



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES INGENIERÍA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE



“VALORACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA QUEBRADA LOS MOLINOS, UTILIZADA PARA CONSUMO HUMANO, PARROQUIA VALLADOLID, CANTÓN PALANDA, PROVINCIA ZAMORA CHINCHIPE”

AUTORA:

Mayra Lorena Jiménez Macau

DIRECTORA DE TESIS:

Ing. Natalia Samaniego Rojas, Mg.Sc

**TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE INGENIERA EN MANEJO Y
CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE**

**LOJA - ECUADOR
2014**

CERTIFICACIÓN

En calidad de tribunal Calificador de la Tesis titulada “**VALORACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA QUEBRADALOS MOLINOS, UTILIZADA PARA CONSUMO HUMANO, PARROQUIA VALLADOLID, CANTÓN PALANDA, PROVINCIA ZAMORA CHINCHIPE**”, de autoría de la señorita egresada de la carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente **Mayra Lorena Jiménez Macau**, certifica que ha incorporado todas las sugerencias efectuadas por sus miembros. Por lo tanto autorizamos a la señorita egresada, su publicación y difusión.

Loja, 15 de Julio de 2014.

Atentamente,

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Marlon Chamba Morales, Mg. Sc.



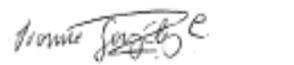
VOCAL DEL TRIBUNAL

Ing. Katerine Ponce Ochoa, Mg. Sc.



VOCAL DEL TRIBUNAL

Ing. Ivonne González Coronel, Mg. Sc.



CERTIFICACIÓN

En calidad de Director de la tesis titulada “VALORACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA QUEBRADALOS MOLINOS, UTILIZADA PARA CONSUMO HUMANO, PARROQUIA VALLADOLID, CANTÓN PALANDA, PROVINCIA ZAMORA CHINCHIPE”, de autoría de la señorita egresada de la Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente **Mayra Lorena Jiménez Macau**, certifico que se ha realizado dentro del cronograma aprobado, por lo que autorizo su presentación y publicación.

Loja, 27 de Junio de 2014.

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Natalia Samaniego R', is written over a horizontal line.

Ing. Natalia Samaniego Rojas, Mg. Sc.

DIRECTORA DE TESIS

AUTORÍA

Yo Mayra Lorena Jiménez Macau declaro ser autora del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el repositorio institucional-biblioteca virtual.



Mayra Lorena Jiménez Macau

1105042921

Loja 15 de Julio de 2014

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO

Yo Mayra Lorena Jiménez Macau, declaro ser autora, de la tesis titulada **“VALORACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA QUEBRADALOS MOLINOS, UTILIZADA PARA CONSUMO HUMANO, PARROQUIA VALLADOLID, CANTÓN PALANDA, PROVINCIA ZAMORA CHINCHIPE”**, como requisito para optar al grado de: Ingeniera en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Digital Institucional, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 15 días del mes de julio del dos mil catorce, firma la autora.



Mayra Lorena Jiménez Macau

| | |
|---------------------|--|
| Cédula: | 1105042921 |
| Dirección: | Cdla. Santa Teresita, Tebaida baja, Loja-Ecuador |
| Correo electrónico: | mljm_1290@hotmail.com |
| Teléfono: | 073 041654/0959812720 |

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de tesis: Ing. Natalia Samaniego Rojas, Mg. Sc
Tribunal de Grado: Ing. Marlón Chamba Morales, Mg. Sc
Ing. Katerine Ponce Ochoa, Mg. Sc
Ing. Ivonne González Coronel, Mg. Sc

AGRADECIMIENTO

Dejo constancia de mi más sincero agradecimiento a todos quienes contribuyeron durante el desarrollo y culminación de la presente investigación.

A la Universidad Nacional de Loja, a la Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, a todos sus docentes por guiar y contribuir con sus conocimientos en mi formación profesional

A la Ing. Natalia Samaniego Mg. Sc., directora de tesis, por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos y experiencia, ha logrado que pueda concluir con éxito mi trabajo.

Igualmente agradecer a los miembros del Tribunal Calificador de la Tesis: Ing. Marlon Chamba, Mg. Sc., Ing. Katerine Ponce, Mg. Sc e Ing. Ivonne Gonzáles, Mg. Sc., por sus recomendaciones, comentarios y sugerencias, que sirvieron para mejorar el presente trabajo de investigación.

También hago llegar un agradecimiento al Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Palanda, por el apoyo económico, a la Oficina Técnica Valladolid-MAE y a Naturaleza y Cultura Internacional por el apoyo técnico y logístico brindado.

A la comunidad de Valladolid y autoridades locales, quienes facilitaron la realización de la presente investigación.

Mayra Lorena

DEDICATORIA

A Dios, y a la Virgen del Cisne, por darme la oportunidad de vivir y guiarme por el buen camino, dándome fuerzas para seguir adelante y no desmayar ante los problemas que se presentaban, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres **Juan Bolívar** y **Elsa María**, las personas que más amo y admiro en la vida, gracias por su apoyo incondicional, consejos, amor, comprensión y ejemplo.

A mis hermanos **Kevin, Juan, Franklin, Mireya, Diego** y **Rosario** por el apoyo y cariño desinteresado que siempre me brindan.

A mis sobrinos **María del Cisne, Angelina, Anthony, Sebastián, Anabel** y **Jennifer** porque han sido mi inspiración para culminar con éxito mis estudios.

A mis abuelitos, tíos, primos y amigos que consciente o inconscientemente siempre me motivaron para que cumpla con mis metas.

Con cariño y respeto
Mayra Lorena

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2. MARCO TEÓRICO | 4 |
| 2.1. CUENCAS HIDROGRÁFICAS | 4 |
| 2.2. PARTES DE UNA CUENCA HIDROGRÁFICA | 5 |
| 2.3. LA CALIDAD DE AGUA: TIPOS Y PARÁMETROS | 6 |
| 2.3.1. Parámetros Físicos | 6 |
| 2.3.2. Parámetros Químicos | 6 |
| 2.3.3. Parámetros Biológicos (o Indicadores Biológicos)..... | 7 |
| 2.4. FUENTES DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA | 8 |
| 2.4.1. Fuentes Puntuales..... | 8 |
| 2.4.2. Fuentes no Puntuales..... | 9 |
| 2.5. GESTIÓN AMBIENTAL DE LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS..... | 9 |
| 2.6. PLAN DE MANEJO DE CUENCAS | 11 |
| 2.6.1. ¿Qué es un Plan de Manejo de Cuenca? | 11 |
| 2.6.2. ¿Cuáles son los componentes de los Planes de Manejo de Cuencas?..... | 11 |
| 2.7. MEDIOS DE VIDA SOSTENIBLES: BASES CONCEPTUALES..... | 12 |
| 2.7.2. Capital social | 12 |
| 2.7.4. Capital financiero | 13 |
| 2.7.4. Capital natural | 13 |
| 2.7.5. Capital cultural | 13 |
| 2.7.6. Capital físico o construido..... | 13 |
| 2.8. NORMATIVA NACIONAL APLICABLE A LA CALIDAD DEL AGUA | 14 |
| 3. MATERIALES Y MÉTODOS | 15 |
| 3.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO | 15 |
| 3.1.1. Ubicación política de la microcuenca Los Molinos | 15 |
| 3.1.2. Ubicación geográfica de la microcuenca Los Molinos | 16 |
| 3.1.3. Condiciones Climáticas | 17 |
| 3.1.3.1. Temperatura | 17 |
| 3.1.3.2. Precipitación..... | 17 |
| 3.1.4. Tenencia de tierras en la zona de recarga de la microcuenca..... | 17 |

| | |
|---|----|
| 3.1.5. Principales características hidrográficas y morfométricas de la microcuenca Los Molinos... | 18 |
| 3.2. DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE LOS ÍNDICES DE CALIDAD (ICA), DE CONTAMINACIÓN (ICO) Y BIOLÓGICO | 20 |
| 3.2.1. Muestreo y análisis del agua de la quebrada Los Molinos..... | 20 |
| 3.2.2. Muestro de macroinvertebrados..... | 22 |
| 3.2.3. Cálculo del Índice de Calidad del Agua (ICA) | 22 |
| 3.2.4. Cálculo del índice de contaminación (ICO)..... | 25 |
| 3.2.5. Clasificación del agua según ICA, TULSMA y análisis ETP. | 26 |
| 3.2.6. Análisis descriptivo de la calidad del agua | 27 |
| 3.4. ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANEJO PARA LA MICROCUENCA LOS MOLINOS, ORIENTADO A PREVENIR, MITIGAR Y/O CONTROLAR LA CONTAMINACIÓN PRESENTE EN LA MISMA, BUSCANDO GARANTIZAR LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO | 28 |
| 3.4.1. Diagnóstico | 28 |
| 3.4.2. Problemática Identificada | 29 |
| 3.4.3. Problemática priorizada | 30 |
| 3.4.4. Línea base de los componentes del plan de manejo..... | 30 |
| 3.4.5. Horizonte temporal del Plan de Manejo | 30 |
| 3.4.6. Objetivos del Plan de Manejo | 31 |
| 3.4.7. Programas y Proyectos del Plan de Manejo..... | 31 |
| 4. RESULTADOS | 32 |
| 4.1. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS HIDROGRÁFICAS Y MORFOMÉTRICAS DE LA MICROCUENCA LOS MOLINOS..... | 32 |
| 4.2. CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE LOS ÍNDICES DE CALIDAD (ICA), DE CONTAMINACIÓN (ICO) Y ETP (Ephemeroptera, Trichoptera y Plecoptera)..... | 34 |
| 4.2.2. Cálculo del índice de contaminación (ICO)..... | 41 |
| 4.2.3. Macroinvertebrados-Análisis EphemeropteraTrichopteraPlecoptera (ETP) | 42 |
| 4.2.4. Clasificación del agua según ICA, TULSMA y análisis ETP | 46 |
| 4.2.5. Análisis descriptivo de la calidad del agua | 47 |
| 4.3. CARACTERIZACIÓN DE LAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN DE LA QUEBRADA LOS MOLINOS | 49 |
| 4.3.1. De origen Natural..... | 49 |
| 4.3.2. De origen Antrópico | 49 |
| 4.4. ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANEJO PARA LA MICROCUENCA LOS MOLINOS | 52 |

| | |
|---|-----|
| 4.1. DIAGNÓSTICO | 52 |
| 4.1.1. Capital Humano | 52 |
| 4.1.2. Capital social..... | 53 |
| 4.1.3. Capital político normativo | 54 |
| 4.1.4. Capital financiero..... | 54 |
| 4.1.5. Capital Físico o Construido | 55 |
| 4.1.6. Capital Natural..... | 59 |
| 4.2. PROBLEMÁTICA IDENTIFICADA | 70 |
| 4.3. PROBLEMÁTICA PRIORIZADA..... | 73 |
| 4.4. LÍNEA BASE DE LOS COMPONENTES DEL PLAN DE MANEJO | 79 |
| 4.5. HORIZONTE TEMPORAL DEL PLAN DE MANEJO | 81 |
| 4.6. OBJETIVOS DEL PLAN DE MANEJO | 81 |
| 4.6.1. Objetivo General..... | 81 |
| 4.6.2. Objetivos específicos | 81 |
| 4.7. PROGRAMAS Y PROYECTOS DEL PLAN DE MANEJO | 82 |
| 5. DISCUSIÓN | 95 |
| 5.1. DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE LOS ÍNDICES DE CALIDAD DE AGUA (ICA) Y DE CONTAMINACIÓN (ICO) Y PARÁMETROS BIOLÓGICOS DE LA QUEBRADA LOS MOLINOS. | 95 |
| 5.1.1. Parámetros físico químicos y microbiológicos | 95 |
| 5.1.2. Índices de calidad del agua | 98 |
| 5.2. CARACTERIZACIÓN DE LAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN..... | 102 |
| 6. CONCLUSIONES | 103 |
| 7. RECOMENDACIONES..... | 105 |
| 8. BIBLIOGRAFÍA | 107 |
| 9. ANEXOS | 113 |

ÍNDICE DE CUADROS

| Contenido | Pág. |
|--|------|
| Cuadro 1. Componentes de los Planes de Manejo de Cuencas | 11 |
| Cuadro 2. Normativa ambiental vigente, referente al recurso agua | 14 |
| Cuadro 3. Características morfológicas de la microcuenca Los Molinos | 19 |
| Cuadro 4. Pesos relativos para cada variable | 23 |
| Cuadro 5. Asignación de valores de ponderación | 23 |
| Cuadro 6. Fórmulas de los Índices de Contaminación | 25 |
| Cuadro 7. Clasificación del ICA | 26 |
| Cuadro 8. Clasificación del ICO | 26 |
| Cuadro 9. Características morfológicas de la microcuenca Los Molinos | 32 |
| Cuadro 10. Puntos de Monitoreo de la calidad del agua | 34 |
| Cuadro 11. Características Físico-químicas-microbiológicas en la zona media de la microcuenca, durante la campaña de muestreo. | 35 |
| Cuadro 12. Características Físico-químicas-microbiológicas en la zona baja de la microcuenca, durante la campaña de muestreo. | 36 |
| Cuadro 13. Características Físico-químicas-microbiológicas del agua de consumo directo, proveniente de la microcuenca Los Molinos, durante la campaña de muestreo. | 38 |
| Cuadro 14. Calidad del agua según el ICA en la zona media de la microcuenca Los Molinos | 39 |
| Cuadro 15. Calidad del agua según el ICA, en la zona baja de la microcuenca Los Molinos | 40 |
| Cuadro 16. Parámetros físico-químicos y microbiológicos para el cálculo del índice de contaminación | 41 |
| Cuadro 17. Calidad del agua según el ICO, en la zona media de la microcuenca Los Molinos | 41 |
| Cuadro 18. Calidad del agua según el ICO, en la zona baja de la microcuenca Los Molinos | 42 |
| Cuadro 19. Análisis ETP según los macroinvertebrados identificados en la zona media de la microcuenca Los Molinos, durante los meses de septiembre y noviembre 2013. | 44 |
| Cuadro 20. Análisis ETP según los macroinvertebrados identificados en la zona baja de la microcuenca Los Molinos, durante los meses de septiembre y noviembre 2013. | 45 |
| Cuadro 21. Clasificación del agua según el ICA y ETP en la microcuenca Los Molinos .. | 46 |
| Cuadro 22. Focos de contaminación de la microcuenca Los Molinos | 50 |
| Cuadro 23. Distribución espacial de la población de Valladolid | 52 |
| Cuadro 24. Taxonomía de los suelos de la microcuenca Los Molinos | 59 |

| | |
|---|----|
| Cuadro 25. Descripción de las pendientes de la microcuenca Los Molinos..... | 61 |
| Cuadro 26. Cobertura vegetal y uso del suelo..... | 63 |
| Cuadro 27. Economía local por actividades..... | 67 |
| Cuadro 28. Actores claves en la solución de problemas dentro de la microcuenca Los Molinos..... | 71 |
| Cuadro 29. Descripción de la problemática ambiental identificada en la parroquia Valladolid | 72 |
| Cuadro 30. Listado de causas, consecuencias y soluciones para la ganadería extensiva en pendientes fuertes | 75 |
| Cuadro 31. Listado de causas, consecuencias y soluciones para la destrucción continua de la cobertura boscosa..... | 76 |
| Cuadro 32. Listado de causas, consecuencias y soluciones para la contaminación de la captación por la ganadería | 77 |
| Cuadro 33. Listado de causas, consecuencias y soluciones para la deficiente gestión local en el manejo de los recursos naturales..... | 78 |
| Cuadro 34. Programa orientado a mitigar los efectos negativos de la ganadería en pendientes fuertes. | 82 |
| Cuadro 35. Presupuesto para el programa de Establecimiento y Manejo de Sistemas Silvopastoriles en la microcuenca Los Molinos, Loja 2014..... | 85 |
| Cuadro 36. Programa orientado a minimizar la destrucción de la cobertura boscosa. | 86 |
| Cuadro 37. Presupuesto para el programa de Restauración de la cobertura boscosa de la microcuenca Los Molinos y de la parroquia en general, Loja 2014..... | 87 |
| Cuadro 38. Programa orientado a mitigar la contaminación de la zona de captación ocasionada por prácticas ganaderas inadecuadas. | 88 |
| Cuadro 39. Presupuesto para el programa de Mejoramiento de la calidad ambiental del recurso hídrico de la quebrada Los Molinos, Loja 2014. | 90 |
| Cuadro 40. Programa orientado a mejorar gestión local en el manejo de los recursos naturales. | 91 |
| Cuadro 41. Presupuesto para el programa de Mejoramiento de la gestión local de los recursos naturales de la microcuenca Los Molinos, Loja 2014..... | 92 |
| Cuadro 42. Presupuesto total del plan de manejo para la microcuenca Los Molinos..... | 93 |
| Cuadro 43. Cronograma de ejecución del plan de manejo de la microcuenca Los Molinos. | 94 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| Contenido | Pág. |
|--|------|
| Figura 1 Partes de una cuenca hidrográfica. Fuente CATIE 2005 | 5 |
| Figura 2. Ubicación política de la microcuenca Los Molinos..... | 15 |
| Figura 3. Ubicación Geográfica de la Microcuenca Los Molinos..... | 16 |
| Figura 4. Mapa de tenencia de tierras de la zona de recarga de la microcuenca Los Molinos. | 18 |
| Figura 5. Puntos de muestreo para determinación de la calidad del agua en la microcuenca Los Molinos. Fuente: Elaboración propia..... | 21 |
| Figura 6. Curva hipsométrica de la microcuenca Los Molinos. Fuente: Elaboración propia | 33 |
| Figura 7. Perfil del cauce principal de la microcuenca Los Molinos. Fuente: Elaboración propia | 33 |
| Figura 8. Familias de macroinvertebrados del orden ETP de la microcuenca Los Molinos | 43 |
| Figura 9. Valoración de la calidad del agua según los índices ICA y ETP durante el muestreo del mes de septiembre en la microcuenca Los Molinos | 48 |
| Figura 10. Valoración de la calidad del agua según los índices ICA y ETP durante el muestreo del mes de noviembre en la microcuenca Los Molinos | 48 |
| Figura 11. Focos de contaminación de origen natural..... | 49 |
| Figura 12. Focos de contaminación de origen antrópica..... | 50 |
| Figura 13. Focos de contaminación identificados en la microcuenca Los Molinos..... | 51 |
| Figura 14. Mapa de taxonomía de la microcuenca Los Molinos. Fuente: Naturaleza y Cultura Internacional (2013)..... | 60 |
| Figura 15. Mapa de pendientes de la microcuenca Los Molinos. Fuente: Naturaleza y Cultura Internacional (2013)..... | 62 |
| Figura 16. Mapa de cobertura vegetal y uso actual del suelo de la microcuenca Los Molinos | 64 |
| Figura 17. Mapa de propuesta de zonificación de la zona de recarga de la microcuenca Los Molinos. | 66 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| Contenido | Pág. |
|---|-------------|
| Anexo 1. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que requieren tratamiento convencional | 113 |
| Anexo 2. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que requieren tratamiento convencional | 115 |
| Anexo 3. Solubilidad del oxígeno en Agua dulce..... | 117 |
| Anexo 4. Uso del Agua según el ICA..... | 118 |
| Anexo 5. Calidad del Agua de acuerdo con el nivel de sensibilidad a los contaminantes según el ETP..... | 118 |
| Anexo 6. Equipamiento comunal de la parroquia Valladolid..... | 119 |
| Anexo 7. Situación actual del sector salud de la Parroquia Valladolid..... | 120 |
| Anexo 8. Entrevista aplicada a la población de Valladolid para la identificación de la problemática ambiental de la zona de estudio..... | 121 |
| Anexo 9. Registro fotográfico..... | 136 |
| Anexo 10. Valoración de los parámetros de ponderación considerados para el ICA | 138 |
| Anexo 11. Análisis Físico-Químico-Microbiológico del agua de la microcuenca Los Molinos, en los meses de septiembre y noviembre..... | 140 |

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en la microcuenca Los Molinos, parroquia Valladolid, provincia Zamora Chinchipe. El área de estudio comprende una superficie aproximada de 1063,67 ha. El objetivo principal de investigación es evaluar la calidad del agua de la quebrada Los Molinos, abastecedora de agua para consumo humano del centro poblado de la parroquia Valladolid. Para lo cual se realizaron dos muestreos estacionales de las características físico químicas, microbiológicas y bióticas del agua en cuatro puntos distribuidos en la parte media y baja de la quebrada, éstos resultados fueron empleados en la determinación de los índices de calidad del agua (ICA), de contaminación (ICO) y biótico (ETP), para lograr determinar la calidad del recurso en la zona. Además se aplicaron entrevistas semi estructuradas a una muestra de 81 personas, con el fin de identificar la problemática que ocasiona la disminución de la calidad del agua en la zona de estudio. Como resultado se ó que el agua de la zona presenta porcentajes de coliformes fuera de los rangos establecidos en la legislación ambiental tanto a nivel mundial como nacional, además, la calidad del agua es distinta según el índice utilizado, obteniendo valores desde muy buena hasta regular. La investigación permite concluir que la problemática de la zona gira en torno al avance progresivo de la frontera ganadera a nivel de la microcuenca, por lo que se puede observar un deterioro de la calidad del agua en los puntos muestreados. Asimismo, se observó que a pesar de los distintos resultados encontrados con los índices utilizados, éstos guardan una clara relación con respecto a la contaminación recurso.

SUMMARY

This research was conducted in the watershed Los Molinos, Valladolid Parish, Zamora Chinchipe province. The study area comprises a surface of 1063.67 ha. The main research aim is to assess the water quality of the creek Los Molinos, which supplies drinking water to the town of Valladolid Parish. Two seasonal samples of physical-chemical, microbiological and biotic water were performed at four different spots distributed along the middle and lower areas of the creek; these results were used to determine water quality index (ICA), pollution index (ICO) and bioticindex in order to assess the quality of this resource in the area.

In addition, interviews were performed to a random group of 81 persons, in order to identify problems that poor quality of the water cause in the researching area. It was determined that the water in the area presents percentages of coliform outside the ranges established in environmental legislation at both global and national levels, nevertheless water quality varies depending on the index used, obtaining values from very good to poor quality . As result, this research has arrived to the conclusion that problems in the area revolve around the progression of the cattle frontier in the watershed, so you can see a decreasing quality of water in the sampled points. It was also noted that, despite the different results found with the index used, they clearly relate resource regarding pollution.

1. INTRODUCCIÓN

A pesar de la inmensa variedad de servicios que proveen los ecosistemas naturales, uno de los más apreciados y amenazados es el mantenimiento de la calidad del agua (Aguilar, 2007). La contaminación del agua, casi permanente, está comprometiendo la salud y la existencia humana principalmente (Henry y Heinke 1999). Pues, según información de la ONU 2010, cerca de 1000 millones de personas a nivel mundial, no tienen acceso a agua potable. Además, 2,5 mil millones carecen de sistemas sanitarios adecuados, y más de cinco millones de personas fallecen anualmente a causa de enfermedades relacionadas con el agua, diez veces más de quienes mueren en conflictos armados cada año.

En los países en proceso de desarrollo el saneamiento del agua es pobre y lento (Collazos 2005), por otro lado Ongley (1997) menciona que la causa central de la degradación de los cuerpos utilizados para consumo humano principalmente, son las actividades agropecuarias insostenibles, las cuales aportan sedimentos por la erosión hídrica, nutrientes, patógenos y plaguicidas (CooteyGregorich 2000, QuinnyStroud 2002).

Ecuador es un país rico en cantidad de agua, más no en calidad, ya que el 70% de los ríos de Ecuador se encuentran en procesos críticos de contaminación, donde las principales causas de estas cifras se deben particularmente al aumento de la población en las últimas décadas y también por el incremento de actividades productivas agropecuarias productoras de residuos contaminantes (Cascante 2013, FAO 2010).

La provincia de Zamora Chinchipe, se caracteriza por su riqueza hídrica, cuenta con cuatro cuencas de importancia hídrica (Zamora, Yacuambi, Nangaritzza, Mayo), sin embargo debido a la ampliación de la frontera agrícola-ganadera principalmente, se ven en peligro y constante amenaza, pues según Dutraet al. (2001), LeJeuneet al. (2001), Purdyet al. (2001), Winget al. (2002), existe un importante riesgo de contaminación biológica del agua asociada a la actividad ganadera, debido a que los patógenos eliminados a través de las deyecciones y orinas animales pueden ser transportadas por escurrimiento a las vías de agua (Soler 1998, Oyarzún y Huber 1997).

Por lo tanto, al tener una visión holística, de la zona de estudio, la cual presenta niveles altos de intervención, asociados principalmente, al avance de la frontera ganadera, el presente trabajo está enfocado en el análisis de las características físico químicas y microbiológicas que considera el Índice de Calidad de Agua (ICA) (Fernández, et al. 2009), mismo que toma en cuenta la Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días (DBO5), Oxígeno disuelto (OD), coliformes fecales, nitratos (NO₃-), potencial de hidrógeno (pH), cambio de temperatura, sólidos totales disuelto (SDT), fosfatos totales y turbiedad (NSF¹ 2006), pretendiendo también determinar mediante el análisis de éstos parámetros el índice de contaminación (ICO). Según Fernández y Solano (2005), determinar que los índices de calidad de agua (ICA) y de contaminación (ICO) en una microcuenca, da una idea general de la calidad del agua que cierta zona o comunidad está consumiendo, además de ser una herramienta importante para la formulación de programas de gestión de recursos hídricos.

A pesar de existir varias investigaciones reportadas por Sarango (2009), Cuenca y Pazuña (2011), Córdova y Lima (2012), sobre la calidad del agua en la provincia de Zamora y en diferentes sectores del país, pocos son los estudios que se han realizado en el cantón Palanda sobre este factor, según Angamarca y Luzuriaga (2011), por lo que es evidente la falta de información que permita determinar la idoneidad del agua para consumo humano, tomando en cuenta los límites permisibles establecidos por el TULSMA para dicho uso en cada parroquia a nivel provincial.

Es por ello que se ha creído conveniente conjuntamente con el Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Palanda como entidad reguladora del manejo de los cuerpos hídricos que abastecen de agua a las comunidades del cantón, estudiar la problemática que representa el recurso hídrico en una de sus parroquias, con la finalidad de que sirva como herramienta de gestión en la toma de decisiones para mejorar el nivel de vida de la comunidad. Además dicho estudio servirá como modelo para que se pueda replicar en las otras parroquias del cantón.

¹NationalScienceFundation

Bajo este contexto, para el presente trabajo de investigación se han planteado los siguientes objetivos:

Objetivo General:

Evaluar la calidad del agua de la quebrada Los Molinos, abastecedora de agua para consumo humano del centro poblado de la parroquia Valladolid.

Objetivos Específicos:

- Determinar la calidad del agua mediante los Índices de Calidad de Agua (ICA) y de Contaminación (ICO) y parámetros biológicos de la quebrada los Molinos.
- Caracterizar las fuentes de contaminación de agua de la quebrada Los Molinos, mediante recorridos de observación.
- Elaborar un plan de manejo para la microcuenca Los Molinos, orientado a prevenir, mitigar y/o controlar la contaminación presente en la misma, buscando garantizar la calidad de agua para la población.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. CUENCAS HIDROGRÁFICAS

La cuenca hidrográfica es una unidad territorial formada por un río (lago o laguna) con sus afluentes y por un área colectora de las aguas (el área de drenaje). En la cuenca están contenidos los recursos naturales básicos para múltiples actividades humanas, como el agua, el suelo, la vegetación, la fauna. Todos ellos mantienen una continua y particular interacción con los aprovechamientos y desarrollos productivos del hombre (Parra 2009).

Además, la cuenca hidrográfica de un río, arroyo o lago, es aquella superficie geográfica cuya precipitación pluvial que escurre, es decir que no regresa a la atmósfera por evapotranspiración ni se infiltra en los acuíferos, llega finalmente al río, arroyo o lago. Las cuencas hidrográficas son delimitadas por líneas de cumbres, las cuales están formadas por las cimas más altas de los relieves (Atlas del Agua México 2012).

Sus límites están formados por las divisorias de aguas que la separan de zonas adyacentes pertenecientes a otras cuencas fluviales. El tamaño y forma de una cuenca viene determinado generalmente por las condiciones geológicas del terreno. El patrón y densidad de las corrientes y ríos que drenan este territorio no sólo dependen de su estructura geológica, sino también del relieve de la superficie terrestre, el clima, el tipo de suelo, la vegetación y cada vez mayor medida, de las repercusiones de la acción humana en el medio ambiente de la cuenca (Cruz 2007).

2.2. PARTES DE UNA CUENCA HIDROGRÁFICA

Según CATIE (2005), la cuenca también se puede dividir en “parte alta, media y baja” (Figura 1), esto generalmente se realiza en función a características de relieve, altura y aspectos climáticos. Para lo cual se toma en cuenta los siguientes criterios:

Criterio 1. Altitud: Si el criterio utilizado es la altura, se podrían distinguir la parte alta, media y baja, sucesivamente, en función de los rangos de altura que tenga la cuenca. Si la diferencia de altura es significativa y varía de 0 a 2,500 msnm, es factible diferenciar las tres partes, si esta diferencia es menor, por ejemplo de 0 a 1000 msnm, posiblemente sólo se distingan dos partes, y si la cuenca es casi plana será menos probable establecer partes. Generalmente este criterio de la altura, se relaciona con el clima y puede ser una forma de establecer las partes de una cuenca.

Criterio 2. Topografía: Otro criterio muy similar al anterior es la relación con el relieve y la forma del terreno, las partes accidentadas forman las montañas y laderas, las partes onduladas, casi planas y planas, forman los valles; y finalmente otra parte es la zona por donde discurre el río principal y sus afluentes, a esta se le denomina cauce.



Figura 1 Partes de una cuenca hidrográfica. Fuente CATIE 2005

2.3. LA CALIDAD DE AGUA: TIPOS Y PARÁMETROS

Los parámetros necesarios para considerar un agua de calidad, están en función del uso que se le vaya a dar. Las exigencias de calidad han ido evolucionando a lo largo del desarrollo de la humanidad. Los parámetros a considerar son: físicos, químicos y biológicos (Ortega 2013).

2.3.1. Parámetros Físicos

Son aquellas características organolépticas (olor, color y sabor): incolora, inodora e insípida. Estos parámetros indican la presencia de materiales en suspensión, sustancias disueltas o microorganismos. Además dentro de estos parámetros se consideran a:

- Temperatura: a mayor temperatura mayor probabilidad de presencia de microorganismos, así como menor cantidad de gases disueltos.
- Turbidez: debido a partículas o microorganismos en suspensión. Impide el paso de la luz (se mide con el disco de Secchi).
- Conductividad: relacionado con la cantidad de iones en disolución. Con más de 0.2 g/l de carbonatos de calcio o magnesio se llaman aguas duras (producen poca espuma con el jabón, dificultan la cocción de los alimentos y tascan conducciones y calderas) (Ortega 2013).

2.3.2. Parámetros Químicos

- **DBO (Demanda Biológica de Oxígeno):** Cantidad de oxígeno que consumen los microorganismos para descomponer la materia orgánica. (DBO5 se mide en ausencia de luz, a 22°C durante cinco días). Cuanto mayor sea la cantidad de materia orgánica presente mayor será el consumo de oxígeno (no se utiliza en aguas limpias debido a las mínimas cantidades que se obtendrían).

Además Ortega (2013) considera que algunos parámetros admitidos a considerar en las aguas naturales son:

- **DQO (Demanda Química de Oxígeno):** Cuantifica la materia oxidable. Es un método más rápido pero menos fiable pues oxida (con un oxidante fuerte como el permanganato potásico) tanto la materia orgánica como la inorgánica (se utiliza para aguas más limpias).
- **COT (Carbono Orgánico Total):** Se deseca y los residuos se queman midiendo la cantidad de CO₂ que se produce, lo que da una idea de la cantidad de materia orgánica presente.
- **OD (Oxígeno en disolución):** Los descomponedores consumen oxígeno por lo que su concentración informa de la actividad de los organismos descomponedores de materia orgánica. Por debajo de 4 mg/l se consideran aguas anóxicas. Se desarrollan entonces microorganismos anaerobios que generan residuos como metano o ácido sulfhídrico.
- **Fósforo:** suele ser el factor limitante en el desarrollo de los microorganismos. Generalmente atrapado en el fondo de lagos (u océanos), cuando se aporta al agua (detergentes o abonos) produce el desarrollo de microorganismos y la eutrofización de las aguas.

2.3.3. Parámetros Biológicos (o Indicadores Biológicos)

Cuantifican la cantidad y el tipo de microorganismos que habitan las aguas. El agua potable no debería contener ningún microorganismo patógeno. *Escherichiacolies* una bacteria indicador de la contaminación por aguas fecales. Midiendo una serie de parámetros en cultivos (color, gases desprendidos, etc.) se puede hacer una estimación del número de microorganismos presentes. También se utilizan organismos superiores como bioindicadores indirectos: larvas de insectos, peces, etc. (Ortega 2013).

Los parámetros biológicos se usan como índices de calidad de aguas. Hay muchos seres vivos que se emplean como indicadores de la calidad de un agua. Así, según predominen unos organismos u otros, se puede saber el estado de un agua. Además se conoce que en el caso de un vertido, el contaminante se diluye en el agua y, a veces, se hace difícil su detección, pero el efecto causado al ecosistema perdura durante más tiempo. Entre estos organismos se puede citar a los macroinvertebrados o a ciertas especies de algas, diatomeas (Ortega 2013).

Por esto, un buen índice para medir la salubridad de las aguas, en lo que se refiere a estos microorganismos, es el número de bacterias coliformes presentes en el agua. La OMS recomienda que en el agua para beber haya cero colonias de coliformes por 100 ml de agua (García 2002).

2.4. FUENTES DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Las mayores fuentes de contaminación del agua son los desechos domésticos, efluentes industriales, escurrimientos de la tierra labrada, deposición atmosférica y la filtración de las operaciones de las minas y rellenos sanitarios. Sin embargo Miller (1992) las clasifica de la siguiente manera:

2.4.1. Fuentes Puntuales

Son aquellas donde se descargan contaminantes en localizaciones específicas a través de tuberías, acequias o alcantarillas a cuerpos de agua superficial. Entre las cuales se puede incluir fábricas, plantas de tratamiento de aguas negras (que no retiran todos los contaminantes), minas subterráneas de carbón y minas diversas, pozos de petróleo fuera de costa y buques tanques petroleros. Las fuentes puntuales se hallan en lugares específicos (principalmente en áreas urbanas) y son muy fáciles de identificar, monitorear y regular.

2.4.2. Fuentes no Puntuales

Son grandes áreas de terreno que descargan contaminantes al agua superficial y subterránea sobre una región externa, y partes de la atmósfera donde los contaminantes son depositados en las aguas superficiales. Se pueden incluir los vertimientos de sustancias químicas en el agua superficial y la infiltración desde tierras de cultivo, lotes de pastura para ganado, bosques talados, tierras urbanas y suburbanas, tanques sépticos, predios de construcción, sitios de estacionamiento, carreteras y deposición ácida

2.5. GESTIÓN AMBIENTAL DE LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS

El principal desafío que enfrentan los gobiernos desde los niveles municipales o micro regionales hasta los niveles nacionales, es el de saber cómo diseñar y aplicar sistemas de gestión capaces de fomentar y conciliar tres grandes objetivos que en teoría llevarían al desarrollo sustentable: el crecimiento económico, la equidad (social, económica y ambiental) y la sustentabilidad ambiental (Dourojeanni 2000).

Global WaterPartnership (2012), Gutiérrez (2011), aclaran que se debe considerar los siguientes aspectos, como principios importantes para lograr un manejo adecuado de cuencas:

- La gestión del agua demanda estructurar procesos participativos para fomentar el uso eficiente del recurso, la educación ambiental y la promoción de técnicas que conlleven a lograr una mayor eficiencia en el ahorro del agua, estos son aspectos claves para alcanzar este propósito.
- La participación ciudadana, es un aspecto que debe priorizarse por los vínculos directos entre estos actores y la toma de decisiones en relación al uso y conservación de los recursos naturales inmersos en la cuenca.

- El manejo integral de cuencas hidrográficas, el mismo que exige que las autoridades municipales, las organizaciones comunitarias y los organismos promotores ambientales conozcan los problemas ambientales que aquejan a la población, investigando los orígenes de éstos y planteando soluciones.
- El agua como elemento integrador en la cuenca, esto por la diversidad de intereses y actores que inciden en su aprovechamiento y conservación, pero también porque cuando se enfocan los esfuerzos a garantizar las condiciones en la cuenca para la conservación/ protección del agua y la producción de servicios ambientales, al mismo tiempo se logra incidir en la conservación del bosque y otros recursos y servicios ambientales derivados de los ecosistemas que proveen el agua.
- Considerando que muchos de los usos de la tierra en las cuencas hidrográficas, generan desechos que, directa o indirectamente, afectan la calidad del agua se debe considerar el desarrollo de tecnologías limpias para minimizar el impacto.
- En el ciclo hidrosocial, es común que el agua que se utiliza, se regresa al ambiente con una calidad alterada, por lo que se debe promover el tratamiento y reutilización del agua.
- El agua debe ser considerada como un bien económico, por lo que se le debe asignar un valor diferenciado a cada uno de los usos a los que se destina, priorizando siempre el uso potable por la función social que representa su disposición permanente y a bajo costo.
- Todas las acciones que se dirijan al desarrollo socioeconómico en las cuencas, deben tomar en consideración las posibles afectaciones a la calidad ambiental.

2.6. PLAN DE MANEJO DE CUENCAS

2.6.1. ¿Qué es un Plan de Manejo de Cuenca?

Un plan de manejo de cuenca, se define como un instrumento orientador, donde se establecen las diferentes acciones dirigidas a resolver la problemática de los recursos naturales y de las necesidades de la población, con la participación de los actores locales que habitan en la cuenca.

El plan debe ser sencillo y comprensivo, con el detalle suficiente para desarrollar acciones inmediatas, en un marco de sostenibilidad y de garantizar el mejoramiento de la calidad de vida de sus pobladores y a nivel de la microcuenca (Gómez 2012).

2.6.2. ¿Cuáles son los componentes de los Planes de Manejo de Cuencas?

El Cuadro 1, muestra las modificaciones que desde sus inicios han sufrido los planes de manejo, pues éstos se caracterizan por ser un proceso evolutivo y adaptable dependiendo de las características y de la problemática de la zona de estudio.

Cuadro 1. Componentes de los Planes de Manejo de Cuencas

| Programas y Proyectos | Componentes clásicos | Nuevos componentes |
|---|----------------------------|----------------------------|
| Programa de manejo de recursos naturales en cuencas. | Reforestación. | Gestión de riesgos. |
| Programa de manejo de cuencas. | Agroforestería. | Manejo de vulnerabilidad. |
| Proyectos de manejo de cuencas. | Conservación de suelos. | Servicios ambientales. |
| Programas de conservación de suelos y aguas en cuencas. | Control de torrentes. | Participación comunitaria. |
| Proyectos ambientales. | Extensión. | Fortalecimiento local. |
| | Capacitación. | Incidencia. |
| | Asistencia técnica. | Políticas ambientales. |
| | Manejo de áreas protegidas | Ecoturismo. |
| | Descontaminación. | Educación ambiental. |
| | Control de inundaciones. | |

Fuente: Gómez 2012

2.7. MEDIOS DE VIDA SOSTENIBLES: BASES CONCEPTUALES

2.7.1. Capital humano

Destrezas, habilidades para trabajar, conocimientos y estado de salud de las personas, condiciones para que puedan participar efectivamente en el logro de los objetivos de sus medios de vida. (DFID 1999, Flora et al. 2004).

Se refiere al nivel de preparación académica y medios de vida de la población que habita en el la microcuenca Los Molinos. Talleres que se imparten por parte de instituciones vinculadas con el manejo de fuentes de agua.

2.7.2. Capital social

Actividades a través de las cuales los miembros de la comunidad crean vínculos, alianzas, relaciones de confianza y colaboración, visiones compartidas. De tal manera, el fortalecimiento de la capacidad de las organizaciones comunitarias es un buen ejemplo de inversión en capital social, así como los son diferentes otras expresiones de capital social de apego y de puente balanceadas (Flora et al. 2004).

En este grupo se enunciará la existencia de grupos sociales u organizaciones y otras ONGs que estén vinculadas directa o indirectamente con el manejo de la microcuenca Los Molinos.

2.7.3. Capital político normativo

El capital político se relaciona con presencia en los espacios y actividades para el delineamiento de estrategias y toma de decisiones colectiva, y las estructuras de representación, articulación y difusión de ideas, los procesos de negociación y el acceso al poder (Flora et al. 2004).

En este apartado se hizo hincapié de forma breve sobre las instituciones gubernamentales, ONG, entidades privadas u otras instituciones que contribuyen al manejo de la microcuenca. Así mismo se evidenció la existencia de una normativa relacionada al manejo y protección de zona de nacientes y zonas ribereñas.

2.7.4. Capital financiero

Dentro del capital financiero se considera los recursos económicos disponibles para el manejo y protección de la microcuenca Los Molinos, tanto internos como externos apoyando el desarrollo de actividades, facilitando las iniciativas de protección y conservación, promoviendo la responsabilidad social y acumulando capital para la presente y futura protección de la microcuenca (DFID 1999, Flora et al. 2004). En términos generales, el capital financiero es mucho más que sólo dinero en efectivo. El capital proviene de ahorros, ganancias, impuestos, donaciones, préstamos e inversiones. Este capital aumenta la capacidad de todos los otros tipos de capital (Flora et al. 2004).

2.7.4. Capital natural

Se refiere a los recursos naturales que pueden incidir en la generación de bienestar para las personas. Diversos autores afirman que este capital abre los límites pero fija las posibilidades a las acciones humanas (Flora et ál. 2004, Gutiérrez-Montes 2005) y permite el desarrollo del capital cultural en torno a las condiciones del lugar (Emery y Flora 2006).

Por lo que en el presente estudio se describió aspectos biofísicos tales como suelo, zonas de vida y biodiversidad, pendiente, recursos estratégicos, cobertura vegetal. Además se enunció los resultados de los análisis de la calidad de agua de la microcuenca Los Molinos, y se realizó un análisis breve sobre la aptitud productiva de la microcuenca tomando en cuenta su topografía.

2.7.5. Capital cultural

Refleja la manera como los miembros de la comunidad visualiza el mundo y su manera de actuar al respecto. Incluye su cosmovisión, idioma, forma de ser, costumbres y definición de lo que puede y debe ser cambiado (Flora 2008).

2.7.6. Capital físico o construido

Se describen las vías principales de acceso, la red vial secundaria, el número de centros de educación primaria, centro de salud, oficinas administrativas de importancia ambiental, y

servicios básicos, que directa o indirectamente incidan sobre el manejo y conservación de la microcuenca (Flora et al. 2004).

2.8. NORMATIVA NACIONAL APLICABLE A LA CALIDAD DEL AGUA

En el Cuadro 2, se presenta un análisis de las normativas ambientales relacionadas con la gestión del recurso hídrico a nivel nacional.

Cuadro 2. Normativa ambiental vigente, referente al recurso agua

| Nº | Nombre del Documento | Contenido |
|----|--|---|
| 1 | <p>Constitución Política de la República del Ecuador vigente desde el 2008: Capítulo segundo. Derechos del Buen vivir, Sección primera, Agua y alimentación.</p> <p>Por otro lado en el Capítulo segundo. Biodiversidad y recursos naturales, Sección sexta. Agua.</p> | <p>En los derechos del buen vivir Art. 12 la constitución establece el acceso al agua como un derecho irrenunciable, inembargable, imprescriptible, inalienable y esencial para la vida.</p> <p>En el capítulo de biodiversidad y recursos naturales Art. 411 y 412, señala que el estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, por otra parte señala que la autoridad encargada de la regulación de agua será la responsable de planificación, regulación y control.</p> |
| 2 | <p>Texto Unificado de Legislación ambiental libro VI de la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, Anexo I. Norma de calidad ambiental y de descargas de efluentes: Recurso agua.</p> | <p>Esta norma previene y controla la Contaminación Ambiental, en lo relativo al recurso agua.</p> <p>Protege la calidad del recurso agua para salvaguardar y preservar la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente en general, mediante el establecimiento de límites de calidad para las aguas, entre ellas para las de consumo humano, como se muestra en el Anexo 1 y 2.</p> |
| 3 | <p>Ley de Gestión Ambiental, capítulo II. De la autoridad ambiental y en disposiciones generales.</p> | <p>Se centra en las obligaciones y responsabilidades, controles de la autoridad ambiental en la gestión ambiental del recurso agua.</p> |
| 5 | <p>COOTAD, Capítulo I, II y III. De los Gobiernos Autónomos Descentralizados Regional, referente a funciones y competencias</p> | <p>Señala que los Gobiernos regionales, provinciales y municipales son los encargados del manejo y gestión de las cuencas hidrográficas, de ahí su gestión dependerá de su competencia.</p> |

Fuente: Elaboración propia

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1.1. Ubicación política de la microcuenca Los Molinos

La microcuenca Los Molinos, abastecedora de agua para consumo doméstico de la parroquia Valladolid, del cantón Palanda, tiene una extensión de 1 063,67 ha y se encuentra ubicada en la región sur del país, al sur oeste de la misma provincia (Figura 2). La quebrada Los Molinos, principal afluente de la microcuenca en estudio, drena en el Río Valladolid(Pacheco et al. 2008).

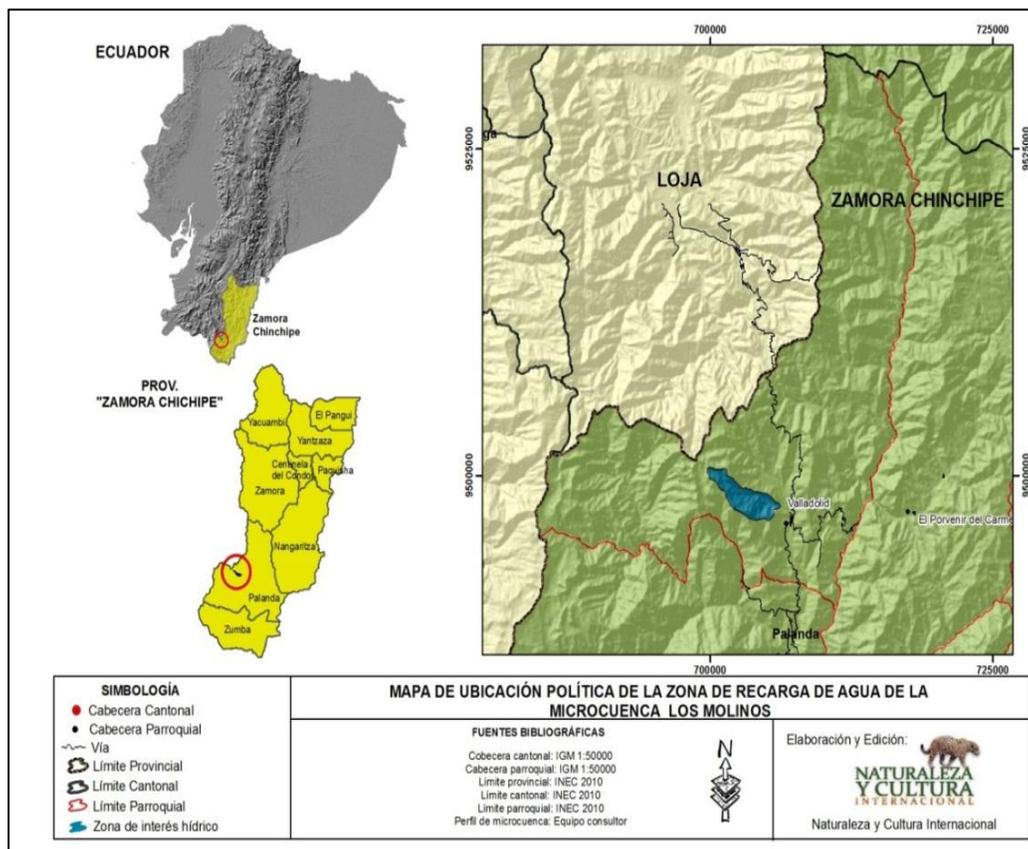


Figura 2. Ubicación política de la microcuenca Los Molinos

Fuente: Naturaleza y Cultura Internacional (2013)

3.1.2. Ubicación geográfica de la microcuenca Los Molinos

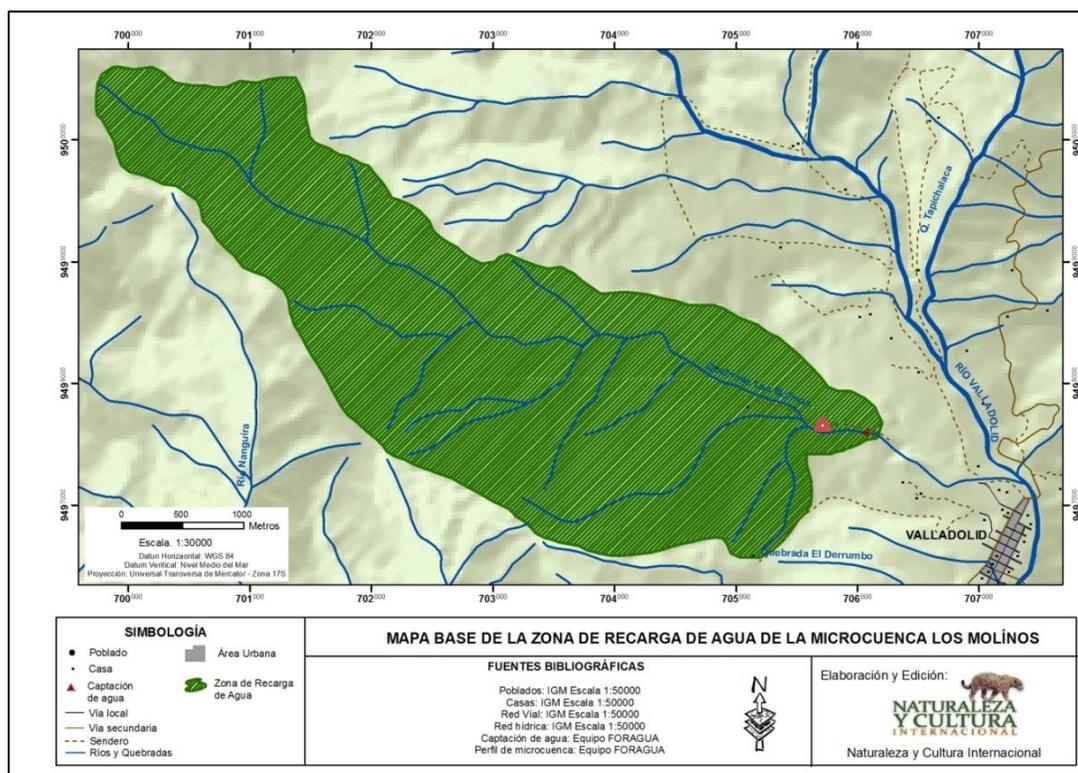


Figura 3. Ubicación Geográfica de la Microcuenca Los Molinos.

Fuente: Naturaleza y Cultura Internacional (2013)

La microcuenca Los Molinos se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas planas, DATUM WGS84:

Longitud: 699741

707253

Latitud: 9496502

9500638

Donde cabe destacar la ubicación geográfica de la captación del agua para consumo humano:

Longitud: 706070

Latitud: 9497590

El rango de altitud se extiende desde los 2000 m a 3600 m de altitud.

3.1.3. Condiciones Climáticas

3.1.3.1. Temperatura

La temperatura media anual registra valores entre los 17,9 °C y 17,1 °C; las temperaturas máximas se registran los meses de marzo (26,7 °C) y abril (28,4 °C), mientras que la temperatura media mínima se registra en el mes de septiembre cuyos valores fluctúan entre el 10,4 y 11,6 °C.

3.1.3.2. Precipitación

La distribución de precipitaciones del área tienen un período de mayor precipitación entre los meses de octubre - abril, y un período con menor precipitación que se manifiesta entre mayo - septiembre. Sin embargo, las precipitaciones son homogéneas durante todo el año según el INHAMI (PDOTV 2013²).

El rango de variación de la precipitación anual va desde los 2000 a 4000 mm (Pacheco et al., 2008).

3.1.4. Tenencia de tierras en la zona de recarga de la microcuenca

Como se puede observar en la Figura 4, se muestra el mapa de tenencia de la tierra dentro de la microcuenca Los Molinos.

²Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia Valladolid

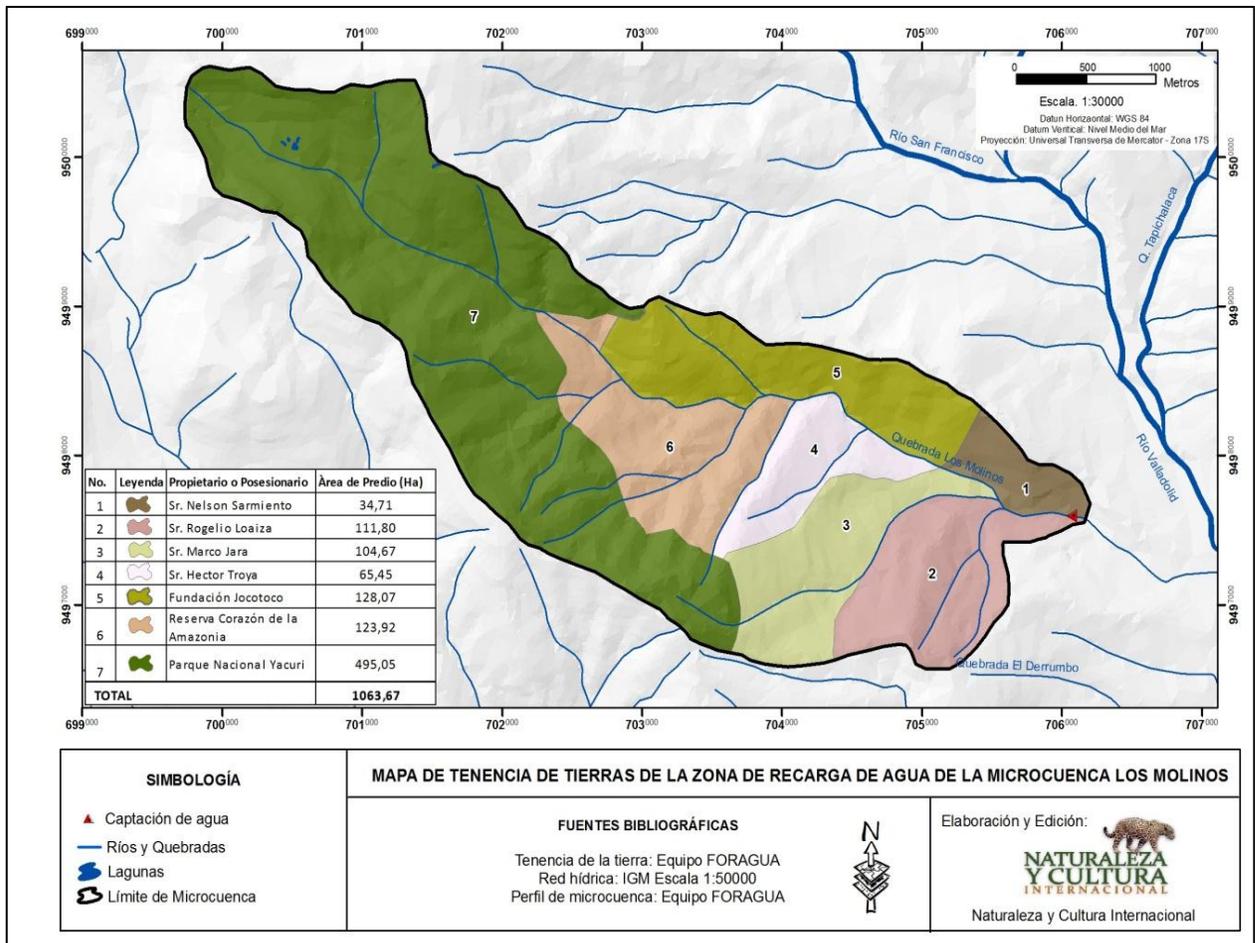


Figura 4. Mapa de tenencia de tierras de la zona de recarga de la microcuenca Los Molinos.

Fuente: Naturaleza y Cultura Internacional (2013)

3.1.5. Principales características hidrográficas y morfométricas de la microcuenca Los Molinos

Para la caracterización hidrográfica se recopiló información secundaria existente de estudios realizados dentro de la zona (PDOTV 2013), mientras que para determinar las características morfométricas se utilizó la base de datos con la que cuenta FORAGUA, con ello se obtuvieron los parámetros de forma, parámetros de relieve y también los parámetros relativos a la red de drenaje, mediante el programa ArGis 9.3, tal como se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3. Características morfométricas de la microcuenca Los Molinos

| MORFOLOGÍA DE LA MICROCUENCA | | |
|--|-----------------|--|
| Factor | Unidad | Método de Cálculo |
| Área | Km ² | Uso de SIG (ArcGis 9.3) |
| Perímetro | Km | Uso de SIG (ArcGis 9.3) |
| Longitud axial | Km | Uso de SIG (ArcGis 9.3) |
| Ancho promedio | Km | $Ap = \frac{A}{La}$ <p>Dónde: Ap = Ancho Promedio A = Área de la Cuenca (km²) La = Longitud Axial (km.)</p> |
| Forma de la cuenca (Método de Gravelius) | | <p>Relaciona el ancho promedio y la longitud axial: If = AP/LA</p> <p>Dónde: If = factor de forma AP = ancho promedio LA = longitud axial</p> <p>Valores cercanos a 0 = Cuencas alargadas – no hay peligro de crecidas Valores cercanos a 1 = cuencas circulares – susceptible a crecidas</p> |
| Factor de elongación | | $R_e = \frac{D}{L_c} = \frac{1,1284 \sqrt{A}}{L_c}$ <p>Donde; Lc = Longitud del eje del rio principal A = Área de cuenca Coeficiente varía entre 0,6 a 1,0 Valores cercanos a la unidad relieve bajo Re = 0,6 a 0,8 asociado a fuertes relieves y pendientes.</p> |
| FISIOGRAFÍA | | |
| Pendiente media de la cuenca | % | Uso de SIG (ArcGis 9.3) |
| Altitud media del cauce principal | Msnm | Uso de SIG (ArcGis 9.3) |
| Elevación máxima | | |
| Elevación mínima | | |
| Pendiente media del cauce: | % | Uso de SIG (ArcGis 9.3) |

Fuente: Elaboración propia

3.2. DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE LOS ÍNDICES DE CALIDAD (ICA), DE CONTAMINACIÓN (ICO) Y BIOLÓGICO

Para determinar la calidad del agua, primero se zonificó en tres áreas (alta, media y baja), esto con el fin de facilitar el muestreo y análisis de resultados. Para ello se tomará en cuenta los rangos altitudinales en los que se encuentra la microcuenca, entre los 2000 y los 3600 metros y el nivel de accesibilidad hacia las zonas.

3.2.1. Muestreo y análisis del agua de la quebrada Los Molinos

Para realizar el análisis de la calidad del agua se empleó el muestreo simple, que consiste en tomar una muestra de agua a intervalos de tiempo y en sitios adecuados, para ello se establecieron cuatro puntos de muestreo, distribuidos únicamente en las zonas accesibles de la microcuenca (parte media y baja), como se muestra en la Figura 5.

Las muestras fueron colectadas en recipientes esterilizados, para no alterar la composición del agua, la cantidad de la muestra colectada fue de 3 tres litros para dar cumplimiento a los requerimientos del laboratorio de Saneamiento ETAPA, estas muestras fueron colocadas en un cooler para ser trasladadas al laboratorio donde se realizaron los análisis ex situ de la calidad del agua.

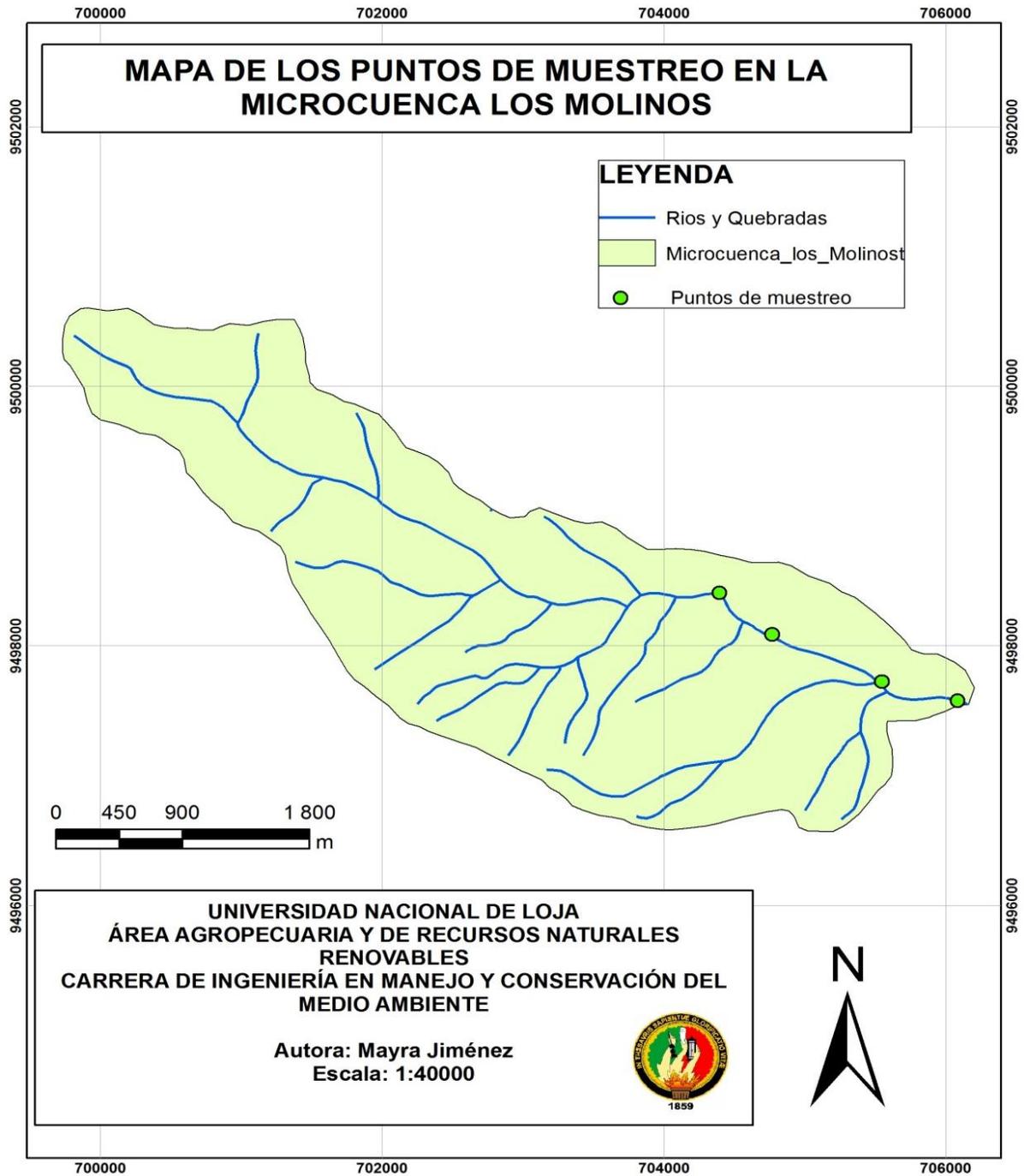


Figura 5. Puntos de muestreo para determinación de la calidad del agua en la microcuenca Los Molinos. Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Muestro de macroinvertebrados

Se realizó un muestreo en cada punto establecido para la toma de muestras de agua, en la parte media y baja de la microcuenca Los Molinos (Figura 5) se tomaron tres muestras simples, las cuales fueron mezcladas para obtener una sola muestra homogénea. Las muestras fueron tomadas en la dirección contraria al curso de agua, utilizando la red de patada, durante un periodo de un minuto por muestra (Carrera y Fierro 2001). Los organismos colectados fueron conservados en alcohol etílico y posteriormente identificados en el Laboratorio de Saneamiento Ambiental. Finalmente se realizó el análisis EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) (Carrera y Fierro 2001) para determinar la calidad del agua según el porcentaje de individuos encontrados en las muestras analizadas.

3.2.3. Cálculo del Índice de Calidad del Agua (ICA)

El índice de calidad del agua se determinó por el método propuesto por Brown (1997), que constituye una versión modificada del “WQI”, este método sirve para determinar la calidad del agua de un cuerpo hídrico, sea este lentic o lotico, considerando a su vez nueve parámetros fisicoquímicos y microbiológicos (pH, cambio de temperatura, turbiedad, oxígeno disuelto, DBO₅, fosfatos, nitratos, sólidos totales, coliformes), este índice fue desarrollado por la Fundación de Sanidad Nacional de EE.UU. (NSF 2000), y establece el siguiente procedimiento:

- a) Selección de las variables, se utilizarán los resultados de los 9 parámetros considerados en los análisis.
- b) Asignación de los pesos relativos (W_i), considerando los establecidos por el ICA-NSF, obtenidos mediante criterios de un conjunto de expertos internacionales, los cuales previo a dicha estandarización realizaron estudios sobre calidad de agua en todo el mundo mismos que se muestran en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Pesos relativos para cada variable

| PARÁMETRO | Wi |
|-------------------------------|------|
| Ph | 0,12 |
| Temperatura | 0,10 |
| Turbiedad | 0,08 |
| Oxígeno Disuelto | 0,17 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno | 0,10 |
| Fosfatos | 0,10 |
| Nitratos | 0,10 |
| Sólidos Totales | 0,08 |
| Coliformes | 0,15 |

Fuente: Brown 1997

c) Asignación de valores de ponderación (q_i), Para calcular el q_i de cada parámetro se debe tener en cuenta lo detallado en el Cuadro 5, Anexo 10.

Cuadro 5. Asignación de valores de ponderación.

| PARÁMETRO | CONDICIÓN | Qi |
|--------------------------------------|---|--|
| Ph | Si $pH \leq 2$ Si $pH \geq 10$ Si está entre 2 y 10 | 2 3 Buscar el valor en el eje de X, e interceptar el valor en el eje Y |
| Temperatura ³ | Si $\Delta T > 15^\circ C$ Si $\Delta T < 15^\circ C$ | 5 Buscar el valor en el eje de X, e interceptar el valor en el eje Y |
| Turbidez | Si $T > 100$ FTU Si $T < 100$ FTU | 5 Buscar el valor en el eje de X, e interceptar el valor en el eje Y |
| Oxígeno Disuelto ⁴ | Si OD > 140 % Si OD < 140 % | 50 Buscar el valor en el eje de X, e interceptar el valor en el eje Y |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) | Si DBO5 > 30 mg/L Si DBO5 < 30 mg/L | 2 Buscar el valor en el eje de X, e interceptar el valor en el eje Y |

³Para obtener el q_i de la temperatura primero se debe calcular la diferencia entre la Temperatura ambiente y Temperatura de la muestra.

⁴Para el parámetro de Oxígeno Disuelto primero hay que calcular el porcentaje de saturación del OD en el agua. Para esto hay que identificar el valor de saturación de OD según la temperatura del agua (ver anexo 2)

Cuadro 5. Continuación.....

| PARÁMETRO | CONDICIÓN | Qi |
|--------------------|--|--|
| Fosfatos | Si PO ₄ > 10 mg/L Si PO ₄ < 10 mg/L | 2 Buscar el valor en el eje de X, e interceptar el valor en el eje Y |
| Nitratos | Si NO ₃ > 100 mg/L Si NO ₃ < 100 mg/L | 1 Buscar el valor en el eje de X, e interceptar el valor en el eje Y |
| Sólidos Totales | Si ST > 500 mg/L Si ST < 500 mg/L | 20 Buscar el valor en el eje de X, e interceptar el valor en el eje Y |
| Coliformes Totales | Si CF > 100,000 UF/L Si CF < 100,000 UF/L | 3 Buscar el valor en el eje de X, e interceptar el valor en el eje Y |

Fuente: Brown 1997

d) El valor qi de cada parámetro se debe multiplicar (conforme a la Ecuación 1) por su respectivo peso relativo (wi).

Se aplicará la Expresión 1, para calcular el índice de calidad del agua (ICA) en cada parte de la quebrada y obtener posteriormente el promedio del ICA general de la quebrada Los Molinos.

$$ICA = \sum_{i=1}^n qi \cdot wi$$

Dónde:

n = Parámetros

wi = Pesos relativos asignado a cada parámetro

qi = Subíndice del parámetro i

Expresión 1. Cálculo del índice de Calidad (ICA). Fuente: Brown, 1997

3.2.4. Cálculo del índice de contaminación (ICO)

En base a los análisis de agua realizados previamente, se procedió a calcular los siguientes índices de contaminación, esquematizados en el Cuadro 6:

Cuadro 6. Fórmulas de los Índices de Contaminación

| Índice de Contaminación | Fórmulas | Condiciones |
|---|--|---|
| ICOMO. (Índice de contaminación por Materia Orgánica) | <p>General</p> $ICOMI = \frac{1}{3} (I_{DBO} + I_{Coliformes\ Totales} + I_{Oxígeno\ \%})$ <p>Variabes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • I_{DBO} = Se obtiene de: $I_{DBO} = -0.05 + 0.70 \log_{10} DBO \text{ (mg/L)}$ • $I_{Coliformes\ Totales}$ = Se obtiene de: $I_{Col.\ tot} = -1.44 + 0.56 \log_{10} ColTot \text{ (NMP/100 mL)}$ • $I_{Oxígeno\ \%}$ = Se obtiene de: $I_{Oxígeno\ \%} = 1 - 0.01 Oxígeno\ \%$ Para sistemas lenticos con eutrofización y porcentajes de saturación mayores al 100% se sugiere reemplazar la expresión por: $I_{Oxígeno\ \%} = 0.01 Oxígeno\ \% - 1$ | <p>Se definen en un rango de 0 a 1; valores muy bajos cercanos a cero reflejan baja contaminación por materia orgánica y cercana a uno lo contrario.</p> <ul style="list-style-type: none"> • $DBO > 30 \text{ mg/L} = (I_{DBO} = 1)$ • $DBO < 2 \text{ mg/L} = (I_{DBO} = 0)$ • $Col.Tot > 20.000 \text{ NMP/100 mL} = (I_{Col.tot} = 1)$. • $Col. Tot < 500 \text{ NMP/100 mL} = 0 (I_{Col.tot} = 1)$. • $Oxígenos (\%) > 100\% = 0 (I_{Oxígeno\ \%} = 0)$ |
| ICOSUS (Índice de contaminación por sólidos suspendidos) | <p>General:</p> $ICOSUS = -0.02 + 0.003 \text{ Sól susp (mg/L)}$ | <ul style="list-style-type: none"> • $Sól. Susp > 340 \text{ mg/L} = 1 (ICOSUS = 1)$. • $Sól.Susp < 10 \text{ mg/L} = (ICOSUS = 0)$. |
| ICOTRO (Índice de contaminación trófico) | <p>Se fundamenta en la concentración del fósforo total. A diferencia de los anteriores en los cuales se determina un valor entre cero y uno (0 y 1).</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Oligotrofia $< 0.01 \text{ (mg/L)}$ • Mesotrofia $0.01 - 0.02 \text{ (mg/L)}$ • Eutrofia $0.02 - 1.00 \text{ (mg/L)}$ • Hipereutrofia $> 1.00 \text{ (mg/L)}$ |

Fuente: Ramírez et al. 1997

3.2.5. Clasificación del agua según ICA, TULSMA y análisis ETP.

Para clasificar el agua según el ICA, se siguió el siguiente procedimiento:

a) Se utilizó la clasificación propuesta por Brown (1997), como se muestra en el Cuadro 7, para indicar la calidad del agua. Además para determinar el tipo de contaminación, se tomó en cuenta el cuadro 8, referente a los rangos de calificación del ICO.

Cuadro 7. Clasificación del ICA

| ICA | CONTAMINACIÓN |
|--------|---------------|
| 91-100 | Ninguna |
| 71-90 | Baja |
| 51-70 | Media |
| 26-50 | Alta |
| 0-25 | Muy alta |

Fuente: Brawn 1998

Cuadro 8. Clasificación del ICO

| ICO | CONTAMINACIÓN |
|----------|---------------|
| 0-0,2 | Ninguna |
| >0,2-0,4 | Baja |
| >0,4-0,6 | Media |
| >0,6-0,8 | Alta |
| >0,8-1,0 | Muy alta |

Fuente: Ramírez et al. 2006

b) Posteriormente se clasificó el agua para el uso que debe ser destinada según el ICA e ICO obtenidos (Anexo 3 y 4).

c) Además se clasificó la calidad de agua según el TULSMA, para lo cual se hizo uso del libro VI, anexo I, referente al recurso agua, donde se compararon los resultados obtenidos

de los análisis de las muestras y los parámetros permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico.

d) Finalmente se clasificó el agua según el análisis ETP, donde se tomó en cuenta los rangos establecidos (Anexo 4).

3.2.6. Análisis descriptivo de la calidad del agua

Para el análisis descriptivo en las diferentes zonas (parte media y baja) de la quebrada, se procedió de la siguiente manera:

a) Con el software STATISTICA-Microsoft Excel, se usaron gráficos de barra, para comparar si los resultados presentan un comportamiento o simétrico con respecto a la calidad de agua en las dos zonas de la microcuenca, con el fin de contrastar los ICAs en las dos secciones, y de enfocar el plan de manejo a la zona, donde el agua presenta un menor índice de calidad.

b) Para los ICOs primeramente se realizó un análisis general de los ICOs calculados, para determinar la causa principal de contaminación en toda la sección de la quebrada Los Molinos, seguidamente, se comparó cada uno de estos índices en las dos partes de la zona de estudio, lo que sirvió para determinar la causa principal en cada una de las zonas y poder considerar dichos resultados en el plan de manejo.

c) Finalmente se realizó una comparación de la calidad del agua según los ICAs calculados, ETP y TULAS.

3.3. CARACTERIZACIÓN DE LAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN DE LA QUEBRADA LOS MOLINOS.

Para la identificación de los focos de contaminación de la microcuenca se siguió el siguiente procedimiento:

- Se identificó la zona de estudio mediante recorridos en la zona muestreada.
- Se tomó las coordenadas geográficas de los focos de contaminación identificados con GPS.

- Se generó cartografía de los focos de contaminación a partir de los puntos georeferenciados, mediante la utilización del programa ArcGis 9.3.
- Finalmente se clasificaron de la siguiente forma los focos de contaminación: efluentes de origen doméstico, agrícola, pecuario y/o escombreras.

3.4. ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANEJO PARA LA MICROCUENCA LOS MOLINOS, ORIENTADO A PREVENIR, MITIGAR Y/O CONTROLAR LA CONTAMINACIÓN PRESENTE EN LA MISMA, BUSCANDO GARANTIZAR LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Con base a los resultados obtenidos de los objetivos antes descritos, bibliografía revisada, formulación de entrevistas a los actores claves, reuniones y socializaciones con finqueros, autoridades locales y comunidad en general sobre el tema, se elaboró el plan de manejo para la microcuenca Los Molinos, dónde se buscó proponer acciones y estrategias enfocadas en función de la problemática en torno a la calidad del agua, así como en los problemas asociados.

El Plan de Manejo de la microcuenca se desarrolló utilizando el esquema sugerido por (Jiménez, 2010), mismo que fue adaptado para la zona de estudio, definiendo a continuación los aspectos considerados:

3.4.1. Diagnóstico

Dentro del diagnóstico se consideró aspectos importantes, mismos que fueron descritos aplicando una entrevista a una muestra representativa de la parroquia Valladolid, la cual se obtuvo mediante la siguiente metodología:

Para el cálculo de la muestra poblacional del área de estudio se empleó la siguiente expresión:

$$n = \frac{Npq}{(N - 1) \frac{B^2}{Z^2} + pq}$$

Dónde:

N = número de población

p = 0,5 (constante)

q = 0,5 (constante)

B = margen de error del 10 %

Z = 1,96 (constante)

Expresión 2. Cálculo de la muestra poblacional para la aplicación de las entrevistas

En total se aplicaron 81 entrevistas (Anexo 7) a los moradores del centro poblado de la parroquia Valladolid que se abastecen de agua para consumo humano proveniente de la quebrada Los Molinos, considerando de antemano a los actores clave y enfocando dicha entrevista en los medios de vida sostenible (capital humano, capital social, capital político, capital financiero, capital normativo, capital físico construido y capital natural) que considera Imbach et al. 2009, como aspectos determinantes para el diagnóstico de una zona.

3.4.2. Problemática Identificada

Para determinar tanto la problemática como las potencialidades de la microcuenca Los Molinos, se realizaron visitas de campo, entrevistas a actores clave y población en general, con el fin de obtener información relacionada al manejo del recurso hídrico para consumo humano y la problemática existente en torno a su manejo y gestión, así mismo, se tomaron en cuenta los recorridos realizados en el sector durante la caracterización de las fuentes de contaminación, pues éstos permitirán observar las actividades productivas que se desarrollan en la zona y la influencia de éstas sobre el recurso agua.

Una vez recopilada la información, tanto primaria como información de tipo bibliográfica (de estudios e investigaciones efectuados años anteriores cercanos a esta zona), y tomando en cuenta los resultados de los objetivos anteriores, se elaboró un listado de los problemas presentes en la microcuenca Los Molinos, considerandola metodología de capitales de la comunidad y medios de vida que consideran Flora (2005),Imbach(2009a)(2010b) así como

información de tipo bibliográfica extraída del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia Valladolid 2013.

Además se identificaron los actores clave, y su tipo de liderazgo fue clasificado de acuerdo a una escala cualitativa adaptada a partir de los tipos de la clasificación comúnmente conocida (Hernández et al. 2008), cuya recategorización se estableció de la siguiente manera: Positivo I, Positivo II, Positivo III, Negativo I, Negativo II, Negativo III.

3.4.3. Problemática priorizada

Posteriormente, el listado de problemas fue puesto a consideración de los actores claves⁵, mismos que priorizaron cuatro problemas de trascendental importancia, eligiendo aquellos con relevancia ambiental y social, sobre los cuales se pretenderá trabajar para definir acciones tendientes a su solución.

Seguidamente se describieron brevemente cada uno de los problemas priorizados, tomando en cuenta los factores causales, consecuencias y posibles soluciones.

3.4.4. Línea base de los componentes del plan de manejo

En este capítulo se establecieron indicadores a partir de supuestos efectuados en relación al estado actual o línea base, y fueron descritos para cada problema identificado en el diagnóstico de la microcuenca Los Molinos.

El objetivo de establecer indicadores surgió de la necesidad de realizar una comparación para medir en el tiempo la evolución de los mismos, estos indicadores luego serán relacionados con la situación o procesos de cambio de los aspectos físico biológicos o naturales (recurso suelo, agua y vegetación) y socioeconómicos. Esto permite elaborar la referencia o punto inicial una vez ejecutado el plan de manejo o gestión (Jiménez, 2011)

3.4.5. Horizonte temporal del Plan de Manejo

En éste capítulo se describirá el espacio temporal en el que se desarrollarán las actividades contempladas en el plan (a corto, mediano y largo plazo)

⁵Autoridades locales, dueños de las fincas

3.4.6. Objetivos del Plan de Manejo

Se elaboraron en base al diagnóstico, problemática y prioridades del plan, es decir en base a los requerimientos del plan de manejo.

3.4.7. Programas y Proyectos del Plan de Manejo

Se plantearon medidas para cada una de las zonas según el caso lo requería, es así que se diferenciaron el tipo de programa que se deba plantear para cada zona de la microcuenca:

- Programa de manejo para la parte media de la microcuenca Los Molinos.
- Programa de manejo para la parte baja de la microcuenca Los Molinos.

Cada uno de los programas incluyó como mínimo:

- Nombre del programa
- Nombre del proyecto
- Objetivos del proyecto
- Problema priorizado
- Actividades a desarrollarse en el proyecto
- Lugar de aplicación
- Responsables de seguimiento
- Indicador de cumplimiento
- Cronograma del plan
- Presupuesto del proyecto

4. RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos luego de la aplicación de la metodología antes mencionada.

4.1. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS HIDROGRÁFICAS Y MORFOMÉTRICAS DE LA MICROCUENCA LOS MOLINOS

- **Características Hidrográficas**

El área pertenece al Sistema Hídrico del Río Chinchipe, la principal cuenca y subcuenca es la del Río Mayo, dentro de ésta se encuentran las microcuencas: Río Numbala, Río Numbala Alto, Q. de las Juntas, Q. Los Helechos, Quebrada Honda, Río Blanco, Río Quingos, Río Nangura, Río Valladolid.

Subcuenca del río Valladolid que se origina en la Cordillera de Sabanilla, a una altitud de 2900 msnm, posee un área de 9402,19 has y sus afluentes principales son la quebrada Tapichalaca, San Francisco y Los Molinos (PDOTV⁶2013).

- **Características Morfométricas**

En el cuadro 9 se detallan las características morfométricas de la microcuenca Los Molinos.

Cuadro 9. Características morfométricas de la microcuenca Los Molinos (Elaboración propia. 2014)

| MORFOLOGÍA DE LA MICROCUENCA | | |
|--|-----------------|--|
| Factor | Unidad | VALOR |
| Área | Km ² | 10,637 |
| Perímetro | Km | 17,132 |
| Longitud axial | Km | 7,1 |
| Ancho promedio | Km | 1,5 |
| Forma de la cuenca (Método de Gravelius) | | 0,2 (Forma alargada) |
| Longitud del río principal | Km | 4,5 |
| Factor de elongación | | 0,8 (asociado a fuertes relieves y pendientes) |
| Longitud directa del río | | 7,5 |

⁶ Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Valladolid

Cuadro 9. Continuación.....

| Parámetros de Relieve | | |
|---|------|----------|
| Pendiente de la cuenca | % | 30,19 |
| Pendiente promedio del río principal | % | 12,96 |
| Elevación media | msnm | 2681.89 |
| Curva hipsométrica | --- | Figura 6 |
| Parámetros relativos a la red de drenaje | | |
| Longitud del río principal | Km | 7,5 |
| Elevación máxima del río principal | msnm | 3452 |
| Elevación mínima del río principal | Msnm | 1720 |
| Perfil del cauce | --- | Figura 7 |

Fuente: Elaboración propia

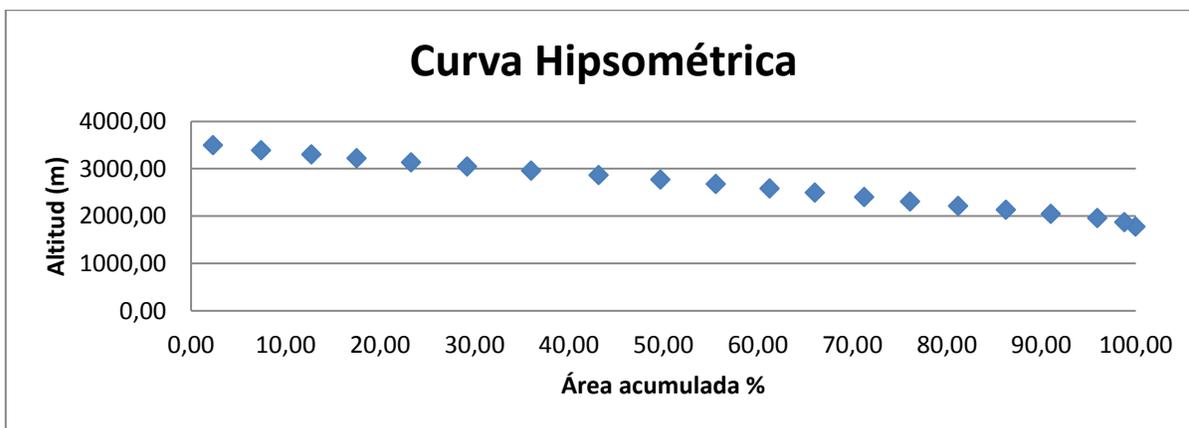


Figura 6. Curva hipsométrica de la microcuenca Los Molinos. Fuente: Elaboración propia

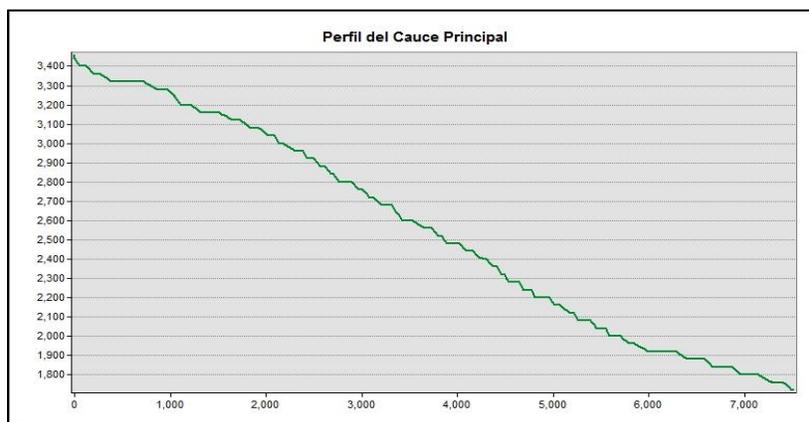


Figura 7. Perfil del cauce principal de la microcuenca Los Molinos. Fuente: Elaboración propia

4.2. CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE LOS ÍNDICES DE CALIDAD (ICA), DE CONTAMINACIÓN (ICO) Y ETP (Ephemeroptera, Trichoptera y Plecoptera)

Conocer las características físico químicas y biológicas del agua, permite tener un criterio claro de cómo se encuentran las condiciones de calidad para el abastecimiento de agua potable para la parroquia de Valladolid.

Los puntos de monitoreo para el estudio de la calidad del agua, se detallan en el cuadro 10 y se ilustran en la figura 5

Cuadro 10. Puntos de Monitoreo de la calidad del agua

| PUNTOS DE MONITOREO | X | Y |
|----------------------------|----------|----------|
| Zona baja alta | 704393 | 9498407 |
| Zona baja media | 704766 | 9498089 |
| Zona baja (captación) | 705544 | 9497722 |

Fuente: Elaboración propia

En los cuadros 11 y 12, se presentan los resultados obtenidos de los análisis físico-químico del agua, realizadas durante los meses de septiembre (mayor lluvia) y noviembre (menor lluvia) respectivamente, en la zona media y baja la microcuenca Los Molinos (ver Anexo 11).

Cuadro 11. Características Físico-químicas-microbiológicas en la zona mediada la microcuenca, durante la campaña de muestreo.

| Parámetro | Unidades | Mes de Septiembre | | Mes de Noviembre | | LMP |
|--|-----------|-------------------|-------|------------------|-------|--------------------------------|
| | | P1 | P2 | P1 | P2 | |
| Potencial de hidrógeno | Ph | 5,85 | 5,9 | 5,2 | 5,3 | 6,5 – 9 |
| Temperatura | °C | 15,5 | 16,3 | 15 | 16 | Condición Natural +/- 3 grados |
| Demanda bioquímica de oxígeno | mg/l | <1 | <1 | <1 | <1 | 2 |
| Fosforo total | mg/l | 0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | ----- |
| Nitratos + Nitritos | mgN/l | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 10 |
| Oxígeno disuelto | mg/l | 7,5 | 7,8 | 7 | 7,1 | No < 80% OS y no < 6 mg/l |
| Sólidos totales | mg/l | 31 | 28 | 29 | 32 | |
| Turbiedad | NTU | 3,82 | 5,05 | 0,68 | 1,1 | 10 |
| Coliformes totales | NMP/100ML | 6,8 | 110 | 9,2 | 330 | 50 |
| Coliformes termotolerantes | NMP/100ML | 6,8 | 4,5 | 1,7 | 23 | ----- |
| M1= Zona Media Conservada M2=Zona Media Intervenida | | | | | | |
| Los valores que se presentan en rojo son aquellos que difieren de los LMP establecidos por el TULSMA, Libro VI, Anexos I. Aguas de consumo humano que únicamente requieren desinfección. | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 12. Características Físico-químicas-microbiológicas en la zona baja de la microcuenca, durante la campaña de muestreo.

| Parámetro | Unidades | Mes de Septiembre | | Mes de Noviembre | | LMP |
|--|-----------|-------------------|-------|------------------|-------|--------------------------------|
| | | P3 | P4 | P3 | P4 | |
| Potencial de hidrógeno | - | 5,9 | 5,9 | 5,5 | 5,4 | 6,5 – 9 |
| Temperatura | °C | 16 | 16 | 16 | 16 | Condición Natural +/- 3 grados |
| Demanda bioquímica de oxígeno | mg/l | <1 | <1 | <1 | <1 | 2 |
| Fosforo total | mg/l | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | ----- |
| Nitratos + Nitritos | mgN/l | 0,02 | 0,02 | <0,01 | 0,01 | 10 |
| Oxígeno disuelto | mg/l | 8,1 | 8 | 6,85 | 6,9 | No < 80% OS y no < 6 mg/l |
| Sólidos totales | mg/l | 35 | 36 | 29 | 28 | |
| Turbiedad | NTU | 4 | 4,05 | 1,75 | 1,2 | 10 |
| Coliformes totales | NMP/100ML | 330 | 23 | 170 | 330 | 50 |
| Coliformes termotolerantes | NMP/100ML | 330 | 13 | 7,8 | 330 | ----- |
| M3= Zona Baja Intervenida (Ganadería) M4=Zona Baja Intervenida (Ganadería) | | | | | | |
| Los valores que se presentan de color rojo son aquellos que difieren de los LMP establecidos por el TULSMA, Libro VI, Anexos I. Aguas de consumo humano que únicamente requieren desinfección. | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

De los resultados de agua obtenidos en el muestreo realizado en los meses de septiembre y noviembre en las dos zonas de la microcuenca, se puede verificar que los parámetros físico-químicos se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos por el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULSMA), con excepción del potencial de hidrógeno (pH), que no cumple con el rango establecido.

Las condiciones físico-químicas de las muestras de agua presentan niveles de contaminación muy bajos, lo cual puede estar en correspondencia con la accesibilidad (pendientes fuertes, peligro de crecidas espontáneas) a la zona alta de la unidad de estudio.

Por otro lado los parámetros microbiológicos de coliformes totales y coliformes fecales se encuentran con valores muy elevados a los límites máximos permisibles establecidos por el TULSMA. Entonces, se manifiesta que este aspecto puede estar relacionado a las siguientes fuentes de contaminación:

- Contaminación de los afluentes, como efecto del avance de la frontera ganadera en la zona media y baja de la microcuenca.
- La alta cantidad de sedimentos, causados por la erosión fruto del pisoteo en temporadas lluviosas.
- La compactación del suelo disminuye los procesos naturales de filtración y acelera el escurrimiento.
- La presencia de residuos de la actividad ganadera como estiércol, entre otros, son arrastrados por el agua lluvia y depositados en los lechos del agua.

Por otro lado, cabe recalcar que, de las muestras tomadas en los domicilios (Cuadro 13) una vez aplicado el tratamiento físico-químico (desarenadores y cloración), los análisis muestran que la calidad del agua mejora, aunque siguen existiendo bacterias coliformes (< 1,8 NMP/100 ml). Sin embargo, los parámetros de pH, oxígeno disuelto, sólidos totales, DBO₅, fósforo total se mantienen en los rangos de las muestras tomadas en los puntos anteriores.

Cuadro 13. Características Físico-químicas-microbiológicas del agua de consumo directo, proveniente de la microcuenca Los Molinos, durante la campaña de muestreo.

| Parámetro | Unidades | Septiembre | Noviembre |
|-----------------------------------|-----------|------------|-----------|
| | | M5 | M5 |
| Coliformes fecales | NMP/100ml | <1,8 | <1,8 |
| Coliformes termotolerantes | NMP/100ml | <1,8 | <1,8 |
| Ph | - | 5,8 | 5,7 |
| DBO5 | mg/l | <1 | <1 |
| Nitratos | mg/l | 0,01 | 0,03 |
| Fósforo total | mg/l | <0,03 | <0,03 |
| Temperatura | °C | 17 | 17 |
| Turbiedad | NTU | 0,48 | 5,9 |
| Sólidos Totales | mg/l | 27 | 42 |
| Oxígeno Disuelto | mg/l | 7,1 | 7,6 |

Fuente: Elaboración propia

4.2.1. Calidad del agua según el Índice de Calidad del Agua (ICA)

Cuadro 14. Calidad del agua según el ICA en la zona media de la microcuenca Los Molinos

| Parámetro | Unidades | w_i | Mes de Septiembre | | | | Mes de noviembre | | | |
|--|-----------|-------|-------------------|-------|--------------|-------|------------------|-------|--------------|-------|
| | | | P1 | | P2 | | P1 | | P2 | |
| | | | Sub_i | Total | Sub_i | Total | Sub_i | Total | Sub_i | Total |
| Coliformes fecales | NMP/100ml | 0,16 | 84 | 13,44 | 45 | 7,2 | 92 | 14,7 | 62 | 9,92 |
| Ph | - | 0,11 | 52 | 5,72 | 53 | 5,83 | 32 | 3,52 | 33 | 3,63 |
| DBO5 | mg/l | 0,11 | 97 | 10,67 | 97 | 10,7 | 97 | 10,7 | 97 | 10,7 |
| Nitratos | mg/l | 0,1 | 98 | 9,8 | 99 | 9,9 | 98 | 9,8 | 99 | 9,9 |
| Fósforo total | mg/l | 0,1 | 95 | 9,5 | 97 | 9,7 | 97 | 9,7 | 97 | 9,7 |
| Cambio de la temperatura | °C | 0,1 | 49 | 4,9 | 58 | 5,8 | 44 | 4,4 | 53 | 5,3 |
| Turbiedad | NTU | 0,08 | 90 | 7,2 | 87 | 6,96 | 99 | 7,92 | 98 | 7,84 |
| SDT | mg/l | 0,07 | 85 | 5,95 | 84 | 5,88 | 85 | 5,95 | 86 | 6,02 |
| Oxígeno Disuelto | mg/l | 0,17 | 80 | 13,6 | 83 | 14,1 | 73 | 12,4 | 75 | 13,3 |
| VALOR "ICA" | | | 80,6 | | 76,2 | | 79,0 | | 75,7 | |
| $\prod_{i=1}^9 (Sub_i^{w_i})$ | | | Buena | | Buena | | Buena | | Buena | |
| M1= Zona Media Conservada M4= Zona Media Intervenida (Ganadería) | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 15. Calidad del agua según el ICA, en la zona baja de la microcuenca Los Molinos

| Parámetro | Unidades | w_i | Mes de Septiembre | | | | Mes de noviembre | | | |
|---|-------------|-------|-------------------|-------|--------------|-------|------------------|-------|--------------|-------|
| | | | P3 | | P4 | | P3 | | P4 | |
| | | | Sub_i | Total | Sub_i | Total | Sub_i | Total | Sub_i | Total |
| Coliformes fecales | NMP/100ml | 0,16 | 32 | 5,12 | 62 | 9,92 | 74 | 11,8 | 35 | 5,6 |
| Ph | Unid. De Ph | 0,11 | 53 | 5,83 | 50 | 5,5 | 42 | 4,62 | 40 | 4,4 |
| DBO5 | mg/l | 0,11 | 97 | 10,67 | 97 | 10,67 | 97 | 10,7 | 97 | 10,7 |
| Nitratos | mg/l | 0,1 | 98 | 9,8 | 98 | 9,8 | 100 | 10 | 97 | 9,7 |
| Fósforo total | mg/l | 0,1 | 97 | 9,7 | 97 | 9,7 | 97 | 9,7 | 97 | 9,7 |
| Cambio de la temperatura | °C | 0,1 | 51 | 5,1 | 51 | 5,1 | 53 | 5,3 | 53 | 5,3 |
| Turbiedad | NTU | 0,08 | 89 | 7,12 | 89 | 7,12 | 96 | 7,68 | 97 | 7,76 |
| SDT | mg/l | 0,07 | 85 | 5,95 | 85 | 5,95 | 84 | 5,88 | 84 | 5,88 |
| Oxígeno Disuelto | mg/l | 0,17 | 88 | 14,96 | 86 | 14,62 | 72 | 12,2 | 73 | 12,6 |
| VALOR "ICA" | | | 71,3 | | 78,2 | | 77,9 | | 71,4 | |
| $\prod_{i=1}^9 (Sub_i^{w_i})$ | | | Buena | | Buena | | Buena | | Buena | |
| M3= Zona Baja (Ganadería) M4= Zona Baja Intervenida (Ganadería) | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

En los cuadros 14 y 15 se puede apreciar que a pesar que los valores de ICA disminuyen en las zonas intervenidas, la calidad de agua se mantiene en el rango de buena calidad, debido principalmente a que el rango de valoración que establece el ICA es amplio como se detalla en el Anexo 3. Además, se debe considerar que las únicas características que se encuentran fuera de los límites máximos permisibles son los Coliformes totales, fecales y el pH como ya se lo mencionó anteriormente.

Sin embargo, hay que poner mayor atención a este fenómeno, pues, según la ONU (2010), la mayoría de las enfermedades gastrointestinales a nivel mundial y en especial en países en

vía de desarrollo, son ocasionadas por la contaminación fecal de aguas destinadas para consumo humano, ya que dichas aguas no tienen un tratamiento adecuado de desinfección.

4.2.2. Cálculo del índice de contaminación (ICO)

Cuadro 16. Parámetros físico-químicos y microbiológicos para el cálculo del índice de contaminación.

| Parámetro | Unidades | Mes de Septiembre | | | | Mes de noviembre | | | |
|---------------------------|------------|-------------------|-------|-------|-------|------------------|-------|-------|-------|
| | | P1 | P2 | P3 | P4 | P1 | P2 | P3 | P4 |
| Coliformes totales | NMP/100 ml | 6,8 | 110 | 330 | 23 | 9,2 | 330 | 170 | 330 |
| DBO5 | mg/l | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 | <1 |
| Temperatura | °C | 15,5 | 16,3 | 16 | 16 | 15 | 16 | 16 | 16 |
| ST | mg/l | 31 | 28 | 35 | 36 | 29 | 32 | 29 | 28 |
| Oxígeno Disuelto | % | 75,3 | 79,7 | 82,2 | 81,2 | 69,5 | 72,1 | 69,5 | 70,1 |
| Fosforo total | mg/l | 0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 17. Calidad del agua según el ICO, en la zona media de la microcuenca Los Molinos

| ICO | Septiembre | | Noviembre | | Valoración |
|---|------------|-------|-----------|-------|--|
| | P1 | P2 | P1 | P2 | |
| ICOMO (Índice de contaminación por Materia Orgánica) | 0,07 | 0,07 | 0,10 | 0,10 | Valores cercanos a cero reflejan baja contaminación y cercana a uno lo contrario |
| ICOSUS (Índice de contaminación por sólidos suspendidos) | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,08 | Valores cercanos a cero reflejan baja contaminación y cercana a uno lo contrario |
| ICOTRO (Índice de contaminación trófico) | 0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | Eutrofia |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 18. Calidad del agua según el ICO, en la zona baja de la microcuenca Los Molinos

| ICO | Septiembre | | Noviembre | | Valoración |
|---|------------|-------|-----------|-------|--|
| | P3 | P4 | P3 | P4 | |
| ICOMO(Índice de contaminación por Materia Orgánica) | 0,07 | 0,07 | 0,10 | 0,10 | Valores cercanos a cero reflejan baja contaminación y cercana a uno lo contrario |
| ICOSUS (Índice de contaminación por sólidos suspendidos) | 0,09 | 0,09 | 0,07 | 0,06 | Valores cercanos a cero reflejan baja contaminación y cercana a uno lo contrario |
| ICOTRO (Índice de contaminación trófico) | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | Eutrofia |

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en los cuadros 17 y 18, el índice de contaminación en todos los puntos muestreados presenta niveles bajos, lo que puede estar asociado principalmente a los parámetros que considera cada uno de los índices y a que la mayoría de dichos parámetros se encuentran dentro de los límites máximos permisibles, por lo que aquellos que no cumplen con la legislación tienen un efecto compensatorio sobre los que si cumplen.

4.2.3. Macroinvertebrados-Análisis EphemeropteraTrichopteraPlecoptera (ETP)

De las 36 familias de macroinvertebrados identificados en la microcuenca Los Molinos, 15 de ellas pertenecen al orden ETP indicadores de buena calidad del agua (Figura 8).

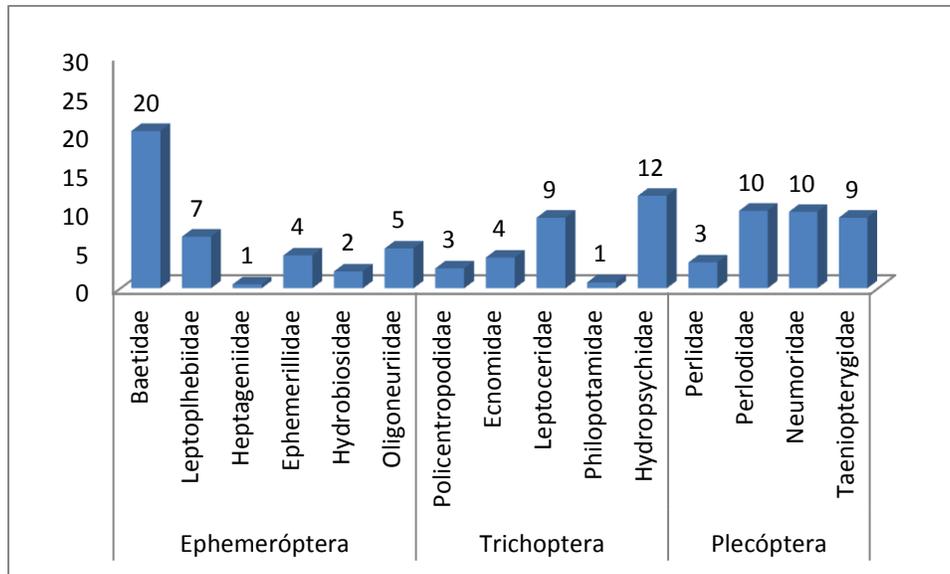


Figura 8. Familias de macroinvertebrados del orden ETP de la microcuenca Los Molinos.

Fuente: Elaboración propia

De las cinco familias de macroinvertebrados identificados en la zona media de la microcuenca, tres son indicadoras de buena calidad del agua pues pertenecen al orden ETP (Ephemeroptera, Trichoptera, Plecóptera), presentando mayor abundancia la familia Leptophlebiidae (Ephemeroptera); y dentro de las familias indicadoras de mala calidad del agua la más abundante es Elmidae (Coleóptera), Cuadro 19 y 20.

Cuadro 19. Análisis ETP según los macroinvertebrados identificados en la zona media de la microcuenca Los Molinos, durante los meses de septiembre y noviembre 2013.

| Orden | Familia | Mes de Septiembre | | Mes de Noviembre | |
|-------------------------|-------------------|-------------------|-------|------------------|-------|
| | | M1 | M2 | M1 | M2 |
| Ephemeroptera | Baetidae | | 52 | | 20 |
| | Ephemerellidae | | | | 18 |
| | Hydrobiosidae | | | 17 | |
| | Leptophlebiidae | 37 | | 15 | |
| | Heptageniidae | | | | |
| | Oligoneuriidae | 28 | | 18 | |
| Trichoptera | Leptoceridae | 30 | 25 | 15 | 6 |
| | Ecnomidae | | | 20 | |
| | Polycentropodidae | | | | 16 |
| | Hydropsychidae | | 28 | 25 | 15 |
| Plecóptera | Perlodidae | | 30 | 18 | 16 |
| | Nemouridae | | | | 18 |
| | Taeniopterygidae | 37 | | | 15 |
| Coleóptera | Dytiscidae | 12 | | | |
| | Hydraenidae | 12 | 16 | | |
| | Haliplidae | | | | 11 |
| | Elmidae | | 10 | 15 | 10 |
| | Gyrinidae | | 11 | | 10 |
| | Scirtidae | | | | 10 |
| Gordioidea | Chordodidae | | 12 | | |
| Odonata | Aeshnidae | | 10 | | |
| Díptera | Simuliidae | 4 | 11 | 7 | 2 |
| | Tipulidae | | 10 | | 8 |
| | Empididae | | | | 5 |
| Collembola | Isotomidae | | 6 | | |
| ABUNDANCIA TOTAL | | 160 | 221 | 150 | 180 |
| ETP presentes | | 132 | 135 | 128 | 124 |
| ETP Total | | 82,5 | 61,1 | 85,33 | 68,89 |
| Calidad del Agua | | Muy buena | Buena | Muy buena | Buena |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 20. Análisis ETP según los macroinvertebrados identificados en la zona baja de la microcuenca Los Molinos, durante los meses de septiembre y noviembre 2013.

| Orden | Familia | Mes de Septiembre | | Mes de Noviembre | |
|-------------------------|-------------------|-------------------|---------|------------------|---------|
| | | M3 | M4 | M3 | M4 |
| Ephemeroptera | Baetidae | 35 | 10 | 18 | 20 |
| | Ephemerellidae | | | 15 | 12 |
| | Heptageniidae | | 18 | | |
| | Oligoneuriidae | | | | |
| Trichoptera | Leptoceridae | | 10 | | |
| | Ecnomidae | | | | 15 |
| | Hydropsychidae | | | 15 | 13 |
| | Policentropodidae | | | 12 | |
| | Philopotamidae | | 10 | | |
| | Hydropsychidae | 32 | 15 | | |
| Plecóptera | Perlodidae | 25 | | 10 | |
| | Perlidae | | | 12 | 15 |
| | Neumoridae | 28 | 18 | 15 | 13 |
| | Taeniopterygidae | | 15 | | |
| Coleóptera | Elmidae | 8 | 20 | 23 | 12 |
| | Gyrinidae | | 25 | | |
| | Scirtidae | 10 | | 20 | 10 |
| | Staphylinidae | 13 | 15 | | |
| | Hydrophilidae | 11 | | | |
| | Helophoridae | | 20 | | |
| Odonata | Aeshnidae | 10 | | | |
| | Libellulidae | 18 | | 12 | |
| Díptera | Simuliidae | 11 | | | 15 |
| | Blephaceraeidae | 15 | | | |
| | Tipulidae | | | 18 | 22 |
| | Chironomidae | 13 | | | |
| | Empididae | 16 | 25 | 16 | 20 |
| Hemíptera | Veliidae | 10 | | | |
| Megaloptera | Corydalidae | 10 | | 15 | 15 |
| ABUNDANCIA TOTAL | | 265 | 201 | 201 | 182 |
| ETP presentes | | 120 | 96 | 97 | 88 |
| ETP Total | | 45,3 | 47,8 | 48,3 | 48,4 |
| Calidad del Agua | | Regular | Regular | Regular | Regular |

Fuente: Elaboración propia

Los cuadros 19 y 20, indican claramente el deterioro de la calidad del agua en los puntos muestreados, de una forma clara, es así que en la zona media, en el P1 (septiembre y noviembre) zona conservada, la calidad del agua es muy buena, mientras que en el P2 (septiembre y noviembre) inicio de la frontera ganadera, la calidad del agua recibe una calificación de buena. En la zona baja P3, P4 (septiembre y noviembre) zona netamente ganadera la calidad del agua es regular.

4.2.4. Clasificación del agua según ICA, TULSMA y análisis ETP

En el cuadro 21, se muestra la clasificación del agua según los índices ETP e ICA, donde además de indicar la calidad del agua, orienta sobre el uso al cual puede ser destinada tomando en cuenta el Anexo 3.

Cuadro 21. Clasificación del agua según el ICA y ETP en la microcuenca Los Molinos.

| Meses de Muestreo | Código de Muestra | Índice de Calidad del agua (ICA) | | Índice ETP (Ephemeroptera, Trichoptera, Plecóptera) | |
|----------------------------|-----------------------------|----------------------------------|--------------|---|--------------|
| | | Valor | Calidad | Valor | Calidad |
| Septiembre | M1 (Zona Media conservada) | 80,69 | Buena | 82,5 | Muy buena |
| | M2 (Zona Media intervenida) | 76,22 | Buena | 61,1 | Buena |
| Noviembre | M1 (Zona Media conservada) | 79,09 | Buena | 85,33 | Muy buena |
| | M2 (Zona Media intervenida) | 76,24 | Buena | 68,89 | Buena |
| PROMEDIO ZONA MEDIA | | 78,06 | Buena | 74,455 | Buena |
| Septiembre | M3 (Zona Baja intervenida) | 71,39 | Buena | 45,3 | Regular |
| | M4 (Zona Baja Intervenida) | 78,29 | Buena | 47,8 | Regular |
| Noviembre | M3 (Zona Baja intervenida) | 77,93 | Buena | 48,3 | Regular |
| | M4 (Zona Baja Intervenida) | 71,59 | Buena | 48,4 | Regular |
| PROMEDIO ZONA BAJA | | 74,8 | Buena | 47,5 | Buena |

Fuente: Elaboración propia

El color verde claro indica según el anexo 3, que en este sitio el agua necesita una ligera purificación, y que según las condiciones de calidades apta para cualquier tipo de deporte y requiere purificación menor para cultivos e industrias que necesitan alta calidad, aunque tiene su límite para peces muy sensitivos (Wilkes University 2007).

4.2.5. Análisis descriptivo de la calidad del agua

Como se puede observar en el cuadro anterior (Cuadro 21) la calidad del agua mediante los dos índices utilizados ICA y ETP, varía desde muy buena a regular en los distintos puntos muestreados. Sin embargo, haciendo un análisis a nivel general para la quebrada, tanto con el ICA como con el ETP, la calidad del agua se encuentra en un rango de buena calidad con tendencia a calidad regular, pues en los dos casos llega a este rango con valores bajos.

Por otra parte, al comparar los resultados obtenidos en los distintos puntos muestreados mediante los dos índices utilizados, se puede deducir que dichos resultados guardan una estrecha relación, pues al disminuir la calidad del agua en un punto mediante el análisis ICA, en el mismo punto mediante el análisis ETP también disminuye (Ver anexo 3 y 4). Lo que está asociado principalmente a la espacialidad y a las actividades que se desarrollan en cada una de las zonas.

Es por ello que en las figuras 9 y 10, se muestra una comparación de los distintos puntos muestreados y de los dos índices utilizados en la determinación de la calidad del agua, donde se puede evidenciar claramente que, aunque la calidad del agua disminuye en el P1, P2 y P3 indiferentemente del índice que se utilice para el análisis, la calidad del agua disminuye en las zonas intervenidas.

Por otra parte según los límites máximos permisibles establecidos en el TULSMA, para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento de desinfección (Anexo 2), el pH y los coliformes tanto fecales como totales se encuentran fuera de los rangos establecidos, lo que guarda una estrecha relación con la producción ganadera que se desarrolla en la zona .

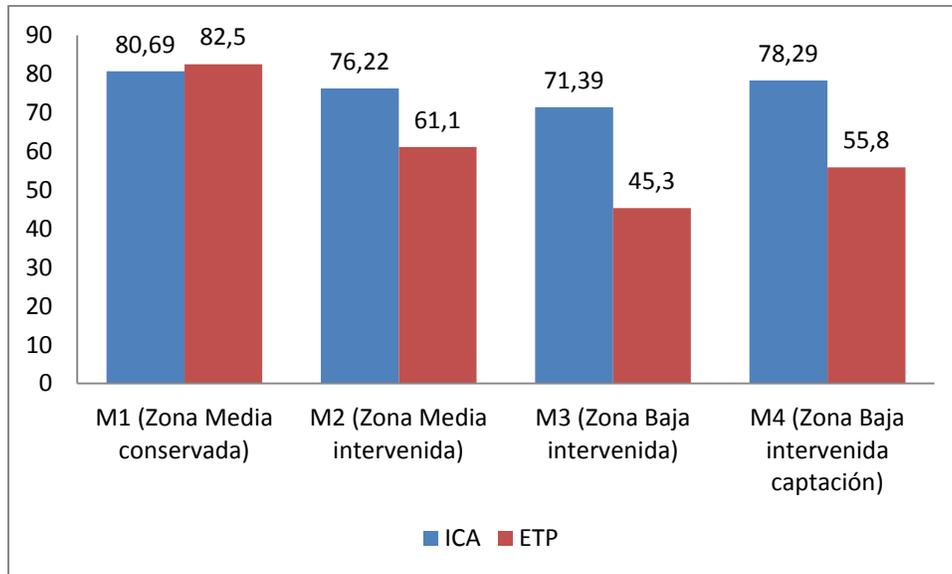


Figura 9. Valoración de la calidad del agua según los índices ICA y ETP durante el muestreo del mes de septiembre en la microcuenca Los Molinos

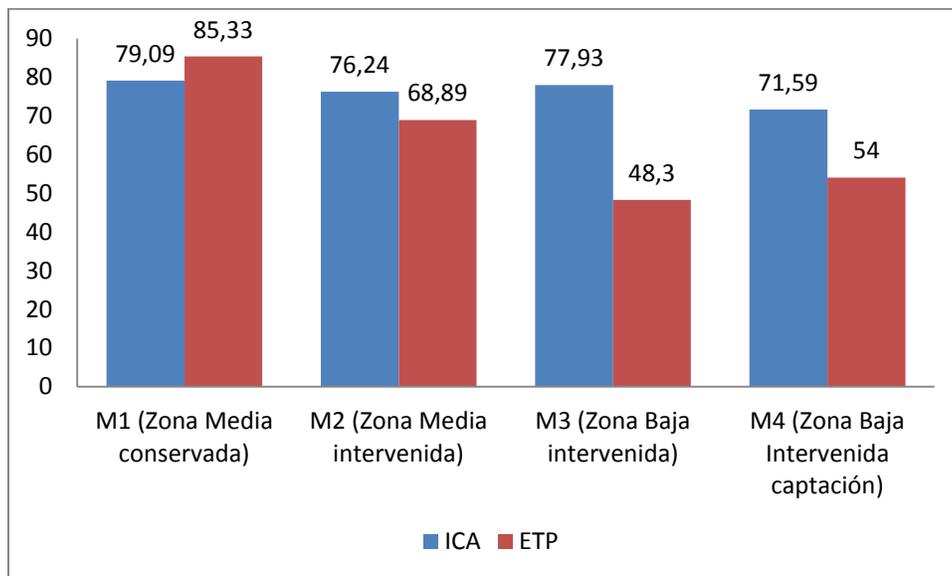


Figura 10. Valoración de la calidad del agua según los índices ICA y ETP durante el muestreo del mes de noviembre en la microcuenca Los Molinos

4.3. CARACTERIZACIÓN DE LAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN DE LA QUEBRADA LOS MOLINOS

A lo largo de la microcuenca se identificaron dos fuentes de contaminación, clasificadas de la siguiente manera:

4.3.1. De origen Natural

Las crecidas que se dan a lo largo de la quebrada son permanentes, lo que a más de alterar las propiedades físico-químicas del agua, incide también en la disponibilidad del recurso en épocas prolongadas de lluvia, llegando a convertirse en un foco de contaminación temporal, Figura 11.



Figura 11. Focos de contaminación de origen natural

4.3.2. De origen Antrópico

Las prácticas pecuarias que se realizan en la parte media son las que predominan, abarcando 316.63 ha de la microcuenca, de esta actividad se genera el mayor número de impactos ambientales negativos que amenazan el estado del recurso agua.

Dentro de la microcuenca se encontró ganado bovino (100 %), el efecto de esta práctica radica en que los bovinos descienden al cuerpo de agua dejando estiércol en áreas cercanas

a la captación de agua lo que produce su contaminación, otro aspecto es el sobrepastoreo en sitios con pendientes muy fuertes, pues dichas áreas deberían ser protegidas al tratarse de una microcuenca abastecedora de agua para consumo humano, Figura 12.



Figura 12. Focos de contaminación de origen antrópica

Cuadro 22. Focos de contaminación de la microcuenca Los Molinos

| FOCOS | Pendiente (%) | Uso del suelo | X | Y |
|------------------------------|----------------------|----------------------|----------|----------|
| Foco 1 (Zona media ganadera) | 36-56 | Pasto y matorral | 704924 | 9498032 |
| Foco 2 (Zona media ganadera) | 36-56 | Pasto y matorral | 704756 | 9498099 |
| Foco 3 (Zona baja ganadera) | 36-56 | Pasto y matorral | 704580 | 9498221 |
| Foco 4 (Zona baja ganadera) | 36-56 | Pasto y matorral | 705505 | 9497799 |
| Foco 5 (Zona baja ganadera) | 36-56 | Pasto | 706003 | 9497778 |

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en el cuadro 22, los cuatro focos de contaminación presentan características similares entre ellos a pesar de la distancia con la que fueron tomados cada uno, encontrándose dentro de un rango de pendientes elevadas que van desde 36 a 57 %, predominando un uso de suelo destinado a pasto y matorral, pues en la zona predomina la actividad ganadera, por lo que las características del terreno se puede deducir que, debido a la topografía (pendiente) y al cambio de uso de suelo, existe un mayor escurrimiento y por ende toda impureza de origen ganadero retenida en las invernadas se escurre hacia la quebrada.

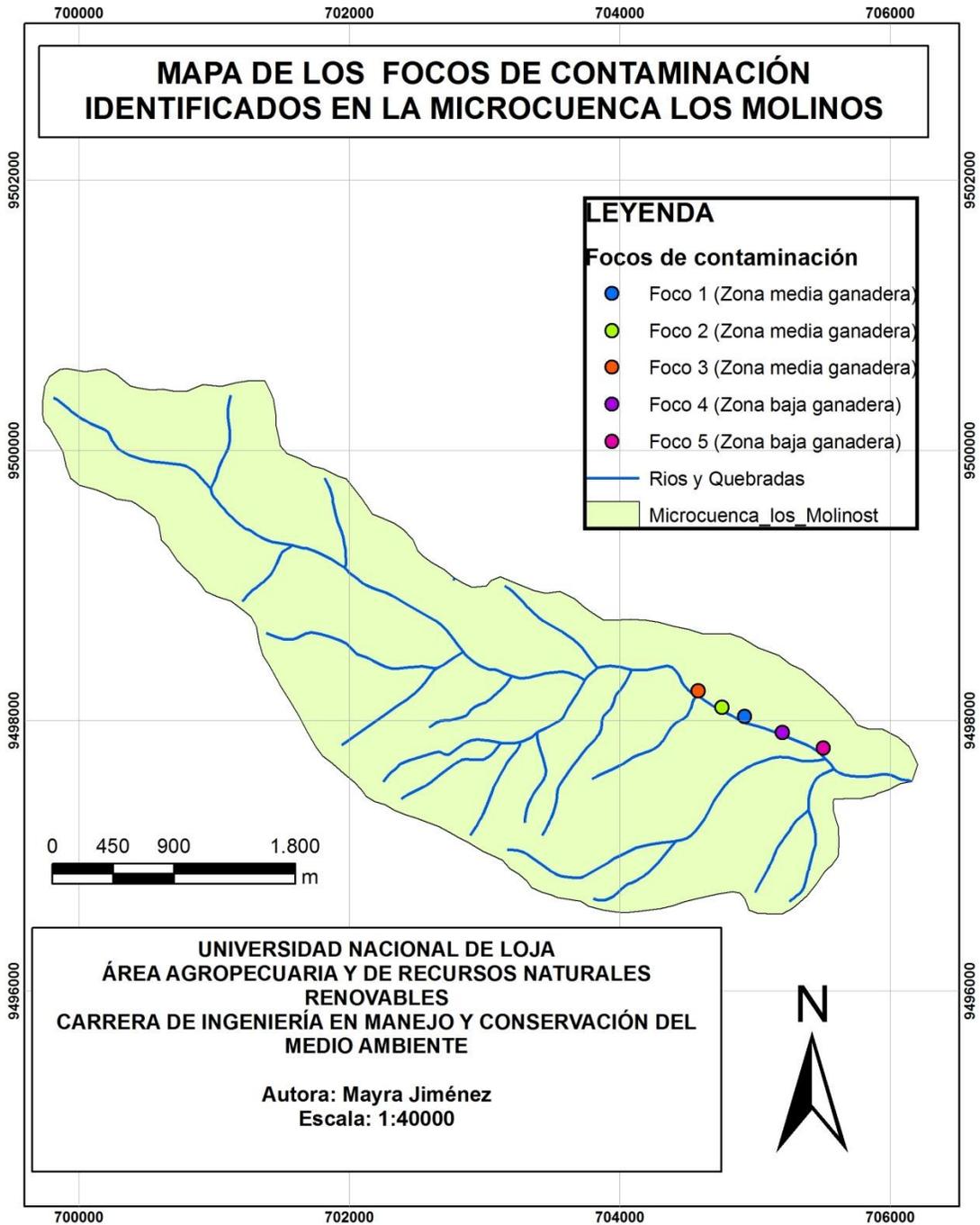


Figura 13. Focos de contaminación identificados en la microcuenca Los Molinos

4.4. ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANEJO PARA LA MICROCUENCA LOS MOLINOS

4.1. DIAGNÓSTICO

4.1.1. Capital Humano

La Parroquia de Valladolid, está conformada por 4 comunidades que se encuentran distribuidos de la siguiente manera:

Cuadro 23. Distribución espacial de la población de Valladolid

| TIPO | COMUNIDADES | BARRIOS | NRO. FLIAS | PROMEDIO DE PERSONAS POR FAMILIA | | | TOTAL | | | % SOBRE LA POBLACIÓN TOTAL | |
|---------------------|-------------|--------------|---------------------------------|----------------------------------|---|----|--------|------|-----|----------------------------|------|
| | | | | TOTAL | M | F | GLOBAL | M | F | | |
| URBANA | 1 | Valladolid | Cabecera parroquial y periferia | 144 | 5 | 3 | 2 | 521 | 274 | 247 | 0,35 |
| RURAL | 2 | Pueblo Viejo | Pueblo nuevo | 40 | 6 | 3 | 3 | 240 | 120 | 120 | 16 |
| | | | Cruceros | | | | | | | | |
| | | | Wanchima | | | | | | | | |
| | 3 | Tapala | Tapala | 65 | 7 | 4 | 3 | 455 | 260 | 195 | 31 |
| 4 | San Gabriel | San Gabriel | 27 | 10 | 5 | 5 | 270 | 135 | 135 | 18 | |
| TOTAL URBANA | | | | 144 | 5 | 3 | 2 | 521 | 274 | 247 | 35 |
| TOTAL RURAL | | | | 132 | 8 | 12 | 11 | 965 | 515 | 450 | 65 |
| TOTAL | | | | 276 | 7 | 15 | 13 | 1486 | 789 | 697 | 100 |

Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Valladolid 2013

La parroquia Valladolid cuenta 1486 habitantes, con el 65% de la población total que corresponde a las comunidades rurales y el 35% de la población que corresponde a la población urbana (cabecera parroquial) (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Valladolid, 2013).

La gestión educativa estudiantil en Valladolid funciona bajo tres niveles de formación: el nivel pre-primario o de educación inicial; el nivel primario o de educación básica; y, el nivel medio o de educación secundaria; existe un centro de educación inicial; cinco centros de educación primaria que funcionan bajo la modalidad matutina; dos centros de

educación secundaria que laboran bajo modalidad matutina y nocturna y un centro bajo modalidad a distancia.

Los principales indicadores de educación se citan a continuación:

- **% Analfabetismo > 15 años:** 7,3 % incluye personas que no saben leer ni escribir; escriben y leen con dificultad; no interpretan la lectura, solo firman.
- **Nivel de escolaridad:** para < 15 años: 6,6 años; para >15 años sector urbano 5,7 años; para sector rural > 15 años: 4,3 años.
- **Índice pedagógico:** Alumno/ maestro 8a/m. Bajo número de escolares por maestro; baja calidad de la educación en el sector rural: escuelas unidocentes y multiaulas.

La educación a nivel general requiere ser evaluada, reestructurada e innovada. Por otra parte, en la parroquia no existen centros Universitarios, situación que genera un proceso de migración temporal a las ciudades de Loja, y algunos otros en la ciudad de Cuenca y Quito. Así, la población que habita en el área correspondiente a la microcuenca Los Molinos cuenta con un nivel de escolaridad medio y en su mayoría sus medios de vida están estrechamente relacionados a la parte agrícola-ganadera.

Por otra parte, en cuanto a capacitación de la comunidad referente a temas ambientales como gestión de los recursos hídricos y de los recursos naturales en general, el personal técnico de la Oficina Técnica Valladolid-MAE y el Municipio de Palanda brindan talleres a niños y jóvenes sobre temas ambientales. Además el Municipio de Palanda brinda mantenimiento al sistema de agua entubada desde la captación hasta la distribución.

4.1.2. Capital social

Dentro de las instituciones que se encuentran vinculadas en el manejo de la microcuenca a nivel cantonal está FORAGUA (que es un fideicomiso regional), quien tiene un convenio con el GAD-Palanda orientado a la conservación de las microcuencas proveedoras de agua para consumo humano a nivel cantonal. Sin embargo, a nivel parroquial no existe ninguna

organización para el manejo de la microcuenca Los Molinos, por lo que según las entrevistas realizadas a la comunidad, es necesario la creación de la junta de Agua de Valladolid, con el objetivo de que dicha organización vele porque la comunidad y se abastezca de agua de calidad y en cantidad.

Por otra parte dentro de la parroquia hay otros grupos organizacionales-productivos como son: asociación de ganaderos, asociación de caficultores, asociación de mujeres trabajadoras.

4.1.3. Capital político normativo

La institución gubernamental que se encuentra vinculada en el manejo de la microcuenca Los Molinos, es el Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Palanda, el cual en la actualidad tiene convenios con FORAGUA para éste fin, además de que cuenta con dos ordenanzas (Reg. Of. Nro. 206 del 02 de diciembre de 1997 y con Reg. Of. Nro. 341 del 27 de septiembre del 2012), orientadas principalmente a la conservación de las microcuencas que abastecen de agua al cantón. Sin embargo según las encuestas realizadas a la comunidad, la totalidad de encuestados (100%) desconocen la existencia de ordenanzas u convenios orientados al manejo de la microcuenca Los Molinos.

Además manifestaron que a pesar que el Gobierno Cantonal es el encargado de velar por la provisión de agua a la comunidad tanto en calidad como en cantidad no existe un manejo adecuado, puesto que en temporadas de lluvia existen cortes de agua, descuida en la protección de la captación y control de las actividades productivas que se realizan dentro de la microcuenca Los Molinos.

4.1.4. Capital financiero

Los moradores de la parroquia de Valladolid pagan un impuesto considerado como tasa ambiental de 0,05 USD/m³ por familia en las planillas de consumo mensual de agua, el cual está destinado para la protección de la microcuenca Los Molinos, dicho fondo es manejado por FORAGUA, existiendo una diferencia en el cobro de dicho fondo para empresas o negocios particulares, incrementándose tres veces el pago de dicho fondo para éstos.

Actualmente dicho fondo ha sido utilizado, para muestreos, pues FORAGUA es el encargado de la recaudación de dicho fondo, pero el GAD-Palanda mediante proyectos enfocados al manejo de las microcuencas tiene acceso a dicho fondo, mediante la financiación de los mismos.

Sin embargo de la entrevista realizada, el 99,9 % de la población desconoce la contribución realizada para la protección de la microcuenca que abastece de agua a sus hogares, por lo que sería importante un proceso de difusión y comunicación por parte de las autoridades a la comunidad.

Por otra parte el 95 % de la población consideran que si existiera un fondo para la protección de la microcuenca les gustaría que se le otorgue la aptitud legal para que dicho fondo sea manejado y gestionado por una organización comunitaria como la Junta de Agua. Por otra parte el 99 % de las personas entrevistadas están de acuerdo en participar voluntariamente en actividades como reforestación, campañas de educación ambiental, talleres de prácticas de gestión ambiental para el mejoramiento y protección de la microcuenca Los Molinos, siempre que sean actividades organizadas y dirigidas por la entidad que dirija dicho fondo.

4.1.5. Capital Físico o Construido

- **Servicios básicos**
 - a) **Sistema de agua potable**

El sistema de abastecimiento de agua potable en el centro urbano de Valladolid fue construido por el Ex IEOS en el año de 1989, y aunque no se le ha dado el mantenimiento adecuado, en estos últimos años ha ido mejorando, siendo únicamente en épocas prolongadas de invierno que el agua escasea (PDOTV 2013).

Sin embargo no se puede asegurar su calidad, y a pesar que en la actualidad se aplica un tratamiento físico-químico (desarenadores-cloración), el agua sigue conteniendo coliformes fecales (Cuadro 13), nocivos para la salud humana, por lo que se debería considerar la eliminación de las fuentes de contaminación para la mejoría de sus calidad.

Además, los propios dueños de las fincas aseguran encontrar animales muertos en las orillas de la quebrada, por lo que la aplicación de medidas de control para evitar que la contaminación se incremente y sea necesario únicamente un tratamiento de desinfección, disminuyendo gastos e insumos es urgente, puesto que las enfermedades que mayormente aquejan a la población como ya se lo mencionó anteriormente son: diarrea, amebiasis, parasitosis, entre otras, éstas con mayor incidencia en la población infantil.

Valladolid, es la única comunidad a nivel parroquial que cuenta con un sistema de agua tratada, cubriendo la demanda del 83.82% del total de la población. La captación se la realiza desde la quebrada Los Molinos, la cual cuenta con caudal de 6,0 m³ /s (PDOTV 2013)

La operación y mantenimiento del servicio está a cargo de cinco personas contratadas por el GAD-Palanda, de las cuales dos son trabajadores, una persona de avalúos y catastros, tesorería y un técnico, que en este caso es el jefe de obras Públicas, quienes dedican un 5% de su tiempo en apoyar este servicio (PDOTV 2013)

b) Sistema de alcantarillado sanitario y pluvial

Valladolid posee un sistema de alcantarillado sanitario, a este servicio de alcantarillado tiene acceso un 88.23% de la población y el 11.77% lo desalojan en letrinas o van directamente al río. La evacuación de las aguas del sistema de alcantarillado existente se lo realiza directo al río sin previo tratamiento.

c) Sistema de energía eléctrica y alumbrado

La parroquia cuenta con el suministro de energía eléctrica desde el año de 1985, ofertado por la ERRSSA⁷, cubriendo en la actualidad con el 94% de este servicio a la población, cuya oficina se encuentra en el cantón Palanda.

⁷Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A.

Por otro lado, las redes de alumbrado público son de baja tensión (110-220V), el 90% el centro urbano cuenta con alumbrado público y un 10% carece del servicio (PDOTV 2013).

d) Sistema de recolección de basura

El sistema de residuos sólidos se lo realizabajo el control del departamento de higiene del Gobierno Municipal de Palanda, dos veces por semana a nivel del centro urbano de la parroquia Valladolid. La cobertura del servicio es bastante buena, cubriendo un 97 % de la población. Sin embargo el proceso de tratamiento de los residuos sólidos es malo, ya que en la zona no tienen una Planta de tratamiento, éstos son depositados a cielo abierto a 3 Km aproximadamente al sur del centro urbano, por la vía que conduce a San Gabriel (PDOTV, 2013).

- **Equipamiento de servicios sociales, comunitarios y de salud**

El equipamiento lo constituyen las instalaciones para el bienestar de la población, desarrollando actividades de tipo social, deportivo, económico, administrativo, etc.

La parroquia Valladolid cuenta con instalaciones para el bienestar de la población, entre los cuales se considera de tipo educativo (pre primaria, primaria, secundaria y un centro artesanal), salud (Subcentro Valladolid), recreativos (parque central, estadio de fútbol, juegos infantiles y canchas múltiples), administración y gestión (Junta parroquial, cabinas telefónicas, policía, tenencia política, ministerio del ambiente, supervisión de educación) culto (iglesia y cementerio). Además posee cuatro restaurants de comida variada, servicios sanitarios públicos (Anexo 5).

Las enfermedades más comunes que suelen aquejar a la comunidad son parasitismo, influenza, hipertensión, amebiasis, enfermedades de la piel, presentando una tasa de desnutrición infantil 30.9% en niños de 1 a 5 años, inhibiendo su desarrollo y afectando a su estado de salud futura, lo que se evidencia en una tasa de mortalidad infantil de 22,7 %/1000 nacidos y de 2,3 % /100 nacidos. Además de otras causas de muerte que aquejan a la comunidad como son: accidentes, diabetes, trombosis, neumonías y taquicardias.

Los programas de salud que se llevan a efecto en las casas de salud de Valladolid, Palanda y del Seguro Social Campesino, son gratuitos y consiste en evaluación de pacientes, determinación de sintomatologías primarias, dependiendo del estado del paciente se realiza un tratamiento local, caso contrario se lo traslada al paciente a otros centros de mayor especialidad como el hospital “Isidro Ayora”, Hospital del Seguro Social o Clínicas Privadas de la ciudad de Loja.

Otros servicios que ofrece el Subcentro de Valladolid, anexo al centro de Palanda es el de odontología, control materno y partos: control nutricional del niño, adolescente y anciano, servicios de farmacia con medicina básica genérica gratuita, servicio de vacunación, curaciones primarias de emergencia y brigadas médicas.

Sin embargo no todo es factible para cumplir con el 100% de estos servicios, dada las limitaciones que atraviesa la deficiente infraestructura con ambientes confortables, accesos, cerramiento mejorado, reajuste y modernización de equipos (vehículo ambulancia) y la implementación de un servicio permanente para casos de emergencia en horas no laborables dentro de cada parroquia.

Además las causas de enfermedades están relacionadas principalmente con la mala nutrición, deficiente calidad del agua, ausencia de servicios de saneamiento básico, falta de cultura comunitaria para salud y salubridad (PDOTV 2013). Según la OMS (2014) las enfermedades relacionadas con el uso de agua incluyen aquellas causadas por microorganismos y sustancias químicas presentes en el agua potable; enfermedades como la esquistosomiasis, que tiene parte de su ciclo de vida en el agua; la malaria, cuyos vectores están relacionados con el agua; el ahogamiento y otros daños, y enfermedades como la legionelosis transmitida por aerosoles que contienen microorganismos, infecciones gastrointestinales como diarrea, parásitos intestinales entre otras.

- **Sistema de Movilidad**

El tipo de transporte predominante corresponde a vehículos en un 70% y el 30% que se transportan a través de acémilas o a pie. Actualmente existe cuatro empresas de

transporte que brindan sus servicios a nivel interprovincial conectándose principalmente con la provincia de Loja, así mismo, existe una empresa a nivel interparroquial.

Uno de los principales problemas de la Parroquia es la deficiente infraestructura vial, la cual ha contribuido con el retraso en el desarrollo de cada comunidad, existiendo desarticulación entre ellas y mas aún en épocas de invierno dificultando a los agricultores a sacar sus productos a los distintos centros poblados de las comunidades y a su vez a la cabecera cantonal.

Se observa un alto índice de vías de segundo orden, entre comunidades, es así que los canales de comunicación son vías en su mayoría carrozables (de tierra) y lastradas; los cuales corresponden al 87% del total de las vías y en un 13% son de tipo mixto (tierra-adoquinada), la misma que corresponde a la parte de la cabecera parroquial (PD y OTV, 2013)

4.1.6. Capital Natural

- **Suelos**

Los suelos de la microcuenca Los Molinos, corresponden al suborden en complejo Histosol (inceptisol) e Inceptisol como se muestra en el Cuadro 24 y Figura 12.

Cuadro 24. Taxonomía de los suelos de la microcuenca Los Molinos

| Nº | SUBORDEN | Área (ha) | % |
|--------------|--------------------------|-----------|------|
| 1 | Histosol (Inceptisol) | 1667,61 | 11,1 |
| 2 | Inceptisol | 266,32 | 25,0 |
| 3 | Inceptisol | 667,79 | 63,9 |
| TOTAL | | 1063,67 | 100 |

Fuente: Naturaleza y Cultura Internacional 2013

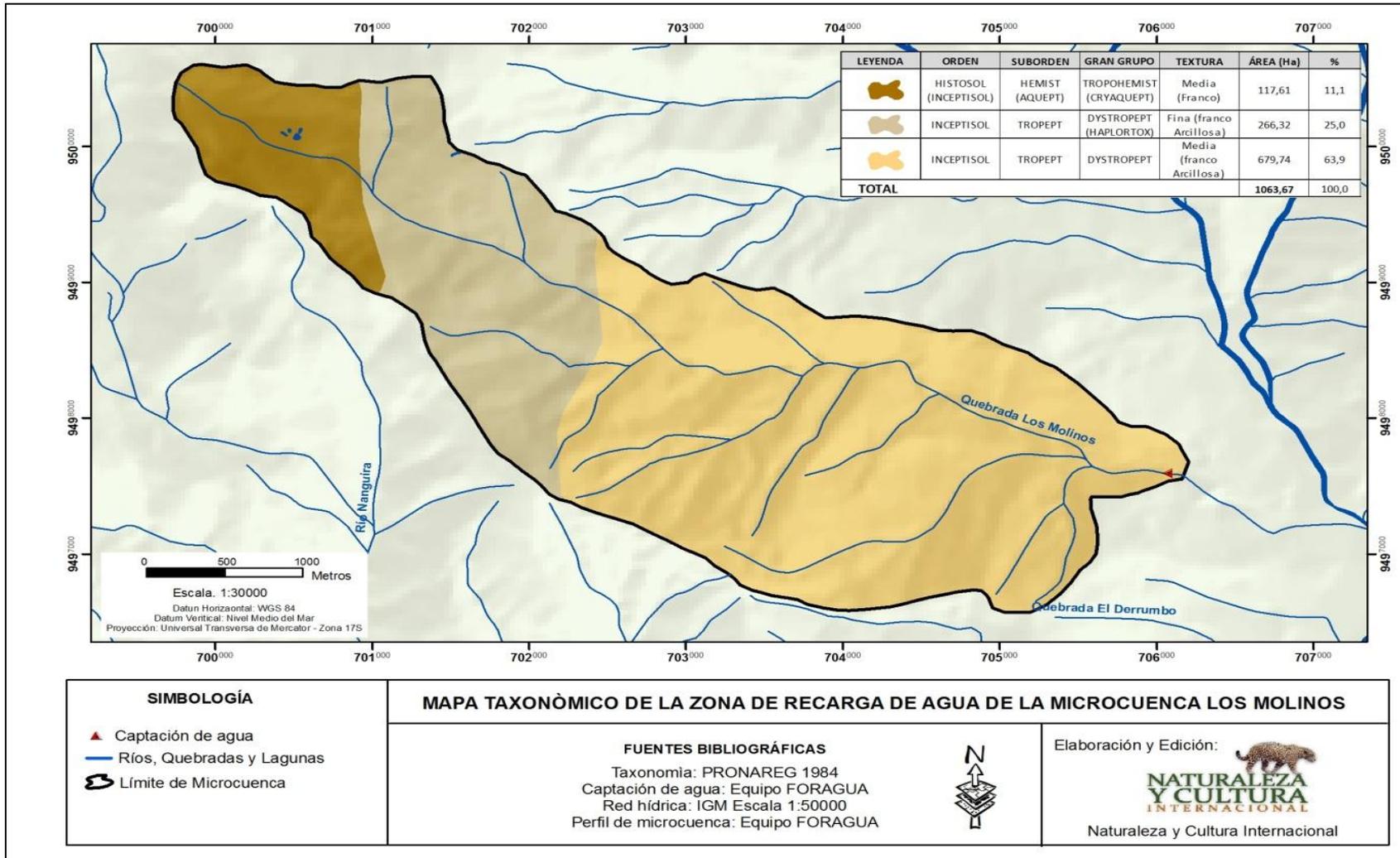


Figura 14. Mapa de taxonomía de la microcuenca Los Molinos. Fuente: Naturaleza y Cultura Internacional (2013)

- **Recursos estratégicos**

Uno de los recursos estratégicos que se pueden determinar en esta zona es el recurso agua, principalmente para consumo humano. En la actualidad existe suficiente cantidad para abastecer a la comunidad demandante y en relación a la calidad, se puede decir que es apta para el consumo humano aplicando un tratamiento de desinfección (desarenadores-cloración), considerando los límites máximos permisibles establecidos por el TULSMA. Sin embargo, existen indicios de contaminación muy fuerte por el avance de la frontera ganadera extensiva en pendientes fuertes, incrementándose los procesos de degradación así como la sobreutilización del suelo, por lo que existe un alto riesgo de incremento de contaminación, por lo tanto es urgente que se promuevan iniciativas que estén direccionadas al adecuado uso del recurso. Los relictos de bosque en las zonas altas (páramo), también se constituyen en recursos estratégicos no sólo por la dotación de servicios ecosistémicos de soporte de biodiversidad y de regulación hídrica sino que adicionalmente su conservación puede proveer beneficios económicos y de subsistencia a los habitantes que viven en las cercanías de estas áreas.

- **Pendientes**

La microcuenca Los Molinos en un 58 % presenta un relieve muy acusado con pendientes mayores al 57% que representa un total de 621,14 ha, así mismo el relieve acusado con pendientes de 46 – 57 % comprenden 199,36 ha, representando el 19% (Cuadro 25) Las categorías descritas suman el 77 % del área total de la microcuenca, lo cual es un indicador claro, de que el territorio debe ser manejado adecuadamente con técnicas que garanticen la conservación de los suelos.

Cuadro 25. Descripción de las pendientes de la microcuenca Los Molinos.

| DESCRIPCIÓN | RANGO | ÁREA (ha) | % |
|--------------------|--------------|------------------|----------|
| Suave | 0 – 12 | 61,63 | 6 |
| Moderada | 12 – 26 | 22,23 | 2 |
| Fuerte | 26 – 36 | 53,21 | 5 |
| Muy fuerte | 36 – 46 | 106,11 | 10 |
| Acusada | 46 – 57 | 199,36 | 19 |
| Muy acusada | > 57 | 621,14 | 58 |

Fuente: Elaboración propia

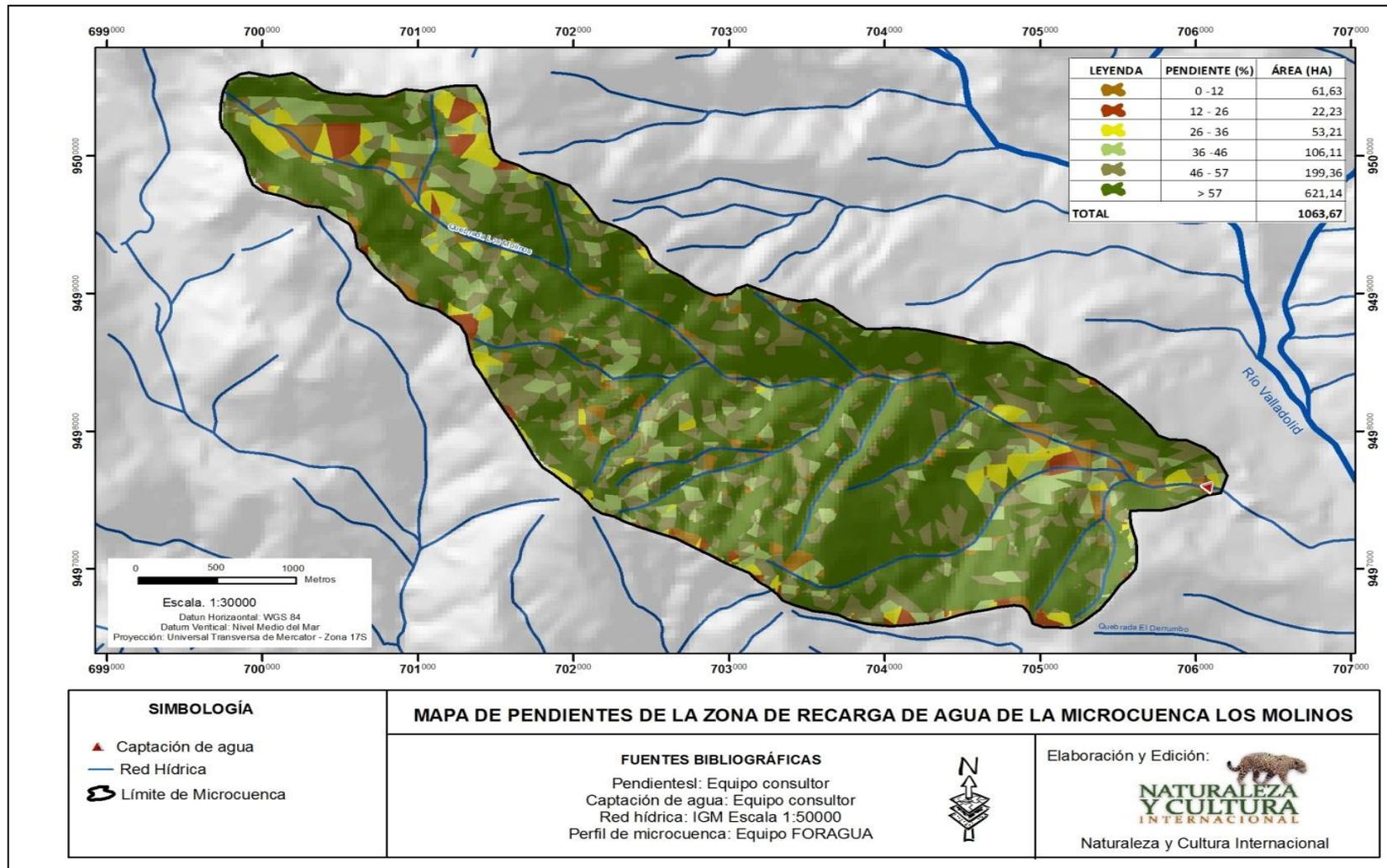


Figura 15. Mapa de pendientes de la microcuenca Los Molinos. Fuente: Naturaleza y Cultura Internacional (2013)

- **Cobertura vegetal y uso del suelo**

En términos generales, dentro de la microcuenca Los Molinos se puede describir cinco grupos de unidades vegetales, un 16 % corresponde a páramo herbáceo, un 13% páramo arbustivo, un 62% a bosque húmedo tropical, un 1% a matorral, un 8% representa a pastos con un área 81,25 ha y un 0,04 % pertenece a un cuerpo de agua (Cuadro 26). Sin embargo, cabe recalcar el área referente a pastos se encuentra tanto en las zonas ribereñas como en la zona de captación de agua para la población de Valladolid.

Cuadro 26. Cobertura vegetal y uso del suelo

| DESCRIPCIÓN | ÁREA (ha) | % |
|------------------------|------------------|------------|
| Páramo herbáceo | 171,90 | 16 |
| Páramo arbustivo | 139,70 | 13 |
| Bosque húmedo tropical | 661,58 | 62 |
| Matorral | 8,84 | 1 |
| Pasto | 81,25 | 8 |
| Laguna | 0,40 | 0,04 |
| TOTAL | 1063,67 | 100 |

Fuente: Elaboración propia

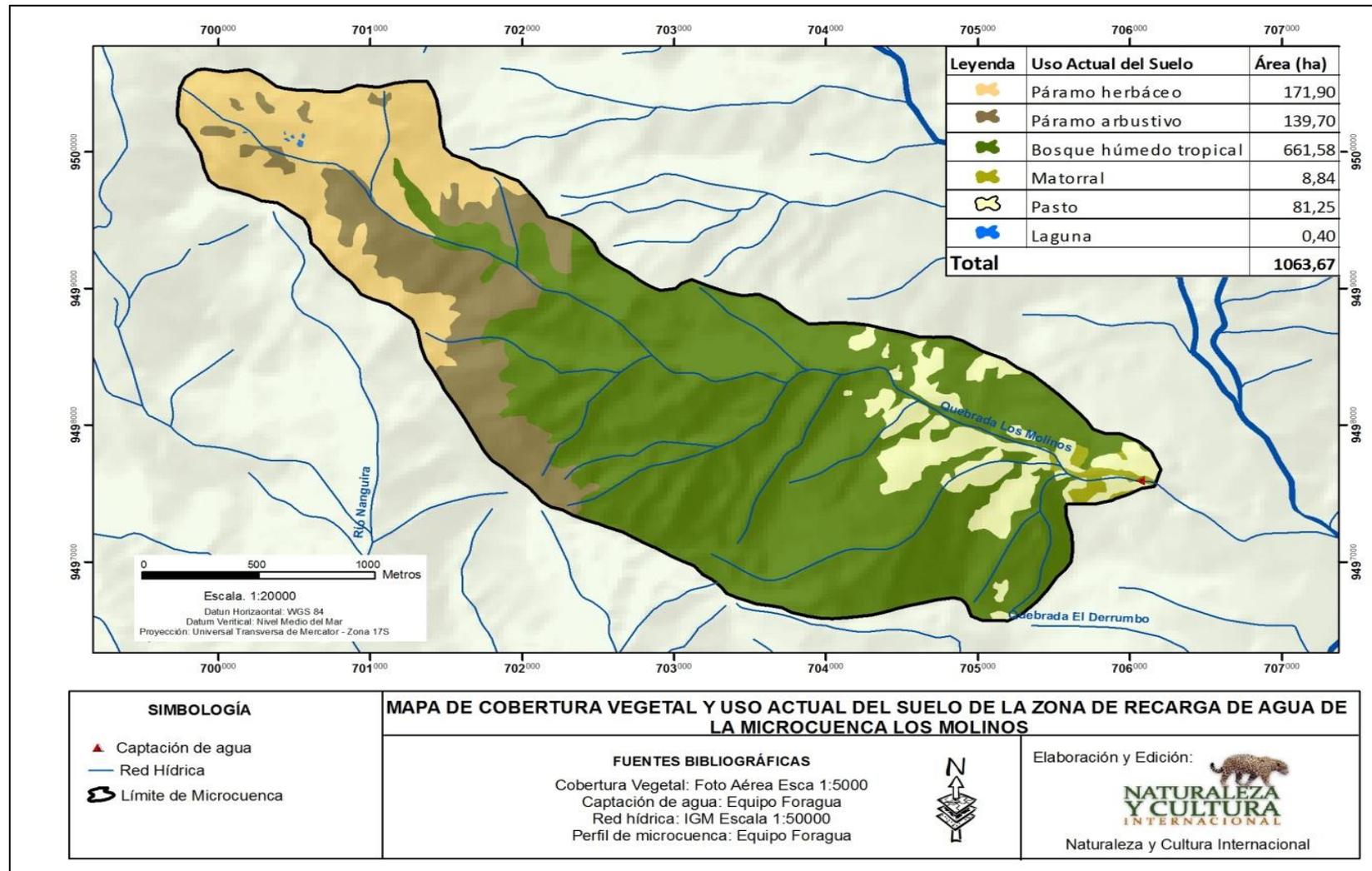


Figura 16. Mapa de cobertura vegetal y uso actual del suelo de la microcuenca Los Molinos. Fuente: Naturaleza y Cultura Internacional (2013)

- **Parte alta de la microcuenca Los Molinos**

Esta zona está cubierta de páramo herbáceo y arbustivo (Naturaleza y Cultura Internacional, 2013), misma que está destinada a áreas de conservación (Reserva Ecológica Jocotoco, Parque Nacional Yacuri y Reserva Corazón de la Amazonía), debido principalmente a las características topográficas (ineccasibilidad) y a la importancia ecológica, por lo que en esta zona no existe ninguna problemática.

- **Parte media y baja de la microcuenca Los Molinos**

La actividad ganadera es el uso dominante de la tierra, en la parte media y baja de la microcuenca, donde existen grandes extensiones de tierras dedicadas principalmente a pasturas y uno que otro pequeño remanente de matorral. El avance de la frontera ganadera es evidente en las dos zonas, lo que a largo plazo podría provocar una paulatina disminución de la capacidad de infiltración, aumento de la escorrentía superficial y consecuentemente los procesos erosivos también se verán potencialmente, incrementados.

La zona media por su topografía (pendientes fuertes) y tipo de suelos (Figura 12 y 13), no tiene capacidad agropecuaria, sin embargo, con una explotación y manejo controlados que incluyan prácticas de conservación y protección de la vegetación natural, se podría incluir actividades sostenibles de producción, como sistemas silvopastoriles o agroforestales (Naturaleza y Cultura Internacional, 2013).

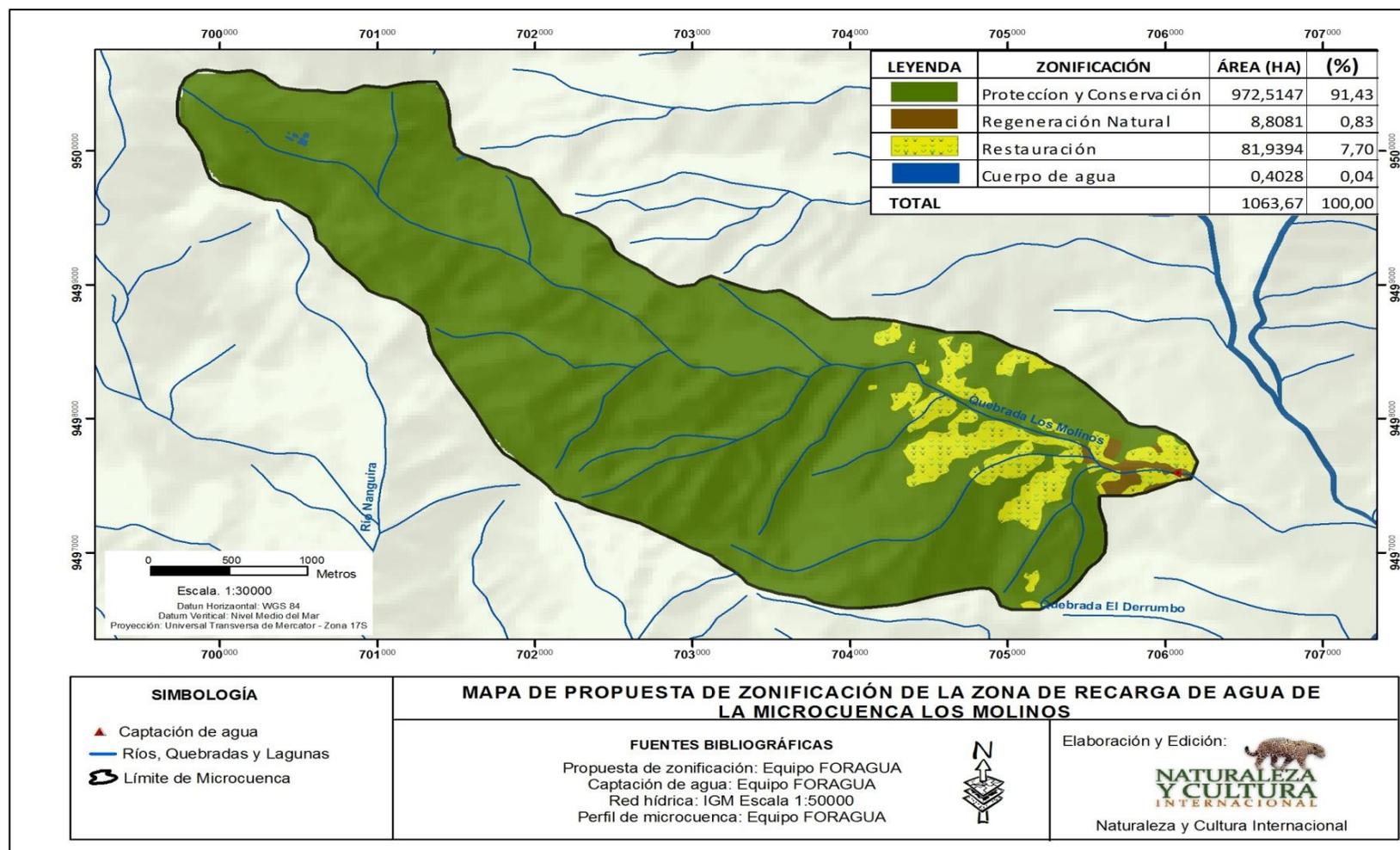


Figura 17. Mapa de propuesta de zonificación de la zona de recarga de la microcuenca Los Molinos.

Fuente: Naturaleza y Cultura Internacional (2013)

- **Actividades productivas**
 - a) **Modelos de desarrollo y trabajo**

La economía de la población de Valladolid se sustenta principalmente en la producción ganadera y en la comercialización de sus productos: venta directa de ganado de carne en pie, producción de leche y queso; y, elaboración y venta de queso semi - industrializado. Observando el siguiente cuadro e ilustración gráfica, se puede determinar las diferentes actividades de la economía local de la población.

Cuadro 27. Economía local por actividades

| ECONOMIA LOCAL POR ACTIVIDADES (ELA) | | |
|---|----------------------------------|----------|
| Nro. | ACTIVIDAD | % |
| 1 | Ganadería | 77 |
| 2 | Agricultura y Granja | 9 |
| 3 | Pequeña Agroindustria y Comercio | 6 |
| 4 | Empleo-Servicios | 5 |
| 5 | Explotación Forestal | 2 |
| 6 | Turismo | 1 |
| CONCLUSIÓN: 1143 habitantes son ganaderos, 137 son agricultores; 88 pequeña industria y comercio; 74 empleo y servicio; 29 explotación forestal y 15 que hacen turismo y varios. | | |

Fuente: Plan de Ordenamiento y Desarrollo Territorial de Valladolid 2013

De las personas encuestadas el 90 % se dedican a la ganadería, de ese porcentaje un 5 % para fines de consumo propio y el 85 % con fines de comercio y el 10 % se dedican a la agricultura y otras actividades de producción menor.

b) Producción ganadera

El modelo de producción ganadera es de forma extensiva, con una capacidad de carga de 1 UB/ha⁸; se produce un promedio de 37 UB/familia; lo que da una producción total promedio de 7 881 cabezas de ganado; en su mayoría de raza criolla, doble propósito (carne

⁸UB/ha: unidad ovina por hectárea

y leche), aunque un 60% de la población ganadera ha mejorado el rendimiento de su ganado, realizando cruces genéticos con HolsteinFrissian para leche; y Brownsuits, Charolay y Braman para carne. Los ingresos brutos por familia de venta de ganado/año es de 2800 USD; 233 USD/mes (PDOTV 2013).

La Asociación de Ganaderos admiten una producción diaria de leche de 4.200 litros, con un promedio de producción por familia de 20 litros diarios, con lo que producen alrededor de unas 1.400 libras diarias de quesillo, que se vende al mercado local para procesamiento de queso. Los ingresos de la venta de este producto por familia son de unos 210 USD/mes, aproximadamente (PDOTV 2013).

c) Producción agrícola

La producción agrícola ha decrecido significativamente, la mayoría de productos agrícolas se cultivan para consumo local, el mayor rubro de ingreso por esta actividad está representado por la producción de café, admitiéndose una producción promedio de 30qq/ha. La Asociación de pequeños cafetaleros APECAP, cuenta con 13 socios que producen un promedio de 30 qq/ha y por año de cosecha, dando un ingreso bruto de 7.500 USD, menos los costos de producción, cosecha, despulpado y secado queda un ingreso neto de 3.500 USD/año/ha (PDOTV2013).

d) Producción de animales de granja

Todas las familias encuestadas, admiten producir un promedio de 2 a 3 cerdos/familia; unas 15 a 20 aves de corral/familia, además de pequeña producción de huertos y cultivos para consumo: de caña, maíz, yuca, plátano, guineo, papa china y frutales; últimamente se está incrementando la producción piscícola de tilapia y trucha. Sumados todos estos rubros se calcula un ingreso bruto anual de unos 900 USD/año/familia; unos 75 USD/mes (PDOTV 2013).

e) Pequeña agroindustria y comercio

Solamente un 6% de la población se dedica a esta actividad que consiste en la elaboración y venta de queso semi industrializado y pequeños negocios de tendería, con productos básicos de consumo. La producción de queso semi elaborado es de unas 1.300 libras/día, donde se consume un aproximado de 5 mililitros de agua por kilo de queso (PDOTV 2013).

f) Otros ingresos

Algunos otros ingresos como por ejemplo de turismo, se fomenta únicamente en las festividades cívicas y religiosas sin cuantificar ingresos; además por servicios se admite un rubro anual promedio de 750 USD; la explotación forestal es temporal e ínfima, sólo en maderas clase C, puesto que las maderas finas se han exterminado; en minería no se reportan labores e ingresos (PDOTV 2013).

- **Flujos de comercio y desarrollo**

Valladolid exporta algo más de unas 2.400 cabezas de ganado en pie de carne/año; y, los principales mercados de consumo se ubican en las provincias de El Oro y Guayas, por la calidad y saneamiento del producto, unas 1300 libras de queso semi-industrializado/día; y, los mercados de consumo por la calidad y buen producto, se ubican en las principales ciudades de la región Sur: Loja-Zamora Chinchipe y El Oro. En cuanto a la venta de café alrededor de unos 2400 qq/año, por intermedio de la Asociación de Pequeños cafetaleros de Palanda, hacia los mercados exteriores especialmente de Europa (PDOTV 2013).

4.2. PROBLEMÁTICA IDENTIFICADA

Dentro del área de la microcuenca existen áreas cubiertas por vegetación boscosa y natural en la parte alta principalmente, pues la tenencia de la tierra es con fines de conservación encontrándose en esta área la Fundación JOCOTOCO, Reserva Corazón de la Amazonía y parte del Parque Nacional Yacuri (Ver figura 4). Sin embargo, en la actualidad, dentro del área de los límites de la Microcuenca existe un área en conflicto con un uso inadecuado, pues los propietarios practican la ganadería extensiva en pendientes fuertes, tala continua en pequeñas cantidades para incrementar regularmente la frontera ganadera lo que afecta de forma directa la calidad del agua, estructura de los suelos, pérdida de especies arbóreas y faunísticas de forma permanente

Además, la zona está sometida a fenómenos naturales como los deslizamientos, deslaves debido principalmente a las condiciones del sitio (precipitaciones prolongadas, suelos saturados y pendientes pronunciadas), lo que afecta tanto a la calidad como cantidad del agua, directa o indirectamente, pues durante los recorridos de campo se pudo evidenciar que debido a éste fenómeno natural se incrementa el arrastre de sedimentos, como arena, hojarasca, entre otros, los mismos que generan problemas, tales como corte del flujo del agua hacia la red de distribución, problemática que se da principalmente a la falta de infraestructura adecuada en la zona de captación y al sobrepastoreo que se realiza en la parte media y baja de la zona.

Además se pudo observar que el escurrimiento de las invernadas hacia la quebrada principalmente en temporadas de invierno, se incrementa de forma considerable, lo que a su vez genera un aumento en la concentración de coliformes fecales en el agua, modificando las características microbiológicas a largo plazo, pues la variabilidad de las precipitaciones en el sector es permanente durante todo el año como se muestra en la figura 4.

Por otra parte, a pesar que existen instituciones encargadas de dotar de buen servicio de agua a la población, en la actualidad existen muchos desacuerdos en la comunidad, pues

según las encuestas realizadas, el 99 % de la población coincide en que el servicio de agua que se presta a la comunidad es regular, puesto que no existe un tratamiento adecuado en la captación. Durante los recorridos se observó claramente que los tanques de captación se han convertido en abrevadero para el ganado existente en la zona.

Toda esta problemática se incrementa aún más cuando existen ordenanzas⁹ para la protección de la microcuenca Los Molinos, instrumento creados por el Gobierno Municipal, institución a la que le compete el manejo de fuentes abastecedoras de agua potable. Sin embargo, éstas ordenanzas no han sido socializadas con los propietarios de fincas, autoridades locales ambientales, administrativas y comunidad en general, por lo que es necesario que se realice dicha actividad para que se conozca la existencia y se respete dichos acuerdos. Además de que deberían considerarse los actores clave (Cuadro 28), dentro de acuerdo futuros, para que éstos sean participativos.

Cuadro 28. Actores claves en la solución de problemas dentro de la microcuenca Los Molinos.

| Actor | Tipo de Liderazgo |
|---|--------------------------|
| Técnicos Medio Ambiente/Municipio Palanda | Positivo II |
| Presidente de la Junta Parroquial | Positivo II |
| Rector del Colegio “Ciudad de Loyola” | Positivo II |
| Técnicos de la OTV-MAE | Positivo II |
| Los seis finqueros | Negativo III |
| Director Reserva JOCOTOCO | Positivo III |

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta un listado de los problemas identificados y priorizados por la comunidad, el cual fue elaborado una vez que se recopiló información de campo mediante entrevistas semi estructuradas, bajo la metodología antes mencionada:

⁹La primera con Reg. Of. Nro. 206 del 02 de diciembre de 1997 por el gobierno cantonal de Palanda; y la segunda con Reg. Of. Nro. 341 del 27 de septiembre del 2012.

Cuadro 29. Descripción de la problemática ambiental identificada en la parroquia Valladolid

| COMPONENTES | PROBLEMAS |
|--------------------------------|---|
| SUELO | - Erosión |
| | - Ganadería extensiva en pendientes fuertes |
| | - Contaminación por desechos sólidos |
| AIRE | - Contaminación ambiental (generación de polvo) |
| | - Contaminación por desechos en el sector rural |
| BOSQUE | - Destrucción en un alto porcentaje la cobertura boscosa. |
| | - Pérdida de maderas valiosas (Fragmentación) |
| AGUA | - Reducción del volumen de producción de agua en la microcuenca. |
| | - Escasez de agua en épocas de verano. |
| | - Contaminación de la fuente de captación por la ganadería. |
| CLIMA | - Alta variabilidad de las lluvias, lo que propicia la proliferación de enfermedades humanas y en los animales. |
| FAUNA | - Reducción de especies (cacería indiscriminada) |
| RIESGOS | - Presencia de movimientos en masa (deslizamientos) |
| | - Peligro de inundaciones |
| | - Sequías |
| | - Presencia de incendios |
| Gobernanza e Institucionalidad | Deficiente gestión local en el manejo de los recursos naturales |
| | Escasos recursos humanos, presupuestarios para la gestión de los recursos naturales |

Fuente: Adaptado del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Valladolid 2013

Este conjunto de problemas fue puesto a consideración de la comunidad y de los actores clave¹⁰, los mismos que luego del estudio correspondiente, jerarquizaron a cada uno de éstos, así, de esta manera se establecieron cuatro problemas de trascendental importancia, sobre los cuales se pretende trabajar para definir acciones tendientes a su solución.

¹⁰ En el cuadro 28, se enuncian los actores clave

4.3. PROBLEMÁTICA PRIORIZADA

Dentro de la microcuenca existen seis propietarios de fincas con los que hay que negociar, como aspecto base para el éxito del plan de manejo de la microcuenca, pues mediante un consenso previo, se puede asegurar el trabajo coordinado entre los actores clave y el GAD¹¹-Palanda. Pudiendo llegar a mejorarla calidad ambiental de la microcuenca, mediante estrategias de gestión conjunta, ya que la mayoría de los problemas priorizados descritos a continuación, están ocasionados directa o indirectamente por las actividades que se desarrollan dentro de la zona.

Problema 1. Ganadería extensiva en pendientes fuertes.

Gran parte del territorio (68%) de la microcuenca presenta pendientes que van de muy fuertes a muy acusada (36 a >57) como se muestra en la Figura 13, lo que facilita el escurrimiento superficial de las invernadas hacia la quebrada Los Molinos, coadyuvando así a la contaminación directa de la misma. Además si se toma en cuenta los niveles de precipitación existente en la zona se puede deducir que la ganadería extensiva bajo esta situación es un problema eminente y de importancia trascendental, pues a más de considerarse un riesgo para el productor debido a la pérdida de ganancias por muerte prematura de ganado ocasionada por accidentes naturales, la erosión del suelo está permanentemente susceptible a incrementarse.

Problema 2. Destrucción continúa de la cobertura boscosa

El avance de la frontera ganadera se incrementa de forma lenta, pero continua, es así que se está convirtiendo en un problema de relevancia, ya que guarda relación directa con un sinnúmero de aspectos a considerar como son: la pérdida de recursos forestales de gran importancia, pérdida de especies faunísticas, fragmentación de hábitats, entre otros. Además de convertirse en un problema generalizado a nivel de la parroquia.

¹¹Gobierno Autónomo Descentralizado

Por otra parte, es evidente que en la zona se requiere iniciar con un proceso de sensibilización ambiental, capacitación sobre prácticas de aprovechamiento sostenible dirigido a los productores y comunidad en general. Además que se debería iniciar una campaña interinstitucional de control forestal dentro de la zona.

Problema 3. Contaminación de fuentes de captación por la ganadería

El problema surge con relación a la débil gobernanza, pues al existir una escasa articulación entre los actores gubernamentales y locales, la aplicación de la normatividad existente se ha vuelto compleja, este aspecto se pudo corroborar mediante las visitas y recorridos de campo, donde se observó el inadecuado manejo de la zona de captación, aún con una normativa existente. Pues, la zona de captación sirve como abrevadero del ganado que habita la zona, donde se encuentran excrementos de animales alrededor de la captación y una cerca débil e inadecuada de alambre de púas, por la cual el ganado accede de forma permanente al sitio.

Problema 4. Deficiente gestión local en el manejo de los recursos naturales

En gran medida esta problemática surge de la débil capacidad institucional existente en la zona, también influye en gran medida la falta de personal técnico de las instituciones gubernamentales y los presupuestos limitados que sin duda restringen las acciones, proyectos, programas y otro tipo de iniciativas de las entidades locales en pro de la adecuada gestión de los recursos naturales. Otro aspecto relacionado a la problemática es la falta de un comité gestor que atienda la problemática a nivel de la microcuenca y que lleve a cabo los procesos de gestión de la misma, esto ha generado que en cada zona de esta unidad territorial no se ejecuten acciones de ningún tipo.

Cuadro 30. Listado de causas, consecuencias y soluciones para la ganadería extensiva en pendientes fuertes

| GANADERÍA EXTENSIVA EN PENDIENTES FUERTES | | |
|--|---|---|
| CAUSAS | CONSECUENCIAS | SOLUCIONES |
| Insuficientes ingresos familiares | Avance de la frontera ganadera. | Implementación de sistemas silvopastoriles |
| | | Fortalecimiento de capacidades locales en temas de mercado (comercio con valor agregado, comercio justo/solidario) |
| La mayor parte del terreno presenta pendientes fuertes | Erosión y pérdida del suelo | Prácticas agropecuarias con aplicación de técnicas para la conservación de suelo |
| Tradición en prácticas productivas (uso de insumos, técnicas convencionales) | Erosión y uso inadecuado del suelo | Asistencia técnica (extensionistas y promotores) |
| | | Diseño e implementación de programas dirigidos a la mejora de prácticas agropecuarias. |
| | | Identificación de zonas de alta vulnerabilidad para el manejo de riesgos/desastres y difusión a la población |
| Escasa incidencia de mecanismos de aplicación productivos sustentables | Bajo interés por parte de los productores para cambiar su modelo productivo (modelo convencional) | Lograr mayor interés por parte de instituciones afines (MAGAP), mediante la propuesta de proyectos sostenibles dentro de la microcuenca |
| | | Establecimiento de mecanismos para verificar la aplicación de la normativa (mecanismos de control local) |
| Cambio de uso de suelo sin tomar en cuenta su aptitud. | Creación de conflicto de uso entre pobladores de la zona | Realizar estudios que permitan determinar los usos del suelo en función su capacidad y socializarlo con los productores de la zona. |
| Disminución paulatina de la capacidad productiva de los suelos | Altos niveles de sedimentación (cauce) | Implementación de obras de conservación de suelos |
| | Pérdida de fertilidad del suelo | Incentivo y capacitación para uso de abonos orgánicos y reducción de fertilizantes y agroquímicos |
| Incentivos promocionales de empresas distribuidoras de medicina veterinaria | Problemas de salud en los ganaderos | Promover mecanismos de control en la aplicación de agroquímicos Procesos de sensibilización comunitaria Mejorar las prácticas ganaderas |
| | Contaminación del agua y suelo | Programas para monitoreo de la calidad fisicoquímica y biológica del agua y del suelo |
| Baja rentabilidad (baja productividad) | Conflictos de uso de suelo | Programa de conservación y recuperación de suelos agua y cobertura vegetal |
| Escaso, poco o nulo acompañamiento técnico | Bajos ingresos/altos costos | Asistencia técnica para fomentar la producción sostenible. |

Cuadro 31. Listado de causas, consecuencias y soluciones para la destrucción continua de la cobertura boscosa

| DESTRUCCIÓN CONTINÚA DE LA COBERTURA BOSCOSA | | |
|---|---|--|
| CAUSAS | CONSECUENCIAS | SOLUCIONES |
| Falta de oportunidades de empleo | Mayor presión sobre el predio para una mayor producción. Tala indiscriminada para incrementar la frontera ganadera | Creación de oportunidades de sustento familiar sustentables como huertos familiares, mejoramiento de técnicas de crianza de ganado: sistemas silvopastoriles, fomentar la crianza de aves de corral. |
| Escaso liderazgo | Conflictos socioambientales Conflictos de tipo legal – normativo | Fortalecimiento de la organización y la institucionalidad existente |
| Duplicidad de funciones entre instituciones | Limitación de proyectos de intervención en la zona Escasa viabilidad de proyectos | Creación de espacios de diálogo e interacción planificados Coordinación y concertación institucional para establecimiento de roles |
| Poca participación de los gobiernos locales en los procesos de gestión de recursos naturales | Falta de identificación y empoderamiento con las acciones emprendidas | Coordinación y concertación institucional para establecimiento de roles Fortalecimiento de capacidades |
| Incumplimiento de normativa local existente, leyes, políticas, decretos, acuerdos | Creación de conflictos de intereses y por lo tanto degradación de los recursos naturales | Programa de comunicación enfocado a la difusión de información Creación de mecanismos locales para el adecuado cumplimiento de la normativa existente |
| Falta de interés y participación de actores | Alto potencial de conflictos socio ambientales | Búsqueda de temas de interés común (para direccionar acciones conjuntas) |
| Visión individualista (sectorial) | Falta de un instrumento directriz que permita la viabilización de los procesos | Fortalecimiento de mecanismos de interacción entre sector público y privado. |
| Débil conciencia ambiental de la población | Sobreexplotación de los recursos naturales | Impulsar procesos de educación ambiental (formal, informal, no formal) a la población en general, mediante talleres enfocados a la conservación de los bosques. |
| Controles forestales muy sectorizados por parte de las autoridades de control | Incremento de la frontera ganadera de forma continua y poco visible | Incrementar el control forestal en la zona, especialmente en zonas estratégicas como la microcuenca Los Molinos, abastecedora de agua para consumo humano. |
| Ausencia de un plan de manejo y gestión de la cuenca | Degradación de los recursos naturales, ineficiencia en el manejo de recursos financieros. | Elaboración de un plan de gestión de cuenca |

Cuadro 32. Listado de causas, consecuencias y soluciones para la contaminación de la captación por la ganadería

| CONTAMINACIÓN DE FUENTES DE CAPTACIÓN POR LA GANADERÍA | | |
|--|---|---|
| CAUSAS | CONSECUENCIAS | SOLUCIONES |
| Falta de infraestructura para resguardar el área de captación | Contaminación de las fuentes de agua | Implementación de obras de infraestructuras adecuadas en la zona de captación que permitan resguardar el área de interés. |
| Falta de capacitación de la comunidad en prácticas de producción ganaderas sostenibles | Malas prácticas ambientales (deforestación, inadecuado manejo de la quebrada Los Molinos) | Campañas de capacitación y educación ambiental hacia la comunidad Programa para implementar actividades dirigidas al manejo adecuado de las riberas de la quebrada Los Molinos y otras actividades relacionadas con el uso y manejo de los recursos naturales. |
| Desconocimiento de la importancia de protección y conservación de las fuentes de captación | Riesgo de contaminación de cursos de agua y suelo. | Campañas de capacitación y educación ambiental dirigidos a la comunidad (finqueros) |
| | Afectación de la biodiversidad por alteración de los ecosistemas | |
| Falta de conciencia ambiental y empoderamiento comunitario | Manejo inadecuado de los recursos hídricos. | Programa de capacitación ambiental enfocado al manejo y conservación del recurso hídrico a la comunidad en general |
| | Degradación paulatina de los recursos naturales | Publicar en espacios públicos las infracciones ambientales y el costo por dicha infracción. |
| Falta o incumplimiento de la normativa | Incumplimiento de ordenanzas | Mecanismos de control para el cumplimiento de la normativa vigente (veedurías ciudadanas) |
| Falta de ordenamiento del territorio | Crecimiento no planificado de las actividades productivas y urbanas | Implementación del plan de ordenamiento territorial para la microcuenca Los Molinos. |
| Falta de interés de organismos locales | Escaso desarrollo en procesos vinculados con la gestión ambiental en la zona de estudio | Acuerdos y convenios que permitan establecer alianzas estratégicas entre organismos, entes públicos y privados y mixtos para fomentar la participación de la comunidad en los procesos de Gestión Ambiental. |
| Falta de mecanismos de participación y de difusión de las iniciativas hacia la comunidad | Desconocimiento de la comunidad sobre los procesos de gestión ambiental. | Establecimiento de mecanismos para la participación de la comunidad. |
| | Desinterés de la comunidad en mecanismos de participación comunitaria | Campañas de difusión de resultados e iniciativas a la colectividad. |

Cuadro 33. Listado de causas, consecuencias y soluciones para la deficiente gestión local en el manejo de los recursos naturales

| DEFICIENTE GESTIÓN LOCAL EN EL MANEJO DE LOS RECURSOS NATURALES | | |
|--|---|--|
| CAUSAS | CONSECUENCIAS | SOLUCIONES |
| Diferencias políticas | Pérdida de credibilidad | Establecer mecanismos de concertación y consenso para eliminar las diferencias existentes |
| Duplicidad de funciones entre instituciones (manejo de la captación entre el municipio Palanda y la Junta parroquial Valladolid) | Conflicto entre los actores Los procesos son ineficientes, fallo de programas y proyectos | Creación de espacios de diálogo e interacción planificados |
| Escasa participación de los gobiernos locales en los procesos de gestión de los recursos naturales | Falta de identificación y empoderamiento con las acciones emprendidas | Coordinación y concertación institucional para establecimiento de roles es ambigua la causa y es ambigua la solución. Recuerde que tiene que ser muy concreta. Fortalecimiento de capacidades |
| Incumplimiento de normativa, leyes, políticas, decretos, acuerdos locales | Creación de conflictos de intereses que inciden en proceso de degradación de los recursos | Programa de comunicación enfocado a la difusión de información Mecanismos de control comunitario |
| Falta de interés y participación de actores | Alto potencial de conflictos socio ambientales | Búsqueda de temas de interés común (para ir direccionando acciones conjuntas) |
| Falta de recursos humanos logísticos y presupuestarios en la unidad de gestión ambiental | Deficiente control en el adecuado manejo de los recursos naturales | Dotación del equipo técnico adecuado por parte de la autoridad local |
| Visión individualista (sectorial) | Falta de un instrumento directriz que permita la viabilización de los procesos | Fortalecimiento de mecanismos de interacción entre sector público y privado |
| Falta de interés político y liderazgo | Inacción e indiferencia por parte de los actores locales así como de entidades locales frente a la problemática | Concertaciones o reuniones entre la comunidad, actores clave y autoridades locales para tratar temas de interés común. |
| Falta de organismos técnicos que asuman competencias en torno a la problemática. | | Dotación de equipo técnico de calidad ambiental en la OTV-MAE |
| Alto nivel de incertidumbre debido a la falta de información relacionada con la problemática existente en la zona | | Investigación y procesos para generar información |

4.4. LÍNEA BASE DE LOS COMPONENTES DEL PLAN DE MANEJO

Problema 1. Ganadería extensiva en pendientes fuertes

| INDICADOR DE LÍNEA BASE | ESTADO ACTUAL |
|--|---|
| Grado de participación de finqueros (en actividades silvopastoriles) en los procesos de manejo y gestión de la cuenca | Ninguna participación |
| Escala de medición de la participación: 0% ninguna participación 1 – 20% poca participación 20– 40 mediana participación 40 - 100 alta participación | |
| Superficie y localización de zonas de riesgo a deslizamientos | No existe un documento en el que se especifiquen las zonas de riesgo |
| Número de hectáreas destinadas a actividades silvopastoriles | 0 hectáreas |
| Número de obras de infraestructura para abrevaderos | No existe |
| Calidad microbiológica del agua en los puntos muestreados | <ul style="list-style-type: none"> • Coliformes totales = 330 NPM/ml • Coliformes fecales= 330 NPM/ml • pH = 5,2-5,9 |

Problema 2. Destrucción continúa de la cobertura boscosa

| INDICADOR DE LÍNEA BASE | ESTADO ACTUAL |
|--|--------------------------|
| Grado de participación de actores clave (en actividades de reforestación) en los procesos de manejo y gestión de la cuenca | Ninguna participación |
| Escala de medición de la participación: 0% ninguna participación comunitaria 1 – 20% poca participación comunitaria 20– 40 mediana participación comunitaria 40 - 100 alta participación comunitaria | |
| Hectáreas reforestadas en la microcuenca | No existe |
| Porcentaje de sobrevivencia de especies maderables/frutales plantadas, con fines de conservación o aprovechamiento. | No existe |
| Número de hectáreas destinadas a regeneración natural | No existe |
| Superficie destina a actividades productivas | 81,25 ha (Ver figura 10) |

Problema 3. Contaminación de fuentes de captación por la ganadería

| INDICADOR DE LÍNEA BASE | ESTADO ACTUAL |
|---|---|
| Superficie protegida en la zona de captación | No existe |
| Área cercada para regeneración natural | No existe |
| Número de unidades bovinas dentro de la zona de captación | Existe aproximadamente 5 unidades bovinas |
| Calidad microbiológica del agua en el punto de captación | <ul style="list-style-type: none"> • Coliformes totales = 330 NPM/ml • Coliformes fecales= 330 NPM/ml |

Problema 4. Deficiente gestión local en el manejo de los recursos naturales

| INDICADOR DE LÍNEA BASE | ESTADO ACTUAL |
|---|--|
| Grado de interacción y articulación entre las organizaciones locales, entidades gubernamentales y privadas (ONGs). Número de proyectos de conservación/ mejora de prácticas agropecuarias desarrollados de manera colaborativa interinstitucionalmente | 0 convenios/acuerdos firmados con finqueros a nivel local para la protección de la microcuenca Los Molinos y 3 ordenanzas a nivel cantonal para la protección y manejo de los recursos hídricos. No existen proyectos agropecuarios planificados o ejecutados dentro de la microcuenca Los Molinos. |
| Plan de gestión de la microcuenca elaborado participativamente | No existe |
| Número de mecanismos de control para el cumplimiento de la normativa vigente dentro de la microcuenca | No existe ningún mecanismo de control |
| Número de campañas de educación ambiental ejecutadas por mes/año/ semestre/trimestre | Se realizan dos veces al año aproximadamente, dirigida a niños y jóvenes, mas no existe una campaña formal que esté dirigida a toda la comunidad. |
| Porcentaje de involucramiento de los gobiernos locales con respecto al manejo y gestión del recurso hídrico Indicador de gestión local para la protección de la microcuenca | Poca Cobro de la tasa ambiental |
| Escala de valoración: < 20% muy poca (las entidades del gobierno no participan en procesos de gestión del R.H) 21 – 40% poca (Las entidades del gobierno participan escasamente en procesos de gestión del R.H) 41 – 70 mediana (Las entidades del gobierno participan moderadamente en procesos de gestión del R.H) 70 - 100 alta (Las entidades del gobierno participan activamente en procesos de gestión del R.H) | |
| Número de instancias técnicas y entidades públicas/ privadas dedicadas al manejo / gestión de riesgos y desastres. | Ausencia de comité de gestión de riesgo y desastres |

4.5. HORIZONTE TEMPORAL DEL PLAN DE MANEJO

Este plan se elabora para un horizonte temporal de 10 años (2014-2024), en este documento se incorporan acciones a corto, mediano y largo plazo, con traslapes permanentes. En dicho plazo se espera cumplir con los objetivos del plan. Además se concibe como un plan adaptativo, que podrá ajustarse según los cambios en el tiempo y considerando actividades de monitoreo, evaluación, resultados, experiencias y lecciones aprendidas.

4.6. OBJETIVOS DEL PLAN DE MANEJO

4.6.1. Objetivo General

Diseñar acciones tendientes a la recuperación de la calidad del recurso hídrico y sus elementos asociados (recuperación de los bosques y de áreas ribereñas) así como efectivizar una adecuada gestión local de los recursos naturales, bajo un enfoque integral y sistémico que permita contribuir al desarrollo de las comunidades que habitan en la zona de intervención.

4.6.2. Objetivos específicos

- Diseñar acciones para el establecimiento de sistemas silvopastoriles en las fincas que se encuentran dentro de la microcuenca, bajo un enfoque de conservación de los recursos y mejoramiento de la calidad de vida de los propietarios de los predios.
- Formular acciones encaminadas a la recuperación progresiva y sostenible de las áreas naturales de la microcuenca Los Molinos.
- Diseñar acciones para promover una eficiente gestión local y sostenible de los recursos naturales a nivel de la microcuenca Los Molinos.

4.7. PROGRAMAS Y PROYECTOS DEL PLAN DE MANEJO

En el presente apartado se abordarán aspectos relacionados a los programas que se desarrollarán una vez que se implemente el plan para la microcuenca en general, en este sentido, se han propuesto cuatro programas identificados participativamente, tendientes a disminuir la problemática, aprovechar y fomentar las potencialidades y capitales existentes en la microcuenca, a continuación se describe brevemente cada uno de ellos.

Cuadro 34. Programa orientado a mitigar los efectos negativos de la ganadería en pendientes fuertes.

| |
|---|
| NOMBRE DEL PROGRAMA: Establecimiento y Manejo de Sistemas Silvopastoriles en la microcuenca Los Molinos |
| NOMBRE DEL PROYECTO: Prácticas sostenibles de producción ganadera |
| OBJETIVO DEL PROYECTO: Minimizar la erosión del suelo Fomentar la ganadería sostenible Disminuir los niveles de contaminación de agua |
| PROBLEMA PRIORIZADO: Ganadería extensiva en pendientes fuertes |
| ACTIVIDADES A DESARROLLARSE: |
| 1) Socialización del proyecto y llegar a acuerdos con los seis propietarios de las fincas que se encuentran dentro de la microcuenca Los Molinos. Uno de los principales problemas en cuanto a la declaración de bienes públicos, está referido a la dificultad de acuerdos formales con los dueños de dichos bienes, por esta razón con esta actividad se espera llegar a acuerdos mutuos para lograr implementar sistemas silvopastoriles, también para crear conciencia ambiental en los finqueros, con el fin de recuperar estos espacios degradados y que éstos obtengan beneficios a largo plazo. Para lo cual el Gobierno Municipal de Palanda será el encargado de realizar acuerdos escritos, mismos que serán socializados y firmados con cada uno de los dueños de las fincas, donde se plasmarán lineamientos de acuerdo común entre los ejecutores del proyecto y los propietarios de las fincas, para implementar una ganadería sostenible. Cuyo proceso se llevará a cabo en cada una de las fincas, tres meses después de haberse ejecutado el proyecto. |
| 2) Capacitación y asesoramiento para la implementación de sistemas silvopastoriles Se establecerán alianzas con técnicos del MAGAP o alguna ONG especialista en SSP para el proceso de implementación de los SSP. Los finqueros serán capacitados sobre la importancia de los sistemas silvopastoriles, al |

NOMBRE DEL PROGRAMA:Establecimiento y Manejo de Sistemas Silvopastoriles en la microcuenca Los Molinos

NOMBRE DEL PROYECTO:Prácticas sostenibles de producción ganadera

manejo y recuperación de suelos erosionados, las ventajas económicas, sociales por técnicos del MAGAP. Además se capacitará sobre los tipos de sistemas silvopastoriles, tomando en cuenta los más viables de aplicarse en la zona, tanto a nivel económico como ambiental, haciendo énfasis en el uso de especies frutales, maderables en los sistemas silvopastoriles así como incentivar la regeneración natural, tratando de establecer un sistema mixto, pues según Uribe y otros (2011), son los más factibles de establecer dentro de las fincas de la producción ganadera.

3) Giras para intercambio de experiencias a nivel nacional e internacional.

Se debe identificar y contactar una organización o comunidad en la que los finqueros cuenten con sistemas silvopastoriles implementados con características parecidas o semejantes a la zona de estudio, esta actividad pretende generar un proceso de sensibilización de los actores comunitarios e incentivar la implementación de dicho sistema.

4) Implementar el sistema silvopastoril de mediana intensidad por regeneración natural

Es la estrategia más barata y fácil para introducir árboles en las fincas ganaderas. Donde se permite el desarrollo controlado de diferentes especies arbóreas o arbustivas que aparecen en los potreros sin que hayan sido sembradas por el hombre, donde las semillas han sido transportadas por animales, el agua o el viento, llamada también regeneración asistida para lo cual:

1. Se seleccionarán los árboles o arbustos de interés común de acuerdo con su uso: madera, leña, frutos para alimentación humana y/o animal, forrajeros, leguminosos o que dan sombra, pudiendo sembrar hasta 200 árboles/ha, aunque el número de árboles/ha va a depender de la especie seleccionada en muchos casos según Uribe et al (2011), siendo un número modificable de acuerdo a las necesidades y criterio de los dueños de los predios y técnicos capacitadores.
2. Se eliminarán los individuos no deseados: será necesario realizar un control manual con machete o sierra, controlar las cepas que quedan de árboles pequeños o arbustos grandes.
3. Se protegerán los árboles jóvenes mediante cierre con alambre de púas los rodales de árboles jóvenes, o se separarán mediante cercos de árboles valiosos que estén en desarrollo.
4. Control de malezas: se aplicarán en forma dirigida un herbicida orgánico para malezas de hoja ancha, cuidando no aplicarlo sobre árboles o arbustos en desarrollo que se considere valiosos. En potreros ya establecidos se realizará control manual.
5. Además se realizarán podas de formación, las mismas que consistirán en podas de formación a los árboles durante su desarrollo para estimular su crecimiento vertical y permitir la entrada de luz del sol para los pastos.
6. También se realizarán podas a los árboles maduros para un manejo adecuado de la luz, cortando las ramas a ras del tronco con sierra, y aplicando cicatrizante para evitar infecciones y lesiones por hongos.

| |
|---|
| NOMBRE DEL PROGRAMA: Establecimiento y Manejo de Sistemas Silvopastoriles en la microcuenca Los Molinos |
| NOMBRE DEL PROYECTO: Prácticas sostenibles de producción ganadera |
| <p>7. Finalmente se realizará el control del sobrepastoreo: No se permitirá el sobrepastoreo en potreros que se establecen por regeneración natural, pues el ganado se vería forzado a consumir los pequeños árboles que allí se desarrollan (Uribe 2011).</p> <p>4) Crear cercas vivas en los límites de potreros y/o de fincas</p> <p>Se revisarán los límites y extensión de cada una de las fincas para cuantificar el número de postes y estacas que se deberán plantar, además se realizará un análisis de suelos para conocer las condiciones del terreno y los requerimientos en cuanto a enmiendas y fertilizaciones.</p> <p>Para la siembra de la cerca viva se utilizará especies nativas maderables comunes en la zona, como: Balsa (<i>Ochromopyramidale</i>), Laurel de cera (<i>Murycapubescens</i>), Amarillo lagarto (<i>Zanthoxylummyanum</i>), Romerillo mollón (<i>Retrophyllumrospigliosii</i>), Romerillo fino (<i>Primmupityshamsiana</i>)ya sean de vivero o mediante estacas, pues según los planes de explotación forestal existentes en la zona la mayoría de éstas especies están incluidas para ser aprovechadas con fines comerciales, por lo que podría utilizarse las ramas gruesas que no son utilizados con este fin (Planes de explotación forestal de la OTV-MAE 2013) (Díaz M y Rivera D, 2007). Otra especie forestal adaptable, productiva y nativa es la sangre de drago (<i>Crottonsp.</i>) de la cual se puede obtener un valor económico por tratarse de una planta utilizada en medicina natural (Rosero M 2008). Además se pueden considerar especies frutales comunes en la parte sur del ecuador como guaba (<i>Inga sp.</i>), Granadilla (<i>Passiflora nítida</i>), Caimito (<i>Pouteria caimito</i>), para lo cual se seguirán algunos de los lineamientos establecidos por Uribe F (2011):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se colocarán postes muertos de buena maderaa distancias entre 4 y 5 metros. 2. Se cortarán las estacas durante la luna nueva de especies frutales, maderables u otros de importancia ornamental, de esta forma se aprovecha el efecto gravitacionalque ejerce la luna sobre los líquidos intercelulares. 3. Las estacas se cortarán de dos metros de largo y tres a cinco centímetros de diámetro, corte en bisel ambos extremos, eliminando las hojas y ramas. 4. Se colocarán las estacas durante dos a cuatro días en grupos en posición vertical bajo la sombra, sin maltratar las yemas foliares o lugares de rebrote. 5. Las estacas vivas o plántulas serán sembradas entre los espacios de los postes muertos, ajustando densidades entre uno y tres metros lineales. 6. El alambre de púas que se colocará en los postes muertos será cubierto 50% por los finqueros y el otro 50% por el GAD-Palanda. |
| LUGAR DE IMPLEMENTACIÓN: en cada una de las seis fincas que se encuentran dentro de la microcuenca Los Molinos. |

| | |
|---|--|
| NOMBRE DEL PROGRAMA: Establecimiento y Manejo de Sistemas Silvopastoriles en la microcuenca Los Molinos | |
| NOMBRE DEL PROYECTO: Prácticas sostenibles de producción ganadera | |
| RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN: Departamento de medio ambiente del Municipio de Palanda y los seis finqueros. | |
| RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO: Departamento financiero del Municipio de Palanda | MEDIO DE VERIFICACIÓN Registro fotográfico de los sistemas silvopastoriles implementados. Registro documentado del avance de los sistemas silvopastoriles Registro de asistencia de los finqueros a la socialización del proyecto. Acuerdos firmados entre propietarios y Municipio de Palanda. |

Cuadro 35. Presupuesto para el programa de Establecimiento y Manejo de Sistemas Silvopastoriles en la microcuenca Los Molinos, Loja 2014.

| Descripción de los insumos requeridos | Número de Unidades | Costo Unitario \$ | Costo Total \$ |
|--|---------------------------|--------------------------|-----------------------|
| Material didáctico (lápices, carpetas de cartón y hojas bon) | 10 | 1,5 | 15 |
| Refrigerio | 60 | 2 | 120 |
| Folletos educativos | 10 | 2,3 | 23 |
| Rollos de alambre de púas | 120 | 40 | 4800 |
| Estacas | 1200,000 | 0,5 | 600,000 |
| Podadoras grandes de mano | 6 | 15 | 90 |
| Postes | 600 | 2 | 1200 |
| Machetes | 6 | 10 | 60 |
| Preparación del herbicida orgánico | 300 | 1 | 300 |
| Plántulas | 1400 | 1,60 | 1920 |
| TOTAL | | | 9128 |

Cuadro 36. Programa orientado a minimizar la destrucción de la cobertura boscosa.

| |
|---|
| NOMBRE DEL PROGRAMA: Recuperación de la cobertura vegetal de las zonas riparias y espacios degradados de la microcuenca Los Molinos y de la parroquia en general. |
| NOMBRE DEL PROYECTO: Reforestación de áreas degradadas |
| OBJETIVOS DEL PROYECTO: Recuperar las áreas riparias de la microcuenca Los Molinos |
| PROBLEMA PRIORIZADO: Pérdida progresiva de la cobertura boscosa. |
| ACTIVIDADES A DESARROLLARSE: |
| <p>1) Proceso de sensibilización: Talleres de motivación dirigida a propietarios de predios, escuelas, colegios y población en general para iniciar procesos de recuperación en zonas prioritarias.</p> <p>Antes de realizar una actividad de restauración, es importante, que los dueños de los predios identificados como zonas destinadas para la reforestación o actividades de conservación estén interesadas en realizar esta actividad, es por esto que los talleres y actividades de motivación son de gran importancia. Esta actividad la realizará el técnico encargado del departamento de gestión ambiental del Municipio de Palanda y un técnico de la OTV-MAE¹².</p> <p>2) Recuperación de espacios degradados con especies maderables o frutales nativas</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se realizará una identificación de zonas degradadas dentro de la parroquia, siendo las áreas destinadas a la recuperación por reforestación aquellas que presenten un mayor índice de degradación. 2. Se reunirá a los propietarios de las zonas consideradas para la reforestación, donde se llegará a un consenso de las especies (frutales o maderables arbustivas propias de la zona) con las que desearían realizar el proceso y la extensión de cada zona a reforestar y sobre el cuidado del área reforestada hasta que logren restaurarse. 3. Se reunirán las plántulas, de las cuales una parte serán producidas en el vivero municipal de Palanda/ comunitario y otra parte donadas por el gobierno provincial de Zamora Chinchipe y serán otorgadas de forma gratuita a los dueños de las áreas reforestadas como incentivo por apoyar dicho proceso. 4. Adicional a esto, se donarán plántulas de especies maderables nativas de interés a los dueños de las zonas reforestadas para que sean plantadas en cualquier predio, buscando un beneficio económico futuro. 5. Las actividades de reforestación serán programadas según como se vayan obteniendo las plántulas, para lo cual se tomará en cuenta para el desarrollo de dicha actividad a los centros educativos, gobierno parroquial, OTV-MA y comunidad en general. |

¹²Oficina Técnica de Valladolid- Ministerio del Ambiente

| | |
|--|--|
| NOMBRE DEL PROGRAMA: Recuperación de la cobertura vegetal de las zonas riparias y espacios degradados de la microcuenca Los Molinos y de la parroquia en general. | |
| NOMBRE DEL PROYECTO: Reforestación de áreas degradadas | |
| 6. Preferiblemente se programará las mingas de siembra de las plántulas los días sábados | |
| LUGAR DE IMPLEMENTACIÓN: En zonas riparias y áreas degradadas | |
| RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN: Departamento de medio ambiente del Municipio de Palanda, Gobierno Parroquial y finqueros. | |
| RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO: Departamento financiero del Municipio de Palanda | MEDIOS DE VERIFICACIÓN: Registro fotográfico del cercado y de las zanjas de infiltración. Inventario de plántulas |

Cuadro 37. Presupuesto para el programa de Restauración de la cobertura boscosa de la microcuenca Los Molinos y de la parroquia en general, Loja 2014.

| Descripción de los insumos requeridos | Número de Unidades | Costo Unitario \$ | Costo Total \$ |
|--|--------------------|-------------------|----------------|
| Material didáctico (lápices, carpetas de cartón y hojas bon) | 400 | 1,5 | 600 |
| Refrigerio /Alimentación | 400 | 2 | 800 |
| Folletos educativos | 400 | 2,3 | 920 |
| Rollos de alambre de púas | 120 | 40 | 4800 |
| Postes | 600 | 1 | 600 |
| Plántulas | 6000 | 1,60 | 4800 |
| TOTAL | | | 12520 |

Cuadro 38. Programa orientado a mitigar la contaminación de la zona de captación ocasionada por prácticas ganaderas inadecuadas.

| |
|--|
| NOMBRE DEL PROGRAMA: Protección de la calidad ambiental del recurso hídrico de la quebrada Los Molinos. |
| NOMBRE DEL PROYECTO: Mejoramiento de la calidad ambiental de la microcuenca Los Molinos |
| OBJETIVOS DEL PROYECTO: Minimizar la contaminación proveniente de la actividad ganadera Conservar la calidad de recurso hídrico a largo plazo. |
| PROBLEMA PRIORIZADO: Contaminación de fuentes de captación y de la quebrada en general por la ganadería. |
| ACTIVIDADES A DESARROLLARSE: |
| <p>1) Capacitación y Educación Ambiental</p> <p>Para el desarrollo de este programa se diseñará y ejecutará una campaña de concientización para la protección de recursos naturales enfocada especialmente a la protección del agua, para lo cual:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Diseño de una campaña de difusión.- que contenga mensajes sobre la importancia de la conservación de los recursos con énfasis en el recurso agua. 2. Elaboración de material informativo.- indicando medidas de conservación y manejo de recursos naturales; y la importancia del agua 3. Talleres de capacitación sobre valoración de los recursos naturales.- para determinar incentivos para la conservación. <p>La campaña de difusión se la realizará a través de medio publicitarios, cuñas radiales, spots publicitarios (uso de la oficina de comunicación del municipio del cantón Palanda), trípticos con información básica, la misma que va dirigida a la población ubicada en la microcuenca Los Molinos, se realizará la entrega de trípticos informativos sobre el valor de la protección de las microcuencas y se realizarán dos talleres ambientales, el primero con niños denominado “un día en el campo” y otro con personas adultas “Para que proteger las cuencas”</p> |
| <p>2) Recuperación mediante sucesión natural de las riberas y de la captación de la quebrada Los Molinos.</p> <p>Para controlar que animales y seres humanos continúen destruyendo las áreas destinadas a recuperación por sucesión natural es necesario colocar cercas y señalización que indiquen éstas áreas como protegidas. Para lo cual los ejecutores del proyecto con la participación de los dueños de las fincas comprarán postes y alambre de púas para el cercado de la captación y de las riberas de la quebrada Los Molinos, pagando jornales a los dueños para que realicen el trabajo.</p> <p>Para colocar el cercado en cada finca se tomará en cuenta la “ordenanza para el ejercicio</p> |

| | |
|---|--|
| NOMBRE DEL PROGRAMA: Protección de la calidad ambiental del recurso hídrico de la quebrada Los Molinos. | |
| NOMBRE DEL PROYECTO: Mejoramiento de la calidad ambiental de la microcuenca Los Molinos | |
| de la competencia para delimitar, regular, autorizar y controlar; preservar y garantizar el acceso efectivo de las personas al uso de riberas y lechos de quebradas, ríos y lagunas”, con Creación Nro.42, publicado en el Reg. Of. Nro. 206 del 02 de diciembre de 1997 por el gobierno cantonal de Palanda. | |
| Además del cercado se puede añadir cercas vivas, como ya se lo mencionó en el programa anterior. | |
| 3) Establecimiento de abrevaderos dentro de las fincas | |
| Se ubicarán abrevaderos tomando en cuenta el criterio de los finqueros y del técnico encargado de la ejecución, haciendo énfasis en la extensión del predio. | |
| Se establecerán abrevaderos de hormigón armado de acuerdo a las especificaciones de un técnico otorgado por FORAGUA, haciéndose uso de la tasa ambiental (fondo monetario) existente para la conservación y manejo de dicha microcuenca para la ejecución de esta actividad. | |
| 4) Realizar zanjas de infiltración en el cercado de la zonas ribereñas | |
| Las zanjas se colocarán a medio metro de cada cercado ribereño con el fin especial de captar las aguas de escurrimiento de las invernadas y de los riachuelos pequeños de las invernadas, para lo cual: | |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Se tomarán en cuenta los lineamientos establecidos por Pizarro et al. (2004) con el cual se logrará definir el diámetro de la zanja y el número de jornaleros como lo propone Pizarro et al. (2004). 2. Los dueños de las fincas serán contratados para que realicen el trabajo de las zanjas en cada finca. 3. La tierra proveniente de la realización de las zanjas serán destinadas a la estabilización de taludes y reforestación con especies frutales nativas. | |
| LUGAR DE IMPLEMENTACIÓN: Zonas riparias de la microcuenca Los Molinos. | |
| RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN: Departamento de medio ambiente del Municipio de Palanda, Gobierno Parroquial y finqueros. | |
| RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO: Departamento financiero del Municipio de Palanda | MMEDIOS DE VERIFICACIÓN: Registro fotográfico del cercado y de las zanjas de infiltración. |

Cuadro 39. Presupuesto para el programa de Mejoramiento de la calidad ambiental del recurso hídrico de la quebrada Los Molinos, Loja 2014.

| Descripción de los insumos requeridos | Número de Unidades | Costo Unitario \$ | Costo Total \$ |
|---|---------------------------|--------------------------|-----------------------|
| Quintales de cemento | 12 | 25 | 300 |
| Ladrillo | 600 | 0,5 | 300 |
| Metros de manguera mediana | 240 | 1,2 | 288 |
| Refrigerio | 90 | 2 | 180 |
| Rollos de alambre de púas | 120 | 40 | 4800 |
| Lampones | 10 | 20 | 200 |
| Barretas | 10 | 10 | 100 |
| Material didáctico (lápices, carpetas de cartón y hojas bonn) | 400 | 1,5 | 600 |
| Refrigerio | 400 | 2 | 800 |
| Afiches educativos | 400 | 2 | 800 |
| Folletos educativos | 500 | 2,3 | 1150 |
| Murales informativos | 20 | 20 | 400 |
| Mano de obra para zanjas | 60 | 15 | 900 |
| Mano de obra para cercado | 30 | 10 | 1800 |
| Postes | 1200 | 1 | 1200 |
| TOTAL | | | 13818 |

Cuadro 40. Programa orientado a mejorar gestión local en el manejo de los recursos naturales.

| |
|--|
| NOMBRE DEL PROGRAMA: Mejoramiento de la gestión local de los recursos naturales de la microcuenca Los Molinos. |
| NOMBRE DEL PROYECTO: |
| OBJETIVOS DEL PROYECTO: Contribuir al manejo adecuado de los recursos naturales |
| PROBLEMA PRIORIZADO: Deficiente gestión local de los recursos naturales |
| ACTIVIDADES A DESARROLLARSE: |
| <p>1)Fortalecimiento de capacidades de los actores del municipio</p> <p>Se buscará que el departamento de gestión ambiental programe un curso taller teórico práctico con expertos en el manejo de los recursos naturales, haciendo énfasis en el manejo sostenible de las cuencas hidrográficas, además de la formulación de proyectos de conservación y recuperación de los bosques nativos, se tratará también de socializar experiencias de proyectos de manejo de microcuencas entre los técnicos del gobierno provincial de Zamora Chinchipe y los del Municipio de Palanda. Se fortalecerá la alianza entre el Municipio y FORAGUA, mediante reuniones de trabajo, dónde se buscará obtener iniciativas de proyectos para mejorar el manejo de las microcuencas a nivel cantonal, llegando a establecer un cronograma de trabajo, responsabilidades y presupuesto para dichos proyectos mediante convenios interinstitucionales.</p> <p>2) Realizar convenios entre el GAD-Palanda y los gobiernos autónomos parroquiales para mejorar la gestión de las microcuencas proveedoras de agua para consumo humano.</p> <p>Uno de los principales problemas en cuanto a la gestión ambiental de los recursos naturales de esta región, es la falta de organización y colaboración entre instituciones afines, para lograr avances en la mejora de la calidad ambiental de la microcuenca, se debe trabajar con los gobiernos locales y comunidad, ya que son ellos quienes conocen el estado de sus recursos de la zona.</p> <p>El convenio contendrá directrices encaminadas a un trabajo conjunto y organizado, estableciendo responsabilidades, buscando temas de interés común, por los cuales la comunidad y las instituciones afines se unan para trabajar, buscando la conservación de las microcuencas abastecedoras de agua para consumo humano, a nivel cantonal.</p> <p>3)Monitoreo de la calidad del agua</p> <p>Se realizarán monitoreos de la calidad del agua una vez que el plan sea ejecutado y tomando como información base, la generada durante el presente estudio.</p> <p>Se recomienda realizar un muestreo en época de verano y otro en época de invierno para conocer la temporada en la que el agua tiende a presentar mayor nivel de contaminación, aunque a pesar, que en la zona se ha diferenciado dos temporadas de clima, éstas no son muy marcadas y la mayor parte del tiempo existe precipitaciones.</p> |

| | |
|--|---|
| NOMBRE DEL PROGRAMA: Mejoramiento de la gestión local de los recursos naturales de la microcuenca Los Molinos. | |
| NOMBRE DEL PROYECTO: | |
| 4) Monitoreo y control continuo de la deforestación dentro de la microcuenca | |
| <p>Aunque en la actualidad la OTV-MAE, se encarga principalmente del control forestal a nivel cantonal para prevenir la tala ilegal de especies maderables, se debe hacer énfasis en el control insitu de la tala de los bosques con fines ganaderos en zonas estratégicas como en las microcuencas abastecedoras de agua para consumo humano.</p> <p>Para ello se recomienda que dos técnicos de la OTV-MAE, identifiquen los individuos colocando placas y georeferenciandolos árboles que se encuentren en el límite entre la inverna y el bosque conservado y que cada seis meses se realicen un recorrido para verificar el avance de la frontera ganadera en estos puntos estratégicos, posteriormente si se evidencia un incremento de la frontera ganadera, se realizarán visitas de inspección o según el caso lo requiera.</p> | |
| LUGAR DE IMPLEMENTACIÓN: Parroquia Valladolid | |
| RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN: Departamento de medio ambiente del Municipio de Palanda, Gobierno Parroquial, OTV-MAE | |
| RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO: Departamento financiero del Municipio de Palanda | MEDIOS DE VERIFICACIÓN: Listas de asistencia a reuniones entre instituciones afines Datos de los monitoreos en los rangos de tiempo establecidos Base de datos de especies georeferenciadas Límites establecidos |

Cuadro 41. Presupuesto para el programa de Mejoramiento de la gestión local de los recursos naturales de la microcuenca Los Molinos, Loja 2014.

| Descripción de los insumos requeridos | Número de Unidades | Costo Unitario \$ | Costo Total \$ |
|--|---------------------------|--------------------------|-----------------------|
| Material didáctico (lápices, carpetas de cartón y hojas bon) | 30 | 2 | 60 |
| Refrigerio | 30 | 3 | 90 |
| Pago a los expositores | 5 | 600 | 3000 |
| Folletos informativos | 30 | 5 | 150 |
| TOTAL | | | 3300 |

Cuadro 42. Presupuesto total del plan de manejo para la microcuenca Los Molinos.

| PROGRAMAS | COSTO TOTAL |
|---|--------------------|
| P1. Establecimiento y Manejo de Sistemas Silvopastoriles en la microcuenca Los Molinos | 9128 |
| P2. Recuperación de la cobertura vegetal de las zonas riparias y espacios degradados de la microcuenca Los Molinos y de la parroquia en general | 12520 |
| P3. Protección de la quebrada Los Molinos | 13818 |
| P4. Mejoramiento de la gestión local de los recursos naturales de la microcuenca Los Molinos. | 3330 |
| TOTAL | 38796 |

Cuadro 43. Cronograma de ejecución del plan de manejo de la microcuenca Los Molinos.

| Programa/Actividades | AÑOS | | | | |
|--|------|-----|-----|-----|------|
| | 1-2 | 3-4 | 5-6 | 7-8 | 9-10 |
| P1. Establecimiento y Manejo de Sistemas Silvopastoriles en la microcuenca Los Molinos | | | | | |
| 1) Socialización del proyecto y llegar a acuerdos con los seis propietarios de las fincas que se encuentran dentro de la microcuenca Los Molinos. | | | | | |
| 2) Capacitación y asesoramiento para la implementación de sistemas silvopastoriles | | | | | |
| 3) Giras para intercambio de experiencias a nivel nacional e internacional. | | | | | |
| 4) Implementar el sistema silvopastoril de mediana intensidad por regeneración natural | | | | | |
| 5) Crear cercas vivas en los límites de potreros y/o de fincas | | | | | |
| P2. Recuperación de la cobertura vegetal de las zonas riparias y espacios degradados de la microcuenca Los Molinos y de la parroquia en general | | | | | |
| 1) Proceso de sensibilización: Talleres de motivación dirigida a propietarios de predios, escuelas, colegios y población en general para iniciar procesos de recuperación en zonas prioritarias. | | | | | |
| 2) Recuperación de espacios degradados con especies maderables o frutales nativa | | | | | |
| P3. Protección de la calidad ambiental del recurso hídrico de la quebrada Los Molinos. | | | | | |
| 1) Capacitación y Educación Ambiental | | | | | |
| 2) Recuperación mediante sucesión natural de las riberas y de la captación de la quebrada Los Molinos. | | | | | |
| 3) Establecimiento de abrevaderos dentro de las fincas | | | | | |
| 4) Realizar zanjas de infiltración en el cercado de la zonas ribereñas | | | | | |
| P4. Mejoramiento de la gestión local de los recursos naturales de la microcuenca Los Molinos. | | | | | |
| 1) Fortalecimiento de capacidades de los actores del municipio Es transversal durante todo el proceso, tal vez una por año. | | | | | |
| 2) Realizar convenios entre el GAD-Palanda y los gobiernos autónomos parroquiales para mejorar la gestión de las microcuencas proveedoras de agua para consumo humano. | | | | | |
| 3) Monitoreo y control continuo de la deforestación dentro de la microcuenca | | | | | |

5. DISCUSIÓN

5.1. DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE LOS ÍNDICES DE CALIDAD DE AGUA (ICA) Y DE CONTAMINACIÓN (ICO) Y PARÁMETROS BIOLÓGICOS DE LA QUEBRADA LOS MOLINOS.

La microcuenca Los Molinos presenta una forma alargada y está relacionada a fuertes relieves y pendientes, lo que significa que el agua circula más tiempo a lo largo del cauce principal (Umaña 2002) siendo menos propensa a inundaciones. Además según la forma de la curva hipsométrica (Figura 6) se trata de una cuenca en equilibrio, en estado de madurez, medianamente sedimentaria.

Aproximadamente el 9 % de la microcuenca Los Molinos se encuentra en conflicto por el uso de suelo, y a pesar que esta cifra es baja, la situación empeora porque dicho conflicto se encuentra en la parte media y baja de la microcuenca dónde se encuentra la zona de captación de agua para consumo humano, debido a que las características topográficas no permiten el acceso al recurso en la zona alta donde el agua es de muy buena calidad según los resultados obtenidos durante el muestreo en el P1. Por otro lado la frontera ganadera avanza lentamente pero de forma continua dentro de la zona de captación, por lo que si no se aplica acciones inmediatas el problema será cada vez mayor.

La cobertura vegetal de la microcuenca Los Molinos ha sido alterada casi en su totalidad tanto en la parte media como en la parte baja (Figura 10), estas zonas son áreas netamente ganaderas. Sin embargo, la parte alta está protegida por remanentes de bosque natural, pues esta área está destinada a reservas nacionales y privadas (Parque nacional Yacuri, Fundación Jocotoco, Reserva Corazón de la Amazonía).

5.1.1. Parámetros físico químicos y microbiológicos

De los nueve parámetros analizados, en los cuatro puntos muestreados a lo largo del cauce principal de la microcuenca, todos los puntos presentan un pH fuera de lo establecido, y la mayoría de ellos presentan los coliformes totales y fecales fuera de los límites máximos permisibles según el TULSMA. Sin embargo, el punto cinco tomado

una vez realizado el tratamiento también presenta coliformes fecales, pero en menor cantidad, lo que de igual manera no es aceptado por la OMS.

Coliformes fecales

Según la OMS (1995), en el agua para consumo humano no debe existir la presencia de coliformes fecales en ningún porcentaje. Sin embargo, el agua de todas las muestras recolectadas en el cauce principal de la microcuenca Los Molinos no son aptas para consumo directo, sin previa desinfección o tratamiento, ya que contienen coliformes fecales. No obstante, cabe destacar que de las dos muestras tomadas una vez realizado el tratamiento (desarenadores-cloración) sigue existiendo la presencia de coliformes fecales, por lo que se debería tener en cuenta este aspecto en la busca de un método más riguroso de desinfección.

Al registrar coliformes fecales en los puntos muestreados, sugiere la presencia de *Escherichiacoli* proveniente de heces de seres humano y otros animales de sangre caliente (Mitchell y Stapp, 1993). Dicho parámetro es un indicador de la presencia de otros patógenos que pueden provocar enfermedades gastrointestinales y de otro tipo. Pues en la parroquia las enfermedades más comunes son parasitismo, influenza, diarrea, amebiasis, lo que según la OMS (2014) son enfermedades procedentes principalmente de aguas con contaminación patógena.

A nivel mundial, el 80% de las enfermedades infecciosas y parasitarias gastrointestinales y una tercera parte de las defunciones causadas por éstas se deben al uso y consumo de agua insalubre. La falta de higiene y la carencia o el mal funcionamiento de los servicios sanitarios son algunas de las razones por las que la diarrea continúa representando un importante problema de salud en países en desarrollo (FAO 2008).

Además, los coliformes fecales son un indicador clave para ser monitoreado en la microcuenca ya que está directamente relacionada con la fuente principal de contaminación (ganadería). En el caso de la microcuenca, las principales fuentes de

coliformes fecales son los desechos del ganado que con el escurrimiento desde los pastizales llegan al cuerpo de agua.

Coliformes Totales

La mayoría de los sitios muestreados presentaron un alto número de coliformes totales, en comparación con el valor máximo permisible para aguas de consumo humano y que requieren tratamiento de desinfección únicamente, establecido por el TULSMA, pues cuyo rango es de 50 NPM/100 ml.

Realizando una comparación entre zonas, se puede deducir que de los valores de coliformes fecales obtenidos, se registraron en un rango desde 6,8 hasta 330 NMP/100 ml. Las muestras con valores más bajos registradas para coliformes totales se encuentran en los puntos P1 (Septiembre-Noviembre) parte media y P4 (Septiembre) parte baja de la microcuenca. Mientras que la muestra con mayores valores y que superan los límites permisibles para consumo humano de acuerdo a la legislación ecuatoriana, corresponden a P2 (Septiembre-Noviembre) parte media, y P3, P4 (Septiembre-Noviembre) parte baja, recolectadas en zona netamente ganadera, siendo la P4 el sitio actual de captación de agua para consumo humano, por lo que no cumple con la norma para que el agua sea consumida directamente.

Este resultado es un punto muy importante a considerar al momento de establecer indicadores de monitoreo de calidad del agua una vez ejecutado el plan de manejo. Pero también se debe tomar en cuenta que los valores elevados de coliformes totales no sólo se refieren a *E. coli*, únicamente, además están otros coliformes que se encuentran en la naturaleza, en plantas, suelo y animales como por ejemplo: *Klebsiellaspp.*, que es un tipo de bacilo gram negativo que está presente de forma natural en muchos ambientes acuáticos y pueden alcanzar grandes concentraciones en aguas ricas en nutrientes, lo que puede ser el caso del P1 (septiembre y noviembre), puesto que fue tomado en una zona inaccesible a intervención humana, sin embargo presenta coliformes (Bagley et al. 1978).

Citrobacter, es otro tipo de coliforme que también se encuentra en los medios naturales. Determinados estudios han logrado aislar grandes cantidades de especies de Klebsiella, Enterobacter y Citrobacter de la savia de algunos árboles y han llegado a la conclusión de que estos organismos pertenecen a la madera (Bagley et al. 1978).

Sin embargo en los demás puntos muestreados P2, P3 y P4 (Septiembre y Noviembre), donde la principal característica de la zona son los pastizales, la principal fuente de coliformes totales en la cuenca provienen de las zonas de pastizales por el arrastre de sedimentos que ingresan en los ríos producto del escurrimiento superficial luego de las precipitaciones muy recurrentes en la zona, pues según los análisis en algunos puntos los coliformes fecales y totales contienen el mismo valor elevado.

Potencial Hidrógeno (pH)

En la mayoría de aguas naturales el pH varía de 4 a 9 (López, 2002). Los valores de pH obtenidos en la quebrada de la microcuenca Los Molinos oscila entre 5,2 a 5,9, siendo comunes de aguas naturales con tendencia a ser ácidas, principalmente debido a la oxidación química de pirita o pirofita, éstas aguas se caracterizan por presentar alcalinidad decreciente y acidez creciente, concentraciones elevadas de sulfato, concentraciones elevadas de metales (disueltos o totales), concentraciones elevadas de sólidos disueltos totales (Roldán 2008).

Sin embargo según el TULSMA, el pH de un agua para consumo humano que requiere únicamente tratamiento de desinfección se debe encontrar dentro del rango de 6,5- 9, por lo que se debe considerar el método de tratamiento actual del agua para consumo humano, puesto que el agua sigue presentando un pH ácido una vez aplicado el tratamiento.

5.1.2. Índices de calidad del agua

Uno de los aspectos más importantes del presente estudio, constituye las marcadas diferencias que se obtienen con el ICA, ETP e ICO en los diferentes puntos de muestreo analizados.

Referente a los índices ICA y ETP, existe casos que se relacionan bastante bien, como por ejemplo, el punto P1, P2 (septiembre y noviembre), aguas arriba y zona ganadera, donde los dos índices le dan una calificación de muy buena y buena calidad respectivamente. No ocurre lo mismo en los puntos P3 y P4 (septiembre y noviembre) zona netamente ganadera, donde los índices fisicoquímicos le dan una calificación de buena, mientras que el ETP considera que se trata de un agua con calidad regular.

Sin embargo, los valores del ICA con los que se califica a los puntos P3 y P4, como un agua de buena calidad son muy bajos, con tendencia a ubicarse en el rango de agua de calidad regular, lo que evidencia el deterioro que se está dando en el cuerpo de agua. Además, las diferencias entre los resultados encontrados tanto en el ICA como en el ETP, radica en la temporalidad de los mismos. La medición de los parámetros físico-químicos representa un tiempo específico que puede verse afectado por la presencia o no de lluvias en las horas previas al muestreo, mientras que los indicadores biológicos son el reflejo de las condiciones del agua en periodos de tiempo más largos que permiten el desarrollo de las larvas en el sustrato de los ríos (Posada et al 2008, Muñoz et al 2011)

Por otro lado, hay que considerar los diferentes métodos de cálculo para la obtención de cada uno de los índices, una de las desventajas de la utilización del ICA, es que suele producir un efecto compensatorio sobre los parámetros considerados dentro del mismo. Es decir, puede haber un parámetro que esté en malas condiciones, pero los que están en concentraciones adecuadas compensan el peso del otro, por lo que debería utilizarse en ríos donde la contaminación total es evidente, más no para ríos que aún presentan indicios de contaminación únicamente en algunas variables(Rivera et al 2013).

Además, en varios estudios realizados por UNALMED et al (2004), AMBA et al (2004), Jiménez y Vélez (2006), algunas características físicoquímicas pueden mejorar por el simple hecho de la topografía del cauce, e independientemente de la contaminación que reciba, si las características de la microcuenca favorecen dicho parámetro mejorará, pues en algunos casos las concentraciones de oxígeno disuelto tienden sufrir este efecto, gracias a la pendiente del cauce.

Así mismo, se observa en el estudio, donde el agua fue calificada de buena calidad fisicoquímica, a pesar de tener altas concentraciones de coliformes (hasta 330 NMP/100ml), lo que puede dar lugar a malas interpretaciones, y es por ello que se debe considerar el uso de macroinvertebrados en los estudios de calidad de agua.

El índice EPT registró una calidad de agua buena a regular para los puntos muestreados en la microcuenca Los Molinos, pues el número de individuos pertenecientes a los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera fueron parecidos en comparación a los otros taxones encontrados en el muestreo.

En los puntos P1 y P2 (septiembre y noviembre) los órdenes predominantes fueron Ephemeroptera; Plecoptera y Trichoptera con la familia Hydropsychidae, encontrándose según este índice, niveles de agua de muy buena y buena calidad respectivamente. Mientras que para los puntos P3, P4 (septiembre y noviembre) existe mucha variabilidad de especies en los órdenes Coleoptera, Odonata, Díptera, Hemiptera y Meaglóptera por lo que el agua obtuvo una calificación de regular.

Dicho fenómeno se explica, ya que los puntos altos (P1, P2), pertenecen a una zona conservada y poco intervenida, mientras que en los puntos (P3, P4), está en una zona completamente ganadera, pues según varios estudios realizados las comunidades de macroinvertebrados indicadores de buena calidad de agua, suelen disminuir según como el nivel antrópico se incrementa (Velenzuela et al. 2012, Cressa 2003, Figueroa 2007). Lo que se evidencia en el presente estudio, puesto durante los muestreos en la zona baja, P3 y P4 (Septiembre-Noviembre), se encontraron especies de macroinvertebrados muertos: tres individuos de la familia Leptophlebiidae (Ephemeroptera) y cinco de Ecnomidae (Trichoptera), especies sensibles a la contaminación, observándose un incremento en otras familias que aceptan contaminación, como se lo muestra en los resultados (Cuadros 19 y 20).

Si bien el ICA permaneció relativamente constante, con respecto a la variación que presentaron los resultados del ETP en los distintos puntos, se debe tomar en cuenta que los macroinvertebrados acuáticos, son una herramienta clave en la evaluación de un cuerpo de agua, mediante los cuales podemos determinar un tipo de contaminación

eventual que muchas veces con una sola medición fisicoquímica no se puede establecer (Giacometti y Bersosa 2006).

Sin embargo, la caracterización física química de los ríos es de gran relevancia para identificar procesos de contaminación, aunque se reconoce su debilidad para registrar cambios temporales. Por ello, se aconseja complementar los estudios con la biota más representativa, donde los macroinvertebrados bentónicos son los grupos más recurrentes en este tipo de aproximación (Wright 1995, Bonada et al. 2006), principalmente porque representan varios niveles tróficos, y son muy sensibles a cambios bruscos en las características naturales de las aguas (Wallace et al. 1997, Cummins 2002, Jacobsen et al. 1997, Abarca 2007).

Por otra parte, con la utilización de los ICOs, se logró determinar que tanto el ICOMO, como para el ICOSUS, muestran una contaminación baja en todos los puntos muestreados. El ICOMO, considera DBO₅, Coliformes totales y oxígeno disuelto y aunque los resultados de coliformes totales que presentan son elevados en varios puntos, no presenta variación en los resultados del índice, llegando a deducir que este índice también sufre un efecto compensatorio sobre los parámetros que se encuentran dentro de los rangos normales. Sin embargo, los resultados del ICOSUS, que considera únicamente sólidos suspendidos, presentan resultados acorde a los valores encontrados en el análisis.

Por otro lado, el ICOTRO, indica que en todos los puntos existe un proceso de eutrofización, que se refiere al aporte de nutrientes inorgánicos en un ecosistema acuático, donde una de las características de estas aguas, es que en muchos de los casos presenta contaminación agraria. La eutrofización produce de manera general un aumento de la biomasa y un empobrecimiento de la diversidad acuática, pues cuando se incrementan los niveles de eutrofización las especies de macroinvertebrados bentónicos tiende a disminuir (Mazzeo et al. 2001).

Además en muchos de los estudios realizados por la NFS se puede evidenciar que los ICOs, han sido utilizados en ríos que tienen un alto índice de contaminación, más no para cuerpos de agua que se encuentran en un proceso inicial de deterioro, a lo que se

puede atribuir la inexistencia de una diferencia marcada entre los resultados de los índices, en los diferentes puntos de muestreo (Ramírez et al 1997).

5.2. CARACTERIZACIÓN DE LAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN

Como se presentó, la única fuente de contaminación antrópica es de origen ganadero, dichos puntos identificados están ubicados en el sector medio y bajo de la microcuenca Los Molinos, se localizan en una zona en la cual el uso de suelo de acuerdo al mapa de cobertura vegetal, corresponde a pastos cultivados. Esto implica el ingreso de sedimentos y heces provenientes del ganado, lo que incide en el aumento de agentes contaminantes (Valenzuela et al. 2012).

En el sector medio de la microcuenca correspondiente a bosque natural en el P1, la muestra tiene mejores condiciones, con respecto a la P2, tomada en la misma zona, en un área con pastos cultivados, la calidad del agua disminuye, principalmente al avance de la frontera ganadera. Sin embargo, en la parte baja, donde la frontera ganadera ha tomado mayor auge, la contaminación se incrementa. En esta zona baja el municipio tiene el sistema de captación de agua para la población, donde el agua según el ICA es de calidad buena y según el ETP es regular, como lo muestra el Cuadro 17.

Por lo que, se debería considerar la realización de una zonificación para la microcuenca Los Molinos, ya que de continuar la expansión de la frontera ganadera se podría poner en riesgo la conservación de los bosques y por tanto la provisión de agua de calidad para la población. Pues, según Casado (2011) y Sancha et al. (2005), la ganadería es un factor determinante en la contaminación del agua en la actualidad.

Como ya se lo mencionó anteriormente, sería importante que los sitios de pastoreo se ubiquen de acuerdo a la ordenanza establecida por el organismo regulador, donde aclara que estas actividades se deben desarrollar a 50 m en la zona de captación y a 30 m de las riberas de la quebrada de captación del agua para consumo humano, en las cuales se podrían colocar cercas vivas para evitar el ingreso del ganado y así, disminuir, de algún modo la contaminación. Además, fomentar la conservación de las zonas en buen estado y la recuperación de zonas degradadas mediante el establecimiento de franjas de protección de riberas, como se lo expuso en el plan de manejo propuesto (Uribe et al. 2011).

6. CONCLUSIONES

- Desde el punto de vista del agua para consumo humano (determinado por el índice ICA) tanto en la parte media como en la baja el agua es de buena calidad. Sin embargo, mediante el índice ETP la valoración de los puntos muestreados en la parte media presentan una valoración de muy buena y buena calidad, lo que no sucede con la zona baja donde se presenta un agua de calidad regular.
- Durante los análisis físico químicos, se identificaron parámetros fuera de los límites máximos permisibles, establecidos por el TULSMA (pH ácido, coliformes totales y fecales), lo que está relacionado directamente a la actividad ganadera que se desarrolla en la zona de estudio, los parámetros restantes presentan valores adecuados que se encuentran dentro de los límites.
- Los ICO, no muestran una relación clara de la problemática del recurso con su índice de contaminación, pues son muy generales y se aplican con mayor precisión a cuerpos de agua que indican elevados índices de contaminación, sin embargo da una idea de indicios de contaminación en la zona de estudio.
- La principal desventaja de la aplicación de los índice ICA e ICO, es que los parámetros considerados sufren un efecto compensatorio entre los parámetros considerados en cada uno. Es decir, puede haber un parámetro que esté en malas condiciones, pero los que están en concentraciones adecuadas compensan el peso del otro.
- El ICOSUS e ICOMO, que consideran los sólidos suspendidos y la materia orgánica, no presenta niveles elevados de contaminación, los valores arrojados son cercanos a cero.
- El método que más se ajusta a la realidad de la microcuenca Los Molinos es el índice ETP, pues en éste índice, según cómo va incrementando la contaminación del agua (frontera ganadera), va disminuyendo su valoración de calidad en el índice.

- Aunque se aplica un tratamiento de desinfección mediante (desarenadores-cloración), el agua destinada para consumo humano aún presenta coliformes fecales en porcentajes mínimos ($< 1,8$ NMP/100 ml), lo que no cumple con lo que establece la organización mundial para la salud (OMS).
- Todos los focos de contaminación identificados son de origen ganadero y presentan características similares de pendiente y uso del suelo.
- Según las encuestas aplicadas, aunque la comunidad desconoce que aporta a la tasa ambiental para el manejo de la microcuenca Los Molinos, están dispuestos en un 99,9 % a incrementar el aporte para dicho fin, mientras se mejore el servicio de agua actual, tanto en calidad como en cantidad.

7. RECOMENDACIONES

- Dado que se ha corroborado que una vez aplicada la desinfección, el agua para consumo humano aún presenta coliformes fecales, por lo que el Municipio, debería considerar la idea de mejorar o cambiar el tipo tratamiento que se le da a dicha agua, o tratar la fuente de contaminación en su origen.
- Este es un estudio puntual de las características físico químicas, microbiológicas y bióticas de la microcuenca Los Molinos, realizado en espacios temporales (septiembre y noviembre). Un cuerpo de agua muestra una dinámica hidrológica y ecológica que puede variar dependiendo de las estaciones del año, las fluctuaciones de caudal, que incluso pueden variar entre meses y entre años. Los ciclos de vida de las especies también se ajustan a esas fluctuaciones. Por lo tanto, este estudio representa una línea de base a la que debe darse un seguimiento, siendo imprescindible implementar un sistema de monitoreo permanente del agua.
- En el sector donde actualmente se tiene la toma de agua, es importante realizar estudios sobre el caudal ambiental para determinar la cantidad de agua que se retiene para la distribución, y que dicho aspecto no esté afectando los procesos ecológicos de esta quebrada.
- Se debe realizar un estudio puntual para implementar la infraestructura adecuada para la captación de agua para consumo humano, con el fin de evitar el colapso de la misma en épocas de invierno y garantizar el suministro permanente de agua para la población.
- Implementar campañas de sensibilización ambiental para que las personas conozcan su entorno, protejan los recursos naturales de las microcuencas abastecedoras de agua para consumo humano principalmente.

- Los índices bióticos permiten tener una idea general del estado de un río, y pueden ser utilizados como un sistema de bioindicadores para la determinación de la calidad del agua, además indica si dicha agua puede estar sometida a intervenciones que afecten el equilibrio del ecosistema. Sin embargo, es recomendable que se realice un análisis por variables, sean físicas, químicas, bacteriológicas o bióticas, para tener una mayor objetividad de la calidad del agua.
- Realizar un monitoreo de los macroinvertebrados, para determinar de forma más precisa la problemática de sus poblaciones.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Abarca, M. 2007. El uso de macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua. *Revista Biocenosis* / Vol. 20 (1-2). 104 pp.
- Aguilar, I., 2007. Las cuencas y la gestión del riesgo a los desastres naturales en Guatemala. FAO (La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Guatemala. 49 pp.
- Andrade S. 2010. Evaluación ambiental y plan de manejo ambiental del programa de eficiencia energética coordinado por la secretaria de energía. World Bank.
- Angamarca., A y Luzuriaga., D. 2011. Identificación de Ecosistemas productores y evaluación de la demanda de agua para uso humano de los principales centros poblados del cantón Palanda, 2010-2020. Tesis previa a la obtención de título de Ingeniero Forestal. 163 pp.
- Área Metropolitana del Valle de Abarrú (AMAV), Universidad Nacional de Colombia sede Medellín (UNALMED), 2006. Estudio para la reglamentación del aprovechamiento y uso de las aguas de la quebrada Doña María y sus efluentes. Medellín-Colombia. 108 pp.
- Área Metropolitana del Valle de Abarrú (AMAV). Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia (CTA) y Secretaría del Medio Ambiente de Medellín. 2004. Formulación del plan de manejo de la microcuencas de las quebradas La Rosa y y la Bermejala ubicadas en la zona nororiental del municipio de Medellín. Medellín-Colombia. 114 pp.
- Carrera, C. y Fierro, C, 2001. Manual de monitoreo. Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad de agua. EcoCiencia. Quito-Ecuador. 50 pp.
- Casado, C y et al. 2011. Efecto de las áreas de protección especial en la comunidad de macroinvertebrados de los ríos de la cuenca alta del Manzanares (Sierra de Guadarrama, Madrid). Madrid-España. 88 pp.
- Center for Environmental Quality Environmental Engineering and Earth Science. 2007. “Calculating NSF WaterQualityIndex”. Wilkes University.

Disponible en: <http://www.waterresearch.net/watrqualindex/index.htm>
(consultado 20, 05, 2013)

- Collazos, J. 2005. Manual de Evaluación Ambiental de Proyectos. 1ra Ed. SAN MARCOS, Perú. 618 p
- Cuenca., M y Pazuña, A. 2011. Evaluación Ambiental de los Recursos Hídricos de la Microcuenca Tzunantza, abastecedora de agua para consumo doméstico, cantón Zamora. Tesis previa a la obtención de título de Ingeniero en Manejo y Conservación del Medio Ambiente 160 pp.
- Coote, DR y LJ Gregorich. 2000. The health of our water- Toward a sustainable agriculture in Canada. Publication 2020. Researchbranch. Agriculture and Agri-food, Canada. 173 pp.
- Cordero D. 2008. Esquemas de pagos por servicios ambientales para la conservación de cuencas hidrográficas en el Ecuador. ForestSystems, vol. 17, no 1, p. 54-6.
- Córdova., F y Lima., D. 2012. Evaluación de la calidad de agua de la quebrada Borja en la ciudad de Loja. Tesis previa a la obtención de título de Ingeniero en Manejo y Conservación del Medio Ambiente. 160 pp.
- Cressa, C. 2003. Comparación entre estudios realizados en subcuencas, y cuencas hidrográficas de Venezuela. Caracas-Venezuela. 80 pp.
- DFID. 1999. Introduction to the Sustainable Livelihoods framework. Guidancesheets. London (UK).
- Díaz, M y Rivera, A. 2007. Evaluación del comportamiento inicial de especies forestales plantadas en diferentes estadios de sucesión natural en la estación científica San Francisco, Zamora Chinchipe. Tesis previa a la obtención de título de Ingeniero Forestal. 158 pp.
- Dutra, IS; J Dobereiner; IV Rosa; LAA Souza y M Nonato. 2001. Botulism outbreaks in cattle in Brazil associated with contaminated water. Pesquisa Veterinaria Brasileira 21: 43-48
- Echavarría, M., La Pinta, C., La Rábida., 2009. Quito-Ecuador. Algunas lecciones sobre la aplicación de pagos por la protección del agua con base en experiencias en Colombia y Ecuador. En III Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas (Arequipa, Perú, 9 al 13 de junio de 2009).

- Emery, M; Flora, C. 2006. Spiraling-up: mapping community transformation with Community Capitals Framework. *Community Development: Journal of the Community Development Society*, Vol. 37, No. 1, Spring 2006.
- FAO. 2010. Water at a Glance: The relationship between water, agriculture, food security and poverty. Rome, FAO. Disponible en <http://www.fao.org/nr/water/docs/waterataglance.pdf>.
- Fernández H et al. 2009. Calidad de agua y bioindicación en ríos de montaña. Serie Conservación de la Naturaleza. N° 16, ISSN 0325-9625. Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina.
- Figueroa, R y et al. 2007. Análisis comparativo de índices bióticos utilizados en la evaluación de la calidad de las aguas en el río mediterráneo de Chile; río Chillán, VIII Región. 242 pp.
- Flora, C. 2008. Social capital and community problem solving: combining local and scientific knowledge to fight invasive species. *LearningCommunities* 2:30-39.
- Flora, C; Flora, J; Fey, S. 2004. Rural communities: legacy and change. 2nd Edition ed. Boulder, CO, WestviewPress. p.
- Galárraga, S. 2010., Estado y gestión de los recursos hídricos en el Ecuador. Departamento de Ciencias del Agua. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador. Soler., H. 1998. “Estudio Preliminar de la Calidad del Agua y relaciones ecológicas del Río Apulo, Departamento de Cundimarca”. Trabajo de grado Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de ciencias naturales e ingeniería, Colombia.
- Giacometti, J y Bersosa, F. 2006. Macroinvertebrados acuáticos y su importancia como bioindicadores de calidad de agua en el río Alambi. Sangolquí-Ecuador. 70 pp.
- Global WaterPartnership. 2012. Principios de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH). Disponible en: www.GWP.org. Consultado: 04/07/2013.
- Gutiérrez-Montes, IA. 2005. Healthy communities equal healthy ecosystems? Evolution (and breakdown) of a participatory ecological research project towards a community natural resource management process, San Miguel Chimalapa (Mexico). PhD. Ames, Iowa, Iowa StateUniversity

- Hendriks, J. 2006. Legislación de aguas y gestión de sistemas hídricos en países de la región andina. Derechos Colectivos y Políticas Hídricas en la Región Andina, vol. 2, p. 47.
- Henry, J.; Heinke, G. 1999. Ingeniería Ambiental. 2da Ed. PRENTICE HALL, México. 800 p.
- Imbach, A. 2010. Taller sobre Estrategias de Vida. Managua, Nicaragua, 9-10 septiembre 2010.
- Imbach, A; Imbach, P; Gutierrez, I. 2009. Medios de vida sostenibles: bases conceptuales y utilización. Geolatina, Costa Rica. 25 p.
- Jiménez, F. 2010. Análisis de contexto, caracterización y diagnóstico de cuencas hidrográficas. Turrialba, CR. 20p.
- Jiménez, F. 2011. Línea base para el manejo, gestión y cogestión de cuencas hidrográficas. Turrialba, CR. 26 p.
- Jiménez, M y Vélez M.2006. Análisis comparativo de indicadores de la calidad del agua superficial. Colombia-Medellín. 170 pp.
- Larenas R., 2006. Manual de Participación Ciudadana en Temas Ambientales, Imprenta CELU.
- Lejeune, JT; TE Besser; NL Merrill; DH Rice y DD Hancock. 2001. Livestock drinking water microbiology and the factors influencing the quality of drinking water offered to cattle. J. DairySci. 84:1856-1862.
- Madrigal, R., y Alpízar, F., 2006. Fondo Nacional del Agua (FONAG). Ecuador. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Mazzeo, N y et al. 2011. Eutrofización: causas, consecuencias y manejo. 70 pp.
- Mendizabal, M., 2010. Contaminación del agua. Revista Virtual REDESMA, vol.4, no.2, p.5-8. ISSN 1995-1078.
- Muñoz, D y et al. 2011. Caracterización de macroinvertebrados acuáticos de la cuenca alta del Río Pita, Cantón Rumiñahui-Ecuador. 75 pp.
- NSF - National Sanitation Foundation, Consumer Information: Water Quality Index (WQI)., 2006. En: www.nsf.org/consumer/just_for_kids/wqi.asp , Visitada: 19 de Abril de 2013.
- Ongley, ED. 1997. Lucha Contra la Contaminación Agrícola de los Recursos Hídricos. Estudio FAO Riego y Drenaje N° 55, FAO, Roma.116 pp.

- ONU. 2002. Evaluación de los recursos de agua dulce del mundo (en línea). Disponible en <http://www.ccvn.org.mx/gestion.htm>.
- Ortiz E., 2007. Vigilancia y Control de la Calidad del agua, Editor, Ing. Eduardo Ortiz, OPS/OMS Ecuador, Quito.
- Oyarzún, C.E., H. Campos, y A. Huber. 1997. Exportación de nutrientes en microcuencas con distinto uso del suelo en el sur de Chile (Lago Rupanco, X Región). *Rev. Chil. Hist. Nat.* 70:507-519.
- Pacheco G., et al. 2008. Resumen Ejecutivo Estratégico del Plan de Desarrollo Cantonal de Palanda. Palanda-Zamora Chinchipe. 90 pp.
- Plan nacional para el buen vivir. 2008-2013. República del Ecuador. Concejo Nacional de Planificación. Quito-Ecuador. Versión resumida. 120 pp.
- Posada, J y et al. 2008. Diversidad de los macroinvertebrados acuáticos del páramo de Frontino. Antioquia-Colombia. 455 pp.
- Quinn, JM y MJ Stroud. 2002. Water quality and sediment and nutrient export from New Zealand hill-land catchments of contrasting land use. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 36: 409–429.
- Ramirez, A; Restrepo, R y Viña, G. 2006. Cuatro índices de contaminación para la caracterización de aguas continentales. Fórmula y aplicación. Bogotá-Colombia. 235 pp.
- Regalado R y Peñafiel P., 2005. Tesis: Elaboración y Aplicación de una Guía Metodológica para el Manejo Integral de los Recursos Naturales en la Cuenca Hidrográfica del Río Santiaguillo. Escuela Politécnica del Ejército.
- Resh, V. H., 2008. Which group is best? Attributes of different biological assemblages used in freshwater biomonitoring programs. *Environ. Monit. Assess.* pp.131–138.
- Rivera, J y et al. 2013. Ensamblaje de macroinvertebrados acuáticos y su relación con las variables físicas y químicas en el humedal de Jaboque-Colombia. 408 pp.
- Rosero, M. 2008. Crecimiento inicial de tres especies forestales con y sin asociación de maíz Zeamays, en el Colegio Fernando Chávez-Otavalo-Ecuador. 185 pp.

- Sancha, A y et al. 2005. Criterios de calidad de aguas o efluentes tratados para uso en riego. 144 pp.
- Sánchez A., 2005. Manual de prácticas, del curso de calidad de agua empleada en actividades con importancia social y comercial, Editorial México.
- Sarango., H. 2009. Definición de Acciones para el Manejo de las Microcuencas que abastecen de agua a los centros parroquiales del cantón Zamora, provincia Zamora Chinp. Tesis previa a la obtención de título de Magister en Administración Ambiental. 133 pp.
- SENAGUA. (2009). Estatuto Orgánico de Gestión Organizacional por Procesos de la Secretaria Nacional del Agua.
- Shiva, V., 2006. Las guerras del agua: privatización, contaminación y lucro. Siglo XXI.
- TULSMA. 2002. Libro VI. Anexo I. Norma de Calidad Ambiental y de descarga de Efluentes: Recurso Agua.
- Uribe, F y et al. 2011. Ganadería Sostenible Colombia: Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles. Bogotá- Colombia. 70 pp.
- Villarroel, M y otros. 2011. Conservación y fortalecimiento de capacidades para la gestión de áreas protegidas seccionales en la zona de influencia de la cuenca del río Dashino. Cantón Gonzalo Pizarro y Lumbaqui. Quito-Ecuador. 65 pp.
- Wing, S; S Freedman y L Band. 2002. The Potential impact of flooding on confined animal feeding operations in eastern North Carolina. EnvironmentalHealthPerspectives 110:387-392.

9. ANEXOS

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

| Parámetros | Expresado Como | Unidad | Límite Máximo Permissible |
|--|--|--------|--|
| Bifenilopoliclorados/PCBs | Concentración de PCBs totales | µg/l | 0,0005 |
| | | | |
| Fluoruro (total) | F | mg/l | 1,5 |
| Hierro (total) | Fe | mg/l | 1,0 |
| Manganeso (total) | Mn | mg/l | 0,1 |
| Materia flotante | | | Ausencia |
| Mercurio (total) | Hg | mg/l | 0,001 |
| Nitrato | N-Nitrato | mg/l | 10,0 |
| Nitrito | N-Nitrito | mg/l | 1,0 |
| Olor y sabor | | | Es permitido olor y sabor removible por tratamiento convencional |
| | | | |
| Oxígeno disuelto | O.D. | mg/l | No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6mg/l |
| Plata (total) | Ag | mg/l | 0,05 |
| Plomo (total) | Pb | mg/l | 0,05 |
| Potencial de hidrógeno | pH | | 6-9 |
| Selenio (total) | Se | mg/l | 0,01 |
| Sodio | Na | mg/l | 200 |
| Sólidos disueltos totales | | mg/l | 1 000 |
| Sulfatos | SO ₄ ⁼ | mg/l | 400 |
| Temperatura | | °C | Condición Natural + o - 3 grados |
| Tensoactivos | Sustancias activas al azul de metileno | mg/l | 0,5 |
| Turbiedad | | UTN | 100 |
| Zinc | Zn | mg/l | 5,0 |
| *Productos para la desinfección | | mg/l | 0,1 |
| Hidrocarburos Aromáticos | | | |
| Benceno | C ₆ H ₆ | µg/l | 10,0 |
| Benzo(a) pireno | | µg/l | 0,01 |
| Etilbenceno | | µg/l | 700 |
| Estireno | | µg/l | 100 |

| | | | |
|--------------------------------|---|------|--------|
| Tolueno | | µg/l | 1 000 |
| Xilenos (totales) | | µg/l | 10 000 |
| Pesticidas y herbicidas | | | |
| Carbamatos totales | Concentración de carbamatos totales | mg/l | 0,1 |
| Organoclorados totales | Concentración de organoclorados totales | mg/l | 0,01 |
| Organofosforados totales | Concentración de organofosforados totales | mg/l | 0,1 |
| Dibromocloropropano (DBCP) | Concentración total de DBCP | µg/l | 0,2 |
| Dibromoetileno (DBE) | Concentración total de DBE | µg/l | 0,05 |
| Dicloropropano (1,2) | Concentración total de dicloropropano | µg/l | 5 |
| Diquat | | µg/l | 70 |
| Glifosato | | µg/l | 200 |
| Toxafeno | | µg/l | 5 |
| Compuestos Halogenados | | | |
| Tetracloruro de carbono | | µg/l | 3 |
| Dicloroetano (1,2-) | | µg/l | 10 |
| Dicloroetileno (1,1-) | | µg/l | 0,3 |
| Dicloroetileno (1,2-cis) | | µg/l | 70 |
| Dicloroetileno (1,2-trans) | | µg/l | 100 |
| Diclorometano | | µg/l | 50 |
| Tetracloroetileno | | µg/l | 10 |
| Tricloroetano (1,1,1-) | | µg/l | 200 |
| Tricloroetileno | | µg/l | 30 |
| Clorobenceno | | µg/l | 100 |
| Diclorobenceno (1,2-) | | µg/l | 200 |
| Diclorobenceno (1,4-) | | µg/l | 5 |
| Hexaclorobenceno | | µg/l | 0,01 |
| Bromoximil | | µg/l | 5 |
| Diclorometano | | µg/l | 50 |
| Tribrometano | | µg/l | 2 |
| | | | |

Fuente: Texto Unificado de Legislación Ambiental Ecuatoriana, Libro VI, Anexo I
(2002)

Anexo 2.Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que requieren tratamiento convencional

| Parámetros | Expresado Como | Unidad | Límite Máximo Permissible |
|--|-------------------------------|-------------------|---|
| Aceites y Grasas | Sustancias solubles en hexano | mg/l | 0,3 |
| Aluminio total | Al | mg/l | 0,1 |
| Amoniaco | N-amoniacal | mg/l | 1,0 |
| Arsénico (total) | As | mg/l | 0,05 |
| Bario | Ba | mg/l | 1,0 |
| Berilio | Be | mg/l | 0,1 |
| Boro (total) | B | mg/l | 0,75 |
| Cadmio | Cd | mg/l | 0,001 |
| Cianuro (total) | CN ⁻ | mg/l | 0,01 |
| Cobalto | Co | mg/l | 0,2 |
| Cobre | Cu | mg/l | 1,0 |
| Color | color real | Unidades de color | 20 |
| Coliformes Totales | nmp/100 ml | | 50* |
| Cloruros | Cl ⁻ | mg/l | 250 |
| Compuestos fenólicos | Expresado como fenol | mg/l | 0,002 |
| Cromo hexavalente | Cr ⁺⁶ | mg/l | 0,05 |
| Compuestos fenólicos | Expresado como fenol | mg/l | 0,002 |
| Cromo hexavalente | Cr ⁺⁶ | mg/l | 0,05 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días) | DBO ₅ | mg/l | 2 |
| Dureza | CaCO ₃ | mg/l | 500 |
| Estaño | Sn | mg/l | 2,0 |
| Fluoruros | F | mg/l | Menor a 1,4 |
| Hierro (total) | Fe | mg/l | 0,3 |
| Litio | Li | mg/l | 2,5 |
| Manganeso (total) | Mn | mg/l | 0,1 |
| Materia Flotante | | | Ausencia |
| Mercurio (total) | Hg | mg/l | 0,001 |
| Níquel | Ni | mg/l | 0,025 |
| Nitrato | N-Nitrato | mg/l | 10,0 |
| Nitrito | N-Nitrito | mg/l | 1,0 |
| Olor y sabor | | | Ausencia |
| Oxígeno disuelto | O.D | mg/l | No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6 mg/l |
| Plata (total) | Ag | mg/l | 0,05 |
| Plomo (total) | Pb | mg/l | 0,05 |
| Potencial de Hidrógeno | pH | | 6-9 |
| Selenio (total) | Se | mg/l | 0,01 |

| | | | |
|----------------------------------|--|------|-----------------------------------|
| Sodio | Na | mg/l | 200 |
| Sulfatos | SO ₄ ⁼ | mg/l | 250 |
| Sólidos disueltos totales | | mg/l | 500 |
| Temperatura | °C | | Condición Natural +/- 3 grados |
| Tensoactivos | Sustancias activas al azul de metileno | mg/l | 0,5 |
| Turbiedad | | UTN | 10 |
| Uranio Total | | mg/l | 0,02 |
| Vanadio | V | mg/l | 0,1 |
| Zinc | Zn | mg/l | 5,0 |
| Hidrocarburos Aromáticos | | | |
| Benceno | C ₆ H ₆ | mg/l | 0,01 |
| Benzo-a- pireno | | mg/l | 0,00001 |
| Pesticidas y Herbicidas | | | |
| Organoclorados totales | Concentración de organoclorados totales | mg/l | 0,01 |
| Organofosforados y carbamatos | Concentración de organofosforado s y carbamatos totales. | mg/l | 0,1 |
| Toxafeno | | µg/l | 0,01 |
| Compuestos Halogenados | | | |
| Tetracloruro de carbono | | mg/l | 0,003 |
| Dicloroetano (1,2-) | | mg/l | 0,01 |
| Tricloroetano (1,1,1-) | | mg/l | 0,3 |
| | | | |

Fuente: Texto Unificado de Legislación Ambiental Ecuatoriana, Libro VI, Anexo I
(2002)

Anexo 3. Solubilidad del oxígeno en Agua dulce.

| Temp. °C | OD mg/L | Temp. °C | OD mg/L | Temp. °C | OD mg/L | Temp. °C | OD mg/L |
|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| 1 | 14,19 | 12 | 10,76 | 23 | 8,56 | 35 | 7,05 |
| 2 | 13,81 | 13 | 10,52 | 24 | 8,4 | 36 | 6,93 |
| 3 | 13,44 | 14 | 10,29 | 25 | 8,24 | 37 | 6,82 |
| 4 | 13,09 | 15 | 10,07 | 26 | 8,09 | 38 | 6,71 |
| 5 | 12,75 | 16 | 9,85 | 27 | 7,95 | 39 | 6,61 |
| 6 | 12,43 | 17 | 9,65 | 28 | 7,81 | 40 | 6,51 |
| 7 | 12,12 | 18 | 9,45 | 29 | 7,67 | 41 | 6,41 |
| 8 | 11,83 | 19 | 9,26 | 30 | 7,54 | 42 | 6,31 |
| 9 | 11,55 | 20 | 9,07 | 31 | 7,41 | 43 | 6,22 |
| 10 | 11,27 | 21 | 8,9 | 32 | 7,28 | 44 | 6,13 |
| 11 | 11,01 | 22 | 8,72 | 34 | 7,16 | 45 | 6,04 |

Fuente: Ramírez et al. 2009

Anexo 4. Uso del Agua según el ICA.

| ICA | Criterio General | Abastecimiento público | Recreación | Uso en pesca y vida acuática | Agricultura | Industrial |
|-----|------------------|-------------------------------------|--|---|---|---|
| 100 | Excelente | No requiere purificación | Cualquier tipo de deporte acuático | Pesca y vida acuática abundante | No requiere purificación para riego | No se requiere purificación |
| 90 | Buena | Ligera purificación | Cualquier tipo de deporte acuático | Límite para peces muy sensitivos | Purificación menor para cultivos que requieren alta calidad | Purificación menor para industrias que requieren alta calidad |
| 80 | | Dudoso su consumo sin purificación | Precaución si se ingiere dada la posibilidad de presencia de bacterias | Dudosa la pesca sin riesgos de salud | Utilizable en la mayoría de cultivos | No requieren tratamiento para industrias de operación manual |
| 70 | Regular | Tratamiento potabilizador necesario | Calidad del Agua | Índice ETP | Tratamiento requerido para la mayoría de los cultivos | Tratamiento para la mayoría de usos |
| 60 | | Dudosa para consumo | Contaminación visible, evitar cercanía | Inaceptable para la pesca y para la vida acuática | Inaceptable para riego | Uso restringido |
| 50 | Mala | | | | | |
| 40 | | | | | | |
| 30 | Muy Mala | | | | | |
| 20 | | | | | | |
| 10 | | | | | | |

Fuente: Wilkes University (2007)

Anexo 5. Calidad del Agua de acuerdo con el nivel de sensibilidad a los contaminantes según el ETP.

| ESCALA VALORACIÓN (%) | CRITERIO DE CALIDAD |
|-----------------------|---------------------|
| 75-100 | Muy buena |
| 50-74 | Buena |
| 25-49 | Regular |
| 0-24 | Mala |

Fuente: Carrera y Fierro, 2001

Anexo 6. Equipamiento comunal de la parroquia Valladolid.

| EQUIPAMIENTO | TIPO | NOMBRE | UBICACION | TENENCIA DEL PREDIO |
|---------------------------------|--------------------------|----------------------------------|------------------|----------------------------|
| EDUCACIÓN | Pre primario | Margoth Arévalo Celi | S1,M34 | Publico |
| | Primario | Francisco de Orellana | S1, M24 | Publico |
| | Secundario | Colegio Técnico Ciudad de Loyola | S1, M14 | Publico |
| | Compensatorio(Artesanal) | Centro Artesanal Valladolid | S1,M24 | Esc. Francisco de Orellana |
| SALUD | Subcentro | Subcentro de salud | S2, M28 | Publico |
| RECREACION | Parque | Parque Central | S1, M35 | Publico |
| | Deporte | Estadio de fútbol | S1, M15 | Col. Tec. Ciudad de Loyola |
| | Recreación Infantil | Juegos infantiles | S1, M15 | Publico |
| | Deportes | Cancha de usos Múltiple | S1, M15 | Publico |
| | Deportes | Cancha de usos Múltiple | S1, M24 | Esc. Francisco de Orellan |
| | Deportes | Cancha de usos Múltiple | S1, M14 | Col. Tec. Ciudad de Loyola |
| ADMINISTRACION Y GESTION | | Junta Parroquial | S2, M5 | Propio |
| | | Pacifictel | S2, M5 | Propio |
| | | Registro Civil | S1, M36 | Prestado |
| | | Tenencia Política | S1, M36 | Prestado |
| | | Policía | S1, M36 | Propio |
| | | Ministerio del Ambiente | S1, M24 | Propio |
| | | Supervisión de Educación | S1, M33 | Arrendado |
| | | Liga Deportiva Parroquial | | Propio |
| CULTO Y CEMENTERIO | Culto | Iglesia | S2, M6 | Semi-público |
| | Cementerio | Cementerio | S2, M20 | Publico |
| SANITARIO | | Baterías Municipales | S1,m35 | Parque central |
| CULTURA | Biblioteca | Biblioteca del SINAB | S1, M24 | Ministerio del Ambiente |
| COMERCIO Y ABASTO | Bazar | Bazar | S1, M28 | Propio |
| | Abasto | Gas, Combustibles | S2, M5 | Propio |
| | Tiendas | | | |
| | Alojamiento | Residencial Vicmar | S1, M29 | Propio |
| | | Residencial Sur Oriente | S1, M29 | Propio |
| | Restaurantes | Restaurante el Turista | S1, M34 | Propio |
| | | Restaurante Jonier | S1,M36 | Propio |
| | Restaurante S.N. | S1,M34 | Propio | |

Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Valladolid 2013

Anexo 7. Situación actual del sector salud de la Parroquia Valladolid.

| MEDIOS EXISTENTES | EQUIPO PROFESIONAL ADMTRAT-APOYO | INFRAESTRUCTURA QUE POSEE | EQUIPAMIENTOS | PROGRAMAS |
|---------------------------------------|--|--|---|---|
| SUBCENTRO DE SALUD VALLADOLID | 1 Medico-Medicina General 1 Odontólogo 1 Enfermera 1 Auxiliar de enfermería | Consultorio Médico General y Odontológica. Sala de partos. Farmacia-estadística y vacunatorio. | Control de signos vitales- de diagnóstico médico- de odontología- de curación, de partos entre las principales. | Atención básica primaria; maternidad gratuita, odontología gratuita, nutricional: control del niño, del anciano, adolescente, tuberculosis, dengue, programa DOC-PAI. |
| MEDIOS EXTERNOS | Hospital de Palanda; centro médico del seguro social campesino, hospital Isidro Ayora de Loja; hospital del Seguro y clínicas privadas de la ciudad de Loja. | | | |
| OTROS MEDIOS | Medicina natural; automedicación y medicina curativa. | | | |
| PERFIL EPIDEMIOLOGICO | IRA, EDA, parasitismo, influenza, hipertensión, amebiasis, enfermedades de la piel. | | | |
| TASA DE DESNUTRICION INFANTIL CRONICA | Niños de 1 a 5 años: 30.9% (inhibe su desarrollo y afecta a su estado de salud de por vida). | | | |
| TASA DE MORTALIDAD INFANTIL | Por cada mil nacidos vivos: 22.7%; por cada 100, 2.3% | | | |
| CAUSAS DE MUERTE DE MAYORES | Accidentes; diabetes; trombosis; neumonías; taquicardias. | | | |
| CAUSAS DE ENFERMEDADES | Mala nutrición, no hay agua potable buena; ausencia de servicios de saneamiento básico; no hay cultura comunitaria para salud y salubridad. | | | |
| NECESIDADES URGENTES | Reingeniería e innovación de la planta física del Subcentro: modernización de equipos y servicios, reajuste profesional y administrativo, y adquisición de un vehículo ambulancia. | | | |
| CONCLUSION | La gestión de la salud se ve limitada por la falta de infraestructura y espacios de calidad; falta mejoramiento de accesos; innovación de equipos y control de la calidad y servicios de salud "Normas ISO". | | | |

Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Valladolid 2013

Anexo 8. Entrevista aplicada a la población de Valladolid para la identificación de la problemática ambiental de la zona de estudio.

ENTREVISTA PARA DETERMINAR LA VOLUNTAD DE PAGO DE LOS USUARIOS DEL AGUA PROVENIENTE DE LA MICROCUENCA LOS MOLINOS, VALLADOLID, ZAMORA HINCHIPE.

Fecha: _____ Barrio _____

Hora: _____ No. Encuesta _____

Buenos Días / Buenas tardes. Estoy realizando un estudio en la microcuenca Los Molinos que es la fuente de agua que abastece sus hogares. Desearía que me contestara unas preguntas si es tan amable.

INFORMACIÓN GENERAL DEL ENTREVISTADO

1. Nombre del entrevistado _____
2. Sexo M _____ F _____
3. Ocupación _____

INFORMACIÓN SOCIOECONOMICA

1. No. De integrantes de la familia _____

Niños _____ Jóvenes _____ Adultos _____

2. Cuántos de ellos son:

Mujeres _____ Hombres _____

3. Cuantos miembros de su familia son:

4. Nivel educativo

Primaria completa _____ Primaria incompleta _____ Secundaria completa _____

Secundaria incompleta _____ Técnico _____ Universitario _____ Otros _____

5. Podría elegir entre los siguiente rangos, donde se encuentra su ingreso familiar mensual en dólares

- a. Menor de 200
- b. 400 a 600
- c. 600 a 800
- d. 800 a 1000
- e. Mayor a 1000

ORGANIZACIÓN Y CAPACITACIÓN

1. ¿Cuáles son los sitios claves para agrupar personas?

- Iglesias
- Escuelas
- Plaza de fútbol
- Otros (*especifique*): _____

2. ¿Quiénes son las personas más activas en su parroquia y qué tipo de liderazgo ejercen?

.....

Negativo:

Positivo:

| ¿Cuáles son las organizaciones comunitarias? (marcar la más importante) | ¿Desde cuándo funciona? | ¿Cuáles son las funciones? | Pertenece usted o alguien de la familia? (¿quién?) | Género (F/M) y edad | ¿Qué lo motiva a participar en la organización? | Beneficios que obtiene (personales P- para la familia F- para la Parroquia C) | Quien es el líder de la organización? (Opinión) |
|---|-------------------------|----------------------------|--|---------------------|---|---|---|
| 1. | | | | | | | |
| 2. | | | | | | | |
| 3. | | | | | | | |

3. ¿Qué tipo de organizaciones comunitarias conoce?

4. De las 3 organizaciones que usted considero más importantes, de 1 a 5 que valor le da al nivel de organización de su parroquia?

| Valor | | Organización 1 | Organización 2 | Organización 3 |
|-------|------------------------|----------------|----------------|----------------|
| 1 | Nada Organizada | | | |
| 2 | Poco Organizada | | | |
| 3 | Más o menos Organizada | | | |
| 4 | Muy Organizada | | | |
| 5 | Totalmente Organizada | | | |

5. De 1 a 5 qué valor le da al nivel de organización de su parroquia?:

| Valor | | X | | | |
|-------|------------------------|---|--|--|--|
| 1 | Nada Organizada | | | | |
| 2 | Poco Organizada | | | | |
| 3 | Más o menos Organizada | | | | |
| 4 | Muy Organizada | | | | |
| 5 | Totalmente Organizada | | | | |

6. De 1 a 5 que valor le da al tipo de liderazgo de su parroquia?:

| | | |
|-------|----------------|---|
| Valor | | X |
| 1 | Nulo | |
| 2 | Débil | |
| 3 | Importante | |
| 4 | Muy Importante | |
| 5 | Excelente | |

Observaciones: _____

7. Actividades comunitarias:

| ¿Qué actividades han realizado de manera comunal o colectiva? | ¿Cómo lo organizaron? | ¿Qué otras actividades propondría para que se realicen? | ¿quiénes son los líderes? |
|---|-----------------------|---|---------------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

8. ¿Se ha capacitado en su familia?: si es así ¿en qué? Hacer énfasis en el manejo de los recursos hídricos

| | Actividades de capacitación | Organizador | ¿Con que objetivo se capacitó? | ¿Cuándo? |
|---|-----------------------------|-------------|--------------------------------|----------|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |

INFORMACIÓN SOBRE EL SERVICIO DE AGUA POTABLE

1. ¿De dónde proviene el agua que usted consume?

- a. Tubería
- b. Pozo
- c. Puesto de agua
- d. Carro
- e. Rio o Quebrada
- f. Otro. Especifique_____

2. Quien le provee a usted el servicio de agua potable

- a. Municipalidad
- b. Junta de agua
- c. Junta Parroquial
- d. Otros. Especifique_____

3. Como considera el servicio actual de agua

- a. Bueno
- b. Malo
- c. Regular

4. Como considera la calidad del agua que usted recibe

- a. Bueno
- b. Malo
- c. Regular

5. Como es la cantidad del agua que usted recibe

- a. Abundante
- b. Suficiente
- c. Deficiente

6. Cada cuantos días, recibe usted el agua

_____ Días

7. Como califica usted el recurso agua

- a. Muy importante
- b. Importante
- c. Poco importante
- d. Sin importancia

CAPITAL POLÍTICO

| | | |
|--|--|---------------|
| Parroquia | | |
| 1. Autoridades | | |
| ¿Qué tipo de autoridades tienen en su parroquia? | ¿Cómo son elegidas esas autoridades | ¿Cada cuanto? |
| | | |
| | | |
| | | |
| 2. ¿Cuál es su participación en la toma de decisiones de la parroquia? ¿Participan otros miembros de la familia en dichos procesos? | | |
| Gobierno Local – municipalidad | | |
| 3. ¿Ha tenido reuniones con los representantes del gobierno local- municipal para expresar inquietudes de la parroquia? | <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No | |
| 4. ¿Qué resultados ha tenido? | | |
| Gobierno Central, Ministerios, otras instituciones gubernamentales | | |
| 5. ¿Existe una relación entre el gobierno central y su parroquia? ¿Cuál? ¿Cómo? | <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No | |

| Proyectos gubernamentales | | | | |
|--|--------|-----------|--|--------|
| ¿Conoce algún proyecto que el gobierno o de los ministerios hayan realizado en su parroquia? | ¿Cuál? | ¿Cuándo? | ¿Participó? | ¿Cómo? |
| | | | | |
| Legislación y reglas | | | | |
| 6. ¿Sabe usted si existe alguna legislación con respecto a sus actividades productivas o para la protección de los recursos naturales? | | | <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No | |
| 7. ¿Cuál norma o ley conoce o a ha escuchado usted? | | | | |
| 8. ¿Se aplica esa legislación (leyes)? | | | | |
| 9. ¿Está usted de acuerdo con la aplicación de esa ley? | | | <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No | |
| Equidad, género y participación ciudadana | | | | |
| 10. ¿Cuál es la participación de los habitantes en actividades relacionadas al desarrollo comunitario? ¿Quiénes participan? (Marcar con una X) | | | <input type="checkbox"/> mujeres <input type="checkbox"/> hombres <input type="checkbox"/> jóvenes | |
| 11. ¿Percibe usted alguna diferencia en la participación? | | | | |
| 12. De 1 a 5 como califica usted la participación de las personas de esta parroquia en actividades relacionadas con el desarrollo? | | | | |
| | Valor | | X | |
| | 1 | Muy mala | | |
| | 2 | Mala | | |
| | 3 | Regular | | |
| | 4 | Buena | | |
| | 5 | Excelente | | |

13. Si usted fuera un dirigente o tuviera una responsabilidad de importancia. ¿En que invertiría el dinero disponible para el manejo de los recursos naturales?

14. ¿Conoce cuál es la institución encargada del manejo a nivel local de la microcuenca Los Molinos proveedora de agua para consumo humano?

15. ¿Conoce alguna ordenanza u convenio existente a nivel local para el manejo de la microcuenca Los Molinos?

| | Nombre de la Ordenanza | Instituciones u organizaciones relacionadas | ¿Con que objetivo se creó la ordenanza? | ¿Cuándo? |
|---|------------------------|---|---|----------|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |

PRIORIZACIÓN DEL PROBLEMA

1. Del siguiente listado de problemas identificados califique de acuerdo al valor de importancia que usted considera se debe considerarlos en programas de acción inmediata.

0 = nada importante

1= poco importante

2=Importante

3=muy importante

| COMPONENTES | PROBLEMAS | CALIFICACIÓN | PROBLEMA ASOCIADO | PARÁMETRO DE REFERENCIA |
|--------------------|--|---------------------|--------------------------|--------------------------------|
| SUELO | - Erosión | | | |
| | - Gran parte del territorio presenta pendientes fuertes | | | |
| | - Ganadería extensiva en pendientes fuertes | | | |
| | - Contaminación por desechos sólidos | | | |
| AIRE | - Hay contaminación en el centro parroquial por exagerado polvo. | | | |
| | - Polución del aire por mal manejo de desechos | | | |
| | - Hay contaminación por desechos en el sector rural | | | |
| BOSQUE | - Ha sido destruido en un alto porcentaje la cobertura boscosa. | | | |
| | - Se han perdido maderas valiosas. | | | |
| | - Baja capacidad de aprovechamiento forestal | | | |
| AGUA | - Se ha reducido el volumen de producción de agua en las microcuena. | | | |

| COMPONENTES | PROBLEMAS | CALIFICACIÓN | PROBLEMA ASOCIADO | PARÁMETRO DE REFERENCIA |
|--------------------------------|---|---------------------|--------------------------|--------------------------------|
| AGUA | - Hay escasez de agua en épocas de verano. | | | |
| | - Hay contaminación de fuentes de captación para las comunidades, por la ganadería. | | | |
| CLIMA | - Muy alterado-muy variado, lo que propicia la proliferación de enfermedades humanas y en los animales. | | | |
| FAUNA | - Reducción de especies(casería indiscriminada) | | | |
| RIESGOS | - Presencia de movimientos en masa (deslizamientos) | | | |
| | - Peligro de inundaciones | | | |
| | - Sequias | | | |
| | - Presencia de incendios | | | |
| Gobernanza e Institucionalidad | Deficiente gestión local en el manejo de los recursos naturales | | | |
| | Insuficiente equipo técnico de gestión | | | |

DISPONIBILIDAD DE PAGO

1. Cuál es la tarifa de pago mensual que usted hace por el servicio de agua

USD _____

2. Como considera el precio que paga por el agua

- a. Alto
- b. Bajo
- c. Adecuado

3. Estaría usted dispuesto a pagar una cuota mensual adicional por el servicio de agua, para que esta se utilice en la protección y manejo de la microcuenca Los Molinos para mejorar la calidad y cantidad del recurso agua.

Si _____ No _____

Si, su respuesta es no pasar a la pregunta No. 6

4. Cuál sería la cantidad máxima que estaría dispuesto a pagar mensualmente

USD _____

5. Cuál sería la cantidad mínima que estaría dispuesto a pagar mensualmente

USD _____

6. Porque no está dispuesto a pagar una cuota adicional a la tarifa establecida.

Especifique _____

7. Si esta cantidad de dinero estuviese administrada por una institución de la comunidad, encargada de realizar actividades de conservación y protección en la microcuenca Los Molinos ¿cuál cree que sería la más apropiada?

- a. Municipalidad
- b. Junta de agua
- c. Junta Parroquial
- d. Otros. Especifique _____

AGREGAR A DUEÑOS DE FINCAS QUE SE ENCUENTRAN EN LA MICROCUENCA.

| Actividades productivas | | | | |
|--|--------------------------|-----------------------------|--|---------------------------------|
| 1. ¿Qué tipo de actividades productivas desarrolla usted y otros miembros de su familia? (marcar la actividad más importante entre las mencionadas) | | | | |
| Actividad productiva | Marque la más importante | Que cultivos, animales etc. | Consumo (porcentaje o proporción) | Venta (porcentaje o proporción) |
| Agricultura | | | | |
| Ganadería (especies mayores) | | | | |
| Especies menores (gallinas, cerdos, cabras, etc.) | | | | |
| Forestal | | | | |
| Huertas | | | | |
| Otras (Pesca) | | | | |
| 2. ¿Qué otros proyectos desea realizar en la finca y porque no se han realizado? | | | | |
| 3. ¿Lo que usted produce en su finca le permite satisfacer sus necesidades y las de su familia? | | | | |
| 4. ¿Donde comercializa sus productos? | | | <input type="checkbox"/> En la parroquia (Local):_____ <input type="checkbox"/> Fuera de la parroquia (regional):_____ <input type="checkbox"/> Otros (trueques, intercambios, etc)_____ | |
| 5. ¿Qué otras actividades productivas tiene usted o algún miembro de la familia? | | | <input type="checkbox"/> Comercio (tienditas, pan, comida, etc.) <input type="checkbox"/> Otro (cuál: albañil, carpintería, etc.) | |

| | |
|---|--|
| 6. Venta de mano de obra ¿usted se emplea como jornalero? | <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No ¿Por qué? _____ ¿Cuándo? _____ ¿Dónde? _____ |
|---|--|

Mano de obra o trabajo familiar

| | |
|--------------------------|--|
| 7. Contrata mano de obra | <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No |
|--------------------------|--|

| | |
|----------------------------|---|
| 8. ¿Mano de obra familiar? | <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No Definir ¿Quién hace qué? _____ _____ |
|----------------------------|---|

Financiamiento

9. ¿Si usted quiere o quisiera mejorar su parcela, casa o iniciar algún negocio propio cómo lo hace/haría?

| | |
|--------------------------|--|
| Actividad para financiar | |
| Venta de animales | |
| Ahorros | |
| Donaciones | |
| Préstamos | |
| Otros (Especifique) | |
| Ninguno | |

10. ¿Es fácil para usted conseguir crédito? Si _____ No _____ ¿Donde?:

| | |
|---|--|
| Crédito | |
| Banco | |
| Otras entidades de crédito (cooperativas, caja rural) | |
| Familia | |
| Amigos | |
| Personas de la parroquia | |
| Otros (Especifique) | |
| Ninguno | |

Observaciones: _____

11. ¿ instituciones colaboran en la identificación y desarrollo de proyectos?

Otras fuentes de ingreso familiar

12. ¿Participa usted o su familia en programas de apoyo? Si ___ No ___

¿Cuál Programa (s)?

| Programa(s) (MAGAP ¹³ , GPZ ¹⁴ , MIPRO ¹⁵) | Origen (Estatad u otro) |
|--|-------------------------|
| | |
| | |
| | |
| | |

¹³Ministerio de Agricultura y Ganadería

¹⁴Gobierno provincial de Zamora Chinchipe

¹⁵Ministerio de producción

Anexo 9. Registro fotográfico



Foto 1. Identificación de puntos de muestreo en la quebrada Los Molinos



Foto 2. Identificación de puntos de muestreo en la quebrada Los Molinos



Foto 3. Muestreo físico químico en la parte media de la microcuenca



Foto 4. Muestreo físico químico en la parte baja de la microcuenca



Foto 5. Colección de macroinvertebrados en la quebrada Los Molinos



Foto 6. Identificación de macroinvertebrados en el laboratorio de saneamiento vegetal, de la UNL

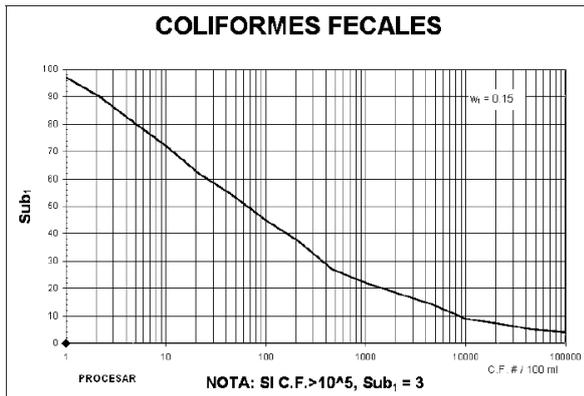


Foto 7. Captación del agua para consumo humano

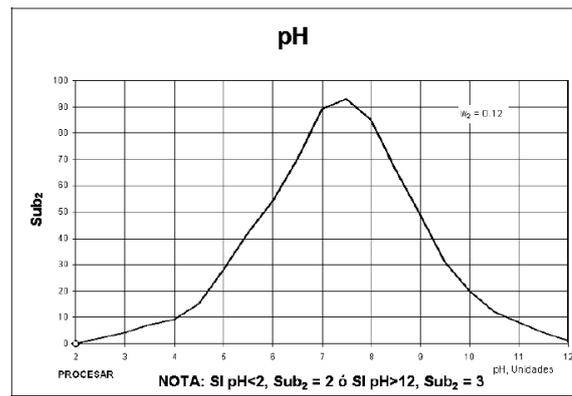


Foto 8. Tanques de captación del agua para consumo humano

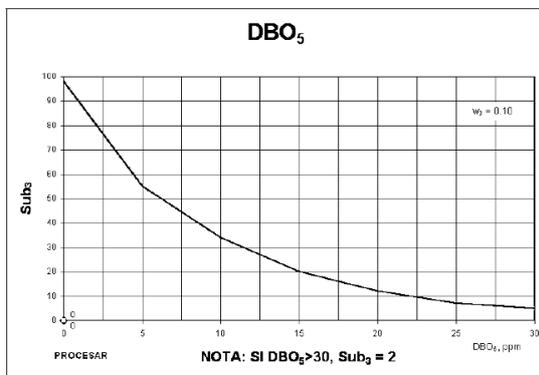
Anexo 10. Valoración de los parámetros de ponderación considerados para el ICA



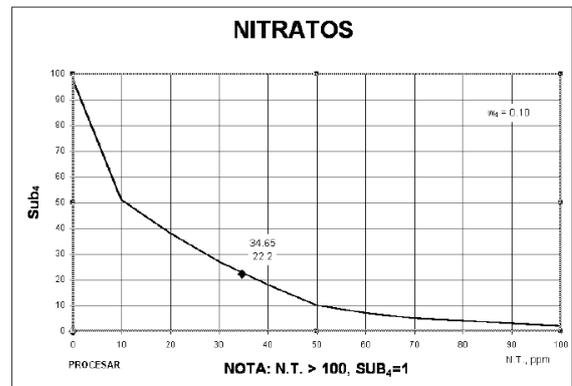
1. Valoración de la calidad de agua en función de Coliformes Fecales



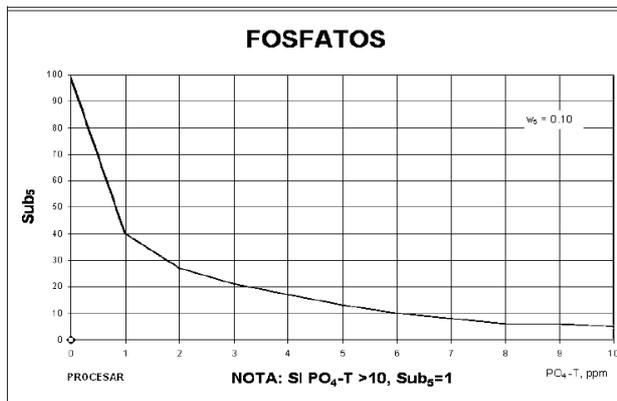
2. Valoración de la calidad de agua en función del pH



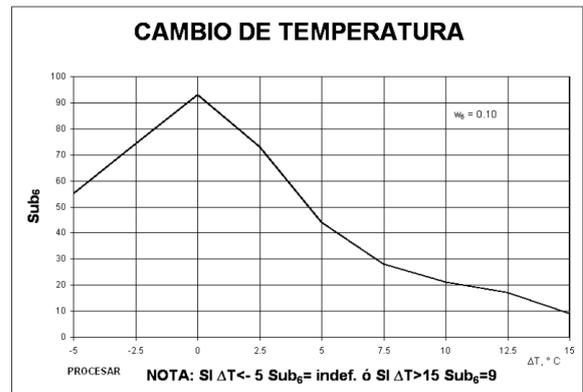
3. Valoración de la calidad de agua en función de la DBO5



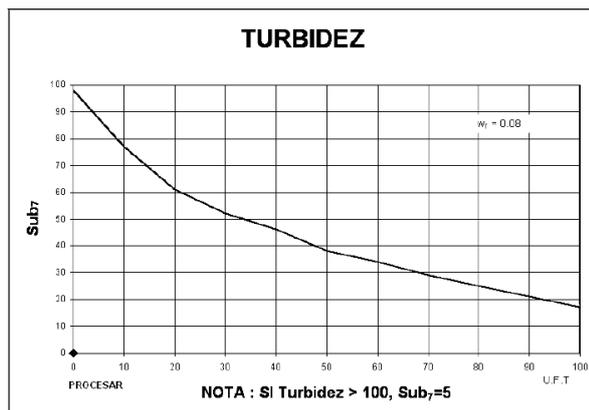
4. Valoración de la calidad de agua en función del Nitrógeno



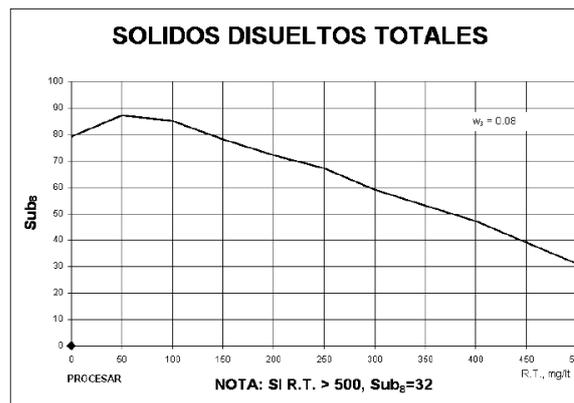
5. Valoración de la calidad de agua en función del Fósforo



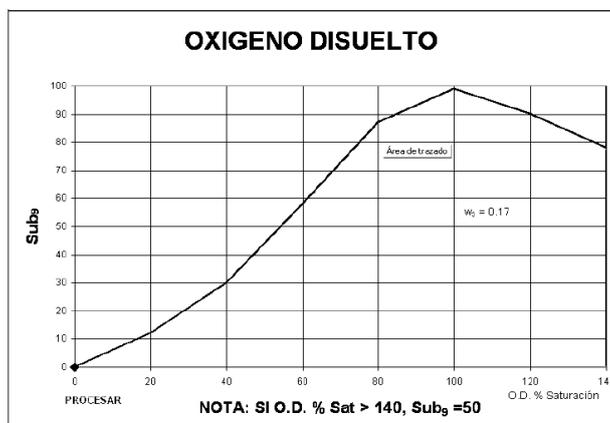
6. Valoración de la calidad de agua en función de la Temperatura



7. Valoración de la calidad de agua en función de la Turbidez



8. Valoración de la calidad de agua en función del Residuo Total



9. Valoración de la calidad de agua en función del % de Saturación del Oxígeno disuelto

Anexo 11. Análisis físico químico y microbiológico de los puntos muestreados en la microcuenca Los Molinos, en los meses de septiembre y noviembre

