2010, p. 33).

Las subcuencas comprenden territorios entre 150 a 1000 Km²; mientras que las microcuencas abarcan superficies entre 15 y 150 Km², pero ambas con criterio de planificación total de la

cuenca, representan elementos en donde se cristalizan programas, estrategias y políticas que orientarán los proyectos y acciones para el uso y protección de los recursos naturales.

Figura 2-1: Croquis de tamaños relativos de cuenca, subcuenca y microcuenca



Fuente: Zury, 2014

Microcuenca. Es el espacio natural delimitado por los filos de los cerros, los valles y las laderas o a su vez por la línea divisora de aguas; en donde se establece una dinámica constante entre las actividades de las comunidades indígenas y campesinas, manteniendo una interacción económica, ambiental y socio-cultural (Zury, 2004, p. 55).

En el interior de las microcuencas se hallan también otras entidades hidrológicas llamadas generalmente tributarios, quebradas, vertientes u ojos de agua; estas son zonas que acogen agua de régimen natural, poseen bajo caudal y transición lenta entre la tierra de producción y los sistemas acuáticos de aguas subterráneas. Es importante señalar que una microcuenca posee las mismas propiedades de un sistema, esta razón se debe a que su dinámica y estructura concuerdan con las de otros ecosistemas, siempre y cuando se tengan presentes las características socioculturales de las montañas y región andina (Zury, 2004, p. 55).

1.2.2.3 Cuenca Hidrográfica como Sistema

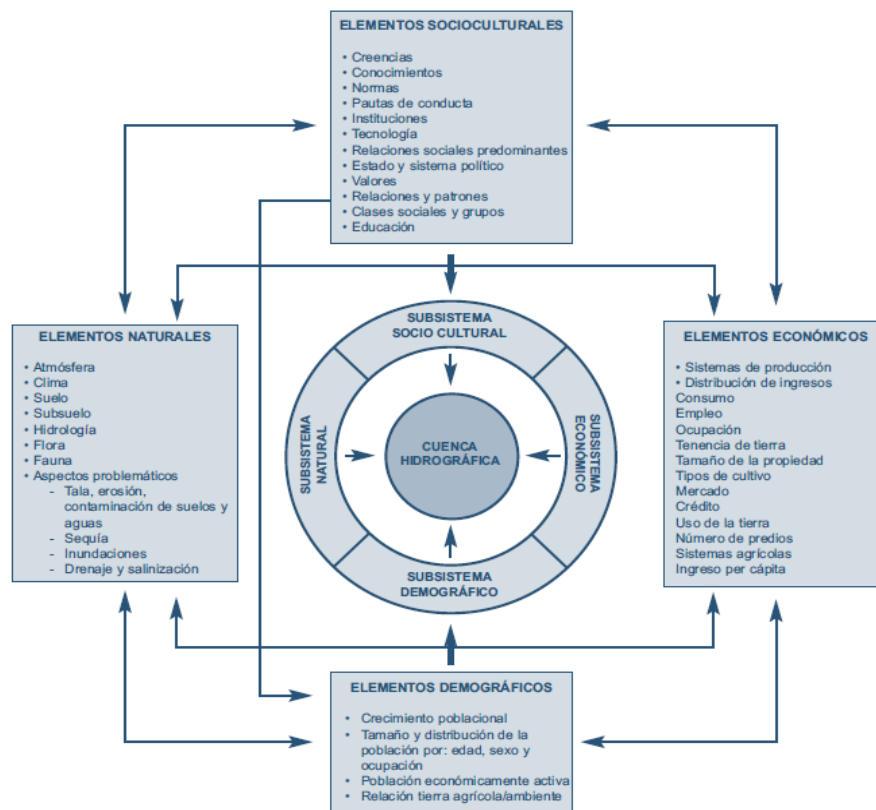
La definición de cuenca hidrográfica desde la perspectiva del manejo del agua, actualmente es parte esencial de diversas materias del conocimiento. La cuenca se ha convertido en un Agroecosistema, facilitándose para las investigaciones de entornos naturales y como una entidad clave para la organización y evolución del desarrollo.

Las particularidades que posee una cuenca en su estructura y dinámica son objetivos, entradas y salidas de energía, estructura interna de subsistemas, límites establecidos, fragmentos que no cambian significativamente en el tiempo, etc. (Zury, 2004, p. 57).

Este Agroecosistema cuenta con la entrada de insumos naturales como la energía eólica, hídrica, solar y gases como el CO₂, e insumos externos que dependen de las variadas actividades del hombre en cada sector. “Estos insumos con la interacción de los diversos componentes del sistema originan procesos como la erosión, ciclo hidrológico y de nutrientes, el flujo de energía y las actividades agropecuarias que dan lugar a productos que salen de la cuenca como: alimentos, animales, oxígeno, agua, suelo, etc.” (World Vision, 2010, p. 75).

Para comprender y conocer mejor la dinámica real de la cuenca hidrográfica, es necesario tener presente la interacción integral de sus partes constitutivas como un todo íntimamente vinculado, y a la vez tener clara la correlación entre sus partes, ya que el destino de cada uno de los componentes depende de lo que ocurra con los otros.

Figura 3-1: La cuenca hidrográfica con sus elementos e interacciones representando un sistema



Fuente: Vasquez, 1997

A través de ésta distribución sistemática se intenta recalcar que el ser humano interactúa directamente con todos los componentes del sistema de una cuenca/microcuenca, convirtiéndose en el proveedor de insumos, dinamizador de procesos y consumidor de productos y servicios, razón por la cual se coloca en el eje de las interacciones.

1.2.2.4 Diagnóstico de Cuencas

El diagnóstico de cuencas es un camino precedente al inicio de nuevos proyectos o actividades, que nos facilita conocer la realidad local mediante aspectos socioeconómicos y biofísicos presentes en la cuenca/microcuenca, ya que ésta fase comprende las actividades de recopilación, distribución, interpretación y evaluación de la información de fuentes primarias y secundarias, llevada a cabo por el trabajo del equipo técnico y de la participación activa de los representantes privados, públicos, y comunitarios (Zury, 2004, p. 65).

- **Métodos e Instrumentos para realizar el Diagnóstico**

Es imprescindible la participación activa de los habitantes de las comunidades locales en el desarrollo de proyectos para manejo de cuencas hidrográficas, ya que proveen de información sobre su comunidad, analizan los problemas y plantean enmiendas posibles.

En las microcuencas se proponen talleres y grupos focales para el desarrollo de diagnósticos participativos, en donde desde un comienzo los representantes tienen la libertad de participar en el establecimiento de necesidades y conflictos; mientras que para cuencas grandes las modalidades técnicas a utilizar son distintas como: reuniones con sectores hidroeléctricos, industriales, productores, usuarios de agua para consumo humano, entre otros; para que sean ellos quienes indiquen su problemática y determinen diversas opciones de solución, comprometiéndose a participar activamente en las acciones dentro de la cuenca (World Vision, 2010, p. 78).

Figura 4-1: Técnicas y herramientas para recolectar información

TECNICAS PARA RECOLECTAR INFORMACION	HERRAMIENTAS
<ul style="list-style-type: none">• Conversación informal con actores de la comunidad• Entrevistas y cuestionarios• Observación directa• Informantes claves• Estudios de caso• Sondeos• Talleres Participativos• Revisión de Información Secundaria (Bibliografía)	<ul style="list-style-type: none">• Elaboración de transectos• Diagrama de Tortilla• Priorización de problemas• Mapa de servicios• Línea de tiempo• Mapa de recursos naturales y uso de la tierra• Calendario estacional de actividades con enfoque de género• Análisis de beneficios• Mapa de finca con aspecto de género

Fuente: World Vision, 2010

a. Aspecto Biofísico

Este proceso está orientado a reconocer, detallar y ponderar los diversos contextos que se presenten en el medio biofísico, lo cual facilita determinar la oferta de los recursos naturales y su condición, el ambiente y la capacidad de carga de una cuenca en un tiempo fijo.

b. Aspecto Socioeconómico

Este aspecto es uno de los más relevantes para estar al tanto del escenario real de la cuenca y a la vez poder formular resoluciones; se considera que la interacción hombre-comunidad es primordial para gestionar las acciones de manejo de cuencas, por lo que se procura una deducción detallada y cuidadosa de las características socioeconómicas. Mediante este transcurso se define la demanda de la población, así como sus necesidades, conflictos, tendencias y el inconveniente con la capacidad de carga de la cuenca

A demás se esclarecen los conflictos económicos y sociales, que sujetan los aspectos administrativos, culturales, legales e institucionales.

1.2.3 Caudal

“El caudal es la cantidad de agua que pasa por un punto o sección de un canal, acequia, perforación de agua subterránea o surco durante un determinado intervalo de tiempo” (Rojas, 2006, p. 77)

Se establece la siguiente equivalencia entre las unidades del caudal:

$$1\ 000\ \text{L/s} = 1\ \text{m}^3/\text{s}$$

Uno de los métodos más frecuentes para medir caudales es el denominado método del flotador.

1.2.3.1 Método del Flotador

Este es un proceso que relaciona el área de la sección que conduce agua y su velocidad, para lo cual se utiliza como flotador cualquier objeto pequeño (trozo de madera, corcho, pelotita plástica), que posea la capacidad de quedar suspendido en el agua y que no presente gran resistencia al contacto con el aire, siendo así arrastrada con facilidad por la corriente de agua (Amarildo, 2007, p. 34).

Este método es recomendado en caso de:

- Por falta de equipos de medición como el molinete.
- Excesiva velocidad del agua que dificulta el uso de los equipos de medición.

- Presencia de entidades raras en el recurso hídrico como algas, ramas, piedras; que impiden el uso de los equipos de medición.
- Cuando presenta peligro la vida del que realiza la medición.

La metodología para el flotador es la siguiente:

- Se escoge un trayecto de sección transversal uniforme, recto y entre 10 y 30 m de largo, en el que el agua fluya sin problemas.
- Se señala en el terreno la longitud anteriormente escogida y se toma el tiempo que demora el flotador en transitar desde el punto A hasta el punto B. Ésta acción se realiza de 3 a 5 veces.
- Se divide la longitud del trayecto seleccionado para el tiempo que demora el flotador en recorrerla; determinando así la velocidad del curso de agua.

$$v = \frac{l}{t}$$

Dónde:

v=velocidad

l=longitud del tramo

t=tiempo que tarda el flotador

1.2.3.2 Cálculo de Caudal

Una vez calculada la velocidad y el área del curso de agua se continúa con el cálculo del caudal, multiplicando el área de la sección transversal por la velocidad del agua en esa sección y por el factor de corrección para el caso del método del flotador (Rojas, 2006, p. 78).

$$Q = A * v * Fc$$

Dónde:

Q= caudal calculado (m³/s o L/s)

A= área de la sección transversal (m²)

v= velocidad del agua (m/s)

Fc= factor de corrección

Los factores de corrección para el método del flotador están previamente establecidos de la siguiente manera:

Tabla 1-1: Factor de Corrección para el Cálculo del Caudal por el método del Flotador.

Factor de Corrección	
Canales con revestimiento de cemento	0,99
Ríos o quebradas	0,66

Fuente: Rojas, 2006

1.2.4 Calidad del Agua

La calidad del agua es un factor que influye claramente en el bienestar de los seres humanos y en la salud de los ecosistemas; se considera que la calidad del agua desde la perspectiva de su gestión, se define por su uso final, entendiéndose a su vez que el agua es de calidad cuando al ser utilizada no provoca daños. El estado de las características físicas, químicas, microbiológicas y biológicas del agua influyen estrechamente en el concepto de “calidad”; es decir, que el agua es de óptima calidad cuando está exenta de microorganismos dañinos y sustancias que transmitan efectos desagradables para el consumo, como el color, el olor, el sabor o la turbiedad. El agua potable es aquella agua que se recomienda para el consumo del hombre, generalmente es tratada para eliminar cualquier tipo de contaminación, ya que proviene de diversas fuentes subterráneas o superficiales (Romero, 2002, p. 67).

Cabe recalcar que el agua es una de las principales vías para la transmisión de enfermedades que afligen a los humanos y su deterioro influye en varias actividades vitales, reflejándose en molestias y dolencias que afectan al hombre. La mala calidad del agua también altera la salud de los ecosistemas, ya que la biodiversidad asociada al agua se ve afectada por la contaminación.

Las labores diarias del ser humano repercuten significativamente para que se deteriore la calidad del agua; como son las descargas por su uso en actividades domésticas, comerciales, industriales, agrícolas, entre otras. La contaminación del agua es el proceso mediante el cual se añaden sustancias tóxicas u organismos inapropiadamente.

1.2.4.1 Parámetros Físico-Químicos y Biológicos a valorar en la Calidad del Agua

Para la presente investigación en la microcuenca del río Guano se propuso el análisis y valoración de los siguientes parámetros físico-químicos y microbiológicos.

a. Oxígeno Disuelto

En la calidad del agua el oxígeno disuelto es uno de los parámetros más relevantes. El origen del oxígeno es el aire que rápidamente se propaga en el agua; por el viento en los lagos y por la

turbulencia en los ríos. La presencia de condiciones aeróbicas o anaeróbicas en un medio específico es determinada mediante el análisis de oxígeno disuelto.

Las proporciones de oxígeno disuelto son bajas e inestables en el agua y van decreciendo mientras aumenta la temperatura; su contenido depende de la estabilidad del material orgánico y de la concentración presente, motivo por el que se le estima como un elemento significativo en la autopurificación de los ríos. Además es utilizado para cuantificar la demanda bioquímica de oxígeno, las tasas de aireación en los procesos de tratamiento aeróbico, la aerobicidad de los procesos de tratamiento y el grado de contaminación de los ríos.

Un arroyo de montaña o un río grande al poseer un flujo rápido de agua, tiende a abarcar una considerable cantidad de oxígeno disuelto; mientras que el agua estancada al poseer grandes cantidades de materia orgánica en descomposición abarca poco oxígeno, en estos ambientes la vida acuática tiene enormes dificultades para sobrevivir, sobretodo en tiempo de verano cuando los niveles de oxígeno disuelto se encuentran temporalmente más bajos. Las bacterias que se encuentran en el agua pueden consumir el oxígeno al pudrirse la materia orgánica; por tal motivo, la presencia de materia orgánica en abundancia en los recursos hídricos hace que se escasee el oxígeno (Studholme, 2012, p. 89).

La fórmula aplicada para calcular químicamente el oxígeno disuelto, es la siguiente:

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

Dónde:

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

$VM (mL)$ = Volumen de (Na_2SO_3) gastado

$N(Na_2SO_3)$ = Normalidad de Tiosulfato de Sodio

$VM (mL)$ = Volumen de muestra

1000 = Factor de Conversión

b. Temperatura

Es uno de los factores más importantes en el establecimiento de la calidad del agua en estudios de contaminación de ríos, debido a que está vinculada con distintos análisis de laboratorio y métodos de tratamiento, se mide en grados Fahrenheit (°F) o grados Centígrados (°C). La temperatura afecta la química del agua, así como las funciones de los organismos acuáticos presentes.

Las descargas de agua a elevadas temperaturas influye en:

- El porcentaje de saturación de oxígeno disuelto, el valor de saturación con carbonato de calcio y la actividad biológica.
- La tolerancia de organismos a enfermedades, desechos tóxicos y parásitos.
- Provoca daños a la biodiversidad de las aguas receptoras al disminuir las cantidades de oxígeno y estimula la eutrofización.
- Obstaculiza la reproducción de las especies.
- Acelera las reacciones químicas e incrementa el desarrollo de bacterias y de otros organismos.

Se recomienda tomar la temperatura in situ para conseguir resultados confiables, pudiendo determinarse mediante un termómetro de mercurio de buena calidad.

c. pH

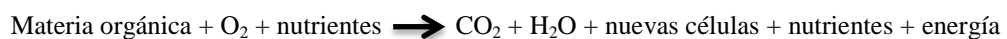
El pH o en su nombre completo potencial de hidrógeno es un valor que determina la acidez o la alcalinidad del agua, debido a la cantidad presente de iones hidrógeno e hidróxido respectivamente, por ende el agua que posea más iones de hidrógeno indica que tiene una mayor acidez, mientras que agua que posea más iones de hidróxido indica que tiene mayor alcalinidad. El rango de pH está comprendido de 0 a 14, en el que 7 es el rango neutral, un valor de pH mayor a 7 revela alcalinidad, mientras que un valor de pH menor a 7 revela acidez (Studholme, 2012, p. 90).

El pH se estima en "unidades logarítmicas" y cada uno de sus rangos equivalen a una alteración de 10 veces su valor en la acidez/rango normal del agua; es decir, el agua con un pH de 4, es diez veces más ácida que el agua que tiene un pH de 5.

La flora y fauna de los recursos hídricos pueden ser alteradas por aquellas aguas que tienen un pH fuera del valor normal, ocasionando alteraciones celulares y el esporádico daño de la vida acuática. Además el pH es un anuncio significativo de que el agua presenta alteraciones químicas debido a la contaminación y adición de componentes químicos.

d. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

Una de las reacciones más sustanciales en los cuerpos naturales de agua es la oxidación microbiana de la materia orgánica, la cual representa una de las demandas de oxígeno inducida por los microorganismos heterotróficos, la cual se debe considerar.



La prueba de la demanda bioquímica de oxígeno a cinco días (DBO_5) es necesaria para definir la concentración de la materia orgánica presente en aguas residuales. Básicamente, la DBO se da a $20^\circ C$ y en un tiempo de cinco días, en condiciones aeróbicas, siendo el establecimiento de la porción de oxígeno consumido por los microorganismos en la transformación de la materia orgánica biodegradable (Romero, 2002, p. 98).

La fórmula aplicada para calcular la DBO_5 es la siguiente:

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

Dónde:

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

$V_2 (ml)$ = Volumen de (Na_2SO_3) gastado el quinto día

$V_1 (ml)$ = Volumen de (Na_2SO_3) gastado el primer día

$N(Na_2SO_3)$ = Normalidad de Tiosulfato de Sodio

$VM (ml)$ = Volumen de muestra

1000 = Factor de Conversión

e. Turbidez

La turbidez es una manifestación de la consecuencia óptica provocado por la interferencia y dispersión de los rayos luminosos que traspasan un cuerpo de agua y puede ser provocada por una extensa diversidad de compuestos en suspensión con distinta forma y tamaño, desde dispersiones coloidales hasta partículas gruesas (Romero, 2002, p. 102).

Las unidades nefelométricas (NTU por sus abreviaturas en inglés) son las indicadas para valorar la turbidez. En etapas de flujo bajo, diversos ríos llevan agua de un color verde claro, lo cual indica que la turbidez es baja, generalmente valores inferiores a 10 NTU; mientras que en el transcurso de una tormenta, las partículas de la tierra del entorno ingresan al río, provocando que el agua obtenga un color café debido al lodo, lo cual indica que el agua tiene valores de turbidez considerables. Del mismo modo, cuando existen flujos elevados, la velocidad y el volumen del agua aumentan, esto ocasiona que la misma velocidad del agua remueva las partículas y materiales suspendidos en el fondo del cuerpo de agua, provocando perturbaciones más graves.

La construcción de carreteras, vías, canteras que dejan el terreno expuesto a la erosión, así como la deforestación y la agricultura intensiva son las maneras más habituales de como el hombre

aumenta la turbidez del agua; ya que estos se transforman en origen de sedimentos que con el paso del tiempo se depositaran en el fondo de arroyos, lagos y ríos.

f. Nitratos

El nitrógeno en ambientes acuáticos, se encuentra en diversas formas acoplándose con el oxígeno para dar lugar a un compuesto nombrado nitrato; siendo así un constituyente indispensable para que tanto los animales y las plantas vivientes elaboren proteínas (Romero, 2002, p. 103).

Los fertilizantes, detergentes, aguas negras, escurrimiento de tierras agrícolas y pastos, sistemas sépticos con fugas desechos industriales y de animales pueden ser fuentes de nitratos, que ocasionan la eutrofización de los cuerpos de agua. La eutrofización se origina cuando los nitratos y los fosfatos con elevados niveles de concentración se agregan al agua, haciendo que la vida vegetal y las algas se desarrollen en gran cantidad. Las bacterias al descomponer la flora orgánica consumen gran parte del oxígeno disuelto presente en el fondo de las masas de agua; es decir los ríos, lagos o lagunas con altas cantidades de nitratos poseen a su vez altos valores de demanda bioquímica de oxígeno por las bacterias que consumen los desechos vegetales orgánicos y por lo tanto poseen cantidades bajas de oxígeno disuelto.

g. Fosfatos

Se encuentra concentraciones bajas de derivados de fósforo y de fosfatos en las aguas naturales. Las aguas superficiales así como las aguas residuales contienen derivados de fósforo que se originan por las descargas de fertilizantes, productos de limpieza, excreciones humanas y animales. La presencia de fósforo es indispensable para el desarrollo y crecimiento de plantas y animales. En la actualidad se cree que el crecimiento de las algas es controlado por éste nutriente, pero una abundancia de fósforo puede provocar un desarrollo acelerado de plantas, lo cual es motivo de condiciones impropias para ciertas utilidades favorecedoras del agua. Se puede obtener altas concentraciones de demanda de oxígeno cuando se descomponen elevadas cantidades de vegetación acuática, disminuyendo el oxígeno disuelto presente en el agua (Romero, 2002, p. 108).

Las aguas residuales domésticas se ven mayormente afectadas por las cantidades altas de fósforo que contienen los detergentes, aportando significativamente con su incremento en las fuentes receptoras. Teniendo presente la relevancia del fósforo como nutriente, su análisis es preciso en estudios de polución de masas de agua, así también para el tratamiento de aguas residuales y procesos químicos y biológicos de purificación.

h. Sólidos Totales

Se entiende por sólidos totales a la materia disuelta como suspendida que queda como residuo luego de ser evaporada y consecutivamente secada a 103°C-105°C. Los sólidos disueltos son sustancias que se encuentran disueltas en el agua y son lo suficientemente pequeñas para ser filtradas en una malla con poros de 2 µm o menos; mientras que los sólidos en suspensión son sustancias y partículas no disueltas y no filtrables en mallas con poros de 2 µm. Por otro lado los sólidos sedimentables son materias que no se hallan suspendidas o disueltas e incluyen partículas grandes o moléculas insolubles.

Los sólidos disueltos pueden afectar negativamente la calidad de una masa de agua; por tal motivo su determinación es necesaria como indicador de la seguridad de procesos de tratamiento físico y biológico de aguas utilizadas.

La siguiente fórmula es la empleada para los respectivos cálculos de Sólidos Totales:

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

Dónde:

$ST\left(\frac{mg}{L}\right)$ = Sólidos Totales

$P_1 (g)$ = Peso inicial

$P_2 (g)$ = Peso final

$VM (mL)$ = Volumen de muestra

10^6 = Factor de Conversión

i. Coliformes Fecales

El grupo coliforme fecal está representado por la *Escherichia coli*, que proviene de las excretas de humanos y de animales o de la erosión del suelo; o a su vez una combinación de las tres fuentes; es Gram negativa, facultativa anaerobia, de forma bacilar. Algunas cepas de esta bacteria son patógenas y pueden producir diarrea, especialmente en niños. Existen seis grupos de *E. coli* enteropatógenas, pero los cuatro más importantes asociados con contaminación del agua son: *E. coli* enteropatógena, *E. coli* enterotoxigámica, *E. coli* enteroinvasiva y *E. coli* enterohemorrágica.

1.2.4.2 Índice de Calidad del Agua (WQI)

El índice de calidad del agua o WQI (Water Quality Index), es considerablemente manejado para estudios de contaminación de ríos, para medir los cambios y alteraciones en la calidad del agua en trayectos específicos de los cuerpos de agua a través del tiempo, confrontando y estableciendo diferencias entre la calidad del agua de los distintos trayectos del mismo río o de otros. A través del índice de calidad del agua se puede resumir considerables cantidades de información sobre la calidad del agua en palabras sencillas (Lobos, 2002, p. 23).

En la valoración del “WQI” actúan 9 parámetros:

- Coliformes Fecales (UFC/100 ml)
- pH (unidades de pH)
- DBO₅ (mg/L)
- Nitratos (mg/L)
- Fosfatos (mg/L)
- Cambio de la Temperatura (°C)
- Turbidez (NTU)
- Sólidos totales (mg/L)
- Oxígeno disuelto (% saturación)

El índice de calidad del agua se valora como porcentaje de agua pura, lo que quiere decir que un WQI próximo al 100% indica óptimas condiciones del agua, mientras que un valor cercano o igual a cero representa una contaminación constante. Analizados los 9 parámetros de las muestras de agua se procede a calcular el valor teórico de cada uno de ellos mediante el software libre Calculating NSF WQI o con la interpolación de curvas teóricas que determinan la valoración del factor I en relación al valor ideal que debería poseer este en circunstancias de calidad excelente. Se compara la valoración del WQI con la siguiente tabla, se elige el rango respectivo y se determina su calidad.

Tabla 2-1: Rangos de Calidad del Agua según el WQI.

Calidad	Rango	Color
Excelente	91-100	Blue
Buena	71-90	Green
Media	51-70	Yellow
Mala	26-50	Orange
Muy mala	0-25	Red

Fuente: Lobos, 2002

Tabla 3-1: Usos del agua según la Valoración del WQI.

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	Aceptable para todo tipo de deporte acuático	Aceptable para todo tipo de organismos	Requiere una ligera purificación		
80						
70	Mayor 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			Aceptable 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: Lobos, 2002

1.2.5 Calidad Biológica de los Ríos

Organismos como las bacterias, algas, invertebrados y peces viven en los ríos; estas especies han evolucionado en estos medios naturales; por ende, exhiben diferentes rangos de tolerancia o sensibilidad a la contaminación del agua. Sólo algunas especies oponen gran resistencia a elevados porcentajes de contaminación e incluso si la polución del ambiente acuático es muy fuerte o va creciendo, mientras que otros especímenes son un poco más tolerantes, sin embargo cuando los valores de contaminación se elevan, se eliminan del río. Así también, existen especies que son demasiado sensibles a la contaminación y frente a una pequeña perturbación se desvanecen o desaparecen definitivamente.

1.2.6 Biomonitorio a través de Macroinvertebrados

El biomonitorio es un grupo de métodos encaminados al monitoreo del bienestar y salud de un ambiente en base al estudio de la respuesta y sensibilidad de diferentes especies, conocidas como bioindicadores, ante la presencia de contaminación, donde cada especie o población presenta límites de tolerancia a las diferentes condiciones físicas, químicas, de estructura del hábitat y de relaciones con otras especies, para poder subsistir. Se encuentran grandes variedades de macroinvertebrados en lagos, charcos, ríos, riachuelos, entre otros. De acuerdo a los variados niveles de sensibilidad de cada especie, las poblaciones de macroinvertebrados pueden desaparecer o disminuir en distintas proporciones si la presencia de contaminantes en el río perturba las condiciones ambientales. Es así, que el biomonitorio al analizar la información sobre la ausencia o presencia de las distintas familias de macroinvertebrados con sus respectivos niveles de tolerancia, indica el nivel de contaminación en el entorno hídrico (Studholme, 2012, p. 67).

1.2.6.1 Ventajas del uso de Macroinvertebrados como Bioindicadores

- Los macroinvertebrados muestran la contaminación presente en las masas de agua de manera sencilla, rápida y barata.
- Estas especies ofrecen una evaluación definida de la calidad del agua sobre un periodo de tiempo más largo que un análisis químico; ya que en comparación con este, los macroinvertebrados debido a sus diferentes y prolongados ciclos de vida proporcionan información más duradera, mientras que un análisis químico del agua sólo representa las condiciones durante el momento en el que se tomó la muestra.
- Los variados niveles de sensibilidad o tolerancia que poseen los macroinvertebrados, nos permite clasificar la calidad del agua en rangos específicos de contaminación.

1.2.6.2 Desventajas del uso de Macroinvertebrados como Bioindicadores

- Se limitan a indicar la presencia de contaminación, y no los tipos ni las fuentes de contaminantes; por tal motivo, para determinar las fuentes particulares de contaminación, es necesario recolectar más datos sobre el uso del suelo y analizar químicamente el agua.
- Las variaciones en las metodologías pueden dar lugar a diferentes interpretaciones en la calidad del agua, dado que las condiciones ambientales determinan cual sería la apropiada. Por ejemplo, utilizar una red de mano puede ser muy útil en la toma de muestras en corrientes de páramo donde el caudal y la profundidad son bajos, mientras que no es recomendable en grandes ríos, donde los niveles de caudal y la profundidad son elevados.

- Las comunidades de macroinvertebrados varían de acuerdo a las estaciones, por lo tanto se requiere que un programa de monitoreo se realice durante todo el año y preferiblemente durante varios años, para obtener información representativa de una zona determinada.

1.2.6.3 Índice Biológico Andino (ABI)

El índice biológico andino determina el bienestar y la integridad ecológica de los diferentes ecosistemas acuáticos andinos, a través de la evaluación de la calidad del agua con macroinvertebrados, desde su identificación taxonómica a nivel de Familia y es determinado para zonas de altura (>2000 m.s.n.m.)





Este índice se elabora estableciendo numéricamente valores entre 1 y 10 a cada una de las familias de macroinvertebrados, obtenidas durante el proceso de muestreo, obedeciendo a su nivel de tolerancia frente a la polución. En esta serie, se establece el valor de 10 a las familias más sensibles y el valor de 1 a las familias más tolerantes. El valor ABI total equivale a la suma de los puntajes de todas las familias halladas en una zona específica, lo que determina el criterio de calidad del agua de dicha zona mediante la siguiente tabla de rangos ya establecidos para el ABI. Cabe señalar que el valor de sensibilidad no es influenciado por el número de individuos que se hallen dentro de una familia; es decir, si la puntuación para una familia es 10, esta recibe un 10 independiente del número de individuos encontrados, con tal de que haya al menos un individuo presente en la muestra (Acosta, 2009, p. 78).

Tabla 4-1: Establecimiento de la calidad de agua a partir del puntaje del índice Biótico Andino.

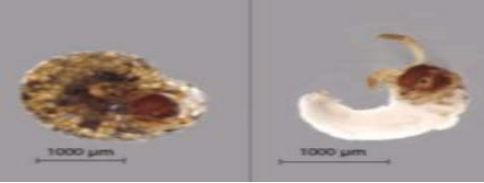
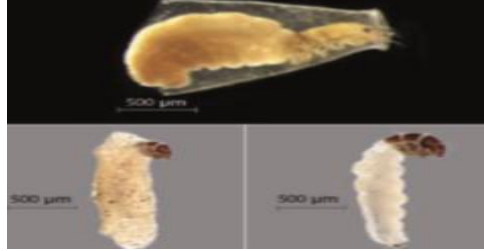


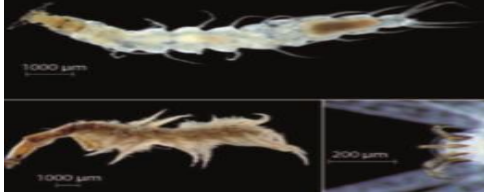
Valor ABI	Calidad
>74	Muy Buena
45-74	Aceptable
27-44	Dudosa
0-26	Crítica


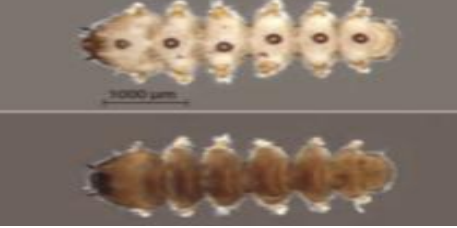

Fuente. Acosta, 2009

Tabla 5-1: Puntuación del Índice Biótico Andino para familias de ríos andinos del Ecuador.

Orden	Familia	Características	Gráfico
Tricladida	Planariidae	Forma aplanada, de coloración gris, pardo, amarillo o negro y pueden tener manchas de diferentes colores, tienen dos manchas oculares en la cabeza y una apertura que sirve de boca y ano. Puntaje ABI: 5	
Amphipoda	Hyaletidae	Se caracteriza por tener un telson (último segmento antes de la cola) entero y por tener un par de apéndices en cada segmento del tórax. Miden desde 2,5 a 20 mm. Los machos pueden diferenciarse por tener la segunda pata notoriamente mayor que las demás. Puntaje ABI: 6	
Ephemeroptera	Baetidae	Es una familia de efímeras con alrededor de 900 especies. Tienen entre 1 y 10 milímetros de longitud y no tienen cola. Tienen agallas abdominales ovaladas y acorazonadas. Los machos generalmente tienen los ojos muy grandes. Puntaje ABI: 4	
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Una de las familias más diversas en América del Sur. Miden de 4 a 15 mm. Tienen branquias bifurcadas. Puntaje ABI: 10	

Odonata	Aeshnidae	Poseen ojos grandes y un cuerpo robusto. Su cabeza es aplanada y ancha. Tienen antenas tipo cerdas muy delgadas. Puntaje ABI: 6	
Odonata	Polythoridae	Esta familia no es muy común. Se encuentra solo en América. Tienen la cabeza ancha y sus agallas caudales son lobuladas. Miden de 14 a 15 mm. Puntaje ABI: 10	
Plecoptera	Perlidae	Son larvas de tamaño grande, que miden de 20 a 50 mm. Poseen branquias ramificadas en el tórax. Puntaje ABI:10	
Hemiptera	Gerridae	Son insectos de tamaño variable (1-36 mm). Sus patas medias y posteriores son muy largas y delgadas y alejadas de sus patas anteriores. También se los distingue por tener un mesotórax bastante alargado. Puntaje ABI: 5	
Hemiptera	Naucoridae	Miden de 5 a 20 mm. Con cuerpo ovalado y aplanado. Sus patas anteriores son anchas, tienen el rostro corto y robusto. Puntaje ABI: 5	

Trichoptera	Helicopsychidae	Se los distingue fácilmente porque construyen capullos en forma de caracol. Tienen el pronoto y el mesonoto bien esclerotizados. Su uña anal tiene forma de peine. Puntaje ABI: 10	
Trichoptera	Hydroptilidae	Miden de 2 a 4 mm de largo. Tienen el abdomen carente de agallas branquiales, y solamente con dos a tres pelos en la base de la uña anal. Construyen casas portátiles en forma de sacos construidos con finos granos de arena o material vegetal. Puntaje ABI: 6	
Trichoptera	Anamalopsychidae	Tienen el pronoto alargado. La uña anal es larga y recta. Construyen capullos en forma de cono utilizando materiales diversos como piedras y arena. Puntaje ABI: 10	
Lepidoptera	Pyralidae	Miden de 3 a 35 mm. Se los distingue de especies terrestres por la presencia de pseudo patas y ganchos pequeños en su abdomen. Algunas especies acuáticas tienen branquias. Puntaje ABI: 4	
Coleoptera	Ptilodactylidae	Se sabe muy poco del estadio larvario de esta familia. Tienen el cuerpo cilíndrico y alargado. Pueden tener sifones terminales. Los adultos son terrestres. Puntaje ABI: 5	

Coleoptera	Gyrinidae	Las larvas se caracterizan por tener dos pares de ganchos al final del abdomen. Poseen branquias laterales. Miden entre 6 y 30 mm. Su abdomen tiene diez segmentos. Puntaje ABI: 3	
Diptera	Blepharoceridae	Miden entre 7 y 8 mm. La cabeza, el tórax y el primer segmento abdominal están fusionados formando una sola división del cuerpo, con una fila de discos succionadores situados centralmente, que sirven para adherirse a la superficie de las rocas. Puntaje ABI: 10	
Diptera	Syrphidae	Tienen formas muy variadas. Algunas especies tienen forma de gusano con una cola larga y delgada. Otras especies presentan propatas. Puntaje ABI: 1	

Fuente: Acosta, 2009

CAPITULO II

2 METODOLOGÍA

2.1 Métodos y Técnicas

2.1.1 *Contacto con instituciones de apoyo*

Se estableció reuniones con técnicos del GAD. del Cantón Guano, ESPOCH, CESA e INAMHI; quienes proporcionaron la ayuda necesaria y oportuna para la realización del presente trabajo de investigación.

A demás se organizaron reuniones participativas e informativas acerca de la propuesta, contando con el apoyo de un gran equipo de trabajo, como técnicos profesionales y con experiencia en el tema de calidad de agua y un guía conocedor del lugar de la investigación.

Fotografía 1-2: Apoyo de los técnicos del GAD del cantón Guano.



2.1.2 *Líderes Comunitarios*

Se obtuvo la ayuda y colaboración de los líderes comunitarios y personas que viven alrededor de la zona de estudio; quienes en el transcurso de la realización del presente trabajo proporcionaron información del estado de la microcuenca del río Guano; conocimientos e

información que también fueron de gran ayuda para la identificación de los puntos de monitoreo.

Fotografía 2-2: Recopilación de información con líderes comunitarios.



2.1.3 Selección de los puntos de monitoreo

Para la selección de los diferentes puntos de monitoreo en la microcuenca del río Guano, se hizo un recorrido de la zona identificando las características y actividades con mayor preponderancia para el estudio.

Todos los puntos de monitoreo fueron georreferenciados con un GPS con la proyección WGS84, esta información fue de uso posterior para plasmarla en un mapa con la ubicación de los puntos de monitoreo de la microcuenca del río Guano.

Se resaltó la importancia, facilidad, un acceso rápido y seguro para medir los caudales y toma de muestras en cada punto así como la información proporcionada por las personas que habitan los alrededores de la zona de estudio, determinando así los puntos más representativos para la ejecución del trabajo investigativo.

Se establecieron 5 puntos de monitoreo a lo largo de la microcuenca del río Guano; los cuales cumplieron con las características necesarias para la toma de muestras físico-químicas, microbiológicas y biológicas.

Fotografía 3-2: Identificación de los puntos de monitoreo.



2.1.4 Recopilación de información

2.1.4.1 Información Ambiental

Mediante matrices ya anteriormente constituidas (ANEXO A), se obtuvo la información in situ de cada punto de monitoreo respectivamente; las cuales fueron modificadas de acuerdo a la influencia de las actividades antropogénicas y a la necesidad de las características de cada zona de estudio.

2.1.4.2 Información cartográfica

Los mapas de la microcuenca del río Guano generados para el presente estudio fueron realizados en el programa Arc Gis 10.1, mediante la cartografía base del IGM se descargó el mapa referente al cantón Guano con escala 1: 50 000 en el sistema de coordenadas cartográficas WGS_1984_UTM_Zona_17S.

Para la realización del mapa base de la microcuenca del río Guano, se tomó la cartografía de las siguientes capas: curvas_nivel en modelación digital del terreno y ríos-l. (ANEXO B)

Se georreferenció las coordenadas de los puntos de monitoreo, se creó las capas: modelación digital del terreno, raster, raster fill, acumun, direc, punto salida, cuenca, área cuenca.

Para los mapas de resultados (WQI y ABI) se utilizaron leyendas con sus respectivos valores en cada punto de monitoreo.

Los siguientes son los mapas elaborados:

- Mapa de la microcuenca del río Guano con los puntos de monitoreo (ANEXO C).
- Mapa del Índice WQI en la microcuenca del río Guano, en la ejecución del estudio. (ANEXO D)
- Mapa del Índice ABI en la microcuenca del río Guano, en la ejecución del estudio. (ANEXO E)

2.1.5 Caudales

El caudal de cada punto de monitoreo en la presente investigación fue determinado mediante el método del flotador, cuya información obtenida fue registrada en una libreta de apuntes para posteriormente ser procesadas en una hoja de cálculo. (ANEXO F)

Fotografía 4-2: Determinación de caudales por el método del flotador.



2.1.5.1 Selección del lugar

En el lugar para medir el caudal se tomó en cuenta características que permitieron que el flotador atravesara el trayecto determinado sin problemas, es decir sin piedras u otros materiales que podían impedir su recorrido, a más de que este sitio debía poseer un flujo uniforme y anchos de secciones estables.

Estos sitios fueron establecidos y señalados mediante estacas para los posteriores monitoreos.

2.1.5.2 Determinación de la longitud del trayecto para el aforo

El trayecto que recorrió el flotador en el río fue de 10 m de longitud, el cual fue señalado con estacas.

2.1.5.3 Medición del ancho de las secciones para el aforo

Se determinó el ancho de tres secciones río abajo. (ANEXO G)

La primera sección fue medida al inicio de la señalización, la segunda sección fue después de 5 m de la primera y la tercera sección fue después de 5 m de la segunda.

2.1.5.4 Medición de las subsecciones para el aforo

Las subsecciones fueron determinadas en cada sección medida anteriormente, y se tuvo en consideración que a mayor ancho de la sección del río se obtendría mayor cantidad de subsecciones.

2.1.5.5 Cálculo de la velocidad del agua

Se lo realizó con el uso del flotador (pelotita plástica), el cual fue arrojado al río recorriendo el tramo seleccionado, a la vez que se tomó el tiempo que se demora en recorrer esta longitud.

Este paso se lo repitió 5 veces en cada punto de monitoreo para obtener un tiempo promedio expresado en segundos.

La división entre la longitud recorrida por el flotador y el tiempo promedio en que tarda nos permitió calcular la velocidad del agua en m/s

2.1.5.6 Cálculo del área del río

Para el cálculo del área del río se obtuvo en primera instancia las áreas de sus secciones, todas expresadas en m y en m²

El área de cada sección fue calculada por el producto de sus promedios de su base y de su altura. Después se procedió a determinar el área del río mediante el promedio de las secciones calculadas.

2.1.5.7 *Cálculo del caudal*

El caudal del río fue determinado por el producto entre el promedio de su área, la velocidad del agua y el factor de corrección y fue expresado en m^3/s y en L/s

El factor de corrección por el método del flotador para ríos y quebradas que fue el utilizado en todos los puntos de monitoreo es de 0,66 recomendado por Rojas.

2.1.5.8 *Elaboración de Hidrogramas*

Mediante el procesamiento de la información de los caudales se realizaron hidrogramas mensuales, los cuales permitieron observar las variaciones estacionales de los caudales y así establecer comparaciones con las precipitaciones de cada mes

Este paso fue realizado para cada punto de monitoreo en hojas de cálculo y con la información obtenida en todo el estudio. Los datos de precipitación con fechas de Agosto a Diciembre del 2014 fueron proporcionados por la Estación Pluviométrica de Guano manejada por el INAMHI.

2.1.6 *Muestreo*

El muestreo en la microcuenca del río Guano fue establecido mediante cinco puntos representativos y en un periodo de cinco meses. Se obtuvo muestras para análisis físico-químicos, biológicos y microbiológicos; siendo un total de 25, en los cuales se tuvo presente los protocolos para cada tipo de muestra.

Fotografía 5-2: Toma de muestras en los diferentes puntos de monitoreo de la microcuenca del río Guano.



2.1.6.1 Tipo de muestreo

Se trata de un muestreo simple o puntual porque las muestras de agua recogidas en los diferentes puntos de la microcuenca del río Guano representan la composición del cuerpo de agua para el lugar, tiempo y circunstancias específicas en que se realizó su captación.

2.1.6.2 Cantidad de muestra

Se tomó aproximadamente 2 L de agua par análisis físico-químicos y microbiológicos, mientras que la cantidad de muestra para el análisis de macroinvertebrados estuvo compuesta por diferentes sustratos y fue recolectada en un recipiente de 700 mL.

2.1.6.3 Frecuencia del Muestreo

El muestreo fue realizado una vez al mes, en el periodo Agosto-Diciembre del 2014

2.1.6.4 Horario del Muestreo

El siguiente horario es el que se tuvo presente para la recolección de muestras, una vez determinados los puntos representativos en la microcuenca; en el cual se considera el tiempo necesario para cada monitoreo y la distancia entre puntos.

Tabla 1-2: Horario de muestreos.

Hora	Muestreo
07:00-08:30	Primero
09:15-10:45	Segundo
11:15-12:45	Tercero
13:00-14:30	Cuarto
15:00-16:30	Quinto

Realizado por: Cinthia Cevallos

2.1.6.5 Toma, preservación y conservación de Muestras

En el proceso de muestreo fue transcendental asegurar la integridad y representatividad de las muestras tomadas, para lo cual se consideró los siguientes pasos:

a) Toma de muestras

Se evitó áreas de turbulencia excesiva, así como también que la toma de la muestra sea en el centro del río, teniendo presente la profundidad, la velocidad de la corriente y la separación entre las orillas. La toma de las muestras se la realizó en dirección opuesta al flujo del recurso hídrico.

- **Físico-químicos**

Para la toma de muestras de análisis físico-químicos se consideró anticipadamente los parámetros requeridos para la investigación.

Para estas muestras de agua se utilizó un frasco de Wheaton y una botella plástica con cierre hermético, donde previamente se procedió también a lavar los recipientes tratando de que la muestra sea lo más representativa. El frasco de Wheaton se sumergió en el fondo del río con su tapa y se lo abrió una vez introducido, después se cerró evitando que queden burbujas de aire. La botella plástica fue sumergida en contracorriente y dirigida hacia la superficie.

- **Microbiológicos**

Se consideró frascos plásticos de boca ancha, estériles, herméticos de 200 ml, los cuales no fueron sometidos a enjuagues previos.

- **Macroinvertebrados**

Para la recolección de la muestra de macroinvertebrados se utilizó una red surber, una red de mano y un recipiente de plástico transparente y hermético.

Así como también se tuvo en cuenta las características del río: inclinación, el caudal, sustrato, vegetación ribereña, el ancho, altitud sobre el nivel del mar, el uso del suelo en los alrededores y las fuentes de contaminación. En cada lugar de muestreo se seleccionó tres zonas concretas, se inició por la zona que se encuentra más aguas abajo y se termina con la zona que se encuentra más aguas arriba, para minimizar la alteración de los lugares de muestreo que siguen. Antes de sumergir la red se perturbó el sustrato con las manos y los pies, agitando la zona para obtener una muestra representativa en cantidad y variedad. Se escogieron zonas con distintas características para obtener una mayor variedad de macroinvertebrados pero la técnica utilizada fue la misma en todos los puntos de muestreo.

b) Medición de parámetros en campo

Los parámetros analizados in situ fueron: pH, temperatura, conductividad, salinidad y sólidos totales disueltos; para lo cual se utilizó un recipiente con la muestra de agua de cada punto y los equipos (HACH sensION1 pH-metro digital portátil y HACH sensION5); proporcionados por el laboratorio del GAD. del Cantón Guano.

c) Preservación de las muestras

Se consideró los protocolos de los parámetros a ser analizados según Amarildo.

Después de haber tomado las muestras se cerró herméticamente los recipientes y para el caso de los macroinvertebrados se añadió cierta cantidad de alcohol al 90% y formol al 10% para preservar la comunidad de macroinvertebrados.

d) Identificación de las muestras

Los recipientes fueron identificados con una etiqueta, la cual contenía información sobre:

- Punto y número de muestreo
- Fecha y hora del muestreo
- Tipo de análisis
- Nombre del responsable

e) Conservación y transporte de las muestras

Una vez recolectadas las muestras fueron trasladadas en un cooler previamente condicionado con hielo. Las muestras para análisis físico-químico fueron analizadas antes de cumplirse el plazo de 24 horas realizado el muestreo, mientras que en el caso de las muestras para análisis microbiológico fueron entregadas al laboratorio terminadas inmediatamente la recolección.

2.1.6.6 Análisis de Muestras

Las muestras tomadas en los diferentes puntos de monitoreo fueron analizadas en los laboratorios:

- De la ESPOCH
- De SAQMIC
- Del GAD. Del cantón Guano

Instituciones quienes facilitaron la realización del presente estudio.

2.1.7 Índices de Calidad e índices Biológicos del Agua.

Para la caracterización de la calidad del agua en la presente investigación se utilizó los índices WQI y ABI; para los cuales se tomó previamente las muestras in situ en cada punto de monitoreo de la microcuenca del río Guano y posteriormente se trasladó a los diferentes laboratorios para continuar con su respectivo proceso y análisis.

2.1.7.1 Índice WQI

Una vez conseguidos los resultados de los análisis tanto físico-químicos y microbiológicos se procedió a calcular el valor teórico de cada parámetro mediante el programa NSF Water Quality Index y a caracterizar la calidad del agua del río en estudio mediante los rangos establecidos por el WQI.

Fotografía 6-2: Determinación de parámetros físico-químicos y microbiológicos para el establecimiento del WQI.

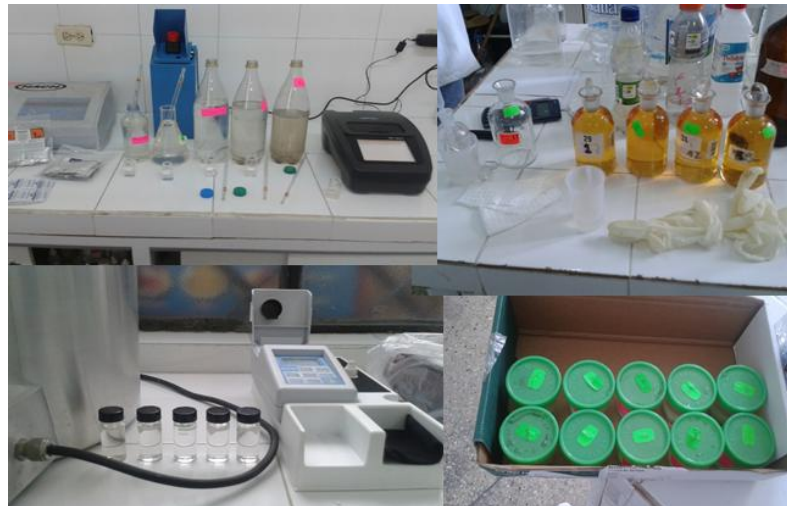


Tabla 2-2: Procedimientos para la determinación de los parámetros físico-químicos y microbiológicos.

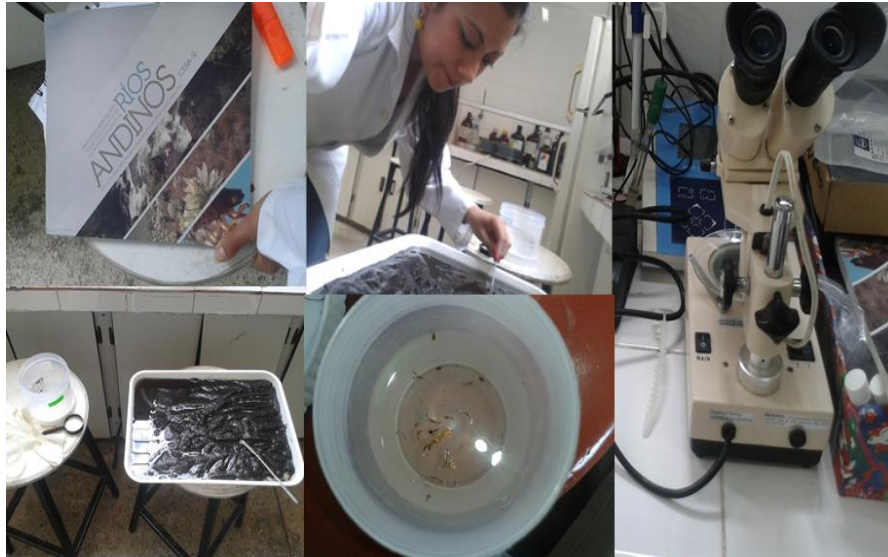
Parámetro	Método/Equipo	Procedimiento
Temperatura	HACH sensION1 pH-metro digital portátil	Lectura directa mediante el electrodo.
pH	HACH sensION1 pH-metro digital portátil	Lectura directa mediante el electrodo.
Turbiedad	HACH 2100 P turbidimeter HACH 2100 N turbidimeter	Lectura directa para turbiedad hasta 9,99 NTU. Lectura directa para turbiedad hasta más de 9,99 NTU.
Nitratos	Espectrofotómetro HACH DR 2800	Se utiliza un blanco de 10 mL, se programa en el espectrofotómetro para el análisis de nitratos, se coloca el reactivo en 10 mL de muestra, se cubre con parafilm y se agita por 1 minuto, se deja reposar por 5 minutos, se encera con el blanco y se mide.
Fosfatos	Espectrofotómetro HACH DR 2800	Se utiliza un blanco de 10 mL, se programa en el espectrofotómetro para el análisis de fosfatos, se toma 10 mL de muestra y se coloca el reactivo, se cubre con parafilm, se agita y se deja reposar por 2 minutos y finalmente se encera con el blanco y se mide.
Oxígeno Disuelto	4500-O C. Modificación de azida	Se toma la muestra de agua en un envase de Wheaton, se añade 1 mL MnSO ₄ + 1 mL Ázida Sódica + 2 mL H ₂ SO ₄ se disuelve y se transfiere a un erlenmeyer de 500 mL para realizar la titulación con almidón y NA ₂ SO ₃ , se procede a realizar los cálculos pertinentes.
Sólidos Totales	2540B	Se debe pesar una caja petri (vacía), se agita la muestra y se pone 25 mL en la caja, luego se somete a baño María a sequedad, se introduce en la estufa y finalmente se sitúa en el desecador aproximadamente 15 minutos. Se procede a realizar los cálculos pertinentes.
Coliformes Fecales	Filtración por membrana	A través de una bomba de succión se filtra 100 mL de muestra, se traslada la membrana utilizada a una placa con medio de cultivo, se lleva la placa a una estufa a 44°C, durante 48 horas.
Demanda Bioquímica de Oxígeno	4500-O C. Modificación de azida	Se airea un galón de agua de la llave por 1 hora, se bate la muestra y en una probeta se mide 100 mL, en una balón aforado de 1000 mL se coloca cierta cantidad de agua aireada y se añade los 100 mL de la muestra, se agita y se añade 2 mL de solución pH buffer 7 + 1 mL CaCl + 1 mL MgSO ₄ + 1 mL FeCl, se homogeniza y se afora con agua aireada. Se reparte en dos frascos de Wheaton y se guarda uno de ellos. En un frasco se añade 1mL de MnSO ₄ + 1mL de Ázida Sódica + 2mL De H ₂ SO ₄ se disuelve y se transfiere a un erlenmeyer de 500 mL para realizar la titulación con almidón y NA ₂ SO ₃ . Y después de 5 días se repite el proceso con el segundo frasco que fue guardado. Se realizan los cálculos pertinentes.

Realizado por: Cinthia Cevallos.

2.1.7.2 Índice ABI

Una vez realizada la recolección multi-hábitat de macroinvertebrados e identificadas las muestras en el laboratorio se introdujo los resultados en la matriz de laboratorio proporcionado por el Manual Metodológico para el monitoreo de calidad de agua con macroinvertebrados (ANEXO H); la cual indica el Orden, Familia, el número de individuos encontrados en la muestra, la puntuación de sensibilidad y observaciones adicionales que pueden ser útiles durante el proceso interpretativo. Se obtuvo la sensibilidad total de cada punto de monitoreo mediante la suma de la columna de puntuaciones; este total se compara con la escala ABI que clasifica la puntuación final en 4 niveles de calidad de agua: Muy buena, Aceptable, Dudosa y Crítica.

Fotografía 7-2: Identificación de macroinvertebrados en el laboratorio.



2.2 Materiales, equipos y reactivos de la investigación

Tabla 3-2: Materiales, equipos y reactivos utilizados en la investigación.

Materiales	Equipos	Reactivos
Frascos Plásticos De 1500 mL	GPS	Alcohol al 90%
Frascos De Wheaton	Flexómetro	Formol al 10%
Frascos Estériles de 100 mL	Estacas	Agua destilada
Frascos Plásticos de 700 mL	Cronómetro	Hielo
Bureta de 25 mL	Flotador (Pelotita De Plástico)	Sulfato manganoso
Piceta	Red Surber	Azida sódica
Balón de 1000 mL	Red de mano	Ácido sulfúrico
Soporte Universal	Computadora	Tiosulfato de sodio 0,025 N
Erlenmeyer de 500 mL	Balanza	Almidón
Vasos de Precipitación de 100 mL	Estereoscopio	Solución buffer pH 7
Vasos de Precipitación De 50 mL	Espectrofotómetro	Cloruro de calcio
Probeta de 100 mL	Turbidímetro	Sulfato de magnesio
Pinzas	Sorbona	Cloruro férrico
Lupa	Estufa	
Guantes	Baño María	
Mascarilla	Botas De Caucho	
Parafilm	Cámara Fotográfica	
Bandeja blanca	pH-metro digital portátil	
Cajas Petri	Cooler	

Realizado por: Cinthia Cevallos

CAPITULO III

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Generalidades del lugar

3.1.1 Localización

El presente estudio se realizó en la microcuenca del Río Guano ubicada en el cantón Guano, Provincia de Chimborazo; perteneciente a la Subcuenca del Río Chambo y a la Cuenca del Río Pastaza, con un recorrido aproximado de 18,8 Km, originándose de los diferentes drenajes hidrográficos como son las quebradas: Cascajal, Chuquipogio, Abras, Puluchaca, Patulú, Igualata, Asaco, que forman un drenaje de tipo dendrítico. La Microcuenca del Río Guano se encuentra al noroeste del cantón y al oeste de la microcuenca.

3.1.2 Ubicación Geográfica

La microcuenca del río Guano se encuentra ubicada en la zona 17 de América del Sur, delimitada por las coordenadas UTM_WGS84.

Tabla 1-3: Ubicación geográfica de la microcuenca del río Guano.

Ubicación Geográfica	Coordenadas (UTM WGS84)
Latitud	762043,586
Longitud	9822152,649
Altitud (m.s.n.m.)	2280-6310

Fuente: IGM, 2014

3.1.3 Puntos de Monitoreo

3.1.3.1 Punto 1 (testigo) o San Rafael (Quebrada Seca).

Se encuentra a un altura de 4020 m.s.n.m., se estableció como el primer punto de monitoreo ya que dados los testimonios de la gente de la comunidad y de los técnicos del GAD. del cantón Guano este punto no presentaba una alteración antrópica relevante, manteniéndose un estado de

equilibrio en las características del agua del río. Además se tuvo presente las alturas para la aplicación del Índice Biológico Andino.

Fotografía 1-3: Punto 1 de la microcuenca del río Guano.



3.1.3.2 Punto 2 o Puente de San Andrés (Quebrada La Josefina).

Se encuentra situado a una altura de 2734 m.s.n.m., se determinó como el segundo punto de monitoreo porque en esta zona existen descargas de aguas residuales de la parroquia de San Andrés, así como la presencia de ganado y agricultura; características que podrían influir en la calidad del agua del río.

Fotografía 2-3: Punto 2 de la microcuenca del río Guano.



3.1.3.3 Punto 3 o Vertientes Villagrán.

Se encuentra a una altura de 2734 m.s.n.m., se escogió como uno de los puntos de monitoreo ya que en ésta zona existe el nacimiento del río Guano por segunda vez pero conformado por diferentes pequeñas vertientes; además que en este lugar existe la influencia antrópica de la urbe del cantón Guano como el lavado de ropa en el mismo río y las descargas de aguas domiciliarias e industriales.

Fotografía 3-3: Punto 3 de la microcuenca del río Guano.



3.1.3.4 Punto 4 o Los Elenes (Río Guano).

Se encuentra ubicado a una altura de 2735 m.s.n.m., fue determinado como el cuarto punto de monitoreo ya los testimonios de moradores y gente aledaña asentían que en este sector el río Guano recibe la gran influencia de actividades ganaderas, agrícolas, industriales, especialmente labores de curtiembres e hilanderías, así como también de descargas de aguas negras y grises.

Fotografía 4-3: Punto 4 de la microcuenca del río Guano.



3.1.3.5 Punto 5 o Tamaute.

Ubicado a una altura de 2733 m.s.n.m., fue escogido como el último punto de monitoreo debido a que en éste sector el río Guano llega a su fin desembocando en la Subcuenca del río Chambo; además de que en esta zona existe un auge de la actividad ganadera.

Fotografía 5-3: Punto 5 de la microcuenca del río Guano.



Tabla 2-3: Ubicación geográfica de los puntos de monitoreo en la microcuenca del río Guano.

CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUENCA		COORDENADAS		ALTITUD (m.s.n.m.)
				Proyección UTM_WGS84		
				X	Y	
Río Pastaza	Río Chambo	Río Guano	Punto 1: San Rafael-Quebrada Seca (TESTIGO)	0762028	9822092	4020
			Punto 2: Puente de San Andrés- Quebrada La Josefina	0748810	9835818	2734
			Punto 3: Vertientes Villagrán	0762033	9822011	2734
			Punto 4: Los Elenes (Río Guano)	0766074	9821089	2735
			Punto 5: Tamaute	0769533	9817780	2733

Realizado por: Cinthia Cevallos

3.1.4 Características Climáticas

El área de estudio presenta los siguientes tipos de climas:

Tabla 3-3: Tipos de clima en la microcuenca del río Guano.

Tipo de Clima	Características
Nivel frío seco de alta montaña	A 4000 m de altitud se localiza este clima. La temperatura media en el año es menor que 4 °C, obedeciendo a la altura, la altitud y exposición influyen en la precipitación que se encuentra sobre los 2000 mm
Ecuatorial de alta montaña	En el cantón este clima es el que prevalece. En las montañas la temperatura disminuye con la altitud, mientras que aumentan las precipitaciones. Tiene una aproximación térmica menor que 12 °C y las precipitaciones son mayores a los 750 mm, siendo más fuertes en verano que en invierno.
Ecuatorial meso térmico semi-húmedo	Presenta dos épocas de lluvia: febrero-mayo y octubre-noviembre La precipitación al año está entre 550 a 2 000 mm. La temperatura media se encuentra entre 10 y 12 °C. Este ambiente está sobre los 3000 m de altura.
Ecuatorial meso térmico seco	Este clima se presenta en el fondo de los valles. Las precipitaciones son inferiores a los 550 mm anuales. Las temperaturas medias anuales fluctúan entre 12 y 22 °C.

Fuente: GAD. del Cantón Guano, 2012

3.1.5 Vientos

Generalmente, los vientos que se despliegan en el cantón Guano se presentan en julio, agosto, septiembre donde toman mayor velocidad y resaltan los que se dirigen en dirección nordeste-este (GAD. del Cantón Guano, 2012, p. 45).

3.1.6 Clasificación ecológica

De acuerdo a la clasificación ecológica de Holdridge, el cantón Guano, existen cuatro pisos ecológicos principales (GAD. del Cantón Guano, 2012, p. 46).

- Montano Bajo (2280-2800 m.s.n.m.)
- Montano inferior o zona andina (2800-3200 m.s.n.m.)
- Montano superior o zona Sub andino (3200-3600 m.s.n.m.)
- Andino (más de 3600 m.s.n.m.)

3.1.7 Suelo

3.1.7.1 Geomorfología del cantón Guano

El cantón Guano posee formas de relieve y paisajes geomorfológicos vinculados con la formación de la cordillera de los Andes y específicamente con las fases endógenas y exógenas originadas sobre la Cordillera Central; donde los glaciares, los procesos volcánicos, y las características climáticas determinadas por las heladas, los energéticos vientos y las sequías derivadas de la Sierra, han originado una diversidad de relieves (GAD. del Cantón Guano, 2012, p. 47).

Hoy en día; es un paisaje alterado por la acción antrópica, presentando una dinámica activa de rigurosos procesos erosivos; haciendo ahínco en actividades de pastoreo ovino, cultivos agrícolas y quemas, donde se ha perdido la vegetación del páramo, se evidencia además un proceso de desecación de los humedales naturales de altura debido al derrame que se realiza para la compactación del suelo por el pisoteo animal y abertura de canales, carreteras y vías, lo cual expone a estas superficies a procesos de erosión hídrica. Existe un ambiente que contribuye con la variedad de relieves, de escaso a moderadamente desecados, con cimas agudas y/o redondeadas, vertientes rectilíneas y/o convexas y pendientes que varían de abruptos a suaves.

3.1.7.2 Uso y ocupación del suelo

Se destaca claramente que los diferentes procedimientos que realizan las personas han ocasionado una gran pérdida del suelo superando en porcentaje al mejoramiento del mismo, provocando así que no haya estabilidad de la naturaleza. Algunas de las causas de este deterioro del suelo son: la excesiva utilización de químicos, el monocultivo, el movimiento mecánico de suelos y la labranza descontrolada.

Con todo esto y tomando en cuenta la lluvia que tiene un nivel considerable y que causan erosión, se puede verificar que hay una facilidad de infiltración en dichos suelos, por lo que el escurrimiento de suelos tiene lugar solamente unas dos veces anualmente.

Un 45% de los suelos del cantón Guano se encuentra en proceso de degradación por las diferentes actividades, y como consecuencia hay un peligro con respecto a la naturaleza del sector, desestabilización del agua, reducción de bosques y por consiguiente menos alimentos naturales. Todo este proceso de erosión descontrolado da lugar a la desertificación de los suelos del cantón Guano (GAD. del Cantón Guano, 2012, p. 48).

3.1.8 Biodiversidad

Guano; por su ubicación y a pesar del manejo erróneo de sus recursos naturales, tiene una significativa reserva ecológica, que poco a poco va ausentándose, debido al incremento de la frontera agrícola.

3.1.8.1 Flora

Tabla 4-3: Principales especies de flora encontradas en el cantón Guano.

NOMBRE VULGAR	NOMBRE CIENTÍFICO
FORESTAL	
Capulí	<i>Prunus serótina Kunth</i>
Guarango	<i>Caesalpinia spinosa O Mol Kuntze</i>
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus Labill</i>
Aliso	<i>Alnus acuminata H.B.K</i>
Arrayán	<i>Eugenia halli</i>
Ciprés	<i>Cupressus macrocarpa</i>
Guaba	<i>Inga edulys sp.</i>
Molle	<i>Schinus molle</i>
Nogal	<i>Junglas neotropica Diels</i>
Pino	<i>Pinus radiata D Don.</i>
Pumamaqui	<i>Oreopanax sp.</i>
Quishuar	<i>Buddleja incana Ruiz Pav</i>
Yagual	<i>Polylepis sp. Van Lanata</i>
ARBUSTIVAS	
Tuna	<i>Opuntia indica</i>
Totora	<i>Scirpus californicus</i>
Cabuya negra	<i>Agave americana</i>
Cabuya blanca	<i>Fourcraea andina Trel</i>
Chilca	<i>Baccharis balsamifera Benth</i>
Retama	<i>Spartium Junseum Lin P</i>
Achupalla	<i>Puya lanata Belongs</i>
Espino blanco	<i>Crataigus monojina Jaquin</i>
Llinllín	<i>Cassia canescens Kunth</i>
Supirroza	<i>Lantana rugulosa H.B.K</i>
Marco	<i>Ambrosia arbórea</i>
Sábila	<i>Aloe vera L</i>
Sauco	<i>Sambucus peruviana</i>

Fuente: GAD. del Cantón Guano, 2012

3.1.8.2 Fauna

El presente estudio en la microcuenca del río Guano determinó las siguientes especies de fauna silvestre y fauna doméstica.

Tabla 5-3: Fauna silvestre del cantón Guano.

NOMBRE VULGAR	NOMBRE CIENTÍFICO
Lobo de páramo	<i>Pseudalopex culpaeus</i>
Conejo silvestre	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>
Ratón marsupial	<i>Caenolestes fuginosus</i>
Raposa común	<i>Didelphys marsupialis</i>
Cóndor andino	<i>Vultur gryphus</i>
Curiquingue	<i>Phalcoboenus carunculatus</i>
Guarro	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>
Huairacchuro	<i>Pheuticus auriventris</i>
Garza blanca	<i>Ardea alba</i>
Gorrión	<i>Zonotrichia capensis</i>
Codomiz	<i>Colis cristatus</i>
Perdiz	<i>Alectoris rufa</i>
Golondrina	<i>Notiochelidon murina</i>
Jilguero	<i>Carduelis magallonica</i>
Mirlo	<i>Turdus fusacater</i>
Colibrí	<i>Oreotrichlilus estella</i>

Fuente: GAD. del Cantón Guano, 2012

Tabla 6-3: Fauna doméstica del cantón Guano.

NOMBRE VULGAR	NOMBRE CIENTÍFICO
Toro/vaca	<i>Bos Taurus</i>
Caballo	<i>Equus caballus</i>
Oveja	<i>Ovies aries</i>
Cerdo	<i>Sus domesticus</i>
Cabra	<i>Capra hircus</i>
Conejo	<i>Oryctolagus cuniculus</i>
Gallina	<i>Gallus gallus</i>
Llama	<i>Lama glama</i>
Alpaca	<i>Lama pacus</i>
Cuy	<i>Cavia porcellus</i>
Pastos	<i>Cairina moschata</i>
Gansos	<i>Anser spp.</i>
Mulo	<i>Hibrido</i>

Fuente: GAD. del Cantón Guano, 2012

3.2 Cálculos

3.2.1 Caudales

A continuación se muestran los cálculos aplicados para la determinación del caudal mediante el método del flotador durante los cinco meses de monitoreo en la microcuenca del río Guano; utilizando como ejemplo el “Punto 1 (testigo) o San Rafael (Quebrada Seca)” - Monitoreo 1, correspondiente al mes de Agosto del 2014.

3.2.1.1 Cálculo del área de las secciones de aforo.

Tabla 7-3: Datos para el cálculo de la primera sección del punto 1- monitoreo 1.

Ancho de la primera sección (inicial) = 0,9 m					
Base (m)	0	0,45	0,45	Promedio	0,45
Profundidad (m)	0,02	0,03	0,03	Promedio	0,0267

Realizado por: Cinthia Cevallos

$$\mathbf{\textit{Área1}} = \mathbf{\textit{base}} * \mathbf{\textit{profundidad}}$$

$$A1 = 0,45 \text{ m} * 0,0267 \text{ m}$$

$$A1 = 0,012 \text{ m}^2$$

Tabla 8-3: Datos para el cálculo de la segunda sección del punto 1- monitoreo 1.

Ancho de la segunda sección = 1,11 m					
Base (m)	0	0,55	0,56	Promedio	0,555
Profundidad (m)	0,03	0,04	0,03	Promedio	0,033

Realizado por: Cinthia Cevallos

$$\mathbf{A2} = \mathbf{b} * \mathbf{h}$$

$$A1 = 0,555 \text{ m} * 0,033 \text{ m}$$

$$A1 = 0,0185 \text{ m}^2$$

Tabla 9-3: Datos para el cálculo de la tercera sección del punto 1- monitoreo 1.

Ancho de la tercera sección (final) = 0,85 m					
Base (m)	0	0,42	0,43	Promedio	0,425
Profundidad (m)	0,02	0,027	0,028	Promedio	0,025

Realizado por: Cinthia Cevallos

$$A3 = b * h$$

$$A3 = 0,425 \text{ m} * 0,025 \text{ m}$$

$$A3 = 0,0106 \text{ m}^2$$

3.2.1.2 Cálculo del Área.

$$\text{Área Promedio} = \frac{A1 + A2 + A3}{3}$$

$$AP = \frac{0,012 \text{ m}^2 + 0,0185 \text{ m}^2 + 0,0106 \text{ m}^2}{3}$$

$$AP = 0,041 \text{ m}^2$$

3.2.1.3 Determinación del tiempo.

Tabla 10-3: Datos para la determinación del tiempo con el método del flotador.

Medición	Unidades	Tiempo
1	S	17,4
2	S	16,9
3	S	18,7
4	S	18,5
5	S	19,3

Realizado por: Cinthia Cevallos

$$t \text{ promedio} = \frac{t1 + t2 + t3 + t4 + t5}{5}$$

$$tp = \frac{17,4 \text{ s} + 16,9 \text{ s} + 18,7 \text{ s} + 18,5 \text{ s} + 19,3 \text{ s}}{5}$$

$$tp = 18,16 \text{ s}$$

3.2.1.4 Cálculo de la velocidad.

- **Distancia.**

Se consideró un tramo con una distancia de 10 m

$$\mathbf{velocidad} = \frac{\mathbf{distancia}}{\mathbf{tiempo}}$$

$$v = \frac{10 \text{ m}}{18,16 \text{ s}}$$

$$v = 0,551 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

3.2.1.5 Cálculo del Caudal.

$$\mathbf{Caudal} = \mathbf{Área Promedio} * \mathbf{Velocidad} * \mathbf{Factor de Corrección}$$

$$Q = 0,041 \text{ m}^2 * 0,551 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 0,66$$

$$Q = 0,0149 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * 1\,000 \frac{\text{L}}{\text{s}}$$

$$Q = 14,9 \frac{\text{L}}{\text{s}}$$

3.2.2 Parámetros Físico-Químicos

A continuación se presentan los cálculos aplicados para la obtención de los análisis físico-químicos; determinados para cada uno de los procedimientos; utilizando como ejemplo el “Punto 1 (testigo) o San Rafael (Quebrada Seca)” - Monitoreo 1, correspondiente al mes de Agosto del 2014. Cabe recalcar que estos cálculos se efectuaron para los cinco meses de monitoreo en el estudio de la microcuenca del río Guano.

3.2.2.1 Cambio de Temperatura

El cambio de temperatura para cada punto de monitoreo fue determinado tomando en cuenta la temperatura ambiente y la temperatura del agua. Utilizando como ejemplo el primer monitoreo correspondiente al mes de Agosto del 2014, se procedió de la siguiente manera:

Tabla 11-3: Datos de temperatura tomados en el primer monitoreo de la microcuenca del río Guano.

Punto	T. ambiente (°C)	T. del agua (°C)
Punto 1 (testigo) o San Rafael (Quebrada Seca).	9,3	6,1
Punto 2 o Puente de San Andrés (Quebrada La Josefina).	13,8	9,2
Punto 3 o Vertientes Villagrán.	18,7	12,1
Punto 4 o Los Elenes (Río Guano).	18,4	11,7
Punto 5 o Tamaute.	20,1	13,5

Realizado por: Cinthia Cevallos

El cambio de temperatura para el primer punto está dado por la siguiente diferencia:

$$\text{Cambio de temperaturaP1} = \text{TambienteP1} - \text{TaguaP1}$$

$$\Delta TP1 = (9,3 - 6,1)^\circ\text{C}$$

$$\Delta TP1 = 3,2^\circ\text{C}$$

El cambio de temperatura a partir del segundo hasta el quinto punto está dado por la diferencia de las temperaturas del agua de cada punto y la temperatura del agua del primer punto. Así para el segundo punto:

$$\text{Cambio de temperaturaP2} = \text{Tagua P2} - \text{Tagua P1}$$

$$\Delta TP2 = (9,2 - 6,1)^\circ\text{C}$$

$$\Delta TP2 = 3,1^\circ\text{C}$$

3.2.2.2 Oxígeno Disuelto

Los valores de oxígeno disuelto fueron calculados de la siguiente manera:

Por ejemplo para el “Punto 1 (testigo) o San Rafael (Quebrada Seca)”- Monitoreo 1.

$$OD \left(\frac{mg}{L} \right) = \frac{V * N(Na^2SO^3) * Oxígeno \left(\frac{Eqq}{Peso mol} \right) * 1000}{VM - 4}$$

$$OD \left(\frac{mg}{L} \right) = \frac{11,8 \text{ ml} * 0,025N * 8 \left(\frac{Eqq}{Peso \text{ mol}} \right) * 1 \ 000}{300 - 4}$$

$$OD = 7,97 \frac{mg}{L}$$

Los siguientes son los resultados de Oxígeno Disuelto obtenidos en el estudio de la microcuenca del río Guano.

Tabla 12-3: Resultados obtenidos de oxígeno disuelto (mg/L).

Punto	Monitoreo 1	Monitoreo 2	Monitoreo 3	Monitoreo 4	Monitoreo 5
1	7,97	7,91	8,04	8,11	8,11
2	5,06	5,95	4,59	5,34	3,85
3	4,26	3,31	3,51	4,19	1,87
4	5,61	4,46	3,85	5,20	4,8
5	5,0	5,27	4,79	5,95	5,68

Realizado por: Cinthia Cevallos

Estos resultados de Oxígeno Disuelto (mg/L) fueron interpolados con las temperaturas del agua del río para sacar el porcentaje de saturación de OD, por medio del gráfico presentado en el ANEXO I.

3.2.2.3 Demanda Bioquímica de Oxígeno

Los valores de la demanda bioquímica de oxígeno fueron calculados de la siguiente manera:

Por ejemplo para el “Punto 1 (testigo) o San Rafael (Quebrada Seca)”- Monitoreo 1.

$$DBO_5 \left(\frac{mg}{L} \right) = \frac{(V_2 - V_1) * N(Na^2SO^3) * Oxígeno \left(\frac{Eqq}{Peso \text{ mol}} \right) * 1 \ 000}{VM - 4}$$

$$DBO_5 \left(\frac{mg}{L} \right) = \frac{(6,9 \text{ ml} - 3,7 \text{ ml}) * 0,025 N * 8 \left(\frac{Eqq}{Peso \text{ mol}} \right) * 1 \ 000}{300 \text{ ml} - 4}$$

$$DBO_5 = 2,16 \frac{mg}{L}$$

3.2.2.4 Sólidos Totales

Los valores de sólidos totales fueron calculados de la siguiente manera:

Por ejemplo para el “Punto 1 (testigo) o San Rafael (Quebrada Seca)”- Monitoreo 1.

$$ST\left(\frac{mg}{L}\right) = \frac{(P_2 - P_1)}{VM} * \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} * \frac{1 \text{ 000 mL}}{1 \text{ L}}$$

$$ST\left(\frac{mg}{L}\right) = \frac{(17,9357 \text{ g} - 17,9323 \text{ g})}{25 \text{ mL}} * \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} * \frac{1 \text{ 000 mL}}{1 \text{ L}}$$

$$ST = 136 \frac{mg}{L}$$

3.2.3 Índices WQI y ABI

Luego del análisis en el laboratorio y de la identificación y conteo de macroinvertebrados para los índices WQI y ABI, respectivamente; se aplicaron las siguientes tablas de cálculo:

Para el “Punto 1 (testigo) o San Rafael (Quebrada Seca)”- Monitoreo 1.

Tabla 13-3: Cálculo del Índice de Calidad del Agua para el primer punto - monitoreo 1.

PARÁMETROS	UNIDADES	PESO	VALOR ANÁLISIS	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0,17	64	64	10,88
Coliformes Fecales	UFC/100 mL	0,16	Ausencia	100	16
pH	pH	0,11	7,28	92	10,12
DBO ₅	mg/L	0,11	2,16	77	8,47
Cambio Temperatura	°C	0,1	3,2	80	8
Fosfato Total	mg/L	0,1	0,35	76	7,6
Nitratos	mg/L	0,1	0,7	96	9,6
Turbidez	NTU	0,08	0,86	96	7,68
Sólidos Totales	mg/L	0,07	136	80	5,6
INDICE DE CALIDAD DEL AGUA					83,95
CALIDAD BUENA					

Realizado por: Cinthia Cevallos

Para el “Punto 1 (testigo) o San Rafael (Quebrada Seca)”- Monitoreo 1.

Tabla 14-3: Cálculo del Índice Biológico Andino para el primer punto - monitoreo 1.

Orden	Familia	Cantidad	ABI
Amphipoda	Hyaellidae	7	6
Trichoptera	Philopotamidae	11	8
Trichoptera	Odontoceridae	4	10
Trichoptera	Xyphocentronidae	12	8
Coleoptera	Elmidae (Larva)	9	5
Díptera	Ceratopogonidae	8	4
Plecoptera	Perlidae	10	10
Trichoptera	Glossosomatidae	6	7
Odonota	Coenagrionidae	12	6
Odonota	Calopterygidae	14	8
TOTAL		93	72
ACEPTABLE			

Realizado por: Cinthia Cevallos

3.3 Análisis, interpretación y discusión de resultados

3.3.1 Caudales y Precipitaciones

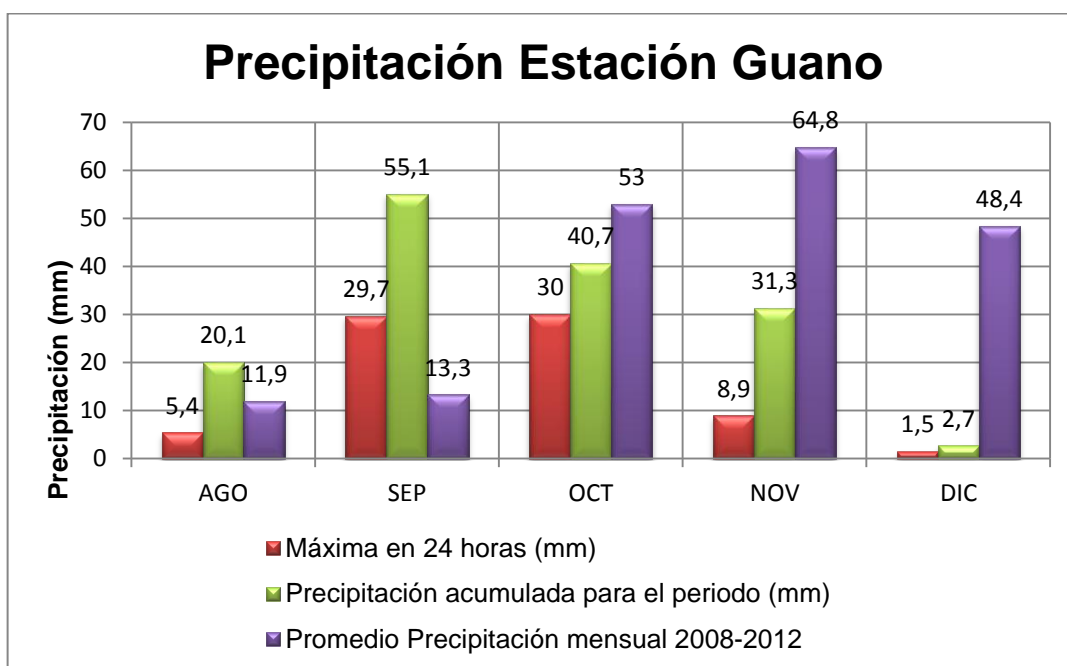
Los datos de precipitaciones de Agosto a Diciembre del 2014, fueron obtenidos de la Estación Guano, facilitados por el INAMHI.

Tabla 15-3: Datos de precipitación de la estación Guano.

Mes	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Días con Precipitación (días)	5	6	3	5	2
Máxima en 24 horas (mm)	5,4	29,7	30	8,9	1,5
Precipitación acumulada para el periodo (mm)	20,1	55,1	40,7	31,3	2,7
Promedio Precipitación mensual 2008-2012	11,9	13,3	53	64,8	48,4

Fuente: INAMHI, 2015

Gráfico 1-3: Datos de precipitación de la estación Guano.



Fuente: INAMHI, 2015

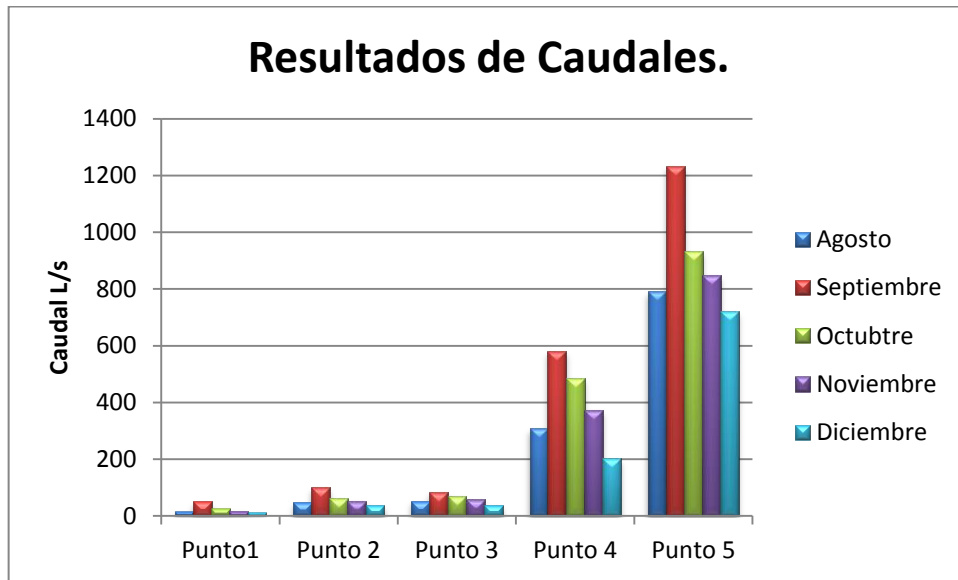
En el gráfico 1 se muestran las precipitaciones obtenidas por la Estación Guano, en la que se observa el comportamiento pluvial de la zona de estudio, para los meses de Agosto a Diciembre del 2014; tomando como referencia la “Precipitación acumulada para el periodo” se exhibe un aumento considerable en el mes de Septiembre, así como un descenso notorio de la precipitación en el mes de Diciembre, dicha conducta será relacionada con los caudales determinados en la zona.

Tabla 16-3: Variación de caudal en los meses de monitoreo.

Variación de caudal en los meses de monitoreo. (L/s)					
MES/MONITOREO	Punto1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5
Agosto	14,94	47,51	51,79	308,66	790,9
Septiembre	51	99,6	84,35	580,6	1231,8
Octubre	25,22	62,8	70,9	485,8	931,5
Noviembre	17,9	52,3	57,1	370,8	846,9
Diciembre	12,41	37,3	36,8	201,3	719,9
PROMEDIO	24,294	59,902	60,188	389,432	904,2
CAUDAL TOTAL	287,60				

Realizado por: Cinthia Cevallos

Gráfico 2-3: Variación de caudal en los meses de monitoreo.



Realizado por: Cinthia Cevallos

En el gráfico 2 se indican los valores obtenidos de caudal en el periodo Agosto-Diciembre 2014 para los cinco puntos de monitoreo en la microcuenca del río Guano; en el cual se puede además observar que el cuarto y quinto punto de monitoreo presentan el caudal más grande en relación a los puntos 1, 2 y 3 de monitoreo que denotan un caudal mínimo; esta particularidad se debe a que el cuarto y quinto punto de monitoreo conducen a la desembocadura del río Guano donde reciben todos los afluentes tanto de vertientes como de descargas.

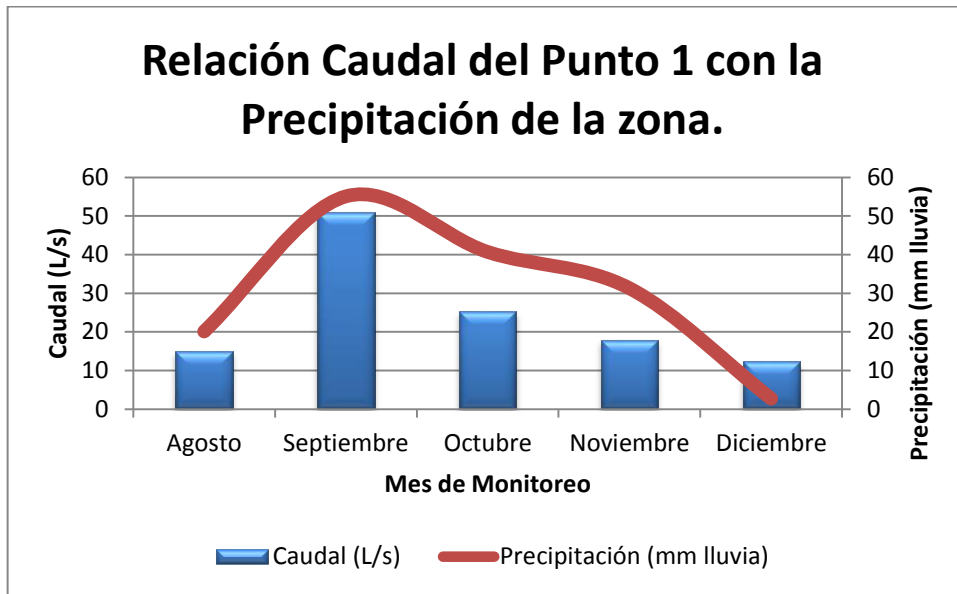
También se observa que en cada punto de monitoreo para el mes de septiembre, se obtuvieron caudales más elevados en comparación con los otros meses debido a que en este periodo de tiempo se tuvo mayor precipitación.

Tabla 17-3: Relación caudal en el punto 1 con la precipitación de la zona.

Mes de Monitoreo	Caudal (L/s)	Precipitación (mm lluvia)
Agosto	14,94	20,1
Septiembre	51	55,1
Octubre	25,22	40,7
Noviembre	17,9	31,3
Diciembre	12,41	2,7

Realizado por: Cinthia Cevallos

Gráfico 3-3: Relación caudal en el punto 1 con la precipitación de la zona.



Realizado por: Cinthia Cevallos

En el gráfico 3 se indica la relación que existe entre la Precipitación de la zona en el periodo de estudio y los caudales obtenidos en el Punto 1 de la microcuenca del río Guano, en donde se observa un aumento para el mes de Septiembre tanto de las precipitaciones como de los caudales medidos así como un deceso considerable para el mes de Diciembre; es decir presentan un comportamiento equivalente durante todos los meses de monitoreo.

Fotografía 6-3: Punto 1 de la microcuenca del río Guano en el mes de septiembre del 2014.

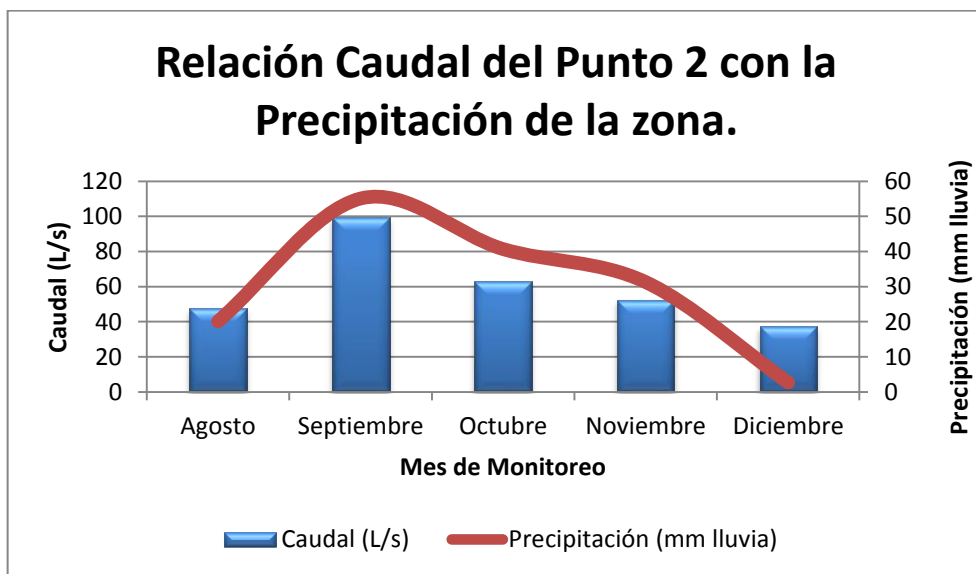


Tabla 18-3: Relación caudal en el punto 2 con la precipitación de la zona.

Mes de Monitoreo	Caudal (L/s)	Precipitación (mm lluvia)
Agosto	47,51	20,1
Septiembre	99,6	55,1
Octubre	62,8	40,7
Noviembre	52,3	31,3
Diciembre	37,3	2,7

Realizado por: Cinthia Cevallos

Gráfico 4-3: Relación caudal en el punto 2 con la precipitación de la zona.



Realizado por: Cinthia Cevallos

En el gráfico 4 se muestra la relación que existe entre los caudales medidos en el Punto 2 de la microcuenca del río Guano con la Precipitación obtenida en el periodo de estudio; en el cual se evidencia notablemente que tanto la precipitación como el caudal tienen valores elevados, manteniendo en cada zona un comportamiento proporcional.

Fotografía 7-3: Punto 2 de la microcuenca del río Guano en el mes de septiembre del 2014.

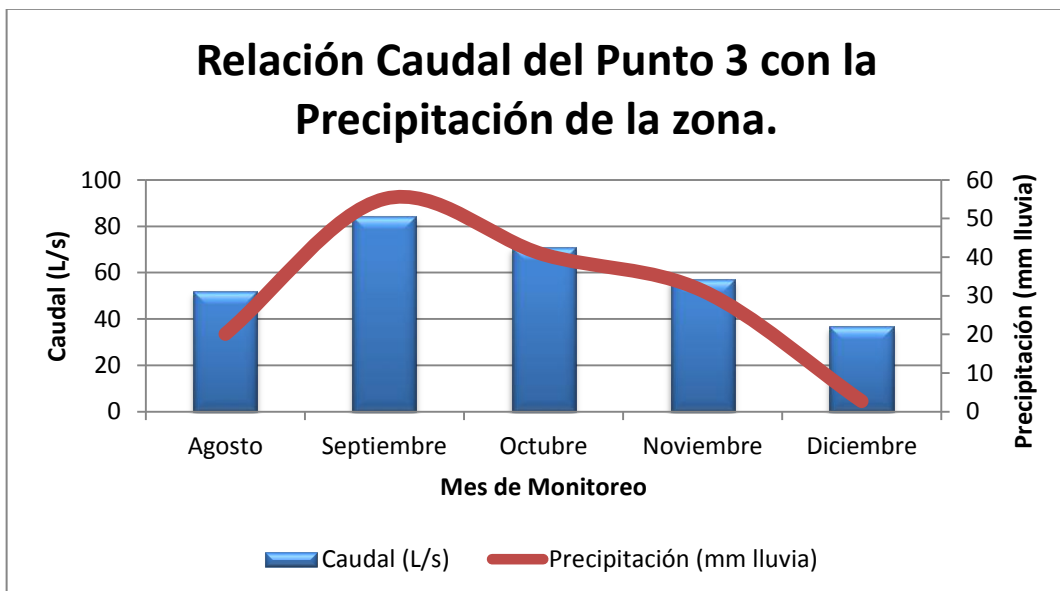


Tabla 19-3: Relación caudal en el punto 3 con la precipitación de la zona.

Mes de Monitoreo	Caudal (L/s)	Precipitación (mm lluvia)
Agosto	51,79	20,1
Septiembre	84,35	55,1
Octubre	70,9	40,7
Noviembre	57,1	31,3
Diciembre	36,8	2,7

Realizado por: Cinthia Cevallos

Gráfico 5-3: Relación caudal en el punto 3 con la precipitación de la zona.



Realizado por: Cinthia Cevallos

En el gráfico 5 se evidencia la relación que existe entre la Precipitación de la zona en el periodo de estudio y los caudales obtenidos en el Punto 3 de la microcuenca del río Guano; se observa un comportamiento equitativo entre la precipitación de la zona y los aforos de los caudales.

Fotografía 8-3: Punto 3 de la microcuenca del río Guano en el mes de septiembre del 2014.

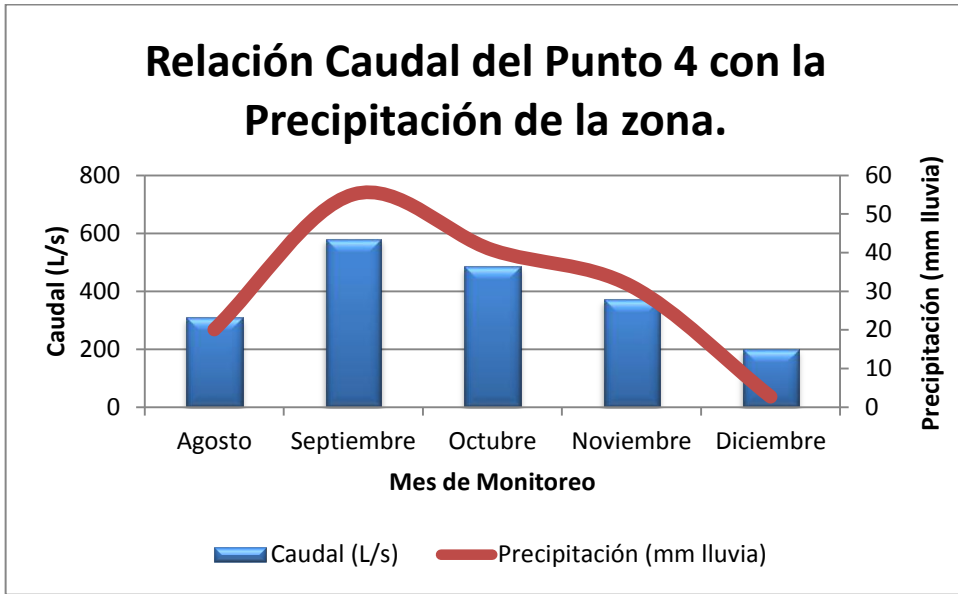


Tabla 20-3: Relación caudal en el punto 4 con la precipitación de la zona.

Mes de Monitoreo	Caudal (L/s)	Precipitación (mm lluvia)
Agosto	308,66	20,1
Septiembre	580,6	55,1
Octubre	485,8	40,7
Noviembre	370,8	31,3
Diciembre	201,3	2,7

Realizado por: Cinthia Cevallos

Gráfico 6-3: Relación caudal en el punto 4 con la precipitación de la zona.



Realizado por: Cinthia Cevallos

En el gráfico 6 se establece la relación que existe entre los caudales medidos en el Punto 4 de la microcuenca del río Guano con la Precipitación obtenida en el periodo de estudio; se observa que guardan estrictamente una relación equivalente la precipitación mensual con los aforos de los caudales de cada punto; es decir al aumentar o disminuir la precipitación mensual los caudales de cada punto también siguen este comportamiento.

Fotografía 9-3: Punto 4 de la microcuenca del río Guano en el mes de septiembre.

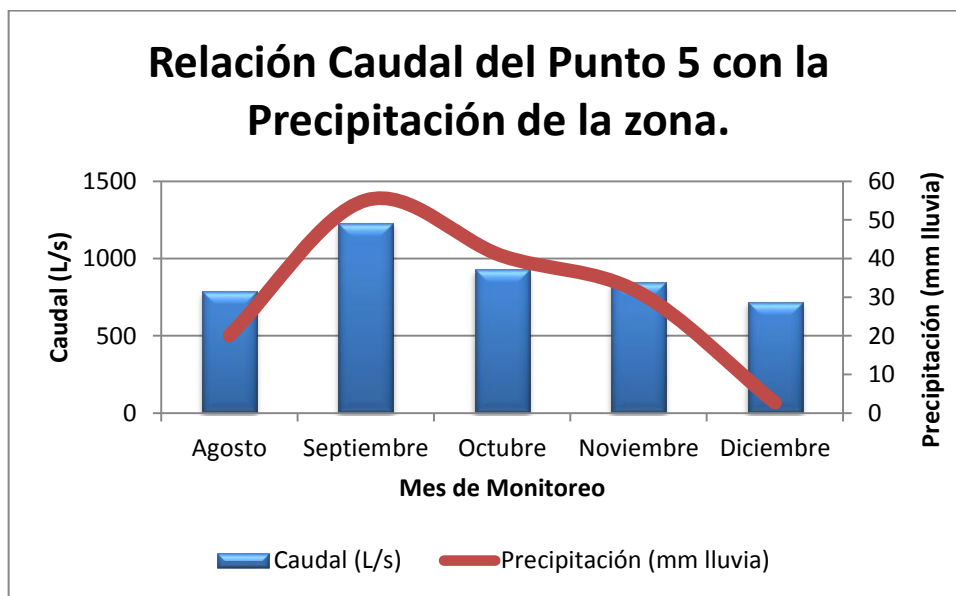


Tabla 21-3: Relación caudal en el punto 5 con la precipitación de la zona.

Mes de Monitoreo	Caudal (L/s)	Precipitación (mm lluvia)
Agosto	790,9	20,1
Septiembre	1231,8	55,1
Octubre	931,5	40,7
Noviembre	846,9	31,3
Diciembre	719,9	2,7

Realizado por: Cinthia Cevallos

Gráfico 7-3: Relación caudal en el punto 5 con la precipitación de la zona.



Realizado por: Cinthia Cevallos

En el gráfico 7 se observa claramente la relación que existe entre las Precipitaciones mensuales de Agosto-Diciembre del 2014 con los caudales medidos en el Punto 5 de monitoreo de la microcuenca del río Guano; el cual al igual que los otros puntos de monitoreo presenta un comportamiento similar; estableciendo una relación equitativa en cada mes; notándose que Septiembre es el mes con mayor precipitación así también el caudal aforado.

Fotografía 10-3: Punto 5 de la microcuenca del río Guano en el mes de septiembre del 2014.



3.3.2 Parámetros Físico-Químicos para la caracterización del WQI

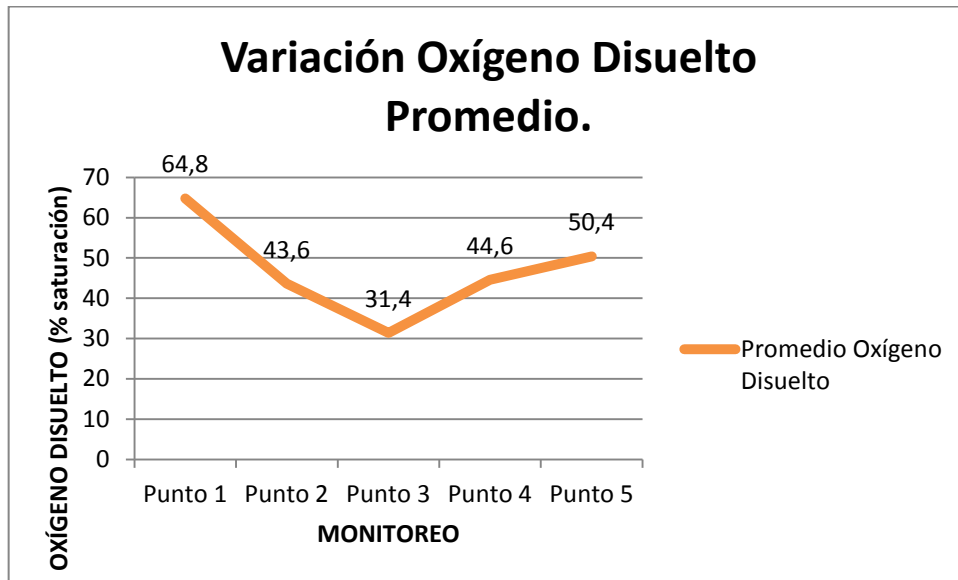
3.3.2.1 Oxígeno Disuelto

Tabla 22-3: Resultados de oxígeno disuelto (% saturación).

Resultados de Oxígeno Disuelto (% saturación)						
MONITOREO/MES	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio Oxígeno Disuelto
Punto 1	64	64	65	65	66	64,8
Punto 2	43	53	40	47	35	43,6
Punto 3	39	30	34	37	17	31,4
Punto 4	52	42	36	48	45	44,6
Punto 5	48	52	43	55	54	50,4

Realizado por: Cinthia Cevallos

Gráfico 8-3: Variación de oxígeno disuelto Promedio (% saturación).



Realizado por: Cinthia Cevallos

El gráfico 8 muestra la variación del Oxígeno Disuelto que existe entre cada punto, a lo largo del periodo de estudio de la microcuenca del río Guano, expresado en porcentaje de saturación; evidenciándose un porcentaje no equitativo entre puntos y siendo alto en los puntos 1 y 5, tal motivo se debe a que en estos puntos existe mayor aireación del agua debido a la inclinación del terreno y la poca influencia antrópica que presenta la zona para el caso del primero y por el movimiento abrupto y la existencia de vertientes que mejoran la condición del oxígeno disuelto para el caso del quinto punto.

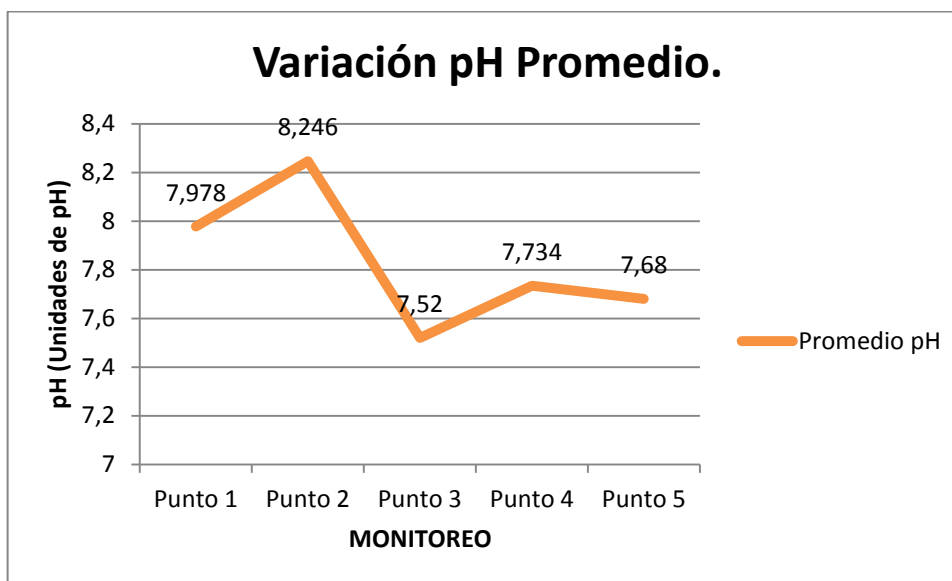
3.3.2.2 Potencial de Hidrógeno (pH)

Tabla 23-3: Resultados de pH (Unidades de pH).

Resultados de pH (Unidades de pH)						
MONITOREO/MES	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio pH
Punto 1	7,28	8,35	8,57	8,44	7,25	7,978
Punto 2	8,25	7,88	8,61	8,33	8,16	8,246
Punto 3	5,96	6,45	8,24	8,23	8,72	7,52
Punto 4	6,99	7,94	8,21	7,74	7,79	7,734
Punto 5	6,48	7,66	8,35	7,88	8,03	7,68

Realizado por: Cinthia Cevallos

Gráfico 9-3: Variación de pH Promedio (Unidades de pH).



Realizado por: Cinthia Cevallos

El gráfico 9 representa la variación de pH en el periodo de estudio de la microcuenca del río Guano, en el cual se observa un comportamiento básico en su recorrido, evidenciando que el punto 2 posee el valor más alto de pH, esto probablemente se debe a que este punto recibe descargas de aguas que son empleadas para la agricultura y la ganadería, y también por los asentamientos humanos que se encuentran al alrededor.

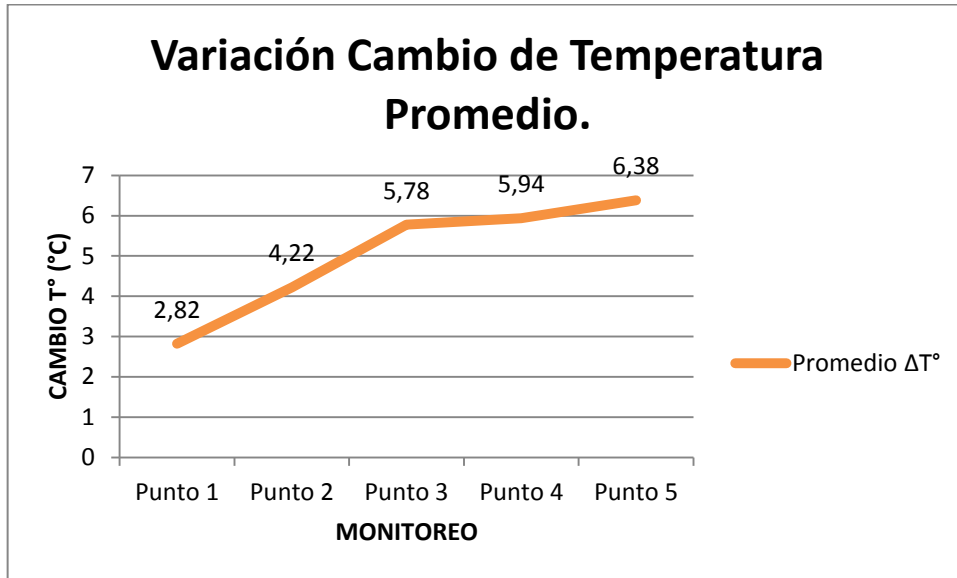
3.3.2.3 Cambio de Temperatura

Tabla 24-3: Resultados del cambio de temperatura (°C)

Resultados de Cambio de temperatura (°C)						
MONITOREO/MES	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio ΔT°
Punto 1	3,2	2,1	2,5	3,3	3	2,82
Punto 2	3,1	4,9	4,2	4,1	4,8	4,22
Punto 3	6	6	6,2	5,4	5,3	5,78
Punto 4	5,6	6,5	6,3	5,6	5,7	5,94
Punto 5	7,4	7	5	6,5	6	6,38

Realizado por: Cinthia Cevallos

Gráfico 10-3: Variación del cambio de temperatura promedio (°C).



Realizado por: Cinthia Cevallos

En el gráfico 10 se presenta la variación del cambio de temperatura en los cinco puntos de monitoreo de la microcuenca del río Guano en el periodo Agosto-Diciembre del 2014.

Se observa que la temperatura se va incrementando en cada punto, esto seguramente se debe a la disminución de la altura en cada zona, ya que se consideraron del punto 1 al punto 5 alturas de 4020-2733 m.s.n.m., respectivamente.

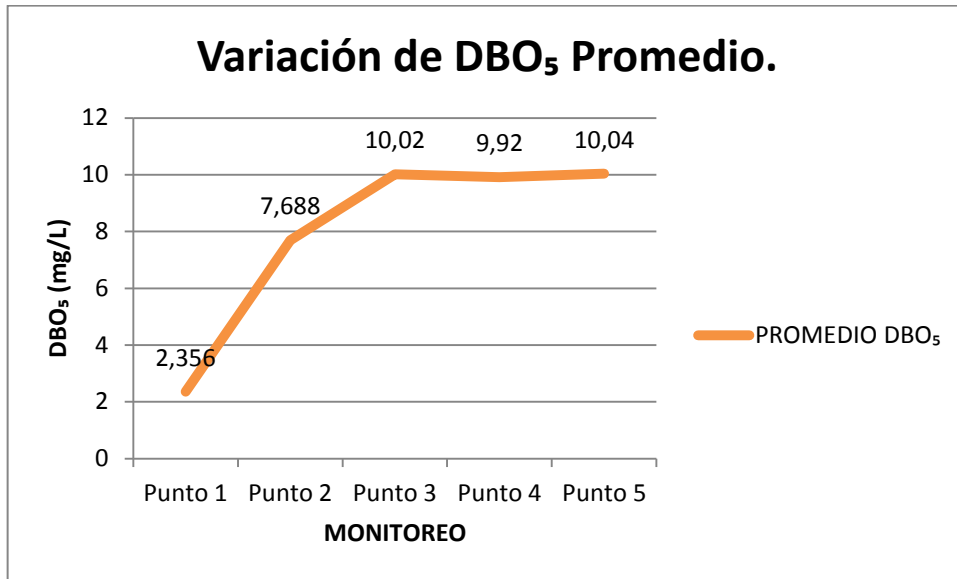
3.3.2.4 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

Tabla 25-3: Resultados de DBO₅ (mg/L)

Resultados de DBO ₅ (mg/L)						
MONITOREO/ME S	Agosto	Septiembr e	Octubre	Noviembr e	Diciembr e	PROMEDI O DBO ₅
Punto 1	2,16	1,97	4,3	1,75	1,6	2,356
Punto 2	7,43	7,81	6,9	7,9	8,4	7,688
Punto 3	9,3	9,6	9,1	10,3	11,8	10,02
Punto 4	11,5	8,5	10,4	8,7	10,5	9,92
Punto 5	10,8	9,3	10,2	9,8	10,1	10,04

Realizado por: Cinthia Cevallos

Gráfico 11-3: Variación de DBO₅ promedio (mg/L)



Realizado por: Cinthia Cevallos

El gráfico 11 indica la variación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno expresada en mg/L; en cada punto de monitoreo de la microcuenca del río Guano a lo largo del periodo de investigación.

Se observa que existe un comportamiento ascendente de la DBO₅, a partir del punto 1 al punto 5; esto posiblemente se debe al incremento constante de las actividades del hombre (agricultura, ganadería, industriales) en los puntos 2, 3, 4 y 5

Fotografía 11-3: Actividad ganadera en el punto 5 de monitoreo.



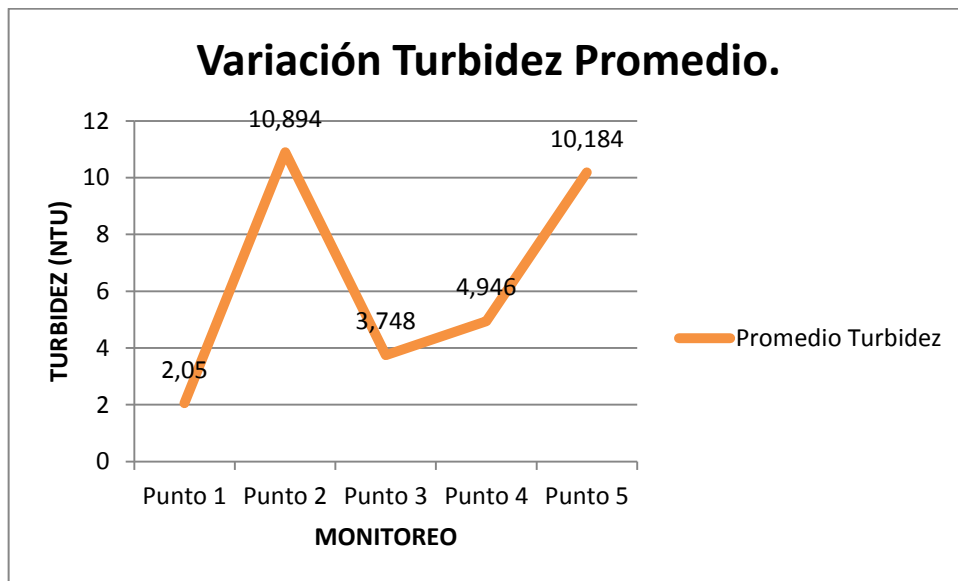
3.3.2.5 *Turbidez*

Tabla 26-3: Resultados de turbidez (NTU).

Resultados de Turbidez (NTU)						
MONITOREO/MES	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio Turbidez
Punto 1	0,86	2,22	3,9	2,8	0,47	2,05
Punto 2	4,35	7,31	36,6	4,97	1,24	10,894
Punto 3	2,14	4,11	6	2,87	3,62	3,748
Punto 4	6,59	7,07	7,52	2,39	1,16	4,946
Punto 5	4,5	9,97	31,4	3,82	1,23	10,184

Realizado por: Cinthia Cevallos

Gráfico 12-3: Variación de turbidez promedio (NTU).



Realizado por: Cinthia Cevallos

En la gráfica 12 se muestra la variación de turbidez existente en cada punto de monitoreo de la microcuenca del río Guano, en el periodo establecido para el estudio.

Se evidencia notoriamente que los puntos 2 y 5 presentan un valor de turbidez elevado en comparación con los otros puntos de monitoreo, probablemente se debe a que el recurso hídrico al llegar a estos puntos arrastra mayor cantidad de sólidos, además que estos sectores están conformados por arenas finas en su estructura.

Fotografía 12-3: Presencia de arenas finas en el punto 2 de la microcuenca del río Guano.



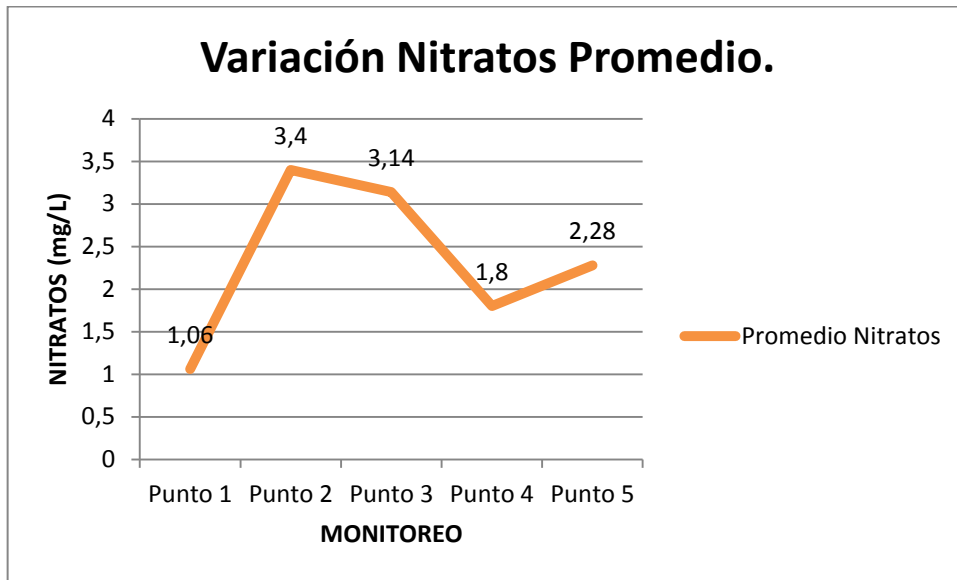
3.3.2.6 Nitratos

Tabla 27-3: Resultados de nitratos (mg/L).

Resultados de Nitratos (mg/L)						
MONITOREO/MES	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio Nitratos
Punto 1	0,7	1,3	1,2	1,1	1	1,06
Punto 2	2,1	3,3	7,6	2,3	1,7	3,4
Punto 3	3,1	5,1	3,5	1,4	2,6	3,14
Punto 4	1	3,7	2,2	0,9	1,2	1,8
Punto 5	2,1	2,7	3,6	1,2	1,8	2,28

Realizado por: Cinthia Cevallos

Gráfico 13-3: Variación de nitratos promedio (mg/L).



Realizado por: Cinthia Cevallos

El gráfico 13 muestra la variación de Nitratos expresados en mg/L, en los cinco puntos de monitoreo de la microcuenca del río Guano, en el periodo establecido para el estudio.

Se observa que los puntos 2 y 3 presentan un valor elevado de nitratos en comparación con los otros puntos, esto podría deberse al aumento de la utilización de fertilizantes en actividades agrícolas y también por el incremento de la población en estas zonas.

Fotografía 13-3: Incremento de la población y sus actividades en el punto 2.



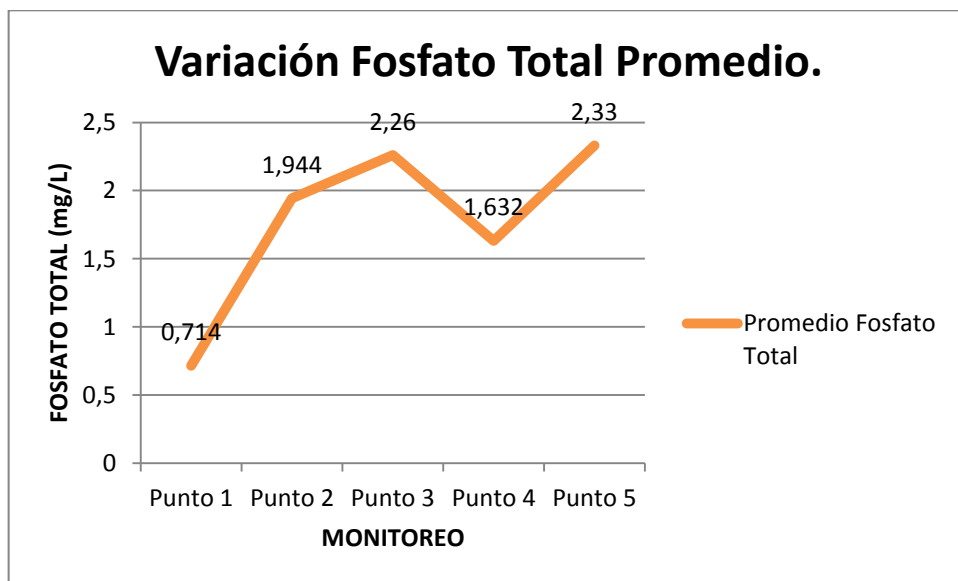
3.3.2.7 Fosfato Total

Tabla 28-3: Resultados de fosfato total (mg/L).

Resultados de Fosfato Total (mg/L)						
MONITOREO/MES	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio Fosfato Total
Punto 1	0,35	0,7	0,87	0,59	1,06	0,714
Punto 2	1,59	1,46	4,31	1,12	1,24	1,944
Punto 3	2,9	1,5	1,61	1,7	3,59	2,26
Punto 4	1,01	1,83	1,9	1,58	1,84	1,632
Punto 5	3,6	1,71	1,35	3,51	1,48	2,33

Realizado por: Cinthia Cevallos

Gráfico 14-3: Variación de fosfato total promedio (mg/L).



Realizado por: Cinthia Cevallos

En el gráfico 14 se muestra la relación existente de Fosfato Total expresado en mg/L, en los cinco puntos de monitoreo de la microcuenca del río Guano en el periodo determinado para el presente estudio.

Se evidencia claramente el valor elevado de fosfato total en los puntos 3 y 5, este motivo podría deberse a las descargas de aguas negras, los desechos industriales, el uso de fertilizantes y de detergentes que son utilizados en las diversas actividades de los pobladores.

Fotografía 14-3: Lavado de ropa en el punto 3 de la microcuenca del río Guano.



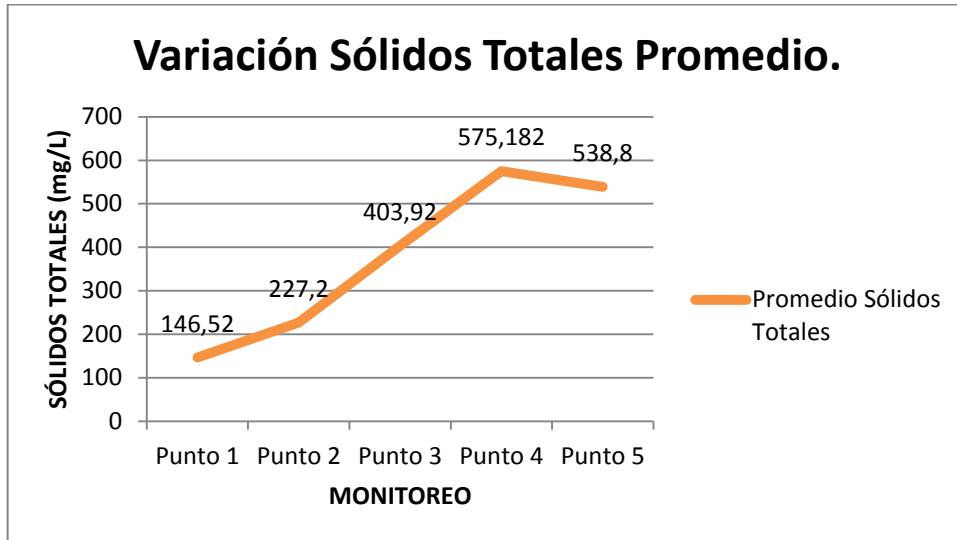
3.3.2.8 *Sólidos Totales*

Tabla 29-3: Resultados de sólidos totales (mg/L).

Resultados de Sólidos Totales (mg/L)						
MONITOREO/MES	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio Sólidos Totales
Punto 1	136	125,4	189	176,2	106	146,52
Punto 2	151,5	344,5	323,7	157,2	159,1	227,2
Punto 3	315	282	675,3	489,3	258	403,92
Punto 4	347	597,56	744,35	659	528	575,182
Punto 5	510	573	559	543	509	538,8

Realizado por: Cinthia Cevallos

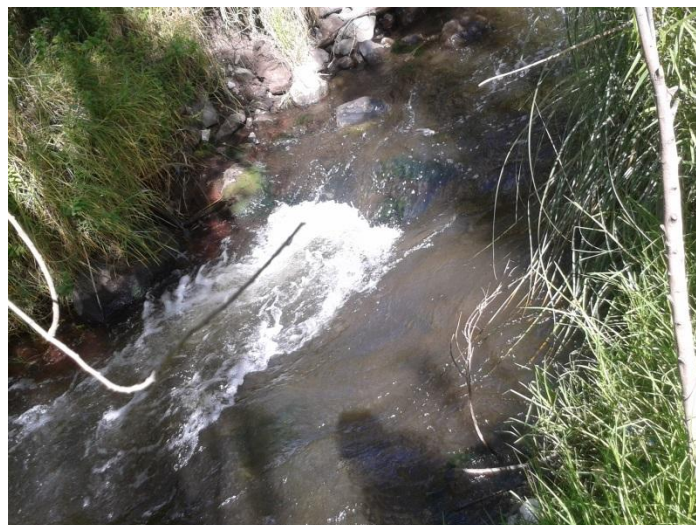
Gráfico 15-3: Variación de sólidos totales promedio (mg/L).



Realizado por: Cinthia Cevallos

El gráfico 15 muestra la variación de Sólidos Totales expresado en mg/L, en los cinco puntos de monitoreo de la microcuenca del río Guano, en el periodo establecido para la investigación. Se puede observar que existe un incremento de Sólidos Totales mientras se avanza en el trayecto del río, presentando los valores más altos en los puntos 3, 4 y 5; esto se debe posiblemente a la estructura y condición del terreno, procesos de erosión del suelo y por el arrastre de sólidos provenientes de las diferentes actividades a lo largo del trayecto en el río Guano.

Fotografía 15-3: Arrastre de sólidos en el punto 5 de la microcuenca del río Guano.



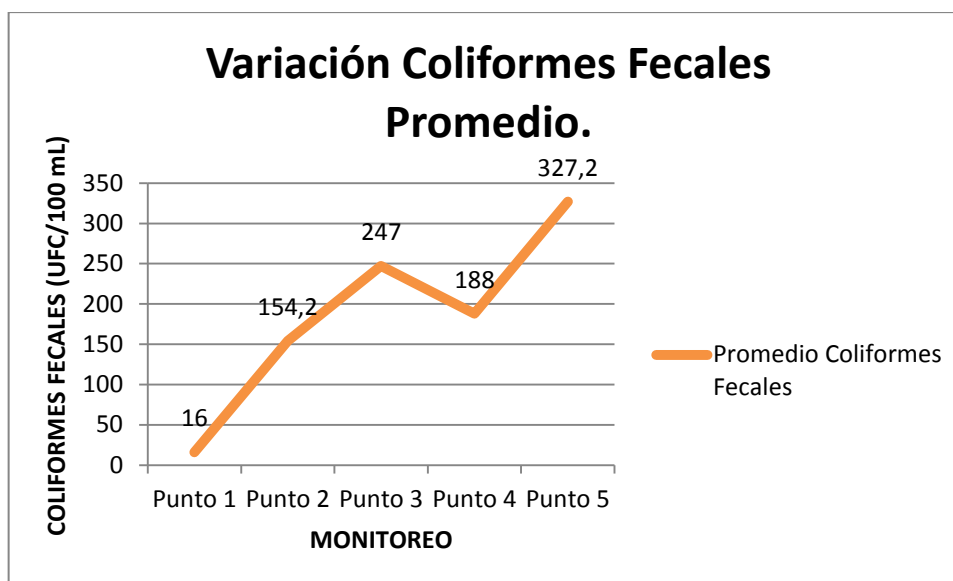
3.3.2.9 Coliformes Fecales

Tabla 30-3: Resultados de coliformes fecales (UFC/100 mL).

Resultados de Coliformes Fecales (UFC/100 mL)						
MONITOREO/MES	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio Coliformes Fecales
Punto 1	0	0	35	20	25	16
Punto 2	70	25	400	88	188	154,2
Punto 3	362	412	312	60	89	247
Punto 4	125	311	276	148	80	188
Punto 5	315	417	368	344	192	327,2

Realizado por: Cinthia Cevallos

Gráfico 16-3: Variación de coliformes fecales promedio (UFC/100 mL).



Realizado por: Cinthia Cevallos

El gráfico 16 muestra la variación de coliformes fecales expresado en UFC/100mL, en los cinco puntos de monitoreo de la microcuenca del río Guano para el periodo Agosto-Diciembre del 2014.

Se observa una tendencia a incrementar el valor de coliformes fecales desde el punto 1 a l punto 5, con un leve deceso en el punto 4; este aumento significativo se debe probablemente a la presencia de actividades industriales, agrícolas, ganado y al incremento de asentamientos humanos a lo largo del río Guano.

3.3.1 Relación entre parámetros Físico-Químicos

A continuación se presentan las principales relaciones que se dan entre los parámetros físico-químicos determinados para el estudio de la microcuenca del río Guano.

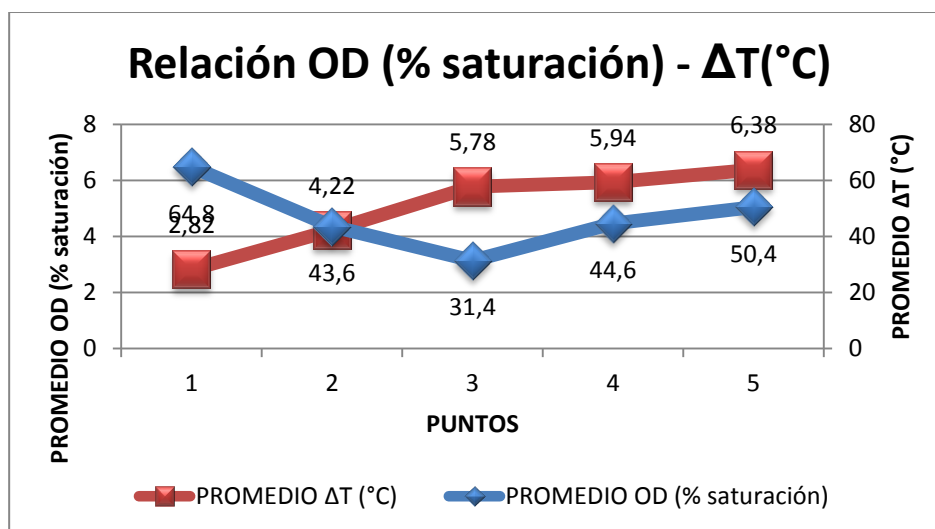
3.3.1.1 Oxígeno disuelto - Cambio de temperatura

Tabla 31-3: Resultados promedio de OD (% saturación) – ΔT ($^{\circ}C$).

Resultados Promedio de OD (% saturación) - ΔT ($^{\circ}C$)		
MONITOREO	PROMEDIO OD (% saturación)	PROMEDIO ΔT ($^{\circ}C$)
Punto 1	64,8	2,82
Punto 2	43,6	4,22
Punto 3	31,4	5,78
Punto 4	44,6	5,94
Punto 5	50,4	6,38

Realizado por: Cinthia Cevallos

Gráfico 17-3: Relación OD (% saturación) – ΔT ($^{\circ}C$).



Realizado por: Cinthia Cevallos

En el gráfico 17 se indica la relación que existe entre el Oxígeno Disuelto y el Cambio de Temperatura en los diferentes puntos de monitoreo de la microcuenca del río Guano en el periodo considerado para la investigación.

Se observa que en los puntos 2, 3, 4 y 5 al aumentar la temperatura el oxígeno disuelto disminuye considerablemente, mientras que el punto 1 es el que tiene una valoración mayor de OD razón que se debe posiblemente a las temperaturas bajas de la zona.

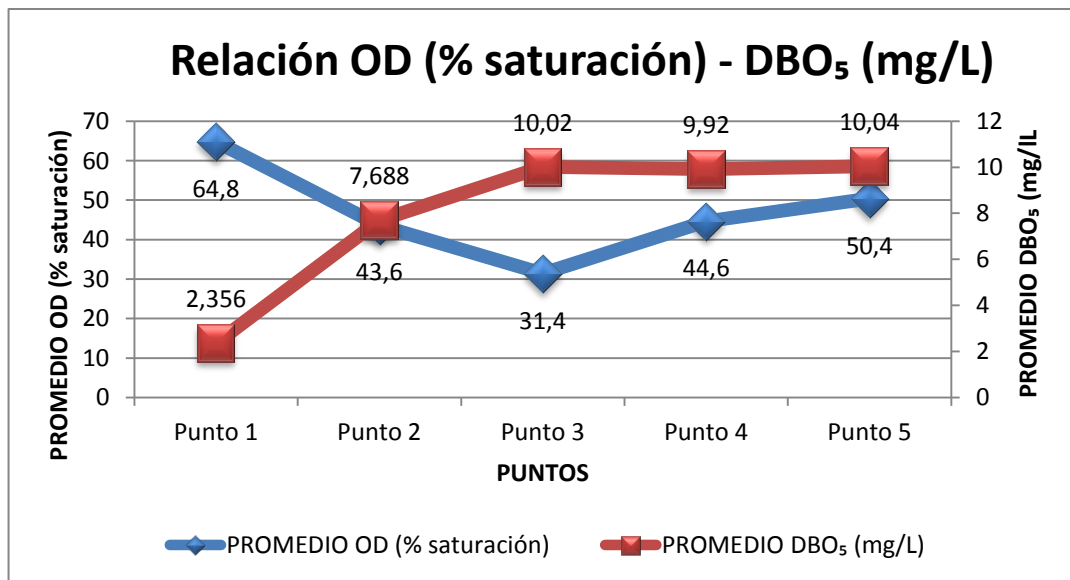
3.3.1.2 Oxígeno Disuelto-DBO₅

Tabla 32-3: Resultados promedio de OD (% saturación) - DBO₅ (mg/L).

Resultados Promedio de OD (% saturación) - DBO ₅ (mg/L)		
MONITOREO	PROMEDIO OD (% saturación)	PROMEDIO DBO ₅ (mg/L)
Punto 1	64,8	2,356
Punto 2	43,6	7,688
Punto 3	31,4	10,02
Punto 4	44,6	9,92
Punto 5	50,4	10,04

Realizado por: Cinthia Cevallos

Gráfico 18-3: Relación OD (% saturación) - DBO₅ (mg/L).



Realizado por: Cinthia Cevallos

En la gráfica 18 se muestra la relación que existe entre el Oxígeno Disuelto y la Demanda Bioquímica de Oxígeno en los diferentes puntos de monitoreo de la microcuenca del río Guano para el periodo de estudio establecido.

Claramente se observa que los puntos 2, 3, 4 y 5 mantienen un comportamiento atípico; es decir, al aumentar la DBO₅ el oxígeno disuelto de cada zona disminuye; en tanto que el punto 1 posee un valor bajo de la DBO₅ posiblemente se debe a que esta zona no presenta mayor actividad antrópica.

3.3.2 Índice de Calidad del Agua

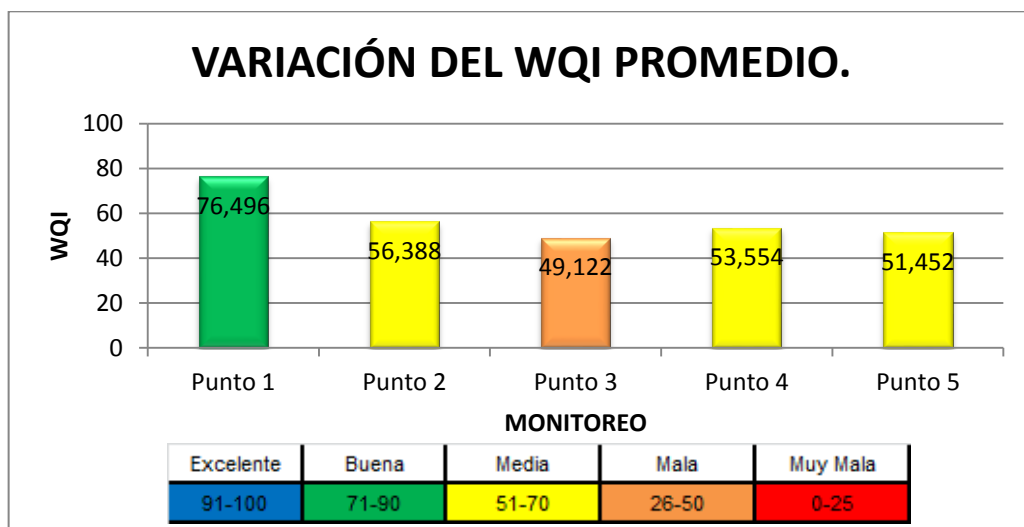
El índice de calidad del agua (WQI), tendrá un valor igual o cercano a 0% si la condición del recurso hídrico es altamente contaminada, mientras que tendrá un valor del 100% si el agua muestra óptimas condiciones.

Tabla 33-3: Resultados del Índice de Calidad del Agua (WQI) para los puntos de monitoreo.

MONITOREO/MES	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	PROMEDIO WQI
Punto 1	83,95	79,84	68,39	73,93	76,37	76,496
Punto 2	61,08	61,49	43	59,94	56,43	56,388
Punto 3	49,15	47,37	47,17	53,52	48,4	49,122
Punto 4	58,36	49,51	48,26	56,03	55,61	53,554
Punto 5	49,13	52,38	46,41	53,66	55,68	51,452
PROMEDIO FINAL WQI						57,4

Realizado por: Cinthia Cevallos

Gráfico 19-3: Variación del WQI promedio en los puntos de monitoreo.



Realizado por: Cinthia Cevallos

El gráfico 19 indica la variación del Índice de calidad del agua (WQI) en los diferentes puntos de la microcuenca del río Guano, a lo largo del periodo de estudio; a través del análisis de parámetros físico-químicos (oxígeno disuelto, pH, cambio de temperatura, DBO₅, fosfatos, nitratos, turbidez y sólidos totales) y microbiológicos (coliformes fecales); evidenciándose que el punto 1 es el único sector que mantiene una calidad de agua “BUENA”, probablemente porque en este punto no existe una alteración antrópica considerable; mientras que los puntos 2, 4 y 5 presentan una calidad de agua “MEDIA”, seguramente este motivo se debe a que en estas zonas existen importantes actividades humanas tanto industriales como domésticas; a su vez el punto 3 revela una calidad de agua “MALA”, esta condición posiblemente se debe a que este punto recibe directamente las descargas de aguas negras y grises de la urbe del cantón Guano.

Fotografía 16-3: Zona alta de la microcuenca del río Guano.



Fotografía 17-3: Zona media-baja de la microcuenca del río Guano.



3.3.3 Índice Biológico Andino

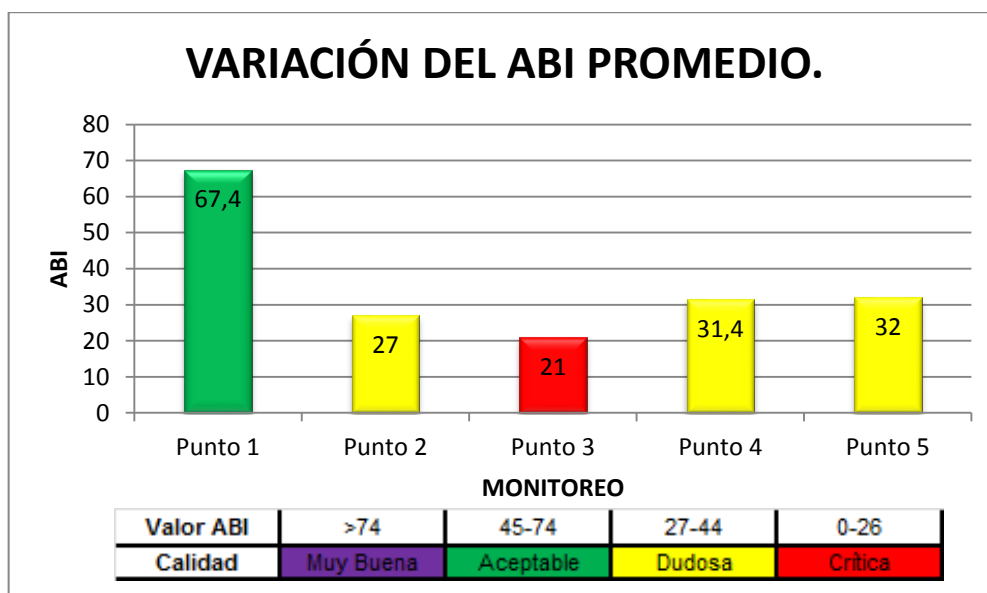
El Índice Biológico Andino a través de sus cuatro rangos de calidad califica las condiciones del recurso hídrico como: MUY BUENA, ACEPTABLE, DUDOSA Y CRÍTICA, mediante la sumatoria de los puntajes de cada familia de macroinvertebrados sensibles o tolerantes a la contaminación; considerados de 1 a 10, respectivamente.

Tabla 34-3: Resultados del Índice Biológico Andino (ABI) para los puntos de monitoreo.

MONITOREO/MES	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	PROMEDIO ABI
Punto 1	72	61	63	68	73	67,4
Punto 2	24	36	30	24	21	27
Punto 3	18	25	23	22	17	21
Punto 4	30	38	34	33	22	31,4
Punto 5	34	36	35	24	31	32
RESULTADO FINAL ABI						35,76

Realizado por: Cinthia Cevallos

Gráfico 20-3: Variación del ABI promedio en los puntos de monitoreo.



Realizado por: Cinthia Cevallos

El gráfico 20 muestra la variación del índice Biológico Andino (ABI) en los cinco puntos de monitoreo de la microcuenca del río Guano desde Agosto-Diciembre del 2014.

Se observa que el punto 1 revela una calidad de agua “ACEPTABLE”, posiblemente se debe a que este sector al no presentar mayor intrusión de la actividad del hombre posee condiciones óptimas para el desarrollo de una gran diversidad de macroinvertebrados tanto sensibles como tolerantes a la contaminación.

Los puntos 2, 4 y 5 presentan una calidad del agua “DUDOSA”, esto se debe probablemente a que en estos sectores existen actividades diarias de ganadería, agricultura e industriales que alteran el ciclo biológico de los macroinvertebrados reduciendo su proliferación.

De acuerdo a este índice el punto 3 indica una calidad del agua “CRÍTICA”, lo que seguramente se debe a que en este sector no existen características adecuadas que faciliten el desarrollo de familias de macroinvertebrados indicadoras de buena calidad debido a la constante acción antrópica del hombre.

Fotografía 18-3: Macroinvertebrado del Orden Amphipoda – Familia Hyalellidae.



3.3.3.1 Macroinvertebrados encontrados

En la siguiente tabla se presentan los órdenes y familias de macroinvertebrados que fueron encontrados en los distintos puntos de la microcuenca del río Guano durante el periodo de estudio.

Tabla 35-3: Macroinvertebrados encontrados en el estudio de la microcuenca del río Guano.

Orden	Familia	Cantidad	Valor ABI	Observaciones
Tricladida	Planariidae	78	5	Mayor número encontrado en el punto 5
Hirudinea		34	3	Encontrado en el punto 5
Oligochaeta		115	1	Encontrado en los puntos 2,3 y 4
Amphipoda	Hyalellidae	127	6	Mayor número encontrado en el punto 5
Ostracoda		32	3	Encontrado en los puntos 3 y 5
Ephemeroptera	Baetidae	89	4	Mayor número encontrado en el punto 5
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	36	10	Encontrado en los puntos 1 y 4
Ephemeroptera	Leptohyphidae	16	7	Encontrado en los puntos 1 y 5
Odonata	Libellulidae	13	6	Encontrado en el punto 4

Odonata	Coenagrionidae	12	6	Encontrado en el punto 1
Odonata	Calopterygidae	59	8	Encontrado en el punto 1
Odonata	Polythoridae	20	10	Encontrado en los puntos 1 y 5
Odonata	Perlidae	38	10	Mayor número encontrado en el punto 1
Heteroptera	Gerridae	11	5	Encontrado en el punto 4
Heteroptera	Corixidae	7	5	Encontrado en el punto 3
Heteroptera	Belostomatidae	48	4	Encontrado en los puntos 1 y 4
Trichoptera	Odontoceridae	15	10	Encontrado en el punto 1
Trichoptera	Hydroptilidae	7	6	Encontrado en el punto 5
Trichoptera	Xiphocentronidae	19	8	Encontrado en el punto 1
Trichoptera	Hydrobiosidae	17	8	Encontrado en el punto 1
Trichoptera	Glossosomatidae	37	7	Encontrado en el punto 1
Trichoptera	Hydropsychidae	30	5	Encontrado en los puntos 4 y 5
Trichoptera	Anamalopsychidae	32	10	Encontrado en el punto 1
Trichoptera	Philopotamidae	25	8	Encontrado en el punto 1
Trichoptera	Limnephilidae	14	7	Mayor número encontrado en el punto 1
Lepidoptera	Pyalidae	89	4	Mayor número encontrado en el punto 3
Coleoptera	Ptilodactylidae	18	5	Encontrado en el punto 1
Coleoptera	Lampyridae	36	5	Mayor número encontrado en el punto 1
Coleoptera	Scirtidae	41	5	Encontrado en los puntos 2 y 4
Coleoptera	Staphylinidae	106	3	Mayor número encontrado en el punto 4
Coleoptera	Elmidae	110	5	Mayor número encontrado en puntos 1 y 5
Coleoptera	Gyrinidae	77	3	Mayor número encontrado en el punto 5
Coleoptera	Dytiscidae	71	3	Mayor número encontrado en el punto 2
Coleoptera	Hydrophilidae	48	3	Encontrado en el punto 2
Diptera	Blepharoceridae	42	10	Encontrado en el punto 1
Diptera	Simuliidae	22	5	Encontrado en el punto 1
Diptera	Tabanidae	8	4	Encontrado en el punto 4
Diptera	Tipulidae	4	5	Encontrado en el punto 3
Diptera	Limoniidae	105	4	Mayor número encontrado en puntos 2 y 4
Diptera	Ceratopogonidae	96	4	Mayor número encontrado en el punto 1
Diptera	Dixidae	11	4	Encontrado en el punto 3
Diptera	Psychodidae	50	3	Encontrado en los puntos 3, 4 y 5
Diptera	Empididae	9	4	Encontrado en el punto 4
Diptera	Chironomidae	51	2	Mayor número encontrado en el punto 2
Diptera	Culicidae	85	2	Mayor número encontrado en el punto 3
Diptera	Muscidae	82	2	Mayor número encontrado en el punto 2
Diptera	Ephydriidae	19	2	Encontrado en el punto 4
Diptera	Athericidae	11	10	Encontrado en el punto 1
Diptera	Syrphidae	136	1	Mayor número encontrado en puntos 4 y 5

Realizado por: Cinthia Cevallos

El punto 1 durante el periodo de estudio presentó mayores condiciones de cantidad y biodiversidad de los macroinvertebrados encontrados tanto sensibles a la contaminación como tolerantes a ella, en comparación con los puntos 2, 3, 4 y 5 que evidenciaron cantidades menores de macroinvertebrados, así como una biodiversidad más baja.

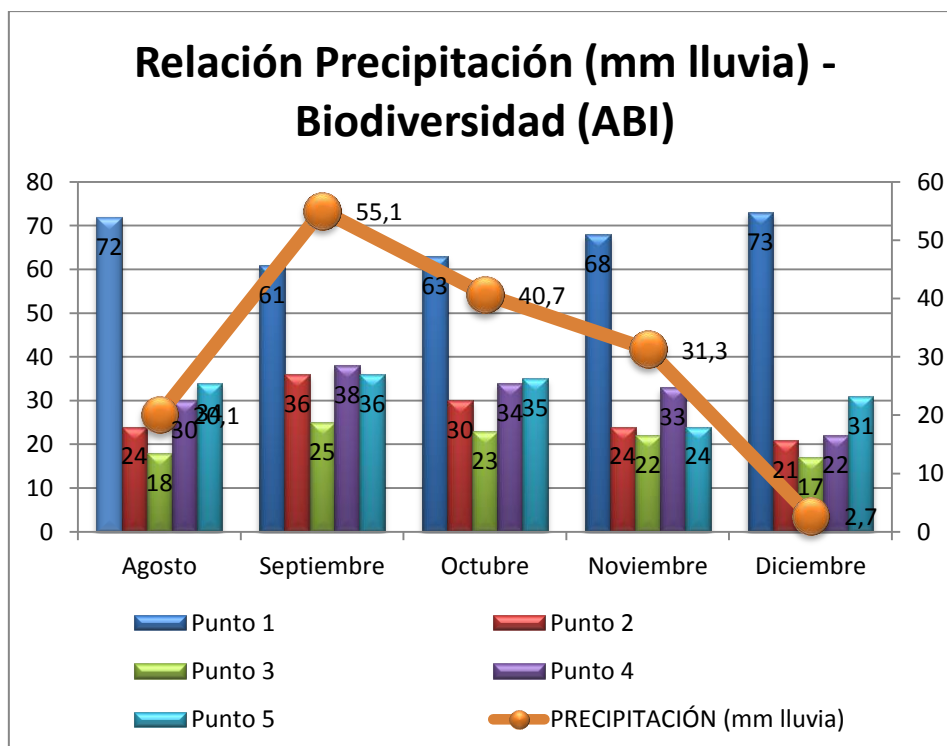
3.3.3.2 Relación Precipitación - Biodiversidad

Tabla 36-3: Datos de precipitación (mm lluvia) y ABI en el periodo Agosto-Diciembre del 2014.

MONITOREO/MES	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Punto 1	72	61	63	68	73
Punto 2	24	36	30	24	21
Punto 3	18	25	23	22	17
Punto 4	30	38	34	33	22
Punto 5	34	36	35	24	31
PRECIPITACIÓN (mm lluvia)	20,1	55,1	40,7	31,3	2,7

Realizado por: Cinthia Cevallos

Gráfico 21-3: Relación precipitación (mm lluvia)- biodiversidad (ABI).



Realizado por: Cinthia Cevallos

En el gráfico anterior se demuestra la relación que existe entre la Precipitación mensual de cada punto de monitoreo de la microcuenca del río Guano con el índice Biológico Andino; afirmando que durante la temporada de lluvia más fuerte (Septiembre) disminuyó la biodiversidad en las zonas de agua de buena calidad, pero aumentó en las zonas de baja calidad del agua; así por ejemplo en el mes de Agosto se observa que el punto 1 tiene un ABI de 72 y al aumentar la precipitación en Septiembre tiende a disminuir a 61; fenómeno que ocurre contradictoriamente en el resto de puntos que tienen una valoración ABI baja pero al aumentar la precipitación en mencionado mes tienden a mejorar la su calidad.

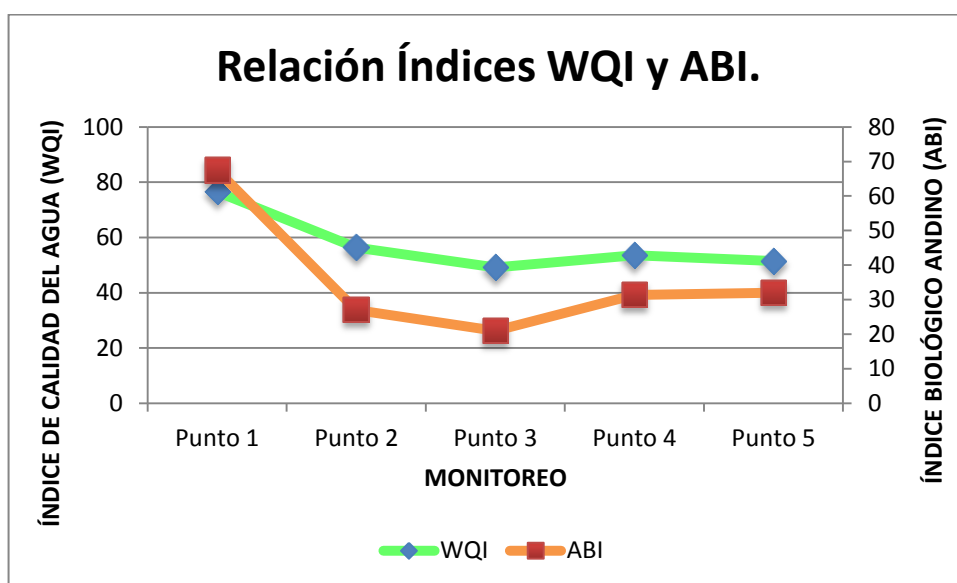
3.3.4 Comparación entre Índices WQI y ABI

Tabla 37-3: Datos de los índices WQI y ABI en los puntos de monitoreo.

MONITOREO	WQI	ABI
Punto 1	76,496	67,4
Punto 2	56,388	27
Punto 3	49,122	21
Punto 4	53,554	31,4
Punto 5	51,452	32

Realizado por: Cinthia Cevallos

Gráfico 22-3: Relación índices WQI y ABI en los puntos de monitoreo.



Realizado por: Cinthia Cevallos

En el gráfico anterior se evidencia la relación existente entre el Índice de Calidad del Agua (WQI) y el índice Biológico Andino (ABI) en los cinco puntos de monitoreo de la microcuenca del río Guano en el periodo Agosto-Diciembre del 2014.

Se observa claramente que ambos índices mantienen un comportamiento similar a lo largo de su trayecto en los puntos 2, 3, 4 y 5; es decir si el WQI aumenta el ABI también sube y viceversa; a su vez también se demuestra que en el punto 1 el ABI es mayor al WQI, suceso que no ocurre en los demás puntos de monitoreo; pues esta peculiaridad probablemente se debe a que en el punto 1 mantiene las condiciones adecuadas para el desarrollo de distintas y numerosas familias de macroinvertebrados sensibles a la contaminación, lo cual aporta significativamente en la valoración del ABI.

3.4 Prueba de Hipótesis

Tabla 38-3: Cuadro de contingencia con los resultados del WQI y del ABI.

PUNTO DE MONITOREO	WQI	VALORACIÓN	ABI	VALORACIÓN	TOTAL POR RENGLÓN
Punto 1	76,496	BUENA	67,4	ACEPTABLE	143,896
Punto 2	56,388	MEDIA	27	DUDOSA	83,388
Punto 3	49,122	MALA	21	CRÍTICA	70,122
Punto 4	53,554	MEDIA	31,4	DUDOSA	84,954
Punto 5	51,452	MEDIA	32	DUDOSA	83,452
TOTAL POR COLUMNA	287,012		178,8		
GRAN TOTAL		465,812			465,812

Realizado por: Cinthia Cevallos

Análisis Estadístico WQI

Tabla 39-3: Análisis con el estadístico Ji Cuadrado para el WQI.

PUNTO DE MONITOREO	O	E	O-E	(O-E) ²	$\chi^2=(O-E)^2/E$
Punto 1	76,496	88,66	-12,164	147,962896	1,668879946
Punto 2	56,388	51,38	5,008	25,080064	0,488128922
Punto 3	49,122	43,21	5,912	34,951744	0,808880907
Punto 4	53,554	52,34	1,214	1,473796	0,02815812
Punto 5	51,452	51,42	0,032	0,001024	1,99144E-05

Realizado por: Cinthia Cevallos

Dónde:

O= Frecuencia Observada

E= Frecuencia Esperada

- **Cálculo Frecuencia Esperada.**

$$E = \frac{\text{Total Renglón} * \text{Total Columna}}{\text{Gran Total}}$$

Por ejemplo:

$$E1 = \frac{\text{Total Renglón1} * \text{Total ColumnaWQI}}{\text{Gran Total}}$$
$$E1 = \frac{143,896 * 287,012}{465,812}$$
$$E1 = 88,66$$

Hipótesis Nula.

Ho: Los valores obtenidos con el índice WQI no son iguales en los puntos de monitoreo de la microcuenca del río Guano.

$$Ho: U1=U2$$

Hipótesis Alternativa.

Ha: Los valores obtenidos con el índice WQI son iguales en los puntos de monitoreo de la microcuenca del río Guano.

$$Ha: U1 \neq U2$$

- **Cálculo del Ji Cuadrado Total.**

$$x^2 = \sum \left[\frac{(O - E)^2}{E} \right]$$
$$x^2 = 1,67 + 0,49 + 0,81 + 0,03 + 0,0000199$$
$$x^2 = 3$$

- **Cálculo Grados de libertad.**

$$gl=(n-1)(m-1)$$

Dónde:

gl = grados de libertad

n= número de filas

m= número de columnas

$$gl=(5-1)(2-1)$$

$$gl=4$$

- **Nivel de significancia.**

$\alpha=0,05$ lo que significa un 95% de que la H_0 sea verdadera.

- **Comparación del valor crítico con el valor calculado.**

$T_\alpha \geq T$ se acepta la Hipótesis Nula

Dónde:

T= valor calculado

T_α =Valor obtenido en la tabla ji cuadrado

$$9,488 > 3 \quad (\text{verdadera})$$

Se concluye que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la alterna; lo que quiere decir que los valores obtenidos con el índice WQI no son iguales en los puntos de monitoreo de la microcuenca del río Guano, presentando una contaminación constante.

Análisis Estadístico ABI.

Tabla 40-3: Análisis con el estadístico Ji Cuadrado para el ABI.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO ABI					
PUNTO DE MONITOREO	O	E	O-E	(O-E) ²	$\chi^2=(O-E)^2/E$
Punto 1	67,4	55,23	12,17	148,1089	2,681674814
Punto 2	27	32,01	-5,01	25,1001	0,784133083
Punto 3	21	26,92	-5,92	35,0464	1,301872214
Punto 4	31,4	32,61	-1,21	1,4641	0,044897271
Punto 5	32	32,03	-0,03	0,0009	2,80987E-05

Realizado por: Cinthia Cevallos

Dónde:

O= Frecuencia Observada

E= Frecuencia Esperada

- **Cálculo Frecuencia Esperada.**

$$E = \frac{\text{Total Renglón} * \text{Total Columna}}{\text{Gran Total}}$$

Por ejemplo:

$$E1 = \frac{\text{Total Renglón1} * \text{Total ColumABI}}{\text{Gran Total}}$$
$$E1 = \frac{143,896 * 178,8}{465,812}$$
$$E1 = 55,33$$

Hipótesis Nula.

Ho: Los valores obtenidos con el índice ABI no son iguales en los puntos de monitoreo de la microcuenca del río Guano.

$$Ho: U1=U2$$

Hipótesis Alternativa.

Ha: Los valores obtenidos con el índice ABI son iguales en los puntos de monitoreo de la microcuenca del río Guano.

$$Ha: U1 \neq U2$$

- **Cálculo del Ji Cuadrado Total.**

$$x^2 = \sum \left[\frac{(O - E)^2}{E} \right]$$
$$x^2 = 2,68 + 0,78 + 1,30 + 0,04 + 0,0000281$$
$$x^2 = 4,8$$

- **Cálculo Grados de libertad.**

$$gl=(n-1)(m-1)$$

Dónde:

gl = grados de libertad

n= número de filas

m= número de columnas

$$gl=(5-1)(2-1)$$

$$gl=4$$

- **Nivel de significancia.**

$\alpha=0,05$ lo que significa un 95% de que la H_0 sea verdadera.

- **Comparación del valor crítico con el valor calculado.**

$T_\alpha \geq T$ se acepta la Hipótesis Nula

Dónde:

T= valor calculado

T_α =Valor obtenido en la tabla ji cuadrado

$$9,488 > 4,8 \quad (\text{verdadera})$$

Se concluye que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la altera; lo que quiere decir que los valores obtenidos con el índice ABI no son iguales en los puntos de monitoreo de la microcuenca del río Guano, presentando una contaminación constante.

CONCLUSIONES

- El estudio de la calidad hídrica de la microcuenca del río Guano se efectuó exitosamente en el periodo Agosto-Diciembre del 2014, mediante los índices de calidad WQI y ABI.
- Los cinco puntos de monitoreo fueron establecidos mediante el recorrido de la microcuenca del río Guano, considerando los distintos pisos altitudinales, con la información proporcionada por los habitantes de la zona, el reconocimiento de las vertientes y descargas industriales y domiciliarias, las principales actividades del cantón que influyen directamente en la calidad del agua y así en los resultados de la investigación.
- Se obtuvo un caudal promedio para cada uno de los puntos de monitoreo identificados previamente en la microcuenca del río Guano; así para el Punto 1 se obtuvo 24,294 L/s, para el Punto 2 se obtuvo 59,902 L/s, para el Punto 3 se obtuvo 60,188 L/s; para el Punto 4 se obtuvo 389,432 L/s y para el Punto 5 se obtuvo 904,2 L/s; arrojando como resultado un caudal promedio de 287,60 L/s para el periodo de estudio.
- La calidad del agua en la microcuenca del río Guano, a través del Índice WQI, arroja de cada punto resultados promedio entre 49-76, que dan como valor promedio final 57,4 que corresponde al criterio de agua de calidad “MEDIA”. Mientras que el Índice Biológico Andino proporciona como resultado valores promedio entre 27-67, estableciendo como resultado promedio final 35,76 que corresponde a aguas de calidad “DUDOSA”.
- La utilización del Índice Biológico Andino para zonas de altura es un índice apropiado y recomendable, puesto que se encuentra adaptado específicamente para vertientes, arroyos y ríos entre los 2 000 y 4 000 m.s.n.m., como es el caso de la microcuenca del río Guano.
- Mediante el estadístico no paramétrico Ji Cuadrado se realizó la prueba de hipótesis planteada para la investigación, la cual fue aceptada con nivel de probabilidad del 95%, confirmando que los valores en los puntos de monitoreo de la microcuenca del río Guano son diferentes y a su vez presentan una contaminación constante.

RECOMENDACIONES

- Se sugiere que tanto las autoridades como las comunidades que habitan en la zona, participen activamente en el proceso de la investigación ya que su apoyo y ayuda es indispensable para obtener información y posteriormente resultados veraces.
- Se recomienda realizar monitoreos permanentes en la microcuenca del río Guano, o al menos considerar otra época del año para obtener resultados más completos sobre el comportamiento del recurso hídrico en cuanto a su calidad y cantidad.
- Para futuros estudios en la microcuenca del río Guano se sugiere tomar los puntos representativos a alturas mayores; debido a que el incremento poblacional, actividades como el pastoreo y el traspaso de la frontera agrícola no brindarán información actual ni confiable.
- Partiendo de la condición de que el mejor residuo es el que no se produce, se llega evidentemente a comprender que es de vital importancia la prevención de las descargas de aguas residuales domésticas e industriales que aportan a la contaminación acelerada del río Guano, evolucionando hacia una mayor sostenibilidad en la gestión del recurso hídrico.
- Es necesario que cada industria que realiza sus descargas de aguas contaminadas cuente con una planta de tratamiento; ya que el río Guano es una fuente de riego para los agricultores de tierras aledañas a las riberas del río.
- Se debe evitar que actividades como la lavandería sean realizadas en las vertientes del recurso hídrico, puesto que este abastece de agua potable al cantón.
- Es importante que las autoridades se encuentren informadas sobre el impacto ambiental que se genera día tras día en el río Guano; para que tomen medidas de prevención y mitigación en conjunto con los habitantes, agricultores, obreros y dueños de las pequeñas y grandes industrias; generando una conciencia adecuada sobre la problemática de contaminación que se presenta y al mismo tiempo implementar prácticas de producción más limpia.
- Respecto al análisis de los diferentes parámetros físico-químicos, biológicos y microbiológicos se sugiere previamente revisar los equipos y técnicas que serán empleados durante el estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACOSTA, Raúl.; et al. Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. Madrid-España. Limnetica. 2009, 61 p

AMARILDO, Estela. Protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos superficiales. Lima-Perú. Oficce. 2007, pp. 9-12

CARRERA, Carlos.; & FIERRO, Karol. Manual de monitoreo: los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. Quito-Ecuador. Ecociencia. 2009, pp. 27-32; 57-43

CALCULATING NSF WATER QUALITY INDEX. WATER RESEARCH CENTER. 2014

<http://www.water-research.net/index.php/water-treatment/water-monitoring/monitoring-the-quality-of-surfacewaters>

2014-06-11

DE LA LANZA, Guadalupe. Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (Bioindicadores). México D.F.-México. Valdés. 2007, pp. 17-28

ENCALADA, Andrea.; et al. Protocolo simplificado y guía de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA-S). Quito-Ecuador. V&M Gráficas. 2011, pp. 33-79

GAD. Cantonal de Guano. Plan de Desarrollo y Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Guano. Guano-Ecuador. Imprenta B&V. 2012, pp. 27-68

GAD. Provincial De Chimborazo. Estudio y Plan de Mitigación sobre la Contaminación del Río Guano, Cantón Guano, Provincia de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. Imprenta Gutemberg. 2009, 112 p

LOBOS, José. La calidad del agua del Río Sucio en la zona del Valle de San Andrés. Revista Tecnológica. Vol., 2. 29 de marzo del 2005. Valle de San Andrés-El Salvador. p.14

PROTOCOLO ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA. PATHFINDER CIENCIA. 2011
<http://translate.google.com.ec/translate?hl=es&sl=en&u=http://www.pathfinderscience.net/stream/cproto4.cfm&prev=search>
2014-09-17

ROLDAN, Gabriel. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. 2. ed., Bogotá-Colombia. Universidad de Antioquia. 2005, pp. 1-7

ROJAS, Oscar. Manual básico para medir caudales. Quito-Ecuador. FONAG. 2006, pp. 8-13

ROMERO, Jairo. Calidad del agua. 2. ed., Bogotá-Colombia. Escuela Colombiana de Ingeniería. 2007, pp. 67-68; 71-94; 133-135;173

SIERRA, Rodrigo. Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador Continental. 3. ed., Quito-Ecuador. Rimana. 2010, pp. 55-56

STUDHOLME, Ashley. Manual metodológico para el monitoreo de calidad de agua con macroinvertebrados. Riobamba-Ecuador. Gráficas Basantes. 2012, 35 p

WORLD Vision. Manual de Manejo de Cuencas. 2. ed., Canadá. Oficina de World Vision. 2005, pp. 10-12; 42-44

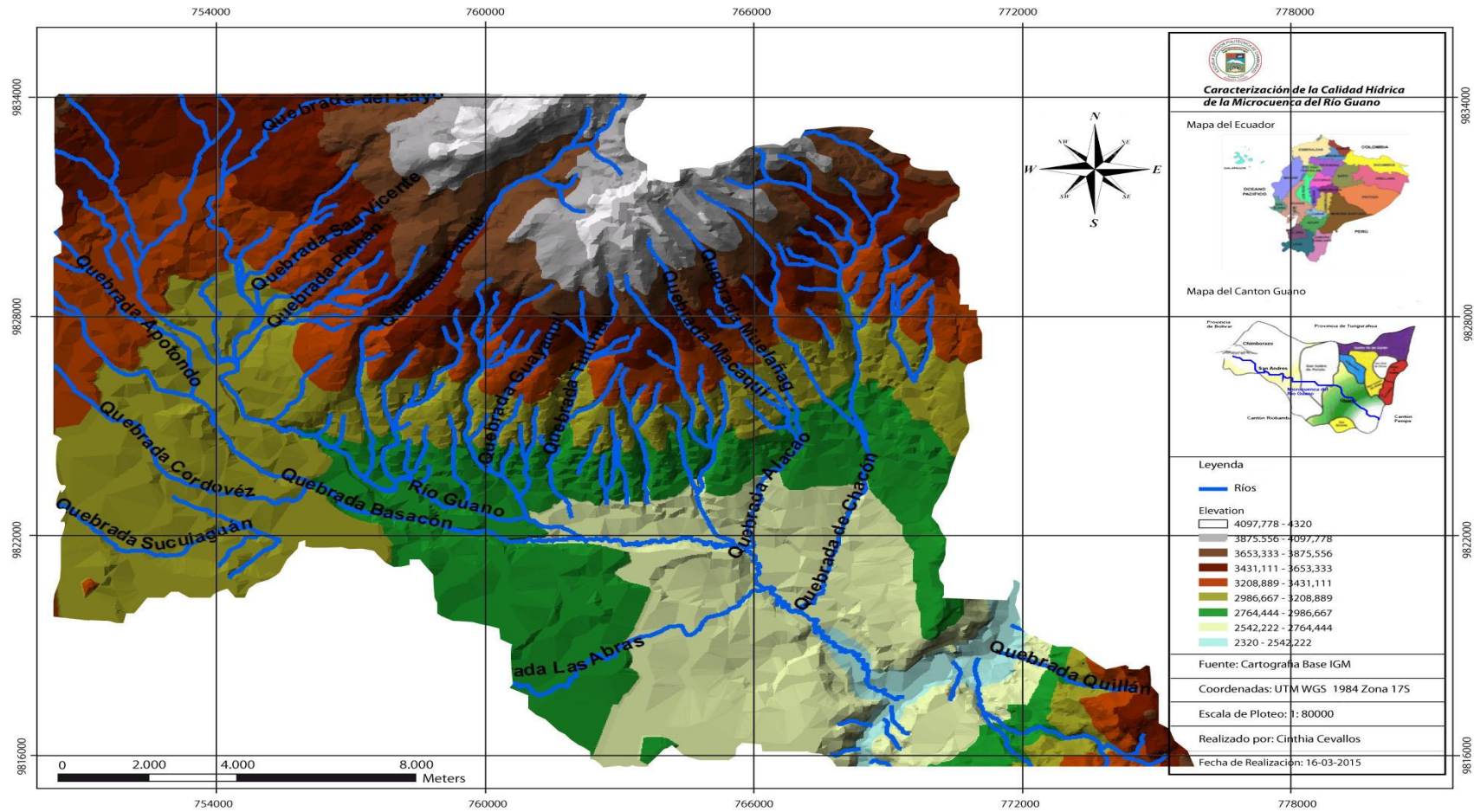
ZURY, William. Manual de Planificación y Gestión Participativa de Cuencas y Microcuencas. 2. ed., Ibarra-Ecuador. SOBOC. 2008, pp. 60-6

ANEXOS

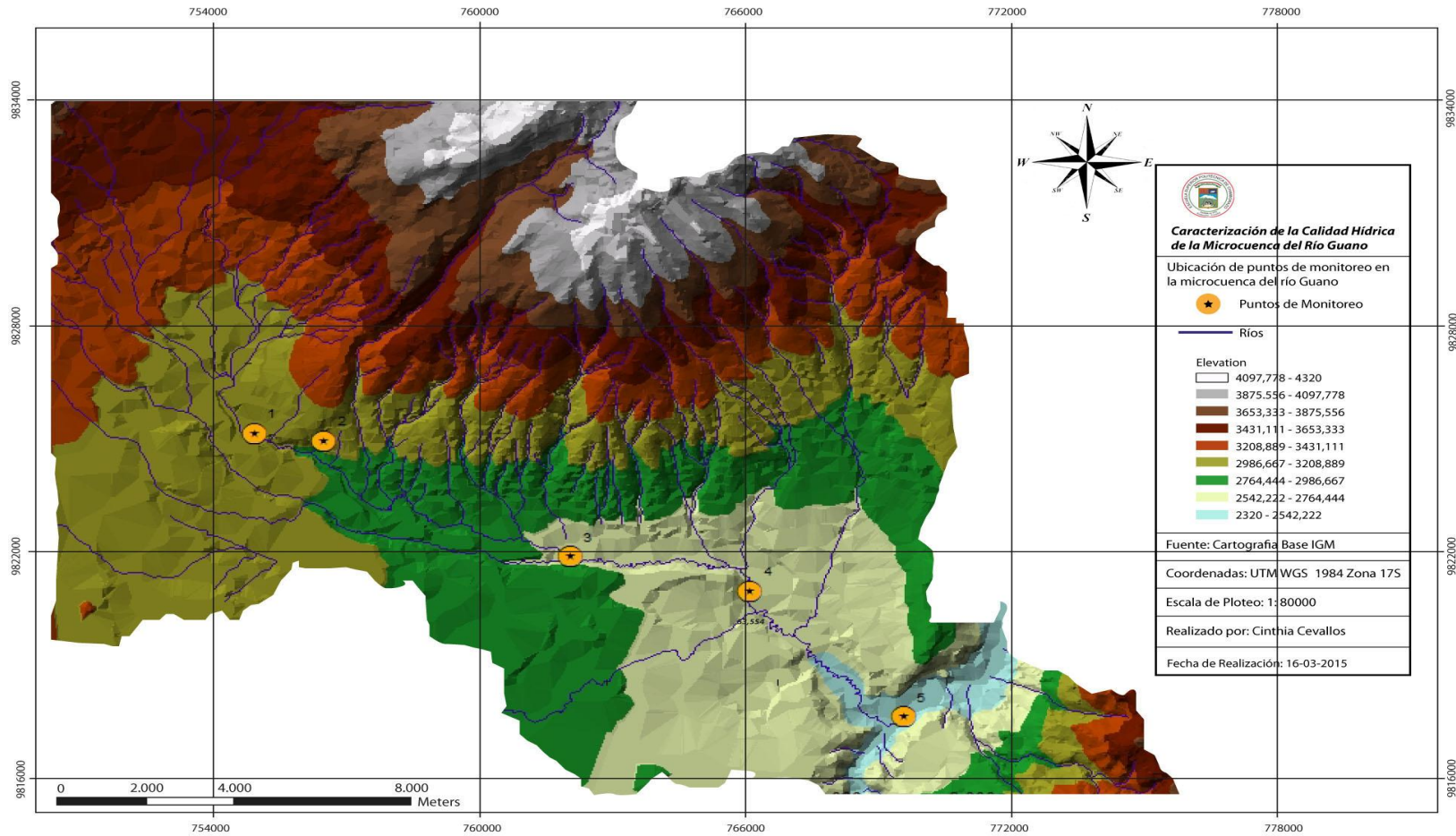
ANEXO A. Matriz de campo para el estudio de la Microcuenca del Río Guano.

MATRIZ DE CAMPO									
Cuenca:			Microcuenca:			Cantón:		Altitud:	
Tema Investigación:			Longitud:			Latitud:			
Responsable:									
Fecha:			Hora:			Mes:			
CARACTERÍSTICAS DE LAS RIBERAS DEL RÍO									
Uso predominante del suelo			Topografía:				Carreteras Aledañas:		
Bosque <input type="checkbox"/>	Urbano <input type="checkbox"/>	Plana <input type="checkbox"/>	Ondulada <input type="checkbox"/>	Quebrada <input type="checkbox"/>		1er O. <input type="checkbox"/>			
Rastrojo <input type="checkbox"/>	Potrero <input type="checkbox"/>	Presencia de animales				2do O. <input type="checkbox"/>			
Agricultura <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>	Vacuno <input type="checkbox"/>	Ovino-Bovino <input type="checkbox"/>	Equino <input type="checkbox"/>	Porcino <input type="checkbox"/>	3do O. <input type="checkbox"/>			
Especificar cultivo(s):		Identifique la especie predominante		Árboles <input type="checkbox"/>	Arbustos <input type="checkbox"/>	Rastrojo <input type="checkbox"/>	Pastos <input type="checkbox"/>		
Tipo Textura			Tipo erosión			Condiciones climáticas			
Arenoso <input type="checkbox"/>	Arcilloso <input type="checkbox"/>	Laminar <input type="checkbox"/>	Cárcavas/derrumbes <input type="checkbox"/>		Lluvia (24 horas)				
Fr-arenoso <input type="checkbox"/>	Limoso <input type="checkbox"/>	S. sin protección <input type="checkbox"/>	Roca madre <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Poca <input type="checkbox"/>	Mucha <input type="checkbox"/>			
CARACTERÍSTICAS DEL CUERPO DE AGUA									
Ancho del río (m)		Largo del río (m)		Profundidad (m)		Vegetación		Zona de muestreo	
<1 <input type="checkbox"/>	5 a 10 <input type="checkbox"/>			< 0.1 <input type="checkbox"/>	0.5 a 0.75 <input type="checkbox"/>	Algas <input type="checkbox"/>	Detritos orgánicos <input type="checkbox"/>	Poza <input type="checkbox"/>	Rabión <input type="checkbox"/>
1 a 2 <input type="checkbox"/>	10 a 20 <input type="checkbox"/>	Medida/Regleta (m)		0.1 a 0.3 <input type="checkbox"/>	0.75 a 1 <input type="checkbox"/>	Musgos <input type="checkbox"/>	Plantas emergentes <input type="checkbox"/>	Plano <input type="checkbox"/>	Cascada <input type="checkbox"/>
2 a 5 <input type="checkbox"/>	> 20 <input type="checkbox"/>			0.3 a 0.5 <input type="checkbox"/>	> 1 <input type="checkbox"/>			Rápido <input type="checkbox"/>	
Sustrato (mm)									
Arcilla < 1 <input type="checkbox"/>		Arena 1 a 16 <input type="checkbox"/>		Grava 16 a 32 <input type="checkbox"/>		Cantaros 32 a 64 <input type="checkbox"/>		Roca madre s.lim <input type="checkbox"/>	
PARÁMETROS ORGANOLÉPTICAS DEL AGUA									
Olor: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		Color: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		Sabor SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		Aspecto: TRANSPARENTE <input type="checkbox"/> TURBIO <input type="checkbox"/> MUY TURBIO <input type="checkbox"/>		Turbiedad ---- NTU	
PARÁMETROS FÍSICOS-QUÍMICOS DE CALIDAD DE AGUA									
T (°C)	pH	CE (µS/cm)	OD (ppm)	Salinidad (ppm)	STD mg/L	Fosfatos (ppm)	Alcalinidad (ppm)	Nitratos (ppm)	
OBSERVACIONES GENERALES:									

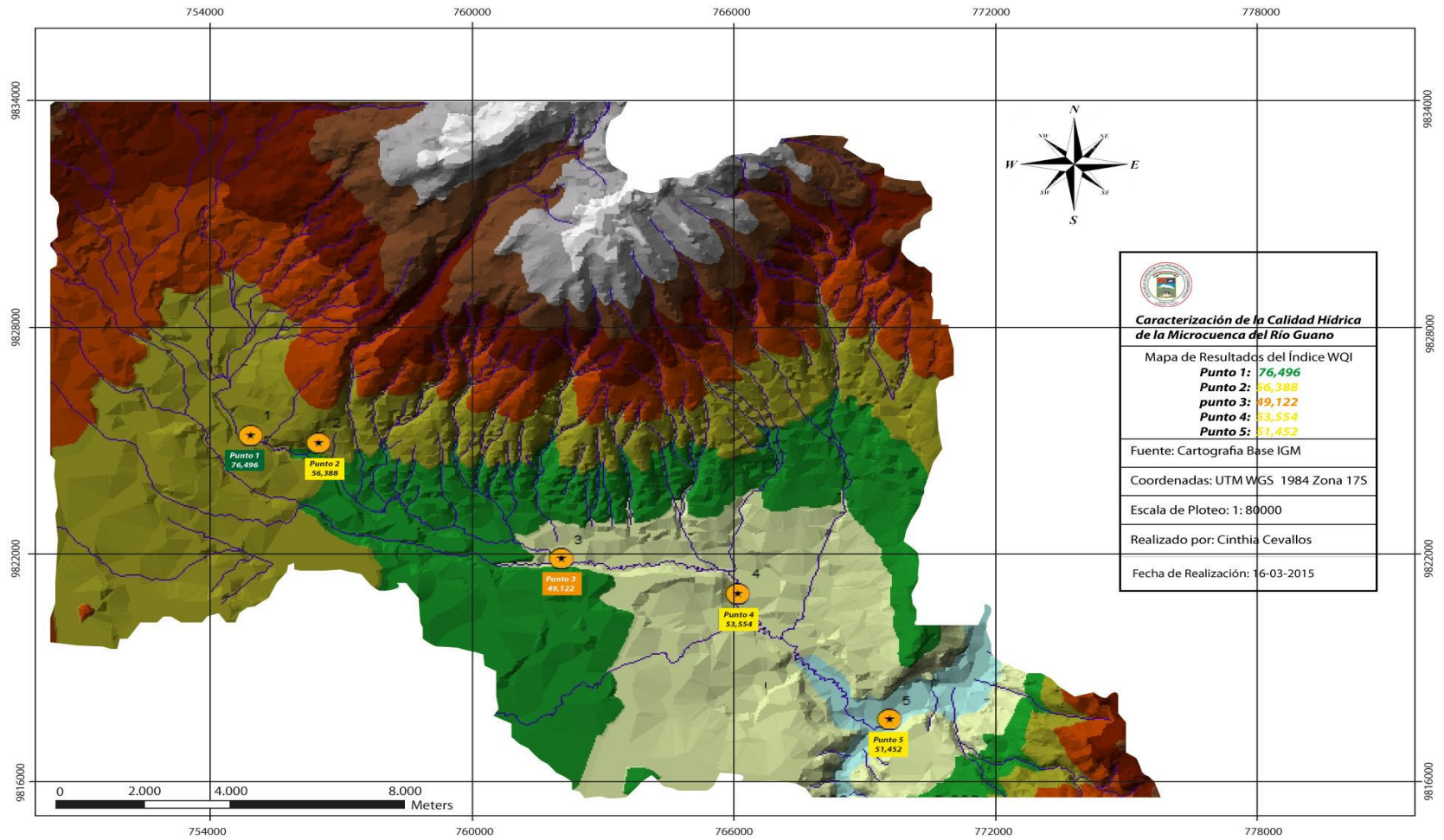
ANEXO B. Mapa de la microcuenca del río Guano.



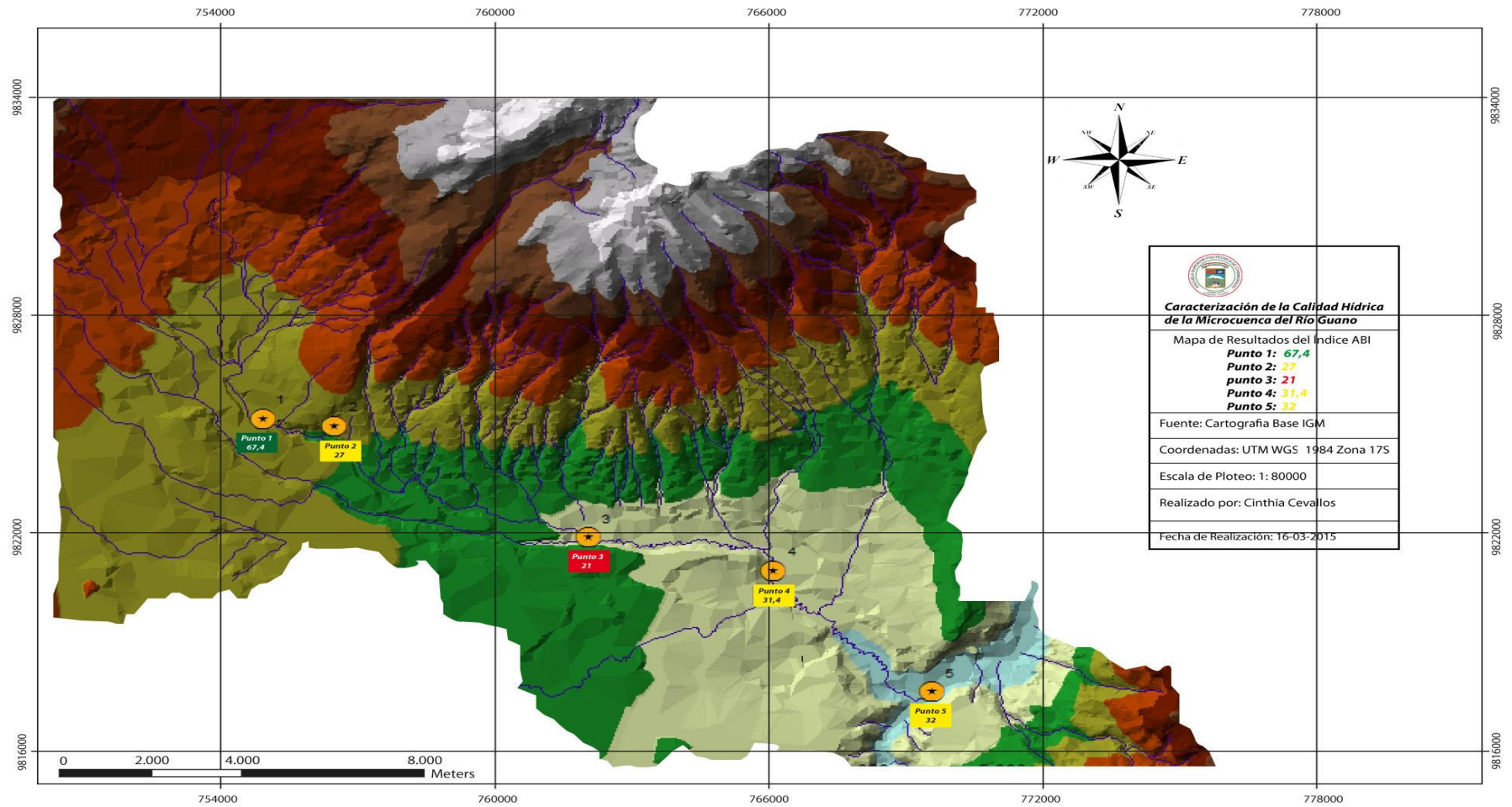
ANEXO C. Ubicación de los puntos de monitoreo en la microcuenca del río Guano.



ANEXO D. Mapa de resultados del Índice WQI en la microcuenca del río Guano.



ANEXO E. Mapa de resultados del Índice ABI en la microcuenca del río Guano.



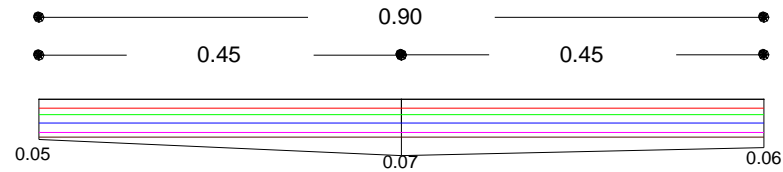
ANEXO F. Hoja de cálculo para el procesamiento de información de caudales.

Datos	Unidades	Medidas			Datos	Unidades	Cálculos
Distancia del tramo	m	10			Velocidad	m/s	
Ancho de la primera sección (inicial)	m				Área1	m ²	
Base	m				Promedio	m	
Profundidad	m				Promedio	m	
Ancho de la segunda sección	m				Área2	m ²	
Base	m				Promedio	m	
Profundidad	m				Promedio	m	
Ancho de la tercera sección (final)	m				Área3	m ²	
Base	m				Promedio	m	
Profundidad	m				Promedio	m	
Tiempo promedio (tp)	s				Área Promedio	m ²	
t1	s				Caudal	m ³ /s	
t2	s				Caudal	L/s	
t3	s						
t4	s						
t5	s						
Factor de Corrección		0,66					

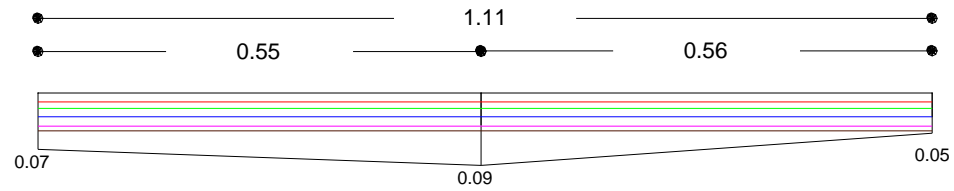
ANEXO G. Secciones del río en los cinco puntos de monitoreo.

PUNTO 1

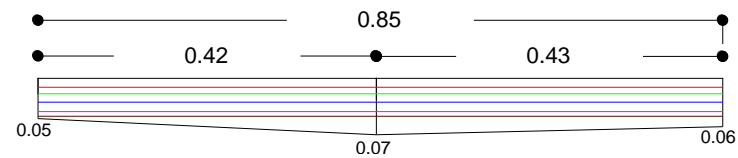
SECCION 1



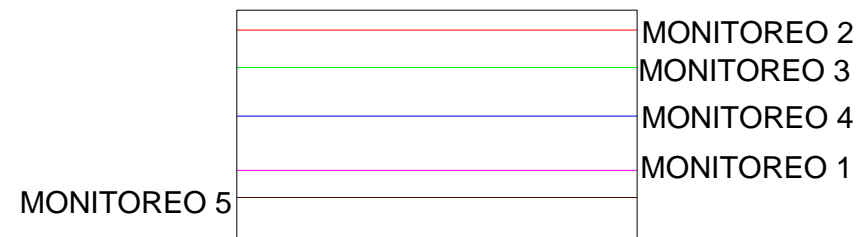
SECCION 2



SECCION 3

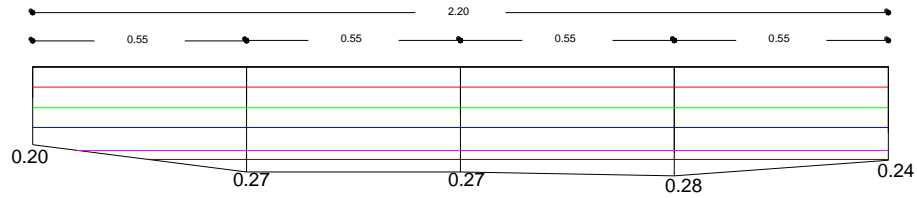


NIVEL DE ESPEJO DE AGUA

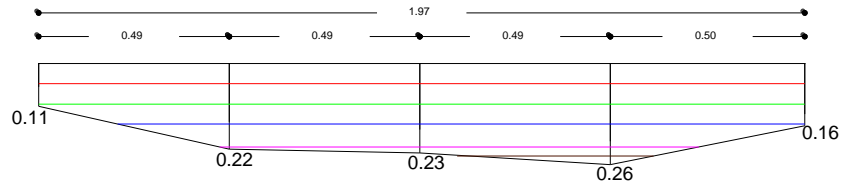


PUNTO 2

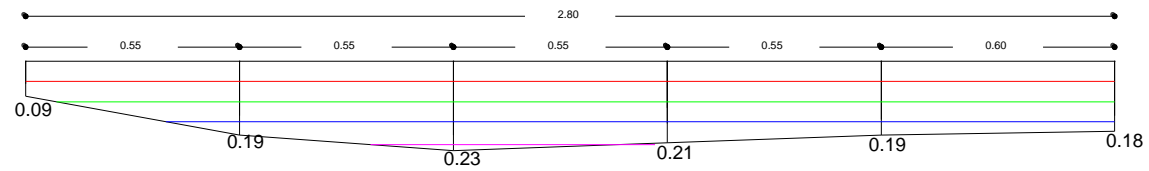
SECCION 1



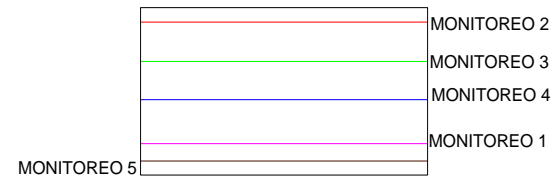
SECCION 2



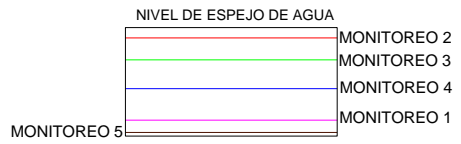
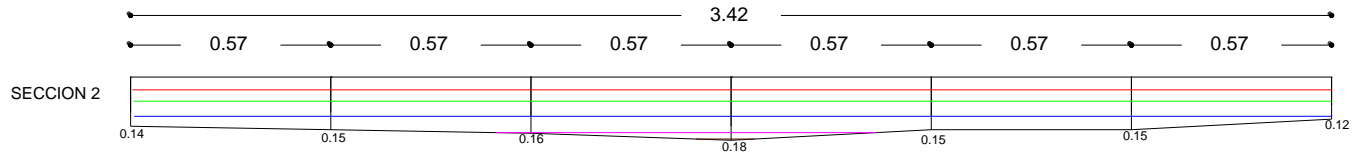
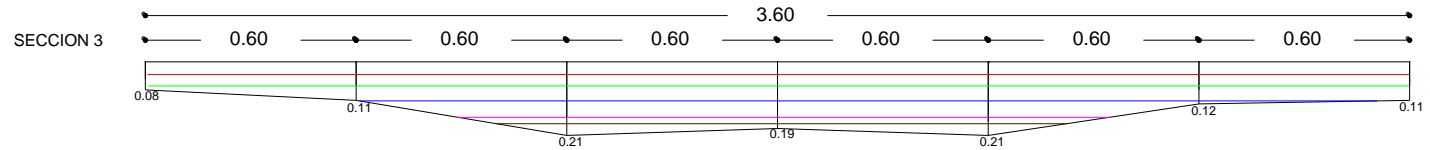
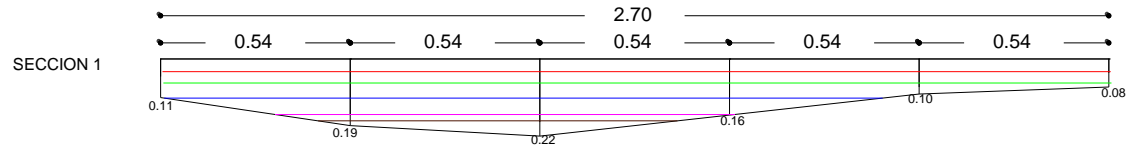
SECCION 3



NIVEL DE ESPEJO DE AGUA

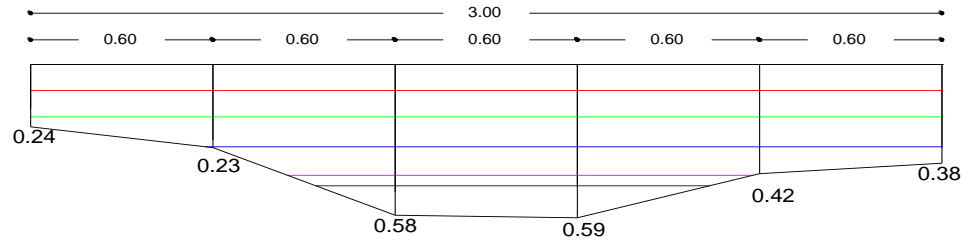


PUNTO 3

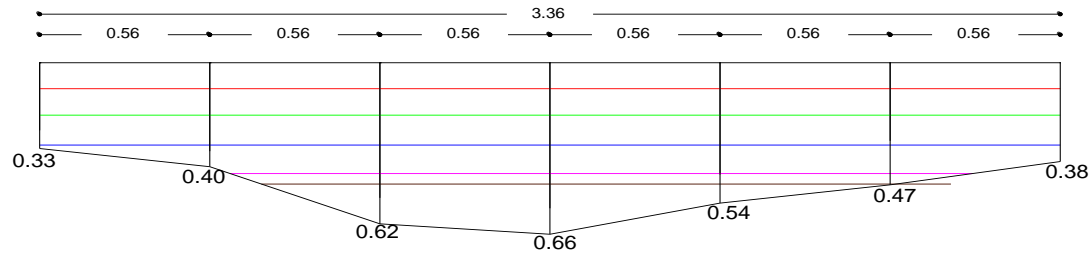


PUNTO 4

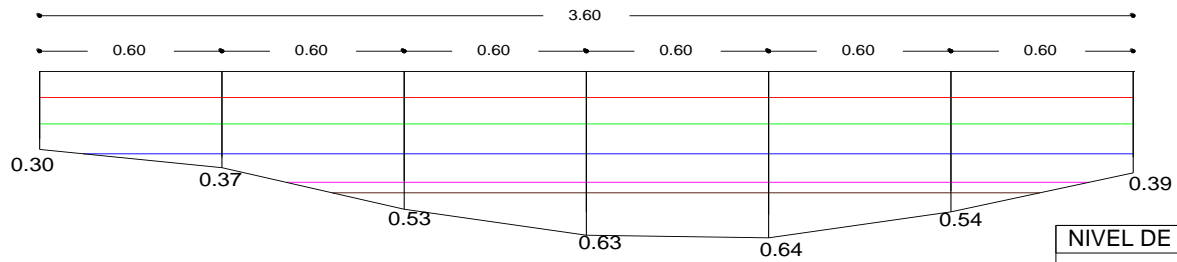
SECCION 1



SECCION 2

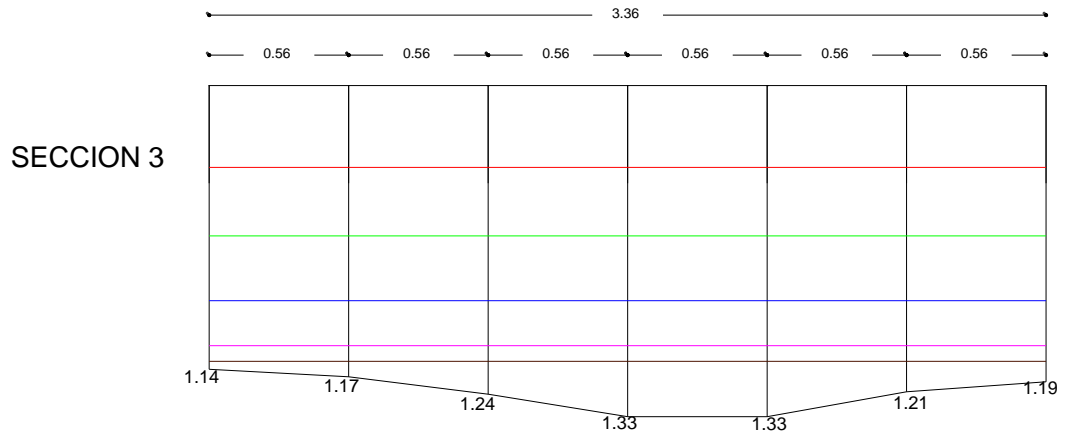
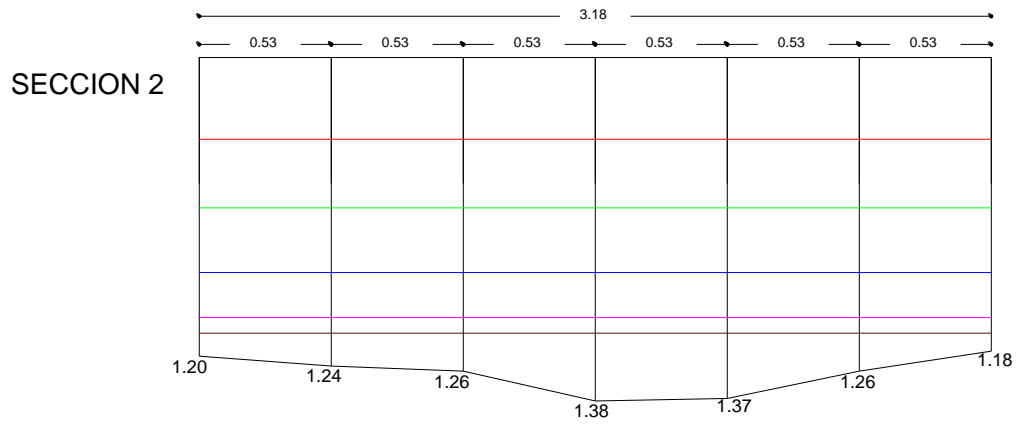
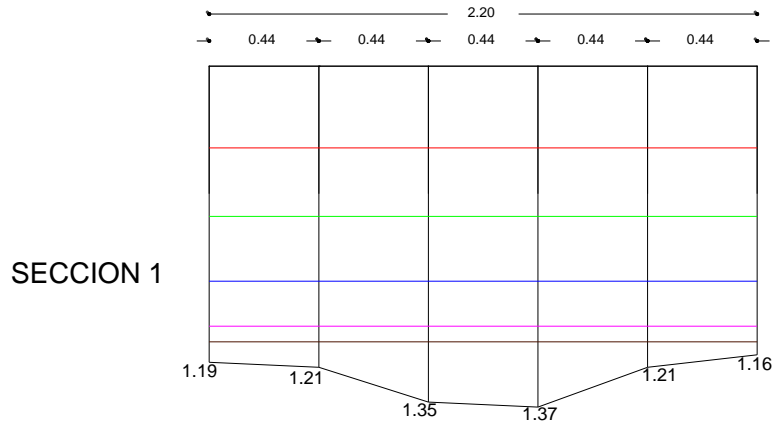


SECCION 3



NIVEL DE ESPEJO DE AGUA	
	MONITOREO 2
	MONITOREO 3
	MONITOREO 4
	MONITOREO 1
	MONITOREO 5

PUNTO 5



ANEXO H. Matriz de laboratorio para el monitoreo de calidad de agua con macroinvertebrados.

Matriz del Laboratorio

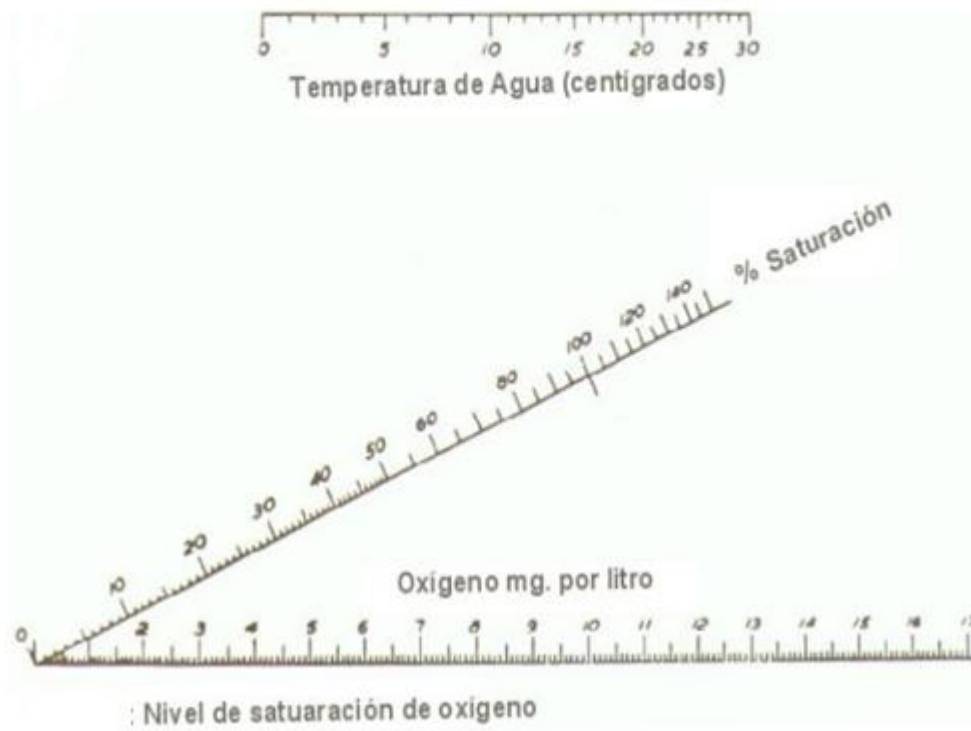
Fecha:	Sito:
Observador (a):	

Orden	Familia	Cantidad	ABI
Acari	Hydrachnidia		
Amphipoda	Grammaridae		
Annelida	Oligochaeta		
Coleoptera	Elmidae		
	Scirtidae		
	Psephenidae		
	Lampyridae		
Diptera	Chironomidae		
	Simuliidae		
	Tipulidae		
	Blepharoceridae		
	Muscidae		
	Ceratopogonidae		
	Tabanidae		
Ephemeroptera	Baetidae		
Hemiptera	Gerridae		
Hirudinea			
Nematoda			
Oligochaeta			
Plecoptera	Gripopterygidae		
Trichoptera	Hydropsychidae		
	Leptoceridae		
	Hydrobiosidae		
	Limnephylidae		
	Hydroptilidae		
	Odontoceridae		
Tricida	Plananridae		
	Total:		

Observaciones:

ANEXO I. Interpolación de temperatura y oxígeno para obtener el porcentaje de saturación.

Interpolación de temperatura y Oxígeno para obtención de % de saturación



ANEXO J. Resultados de análisis Físico-Químicos correspondientes al WQI.

- Laboratorio del GAD. Del Cantón Guano.
- Laboratorio de Análisis Técnicos – Facultad de Ciencias – ESPOCH.

MONITOREO 1

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA					
Fecha: 19 de Agosto del 2014			Sitio: San Rafael-Quebrada Seca		
PARÁMETROS	UNIDADES	PESO	VALOR DEL ANÁLISIS	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0,17	64	64	10,88
Coliformes Fecales	UFC/100 mL	0,16	Ausencia	100	16
pH	pH	0,11	7,28	92	10,12
DBO ₅	mg/L	0,11	2,16	77	8,47
Cambio Temperatura	°C	0,1	3,2	80	8
Fosfato Total	mg/L	0,1	0,35	76	7,6
Nitratos	mg/L	0,1	0,7	96	9,6
Turbidez	NTU	0,08	0,86	96	7,68
Sólidos Totales	mg/L	0,07	136	80	5,6
INDICE DE CALIDAD DEL AGUA					83,95
CALIDAD BUENA					

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA					
Fecha: 19 de Agosto del 2014			Sitio: Puente de San Andrés-Quebrada La Josefina		
PARÁMETROS	UNIDADES	PESO	VALOR DEL ANÁLISIS	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0,17	43	34	5,78
Coliformes Fecales	UFC/100 mL	0,16	70	48	7,68
pH	pH	0,11	8,25	79	8,69
DBO ₅	mg/L	0,11	7,43	44	4,84
Cambio Temperatura	°C	0,1	3,1	81	8,1
Fosfato Total	mg/L	0,1	1,59	40	4
Nitratos	mg/L	0,1	2,1	95	9,5
Turbidez	NTU	0,08	4,35	87	6,96
Sólidos Totales	mg/L	0,07	151,5	79	5,53
INDICE DE CALIDAD DEL AGUA					61,08
CALIDAD MEDIA					

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA					
Fecha: 19 de Agosto del 2014			Sitio: Vertientes Villagrán		
PARÁMETROS	UNIDADES	PESO	VALOR DEL ANÁLISIS	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0,17	39	29	4,93
Coliformes Fecales	UFC/100 mL	0,16	362	32	5,12
pH	pH	0,11	5,96	53	5,83
DBO ₅	mg/L	0,11	9,3	37	4,07
Cambio Temperatura	°C	0,1	6	67	6,7
Fosfato Total	mg/L	0,1	2,9	22	2,2
Nitratos	mg/L	0,1	3,1	88	8,8
Turbidez	NTU	0,08	2,14	93	7,44
Sólidos Totales	mg/L	0,07	315	58	4,06
INDICE DE CALIDAD DEL AGUA					49,15
CALIDAD MALA					

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA					
Fecha: 19 de Agosto del 2014			Sitio: Río Guano-Los Elenes		
PARÁMETROS	UNIDADES	PESO	VALOR DEL ANÁLISIS	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0,17	52	46	7,82
Coliformes Fecales	UFC/100 mL	0,16	125	42	6,72
pH	pH	0,11	6,99	88	9,68
DBO ₅	mg/L	0,11	11,5	29	3,19
Cambio Temperatura	°C	0,1	5,6	70	7
Fosfato Total	mg/L	0,1	1,01	40	4
Nitratos	mg/L	0,1	1	96	9,6
Turbidez	NTU	0,08	6,59	83	6,64
Sólidos Totales	mg/L	0,07	347	53	3,71
INDICE DE CALIDAD DEL AGUA					58,36
CALIDAD MEDIA					

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA					
Fecha: 19 de Agosto del 2014			Sitio: Tamaute		
PARÁMETROS	UNIDADES	PESO	VALOR DEL ANÁLISIS	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0,17	48	41	6,97
Coliformes Fecales	UFC/100 mL	0,16	315	33	5,28
pH	pH	0,11	6,48	71	7,81
DBO ₅	mg/L	0,11	10,8	31	3,41
Cambio Temperatura	°C	0,1	7,4	59	5,9
Fosfato Total	mg/L	0,1	3,6	19	1,9
Nitratos	mg/L	0,1	2,1	95	9,5
Turbidez	NTU	0,08	4,5	87	6,96
Sólidos Totales	mg/L	0,07	510	20	1,4
INDICE DE CALIDAD DEL AGUA					49,13
CALIDAD MALA					

MONITOREO 2

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA					
Fecha: 15 de Septiembre del 2014			Sitio: San Rafael-Quebrada Seca		
PARÁMETROS	UNIDADES	PESO	VALOR DEL ANÁLISIS	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0,17	64	64	10,88
Coliformes Fecales	UFC/100 mL	0,16	0	100	16
pH	pH	0,11	8,35	72	7,92
DBO ₅	mg/L	0,11	1,97	81	8,91
Cambio Temperatura	°C	0,1	2,1	85	8,5
Fosfato Total	mg/L	0,1	0,7	50	5
Nitratos	mg/L	0,1	1,3	96	9,6
Turbidez	NTU	0,08	2,22	92	7,36
Sólidos Totales	mg/L	0,07	125,4	81	5,67
INDICE DE CALIDAD DEL AGUA					79,84
CALIDAD BUENA					

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA					
Fecha: 15 de Septiembre del 2014			Sitio: Puento de San Andrés-Quebrada La Josefina		
PARÁMETROS	UNIDADES	PESO	VALOR DEL ANÁLISIS	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0,17	53	48	8,16
Coliformes Fecales	UFC/100 mL	0,16	25	61	9,76
pH	pH	0,11	7,88	88	9,68
DBO ₅	mg/L	0,11	7,81	43	4,73
Cambio Temperatura	°C	0,1	4,9	73	7,3
Fosfato Total	mg/L	0,1	1,46	32	3,2
Nitratos	mg/L	0,1	3,3	84	8,4
Turbidez	NTU	0,08	7,31	81	6,48
Sólidos Totales	mg/L	0,07	344,5	54	3,78
INDICE DE CALIDAD DEL AGUA					61,49
CALIDAD MEDIA					

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA					
Fecha: 15 de Septiembre del 2014			Sitio: Vertientes Villagrán		
PARÁMETROS	UNIDADES	PESO	VALOR DEL ANÁLISIS	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0,17	30	19	3,23
Coliformes Fecales	UFC/100 mL	0,16	412	30	4,8
pH	pH	0,11	6,45	70	7,7
DBO ₅	mg/L	0,11	9,6	36	3,96
Cambio Temperatura	°C	0,1	6	67	6,7
Fosfato Total	mg/L	0,1	1,5	31	3,1
Nitratos	mg/L	0,1	5,1	65	6,5
Turbidez	NTU	0,08	4,11	88	7,04
Sólidos Totales	mg/L	0,07	282	62	4,34
INDICE DE CALIDAD DEL AGUA					47,37
CALIDAD MALA					

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA					
Fecha: 15 de Septiembre del 2014			Sitio: Río Guano-Los Elenes		
PARÁMETROS	UNIDADES	PESO	VALOR DEL ANÁLISIS	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0,17	42	33	5,61
Coliformes Fecales	UFC/100 mL	0,16	311	33	5,28
pH	pH	0,11	7,94	86	9,46
DBO ₅	mg/L	0,11	8,5	40	4,4
Cambio Temperatura	°C	0,1	6,5	64	6,4
Fosfato Total	mg/L	0,1	1,83	28	2,8
Nitratos	mg/L	0,1	3,7	76	7,6
Turbidez	NTU	0,08	7,07	82	6,56
Sólidos Totales	mg/L	0,07	597,56	20	1,4
INDICE DE CALIDAD DEL AGUA					49,51
CALIDAD MALA					

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA					
Fecha: 15 de Septiembre del 2014			Sitio: Tamaute		
PARÁMETROS	UNIDADES	PESO	VALOR DEL ANÁLISIS	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0,17	52	46	7,82
Coliformes Fecales	UFC/100 mL	0,16	417	30	4,8
pH	pH	0,11	7,66	91	10,01
DBO ₅	mg/L	0,11	9,3	37	4,07
Cambio Temperatura	°C	0,1	7	61	6,1
Fosfato Total	mg/L	0,1	1,71	29	2,9
Nitratos	mg/L	0,1	2,7	92	9,2
Turbidez	NTU	0,08	9,97	76	6,08
Sólidos Totales	mg/L	0,07	573	20	1,4
INDICE DE CALIDAD DEL AGUA					52,38
CALIDAD MEDIA					

MONITOREO 3

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA					
Fecha: 20 de Octubre del 2014			Sitio: San Rafael-Quebrada Seca		
PARÁMETROS	UNIDADES	PESO	VALOR DEL ANÁLISIS	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0,17	65	66	11,22
Coliformes Fecales	UFC/100 mL	0,16	35	57	9,12
pH	pH	0,11	8,57	64	7,04
DBO ₅	mg/L	0,11	4,3	59	6,49
Cambio Temperatura	°C	0,1	2,5	83	8,3
Fosfato Total	mg/L	0,1	0,87	44	4,4
Nitratos	mg/L	0,1	1,2	96	9,6
Turbidez	NTU	0,08	3,9	88	7,04
Sólidos Totales	mg/L	0,07	189	74	5,18
INDICE DE CALIDAD DEL AGUA					68,39
CALIDAD MEDIA					

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA					
Fecha: 20 de Octubre del 2014			Sitio: Puento de San Andrés-Quebrada La Josefina		
PARÁMETROS	UNIDADES	PESO	VALOR DEL ANÁLISIS	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0,17	40	30	5,1
Coliformes Fecales	UFC/100 mL	0,16	400	31	4,96
pH	pH	0,11	8,61	62	6,82
DBO ₅	mg/L	0,11	6,9	46	5,06
Cambio Temperatura	°C	0,1	4,2	61	6,1
Fosfato Total	mg/L	0,1	4,31	16	1,6
Nitratos	mg/L	0,1	7,6	56	5,6
Turbidez	NTU	0,08	36,6	48	3,84
Sólidos Totales	mg/L	0,07	323,7	56	3,92
INDICE DE CALIDAD DEL AGUA					43
CALIDAD MALA					

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA					
Fecha: 20 de Octubre del 2014			Sitio: Vertientes Villagrán		
PARÁMETROS	UNIDADES	PESO	VALOR DEL ANÁLISIS	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0,17	34	22	3,74
Coliformes Fecales	UFC/100 mL	0,16	312	33	5,28
pH	pH	0,11	8,24	75	8,25
DBO ₅	mg/L	0,11	9,1	38	4,18
Cambio Temperatura	°C	0,1	6,2	66	6,6
Fosfato Total	mg/L	0,1	1,61	30	3
Nitratos	mg/L	0,1	3,5	80	8
Turbidez	NTU	0,08	6	84	6,72
Sólidos Totales	mg/L	0,07	675,3	20	1,4
INDICE DE CALIDAD DEL AGUA					47,17
CALIDAD MALA					

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA					
Fecha: 20 de Octubre del 2014			Sitio: Río Guano-Los Elenes		
PARÁMETROS	UNIDADES	PESO	VALOR DEL ANÁLISIS	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0,17	36	25	4,25
Coliformes Fecales	UFC/100 mL	0,16	276	34	5,44
pH	pH	0,11	8,21	77	8,47
DBO ₅	mg/L	0,11	10,4	32	3,52
Cambio Temperatura	°C	0,1	6,3	65	6,5
Fosfato Total	mg/L	0,1	1,9	28	2,8
Nitratos	mg/L	0,1	2,2	94	9,4
Turbidez	NTU	0,08	7,52	81	6,48
Sólidos Totales	mg/L	0,07	744,35	20	1,4
INDICE DE CALIDAD DEL AGUA					48,26
CALIDAD MALA					

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA					
Fecha: 20 de Octubre del 2014			Sitio: Tamaute		
PARÁMETROS	UNIDADES	PESO	VALOR DEL ANÁLISIS	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0,17	43	34	5,78
Coliformes Fecales	UFC/100 mL	0,16	368	32	5,12
pH	pH	0,11	8,35	72	7,92
DBO ₅	mg/L	0,11	10,2	33	3,63
Cambio Temperatura	°C	0,1	5	73	7,3
Fosfato Total	mg/L	0,1	1,35	33	3,3
Nitratos	mg/L	0,1	3,6	78	7,8
Turbidez	NTU	0,08	31,4	52	4,16
Sólidos Totales	mg/L	0,07	559	20	1,4
INDICE DE CALIDAD DEL AGUA					46,41
CALIDAD MALA					

MONITOREO 4

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA					
Fecha: 17 de Noviembre del 2014			Sitio: San Rafael-Quebrada Seca		
PARÁMETROS	UNIDADES	PESO	VALOR DEL ANÁLISIS	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0,17	65	66	11,22
Coliformes Fecales	UFC/100 mL	0,16	20	63	10,08
pH	pH	0,11	8,44	68	7,48
DBO ₅	mg/L	0,11	1,75	85	9,35
Cambio Temperatura	°C	0,1	3,3	80	8
Fosfato Total	mg/L	0,1	0,59	56	5,6
Nitratos	mg/L	0,1	1,1	96	9,6
Turbidez	NTU	0,08	2,8	91	7,28
Sólidos Totales	mg/L	0,07	176,2	76	5,32
INDICE DE CALIDAD DEL AGUA					73,93
CALIDAD BUENA					

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA					
Fecha: 17 de Noviembre del 2014			Sitio: Puento de San Andrés-Quebrada La Josefina		
PARÁMETROS	UNIDADES	PESO	VALOR DEL ANÁLISIS	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0,17	47	40	6,8
Coliformes Fecales	UFC/100 mL	0,16	88	46	7,36
pH	pH	0,11	8,33	72	7,92
DBO ₅	mg/L	0,11	7,9	42	4,62
Cambio Temperatura	°C	0,1	4,1	77	7,7
Fosfato Total	mg/L	0,1	1,12	38	3,8
Nitratos	mg/L	0,1	2,3	94	9,4
Turbidez	NTU	0,08	4,97	86	6,88
Sólidos Totales	mg/L	0,07	157,2	78	5,46
INDICE DE CALIDAD DEL AGUA					59,94
CALIDAD MEDIA					

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA					
Fecha: 17 de Noviembre del 2014			Sitio: Vertientes Villagrán		
PARÁMETROS	UNIDADES	PESO	VALOR DEL ANÁLISIS	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0,17	37	26	4,42
Coliformes Fecales	UFC/100 mL	0,16	60	50	8
pH	pH	0,11	8,23	76	8,36
DBO ₅	mg/L	0,11	10,3	33	3,63
Cambio Temperatura	°C	0,1	5,4	71	7,1
Fosfato Total	mg/L	0,1	1,7	29	2,9
Nitratos	mg/L	0,1	1,4	96	9,6
Turbidez	NTU	0,08	2,87	90	7,2
Sólidos Totales	mg/L	0,07	489,3	33	2,31
INDICE DE CALIDAD DEL AGUA					53,52
CALIDAD MEDIA					

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA					
Fecha: 17 de Noviembre del 2014			Sitio: Río Guano-Los Elenes		
PARÁMETROS	UNIDADES	PESO	VALOR DEL ANÁLISIS	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0,17	48	41	6,97
Coliformes Fecales	UFC/100 mL	0,16	148	40	6,4
pH	pH	0,11	7,74	91	10,01
DBO ₅	mg/L	0,11	8,7	39	4,29
Cambio Temperatura	°C	0,1	5,6	70	7
Fosfato Total	mg/L	0,1	1,58	30	3
Nitratos	mg/L	0,1	0,9	96	9,6
Turbidez	NTU	0,08	2,39	92	7,36
Sólidos Totales	mg/L	0,07	659	20	1,4
INDICE DE CALIDAD DEL AGUA					56,03
CALIDAD MEDIA					

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA					
Fecha: 17 de Noviembre del 2014			Sitio: Tamaute		
PARÁMETROS	UNIDADES	PESO	VALOR DEL ANÁLISIS	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0,17	55	51	8,67
Coliformes Fecales	UFC/100 mL	0,16	344	32	5,12
pH	pH	0,11	7,88	88	9,68
DBO ₅	mg/L	0,11	9,8	35	3,85
Cambio Temperatura	°C	0,1	6,5	64	6,4
Fosfato Total	mg/L	0,1	3,51	19	1,9
Nitratos	mg/L	0,1	1,2	96	9,6
Turbidez	NTU	0,08	3,82	88	7,04
Sólidos Totales	mg/L	0,07	543	20	1,4
INDICE DE CALIDAD DEL AGUA					53,66
CALIDAD MEDIA					

MONITOREO 5

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA					
Fecha: 14 de Diciembre del 2014			Sitio: San Rafael-Quebrada Seca		
PARÁMETROS	UNIDADES	PESO	VALOR DEL ANÁLISIS	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0,17	66	68	11,56
Coliformes Fecales	UFC/100 mL	0,16	25	61	9,76
pH	pH	0,11	7,25	92	10,12
DBO ₅	mg/L	0,11	1,6	88	9,68
Cambio Temperatura	°C	0,1	3	81	8,1
Fosfato Total	mg/L	0,1	1,06	39	3,9
Nitratos	mg/L	0,1	1	96	9,6
Turbidez	NTU	0,08	0,47	98	7,84
Sólidos Totales	mg/L	0,07	106	83	5,81
INDICE DE CALIDAD DEL AGUA					76,37
CALIDAD BUENA					

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA					
Fecha: 14 de diciembre del 2014			Sitio: Puente de San Andrés-Quebrada La Josefina		
PARÁMETROS	UNIDADES	PESO	VALOR DEL ANÁLISIS	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0,17	35	23	3,91
Coliformes Fecales	UFC/100 mL	0,16	188	38	6,08
pH	pH	0,11	8,16	78	8,58
DBO ₅	mg/L	0,11	8,4	40	4,4
Cambio Temperatura	°C	0,1	4,8	74	7,4
Fosfato Total	mg/L	0,1	1,24	35	3,5
Nitratos	mg/L	0,1	1,7	95	9,5
Turbidez	NTU	0,08	1,24	95	7,6
Sólidos Totales	mg/L	0,07	159,1	78	5,46
INDICE DE CALIDAD DEL AGUA					56,43
CALIDAD MEDIA					

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA					
Fecha: 14 de Diciembre del 2014			Sitio: Vertientes Villagrán		
PARÁMETROS	UNIDADES	PESO	VALOR DEL ANÁLISIS	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0,17	17	11	1,87
Coliformes Fecales	UFC/100 mL	0,16	89	45	7,2
pH	pH	0,11	8,72	58	6,38
DBO ₅	mg/L	0,11	11,8	28	3,08
Cambio Temperatura	°C	0,1	5,3	71	7,1
Fosfato Total	mg/L	0,1	3,59	19	1,9
Nitratos	mg/L	0,1	2,6	92	9,2
Turbidez	NTU	0,08	3,62	89	7,12
Sólidos Totales	mg/L	0,07	258	65	4,55
INDICE DE CALIDAD DEL AGUA					48,4
CALIDAD MALA					

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA					
Fecha: 14 de Diciembre del 2014			Sitio: Río Guano-Los Elenes		
PARÁMETROS	UNIDADES	PESO	VALOR DEL ANÁLISIS	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0,17	45	37	6,29
Coliformes Fecales	UFC/100 mL	0,16	80	47	7,52
pH	pH	0,11	7,79	90	9,9
DBO ₅	mg/L	0,11	10,5	32	3,52
Cambio Temperatura	°C	0,1	5,7	69	6,9
Fosfato Total	mg/L	0,1	1,84	28	2,8
Nitratos	mg/L	0,1	1,2	96	9,6
Turbidez	NTU	0,08	1,16	96	7,68
Sólidos Totales	mg/L	0,07	528	20	1,4
INDICE DE CALIDAD DEL AGUA					55,61
CALIDAD MEDIA					

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA					
Fecha: 14 de Diciembre del 2014			Sitio: Tamaute		
PARÁMETROS	UNIDADES	PESO	VALOR DEL ANÁLISIS	I	W*I
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0,17	54	49	8,33
Coliformes Fecales	UFC/100 mL	0,16	192	38	6,08
pH	pH	0,11	8,03	83	9,13
DBO ₅	mg/L	0,11	10,1	34	3,74
Cambio Temperatura	°C	0,1	6	67	6,7
Fosfato Total	mg/L	0,1	1,48	32	3,2
Nitratos	mg/L	0,1	1,8	95	9,5
Turbidez	NTU	0,08	1,23	95	7,6
Sólidos Totales	mg/L	0,07	509	20	1,4
INDICE DE CALIDAD DEL AGUA					55,68
CALIDAD MEDIA					

ANEXO K. Resultados de análisis microbiológicos de las muestras de agua de la microcuenca.

- Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos en Aguas y Alimentos.

EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE AGUA

CÓDIGO 356-14

CLIENTE: Srta. Cinthia Cevallos			
DIRECCIÓN: Urbanización José Martí		TELÉFONO:	
TIPO DE MUESTRA: Agua ,P1 San Rafael quebrada seca			
FECHA DE RECEPCIÓN: 19 de agosto del 2014			
FECHA DE MUESTREO: 19 de agosto del 2014			
EXAMEN FISICO			
COLOR: Incoloro			
OLOR: Inoloro			
ASPECTO: Libre de material extraño			
PARÁMETROS	MÉTODO	VALOR REFERENCIAL	RESULTADO
Coliformes totales UFC/100ml	Filtración por membrana	---	8
Coliformes fecales UFC/100ml	Filtración por membrana	<1	Ausencia
NORMA INEN 1108:2011			
OBSERVACIONES:			
FECHA DE ANÁLISIS: 19 de agosto del 2014			
FECHA DE ENTREGA : 21 de agosto del 2014			
RESPONSABLES:			
 Dra. Gina Álvarez R.		 Dra. Fabiola Villa	
 Servicio Analítico Químico y Microbiológico			
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 AGUA

CÓDIGO 357-14

CLIENTE: Srta. Cinthia Cevallos			
DIRECCIÓN: Urbanización José Martí		TELÉFONO:	
TIPO DE MUESTRA: Agua, P2 Puente San Andrés quebrada la Josefina			
FECHA DE RECEPCIÓN: 19 de agosto del 2014			
FECHA DE MUESTREO: 19 de agosto del 2014			
EXAMEN FISICO			
COLOR: Incoloro			
OLOR: Inoloro			
ASPECTO: Libre de material extraño			
PARÁMETROS	MÉTODO	VALOR REFERENCIAL	RESULTADO
Coliformes totales UFC/100ml	Filtración por membrana	---	217
Coliformes fecales UFC/100ml	Filtración por membrana	<1	70
NORMA INEN 1108:2011			
OBSERVACIONES:			
FECHA DE ANÁLISIS: 19 de agosto del 2014			
FECHA DE ENTREGA : 21 de agosto del 2014			
RESPONSABLES:			
 Dra. Gina Álvarez R.		 Dra. Fabiola Villa	
 Servicio Analíticos Químicos y Microbiológicos			
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 AGUA

CÓDIGO 358-14

CLIENTE: Srta. Cinthia Cevallos			
DIRECCIÓN: Urbanización José Martí		TELÉFONO:	
TIPO DE MUESTRA: Agua ,P3 Vertiente Villagrán			
FECHA DE RECEPCIÓN: 19 de agosto del 2014			
FECHA DE MUESTREO: 19 de agosto del 2014			
EXAMEN FISICO			
COLOR: Incoloro			
OLOR: Inoloro			
ASPECTO: Libre de material extraño			
PARÁMETROS	MÉTODO	VALOR REFERENCIAL	RESULTADO
Coliformes totales UFC/100ml	Filtración por membrana	---	451
Coliformes fecales UFC/100ml	Filtración por membrana	<1	362
NORMA INEN 1108:2011			
OBSERVACIONES:			
FECHA DE ANÁLISIS: 19 de agosto del 2014			
FECHA DE ENTREGA : 21 de agosto del 2014			
RESPONSABLES:			
 Dra. Gina Álvarez R.		 Dra. Fabiola Villa	
 Servicio Analíticos Químicos y Microbiológicos			
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 AGUA

CÓDIGO 359-14

CLIENTE: Srta. Cinthia Cevallos			
DIRECCIÓN: Urbanización José Martí		TELÉFONO:	
TIPO DE MUESTRA: Agua ,P4 Los Elenes, Guano			
FECHA DE RECEPCIÓN: 19 de agosto del 2014			
FECHA DE MUESTREO: 19 de agosto del 2014			
EXAMEN FISICO			
COLOR: Incoloro			
OLOR: Inoloro			
ASPECTO: Presencia de sólidos			
PARÁMETROS	MÉTODO	VALOR REFERENCIAL	RESULTADO
Coliformes totales UFC/100ml	Filtración por membrana	---	422
Coliformes fecales UFC/100ml	Filtración por membrana	<1	125
NORMA INEN 1108:2011			
OBSERVACIONES:			
FECHA DE ANÁLISIS: 19 de agosto del 2014			
FECHA DE ENTREGA : 21 de agosto del 2014			
RESPONSABLES:			
 Dra. Gina Álvarez R.		 Dra. Fabiola Villa	
 <small>Servicio Analítico Químico y Microbiológico</small>			
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 AGUA

CÓDIGO 360-14

CLIENTE: Srta. Cinthia Cevallos			
DIRECCIÓN: Urbanización José Martí		TELÉFONO:	
TIPO DE MUESTRA: Agua ,P5 Taumate			
FECHA DE RECEPCIÓN: 19 de agosto del 2014			
FECHA DE MUESTREO: 19 de agosto del 2014			
EXAMEN FISICO			
COLOR: Incoloro			
OLOR: Inoloro			
ASPECTO: Presencia de sólidos			
PARÁMETROS	MÉTODO	VALOR REFERENCIAL	RESULTADO
<i>Coliformes totales UFC/100ml</i>	Filtración por membrana	---	488
<i>Coliformes fecales UFC/100ml</i>	Filtración por membrana	<1	315
NORMA INEN 1108:2011			
OBSERVACIONES:			
FECHA DE ANÁLISIS: 19 de agosto del 2014			
FECHA DE ENTREGA : 21 de agosto del 2014			
RESPONSABLES:			
 Dra. Gina Álvarez R.		 Dra. Fabiola Villa	
 <small>Servicio Analíticos Químicos y Microbiológicos</small>			
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 AGUA

CÓDIGO 375-14

CLIENTE: Srta. Cinthia Cevallos			
DIRECCIÓN: Urbanización José Martí		TELÉFONO:	
TIPO DE MUESTRA: Agua ,P1 San Rafael quebrada seca			
FECHA DE RECEPCIÓN: 15 de septiembre del 2014			
FECHA DE MUESTREO: 15 de septiembre del 2014			
EXAMEN FISICO			
COLOR: Incoloro			
OLOR: Inoloro			
ASPECTO: Libre de material extraño			
PARÁMETROS	MÉTODO	VALOR REFERENCIAL	RESULTADO
Coliformes fecales UFC/100ml	Filtración por membrana	<1	Ausencia
NORMA INEN 1108:2011			
OBSERVACIONES:			
FECHA DE ANÁLISIS: 15 de septiembre del 2014			
FECHA DE ENTREGA : 18 de septiembre del 2014			
RESPONSABLES:			
 Dra. Gina Álvarez		 Dra. Fabiola Villa	
 Servicio Analítico Químico y Microbiológico			
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 AGUA

CÓDIGO 376-14

CLIENTE: Srta. Cinthia Cevallos			
DIRECCIÓN: Urbanización José Martí		TELÉFONO:	
TIPO DE MUESTRA: Agua, P2 Puente San Andrés quebrada la Josefina			
FECHA DE RECEPCIÓN: 15 de septiembre del 2014			
FECHA DE MUESTREO: 15 de septiembre del 2014			
EXAMEN FISICO			
COLOR: Incoloro			
OLOR: Inoloro			
ASPECTO: Libre de material extraño			
PARÁMETROS	MÉTODO	VALOR REFERENCIAL	RESULTADO
<i>Coliformes fecales UFC/100ml</i>	Filtración por membrana	<1	25
NORMA INEN 1108:2011			
OBSERVACIONES:			
FECHA DE ANÁLISIS: 15 de septiembre del 2014			
FECHA DE ENTREGA: 18 de septiembre del 2014.			
RESPONSABLES:			
  			
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.			



EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE AGUA

CÓDIGO 377-14

CLIENTE: Srta. Cinthia Cevallos			
DIRECCIÓN: Urbanización José Martí		TELÉFONO:	
TIPO DE MUESTRA: Agua ,P3 Vertiente Villagrán			
FECHA DE RECEPCIÓN: 15 de septiembre del 2014			
FECHA DE MUESTREO: 15 de septiembre del 2014			
EXAMEN FISICO			
COLOR: Incoloro			
OLOR: Inoloro			
ASPECTO: Presencia de sólidos			
PARÁMETROS	MÉTODO	VALOR REFERENCIAL	RESULTADO
<i>Coliformes fecales UFC/100ml</i>	Filtración por membrana	<1	412
NORMA INEN 1108:2011			
OBSERVACIONES:			
FECHA DE ANÁLISIS: 15 de septiembre del 2014			
FECHA DE ENTREGA : 18 de septiembre del 2014			
RESPONSABLES:			
 Dra. Gina Álvarez R.		 Dra. Fabiola Villa	
 SAQMIC Servicio Analítico Químico y Microbiológico			
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 AGUA

CÓDIGO 378-14

CLIENTE: Srta. Cinthia Cevallos			
DIRECCIÓN: Urbanización José Martí		TELÉFONO:	
TIPO DE MUESTRA: Agua ,P4 Los Elenes, Guano			
FECHA DE RECEPCIÓN: 15 de septiembre e del 2014			
FECHA DE MUESTREO: 15 de septiembre del 2014			
EXAMEN FISICO			
COLOR: Incoloro			
OLOR: Inoloro			
ASPECTO: Presencia de sólidos			
PARÁMETROS	MÉTODO	VALOR REFERENCIAL	RESULTADO
Coliformes fecales UFC/100ml	Filtración por membrana	<1	311
NORMA INEN 1108:2011			
OBSERVACIONES:			
FECHA DE ANALISIS: 15 de septiembre del 2014			
FECHA DE ENTREGA : 18 de septiembre del 2014			
RESPONSABLES:			
  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.			

EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE AGUA

CÓDIGO 379-14

CLIENTE: Srta. Cinthia Cevallos			
DIRECCIÓN: Urbanización José Martí		TELÉFONO:	
TIPO DE MUESTRA: Agua ,P5 Taumate			
FECHA DE RECEPCIÓN: 15 de septiembre del 2014			
FECHA DE MUESTREO: 15 de septiembre del 2014			
EXAMEN FISICO			
COLOR: Incoloro			
OLOR: Turbia			
ASPECTO: Presencia de sólidos			
PARÁMETROS	MÉTODO	VALOR REFERENCIAL	RESULTADO
<i>Coliformes fecales UFC/100ml</i>	Filtración por membrana	<1	417
NORMA INEN 1108:2011			
OBSERVACIONES:			
FECHA DE ANÁLISIS: 15 de septiembre del 2014			
FECHA DE ENTREGA : 18 de septiembre del 2014			
RESPONSABLES:			
 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.			


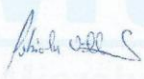

EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE AGUA

CÓDIGO 394-14

CLIENTE: Srta. Cinthia Cevallos			
DIRECCIÓN: Urbanización José Martí		TELÉFONO:	
TIPO DE MUESTRA: Agua ,P1 San Rafael quebrada seca			
FECHA DE RECEPCIÓN: 20 de octubre del 2014			
FECHA DE MUESTREO: 20 de octubre del 2014			
EXAMEN FISICO			
COLOR: Incoloro			
OLOR: Inoloro			
ASPECTO: Libre de material extraño			
PARÁMETROS	MÉTODO	VALOR REFERENCIAL	RESULTADO
<i>Coliformes fecales UFC/100ml</i>	Filtración por membrana	<1	35
NORMA INEN 1108:2011			
OBSERVACIONES:			
FECHA DE ANÁLISIS: 20 de octubre del 2014			
FECHA DE ENTREGA : 23 de agosto del 2014			
RESPONSABLES:			
 Dra. Gina Álvarez		 Dra. Fabiola Villa	
 <small>Servicio Analítico Químico y Microbiológico</small>			
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 AGUA

CÓDIGO 395-14

CLIENTE: Srta. Cinthia Cevallos			
DIRECCIÓN: Urbanización José Martí		TELÉFONO:	
TIPO DE MUESTRA: Agua, P2 Puente San Andrés quebrada la Josefina			
FECHA DE RECEPCIÓN: 20 de octubre del 2014			
FECHA DE MUESTREO: 20 de octubre del 2014			
EXAMEN FISICO			
COLOR: Incoloro			
OLOR: Inoloro			
ASPECTO: Presencia de sólidos			
PARÁMETROS	MÉTODO	VALOR REFERENCIAL	RESULTADO
<i>Coliformes fecales UFC/100ml</i>	Filtración por membrana	<1	400
NORMA INEN 1198:2011			
OBSERVACIONES:			
FECHA DE ANÁLISIS: 20 de octubre del 2014			
FECHA DE ENTREGA : 23 de agosto del 2014			
RESPONSABLES:			
 Dra. Gina Álvarez R.		 Dra. Fabiola Villa	
 <small>Servicio Analítico Químico y Microbiológico</small>			
El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo, el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.			

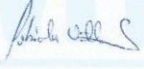
EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE AGUA

CÓDIGO 396-14

CLIENTE: Srta. Cinthia Cevallos			
DIRECCIÓN: Urbanización José Martí			TELÉFONO:
TIPO DE MUESTRA: Agua, P3 Vertiente Villagrán			
FECHA DE RECEPCIÓN: 20 de octubre del 2014			
FECHA DE MUESTREO: 20 de octubre del 2014			
EXAMEN FISICO			
COLOR: Incoloro			
OLOR: Inoloro			
ASPECTO: Libre de material extraño			
PARÁMETROS	MÉTODO	VALOR REFERENCIAL	RESULTADO
<i>Coliformes fecales UFC/100ml</i>	Filtración por membrana	<1	312
NORMA INEN 1108:2011			
OBSERVACIONES:			
FECHA DE ANÁLISIS: 20 de octubre del 2014			
FECHA DE ENTREGA : 23 de agosto del 2014			
RESPONSABLES:			
 Dra. Gina Álvarez		 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 AGUA

CÓDIGO 397-14

CLIENTE: Srta. Cinthia Cevallos			
DIRECCIÓN: Urbanización José Martí		TELÉFONO:	
TIPO DE MUESTRA: Agua ,P4 Los Elenes, Guano			
FECHA DE RECEPCIÓN: 20 de octubre del 2014			
FECHA DE MUESTREO: 20 de octubre del 2014			
EXAMEN FISICO			
COLOR: Incoloro			
OLOR: Inoloro			
ASPECTO: Presencia de sólidos			
PARÁMETROS	MÉTODO	VALOR REFERENCIAL	RESULTADO
<i>Coliformes fecales UFC/100ml</i>	Filtración por membrana	<1	276
NORMA INEN 1108:2011			
OBSERVACIONES:			
FECHA DE ANÁLISIS: 20 de octubre del 2014			
FECHA DE ENTREGA : 23 de agosto del 2014			
RESPONSABLES:			
 Dra. Gina Álvarez R.		 Dra. Fabiola Villa	
 Servicio Analítico Químico y Microbiológico			
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 AGUA

CÓDIGO 398-14

CLIENTE: Srta. Cinthia Cevallos			
DIRECCIÓN: Urbanización José Martí		TELÉFONO:	
TIPO DE MUESTRA: Agua ,P5 Taumate			
FECHA DE RECEPCIÓN: 20 de octubre del 2014			
FECHA DE MUESTREO: 20 de octubre del 2014			
EXAMEN FISICO			
COLOR: Incoloro			
OLOR: Inoloro			
ASPECTO: Presencia de sólidos			
PARÁMETROS	MÉTODO	VALOR REFERENCIAL	RESULTADO
<i>Coliformes fecales UFC/100ml</i>	Filtración por membrana	<1	368
NORMA INEN 1108:2011			
OBSERVACIONES:			
FECHA DE ANÁLISIS: 20 de octubre del 2014			
FECHA DE ENTREGA : 23 de agosto del 2014			
RESPONSABLES:			
 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.			

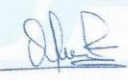

EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE AGUA

CÓDIGO 413-14

CLIENTE: Srta. Cinthia Cevallos			
DIRECCIÓN: Urbanización José Martí		TELÉFONO:	
TIPO DE MUESTRA: Agua ,P1 San Rafael quebrada seca			
FECHA DE RECEPCIÓN: 17 de noviembre del 2014			
FECHA DE MUESTREO: 17 de noviembre del 2014			
EXAMEN FISICO			
COLOR: Incoloro			
OLOR: Inoloro			
ASPECTO: Libre de material extraño			
PARAMETROS	MÉTODO	VALOR REFERENCIAL	RESULTADO
Coliformes fecales UFC/100ml	Filtración por membrana		20
OBSERVACIONES:			
FECHA DE ANÁLISIS: 17 de noviembre de 2014			
FECHA DE ENTREGA : 19 de noviembre de 2014			
RESPONSABLES:			
 Dra. Gina Álvarez R.		 Dra. Fabiola Villa	
 Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos			
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 AGUA

CÓDIGO 414-14

CLIENTE: Srta. Cinthia Cevallos			
DIRECCIÓN: Urbanización José Martí		TELÉFONO:	
TIPO DE MUESTRA: Agua, P2 Puente San Andrés quebrada la Josefina			
FECHA DE RECEPCIÓN: 17 de noviembre del 2014			
FECHA DE MUESTREO: 17 de noviembre del 2014			
EXAMEN FISICO			
COLOR: Incoloro			
OLOR: Inoloro			
ASPECTO: Presencia de sólidos			
PARÁMETROS	MÉTODO	VALOR REFERENCIAL	RESULTADO
Coliformes fecales UFC/100ml	Filtración por membrana		88
OBSERVACIONES:			
FECHA DE ANÁLISIS: 17 de noviembre del 2014			
FECHA DE ENTREGA : 19 de noviembre del 2014			
RESPONSABLES:			
 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.			


EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE AGUA

CÓDIGO 415-14

CLIENTE: Srta. Cinthia Cevallos			
DIRECCIÓN: Urbanización José Martí		TELÉFONO:	
TIPO DE MUESTRA: Agua ,P3 Vertiente Villagrán			
FECHA DE RECEPCIÓN: 17 de noviembre del 2014			
FECHA DE MUESTREO: 17 de noviembre del 2014			
EXAMEN FISICO			
COLOR: Incoloro			
OLOR: Inoloro			
ASPECTO: Libre de material extraño			
PARÁMETROS	MÉTODO	VALOR REFERENCIAL	RESULTADO
Coliformes fecales UFC/100ml	Filtración por membrana		60
OBSERVACIONES:			
FECHA DE ANÁLISIS: 17 de noviembre de 2014			
FECHA DE ENTREGA : 19 de diciembre de 2014			
RESPONSABLES:			
 Dra. Gina Álvarez R.		 Dra. Fabiola Villa	
 Servicio Analítico Químico y Microbiológico			
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 AGUA

CÓDIGO 416-14

CLIENTE: Srta. Cinthia Cevallos			
DIRECCIÓN: Urbanización José Martí		TELÉFONO:	
TIPO DE MUESTRA: Agua ,P4 Los Elenes, Guano			
FECHA DE RECEPCIÓN: 17 de noviembre del 2014			
FECHA DE MUESTREO: 17 de noviembre del 2014			
EXAMEN FISICO			
COLOR: Incoloro			
OLOR: Inoloro			
ASPECTO: Presencia de sólidos			
PARÁMETROS	MÉTODO	VALOR REFERENCIAL	RESULTADO
Coliformes fecales UFC/100ml	Filtración por membrana		148
OBSERVACIONES:			
FECHA DE ANÁLISIS: 17 de noviembre de 2014			
FECHA DE ENTREGA : 19 de noviembre de 2014			
RESPONSABLES:			
 Dra. Gina Álvarez R.		 Dra. Fabiola Villa	
 <small>Servicio Analíticos Químicos y Microbiológicos</small>			
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 AGUA

CÓDIGO 417-14

CLIENTE: Srta. Cinthia Cevallos			
DIRECCIÓN: Urbanización José Martí		TELÉFONO:	
TIPO DE MUESTRA: Agua ,P5 Taumate			
FECHA DE RECEPCIÓN: 17 de noviembre del 2014			
FECHA DE MUESTREO: 17 de noviembre del 2014			
EXAMEN FISICO			
COLOR: Incoloro			
OLOR: Inoloro			
ASPECTO: Presencia de sólidos			
PARAMETROS	MÉTODO	VALOR REFERENCIAL	RESULTADO
<i>Coliformes fecales UFC/100ml</i>	Filtración por membrana		344
OBSERVACIONES:			
FECHA DE ANÁLISIS: 17 de noviembre de 2014			
FECHA DE ENTREGA : 19 de noviembre de 2014			
RESPONSABLES:			
 Dra. Gina Álvarez R.		 Dra. Fabiola Villa	
 <small>Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos</small>			
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 AGUA

CÓDIGO 36-15

CLIENTE: Srta. Cinthia Cevallos			
DIRECCIÓN: Urbanización José Martí		TELÉFONO:	
TIPO DE MUESTRA: Agua ,P1 San Rafael quebrada seca			
FECHA DE RECEPCIÓN: 14 de diciembre del 2014			
FECHA DE MUESTREO: 14 de diciembre del 2014			
EXAMEN FISICO			
COLOR: Incoloro			
OLOR: Inoloro			
ASPECTO: Presencia de sólidos			
PARÁMETROS	MÉTODO	VALOR REFERENCIAL	RESULTADO
<i>Coliformes fecales UFC/100ml</i>	Filtración por membrana	2000	25
TULAS , libro VI del texto unificado 2014			
OBSERVACIONES:			
FECHA DE ANÁLISIS: 14 de diciembre del 2014			
FECHA DE ENTREGA : 16 de diciembre del 2014			
RESPONSABLES:			
 Dra. Gina Álvarez R.		 Dra. Fabiola Villa	
 <small>Servicio Analítico Químico y Microbiológico</small>			
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 AGUA

CÓDIGO 37-15

CLIENTE: Srta. Cinthia Cevallos			
DIRECCIÓN: Urbanización José Martí		TELÉFONO:	
TIPO DE MUESTRA: Agua, P2 Puente San Andrés quebrada la Josefina			
FECHA DE RECEPCIÓN: 14 de diciembre del 2014			
FECHA DE MUESTREO: 14 de diciembre del 2014			
EXAMEN FISICO			
COLOR: Incoloro			
OLOR: Inoloro			
ASPECTO: Libre de material extraño			
PARÁMETROS	MÉTODO	VALOR REFERENCIAL	RESULTADO
<i>Coliformes fecales UFC/100ml</i>	Filtración por membrana	2000	188
TULAS , libro VI del texto unificado 2014			
OBSERVACIONES:			
FECHA DE ANÁLISIS: 14 de diciembre del 2014			
FECHA DE ENTREGA : 16 de diciembre del 2014			
RESPONSABLES:			
 Dra. Gina Álvarez R.		 Dra. Fabiola Villa	
 <small>Servicio Analítico Químico y Microbiológico</small>			
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 AGUA

CÓDIGO 38-14

CLIENTE: Srta. Cinthia Cevallos			
DIRECCIÓN: Urbanización José Martí		TELÉFONO:	
TIPO DE MUESTRA: Agua ,P3 Vertiente Villagrán			
FECHA DE RECEPCIÓN: 14 de diciembre del 2014			
FECHA DE MUESTREO: 14 de diciembre del 2014			
EXAMEN FISICO			
COLOR: Incoloro			
OLOR: Inoloro			
ASPECTO: Libre de material extraño			
PARÁMETROS	MÉTODO	VALOR REFERENCIAL	RESULTADO
<i>Coliformes fecales UFC/100ml</i>	Filtración por membrana	2000	89
TULAS , libro VI del texto unificado 2014			
OBSERVACIONES:			
FECHA DE ANÁLISIS: 14 de diciembre del 2014			
FECHA DE ENTREGA : 16 de diciembre del 2014			
RESPONSABLES:			
  			
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.			

EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE AGUA

CÓDIGO 39-14

CLIENTE: Srta. Cinthia Cevallos			
DIRECCIÓN: Urbanización José Martí		TELÉFONO:	
TIPO DE MUESTRA: Agua ,P4 Los Elenes, Guano			
FECHA DE RECEPCIÓN: 14 de diciembre del 2014			
FECHA DE MUESTREO: 14 de diciembre del 2014			
EXAMEN FISICO			
COLOR: Incoloro			
OLOR: Inoloro			
ASPECTO: Presencia de sólidos			
PARÁMETROS	MÉTODO	VALOR REFERENCIAL	RESULTADO
Coliformes fecales UFC/100ml	Filtración por membrana	2000	80
TULAS , libro VI del texto unificado 2014			
OBSERVACIONES:			
FECHA DE ANÁLISIS: 14 de diciembre del 2014			
FECHA DE ENTREGA : 16 de agosto del 2014			
RESPONSABLES:			
  			
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.			

EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE AGUA

CÓDIGO 40-15

CLIENTE: Srta. Cinthia Cevallos			
DIRECCIÓN: Urbanización José Martí		TELÉFONO:	
TIPO DE MUESTRA: Agua ,P5 Taumate			
FECHA DE RECEPCIÓN: 14 de diciembre del 2014			
FECHA DE MUESTREO: 14 de diciembre del 2014			
EXAMEN FISICO			
COLOR: Incoloro			
OLOR: Inoloro			
ASPECTO: Presencia de sólidos			
PARÁMETROS	MÉTODO	VALOR REFERENCIAL	RESULTADO
<i>Coliformes fecales UFC/100ml</i>	Filtración por membrana	2000	192
TULAS , libro VI del texto unificado 2014			
OBSERVACIONES:			
FECHA DE ANÁLISIS: 14 de diciembre del 2014			
FECHA DE ENTREGA : 16 de diciembre del 2014			
RESPONSABLES:			
  			
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.			