



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES
RENOVABLES**

**“INCIDENCIA DE LA AGRICULTURA Y GANADERÍA SOBRE LA CALIDAD
DE AGUA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD EL
CAPULÍ, PROVINCIA DEL CARCHI”**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

AUTOR:

Flores Cerón Carlos Fernando

DIRECTORA:

Ing. Gladys Yaguana, MSc.

Ibarra – Ecuador



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS
NATURALES RENOVABLES

“INCIDENCIA DE LA AGRICULTURA Y GANADERÍA SOBRE LA CALIDAD DE AGUA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD “EL CAPULÍ”, PROVINCIA DEL CARCHI”.

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación
como requisito para obtener el Título de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

APROBADO:

Ing. Gladys Yaguana, MSc.

DIRECTORA

Ing. Oscar Rosales, MSc.

ASESOR

Ing. Mónica León, MSc.

ASESORA

Ing. Sandra Gavilanes, MSc.

ASESORA

Ibarra - Ecuador

2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES
RENOVABLES**

**“INCIDENCIA DE LA AGRICULTURA Y GANADERÍA SOBRE LA
CALIDAD DE AGUA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA
COMUNIDAD EL CAPULÍ, PROVINCIA DEL CARCHI”.**

APROBACIÓN DE LA DIRECTORA

En calidad de Directora de la tesis presentada por el señor, FLORES CERÓN CARLOS FERNANDO, como requisito previo para optar por el Título de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables, luego de haber revisado minuciosamente, doy fe de que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluado por parte del Tribunal Calificador, siendo responsable de la dirección del trabajo de investigación contenido en el presente documento.

Ibarra, 25 de octubre del 2016.

Ing. Gladys Yaguana, MSc.

DIRECTORA DE TESIS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, **Carlos Fernando Flores Cerón**, con cédula de ciudadanía Nro. **0401559810**; manifiesto la voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículo 4, 5 y 6 en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominada **“INCIDENCIA DE LA AGRICULTURA Y GANADERÍA SOBRE LA CALIDAD DE AGUA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD EL CAPULÍ, PROVINCIA DEL CARCHI”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de **Ingeniero en Recursos Naturales Renovables** en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formulario impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Carlos Fernando Flores Cerón
C.I. 0401559810

Ibarra, 25 de octubre del 2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad. Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	040155981-0		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Flores Cerón Carlos Fernando		
DIRECCIÓN:	Montúfar, San Gabriel, Colón 03-23		
E-MAIL:	charles0401@hotmail.com		
TELÉFONO FIJO:	062291099	TELEFONO MÓVIL	0983254199

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“INCIDENCIA DE LA AGRICULTURA Y GANADERÍA SOBRE LA CALIDAD DE AGUA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD EL CAPULÍ. PROVINCIA DEL CARCHI”
AUTOR:	Flores Cerón Carlos Fernando
FECHA:	Ibarra, 25 de octubre del 2016.
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Recursos Naturales Renovables
DIRECTORA:	Ing. Gladys Yaguana, MSc.

2.- AUTORIZACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, **Carlos Fernando Flores Cerón**, con cédula de ciudadanía Nro. **0401559810** en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital de la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 143.

3.-CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 25 de octubre del 2016

AUTOR:

ACEPTACIÓN



Carlos Fernando Flores Cerón
0401559810

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme vida, salud y fortaleza para poder sobrellevar las adversidades, además de dotarme de valor, humildad y sabiduría para saber afrontar cada reto.

A mis padres: Jaime Flores, Hilda Lucía Cerón quienes me han enseñado a salir adelante con su ejemplo de lucha admirable, y por su cariño incondicional, lo que me ayudó a cumplir mi meta.

A mi hija: Niagella Flores por ser mi fuente de inspiración quien me brinda ternura, amor y alegría en mi vida.

A mis hermanos Jaime y Ayde quienes siempre están presentes para brindarme sus consejos.

A mi abuela: Lola Pantoja quien me apoyado incondicionalmente en momentos difíciles.

Carlos Fernando Flores Cerón.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios por guiar mis pasos durante el largo recorrido, permitiéndome culminar mi meta tan esperada.

A mis padres quienes con su apoyo han hecho de mí una persona de apoyo a la sociedad.

A mi directora Ing. Gladys Yaguana, MSc por compartir sus conocimientos, orientando con conocimientos y responsabilidad el trabajo investigativo.

Agradezco de manera muy especial a mis asesores: Ing. Mónica León, Ing. Oscar Rosales e Ing. Sandra Gavilanes, quienes con su ayuda profesional han contribuido con mi educación y formación.

Al Departamento de Medio Ambiente del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Montúfar, por su valioso aporte con información actualizada durante el desarrollo de esta investigación.

A la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado de la comunidad de El Capulí, en especial a la señorita Presidenta Monserrate Castillo Rosero, por su inmenso apoyo y trabajo comunitario enfocado hacia el mejoramiento de la calidad de agua potable a través de la facilitación de información que ayudó con el cumplimiento de este trabajo investigativo.

RESUMEN

La investigación se efectuó en las vertientes de las tres captaciones del sistema de agua potable de la Comunidad de El Capulí, cantón Montúfar, provincia del Carchi durante el período septiembre 2014-mayo 2016. El objetivo general fue evaluar la incidencia de la agricultura y la ganadería sobre la calidad de agua del sistema de agua potable de la comunidad. Se realizó un diagnóstico de la situación actual para determinar la intensidad de las actividades agropecuarias en el área de influencia de las zonas de captación mediante la recolección de información catastral del GAD del cantón Montúfar y datos de vacunación proporcionados por el Sistema Fiebre Aftosa (SIFAE). La calidad del agua potable se determinó mediante la realización de análisis físicos y químicos de muestras de agua de las vertientes, captaciones y planta de tratamiento. Los resultados determinaron que el área de influencia de las fuentes de captación de agua superficial en la parte alta de la sub cuenca del río Huaquer sí está influida por el aumento de la frontera agrícola; en tanto que, en la parte baja es la ganadería la actividad que influye en la calidad del agua para el consumo humano del sistema en estudio. Las diferentes actividades agropecuarias registradas en las zonas de influencia se georeferenciaron mediante software: Microsoft Excel, Arc Gis 10.2 y AutoCAD 2015. Mediante metodología participativa se socializó los resultados, recalcando la importancia de la protección de fuentes hídricas y las obligaciones ambientales como agricultores y como comunidad. Con base en la información encontrada, se construyó una propuesta constituida por la construcción de un desarenador, que permitirá disminuir la turbidez del agua en la fuente de captación; además, se contempló la implementación de un sistema de purificación de agua a partir de columnas de intercambio iónico a ubicarse en planta de tratamiento con el fin de eliminar el contenido de nitritos, nitratos y fosfatos existentes en las tres captaciones del sistema.

SUMMARY

The research was conducted on the slopes of the three catchments of drinking water system of the community of El Capulí, Cantón Montúfar, Province of Carchi, during the period of September 2014 to May 2016. The overall objective was to evaluate the incidence of agriculture and livestock on water quality of the drinking water community. A diagnosis of the current situation was conducted to determine the intensity of agricultural activities in the area of influence of the catchment areas by collecting cadastral information GAD of Canton Montufar and vaccination data provided by the FMD System (SIFAE). The quality of drinking water was determined by conducting physical and chemical analyzes of water samples watersheds, catchments and treatment plant. The results determined that the area of influence of sources of surface water intakes on top of the sub Cuenca of he river Huaquer is itself influenced by the increase of the agricultural frontier; whereas, in lower livestock activity it is affecting water quality for human consumption of the system under study. The different agricultural activities recorded in the areas of influence georeferenced by software: Microsoft Excel, Arc Gis 10.2 and AutoCAD 2015. Through participatory methodology results are socialized, stressing the importance of protecting water sources and environmental obligations as farmers and as community. Based on information found, it constituted a proposal for the construction of a sand trap, which will reduce water turbidity in the source collection was built; moreover, the implementation of a water purification system from ion exchange columns to be placed in treatment plant in order to remove the content of nitrite, nitrate and phosphate in the three existing system uptakes contemplated.

1. INTRODUCCIÓN.....	- 1 -
1.1. Objetivo	- 3 -
1.1.1. Objetivo General.....	- 3 -
1.1.2. Objetivos Específicos	- 3 -
1.2. Pregunta directriz.....	- 3 -
2. REVISIÓN DE LITERATURA	- 4 -
2.1. El agua como componente abiótico.....	- 4 -
2.1.1. Evaluación de la calidad de agua.....	- 4 -
2.1.2. Efectos de la agricultura y ganadería sobre las aguas naturales	- 4 -
2.1.3. El agua potable y su calidad	- 5 -
2.1.4. Parámetros físicos y químicos del agua.....	- 5 -
2.1.4.1 Parámetros físicos.....	- 6 -
2.1.4.2. Parámetros Químicos.....	- 8 -
2.1.4.3. Características bacteriológicas o microbiológicas.....	- 12 -
2.2. Fuentes como abastecimiento de agua.....	- 13 -
2.2.1. Superficiales	- 13 -
2.2.2. Subterráneas.....	- 13 -
2.3. Cantidad de agua (caudal)	- 14 -
2.4. Sistema de abastecimiento de agua potable.....	- 15 -
2.4.1. Captaciones de aguas superficiales.....	- 15 -
2.4.2. Operación y mantenimiento de la captación de aguas superficiales	- 15 -
2.5. Contaminación del agua	- 16 -
2.5.1. Contaminantes minerales y orgánicos	- 16 -
2.5.2. Agentes Tóxicos: los pesticidas.....	- 16 -
2.5.3. Suelo como agente indirecto de la contaminación del agua	- 17 -
2.5.4. Tipos de agua en función del origen de su contaminación.....	- 18 -
2.5.4.1. Aguas residuales agrícolas.....	- 18 -
2.5.4.2. Aguas residuales ganaderas	- 18 -

2.6. Componentes de las cuencas hidrográficas	- 19 -
2.6.1. Flora.....	- 19 -
2.6.2. Fauna	- 19 -
2.6.3. Geomorfología.....	- 21 -
2.6.4. Clima	- 21 -
2.7. Componentes socio económicos y culturales	- 21 -
2.7.1. Actividades económicas	- 22 -
2.7.1.1. Agricultura.....	- 22 -
2.7.1.2. Ganadería.....	- 22 -
2.7.2. Población	- 22 -
2.8. Estrategias para mejorar la calidad de agua en los sistemas de captación de agua potable	- 23 -
2.8.1. Estrategias para tratamientos de descontaminación de agua	- 23 -
2.9. Marco Legal.....	- 24 -
2.9.1. Constitución Política de la República del Ecuador	- 24 -
2.9.2. Plan Nacional del Buen Vivir.....	- 26 -
2.9.3. Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua.	- 26 -
2.9.4. Acuerdo 061 (Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente).....	- 29 -
2.9.5. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108:2011	- 30 -
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	- 32 -
3.1. Materiales	- 32 -
3.2. Recursos Humanos	- 33 -
3.3. Metodología de trabajo.....	- 33 -
3.3.1. Localización del área de estudio.....	- 33 -
3.3.2. Identificación del área de estudio	- 35 -
3.3.3. Visita in situ.....	- 35 -
3.3.4. Observación de la incidencia de las actividades agropecuarias	- 35 -
3.3.5. Primera socialización y aprobación del tema de tesis en asamblea comunitaria en El Capulí.....	- 36 -
3.4. Caracterización del área de estudio	- 37 -

3.4.1. Caracterización Biótica.....	- 38 -
3.4.1.1. Flora y Fauna	- 38 -
3.4.2. Caracterización Abiótica	- 38 -
3.4.3 Caracterización Socio Económica	- 40 -
3.5. Determinación de la intensidad de las actividades agropecuarias en el área de influencia de las zonas de captación del sistema de agua potable de la comunidad de El Capulí ...	- 40 -
3.5.1. Evaluación sobre la influencia de la agricultura.....	- 41 -
3.5.2. Evaluación sobre la influencia de la ganadería	- 42 -
3.6. Determinación de la calidad del agua.....	- 43 -
3.6.1. Evaluación de la calidad de agua.....	- 43 -
3.6.2. Determinación de la cantidad de agua	- 47 -
3.7. Metodología de aplicación de un sistema para el mejoramiento de la calidad de agua del sistema de agua	- 48 -
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	- 49 -
4.1. Características del área de estudio.....	- 49 -
4.1.1. Flora.....	- 49 -
4.1.2. Fauna	- 53 -
4.1.3. Clima	- 56 -
4.1.4. Suelo	- 58 -
4.1.5 Pendientes.....	- 60 -
4.1.6 Hidrología.....	- 64 -
4.2. Influencia de la agricultura y ganadería	- 66 -
4.2.1. Uso actual del suelo.....	- 67 -
4.2.1.1. Uso actual para agricultura	- 68 -
4.2.1.2. Uso actual del suelo para ganadería	- 71 -
4.2.2. El área de influencia directa e indirecta.....	- 74 -
4.2.2.1. Influencia en las captaciones del Muyurco y Falso Pucará	- 75 -
4.2.2.1. Influencia en las captaciones de El Chicho	- 77 -
4.3. Cantidad y calidad de agua	- 79 -
4.3.1. Resultados de análisis de agua en la captación Muyurco	- 79 -
4.3.2. Resultados de los análisis de agua en la captación Falso Pucará	- 82 -

4.3.3. Resultados de los análisis de agua en la captación de El Chicho	- 83 -
4.3.4. Resultados de los análisis de agua en la planta de tratamiento	- 87 -
4.3.5. Comparación de resultados con las Normas Técnicas.....	- 88 -
4.4. Propuesta de estrategias para la protección y mejoramiento de la calidad de agua de las fuentes hídricas del sistema de agua potable de la Comunidad de El Capulí.....	- 92 -
4.4.1. Programa de Protección de las vertientes de las captaciones de agua.....	- 94 -
4.4.2. Programa de mejoramiento de la calidad de agua	102
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	114
5.1 CONCLUSIONES.....	114
5.2. RECOMENDACIONES.....	115
6. BIBLIOGRAFÍA	116
ANEXOS	121

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1. Escala de valores de PH del agua.....	7
Cuadro 2.2. Límites permisibles de la dureza total.....	10
Cuadro 2.3. Composición del estiércol.....	21
Cuadro 2.4. Límites permisibles para agua de consumo humano.....	30
Cuadro 2.5. Parámetros de análisis de laboratorio.....	31
Cuadro 3.1. Materiales y equipos utilizados.....	32
Cuadro 3.2. Ubicación geográfica del área de estudio.....	34
Cuadro 3.3. Puntos de muestreo en parte alta, media y baja de captaciones.....	44
Cuadro 4.1. Lista de especies de vegetación registrada en el área de estudio.....	51
Cuadro 4.2. Especies representativas de fauna.....	54
Cuadro 4.3. Listado de especies de anfibios registrados en zona de estudio.....	55
Cuadro 4.4. Listado de especies de aves registradas en zonas de estudio.....	55
Cuadro 4.5. Especies vegetales que dan alimento a las aves.....	56
Cuadro 4.6. Escala de precipitaciones.....	57
Cuadro 4.7. Tipos de suelos.....	59

Cuadro 4.8. Cobertura vegetal.....	68
Cuadro 4.9. Componentes químicos de agroquímicos.....	71
Cuadro 4.10. Cantidad de excreción de ganado de acuerdo a la edad.....	74
Cuadro 4.11. Propietarios de los predios y uso de suelo.....	76
Cuadro 4.12. Propietarios de los predios del Chicho	77
Cuadro 4.13. Resultados de variaciones de fósforo en El Muyurco.....	79
Cuadro 4.14. Resultados de variación de fosfatos en Muyurco.....	80
Cuadro 4.15. Resultados de turbiedad en el Muyurco.....	81
Cuadro 4.16. Resultados de variación de fosfatos Falso Pucará.....	82
Cuadro 4.17. Análisis de fosfatos en El Chicho.....	83
Cuadro 4.18. Resultados de turbiedad en el Chicho.....	84
Cuadro 4.19. Análisis de fosfatos en la planta.....	85
Cuadro 4.20. Concentración en ppm y límite permisible de los resultados de fosfatos.....	86
Cuadro 4.21. Concentración en ppm y límites permisibles de los resultados de nitritos	87
Cuadro 4.22. Concentración en ppm y límite permisible de los resultados de nitratos.....	88
Cuadro 4.23. Concentración en ppm y límite permisible de los resultados de turbiedad.....	89
Cuadro 4.24. Responsables del cumplimiento de la propuesta de mejoramiento de calidad de agua en la Comunidad de El Capulí.....	92
Cuadro 4.25. Proyecto de Desarrollo y capacitación comunitaria.....	96
Cuadro 4.26. Proyecto de restauración forestal.....	100
Cuadro 4.27. Proyecto de implementación de un desarenador en El Chicho.....	105
Cuadro 4.28. Iones encontrados en aguas crudas.....	109
Cuadro 4.29. Implementación de columnas de intercambio iónico.....	111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Estiércol de ganado en la vertiente de agua de la captación Muyurco.....	16
Figura 3.1. Mapa de ubicación del área de estudio.....	34

Figura 3.2. Visita in situ con representantes JAAP de El Capulí.....	37
Figura 3.3. Inspección de los lotes cercanos a las captaciones JAAP de El Capulí.....	38
Figura3.4. Primera Socialización comunitaria JAAP de El Capulí.....	39
Figura 3.5. Catastro de Montúfar en software Auto CAD 2015.....	40
Figura 3.6. Reportes SIFAE de la Comunidad La Delicia Huaquer en Montúfar.....	42
Figura 3.7. Etiqueta para muestras de agua.....	44
Figura . Toma de muestras para análisis microbiológico.....	45
Figura 3.9 Refrigeración de las muestras.....	46
Figura 4.1. Bosque de ceja andina y páramo de frailejones	50
Figura 4.2. Cultivo de papa en el páramo.....	51
Figura 4.3. Especies de zona de estudio.....	53
Figura 4.4. Estación metereológica San Gabriel.....	56
Figura 4.5. Diagrama ombrotérmico de Gaussen.....	58
Figura 4.6. Mapa de textura de suelo.....	60
Figura 4.7. Mapa de pendientes.....	61
Figura 4.8. Pendientes de las vertientes de las captaciones del Hondón.....	63
Figura 4.9. Mapa Hidrológico.....	65
Figura 4.10. Perímetro del área de estudio.....	66
Figura 4.11. Mapa de cobertura vegetal 2003.....	67
Figura 4.12. Cultivo de papa a 100 metros de la captación número dos.....	69
Figura 4.13. Desechos encontrados alrdeedor de la captación número tres.....	70
Figura 4.14. Mezclas de pesticidas encontradas a 20 metros de la vertiente de agua.....	70
Figura 4.15. Presencia de ganado a 30 metros de la captación número uno.....	71
Figura 4.16. Ganado sobre la vertiente de la captación número uno.....	72
Figura 4.17. Mapa de influencia directa e indirecta del área de El Hondón.....	75
Figura 4.18. Mapa de área directa e indirecta de influencia del sector El Chicho.....	77
Figura 4.19. Variación de fosfatos en el Muyurco.....	79
Figura 4.20. Cultivo de papa.....	79
Figura 4.21. Variación de nitrógeno amoniacal.....	80
Figura 4.22. Variación de turbiedad Muyurco.....	81
Figura 4.23. Variación de fósforo en el Falso Pucará.....	82
Figura 4.24. Variación de nitrógeno amoniacal en el Chicho.....	83

Figura 4.25. Variación de fosfatos en captación El Chicho.....	84
Figura 4.26. Variación de turbiedad en El Chicho.....	85
Figura 4.27. Variación de fosfatos en la planta de tratamiento.....	86
Figura 4.28. Comparación de resultados de fosfatos.....	87
Figura 4.29. Comparación de resultados de nitritos.....	88
Figura 4.30. Comparación de resultados de nitratos.....	89
Figura 4.31. Comparación de resultados de turbiedad.....	90
Figura 4.32. Inspección técnica captación número uno	91
Figura 4.33. Desgaste del suelo.....	93
Figura 4.34. Segunda socialización en El Capulí.....	93
Figura 4.35. Socialización de la propuesta en El Capulí.....	95
Figura 4.36. Deforestación del páramo.....	97
Figura 4.37. Areas para restauración forestal con especies nativas en la JAAP	99
Figura 4.38. Captación El Chicho.....	102
Figura 4.39. Diseño de desarenador en la captación de El Chicho.....	104
Figura 4.40. Tanques de intercambio iónico.....	106

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Una de las problemáticas que afecta a muchas fuentes o captaciones hídricas, que son consideradas como el inicio de los sistemas que proveen de agua a las poblaciones, es la “protección insuficiente de los acuíferos vulnerables contra los vertidos realizados por los seres humanos y que son provenientes de la intensificación de las actividades agrícolas y ganaderas en su mayor parte” (Fernández & Garcés, 2013).

Resaltando la gran importancia que representa el agua por su utilidad para el consumo humano, la industria y la conservación de los ecosistemas, se afirma que es el elemento natural que constituye la base fundamental para el mantenimiento y desarrollo de la vida en el planeta. El agua sustenta los ecosistemas, el abastecimiento humano y es un recurso clave para todos los procesos productivos desarrollados por el ser humano. Históricamente, todos los asentamientos humanos en el mundo se han desarrollado donde existen fuentes de abastecimiento de agua (Bórquez, Larraín, Polanco, & Urquidi, 2006, pág. 4).

De acuerdo con (SENAGUA, 2015) en la *Ley Orgánica de Recursos Hídricos, usos y aprovechamiento del agua*, se hace énfasis en que: “El agua, como recurso natural, debe ser conservada y protegida mediante una gestión sostenible y sustentable, que garantice su permanencia y calidad” (pág. 4). La protección del agua debe ser uno de los lineamientos más preponderantes a tomar en cuenta al momento de planificar y de tomar decisiones a nivel comunitario, regional o nacional. Investigaciones apuntan a que el agua “es indispensable para el desarrollo; está vinculada a todas las actividades productivas y su importancia la convierte en un recurso determinante para la calidad de vida de las poblaciones” (Alianza Latinoamericana de Fondos de Agua, 2014).

Los páramos andinos han sido una de las zonas con mayores problemas y amenazas en los últimos años. En la provincia del Carchi la tala y quema de páramos y bosques andinos, así

como el creciente avance de la frontera agrícola, han causado la fragmentación y destrucción de los ecosistemas alto-andinos, ocasionando evidentes y preocupantes cambios en el ambiente. Estas amenazas, junto con la deforestación y la introducción de ganado, dentro de un marco general de pobreza y marginación, constituyen los principales problemas que enfrenta este frágil ecosistema (Mena, 2011).

La comunidad El Capulí se encuentra ubicada al suroeste de la provincia del Carchi a tres kilómetros de la ciudad de San Gabriel. El sistema de agua potable de esta comunidad receipta el agua desde tres captaciones provenientes de fuentes de tipo superficial, dos de ellas se ubican en la parte alta del páramo y una en la parte baja. Según el *Estudio de Impacto Ambiental Definitivo* (Consulsua. Cia. Ltda., 2013) en esta zona las actividades económicas básicas son: “La ganadería y la agricultura, por lo cual existe el avance de frontera agrícola y ganadera que produce degradación de la flora nativa, desde el año 1980 debido al cambio de uso de suelo de bosques a pastos (pasto ray-grass)” (pág. 625).

En el estudio antes mencionado se realizó el análisis del área de influencia general con respecto al sistema hídrico de esta comunidad. Se determinó que el área está inmersa totalmente en la subcuenca del río Apaquí, el cual se une aguas abajo al río Chota, afluente de la cuenca del río Mira. La red hídrica está conformada por los ríos Cuasmal, Minas, San Gabriel, Tunda, Pizán, Huaquer, Cuesaca, El Colorado y una serie de quebradas que descienden y confluyen en la microcuenca. Los cursos de agua provienen de zonas del páramo, ubicadas en los extremos oriental y occidental del cantón, y de algunas vertientes que nacen en quebradas de áreas boscosas.

Considerando que la población tiene como un derecho colectivo conocer la calidad de agua que consume, al ejecutar esta investigación se aportó a ese conocimiento. Se determinó la influencia de la agricultura y ganadería sobre la calidad de agua y se socializó los resultados a los habitantes de la comunidad. Asimismo, se proponen estrategias que permiten mejorar la calidad de agua, en las cuales la participación de los habitantes es fundamental tanto para la conservación de quebradas, como para la ejecución de alternativas de restauración y toma de conciencia ambiental.

Con ello se aporta al cumplimiento del Objetivo 3 del *Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017*, que se refiere a: “Mejorar la calidad de vida de la Población” (SENPLADES, 2013). Se propone proyectos factibles en el marco de la protección de las fuentes de agua, para el abastecimiento, mejoramiento y provisión de agua para consumo humano. Estos proyectos se concretarán mediante el trabajo integral y articulado de la comunidad, la Junta Administradora de Agua Potable de la comunidad El Capulí, GAD Municipal de Montúfar, Ministerio del Ambiente y la Secretaria Nacional del Agua.

1.1. Objetivo

1.1.1. Objetivo General

Evaluar la incidencia de la agricultura y ganadería sobre la calidad de agua del sistema de agua potable de la comunidad El Capulí, provincia del Carchi.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Determinar la intensidad de las actividades agropecuarias en el área de influencia de las zonas de captación.
- Establecer la calidad del agua mediante análisis físicos y químicos antes, durante y después de las zonas de captación.
- Elaborar una propuesta de estrategias para el mejoramiento de la calidad del agua de los puntos de captación del sistema de agua potable de la comunidad de El Capulí.

1.2. Pregunta directriz

¿En qué intensidad afecta la agricultura y la ganadería a la calidad de agua en los puntos de captación del sistema de agua potable de la Comunidad El Capulí?

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA

El siguiente capítulo puntualiza el marco legal y la revisión bibliográfica pertinente para la investigación realizada.

2.1. El agua como componente abiótico

El agua es una sustancia de vital importancia para la vida con excepcionales propiedades debido a su composición y estructura. Se halla dentro de los componentes abióticos que comprenden todo lo que no tiene vida. Puede acelerar la diversidad y crecimiento de poblaciones de seres vivos (Osuna, 2009).

2.1.1. Evaluación de la calidad de agua

La calidad del agua es relativa y tiene importancia de acuerdo con el uso del recurso. La evaluación de la calidad del agua permite establecer los efectos de los núcleos de asentamiento poblacional y/o de las actividades agropecuarias sobre la calidad de las aguas dentro del lecho del río y su paso, y también medir la eficiencia del funcionamiento de las plantas de tratamiento mediante análisis físicos químicos del agua (Martinez, 2005).

2.1.2. Efectos de la agricultura y ganadería sobre las aguas naturales

Desde el punto de vista ambiental la agricultura y la ganadería ejercen efectos negativos en la calidad de agua de fuentes naturales debido a que se observa un creciente proceso de contaminación del agua por la presencia de residuos plaguicidas y por agentes contaminantes de los desechos de los animales, antibióticos, hormonas, fertilizantes y pesticidas que se usan para fumigar ciertos forrajes (Rapal Uruguay, 2010).

2.1.3. El agua potable y su calidad

La finalidad principal de las guías para la calidad del agua potable es la protección de la salud pública. Las enfermedades relacionadas con la contaminación del agua de consumo humano tienen gran repercusión sobre la salud de las personas. Las medidas destinadas a mejorar la calidad de agua de consumo proporcionan beneficios significativos para quienes la consumen y su salud. En términos generales, los mayores riesgos de una mala calidad de agua se dan por la contaminación derivada del consumo de agua contaminada con excrementos humanos o animales. Estos desechos son fuentes de patógenos como bacterias, virus protozoos y helmintos (Organización Mundial de la Salud, 2006).

2.1.4. Parámetros físicos y químicos del agua

Los indicadores deberían ser explicados bajo el concepto de sostenibilidad dentro de un proceso lógico, fusionando los aspectos ecológicos, económicos y sociales. Éstos se definen ante una situación única y dentro de un escenario específico. En cualquier estudio sobre la calidad del agua, se definirán en dependencia de los usos actuales y potenciales de la cuenca (Villegas, 2004).

Este autor indica que entre las categorías recomendadas para los diversos usos del agua están: provisión de agua para consumo doméstico e industrial, recreación, protección de organismos acuáticos, fauna y flora; usos agrícolas y pecuarios; uso comercial, hidroelectricidad, navegación, entre otros. En este contexto, los parámetros de calidad de agua se diferencian según sus orígenes biológicos, químicos y físicos; por causas principalmente de carácter antropocéntrico como el caso del uso de la tierra. Entre ellos están: pH, turbidez, oxígeno disuelto, nitratos, fosfatos, temperatura, demanda bioquímica de oxígeno, sólidos totales, coliformes fecales (Villegas, 2004).

2.1.4.1 Parámetros físicos

Las características físicas del agua, llamadas así porque pueden impresionar a los sentidos (vista, olfato, gusto). Tienen directa incidencia sobre las condiciones estéticas y de aceptabilidad del agua que va a ser utilizada para el consumo humano y uso doméstico. Por esta razón para la provisión de agua se debe tener un especial cuidado con los sabores, olores y colores del agua (Ojeda, 2012).

- **Color**

“La presencia de sustancias orgánicas, iones metálicos como hierro, magnesio, plancton y hierba pueden ser el resultado de aparición de color en el agua” (Ojeda, 2012, pág. 16). En el agua el color se altera notablemente por la presencia de algunos productos de desecho que ocasionan la contaminación estética y dificultan los procesos de fotosíntesis e intercambio de oxígeno.

- **Sabor**

El sabor suele estar íntimamente asociado al olor. En algunos casos, la presencia del cobre, zinc o hierro, pueden modificar el sabor, sin alterar el color del efluente. Su determinación se efectúa, al igual que el olor, por dilución hasta determinar el umbral de percepción y sólo se realizará con muestras que sean sanitariamente aptas para consumo humano (OMS, 2000, págs. 12-19).

- **Olor**

Generalmente los olores son producidos por sustancias volátiles gaseosas y se deben a materia orgánica en descomposición o productos químicos producidos o empleados en la industria (OMS, 2000, págs. 12-19).

- **Turbiedad**

La turbiedad es el fenómeno óptico que puede medirse por la mayor o menor resistencia del agua al paso de la luz.

Se debe a partículas que estando en suspensión, como los coloides, le dan al líquido la capacidad de dispersar la luz. Por ejemplo, tierras finamente divididas. La turbiedad debe tenerse en cuenta en la presentación del agua siendo importante la desinfección, ya que en esas partículas en suspensión se esconden pequeños organismos que se protegen del desinfectante (Barba, 2002).

- **Potencial hidrógeno (pH)**

Es el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica por la intensidad de acidez o alcalinidad de una muestra de agua. Se lo mide en una escala de valores que va desde 0 a 14, en la cual 7 significa que la sustancia es neutra, por debajo de 7 indica que la sustancia es ácida y valores por encima de 7 indican que la sustancia es básica (González, 2011).

Cuadro 2.1 Escala de valores de pH del agua

pH = 7	Aguas neutras, ni ácidas ni alcalinas
pH > 7	Aguas alcalinas o básicas
pH < 7	Aguas ácidas
pH > 9	Muy alcalinas o fuertemente alcalinas
pH < 5	Muy ácidas

Fuente: Universidad Militar Nueva Granada (2014)

- **Conductividad**

Es la capacidad de una solución acuosa para conducir una corriente eléctrica, las medidas de conductividad se usan para determinar la pureza del agua desmineralizada y los sólidos totales disueltos en aguas (Universidad Nacional de Tucuman , 2010).

- **Temperatura**

En el agua es un parámetro muy importante dada su influencia, tanto sobre el desarrollo de la vida acuática como sobre las reacciones químicas y velocidades de reacción; así como, la aptitud del agua para ciertos usos múltiples (Domenech, 2014).

2.1.4.2. Parámetros Químicos

Los parámetros químicos están relacionados con la capacidad del agua para disolver diversas sustancias entre las se puede mencionar a los sólidos disueltos totales, alcalinidad, dureza, fluoruros, materias orgánicas y nutrientes. Los riesgos para la salud asociados a los componentes químicos del agua se deben principalmente a la capacidad de los mismos para producir efectos adversos sobre la salud tras períodos de exposición prolongados (OMS, 2000).

- **Sólidos Totales Disueltos**

El agua puede contener tanto partículas en suspensión como compuestos solubilizados, definiéndose la suma de ambos como sólidos totales, lo constituyen las sales que se encuentran presentes y que no pueden ser separados del líquido por algún medio físico. Está relacionada con la conductividad eléctrica, se mide en ppm. Se determinan gravimétricamente mediante filtración, vacío o presión (Anzar, 2000).

- **Alcalinidad**

La alcalinidad del agua se mide por su capacidad para neutralizar los ácidos. En aguas naturales la alcalinidad se debe principalmente a la disolución de rocas calizas. Tiene incidencia sobre el carácter incrustante que pueda tener en el agua y si está presente en altas cantidades tiene efecto sobre el sabor y la turbiedad. Es importante en el tratamiento del agua porque reacciona con coagulantes para favorecer la floculación.

Un alto valor de la alcalinidad hace que el agua produzca efectos destructivos en las tuberías de acueducto, como el fenómeno de incrustación, lo que además disminuye la capacidad de transporte de las tuberías (Anzar, 2000).

- **Nitritos**

Son aniones que contienen nitrógeno (N) y oxígeno (O). Se pueden unir a compuestos orgánicos e inorgánicos, formando sales u otros compuestos. Los nitritos se convierten en un importante indicador de contaminación; pueden causar stress en la fauna de los ríos (Barrenechea, 2004).

- **Nitratos**

Los nitratos proceden de la descomposición natural, por microorganismos, de materiales nitrogenados orgánicos como las proteínas de las plantas, animales y excretas de animales, debido al escurrimiento agrícola. Son sales muy solubles, derivadas del nitrógeno. Los nitratos pueden encontrarse en pequeñas cantidades en el suelo, los alimentos y las aguas superficiales y subterráneas (Pérez, 2013).

- **Salinidad**

La salinidad es una propiedad importante de aguas usadas industriales y de cuerpos de agua naturales. Se puede determinar la salinidad de un cuerpo de agua con base en las determinaciones de: conductividad, densidad, índice de refracción o velocidad del sonido en agua (Barrenechea, 2004).

- **Cloro residual**

La determinación del cloro residual sirve para medir la cantidad de cloro en exceso en el agua. Para obtener una desinfección adecuada del agua se debe agregar suficiente cloro para satisfacer la demanda y asegurar la destrucción de la vida bacteriana. La permanencia

de un residuo final indica si tales reacciones químicas y biológicas se completaron. La determinación del cloro es importante y se debe realizar con frecuencia (cada hora, como mínimo) porque constituye el recurso inmediato para garantizar, en parte, las condiciones bacteriológicas del agua (CIMAD, 2012).

- **Dureza total**

La dureza es una característica química del agua que está determinada por el contenido de carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos y ocasionalmente nitratos de calcio y magnesio. La dureza es indeseable en algunos procesos, tales como el lavado doméstico e industrial, provocando que se consuma más jabón, al producirse sales insolubles.

La dureza es caracterizada comúnmente por el contenido de calcio y magnesio y expresada como carbonato de calcio equivalente (Gómez, 2009).

Cuadro 2.2. Límites permisibles de dureza total

Dureza como CaCO₃ mg/l	Interpretación
0-75mg/l	agua suave
75-150mg/l	agua poco dura (Apta para consumo)
150-300mg/l	agua dura
> 300mg/l	agua muy dura
En agua potable el límite máximo permisible es de 300 mg/l de dureza. En agua para calderas el límite es de 0 mg/l de dureza	

Fuente: Gómez (2009)

- **Fosfatos**

Es común encontrar fosfatos en el agua. Son nutrientes de la vida acuática y limitante del crecimiento de las plantas. Sin embargo, su presencia está asociada con la eutrofización de las aguas, con problemas de crecimiento de algas indeseables en embalses y lagos, con acumulación de sedimentos, entre otros.

Las especies químicas de fósforo más comunes en el agua son los ortofosfatos, los fosfatos condensados (piro, meta y polifosfatos) y los fosfatos orgánicos. Estos fosfatos pueden estar solubles como partículas de detritus o en los cuerpos de los organismos acuáticos (Barrenechea, 2004).

Para una buena interpretación de la presencia de fosfatos en las fuentes de aguas crudas, es recomendable la diferenciación analítica de las especies químicas existentes en ellas. La fuente principal de los fosfatos orgánicos son los procesos biológicos. Estos pueden generarse a partir de los ortofosfatos en procesos de tratamiento biológico o por los organismos acuáticos del cuerpo hídrico.

- **Fluoruros**

Es el más electronegativo de todos los elementos químicos y por consiguiente, nunca se encuentra en la naturaleza en su forma elemental. Se encuentra fundamentalmente, en las rocas marinas y en las rocas volcánicas, así como en las profundidades de la corteza terrestre, pero en su mayor parte combinado como fluorados en minerales y otros compuestos. Su presencia en el agua de consumo a concentraciones adecuadas combate la formación de caries dental, principalmente en los niños (0,8 a 1,2 mg/l). Sin embargo, si la concentración de fluoruro en el agua es alta, podría generar manchas en los dientes (fluorosis dental) y dañar la estructura ósea (Ojeda, 2012).

- **Sulfatos**

Los sulfatos están presentes de forma natural en muchos minerales y se utilizan comercialmente, sobre todo en la industria química. Se liberan al agua procedente de residuos industriales y mediante precipitación desde la atmósfera; no obstante, las concentraciones más altas suelen encontrarse en aguas subterráneas y provienen de fuentes naturales (OMS, 2000).

- **Hierro**

El hierro es un constituyente normal del organismo humano (forma parte de la hemoglobina). Por lo general sus sales no son tóxicas en las cantidades que se hallan comúnmente en las aguas naturales.

Tiene gran influencia en los ciclos de los fosfatos, lo que hace que su importancia sea muy grande desde el punto de vista biológico. Este metal en solución contribuye con el desarrollo de microorganismos que pueden formar depósitos molestos de óxido férrico en la red de distribución (Barrenechea, 2004).

2.1.4.3. Características bacteriológicas o microbiológicas

A través de los análisis bacteriológicos se determina el riesgo que involucra consumir agua contaminada, porque determinan la presencia de bacterias coliformes, que son habitantes normales del tracto intestinal del hombre y de los animales y son indicadores de la calidad bacteriológica del agua.

Cuando se encuentra presencia de coliformes, se deduce que existe contaminación por materia fecal y es probable que existan otras bacterias protozoos o virus nocivos y el agua no es apta para el consumo humano. La calidad bacteriológica se expresa como número más probable (NMP) en 100 mililitros de agua, o en unidades formadoras de colonias (ufc) (Barba, 2002).

- **Coliformes Fecales**

La bacteria coliforme fecal presente en las heces humanas y animales de sangre tibia, puede entrar en los cuerpos de agua por medio de desechos directos de mamíferos y aves o a través de corrientes de agua que acarrear desechos y agua de drenaje. Los organismos patógenos incluyen la bacteria coliforme fecal, así como bacterias, virus y parásitos que causan enfermedades (Camacho G. , 2009).

- **Coliformes Totales**

Los coliformes totales son bacilos gramnegativos, aerobios y anaerobios facultativos, no esporulados. Una elevada proporción de los coliformes que existen en los sistemas de distribución no se debe a un fallo en el tratamiento en la planta, sino a un recrecimiento de las bacterias en las conducciones (OMS, 2000).

2.2. Fuentes como abastecimiento de agua

El uso como abastecimiento de agua se designa para agua potable, aquella que tiene un tratamiento convencional y es apta para el consumo humano; para uso agrícola que emplea agua sin tratamiento, que es aptas para el riego y consumo animal, uso industrial y comercial (Fernández & Garcés, 2013). El agua requerida para proporcionar el servicio de acueducto se toma de una o más fuentes de abastecimiento, y puede ser clasificada de acuerdo con su origen en:

2.2.1. Superficiales

Estas fuentes son las utilizadas para grandes abastecimientos por su abundancia. Presentan alta vulnerabilidad a la contaminación natural y artificial, por lo cual este tipo de fuente requiere tratamiento para su potabilización. Las aguas superficiales se dividen en las corrientosas, como los ríos, canales y arroyos, y las de almacenamientos como las de lagos, embalses y los mares (Rodríguez, 2001).

2.2.2. Subterráneas

En todas las regiones del mundo el agua se ha convertido en un factor importante para diversas actividades económicas y sociales, indispensable para la salud humana, la producción de alimentos y la industria.

Aunque 70% de la superficie del planeta está compuesta por agua, solamente 2,5% es dulce, y de esta última poco menos de 0,3% es agua superficial. La cantidad de agua dulce superficial junto con la subterránea de todo el planeta es menor a 1% lo que implica que solamente 200 000 km³ están disponibles para el consumo humano y el mantenimiento de los ecosistemas naturales (Guerrero, Rives, Rodríguez, Saldívar, & Cervantes, 2009).

La disponibilidad de agua en el mundo es muy variada, existen países que poseen una gran cantidad del recurso para consumo humano y en otros existe escasez. Esto indica que la distribución de agua en el mundo no es equitativa, y que, así como muchas regiones poseen suficientes cantidades de agua para cubrir sus necesidades no la están manejando adecuadamente.

La dinámica del ciclo hidrológico es única. Conforme la humanidad ha tenido la necesidad de modificar el ciclo natural para poder aprovechar el agua y satisfacer sus necesidades, se ha podido observar la generación de ciclos artificiales o antrópicos del agua. Éstos no solo modifican su circulación, sino que implican una variación en sus características y su calidad (Fernández & Mortier, 2005).

Desde la perspectiva del ciclo hidrológico natural el agua dulce es un recurso renovable, pero es finito. La contaminación generada por diversos usos como agricultura, ganadería y consumo humano, conlleva a su escasez y el agua deja de ser apta para ser consumida por la humanidad.

2.3. Cantidad de agua (caudal)

Cantidad de agua que pasa por un área en determinado tiempo, se denomina caudal. (Fernández & Garcés, 2013). Existen varios métodos para la determinación de caudales. Uno de ellos es el método volumétrico, que consiste en utilizar un recipiente de 12 litros y medir el tiempo de llenado con un cronómetro, para posteriormente promediar los resultados y obtener el caudal Q (l/s), aplicando la relación de:

$$Q = V/T$$

Dónde:

Q= Caudal

V= Volumen (l)

T= Tiempo (s)

2.4. Sistema de abastecimiento de agua potable

Un sistema de abastecimiento de agua potable consiste en un conjunto de obras necesarias para captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir el agua desde fuentes naturales ya sean subterráneas o superficiales hasta las viviendas de los habitantes que serán favorecidos con dicho sistema. Un correcto diseño del sistema conlleva al mejoramiento de la calidad de vida, salud, desarrollo de la población. Por esta razón un sistema de abastecimiento debe cumplir con normas y regulaciones vigentes (Bórquez, Larraín, Polanco, & Urquidi, 2006).

2.4.1. Captaciones de aguas superficiales

Son estructuras que se construyen en las fuentes de abastecimiento para derivar el caudal necesario que garantice agua en cantidad suficiente a la población (Organización Panamericana de la Salud, 2001). En este tipo de captación es necesario localizar una corriente de agua con escurrimiento permanente, con el fin de garantizar el servicio todo el año.

2.4.2. Operación y mantenimiento de la captación de aguas superficiales

A través de este componente se transporta agua cruda dependiendo del caudal de agua y de la topografía del terreno mediante canales o tuberías. Las obras de red permiten llevar el agua por aducción y luego a presión a la planta de potabilización. La operación de esta

estructura, se concreta al manejo de válvulas y compuertas para regular el caudal de ingreso al sistema y para la evacuación de las arenas y lodos removidos.

El mantenimiento se dirige a la limpieza de la estructura y de las rejillas, la cual se hará sólo con cepillo y agua sin detergente o jabón. La intensidad de la operación y el mantenimiento se harán de acuerdo con la dinámica del sistema y se llevará en registro las acciones y observaciones, con el objetivo de tomar acciones que optimicen la labor de operación y mantenimiento (Tapia, 2012).

2.5. Contaminación del agua

Es la acción y efecto de introducir material químico, físico, biológico o formas de energía en un cuerpo hídrico (ríos, lagos, océanos) que degrada la calidad del agua o induce condiciones en el agua que, de modo directo o indirecto, implican una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica. Afecta a los organismos que viven en ella así como a los que la consumen, puede ser generada de forma natural o por influencia de actividades generadas por el hombre (OMS, 2000).

2.5.1. Contaminantes minerales y orgánicos

Pueden ser sustancias tóxicas como los metales pesados plomo, mercurio y otros elementos que afectan al olor, color y sabor del agua como el cobre, el hierro; y, otros la como materia orgánica que producen el desarrollo de las algas y la eutrofización, que se evidencia por la disminución de la cantidad de O₂ disuelto en el agua (Anzar, 2000). Esta descenso de la cantidad de oxígeno se debe al consumo que realizan los organismos vivos, que se han incrementado (Fernández & Garcés, 2013).

2.5.2. Agentes Tóxicos: los pesticidas

Se consideran como agentes tóxicos, aquellas sustancias capaces de producir efectos nocivos en organismos vivos, desde daños en sus funciones o la muerte, pueden ser

químicos o físicos. La magnitud del daño está relacionada con la exposición de los organismos vivos a dichos agentes (Guerrero I. , 2010).

Algunas de las técnicas actuales, por ejemplo el monocultivo, favorecen la propagación de las plagas. En los monocultivos crece un solo tipo de planta en grandes extensiones de terreno y los organismos que se alimentan de esa planta se encuentran con una situación excelente para alimentarse de ella y aumentar la población. Los pesticidas ayudan a combatir los daños causados por las plagas y su composición química tiene efectos secundarios negativos sobre el suelo y el agua (Barba, 2002).

Si acaban con las plagas es porque son sustancias tóxicas, y su uso excesivo e inapropiado puede causar contaminación, tanto del ambiente como de los mismos alimentos y, en algunos casos, daños en la salud de los agricultores o de otras personas. El pesticida ideal debe tener lo que se llama "acción restringida", es decir, es un producto que mata al organismo que forma la plaga sin dañar a las otras especies. También debe ser de rápida descomposición, química o biológica, para que origine compuestos no peligrosos (Barba, 2002).

2.5.3. Suelo como agente indirecto de la contaminación del agua

Se denomina suelo contaminado a una porción de terreno superficial o subsuperficial, cuya calidad se alteró como consecuencia del vertido directo o indirecto de residuos o productos peligrosos. Se considera que un suelo está contaminado cuando ha superado su capacidad de amortiguación para una o varias sustancias, y como consecuencia pasa de actuar como un sistema protector a ser causa de problemas para el agua, la atmósfera y los organismos (Crosara, 2011, pág. 5). El impacto ambiental sobre el suelo ha originado que la contaminación del mismo sea un problema ambiental debido a los riesgos indirectos que pueden ejercer sobre las cuencas hidrográficas ya que por filtración esta contaminación llegaría al agua de la cuenca (Asamtech, 2010).

2.5.4. Tipos de agua en función del origen de su contaminación

La contaminación hídrica o contaminación del agua es una modificación de ésta generalmente provocada por el ser humano. La contaminación, la vuelve impropia o peligrosa para el consumo humano, la industria, la agricultura, la pesca y las actividades recreativas, así como para los animales y la vida natural y cotidiana (Pérez, 2013).

2.5.4.1. Aguas residuales agrícolas

Los pesticidas presentes en las aguas contaminadas llegan a todos los organismos a través de las cadenas tróficas por un proceso llamado bioacumulación. Los trabajos agrícolas producen vertidos de pesticidas, fertilizantes y restos orgánicos de animales y plantas que contaminan de una forma difusa pero muy notable las aguas. La contaminación producida por la agricultura se debe, en mayor parte, a los pesticidas, insecticidas y fertilizantes, que producen principalmente un aumento en la concentración de nitratos y fosfatos, pudiendo dar lugar a procesos de eutrofización del agua (Barba, 2002).

2.5.4.2. Aguas residuales ganaderas

Los tipos de contaminantes de estas aguas son materia orgánica y microorganismos que pueden alterar la calidad de agua de los pozos y aguas subterráneas cercanas (Bavera, 2006). En la figura 2.1 se puede observar contaminación del suelo por estiércol de ganado.



Figura 2.1 Estiércol de ganado en la vertiente de agua de la captación Muyurco

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

2.6. Componentes de las cuencas hidrográficas

En la cuenca hidrológica están contenidos los recursos naturales básicos para múltiples actividades humanas, como el agua, el suelo, la vegetación, la flora, la fauna. Todos ellos mantienen una continua y particular interacción con los aprovechamientos y desarrollos productivos del hombre (Parra, 2009).

2.6.1. Flora

Este componente incluye los bosques naturales, artificiales, cultivos, pastos, vegetación de páramo. Es un elemento importante dentro del ciclo hidrológico de una cuenca por la evapotranspiración que produce y también por el papel que juega en el amortiguamiento del impacto del agua sobre el suelo (Mena, 2011).

En zonas ganaderas cobran especial importancia los pastizales naturales, que son aquellas zonas que debido a una serie de limitaciones físicas no son aptas para el tipo de cultivo tradicional actual y que, constituyen fundamentalmente una fuente de forraje basada en plantas nativas, Los pastizales naturales de la Cuenca constituyen uno de los principales recursos forrajeros en los sistemas ganaderos. Ellos cuentan con especies invernales y estivales que permiten, con herramientas de bajo costo y fácil aplicación, adecuar la oferta de pasto al sistema ganadero con niveles aceptables de producción manteniendo el recurso aún en situaciones adversas (Asamtech, 2010).

2.6.2. Fauna

Es un indicador del estudio de equilibrio natural en que se encuentra la cuenca. Es importante no solamente porque constituye un elemento útil para los pobladores, sino también porque es parte primordial de los ecosistemas. Ayuda a mantener el equilibrio ecológico de la cuenca, por su participación activa en el ciclo de formación de nutrientes y las cadenas tróficas (Osuna, 2009).

En sistemas agropecuarios a menudo se encuentra en mayor proporción el ganado bovino, representado por un conjunto de vacas o bueyes que son domesticados por el ser humano para su aprovechamiento y producción, son mamíferos herbívoros de los cuales se puede aprovechar su carne, piel o leche, siendo así una gran inversión económica. Se alimentan de forrajes los cuales cubren todas sus necesidades alimenticias (Bavera, 2006).

Los nutrientes requeridos para la alimentación de los bovinos comprenden:

- Energía
- Proteína
- Fibra
- Grasas
- Macrominerales
- Microminerales
- Vitaminas

En cuanto al volumen de estiércol producido por las distintas especies animales son variables de acuerdo al peso y al tipo de alimentación y manejo de los mismos. Las heces están compuestas principalmente por agua y por los elementos digeridos, ya sea por fibra indigerible o por fracciones alimenticias que pasaron muy rápido por el tracto intestinal. En particular las heces del bovino tienen alto contenido de agua, la que está en relación directa con la cantidad de heces excretadas y con la mayor o menor aptitud para concentrarlas (Bavera, 2006). En el cuadro 2.3, se ubica la composición del estiércol de ganado bovino, como también los nutrientes contenidos en aguas residuales.

Cuadro 2.3: Composición de nutrientes en aguas residuales y estiércol de bovinos

Clase de estiércol	N. total	P₂O₅	K₂O	Ca	Mg
Aguas residuales	1.5-5.0	1.5-5.0	0.1-0.3	4.0-6.0	0.6-2.0
Bovinos	2.3-4.7	0.9-2.1	4.2-7.6	1.0-4.2	0.6-1.1

Fuente: (Bavera, 2006)

2.6.3. Geomorfología

Trata la forma de la corteza terrestre, está estrechamente relacionada con factores como el clima, relieve, tiempo de formación del suelo, material parental. Es importante porque proporciona los datos sobre las condiciones de drenaje, erosión, deslaves y las geoformas que definen la topografía de los paisajes (Crosara, 2011).

2.6.4. Clima

Es un factor muy importante en el manejo de cuencas, ya que el clima condiciona los usos que se puede dar al suelo, y además es uno de los agentes que provoca la erosión. Está determinado por la temperatura, precipitación, nubosidad, vientos y humedad relativa (Mena, 2011).

2.7. Componentes socio económicos y culturales

El estudio de las condiciones de las comunidades involucradas constituye un paso esencial en el manejo de cuencas. El componente socioeconómico es, en donde se describen los aspectos demográficos, condiciones económicas, características de los servicios de salud, educación, vivienda y servicios básicos, que brindan un panorama de las condiciones en las que la población del área se desenvuelve. De igual forma, se enlistan los actores sociales predominantes en el área y se realiza un análisis de la percepción de la población frente a las vertientes. El hombre es el elemento de mayor importancia en una cuenca, porque es quien determina si se hace un buen uso de los recursos naturales y de los servicios ambientales que ofrece la misma; haciendo un uso adecuado o inadecuado, es también el que planifica la administración de los recursos existentes en ella, siendo él, el principal beneficiario de dicha planificación (Consulsua. Cia. Ltda., 2013).

2.7.1. Actividades económicas

Un aspecto muy importante es también conocer cuál es la principal actividad económica de la población, para de esta manera poder desarrollar programas comunitarios orientados al apoyo y promoción de dicha actividad. La actividad económica es la que se encarga de generar recursos económicos a través del ejercicio de alguna actividad específica (Argandoña, 2013).

2.7.1.1. Agricultura

Es la actividad del hombre que se usa para la obtención de alimentos vegetales abundantes a través de diferentes técnicas que se basan en el manejo adecuado de la tierra (Ministerio de Agricultura de Colombia, 2001).

2.7.1.2. Ganadería

La empresa ganadera es una unidad económica de producción que combina los factores tierra, mano de obra entre otras mediante una determinada técnica con el fin de producir bienes como leche, carne, entre otras cosas que son destinadas al mercado, es por lo tanto una unidad de control y toma de decisiones (Crosara, 2011).

2.7.2. Población

Es el conglomerado humano, política y jurídicamente organizado que integra un estado como uno de sus elementos constitutivos. En el manejo de cuencas es necesario conocer las principales características de la población involucrada, se pueden usar estadísticas como la densidad poblacional, la tasa de crecimiento, tamaño de las familias, desplazamiento poblacional o migración interna (Asamtech, 2010).

2.8. Estrategias para mejorar la calidad de agua en los sistemas de captación de agua potable

Para el Conjunto de Investigaciones en Medioambiente y Desarrollo (CIMAD, 2012), se necesita un conjunto de estrategias para mejorar la calidad de agua en un sistema de captación de agua, estas estrategias son procesos químicos, físicos o biológicos mediante los cuales las sustancias objetables que contiene el agua son removidas o transformadas en sustancias inocuas” (pág. 4). La finalidad de estas estrategias es obtener aguas con las características adecuadas para el consumo humano o del uso que se le pretenda dar, por lo que la combinación de los procesos va a variar en función, tanto de las propiedades del agua de partida como las de su destino final.

El objetivo de estos tratamientos es, en general, reducir la carga de contaminantes del vertido y convertirlo en inocuo para el medio ambiente. Para cumplir estos fines se usan distintos tipos de tratamiento dependiendo de los contaminantes que arrastre el agua y de otros factores más generales, como localización de la planta depuradora, clima, ecosistemas afectados, entre otros (CIMAD, 2012, pág. 5).

2.8.1. Estrategias para tratamientos de descontaminación de agua

Dentro de las estrategias se contemplan los llamados tratamientos: primario, secundario y terciario. El tratamiento primario contempla el uso de estrategias físicas tales como rejillas, tanques de sedimentación y flotación, desarenadores para la eliminación de sólidos sedimentables y flotantes presentes en el agua. En el tratamiento secundario se realizan procesos biológicos y químicos los que se emplean para eliminar la mayor parte de la materia orgánica y elementos patógenos. En el tratamiento terciario se emplean combinaciones adicionales de los procesos y operaciones unitarias con el fin de eliminar otros componentes tales como: nitrógeno, fósforo, cuya reducción con los anteriores procesos no sea significativa (Crosara, 2011).

2.9. Marco Legal

De acuerdo con el análisis de la normativa legal a nivel nacional y local que garantice la protección del recurso hídrico, la investigación está sustentada de la siguiente manera:

- Constitución Política de la República del Ecuador, año 2008.
- Plan Nacional del Buen Vivir
- Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua.
- Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente.
- Norma INEN 1108

2.9.1. Constitución Política de la República del Ecuador

La Constitución Política del Estado promulga los deberes y derechos de los ciudadanos, con respecto al recurso hídrico; y le atribuye a las instituciones públicas correspondientes las competencias que cada una posee con respecto a este recurso, conforme a esto la investigación se ampara en los siguientes artículos:

Art. 12.- El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, SUMAK KAWSAY. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Art. 318.- El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable e imprescriptible del Estado, y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos. Se prohíbe toda forma de privatización del agua. La

gestión del agua será exclusivamente pública o comunitaria. El servicio público de saneamiento, el abastecimiento de agua potable y el riego serán prestados únicamente por personas jurídicas estatales o comunitarias.

Art. 395.- La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

Art. 404.- El patrimonio natural del Ecuador único e invaluable comprende, entre otras, las formaciones físicas, biológicas y geológicas cuyo valor desde el punto de vista ambiental, científico, cultural o paisajístico exige su protección, conservación, recuperación y promoción. Su gestión se sujetará a los principios y garantías consagrados en la Constitución y se llevará a cabo de acuerdo al ordenamiento territorial y una zonificación ecológica, de acuerdo con la ley.

Art. 405.- El sistema nacional de áreas protegidas garantizará la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas. El sistema se integrará por los subsistemas estatal, autónomo descentralizado, comunitario y privado, y su rectoría y regulación será ejercida por el Estado.

Art. 406.- El Estado regulará la conservación, manejo y uso sustentable, recuperación, y limitaciones de dominio de los ecosistemas frágiles y amenazados; entre otros, los páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos y manglares, ecosistemas marinos y marinos-costeros.

Art. 411.- El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La

sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

2.9.2. Plan Nacional del Buen Vivir

El plan nacional del buen vivir iniciado en el 2013 y con vigencia hasta el 2017 permite sustentar esta investigación bajo sus objetivos y políticas.

Objetivo 7: Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental, territorial y global.

Política 7.6: Gestionar de manera sustentable y participativa el patrimonio hídrico, con enfoque de cuencas y caudales ecológicos para asegurar el derecho humano al agua.

2.9.3. Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua

La Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua (Asamblea Nacional República del Ecuador, 2014) promueve el cumplimiento de la Constitución Política del Estado en los deberes y derechos de los ciudadanos; con respecto al recurso hídrico y los artículos que sustentan legalmente esta investigación son los siguientes:

Art.12.- Protección, recuperación y conservación de fuentes

El Estado, los sistemas comunitarios, juntas de agua potable y juntas de riego, los consumidores y usuarios, son corresponsables en la protección, recuperación y conservación de las fuentes de agua y del manejo de páramos, así como la participación en el uso y administración de las fuentes de aguas que se hallen en sus tierras, sin perjuicio de las competencias generales de la Autoridad Única del Agua de acuerdo con lo previsto en la Constitución y en esta Ley.

Art. 13.- Formas de conservación y de protección de fuentes de agua

Constituyen formas de conservación y protección de fuentes de agua: las servidumbres de uso público, zonas de protección hídrica y las zonas de restricción.

Los terrenos que lindan con los cauces públicos están sujetos en toda su extensión longitudinal a una zona de servidumbre para uso público, que se regulará de conformidad con el Reglamento y la Ley.

Para la protección de las aguas que circulan por los cauces y de los ecosistemas asociados, se establece una zona de protección hídrica. Cualquier aprovechamiento que se pretenda desarrollar a una distancia del cauce, que se definirá reglamentariamente, deberá ser objeto de autorización por la Autoridad Única del Agua, sin perjuicio de otras autorizaciones que procedan.

Artículo 57.-Definición. El derecho humano al agua

Es el derecho de todas las personas a disponer de agua limpia, suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal y doméstico en cantidad, calidad, continuidad y cobertura.

Forma parte de este derecho el acceso al saneamiento ambiental que asegure la dignidad humana, la salud, evite la contaminación y garantice la calidad de las reservas de agua para consumo humano.

Artículo 64.- Conservación del agua

La naturaleza o Pacha Mama tiene derecho a la conservación de las aguas con sus propiedades como soporte esencial para todas las formas de vida. En la conservación del agua, la naturaleza tiene derecho a:

- a) La protección de sus fuentes, zonas de captación, regulación, recarga, afloramiento y cauces naturales de agua, en particular, nevados, glaciares, páramos, humedales y manglares;
- c) La preservación de la dinámica natural del ciclo integral del agua o ciclo hidrológico;
- d) La protección de las cuencas hidrográficas y los ecosistemas de toda contaminación; y,

e) La restauración y recuperación de los ecosistemas por efecto de los desequilibrios producidos por la contaminación de las aguas y la erosión de los suelos.

Sección Tercera. Gestión y Administración de los Recursos Hídricos

Art. 14.- Cambio de uso del suelo

El Estado regulará las actividades que puedan afectar la cantidad y calidad del agua, el equilibrio de los ecosistemas en las áreas de protección hídrica que abastecen los sistemas de agua para consumo humano y riego; con base en estudios de impacto ambiental que aseguren la mínima afectación y la restauración de los mencionados ecosistemas.

Art. 32.- Gestión pública o comunitaria del agua

La gestión comunitaria del agua, la realizarán las comunas, comunidades, pueblos, nacionalidades y juntas de organizaciones de usuarios del servicio, juntas de agua potable y juntas de riego. Comprende de conformidad con esta Ley la participación en la protección del agua, la administración, operación y mantenimiento de infraestructura de la que se benefician los miembros de un sistema de agua y que no se encuentre bajo la administración del Estado.

Sección Sexta Gestión Comunitaria del Agua

Art. 43.- Definición de juntas administradoras de agua potable

Su accionar se fundamenta en criterios de eficiencia económica, sostenibilidad del recurso hídrico, calidad en la prestación de los servicios y equidad en el reparto del agua.

Art. 44.- Deberes y atribuciones de las juntas administradoras de agua potable

Constituyen deberes y atribuciones de las juntas administradoras de agua potable comunitarias, los siguientes:

1. Establecer, recaudar y administrar las tarifas por la prestación de los servicios, dentro de los criterios generales regulados en esta Ley y el Reglamento.

2. Rehabilitar, operar y mantener la infraestructura para la prestación de los servicios de agua potable.

3. Gestionar con los diferentes niveles de gobierno o de manera directa, la instrucción y financiamiento de nueva infraestructura. Para el efecto deberá contar con la respectiva viabilidad técnica emitida por la Autoridad Única del Agua.

4. Participar con la Autoridad Única del Agua en la protección de las fuentes de abastecimiento del sistema de agua potable, evitando su contaminación.

2.9.4. Acuerdo 061 (Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente).

Parágrafo I

DEL AGUA

Art. 209. De la calidad del agua

Son las características físicas, químicas y biológicas que establecen la composición del agua y la hacen apta para satisfacer la salud, el bienestar de la población y el equilibrio ecológico. La evaluación y control de la calidad de agua, se la realizará con procedimientos analíticos, muestreos y monitoreos de descargas, vertidos y cuerpos receptores; dichos lineamientos se encuentran detallados en el Anexo I.

Toda actividad antrópica deberá realizar las acciones preventivas necesarias para no alterar y asegurar la calidad y cantidad de agua de las cuencas hídricas, la alteración de la composición físico-química y biológica de fuentes de agua por efecto de descargas y vertidos líquidos o disposición de desechos en general u otras acciones negativas sobre sus componentes, conllevará las sanciones que correspondan a cada caso. En el cuadro 2.4 se puede observar los límites máximos permisibles para agua de consumo humano.

Cuadro 2.4: Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional.

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Bifenilo policlorados/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

Fuente: TULSMAE. (MAE, 2002).

2.9.5. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108:2011

La norma técnica ambiental es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y Control de la

Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de estos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional (INEN, 2011).

Esta norma establece los requisitos específicos físicos, químicos y microbiológicos que debe cumplir el recurso hídrico para que sea apto para el consumo humano y se aplica a todos los sistemas de abastecimiento de agua potable como se puede ver en el cuadro 2.5.

Cuadro 2.5 Parámetros para análisis de laboratorio

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	MÉTODO DE ANÁLISIS
AGUA POTABLE			
Análisis Físico			
Temperatura	°C		Termométrico
Ph		6.5 - 8.6	Electrométrico
Color	Utc	15	Comparación Visual Pt-Co
Turbiedad	Ntu	5	Nefelométrico
Olor		No Objetable	
Sabor		No Objetable	
Solidos Totales Disueltos	Mg/L	1015	Conductivímetro
Conductividad	Us/Cm	1390	Conductivímetro
Análisis Químico			
Alcalinidad TOTAL (Caco3)	Mg/L	370	Volumétrico
Dureza Total(Caco3)	Mg/L	250	Volumétrico (Edta)
Fosfatos (Po4)3-	Mg/L	0,1	Fotométrico
Hierro (Fe)	Mg/L	0,3	Fotométrico
Nitratos (No3)	Mg/L	50	Fotométrico
Nitritos(No2)	Mg/L	0,2	Fotométrico
Nitrógeno Amoniacal(N)	Mg/L	0,5	Fotométrico
Sulfatos(So4)2-	Mg/L	200	Fotométrico
Fluoruros(F)	Mg/L	1,5	Fotométrico
Cloro Residual(Cl2)	Mg/L	0.3 - 1.5	Dpd
Análisis Microbiológico			
Coliformes Totales	Ufc/100 MI	-	Potatest
Coliformes Fecales	Ufc/100 MI	< 1	Potatest

Fuente: Análisis de aguas potables APHA-AWWA-WPCF, edición N° 17, Norma técnica ecuatoriana INEN 1108-2010. Fuente: Laboratorio EPMAPA-B.

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

En este capítulo se explica los materiales y métodos que fueron utilizados para el desarrollo de la presente investigación, en cuanto al levantamiento de información y el cumplimiento de los objetivos propuestos.

3.1. Materiales

Los recursos materiales, suministros y equipos usados en la presente investigación, se indican en el Cuadro 3.1.

Cuadro 3.1 Materiales y equipos utilizados

Campo	<ul style="list-style-type: none">• Flexómetro• Sellos y etiquetas• Frascos ámbar de 200ml• Recipientes de plástico de 2 litros• Guantes quirúrgicos• Cooler• Gel refrigerante• Papel contac• Balde graduado de 12 litros
Oficina	<ul style="list-style-type: none">• Material de Escritorio• Manual bibliográfico• Libreta de campo• Laptop
Equipos	<ul style="list-style-type: none">• Cámara digital• GPS (Sistema de Posicionamiento Terrestre)• Cronómetro
Software	<ul style="list-style-type: none">• Auto CAD 2015• ArcGIS 10.2
Laboratorio	<ul style="list-style-type: none">• Laboratorio del GAD de Montúfar

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

3.2. Recursos Humanos

- Técnicos del Gobierno Descentralizado del Cantón Montúfar.
- Miembros de la directiva de la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado de El Capulí.
- Población de la Comunidad de “El Capulí”.
- Investigador
- Asesores

3.3. Metodología de trabajo

Con el fin de alcanzar los objetivos planteados, se aplicó la metodología que se describe en los ítems siguientes.

3.3.1. Localización del área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada en la Provincia del Carchi, Cantón Montufar, Parroquia Urbana San José a 9.4 km de la Comunidad El Capulí. (Mapa 1: Mapa de ubicación). Sus límites son al norte la ciudad de San Gabriel, al sur por la Parroquia La Paz, al este La Comunidad de Chilgual; y, al oeste con la Comunidad de Huaquer.

Posee una temperatura promedio de 12,5°C. Estos datos fueron obtenidos de la Estación San Gabriel –M103, anuario meteorológico 2012 INAMI (Figura 3.2, Mapa 1: Climático). De acuerdo con el mapa hidrológico el Río Huaquer confluye al Río Capulí. (Figura 3.2, Mapa 3: Hidrológico). La microcuenca presenta tres tipos de uso de suelo: 70% de Páramo (Pr); 15% de pasto cultivado y 15% de cultivos de ciclo corto (Pc/Cc).

La planta de tratamiento se encuentra ubicada al suroeste de la Provincia del Carchi, en la parte baja de la microcuenca El Capulí, a 4km de la ciudad de San Gabriel, esto se observa en la siguiente figura 3.1.

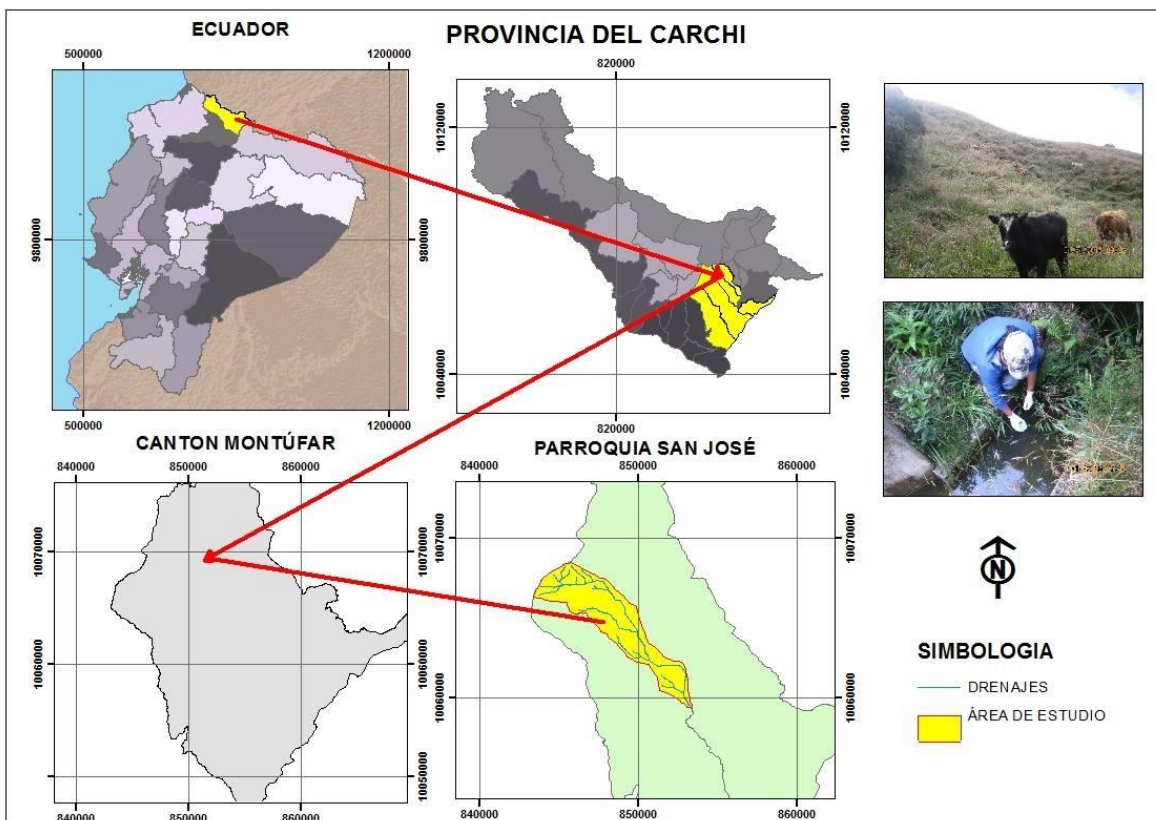


Figura 3.1. Mapa de ubicación del área de estudio

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

En el cuadro 3.2 se puede observar la ubicación geográfica del área de estudio de acuerdo con la altitud.

Cuadro 3.2. Ubicación geográfica del área de estudio, Proyección UTM, Datum WGS 84, Zona 17 Sur.

Captación	Estación N ^o	Ubicación Geográfica Utm Datum WGS 1984 Zona 17 Sur		Altitud (msnm)
		X	Y	
Muyurco	1	845376 E	10067575 N	3451
Falso Pucará	2	845194 E	10067551 N	3429
El Chicho	3	850101 E	10062569 N	2887
Planta de tratamiento	4	851274E	10061801N	2845

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

3.3.2. Identificación del área de estudio

Se realizó una reunión con los líderes administrativos de la Junta de Agua Potable y Alcantarillado de la Comunidad de El Capulí, para programar y realizar una inspección al sistema de agua potable y decidir acerca de las condiciones para la ejecución de la investigación.

3.3.3. Visita *in situ*

Mediante recorrido y observación de campo se logró establecer cuál era la situación actual del sistema de agua potable y se identificaron las vertientes del río y los puntos de captación, eso se detalla en la figura 3.2.



Figura 3.2. Visita in situ con representantes de la JAAP El Capulí

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

3.3.4. Observación de la incidencia de las actividades agropecuarias

Se realizó un recorrido para poder visualizar la clase de cultivos que se realizan y la cantidad de ganadería que se mantiene en los terrenos aledaños a las captaciones; se investigó quienes son los propietarios de los lotes y de qué manera influyen sus prácticas agrícolas en la contaminación química del agua del sistema. Se tomaron varias muestras de

las tres captaciones y de la planta de tratamiento, a partir de las cuales se realizó exámenes de laboratorio y se obtuvo los resultados que ayudaron a tomar decisiones para el mejoramiento de la calidad del agua (Figura 3.3).



Figura 3.3 Observación de los lotes cercanos a las captaciones JAAP de El Capulí

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

3.3.5. Primera socialización del tema de tesis en asamblea comunitaria en El Capulí.

Se realizó una reunión convocada por la Presidenta de la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado de El Capulí. La reunión se efectuó en el salón de uso múltiple con la presencia de representantes del Departamento del Medio Ambiente del GAD de Mótufar, Ministerio del Ambiente, MAGAP, Senagua y los moradores de la Comunidad para conocer las necesidades urgentes que se presentan en el sistema de agua potable de la Comunidad siendo prioritario desarrollar el tema de investigación “INCIDENCIA DE LA AGRICULTURA Y GANADERÍA SOBRE LA CALIDAD DE AGUA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD EL CAPULI, PROVINCIA DEL CARCHI” (Figura 3.4).



Figura 3.4. Primera socialización comunitaria JAAP de El Capulí

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

3.4. Caracterización del área de estudio

El área de estudio está ubicada dentro del cantón Montúfar. Para caracterizarla se realizó una observación directa a través de recorridos por el área, por cuanto los cursos de agua provienen de las zonas de páramo ubicadas en el extremo occidental del cantón y de algunas vertientes que se originan en quebradas de áreas boscosas.

Se pudo determinar que el sitio donde se encuentran los dos pozos de captación pertenece al Bosque Protector El Hondón, evidenciando en sus alrededores la presencia de agricultura y ganadería.

La captación de El Chicho se encuentra en la parroquia la Paz, en el sector de Huaquer. El agua se capta mediante un cajón recolector, construido en la vertiente que aflora en la zona y luego pasa a la planta de tratamiento. Esta captación sirve de emergencia, cuando en estiaje disminuye notablemente los caudales de las captaciones 1 y 2 del cerro Muyurco.

3.4.1. Caracterización Biótica

Para realizar la identificación de las especies de flora y fauna, se realizó a través de observación en un recorrido por las zonas de influencia del sistema de agua potable de la Comunidad “El Capulí”.

3.4.1.1. Flora y Fauna

La identificación de las especies de flora y fauna se efectuó por observación a través de un recorrido por las zonas de influencia del sistema de agua potable de la Comunidad “El Capulí y mediante la técnica de evaluación ecológica rápida se conoció las especies más representativas del sector.

3.4.2. Caracterización Abiótica

Se realizó la identificación de cada uno de los factores físicos-químicos el ambiente, llamados factores abióticos. Dentro de este aspecto describe la metodología utilizada para caracterizar cada componente abiótico.

- **Recopilación y digitalización de cartográfica base**

Para obtener la información cartográfica base se recopiló la información del Geoportal del Instituto Geográfico Militar (IGM, 2003), analizando la cartografía necesaria para el estudio. Para el área de estudio se generó cartografía a escala 1:50 000. La digitalización de la cartografía temática fue realizada utilizando el software ArcGIS 10.2. Se elaboraron composiciones de mapas para imprimirlos en formato A3 a escala 1:50 000. La lista de cartografía base y temática es la siguiente:

1. Mapa de ubicación
2. Mapa base
3. Mapa de uso actual del suelo
4. Mapa de tipos de suelo
5. Mapa de pendientes
6. Mapa hídrico
7. Mapa de cobertura vegetal

- **Clima**

Con el fin de describir el clima se analizó los registros de temperatura y precipitación por períodos. Con la información de la base de datos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, con promedios del período (INAMHI, 2012), se elaboró un diagrama ombrotérmico. Para la determinación de la precipitación que existe en la zona de estudio, se utilizó la información de la Estación San Gabriel –M103 y Anuario Meteorológico 2012 INAMHI.

- **Topografía**

Se realizó el mapa de pendientes, mediante el cual se pudo identificar las áreas en hectáreas. Se seleccionó información del Instituto Geográfico Militar (IGM), la cual ayudó con la identificación de la topografía del área de estudio.

- **Pendientes**

Se consideró la variable pendiente para la evaluación de tierras por su capacidad de uso, pues constituye un factor determinante al incidir directamente en las diferentes prácticas agronómicas y mecánicas para el cultivo de la tierra (MAGAP-PRAT, 2008: 95). Este factor determina a su vez, las medidas de conservación y las prácticas de manejo necesarias para la preservación del suelo y agua.

- **Tipos de suelo**

Para la identificación de los tipos de suelos presentes en la zona de estudio, se obtuvo la información del Instituto Geográfico Militar (IGM) a escala 1:50 000. La información fue recolectada e interpretada a través de la elaboración de un mapa de los tipos de suelo.

- **Uso actual del suelo y vegetación**

En el instituto Geográfico Militar (IGM) se halló la información necesaria para ser tomada como referencia para la elaboración del mapa correspondiente al uso y vegetación del suelo en el área de estudio.

3.4.3 Caracterización Socio Económica

Se recopiló la información del padrón 2016 de usuarios del Sistema de Agua Potable de la Comunidad de El Capulí. El padrón contiene datos sobre los habitantes de la comunidad en cuanto a aspectos sociales, culturales y económicos. Es un estudio realizado por la JAAP de El Capulí en concordancia con SENAGUA y reposa en los archivos de la comunidad.

3.5. Determinación de la intensidad de las actividades agropecuarias en el área de influencia de las zonas de captación del sistema de agua potable de la comunidad

Se realizó dentro de la zona de influencia, para poder visualizar la clase cultivos existentes en los terrenos aledaños a las captaciones. Se investigó, con base en la información del SIFAE, quiénes eran los propietarios de los lotes y la intensidad de las actividades productivas agropecuarias que se llevan a cabo en ellos.

Además, se realizó encuestas a las casas comerciales que expenden productos químicos en la ciudad de San Gabriel, verificando la cantidad y el producto químico que es usado con frecuencia para las actividades agrícolas.

3.5.1. Evaluación sobre la influencia de la agricultura

Se realizó mediante recolección de información secundaria, en el GAD de Montúfar, Departamento de Planificación del área de Avalúos y Catastros, utilizando el levantamiento planímetro de los predios localizados dentro del área de influencia directa e indirecta del área de captación. Mediante el uso de software AutoCAD 2015 se identificó el nombre de cada propietario a través de la clave catastral y se obtuvo los datos exactos de superficie de suelo en metros cuadrados. Los datos se verificaron *in situ* mediante observación directa de cada uno de los predios para determinar el uso actual del suelo (Figura 3.5).

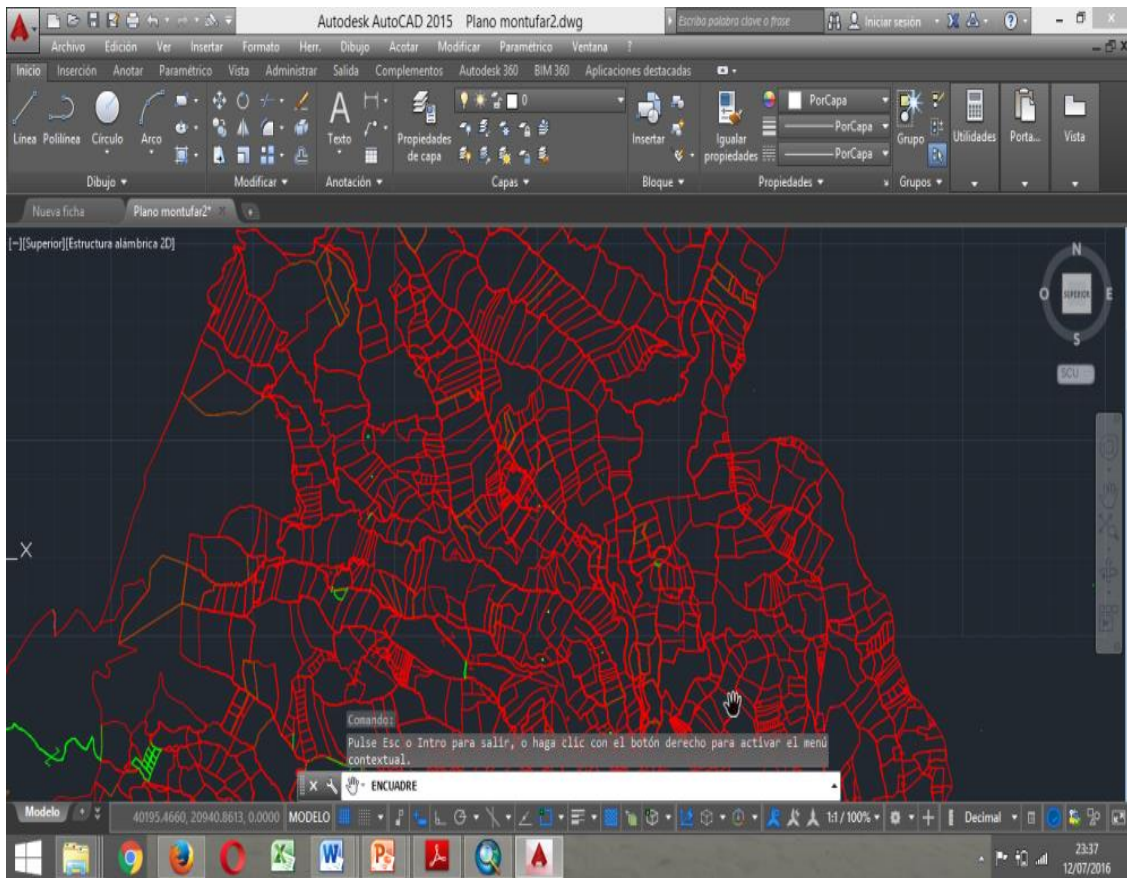


Figura 3.5. Catastro de Montúfar en software AutoCAD 2015

Elaborado por: GAD Montúfar

3.5.2. Evaluación sobre la influencia de la ganadería

Se realizó a partir de la información catastral utilizada para la determinación de la incidencia de la agricultura. Se obtuvo el nombre de los propietarios de los lotes cercanos al área de influencia directa e indirecta de las tres captaciones y se procedió a investigar la cantidad de ganado que posee cada propietario. Los resultados se compararon con los datos que tiene el SIFAE (Sistema Fiebre Aftosa Ecuador) y se verificó mediante observación en una *visita in situ*. Se compiló toda esta información en un reporte.

En la obtención de datos mostró un papel relevante el trabajo técnico, sostenido y responsable que lleva adelante la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro – AGROCALIDAD, entidad adscrita al Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca – MAGAP. El sector ganadero ve con mucha satisfacción el control de la Fiebre Aftosa lo que permitió captar información sobre la cantidad de animales en el área de estudio como se puede observar en la figura 3.6.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	# Cert. V	Fecha	Parroquia	Sitio	Predio	Propietario	0	< 1 año	1 a 2 años	2 a 3 años
182	20140030054993	11/17/2014	GONZALEZ SUA	LA DELICIA ALT	LA DELICIA ALTA	PATIÑO LUIS	0	2	2	0
186	20140030054995	11/17/2014	GONZALEZ SUA	LA DELICIA ALT	LA DELICIA ALTA	SOLANO ISABEL	1	0	0	0
188	20140030054996	11/17/2014	GONZALEZ SUA	LA DELICIA ALT	CHALAPUD LUIS G.	CHALAPUD LUIS	0	0	5	0
190	20140030054997	11/17/2014	GONZALEZ SUA	LA DELICIA ALT	LA DELICIA ALTA	QUEL PATRICIO	0	0	1	4
194	20140030054999	11/17/2014	GONZALEZ SUA	LA DELICIA ALT	LA DELICIA ALTA	SALAS DELIA	1	1	0	0
196	20140030055000	11/17/2014	GONZALEZ SUA	LA DELICIA ALT	LA DELICIA ALTA	POZO AIDA	1	0	0	2
206	20140030055005	11/19/2014	LA PAZ	HUAQUER	GELPUD JAIME	GELPUD JAIME	0	0	1	1
208	20140030055006	11/19/2014	LA PAZ	HUAQUER	HUAQUER	CEVALLOS LUIS	1	1	0	0
210	20140030055008	11/19/2014	LA PAZ	HUAQUER	HUAQUER	PONCE ANDRES	0	0	8	1
212	20140030055009	11/19/2014	LA PAZ	HUAQUER	HUAQUER	PONCE ANDRES	0	0	0	0
214	20140030055010	11/19/2014	LA PAZ	HUAQUER	CORTEZ CARMEN	CORTEZ C ARMEN	0	0	0	0
216	20140030055011	11/19/2014	LA PAZ	HUAQUER	HUAQUER	POTOSI MARIA	0	0	0	1
218	20140030055012	11/19/2014	LA PAZ	HUAQUER	HUAQUER	MORA SEGUNDO	0	6	6	0
220	20140030055013	11/19/2014	LA PAZ	HUAQUER	GUERRERO SANDRA	GUERRERO SANDRA	0	0	0	0
222	20140030055014	11/19/2014	LA PAZ	HUAQUER	CORAL ESTUARDO	CORAL ESTUARDO	0	0	0	0
224	20140030055015	11/19/2014	LA PAZ	HUAQUER	CHAVISNAN EDWIN	CHAVISNAN EDWIN	0	2	0	0
226	20140030055016	11/19/2014	LA PAZ	HUAQUER	VIZCAINO ROCIO	VIZCAINO ROSA	0	4	0	0
228	20140030055017	11/19/2014	LA PAZ	HUAQUER	TIRIRA CARLOS	TIRIRA C ARLOS	0	0	0	2

Figura 3.6 Reporte SIFAE de la Comunidad de La Delicia y Huaquer del Cantón Montúfar

Elaborado por: Agrocalidad

3.6. Determinación de la calidad del agua

Se realizó un programa de vigilancia. La selección de los parámetros estuvo en función de lo que estipulan las normas del país y del nivel de riesgo para la salud. Por ello se tuvo particular interés en los parámetros relacionados con la desinfección del agua (Aurazo, 2004).

3.6.1. Evaluación de la calidad de agua

Para el estudio de la calidad de agua se utilizó metodologías standarizadas de análisis de laboratorio (Lopez, 2013).

- **Identificación de las tres captaciones de agua**

Se realizó un recorrido para diagnosticar el estado de las captaciones y el material necesario para la respectiva toma de muestras.

- **Definición de puntos de muestreo**

Se hizo un recorrido para observar y definir los puntos que sean más representativos a lo largo del sistema de agua potable para proceder con la respectiva toma de muestras. Este diagnóstico se lo ejecutó con base en los objetivos principales de este estudio, la posición de las áreas que son de mayor interés, las medidas de seguridad para el manejo de muestras y la determinación de los parámetros a analizar en las muestras.

- **Toma de muestras**

La toma de muestras se realizó en las tres captaciones y en la planta de tratamiento de la comunidad de “El Capulí”. La información de los puntos de muestreo se presenta en el cuadro 3.3.

Cuadro 3.3 Puntos de muestreo en la parte alta, media y baja de las captaciones.

NOMBRE DEL LUGAR	CÓDIGO	X	Y
Captación N3 El Chicho	TPC3CH	850131	10062571
N1 alta captación 3	TPCA3CH	850009	10062692
Muestra N1 baja captación 3	TPCB3CH	850142	10062554
Captación N1 Muyurco	TPC1M	845376	10067575
Muestra N1 parte alta captación 1	TPCA1M	845531	10067705
Muestra N3 baja captación 1	TPCB1M	845299	10067524
Captación N2 Pucará	TPC2P	845194	10067551
Muestra N3 baja captación 2	TPCB2P	845179	10067505
Muestra 1 parte alta captación 2	TPCA2P	845231	10067976
Planta de agua	TPPT	851284	10061832

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

Para la toma de muestras se usaron envases esterilizados de plástico, en este caso botellas de un litro para los análisis físico-químicos y envases de vidrio con su respectiva tapa igualmente esterilizados de 100cm³ para los análisis microbiológicos. A estos envases se les colocó una etiqueta de papel fosforescente, con formato predeterminado con datos informativos. Esta etiqueta se llenó y colocó al momento de terminar con la recolección de cada una de las muestras como se detalla en la figura 3.7.

Fecha: _____ Hora: _____ Lugar: _____ Ubicación: _____ Número de muestra: _____ Observaciones _____ _____ _____	
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------

Figura 3.7 Etiqueta para las muestras de agua

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

- **Toma de muestras para análisis microbiológicos**

Se estableció los lugares de toma de muestras, de tal manera que estas sean representativas de la parte que rodea a todo el sistema de agua potable; se realizó con cuidado para que los resultados sean reales. Para la toma de muestras se usó envases de vidrio, limpios y estériles. El volumen mínimo de muestra fue de 100cm³.

En el caso del agua envasada se tomó una muestra estadísticamente representativa. El procedimiento radica en que el envase sea estéril y se destapó en el momento preciso de recolección de la muestra; durante la toma de la muestra el envase fue sujetado por la base para evitar cualquier contaminación, antes de la toma se etiquetó el envase con un rotulador resistente al agua, con una referencia que permitió la identificación clara de la muestra. Se acompañó, a su vez, de un informe con los siguientes datos: nombre, dirección, origen de la muestra, fecha y hora del muestreo, determinaciones realizadas *in situ* y, se consideró el agua que es natural no se encuentra sometida a ningún tratamiento de depuración.

Se realizó el análisis antes del transcurso de seis horas desde la toma de muestra; siendo este tiempo el exigible ante cualquier reclamación legal, teniendo en cuenta este hecho en la interpretación de los resultados (Figura 3.8).



Figura 3.8 Toma de muestras para análisis microbiológico

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

El transporte para las muestras, se realizó refrigerado a temperaturas entre 2 y 8°C. Las operaciones de toma de muestras varían según la naturaleza del agua a analizar y el punto de muestreo elegido:(Normalización, 2011), como se puede verificar en la figura 3.9.



Figura 3.9 Refrigeración de las muestras

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

- **Toma de muestras para análisis físicos y químicos**

Obligatoriamente la muestra de agua debe ser representativa, ésta se tomó *in situ*. El volumen mínimo de la muestra fue de un litro, se tomó el envase por la base y sin sumergirlo, en contra de la corriente: Se colocó las muestras en un cooler y se mantuvo en la oscuridad, para posteriormente transportarlas al laboratorio en el lapso cuarenta minutos (Normalización, 2011).

- **Cadena de custodia de las muestras de agua**

El transporte de las muestras fue con extremo cuidado, a fin de evitar todo tipo de pérdidas o contaminación de las mismas. También se evitó la exposición a la luz para minimizar al máximo la fotodegradación de algunos compuestos. Las muestras se mantuvieron refrigeradas a una temperatura entre 2°C y 8°C, para lo cual una vez tomadas las muestras se envió al laboratorio del Municipio del Cantón Montufar para el análisis correspondiente (Normalización, 2011).

- **Análisis de la muestra en laboratorio**

El *Instituto Ecuatoriano de Normalización* (INEN, 2011) NTE INEN 1 108:2011, establece requisitos para que el agua sea considerada como *potable*, con el fin de que presente las características físicas, químicas y microbiológicas correspondientes a aguas tratadas que puedan garantizar su aptitud para el consumo humano.

- **Sistematización e interpretación de resultados**

Los resultados obtenidos permitieron establecer la calidad del agua la Comunidad del “El Capulí” de igual manera permite sugerir técnicas y aprovechamiento adecuado. El análisis de resultados obtenidos permitió tener una visión más amplia del funcionamiento de las captaciones así como en la planta de tratamiento de la Junta Administradora de Agua de la Comunidad y de esta manera sugerir cambios para el mejoramiento.

3.6.2. Determinación de la cantidad de agua

Para cálculo de cantidad de agua se utilizó el método de aforo directo debido al escaso caudal existente en las vertientes.

- **Aforo**

Se evidenció poca cantidad de agua en las vertientes por lo cual se aplicó el método de aforo directo de manera volumétrica que es la forma más sencilla de medir los caudales pequeños, considerando el tiempo que se tarda en llenar un recipiente de volumen conocido (Bello, 2000). La corriente se desvía hacia un canal que descarga en un recipiente adecuado y el tiempo que demora su llenado se mide por medio de un cronómetro; se tomó de 10 a 15 repeticiones para ser más exactos y se realizó los cálculos utilizando la siguiente fórmula:

$$Q=V/t$$

Dónde:

Q= Caudal en litros por segundo, l/s;

V=Volumen en litros, l;

T= Tiempo en segundos, s.

3.7. Metodología de aplicación de un sistema para el mejoramiento de la calidad de agua del sistema de agua

Se lo realizó a través de un método inductivo que permitió tener las bases científicas, su funcionamiento e importancia, acompañado del método deductivo que permitió determinar un sistema de tipo físico como la mejor opción por cuestiones de diseño, costo y acople a diferentes niveles de pendientes. También se aplicó el método de síntesis a través del cual se diseñó un sistema para una de las tres captaciones del Sistema de Agua Potable, la cual fue aplicada por la Comunidad El Capulí, en razón de sus costos.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos en el transcurso de la investigación, su discusión y el análisis respectivos sobre incidencia de la actividad agrícola y ganadera en la calidad de agua del Sistema de Agua Potable de la Comunidad El Capulí.

4.1. Características del área de estudio

El diagnóstico realizado en el área de estudio por observación directa y la recolección de información secundaria, como estudios de impacto ambiental del sector, dieron como resultado lo siguiente:

4.1.1. Flora

Mediante observación *in situ*, se determinó que las áreas que están alrededor de los lotes de la Junta Administradora de Agua Potable muestran una pérdida de la vegetación natural, provocado por la actividad agrícola en monocultivos de papa desde hace varios años.

La vegetación nativa está representada por matorrales que se encuentran en sitios de difícil acceso y pendientes pronunciadas. De acuerdo al grado de humedad y al tipo de suelo se puede hallar variaciones de composición florística, lo que produce diversidad en varios aspectos como se observa en la figura 4.1.



Figura 4.1 Bosque de Ceja Andina y Páramo de Frailejones

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

Son varias las clasificaciones para identificar la estructura y composición ecológica de los diferentes tipos de vegetación y formaciones vegetales, entre los cuales se han tomado como base los aspectos ambientales para su definición. Siguiendo a (Mena, 2011), en el área de estudio se pueden encontrar las siguientes formaciones vegetales:

- Páramo de frailejones (3500–3700 msnm): La vegetación se caracteriza por la presencia de frailejones (*Espeletia pycnophylla* ssp *angelensis*) que dominan en alrededor del 85% de su superficie. A medida que aumenta la altura aparece el frío del páramo andino, la población animal disminuye y la vegetación disminuye en tamaño. Particularmente, en El Ángel y en Los Llanganates se desarrollan los páramos de frailejones
- Páramo herbáceo (3400–4000 msnm): Se encuentra en el límite inferior de la Ceja Andina arbustiva, donde el bosque andino ya ha sido deforestado y sufrido el fenómeno de paramización.
- Bosque Andino y Ceja Andina esta franja está situada en la parte inferior del piso alto andino (2800-3200 m), tiene un ancho de 500 a 700 m caracterizado por árboles ramosos, ramificados desde la base, con abundantes plantas epífitas.

Los páramos son ecosistemas muy frágiles que se deben mantener y conservar su estado natural ya que desde este ecosistema se forman las vertientes de agua importante para las actividades humanas, los frailejones son una especie que predomina en el sector.

Se identificaron cultivos de habas, papas entre otros; y, ganadería (figura 4.2.).



Figura 4.2 Cultivo de papa en el páramo

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón









Las principales especies de flora nativa encontradas en el área, constan en el cuadro 4.1.

Cuadro 4.1. Lista de especies de vegetación registradas en el área de estudio

FAMILIA	ESPECIE
Poaceae	<i>Calamagrostis effusa.</i>
Poaceae	<i>Cortaderia nítida.</i>
Pteridophyta	<i>Asplenium sp.</i>
Rosaceae	<i>Rubus bogotencis.</i>
Scrophulariaceae	<i>Calceolaria crenata.</i>
Solanaceae	<i>Solanum sthenophyllum .</i>
Alstromeriaceae	<i>Bomarea glaucescens</i>
Asteraceae	<i>Espeletia pycnophylla.</i>
Asteraceae	<i>Gynoxys hallii</i>
Asteraceae	<i>Gynoxys buxifolia.</i>
Asteraceae	<i>Baccharis brachylaenoides Dc.</i>
Asteraceae	<i>Hypochoeris sonchoides.</i>
Bromeliaceae	<i>Puya sp.</i>
Equisetaceae	<i>Equisetum bogotense.</i>
Ericaceae	<i>Vaccinium floribundum.</i>
Gentianaceae	<i>Gentianella cerastoides.</i>
Melastomataceae	<i>Miconia crocea.</i>
Melastomataceae	<i>Brachiotum jamesoni.</i>
Melastomataceae	<i>Brachiotum ledifolium.</i>
Oxalidaceae	<i>Oxalis spiralis.</i>
Poaceae	<i>Stipa ichu.</i>
Poaceae	<i>Chusquea scandens.</i>

Elaborado por: Asamtech

Las especies más representativas son: centella (*Hydrocotyle asiática*), helecho de páramo (*Blechnum*), frailejón *Espeletia pycnophylla* Cuatrec.) Ver figura 4.3.

	
<p>Nombre común: Centella Nombre científico: <i>Hydrocotyle asiática</i></p>	<p>Nombre común: Hierba de la plata Nombre científico: <i>Equisetum bogotense</i></p>
	
<p>Nombre común: Miconia Nombre científico: <i>Miconia crocea</i></p>	<p>Nombre común: Helecho de páramo Nombre científico: <i>Blechnum loxense</i></p>
	
<p>Nombre común: Frailejón Nombre científico: <i>Espeletia pycnophylla</i> Cuatrec</p>	<p>Nombre común: Achupalla Nombre científico: <i>Kubth Steu Puya</i></p>
	
<p>Nombre común: Cortadera Nombre científico: <i>Carex pichinchensis</i></p>	<p>Nombre común: Paja Nombre científico: <i>Calamagrostis effusa</i></p>



					
Nombre común: Árbol de papel Nombre científico: <i>Polylepis australis</i>		Nombre Comun: Helecho Aguila Nombre Cientifico: <i>Pteridium Aquilinum</i>			

Figura 4.3 Especies de la zona de estudio

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

4.1.2. Fauna

Debido a que las actividades antropogénicas juegan un papel importante en el comportamiento de los distintos grupos de animales presentes en el área de estudio, se realizó la evaluación de éstos, mediante avistamiento y revisión bibliográfica de estudios ambientales del GAD Montufar y de la JAAP referentes al sector.

Para complementar el sustento bibliográfico, se presenta un listado hecho por el Proyecto Ceja Andina, ejecutado por ECOPAR, del proyecto “Aprendizaje Participativo en el Bosque de Ceja Andina, Carchi-Ecuador”, Capítulo I: Diagnóstico Biofísico de la Ceja Andina Oriental del Carchi.

Las principales especies de fauna como ardilla de cola roja (*Sciurus granatensis*), lobo de paramo (*Lycalopex culpaeus*) que constan en el cuadro 4.2.

Cuadro 4.2 Especies representativas de fauna

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	REGISTRO
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus granatensis</i>	ardilla de cola roja	BIB
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis pernigra</i>	zarigüeya andina	BIB
Cingulata	Cingulata	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	armadillo de nueve bandas	BIB
Carnivora	Ursidae	<i>Tremarctos ornatus</i>	oso de anteojos	BIB
Carnivora	Felidae	<i>Puma concolor</i>	puma	BIB
Carnivora	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	zorrito	BIB
Carnivora	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	comadreja andina	BIB
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	lobo de paramo	BIB
Carnivora	Felidae	<i>Leopardus pajeros</i>	gato de pampas	BIB
Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon mollis</i>	ratón campestre	BIB
Artiodactyla	Cevidae	<i>Mazama rufina</i>	venado	BIB
Langomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	conejo silvestre	RV

Elaborado por: Ecopar

Por las condiciones físicas de la zona no se registró especies herpetofaunísticas en la zona de estudio del Sistema de Agua Potable de la comunidad de Capulí. Por ello se elaboró sustento bibliográfico, con base en la investigación realizada por ECOCIENCIA y el GOBIERNO PROVINCIAL DEL CARCHI, del PPA (Proyecto Páramo Andino) en el tema “Composición y diversidad de la flora y la fauna en cuatro localidades en la provincia del Carchi. Un reporte de las evaluaciones ecológicas rápidas”, Capítulo V: Composición y Diversidad de la Herpetofauna en cuatro localidades de la provincia del Carchi dentro del Área de Intervención del Proyecto Gisrena. El proyecto antes mencionado realizó su investigación en cuatro localidades de lo cual se tomó los registros de la localidad Loma Guagua, sector Chamizo, cantón Montúfar, parroquia San Gabriel, la cual es la más cercana al sitio de investigación del presente estudio, como se indican en el Cuadro 4.3

Cuadro 4.3 Listado de especies de anfibios registradas

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	REGISTRO
Bufonidae	<i>Osornophryne antisana</i>	BIB
Strabomantidae	<i>Pristimantis cf. gladiator</i>	BIB
Strabomantidae	<i>Pristimantis leoni</i>	BIB

Elaborado por: Ecopar

En lo concerniente a la ornitofauna las especies que se registró visualmente y en el registro bibliográfico, fueron: gorrión (*Zonotrichia capensis*), quilico (*Falco sparverius*), mirlo (*Turdus fuscater*). El Cuadro 4.4 refleja la diversidad de especies por familias que identificó el presente estudio.

Cuadro 4.4 Listado de especies de aves registradas en la zona de estudio

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	REGISTRO
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Anairetes parulus</i>	torito	RV
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Cnemarchus erythropygius</i>	alinaranjo	BIB
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus fuscater</i>	mirlo	RV
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Notiochelidon murina</i>	golondrina ventricafe	BIB
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	golondrina azuliblanca	BIB
Passeriformes	Formicariidae	<i>Grallaria quitensis</i>	gralaria leonada	BIB
Passeriformes	Emberizidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	gorrion	RV
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	quilico	RV
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	sotorrey	BIB
Passeriformes	Furnariidae	<i>Leptasthenura andicola</i>	tijeral andino	BIB
Passeriformes	Emberizidae	<i>Catamenia inornata</i>	semillero	RV
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	tórtola	RV

Elaborado por: Asamtech

Las especies mayoritarias de aves presentes son del gremio omnívoro. Se estima que el remanente puede recuperarse vegetativamente con ayuda de estas especies dispersoras de las semillas y factores ambientales favorables para el crecimiento de nuevas plántulas.

Cuadro 4.5 Especies vegetales que brindan alimento a las Aves

Especie	Nombre común	Alimento
<i>Sypocampylus</i> sp.	Campanitas	Flor
<i>Coriariaruzifolia</i>	Shanshi	Fruto
<i>Bocona integrifolia</i>	Albarrazin	Fruto
<i>Monina</i> sp.	Ivilán	Fruto, Flor
<i>Miconia</i> sp.	Amarillo	Flor, Fruto
<i>Rubus</i> spp	Mora	Flor fruto
<i>Oreopanax</i> sp.	Pumamaqui	Flor, Fruto
<i>Macleania</i> sp.	Chaquilulo	Flor, Fruto

Elaborado por: Asamtech

4.1.3. Clima

El cantón Montúfar, se encuentra entre alturas de 2200 - 3400 msnm, predomina el clima frío. La temperatura promedio está en 12,1°C. Tiene una precipitación medio anual de 79.8mm y la precipitación máxima en 24 horas es de 36,1mm. La humedad relativa multianual en la zona es de 87%. La velocidad media del viento en el periodo analizado fue de 3,12km/h, punto de rocío 10.8. Los datos corresponden a la Estación SAN GABRIEL-M103 y Anuario Meteorológico 2015 INAMHI (Figura 4.4.)



Figura 4.4 Estación Meteorológica San Gabriel

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

- **Diagrama Ombrotérmico de Gaussen**

Se determinó que los meses de mayo y noviembre son los que presentan mayor precipitación, con valores acumulados de 174 mm y 116,3mm; y, el período de Febrero a Julio es el que presenta menor precipitación siendo considerada como época seca. El mes de febrero mostró ser el más seco, con una precipitación acumulada de 33,2 mm y se detalla en la figura 4.5 y Cuadro 4.6.

Cuadro 4.6 Escala de Precipitaciones

MESES	PRECIPITACIÓN (mm)	TEMPERATURA (°C)
Enero	91,1	12,7
Febrero	33,2	12,6
Marzo	99,4	12,7
Abril	59,5	12,6
Mayo	174	12,4
Junio	82	11,9
Julio	34,8	11,7
Agosto	46,2	11
Septiembre	36,6	11,5
Octubre	90,9	12,4
Noviembre	116,3	13,1
Diciembre	93	12,7
Anual	79,8	12,3

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

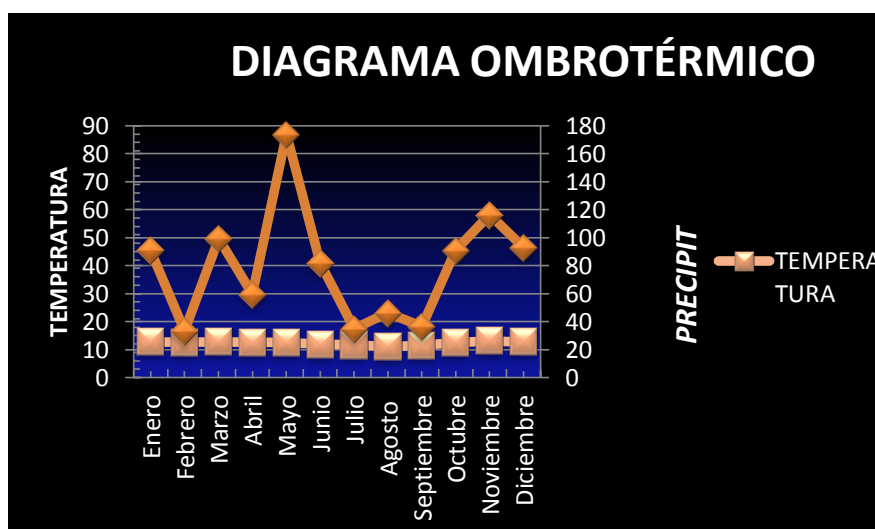


Figura 4.5 Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2002, Diagrama Ombrotérmico San Gabriel

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

La temperatura oscila entre 11°C a 13,1°C, de acuerdo a las isotermas. El patrón de temperaturas, indica que las temperaturas medias más altas ocurren durante la temporada lluviosa y las temperaturas medias más bajas durante el verano. Sin embargo, hay que notar que durante el verano las temperaturas máximas diarias son más altas que los máximos que se registran en la temporada lluviosa y viceversa. La temperatura es unimodal con un máximo en enero-diciembre y con un mínimo de agosto-septiembre, sin embargo la temperatura es relativamente constante.

4.1.4. Suelo

Este suelo está constituido en una barrera montañosa de orientación meridiana formada por un armazón de rocas antiguas, vulcano sedimentarias y metamórficas. Hay dos clases de suelo: Inceptisol que tiene una combinación de agua disponible para las plantas durante más de la mitad del año, en una extensión de 1 313 ha y Mollisoles que es la combinación de un marrón muy negro a oscuro e cantidad de 1 156 ha.

- **Horizonte A.-** 25 cm. Color grisáceo oscuro.
- **Horizonte B.-** 15 cm. Color negro oscuro.
- **Horizonte C.-** 20 cm. Color amarillento.
- **Horizonte D.-** 90 cm. Color negro, en esta capa se encuentra una gran cantidad de terrones endurecidos de color amarillento en su superficie y negro en su interior, los llamados Peds o chocotas. (Cuadro 4.7).

Cuadro 4.7 Tipos de suelos

Orden	Área (ha)
INCEPTISOL	1313
MOLLISOL	1.156

Fuente: (FAO, 2013)

- **Textura**

Los suelos, por lo general, presentan buena capacidad de retención de agua y nutrientes. La textura de franco arcilloso, arcillo arenoso y arcillo limoso en una área de 147,92 que se corresponden en relación con la combinación de partículas (arena, limo y arcilla), incluyen a suelos que presentan propiedades físicas, químicas y biológicas apropiadas para la mayoría de cultivos. No muestran problemas de permeabilidad y compacidad, tienen moderada plasticidad razones por las cuales son de fácil laboreo, tienen una buena capacidad de almacenamiento de agua y nutrientes (Crosara, 2011).

El área de franco, limoso franco arcillo, franco arenoso, franco arcillo y limoso tiene una área de 795,8726 ha. Este grupo incluyen a clases texturales que por su mayor contenido de arcilla o arena muestran problemas; así, las texturas arcillosas tienen permeabilidad baja y son susceptibles a compacidad alta, muestran alta capacidad de retención de agua y mayor plasticidad, por lo que dificultan el laboreo, tienen alta fertilidad química por la naturaleza de su mineralogía. Las texturas areno franco tienen permeabilidad alta y compacidad de media a baja (Figura 4.6).

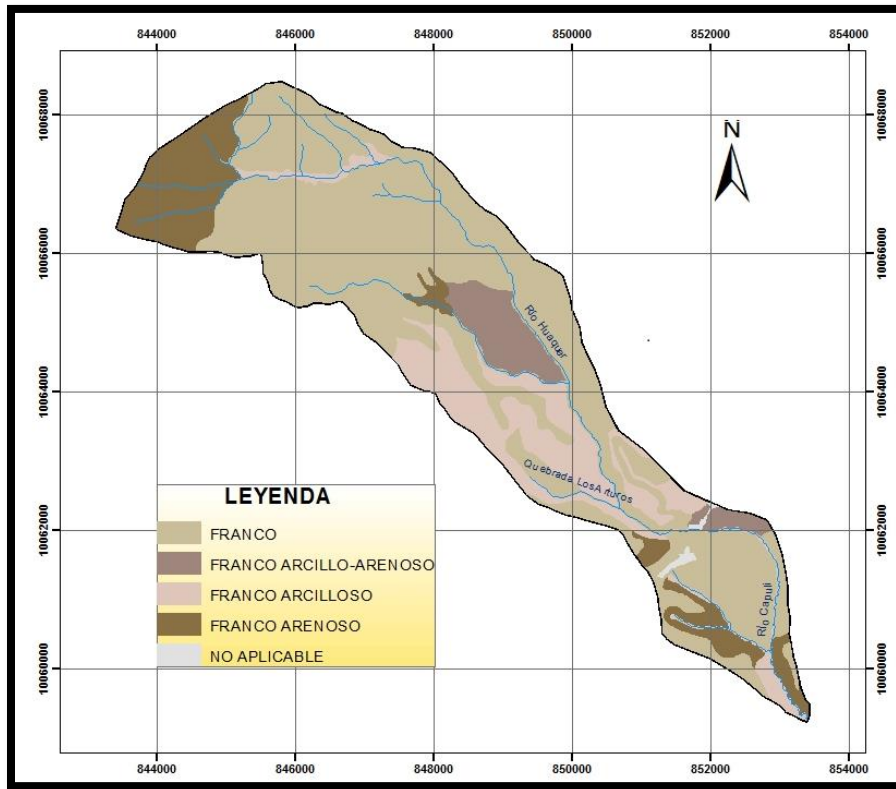


Figura 4.6 Mapa de textura de suelo
Fuente: IGM

4.1.5 Pendientes

Se consideró la variable pendiente para la evaluación de tierras por su capacidad de uso, pues constituye un factor determinante al incidir directamente en las diferentes prácticas agronómicas y mecánicas para el cultivo de la tierra (Ministerio de Agricultura de Colombia, 2001). Este factor determina a su vez, las medidas de conservación y las prácticas de manejo necesarias para la preservación del suelo y agua (Figura 4.7).

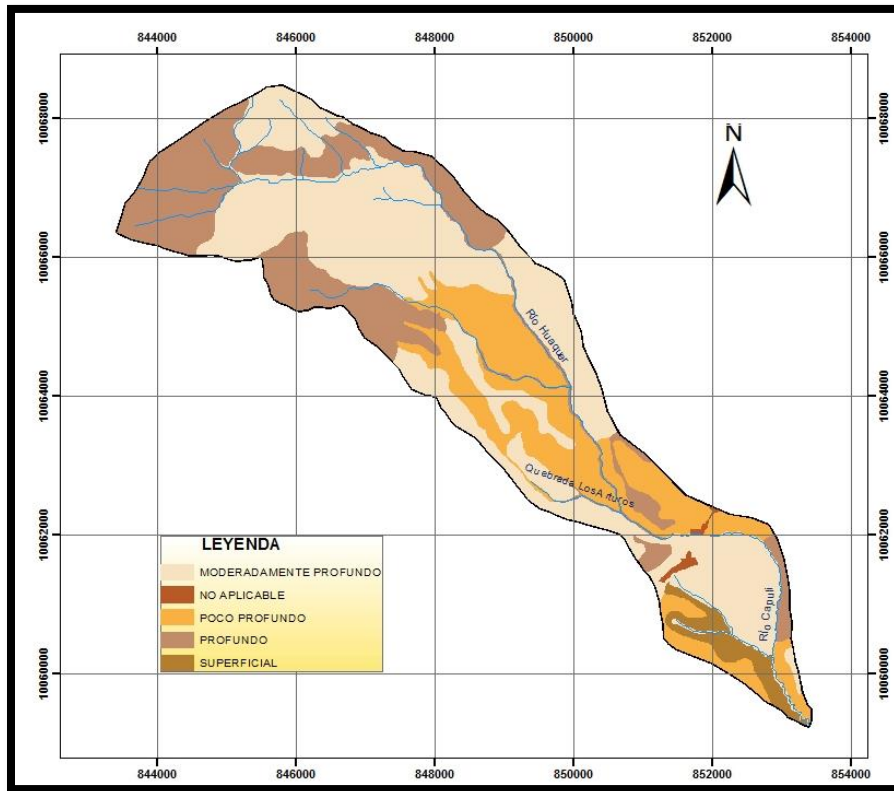


Figura 4.7 Mapa de Pendientes

Fuente: IGM

- **Suave**

Poseen entre 5% y 12% de pendiente, la escorrentía superficial es muy lenta, no hay peligro de erosión hídrica excepto en suelos superficiales.

Pertenece clase III son tierras que soportan las actividades agrícolas, pecuarias o forestales, pero se reduce las posibilidades de elección de cultivos anuales a desarrollar o se incrementan los costos de producción debido a la necesidad de usar prácticas de manejo de suelo y agua; y permiten la utilización de maquinaria para el arado. En esta clase de tierras se presentan limitaciones ligeras a moderadas, pueden o no presentar evidencia de erosión pudiendo ser ligera y moderada, son poco profundos a profundos, tienen poca pedregosidad que no limitan o imposibilitan las labores de maquinaria.

- **Media**

Se localiza entre 12 y 25% de pendiente medianamente. Pertenece a la clase IV estas tierras requieren un tratamiento especial en cuanto a las labores de maquinaria o permiten un laboreo ocasional. Se restringe el establecimiento de cultivos intensivos y admite cultivos siempre y cuando se realicen prácticas de manejo y conservación. Son tierras que presentan moderadas limitaciones, se encuentran en pendientes menores al 25 %; pueden o no presentar erosión actual de ligera y moderada; son poco profundos a profundos, y tienen poca o ninguna pedregosidad. Su textura y drenaje son variables.

De igual manera, la clase V las tierras de esta clase requieren de un tratamiento muy especial en cuanto a las labores con maquinaria ya que presentan limitaciones difíciles de eliminar en la práctica, se limita el uso de cultivos anuales, permanentes y semipermanentes.

- **Media a fuerte**

Se ubican en la clase VI. Las tierras de esta clase agrológica se encuentran en pendientes medias a fuertes entre 25 y 40 %, que restringen el uso de maquinaria; son aptas para su aprovechamiento con pastos, especies forestales, ocasionalmente pueden incluirse cultivos permanentes y pastos. Son moderadamente profundos a profundos, poco pedregosos.

Son de textura, drenaje y fertilidad variable; incluyen suelos desde no salinos a muy salinos y de no tóxicos hasta altamente tóxicos. Pueden o no presentar periodos de inundación pudiendo ser muy cortos. Se ubican en regímenes de humedad del suelo údico, ústico y perúdic; ocupan regímenes de temperatura isohipertérmico, isotérmico e isoméxico. Presentan severas limitaciones para el riego como se pueden verificar en la figura 4.8.



Figura 4.8. Pendientes de las vertientes de las captaciones del Hondón

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

- **Fuerte**

Con pendientes fuertes de 50-70%, se encuentra en la clase VIII. Son áreas que deben mantenerse con vegetación arbustiva y arbórea con fines de protección para evitar la erosión. Es recomendable el mantenimiento de la vida silvestre y fuentes de agua. Son tierras con las más severas limitaciones; corresponden generalmente a pendientes superiores al 70%. Independiente de sus limitaciones solas o combinadas no presentan condiciones para su utilización en actividades agrícolas o pecuarias.

- **Muy fuerte**

Los suelos con esta pendiente deben mantener su vegetación arbustiva y arbórea con fines de protección para evitar la erosión, mantenimiento de la vida silvestre y fuentes de agua. Son tierras con las más severas limitaciones; corresponden generalmente a pendientes superiores al 70%. Independiente de sus limitaciones solas o combinadas no presentan condiciones para su utilización en actividades agrícolas o pecuarias.

4.1.6 Hidrología

El área de influencia general está inmersa totalmente en la subcuenca del río Apaquí, el cual se une aguas abajo al río Chota, integrando la cuenca del río Mira. La red hidrológica está conformada por los ríos Cuasmal, Minas, San Gabriel, Tunda, Pisan, Huaquer, Cuesaca y El Colorado; y, una serie de quebradas que descienden y confluyen en la microcuenca. Los cursos de agua provienen de las zonas de páramo ubicadas en los extremos oriental y occidental del cantón y de algunas vertientes que nacen en quebradas de áreas boscosas.

El área cuenta también con dos canales para irrigación. El de mayor importancia es el denominado “Canal de Riego Pastora Alomía” el cual cubre 192,66 hectáreas, de las cuales 169,78ha tienen al momento una aptitud de riego. La superficie abastecida por el sistema de riego se distribuye entre 76 socios. El otro sistema se denomina “Canal de Riego Montúfar” y atraviesa la parroquia La Paz llegando hasta el Cantón Bolívar. Otras comunidades no abastecidas por estos canales se abastecen de agua para el riego durante los meses de sequía y cuando el recurso hídrico es insuficiente, de vertientes que provienen de los bosques altos andinos y páramos (figura 4.9).

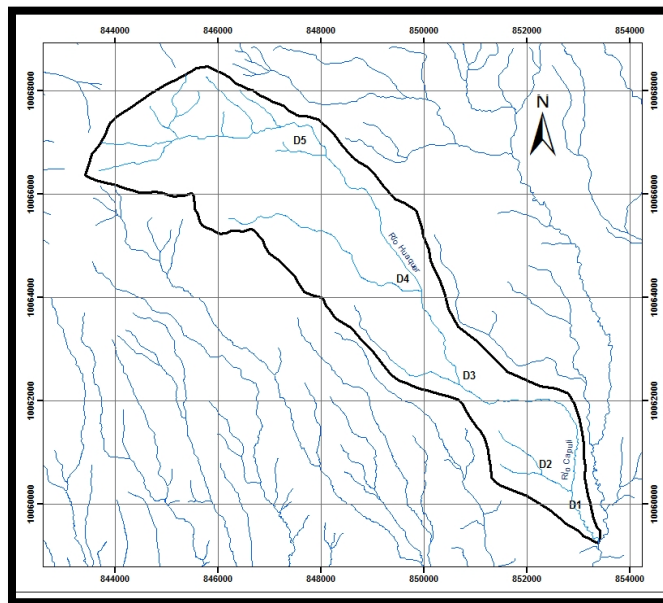


Figura 4.9 Mapa Hidrológico

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

- **Análisis Morfométrico de la sub cuenca**

Se determinaron las diferentes características morfométricas de la subcuenca para establecer su comportamiento. Con el análisis de los diferentes índices que se pudo hallar el comportamiento de la sub cuenca.

- **Área de la sub cuenca**

Al determinar la divisoria de aguas, teniendo en cuenta las curvas de nivel de la cartografía base, digitada en el programa ArcGis 10.2 se pudo obtener el área de la sub cuenca que correspondió a 2 455,78 ha = 24,55 Km². Es un área de gran interés ya que es un tamaño medio y se vuelve relevante su ordenación y manejo.

- **Perímetro**

De la misma forma en que se obtuvo del área de la sub cuenca mediante el programa ArcGis 10.2, se halló el perímetro de la sub cuenca delimitada; obteniendo un valor de 29,74 km como se detalla en la figura 4.10.

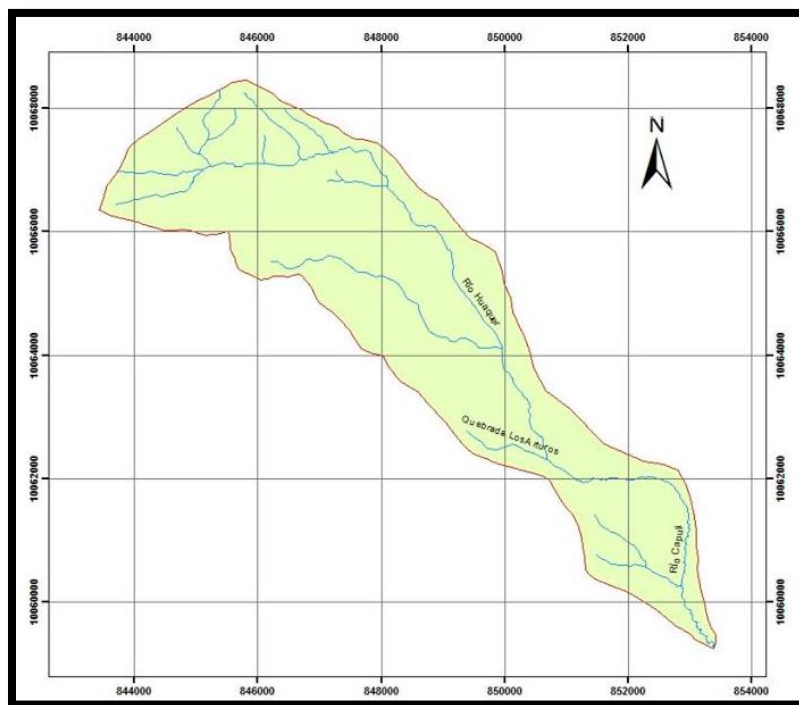


Figura 4.10 Perímetro del área de estudio

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

4.2. Influencia de la agricultura y ganadería

De la información analizada se determina que la agricultura y ganadería influye negativamente en las fuentes hídricas del área de estudio, debido a que promueve la erosión del suelo por el excesivo uso de agroquímicos, lo que facilita el arrastre por la lluvia de componentes químicos perjudiciales para la salud como nitritos, nitratos y fosfatos.

La ganadería, que es la principal actividad económica, aporta con nitratos y nitritos en el agua. Se considera que el estiércol del ganado es la principal causa probable de la presencia de este elemento en las muestras de agua.

La ganadería y la agricultura influyen en un porcentaje medio del 35% de contaminación de las captaciones de agua del Sistema de Agua Potable de la Comunidad de El Capulí, mediante el aporte de nitritos, nitratos y fosfatos.

4.2.1. Uso actual del suelo

El sitio donde se encuentran los pozos de captación está dentro del bosque protector el Hondón con coordenadas X: 845400m; Y: 10067590m; cota: 3450 msnm. Por esta razón en los alrededores no existen viviendas; pero sí, agricultura en un 20% de papa y 20% de pasto cultivado, con un área de 34,89ha. En El Chicho con coordenadas X: 850126; Y: 10062556 se halló 15% en cultivos de ciclo corto y 30% de pasto cultivado con una área de 862,7 ha y también se encontró ganadería en un 20%. La planta no pertenece al sistema de áreas protegidas, bosques protectores y patrimonio forestal del Estado (figura 4.11).

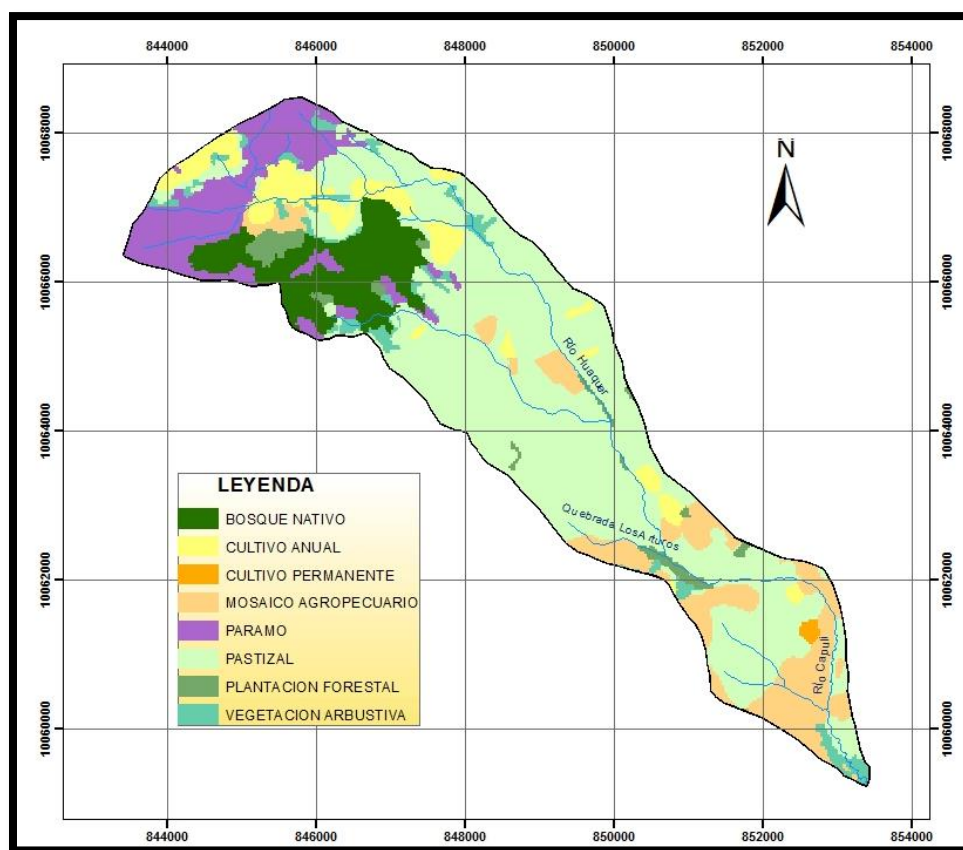


Figura 4.11 Mapa de cobertura vegetal 2003

Fuente: IGM

En el siguiente cuadro se describe la cobertura vegetal existente en la zona de estudio.

Cuadro 4.8 Cobertura vegetal

descripción	temporalidad	cobertura	uso	área ha	%
bosque natural	no aplicable	bosques (tierra forestal)	conservación y protección	657,41	1,31
cultivos de ciclo corto	anual o ciclo corto	agropecuarias	agrícola	718,74	1,43
50% cultivos de ciclo corto - 50% pasto cultivado	anual o ciclo corto	agropecuarias	agropecuario mixto	337,65	0,67
70% cultivos de ciclo corto / 30% pasto cultivado	anual o ciclo corto	agropecuarias	agropecuario mixto	652,76	1,30
Papa	anual o ciclo corto	agropecuarias	agrícola	620,23	1,23
50% papa - 50% pasto cultivado	anual o ciclo corto	agropecuarias	agropecuario mixto	1205,00	2,40
70 % pasto cultivado / 30% cultivos de ciclo corto	no aplicable	agropecuarias	agropecuario mixto	2929,79	5,83
Páramo	no aplicable	vegetación arbustiva y herbácea	conservación y protección	40058,21	79,73
vegetación arbustiva en áreas en proceso de erosión	no aplicable	vegetación arbustiva y herbácea	conservación y protección	3060,74	6,09

Fuente: IGM

4.2.1.1. Uso actual para agricultura

El principal producto que se cultiva en las cercanías de las captaciones de agua de la JAAP es la papa, por su adaptación a esta clase de suelo; pero, también existe la siembra de otros productos como haba, maíz, zanahoria. Para sembrar y lograr cosecha fructífera se necesita ejercer una serie de procesos que afectan directa e indirectamente en la conservación de las fuentes de abastecimiento de agua de las captaciones de agua de la JAAP, así se tiene:

- **Sistemas de Labranza**

En la parte alta del sector “El Hondón” (3452 msnm) se aplica la labranza manual en los lotes con pendientes pronunciadas; la cual, está basada en el trabajo humano junto a la tracción animal, utilizando instrumentos tradicionales o mejorados para labores de arado. En la parte baja, en el sector “El Chicho” la labranza es mecanizada. Se usan tractores e implementos como arados de discos, rastras y surcadoras. El arado y rastra de discos son efectivos para terrenos en descanso (potreros viejos), mientras que el arado permite incorporar en forma más eficiente el material vegetal. En las dos clases de labranza se presenta contaminación por partículas de suelo de los lotes, debido a la cercanía que tienen los cultivos con las fuentes; sobre todo en época lluviosa este material es arrastrado pendiente abajo y llega a la vertiente como se puede evidenciar en la figura 4.12.



Figura 4.12 Cultivo de papa a 100m de la captación número dos

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

- **Cuidados en los cultivos**

A partir de encuestas realizadas a los propietarios de las casas comerciales de agroquímicos en el cantón Montufar, se obtuvo como conclusión que desde el inicio de la siembra de la papa se usan cantidades de agroquímicos a base de N-P-K, en cada una de las etapas de

desarrollo de la papa se han diseñado productos que le ayudan a mejorar en calidad y también a evitar enfermedades del cultivo. Dentro de las clases de agroquímicos usados se tiene insecticidas, fungicidas, bactericidas, fertilizantes foliares, que tanto en aplicación como en dosificación, se manejan las mismas cantidades para una hectárea. El problema radica en que son productos que se mantienen en el suelo por largos periodos de tiempo y con las lluvias contaminan las vertientes de agua como se verifica en la figura 4.13.



Figura 4.13 Desechos encontrados alrededor de la captación número tres

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

- **Composición química de agroquímicos usados en los cultivos**

Por lo común, los agricultores no colocan la cantidad y mezclas recomendadas; sino, a voluntad provocando problemas futuros para el suelo y la salud. (Figura 4.14).



Figura 4.14 Mezclas de pesticidas encontrados a 20 metros de la vertiente de agua

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

Cada agroquímico posee dentro de su estructura química diferentes elementos químicos. Éstos son los principales elementos como se detalla en el cuadro 4.9.

Cuadro 4.9 Componentes químicos de agroquímicos

Nitrógeno	150 g/kg
Fósforo	300 g/kg
Potasio	150 g/kg
Magnesio	0,90 g/kg
Hierro *	0,80 g/kg
Cinc *	0,30 g/kg
Manganeso *	0,80 g/kg
Boro	0,36 g/kg
Cobre *	0,30 g/kg
Molibdeno	0,02 g/kg

Fuente: Agrinsa 2015

4.2.1.2. Uso actual del suelo para ganadería

La mayoría de los propietarios de los lotes cercanos a las captaciones tienen como actividad económica principal la crianza de bovinos para producción de leche, carne y productos lácteos en general. El pastoreo se realiza sin las respectivas medidas ambientales produciendo problemas como contaminación del aire con mal olor, o del suelo por la falta de control del área adecuada para cada cabeza de ganado y por arrastre de excrementos hacia las vertientes de agua de consumo humano contaminándolas. (Figura 4.15).



Figura 4.15 Presencia de ganado a 30 metros de la captación número uno

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

- **Bovinos**

De acuerdo con la información proporcionada en un informe técnico realizado para el sector de las captaciones de agua de la Junta Administradora de Agua Potable de El Capulí, se pudo deducir la cantidad de población ganadera existente en la cuenca hidrográfica y la cantidad de agua que necesitan para su mantenimiento (Guamán, 2012), fue:

$$Q=A \times D$$

$$Q=775 \times 0.25=193,75 \text{ l/s que necesita para riego}$$

El análisis hídrico de la demanda de caudal para abrevaderos de animales, tomando en cuenta que son 1 500 cabezas de ganado y con una dotación de 80l/cabeza de ganado/día.

$$\text{Población ganadera}=\text{N}^{\circ} \text{ de ha} \times \text{mantenimiento por ha}$$

$$\text{Mantenimiento por ha}=4 \text{ cabezas}$$

$$\text{Población ganadera} =375\text{has} \times 4 \text{ 1500 cabezas}$$

$$\text{Gasto de caudal abrevadero } Q=D \times \text{N}^{\circ}$$

$$D=80 \text{ l/cabeza/día.}$$

Nº cabezas de ganado = 1500

$Q = (80 \text{ l/cab/día} \times 1500) / 86400 \text{ l/s}$ que necesitan para abrevadero de animales

En la siguiente figura se puede evidenciar la presencia de ganado.



Figura 4.16. Ganado sobre la vertiente de la captación número uno

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

- **Cantidad de excreción de un bovino**

La cantidad de estiércol bovino es el mayor desecho producido en los agroecosistemas; puede crear problemas tales como, mal olor, producción de nitratos y otros elementos contaminantes de cuerpos de agua. El bovino defeca de 10 a 15 veces por día, el área cubierta por las heces se encuentra entre un metro cuadrado diario y la cantidad es de 25 kg/día. El potencial contaminante de los residuos ganaderos viene determinado por los parámetros: materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, metales pesados (Bavera, 2006).

En el caso de las captaciones de agua de la JAAP El Capulí, la contaminación se ve favorecida por las pendientes debido a la filtración de los compuestos de las heces del ganado hacia el suelo y posteriormente a las fuentes de agua que abastecen a las captaciones (Cuadro 4.10).

Cuadro 4.10. Cantidad de excreción de ganado de acuerdo a la edad

ANIMAL	EDAD EN MESES	DEYECCIONES DIARIAS (ORINA+HECES KG/DIA)
Ternero	3-6	7
Vaca	24+	28
Vaca lechera	24+	45

Fuente: (Bavera, 2006)

En cada punto de toma de muestras de agua de las tres captaciones se determinó las áreas de incidencia directa e indirecta, con el fin de definir el espacio físico que es influenciado por las acciones de las actividades agrícolas y ganaderas. Se trata entonces de dos tipos de áreas: una de influencia directa y otra, de influencia indirecta; cada una de ellas relacionada de acuerdo al componente ambiental considerado físico, químico, biológico o ecológico.

4.2.2. El área de influencia directa e indirecta

El área de influencia directa e indirecta del alcance de las actividades de la ampliación del Sistema de Agua Potable de la Comunidad El Capulí se enmarca en dos zonas la primera, siendo la que corresponde a la Parroquia Urbana González Suárez, sitio La Delicia Alta en el Cerro Muyurco, determinada en los alrededores de los puntos de Captación; así mismo, la que concierne al sitio donde se encuentra la parroquia La Paz en el sitio Huaquer “El Chicho”.

En el caso de los puntos de captación determinado por análisis realizados en campo, el área de influencia directa es de 200 metros por lo que se estableció una distancia de 400 metros de radio desde el centro del sitio de captación. En el área de influencia indirecta el área es de 500 metros y se estableció una distancia de 1000 metros de radio.

En la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, usos y aprovechamiento del agua, se estipula en el Art. 13.- Formas de Conservación y de protección de fuentes de agua, los terrenos que lindan con los cauces públicos están sujetos en toda su extensión longitudinal a una zona de

servidumbre para uso público, que se regulará de conformidad con el reglamento y la ley. Para la protección de las aguas que circulan por los cauces y de los ecosistemas asociados, se establece una zona de protección hídrica. Cualquier aprovechamiento que se quiera desarrollar a una distancia del cauce, se definirá reglamentariamente, deberá ser objeto de autorización por la autoridad única del agua sin perjuicio de otras autorizaciones que procedan.

Este artículo sirve de apoyo a la JAAP El Capulí para que se limite o se exija el cambio del uso de suelo a los propietarios de los lotes cercanos de las tres captaciones, debido a que la presencia de actividades agrícolas y ganaderas inciden negativamente en el agua de consumo humano lo cual se evidenció de manera técnica a través de los análisis físico químicos realizados, pues se hallaron valores sobre el nivel permisible de nitratos, nitritos y fosfatos en el recorrido del sistema de agua potable.

La investigación realizada determinó que no ha existido un precedente de aplicación de la ley en esta zona por lo que el manejo del recurso ha sido inadecuado durante mucho tiempo. La cantidad de metros que se aplicarían para el área de protección hídrica y en el área de influencia directa e indirecta se encuentra a consideración de SENAGUA debido a los constantes cambios en la ley.

4.2.2.1. Influencia en las captaciones del Muyurco y Falso Pucará

En el estudio realizado se encontró en el área de influencia directa e indirecta afectada por el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) con 35,88ha ya que esta práctica de cultivo es rotativa. Se verificó una área de 3,47 ha de cultivo de papa con un porcentaje de 2% que corresponde al Sr Revelo Palacios Luis Fernando (Figura 4.17).

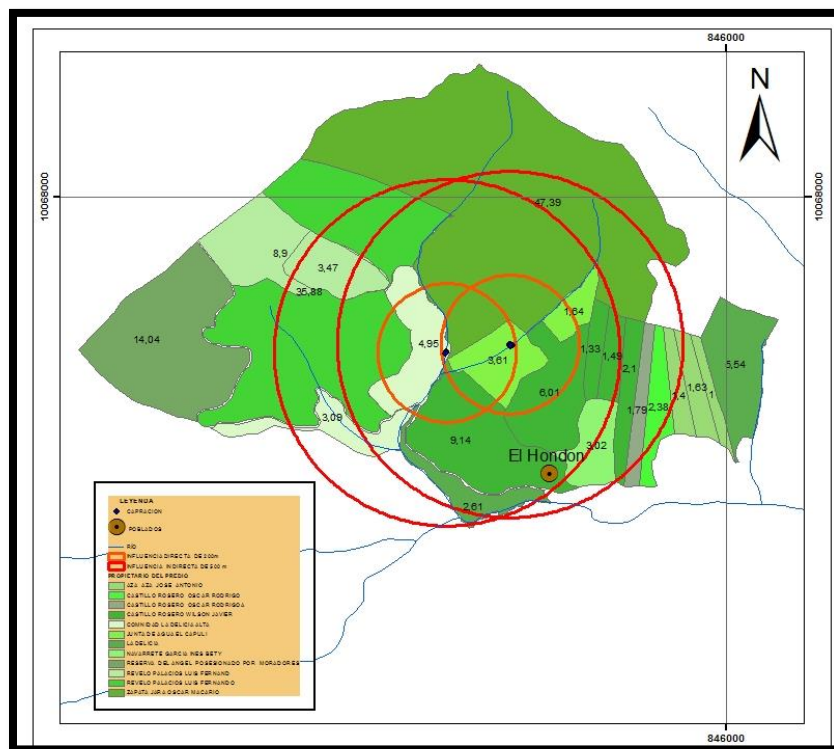


Figura 4.17 Mapa de influencia directa e indirecta del área del Hóndon

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

De igual manera se confirmó pasto en mayor cantidad de 120,39 ha en el área de influencia indirecta dando con 44 %. Se pudo evidenciar ganado bovino en un área de 9,14 ha con un 6% de pasto y un número de 7 cabezas de ganado perteneciente al Sr Castillo Rosero Wilson Javier (Cuadro 4.11).

Cuadro 4.11 Propietarios de los predios y uso del suelo

Propietario	Uso del Suelo	Nº del Predio	Áreas (ha)	%
Navarrete Garcia Ines Bety	pasto joven en crecimiento	7	3,02	2
La Delicia	pasto joven en crecimiento	16	5,54	3
Aza Aza Jose Antonio	paramo de ceja andina y pasto cultivado	13	1,63	1
Castillo Rosero Wilson Javier	paramo de ceja andina y pasto cultivado	8	6,01	4
Castillo Rosero Oscar Rodrigo	pasto joven en crecimiento	10	1,79	1
Castillo Rosero Wilson Javier	pasto joven en crecimiento	9	2,10	1
Castillo Rosero Oscar Rodrigo	pasto joven en crecimiento	11	2,38	1
Aza Aza Jose Antonio	pasto cultivado	12	1,40	1
Aza Aza Jose Antonio	pasto cultivado	14	1,00	1
Castillo Rosero Wilson Javier	paramo de ceja andina y pasto cultivado	9	1,33	1
Reserva del Ángel	matorrales de paramo y	0	14,04	9
Posesionado Por Moradores	paramo de frailejones			
Revelo Palacios Luis Fernando	paramo de ceja andina y cultivo de papa	1	35,88	22

Comunidad La Delicia Alta	bosque enano alterado de bosque de ceja andina	2	4,95	3
Junta De Agua El Capulí	paramo de ceja andina y pasto cultivado	6	1,64	1
Castillo Rosero Wilson Javier	paramo de ceja andina y pasto cultivado	9	1,49	1
Zapata Jara Oscar Macario	paramo de ceja andina y pasto cultivado	3	47,39	29
La Delicia	matorrales de paramo	0	2,61	2
Comunidad la Delicia Alta	matorrales de paramo	0	3,09	2
Castillo Rosero Wilson Javier	pasto y ganado bovino	4	9,14	6
Revelo Palacios Luis Fernand	cultivo de papa	1	8,90	5
Revelo Palacios Luis Fernand	cultivo de papa	1	3,47	2
Junta de Agua El Capulí	matorrales de paramo	5	3,61	2
Total de área			162,404	100

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

4.2.2.1. Influencia en la captación de El Chicho

En la tercera captación llamada de El Chicho, ubicada en la parroquia La Paz, sitio Huaquer es un área ganadera ya que se encuentran haciendas con gran cantidad de ganado bovino como se ve en la figura 4.18.

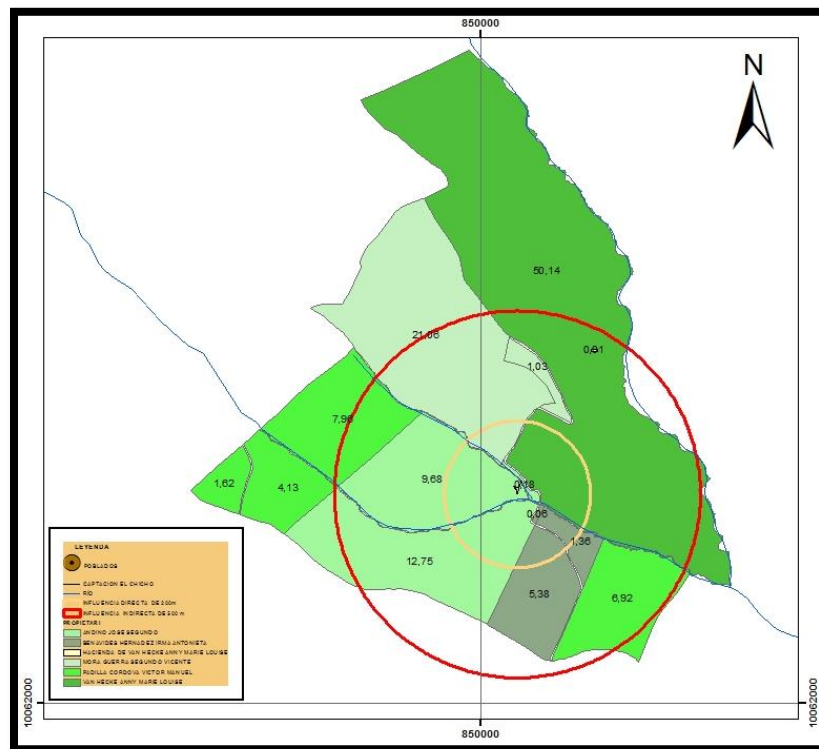


Figura 4.18 Mapa de área directa e indirecta de influencia del Chicho

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

En el área de influencia directa e indirecta se halla una zona ganadera con una extensión de 122,29 ha en las cuales el uso del suelo es para pastos en un 95% para proporcionar alimento al ganado bovino de doble propósito de producción: carne y leche.

Cerca de la captación se encuentra una hacienda de la Sr(a) Van Hecke Anny Marie Louise con 50,14 ha con un 41% de pasto cultivado. Esta hacienda tiene una cantidad de ganado bovino de 173 unidades. Al norte se encuentra la propiedad del Sr Mora Guerra Segundo Vicente con un área de terreno 21 ha, donde el uso del suelo fue pasto cultivado, en un 17% útil para el consumo de ganadería ya que satisface a las 32 cabezas de ganado. Al noroeste se encuentra la propiedad del Sr Andino José Segundo donde el uso del suelo es pastos útiles para el mantenimiento de ganado lechero, en un número de catorce (cuadro 4.12).

Cuadro 4.12 Propietarios y uso del suelo del área de El Chicho

Propietario	Uso del suelo	Nº de Bovino	Áreas (ha)	%
Mora Guerra Segundo Vicente	pastizal y ganado bovino	2	21,06	17
Van Hecke Anny Marie Louis	pastizal y ganado	73	50,14	41
Andino José	matorral	-	0,18	0
Padilla Córdova Víctor Manuel	pasto cultivado	-	6,92	6
Benavides Hernández Irma Antonieta	cultivo de pasto y tierra preparada para siembra	-	5,38	4
Benavides Hernández Irma Antonieta	cultivo de pasto	-	1,36	1
Padilla Córdova Víctor Manuel	pasto joven en crecimiento	-	1,62	1
Padilla Córdova Víctor Manuel	pasto joven en crecimiento	-	4,13	3
Padilla Córdova Víctor Manuel	pasto joven en crecimiento	-	7,96	7
Andino José Segundo	pastizal y ganado bovino	14	9,68	8
Andino José Segundo	pastizal y ganado bovino	14	12,75	10
Benavides Hernández Irma Antonieta	cultivo de pasto	-	0,06	0
Mora Guerra Segundo Vicente	pastizal y ganado bovino	32	1,03	1
Hacienda De Van Hecke Anny Marie Louise	vivienda	-	0,01	0
Total de área			122,29	100

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

4.3. Cantidad y calidad de agua

La interpretación de los resultados de un análisis de agua parte del conocimiento de la normativa y de la comparación con los resultados obtenidos (INEN 1108).

4.3.1. Resultados de análisis de agua en la captación Muyurco

Aquí se hizo evidente la presencia de fósforo. En la época de lluvia se da un incremento de escorrentía superficial y se produce una dilución de la concentración de fosforo. La principal vía de entrada de los abonos en las aguas superficiales es a través de la escorrentía, que los arrastra en su mayor parte junto a las partículas de suelo.

El contenido de fósforo y nitrógeno en el suelo es más alto en las capas más superficiales, las cuales son las más erosionadas. Además, el proceso erosivo tiende a afectar más a las partículas finas que son las que contienen la mayor parte del nitrógeno y fósforo. Debido a esto, el sedimento erosionado tiene una mayor concentración de nutrientes que el suelo del que proviene, para el fósforo es frecuente entre 2 y 6 veces más y para el nitrógeno entre 2 y 8 veces como se detalla en el cuadro 4.13.

Cuadro 4.13 Resultados de variaciones de fósforo en el Muyurco

Fosfatos mg/l	14/01/2015		19/02/2015	01/04/2015	Norma
Muyurco C	0,15	0,18	0,12	0,1	0,1
Muyurco A	0,35	0,36	0,16	0,12	0,1
Muyurco B	0,18	0,18	0,14	0,11	0,1

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

Los datos determinan que la muestra de la parte alta Muyurco fue la más contaminada con 0,35-0,36-0,16 y 0,12 mg/l de fósforo, en relación con las otras muestras, sobrepasando la Norma técnica Ecuatoriana INEN 1108-2010, que indica el límite permisible de 0,1 mg/l. Esto se debe probablemente al uso de productos agroquímicos utilizados para el cultivo papa, los cuales están basados en mezclas físicas de fosforo, nitrógeno y potasio.

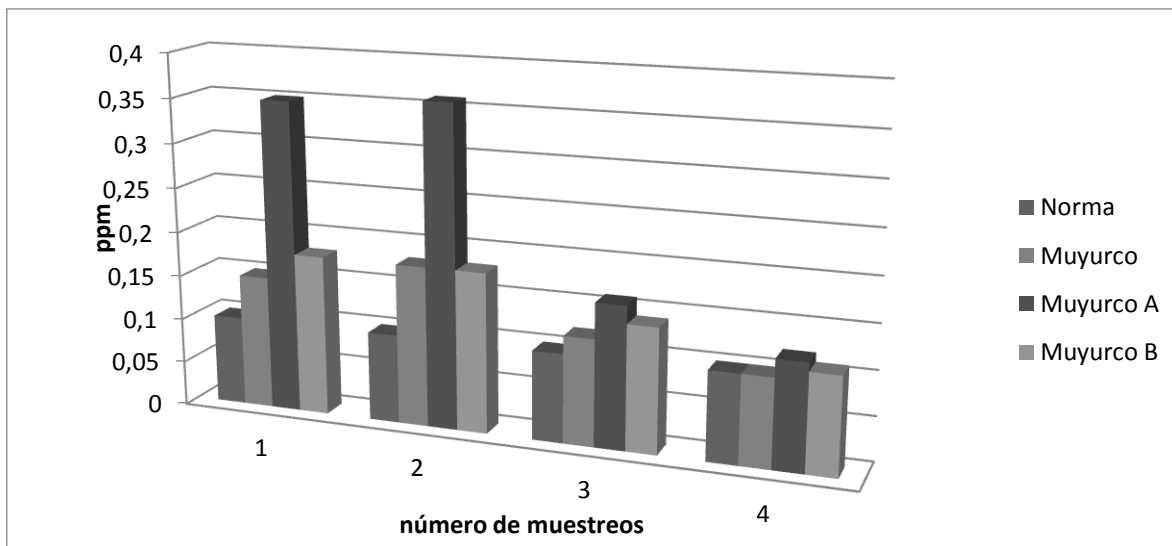


Figura 4.19 Variación de Fosfatos en el Muyurco

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

Cuadro 4.14 Resultados variación de N amoniacal en el Muyurco

MUYURCO	14/01/2015	19/02/2015	01/04/2015	Norma
N. amoniacal mg/l	0,55	0,58	0,11	0,5
Nitritos mg/l	0,01	0,01	1,01	0,2

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

Los análisis realizados con base en la metodología normalizada para el análisis demuestra nitrógeno amoniacal 0,55-0,58-0,11 y 0,13 mg/l en diferentes fechas en la captación Muyurco, sobrepasa la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108-2010 que indica el límite permisible 0,5 mg/l. Se estableció una correlación en temporada seca entre los valores de fosfatos y nitrógeno amoniacal, ambos son altos y tienden a bajar en temporada lluviosa.

Los nitratos superaron la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108-2010 que indica el límite permisible de 0,2 mg/l, con una cantidad de 1.01 mg/l en la fecha del 19 de enero del 2015. Se colige influencia del uso de abonos para el cultivo de papa que se lavan con las lluvias como se evidencia en la figura 4.20.



Figura 4.20 Cultivo de papa
Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

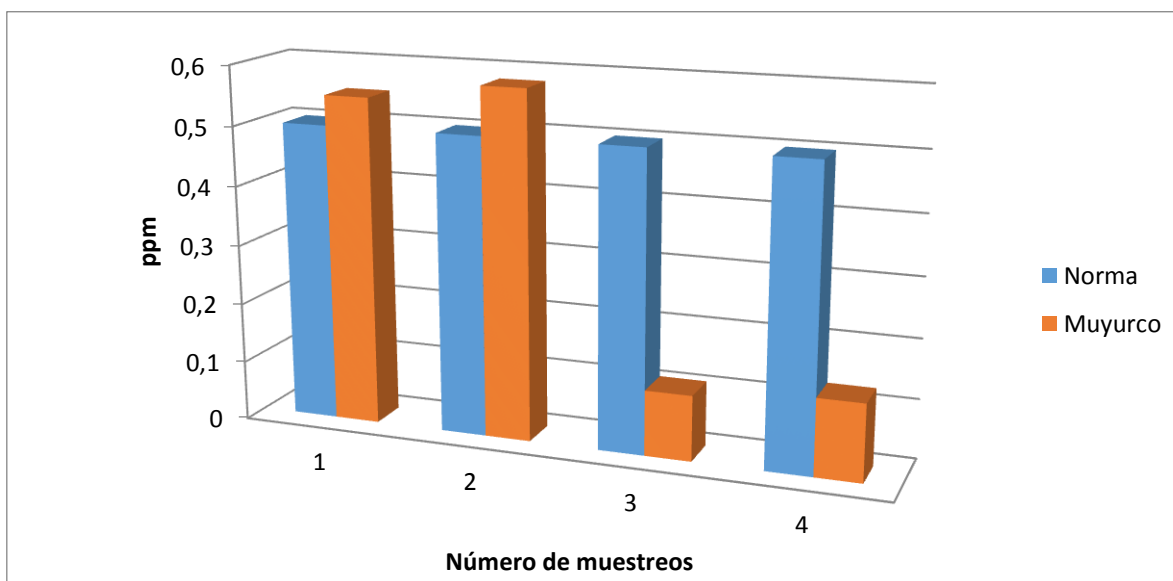


Figura 4.21 Variación de nitrógeno amoniacal
Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

En lo que respecta a la turbiedad en Muyurco del muestreo del 19 de febrero 2015, como se observa en la figura 4.22, sobrepasó la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108-2010, debido a que se presentó una precipitación.

Cuadro 4.15 Resultado de Turbiedad en el Muyurco

TURBIEDAD	14/01/2015	19/02/2015	01/04/2015	Norma
Captación	3,95	6	2,83	5

Elaborado por: C. Flores

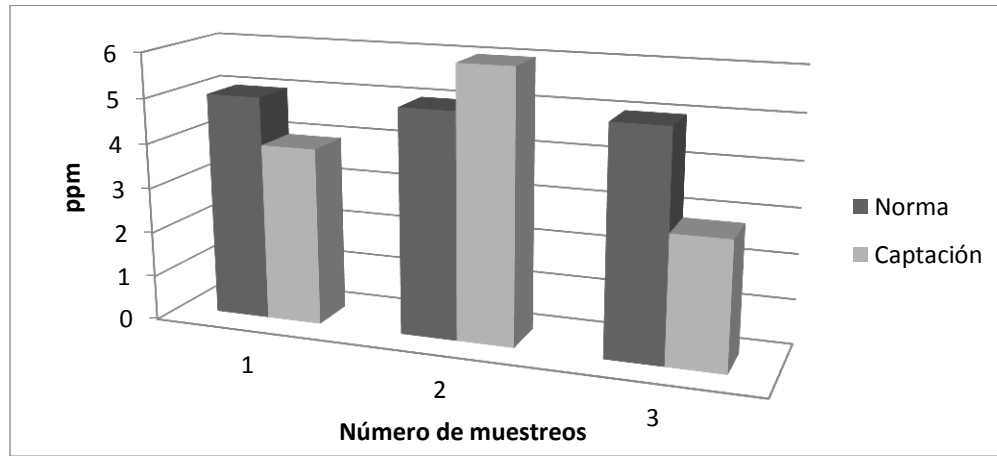


Figura 4.22 Variación de Turbiedad Muyurco

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

4.3.2. Resultados de los análisis de agua en la captación Falso Pucará

Se observa en la captación Falso Pucará que todas las muestras superan la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108-2010, se repite la dinámica observada en El Muyurco, en la parte alta, y en época lluviosa.

Se evidenció una diferencia sustancial en la cantidad de fósforo de la parte baja; ésta fue superior a las demás debido a la presencia de ganado bovino (*Bos primigenius Taurus*) que pisotea el suelo cuando se acerca a beber agua libremente de la vertiente. El fósforo se encuentra normalmente en el suelo, las plantas lo asimilan de allí y los animales herbívoros los asimilan de las plantas; el retorno se produce por las excreciones y por la descomposición de la materia orgánica muerta (Cuadro 4.16.).

Cuadro 4.16 Resultados de variación de fosfatos Falso Pucará

FOSFATOS ppm	14/01/2015		19/02/2015	01/04/2015	Norma
Captación	0,17	0,17	0,13	0,11	0,1
Alta	0,13	0,13	0,09	0,13	0,1
Baja	1,15	1,15	0,11	0,1	0,1

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

En la parte alta el muestreo se observa un pequeño incremento de hierro en esta muestra, con 0,31 ppm esto se debe al tipo de suelo inceptisol, el cual se desarrolla en zonas con pendientes pronunciadas, donde la erosión del suelo desgasta constantemente la parte superficial del terreno.

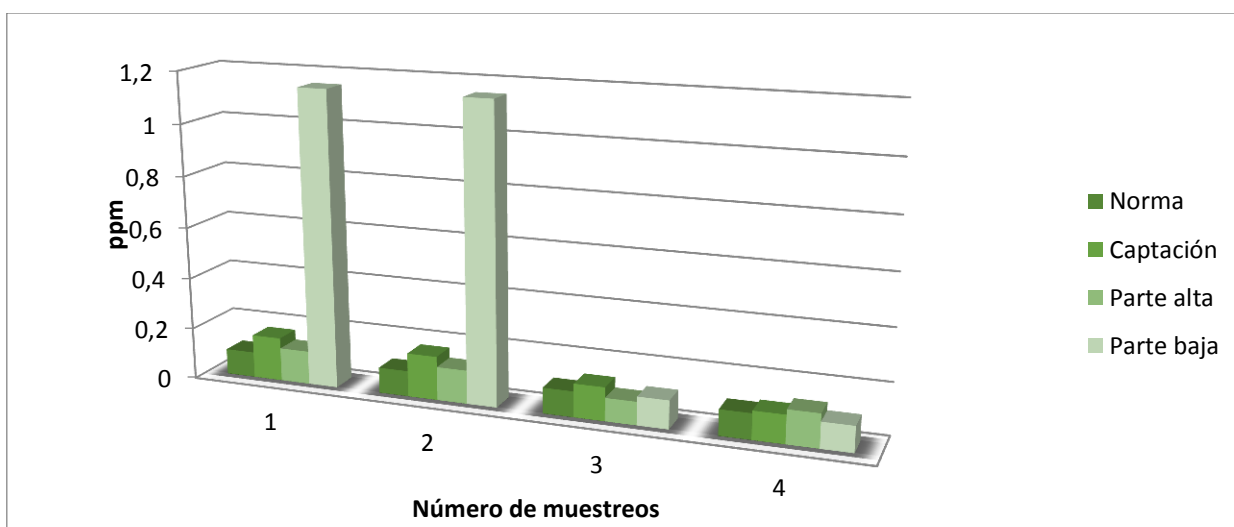


Figura 4.23 Variación de Fósforo en los cuatro puntos de captación Falso Pucará

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

4.3.3. Resultados de los análisis de agua en la captación de El Chicho

Para El Chicho, no se observa una correlación entre la cantidad de fósforo y nitrógeno amoniacal; exceptuando la última, su valor es menor a la norma como se detalla en el cuadro 4.17.

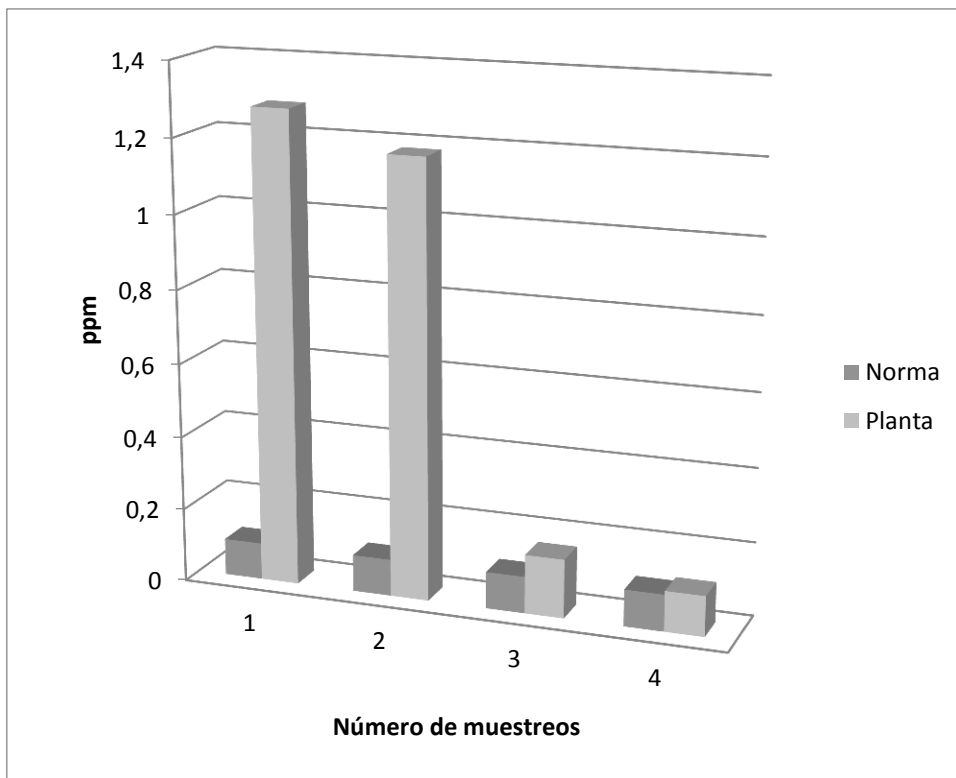


Figura 4.24 Variación de Fósforo el Falso Pucará

Cuadro 4.17 Análisis de fosfatos en la Captación El Chicho

FOSFATOS ppm	14/01/2015		19/02/2015	01/04/2015	Norma
Captación	0,16	0,16	0,11	0,1	0,1
Alta	0,18	0,18	0,16	0,15	0,1
Baja	0,12	0,12	0,12	0,1	0,1
Nitrógeno Amoniacal	0,3	0,3	0,1	10	0,5

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

En la siguiente figura se puede observar los rangos comparativos de los resultados obtenidos en los resultados.

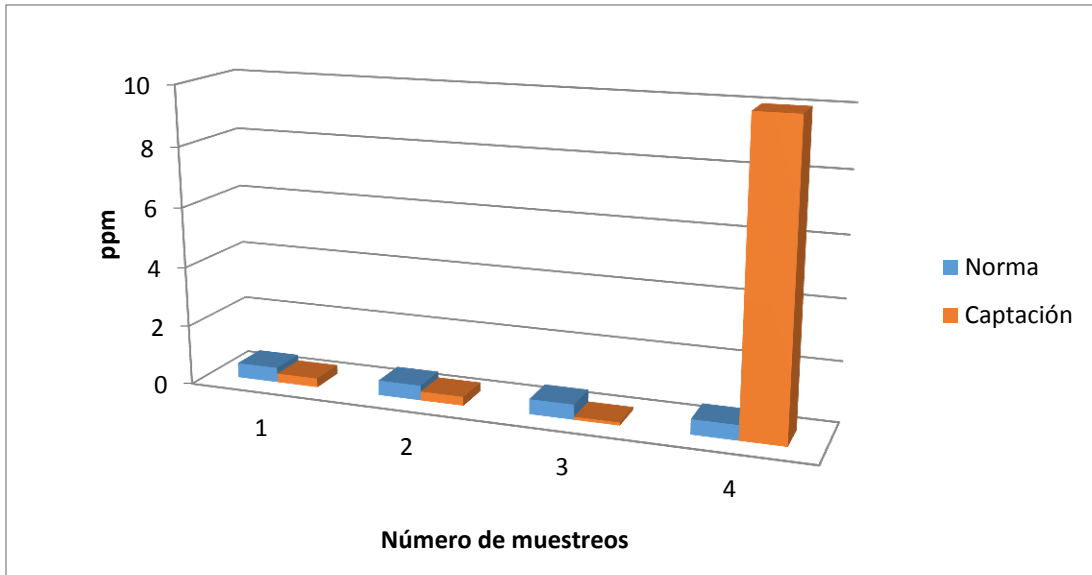


Figura 4.24 Variación de Nitrógeno amoniacal en el Chicho

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

La dinamica del fósforo se mantuvo en los tres puntos de muestreo, siendo mayores los valores de fosfatos en la parte mas alta (figura 4.25).

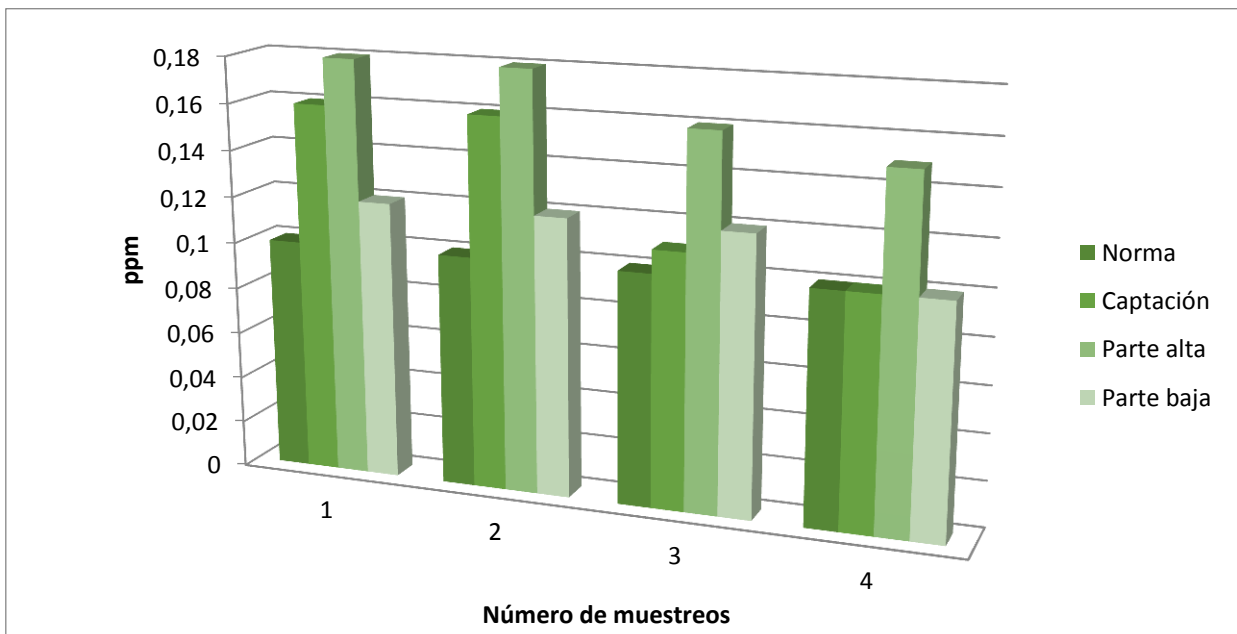


Figura 4.25 Variación de fosfatos en Captación El Chicho

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

La turbiedad presenta una variación en los puntos y fechas de muestreo; esto se debe a las variaciones de la precipitación, la vertiente arrastra en su transcurso varios residuos sólidos como se observa en el siguiente cuadro 4.18.

Cuadro 4.18 Resultados de turbiedad en el Chicho

TURBIEDAD ppm	14/01/2015	19/02/2015	01/04/2015	Norma
Captación	2,8	18	6,6	5
Alta	2	10	3,07	5
Baja	3	20	4,5	5

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

En la figura 4.26 se puede observar una gráfica clara acerca de la variación de turbiedad en El Chicho.

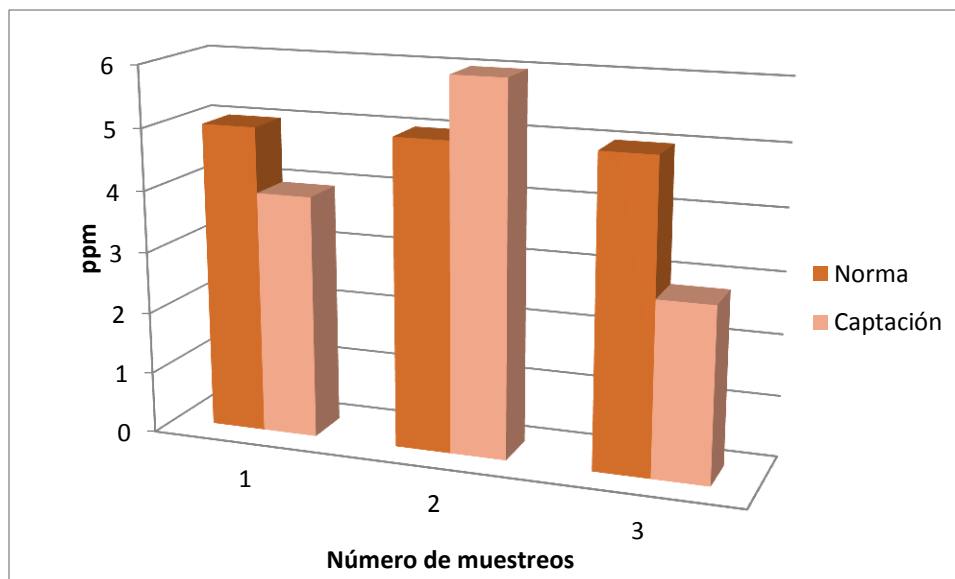


Figura 4.26 Variación de Turbiedad en El Chicho

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

4.3.4. Resultados de los análisis de agua en la planta de tratamiento

La planta de tratamiento es ineficiente para la eliminación de fosfatos al igual que en el caso de la parte alta Muyurco. Los valores son bajos en época seca con tendencia a ser mayores en época de lluvia. En la época seca existe lixiviación por el efecto del riego como se detalla en el cuadro 4.19.

Cuadro 4.19 Análisis de fosfatos en la planta

Planta	14/01/2015		19/02/2015	01/04/2015	
Fosfatos ppm	1,28	1,18	0,16	0,11	0,1

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

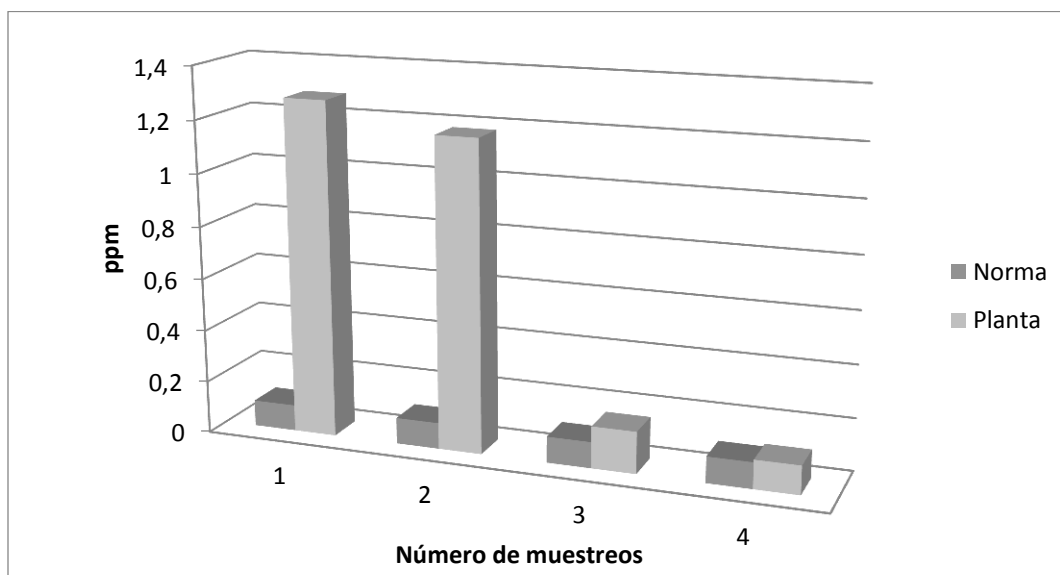


Figura 4.27 Variación de fosfatos en la planta

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

4.3.5. Comparación de resultados con las Normas Técnicas

Para identificar el problema existente por la incidencia de la agricultura y la ganadería en las captaciones de agua de la JAAP de El Capulí se realizaron cuatro tablas comparativas de fosfatos, nitritos, nitrógeno amoniacal y turbidez (cuadro 4.20).

Cuadro 4.20 Concentración en ppm y limite permisible de los resultados fosfatos

FOSFATOS	Concentración (ppm)	Norma técnica Ecuatoriana INEN 1108-2010
Captación Muyurco	0.138	0.1
Captación Falso Pucará	0.145	0.1
Captación El Chicho	0.133	0.1

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

Los análisis mostraron que las tres captaciones no cumplen con el límite permisible de la norma INEN, de 0.1 ppm. En la captación Muyurco se halló 0.138 ppm; en Falso Pucará 0.145 ppm y en la captación El Chicho 0.133 ppm. La razón se encuentra en las fuentes orgánicas, principalmente, excremento de animales y fosfatos de los abonos utilizados en la agricultura, que son arrastrados por las lluvias (figura 4.28).

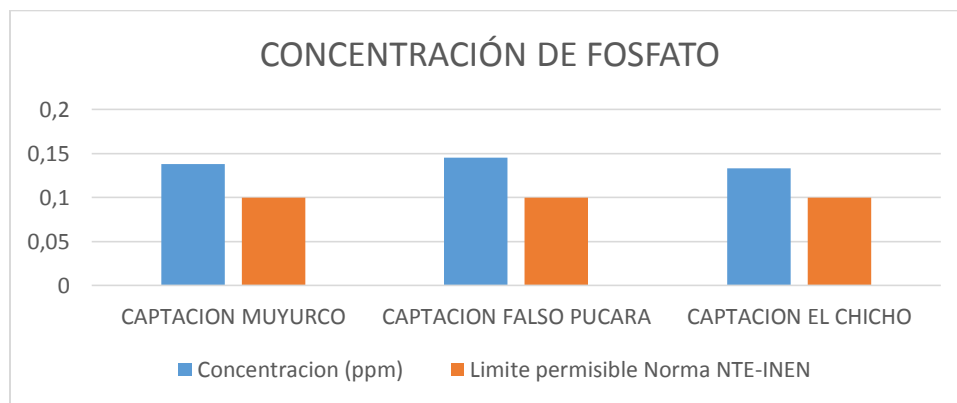


Figura 4.28 Comparación de resultados de fosfatos

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

Cuadro 4.21 Concentración en ppm y límite permisible de los resultados nitritos

NITRITOS ppm	Concentración (ppm)	Norma técnica Ecuatoriana INEN 1108-2010
Captación Muyurco	0.26	0.2
Captación Falso Pucará	0.07	0.2
Captación El Chicho	0.03	0.2

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

Los análisis mostraron que en dos captaciones se cumplen con el límite permisible de la norma INEN: 0.2 ppm; siendo de 0.07 ppm en la captación Falso Pucará y de 0.03 ppm en El Chicho; mientras, en la captación Muyurco se tuvo 0.26 ppm, que no cumple con el límite permisible (cuadro 4.21),

En el suelo y el agua se encuentran microorganismos que transforman los nitratos en nitritos. En la salud los nitritos pueden convertir la hemoglobina de la sangre en metahemoglobina disminuyendo la cantidad de oxígeno que transporta la sangre causando que las células no funcionen correctamente en el organismo. (Camacho G. , 2009)

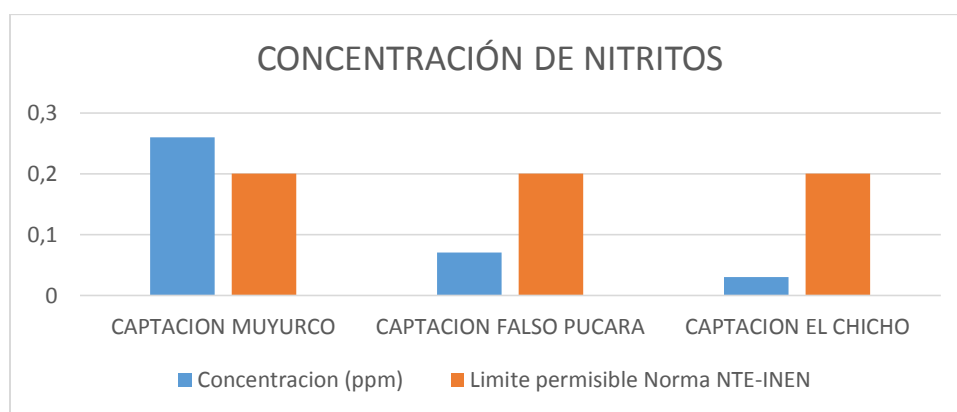


Figura 4.29 Comparación de resultados de nitritos

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

Cuadro 4.22 Concentración en ppm y límite permisible de los resultados nitratos

NITRATOS ppm	Concentración (ppm)	Norma técnica Ecuatoriana INEN 1108-2010
Captación Muyurco	0.343	0.5
Captación Falso Pucará	0.18	0.5
Captación El Chicho	2.675	0.5

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

El límite permisible de nitratos de acuerdo con la norma INEN es de 0.5 ppm. Dos captaciones cumplen con la norma, la captación en el Muyurco con 0.343 ppm y la captación Falso Pucará con 0.18 ppm; en cambio, la captación El Chicho tiene 2.675 ppm y no cumple con el límite permisible. La contaminación del suelo y del agua por el uso de agroquímicos puede ser una de las causas, pero también la descomposición de materia vegetal o animal muerta o por estiércol de animales que lo pueden causar (Cuadro 4.22).

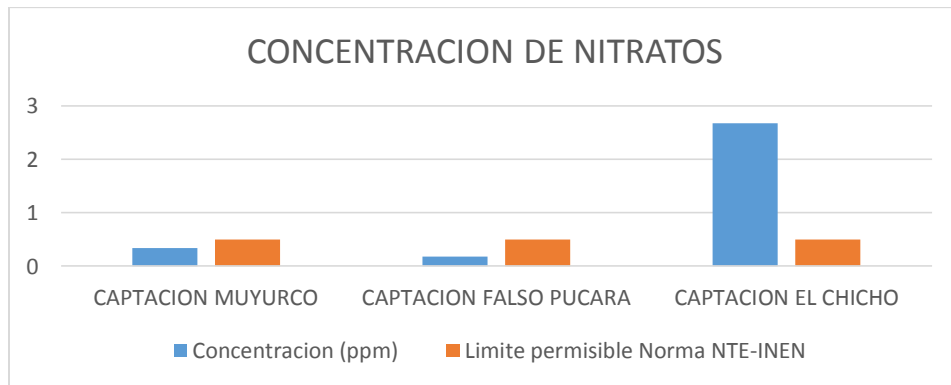


Figura 4.30 Comparación de resultados de nitratos

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

Cuadro 4.23 Concentración en ppm y límite permisible de los resultados

TURBIEDAD	Concentración (ppm)	Norma técnica Ecuatoriana INEN 1108-2010
Captación Muyurco	4.26	5
Captación Falso Pucará	1.1	5
Captación El Chicho	9.13	5

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

La turbiedad del agua se da principalmente por tener un color amarillento opaco y oscuro debido a partículas en suspensión de la escorrentía o crecimiento de algas. Este problema puede ser eliminado mediante ciertos procesos como son sedimentación y filtración. El límite permisible de la turbiedad del agua según la norma INEN es de 5 ppm, observándose que en dos captaciones los límites son permisibles pero en la captación de El Chicho existe un nivel elevado de turbiedad como se detalla (Cuadro 4.23).

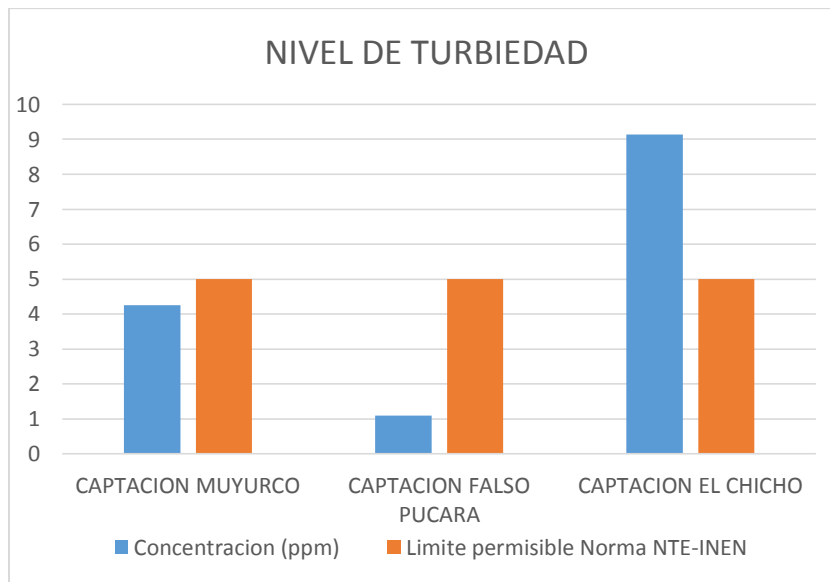


Figura 4.31. Comparación de resultados de turbiedad

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

Aunque el resultado en los niveles de nitritos, nitratos y fosfatos se encuentra muy cerca de los límites permisibles, no se puede descartar que existen riesgos para la salud; De acuerdo con estudios realizados en Argentina, siempre se tiene un porcentaje de riesgo si la concentración de estos elementos se sigue manteniendo en el agua de consumo. Ante esta situación la mejor solución por economía y tiempo de ejecución es el intercambio iónico de resinas en donde los nitratos y sulfatos se reemplazan por cloruros sin afectar la calidad de agua para consumo potable.

4.4. Propuesta de estrategias para la protección y mejoramiento de la calidad de agua de las fuentes hídricas del sistema de agua potable de la Comunidad de El Capulí

La presente propuesta toma en cuenta la situación actual del sistema de agua potable de la Comunidad de El Capulí debido a la incidencia de la agricultura y ganadería sobre éste. Se basa en un diagnóstico de participación conjunta de las autoridades comunitarias con el propósito de mejorar la calidad de agua que se brinda a la población. Con este trabajo se pretende evitar, controlar y disminuir los efectos negativos que de por sí generan las actividades agrícolas y ganaderas en la zona de influencia directa e indirecta de las captaciones de agua (Figura 4.32).



Figura 4.32 Inspección técnica captación número uno El Hondón JAP El Capulí
Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

El objetivo que se busca es concientizar y propiciar un manejo ambiental adecuado por parte de los principales actores que son los propietarios de los predios alrededor de las captaciones, para la conservación y protección de los recursos naturales.

Objetivo General de la Propuesta

Formular estrategias que contribuyan al mejoramiento de la calidad de agua en el Sistema de Agua Potable de la Comunidad de “El Capuli”.

Objetivos Especificos de la Propuesta

- Fortalecimiento de la organización comunitaria de El Capulí.
- Ejecución del proyecto de restauración forestal con especies nativas en los predios de la junta administradora de agua potable.
- Proyecto de implementación de un desarenador para reducir la turbidez del agua en la vertiente El Chicho.
- Proyecto de purificación de agua cruda en la planta de tratamiento de agua de la Comunidad “El Capulí”.

Responsables

Dentro de esta propuesta se presentan diversos actores, quienes tendrán bajo su responsabilidad el cumplimiento de los proyectos detallados en el cuadro 4.24.

Cuadro 4.24 Responsables del cumplimiento de la propuesta de mejoramiento de calidad de agua en la Comunidad de El Capulí.

Propuesta de protección y mejoramiento de la calidad de agua de las fuentes hídricas del sistema de agua potable de la Comunidad de El Capulí.		
Programas	Proyectos	Responsables
Programa de protección de las vertientes de las captaciones de agua	Desarrollo y capacitación comunitaria	MAE, SENAGUA, MAGAP, GAD de Montúfar, Tesista Carlos Flores, JAAP.
	Restauración Forestal	JAAP, GAD de Montúfar, MAE.
Programa de Mejoramiento de la calidad de agua	Implementación de un desarenador en la captación de El Chicho	JAAP, SENAGUA, GAD de Montúfar
	Purificación de agua cruda en la planta de tratamiento	JAAP, GAD de Montúfar, SENAGUA.

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

4.4.1. Programa de Protección de las vertientes de las captaciones de agua

El programa para el mejoramiento de la calidad de agua en los puntos de captación necesita del apoyo constante de los miembros de la comunidad con el fin de lograr el desarrollo y bienestar social, mediante el compromiso de uso racional del suelo. La actividad económica del sector se basa en la ganadería y la agricultura y poco se conoce respecto de los efectos secundarios que pueden producir en el suelo y por ende en las fuentes hídricas de sus alrededores. Con el afán de limitar las actividades antropogénicas se ve urgente una propuesta de mejoramiento de la calidad de agua en las captaciones de agua de la Comunidad de El Capulí, sustentada en actividades prácticas de conservación, optimización y concientización ambiental.

Desde el punto de vista jurídico la propuesta se basa en la Constitución Política de la República que en el Artículo 317 determina que los recursos no renovables pertenecen al patrimonio inalienable del Estado, en este sentido se prioriza la responsabilidad de minimizar los impactos negativos de carácter ambiental como los observados en la figura 4.33.



Figura 4.33 Desgaste del suelo

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

4.4.1.1. Proyecto de Desarrollo y Capacitación Comunitaria

Se pretende fortalecer a los diferentes actores comunitarios, tanto autoridades como habitantes, a través de capacitaciones referentes a temas ambientales y recursos hídricos para un mejor mantenimiento de los recursos ambientales. Las distintas organizaciones que se encuentran dentro de la comunidad, están representadas principalmente por la Junta Administradora de Agua y el Cabildo de la Comunidad y la gestión que realizan se encuentra limitada por no existir compromiso en cuanto a sus funciones de fortalecimiento organizacional principalmente en lo referente al mejoramiento y conservación de los recursos naturales. (Figura 4.34).



Figura 4.34 Segunda socialización en El Capulí

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

Objetivos del Proyecto de Desarrollo y Capacitación Comunitaria

- Fortalecimiento organizacional de la Comunidad de El Capulí en educación ambiental.
- Establecer un sistema de políticas públicas que establezca fronteras agropecuarias que garanticen la calidad de agua potable a largo plazo.

Alcance del proyecto de Desarrollo y Capacitación Comunitaria

Incentivar y concientizar a la población acerca del manejo adecuado del suelo y del medio ambiente para favorecer a la conservación de las vertientes de agua.

Actividades a Realizarse en el Proyecto de Desarrollo y Capacitación Comunitaria

- Informar acerca de la incidencia de la agricultura y ganadería sobre el sistema de agua potable de la Comunidad de El Capulí, reunión convocada por la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado de la Comunidad con la presencia de delegados de SENAGUA, MAGAP, MAE, GAD,UTN,MSP.

- Capacitación sobre la importancia de precautelar y cuidar el medio ambiente que rodea el sistema de agua potable de la Comunidad, reunión convocada por el cabildo de la Comunidad en igual forma con delegaciones de MSP, MAGAP, MAE, GAD, UTN, SENAGUA, JAP.
- Socializar e integrar a los usuarios de la Comunidad al Proyecto de restauración forestal auspiciado por el GAD de Montúfar conjuntamente con el Ministerio del Ambiente.
- Difundir las disposiciones de la Constitución de la República y socializar acerca de la importancia de la educación ambiental para la ejecución de las diferentes actividades productivas, principalmente en ganadería y agricultura (figura 4.35).



Figura 4.35 Socialización de la propuesta en El Capulí

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

Cuadro 4.25 Proyecto de Desarrollo y Capacitación comunitaria

PROYECTO	OBJETIVO	ACTIVIDADES		MESES	MATERIAL DE APOYO	RESPONSABLES Y ACTORES	PRESUPUESTO USD	SUMA USD	
Desarrollo y Capacitación Comunitaria	Fortalecer organización ambiental en educación ambiental	Informar acerca de la incidencia de la agricultura y ganadería sobre el sistema de agua potable	Reunión en el salón de usos múltiples con entidades públicas y moradores	2	Oficina (infocus, computador)	Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado de "El Capulí" GAD de Montúfar Ministerio del Ambiente Ministerio de Salud Senagua	\$ 150	\$ 1.400	
		Capacitación sobre la importancia de precautelar y cuidar el medio ambiente	Socialización con temas referentes al cuidado ambiental	2	Trípticos, material de oficina	Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado de "El Capulí" GAD de Montúfar Ministerio del Ambiente	\$ 400		
	Establecer sistema de políticas públicas de manejo ambiental	Socializar e integrar a los usuarios de la Comunidad al Proyecto de restauración forestal	Mingas comunitarias para el mantenimiento del sistema de agua potable y alcantarillado	1	herramientas de labranza	Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado de "El Capulí" ,GAD de Montúfar y el Ministerio del Ambiente	\$ 500		
		Difundir las leyes de la Constitución de la República	Inspección al sistema de agua potable de la Comunidad el Capulí	1	botas, poncho de agua y herramientas de campo	Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado de "El Capulí" ,GAD de Montúfar y el Ministerio del Ambiente Senagua	\$ 350		
	Subtotal							\$ 1.232	
	Imprevistos AL 12%							\$ 168	
TOTAL							\$1.400		

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

4.4.1.2. Proyecto de restauración forestal con especies nativas en los predios de la Junta Administradora de Agua Potable de la Comunidad de El Capulí

El Ministerio del Medio Ambiente a través del Gobierno Autónomo del Cantón Montúfar con el apoyo de la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado de la Comunidad de El Capulí, ha puesto en marcha el proyecto de restauración forestal, que consiste en conservar, proteger y restaurar los recursos naturales, principalmente las fuentes de agua, por ser prioridad la calidad del líquido vital ya que de él depende la vida de los comuneros.

El “MAE” durante el año 2014, actualizó el plan nacional de restauración forestal que detalla los lineamientos técnicos y el funcionamiento del programa de conservación en base al nuevo modelo de gestión concurrente entre el “MAE” y los GAD Provinciales y Parroquiales rurales del país, a través del financiamiento del programa y proyectos de forestación y reforestación, en el marco en el marco de las facultades otorgadas con la resolución Nº007-CNC-2012 DE 30 de mayo del 2012. Con la fecha 21 de abril 2015, el GAD suscribió un convenio con el ministerio del ambiente, destinado a financiar actividades de reforestación dentro del proyecto denominado “PROGRAMA DE RESTAURACIÓN FORESTAL CON FINES DE CONSERVACIÓN AMBIENTAL Y PROTECCIÓN DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS” bajo las directrices técnicas del MAE. Mediante un oficio el Ministerio del Ambiente aprobó la propuesta para la restauración forestal presentada por el GAD de Montúfar. (Figura 4.36).



Figura 4.36 Deforestación del páramo

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

Objetivos del Proyecto de Restauración Forestal con Especies Nativas en los predios de la Junta Administradora de Agua de la Comunidad de El Capulí

- Establecer el proyecto de restauración con plantas nativas en los predios de la Junta Administradora de Agua Potable en la parte alta de la microcuenca del Río Huaquer
- Salvaguardar principalmente las nacientes y las unidades de captación de agua en los lotes de la Junta de Agua
- Mejorar el paisaje natural y recuperar las áreas degradadas para la conservación ambiental.

Alcance de Proyecto de Restauración Forestal con Especies Nativas en los predios de la Junta Administradora de Agua de la Comunidad de El Capulí

Restauración total de los predios de la Junta de agua con especies nativas, mejorando el paisaje y protegiendo las vertientes de agua de las tres captaciones.

Actividades a realizarse en el proyecto de restauración forestal con especies nativas en los terrenos de la Junta Administradora de Agua Potable de El Capulí

Para cumplir con este objetivo el GAD de Montúfar puso a su disposición el vivero en donde se reproducen las especies nativas, que contribuyen a la conservación y protección de las fuentes hídricas en las partes altas de la microcuenca del río Huaquer.

- Se firma el compromiso entre La Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado de El Capulí, GAD de Montufar, MAE y propietarios de los lotes colindantes de las fuentes hídricas para iniciar el proceso de protección y garantizar su conservación
- La coordinación del inicio, seguimiento y control del proceso de reforestación y forestación, de plántulas a sembrar, transporte, hoyado, plantación y protección de estas estarán a cargo del GAD de Montúfar.

- Las especies seleccionadas serán plantadas con la modalidad de revegetación con especies nativas ya que se busca la recuperación de la funcionalidad de los ecosistemas y de los servicios ecosistémicos, a través de introducción de especies nativas como: arrayán (*Myciastes sp*), yagual (*Polylepis sp*), pumamaqui (*Oreopanax sp*), aliso (*Alnus acuminata*), quishuar (*Buddleja sp*), laurel de cera (*Morella pubescens*), entre otros provenientes del vivero del GAD de Montúfar o de ecosistemas naturales.
- Las especies seleccionadas serán plantadas, con un espacio de 3m x 3m, en el sistema tres bolillo.
- Se utilizará el sistema de bancal profundo para realizar la apertura de los hoyos que tendrán la siguiente dimensión: 0.40 x 0.40 x 0.40 m.
- La coordinación del inicio, seguimiento y control del proceso de reforestación y forestación, de plántulas a sembrar, transporte, hoyado, plantación y protección de estas estarán a cargo del GAD de Montufar (Figura 4.37).



Figura 4.37 Areas para restauracion forestal con especies nativas en la JAAP

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

Cuadro 4.26 Proyecto de Restauración Forestal

PROYECTO	OBJETIVOS	ACTIVIDADES		TIEMPO MESES	MATERIALES DE APOYO	RESPONSABLES Y ACTORES	PRESUPUESTO ESTIMADO USD	SUMATORIA USD
Proyecto de Restauración Forestal con especies nativas	Establecer el proyecto de restauración con plantas nativas	Negociación Y proceso de protección	Firma de compromiso entre municipio, ministerio de ambiente conjuntamente con la directiva de la junta de agua, propietarios de las fuentes hídricas para garantizar su conservación	3	Oficina	Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado de "El Capulí", GAD de Montufar y el Ministerio del Ambiente	\$ 100	\$ 3.300
	Salvaguardar las nacientes y captaciones de agua	Georeferenciación del área a restaurar	levantamiento planimetro	6	GPS, cámara digital , equipo de campo	Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado de "El Capulí", GAD de Montufar y el Ministerio del Ambiente	\$ 1.000	
		Adquisición y transporte de plantas	Especies endémicas de los andes ecuatorianos, como (Yagual, Puma maqui, Aliso, Quishuar, arrayan).	2	Gestión y proformas hacia el vivero del GAD de Montufar	Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado de "El Capulí", GAD de Montufar y el Ministerio del Ambiente	\$ 1.000	
	Mejorar el paisaje natural y recuperación de áreas degradadas	Marcación y apertura de hoyos	El sistema de plantación será tres bolillo con distanciamiento de 3m x 3 m y con siguiente dimensión 0,40 x 0,40 x 0,40 m	2	Herramientas de trabajo	Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado de "El Capulí", GAD de Montufar y el Ministerio del Ambiente	\$ 800	
		Coordinación y seguimiento	El inicio, seguimiento y control del proceso de reforestación y forestación, de plántulas	6	Ingeniero forestal (afines), técnico agrónomo (afines) etc.	Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado de "El Capulí", GAD de Montufar y el Ministerio del Ambiente	\$ 400	
Subtotal							\$2.904	
IVA 12%							\$396	
TOTAL							\$3.300	

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

4.4.2. Programa de mejoramiento de la calidad de agua

La normativa vigente referente a la importancia de la protección de fuentes hídricas para poder tener agua de calidad para el consumo humano no ha sido suficiente para evitar el avance de la frontera agrícola o las actividades agropecuarias ocasionando degradación de los ecosistemas y produciendo un porcentaje de contaminación presente en el agua de las

captaciones. La importancia de este programa radica en que es una necesidad urgente el mejoramiento de la calidad del agua para mejorar la calidad de vida de los usuarios.

4.4.2.1. Proyecto de implementación de un desarenador para reducir la turbiedad del agua en la captación de El Chicho

En la captación de El Chicho se recolecta el agua proveniente de dos quebradillas en un embalse, en el sector se puede observar pendientes con actividades agrícolas y ganaderas lo que produce filtración de químicos como N-P-K, y de microorganismos hacia las vertientes, también se puede evidenciar un color amarillento en el agua y turbiedad como se puede verificar en la figura 4.38.



Figura 4.38 Captación El Chicho

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

Objetivos del proyecto de implementación de un desarenador

- Socializar con los comuneros y las entidades responsables del manejo de la presente propuesta.
- Firmar convenios con entidades responsables en mejoramiento de calidad de agua.
- Contratar con una entidad especializada la ejecución de la obra.

- Realizar un estudio técnico para la implementación de un desarenador para reducción de turbidez en la captación de El Chicho.
- Diseñar un modelo de operación unitaria física, en este caso un desarenador para reducción de turbidez en la captación El Chicho.

Actividades a realizarse dentro del proyecto de implementación de un desarenador

- Realizar un estudio técnico para implementar el desarenador considerando la infraestructura existente en la captación.
- Diseñar un modelo a partir del estudio técnico del desarenador

a) Estudio técnico para implementación de un desarenador en la captación de El Chicho

- **Cálculo de la demanda**

Pf: Población futuro de diseño (hab)= $P_a (1+i/100)^n = 2113$ habitantes

Cmd: Consumo medio diario (l/s)= $P_f D/86400 = 1.76$ lt/s

CMD: Consumo máximo diario (l/s) = $Fact(1.2-1.5) \times cmd = 2.20$ lt/s

(Sumado el volumen de incendio en caso de ser aplicable)

Qcap: Caudal de diseño de la captación (l/s)= $1.2 \text{ CMD} = 3.64$ lt/s

Qcnd: Caudal de diseño de la conducción (l/s)= $1.1 \text{ CMD} = 2.42$ lt/s

Qtrt: Caudal de diseño del tratamiento (l/s)= $1.1 \text{ CMD} = 2.42$ lt/s

Qdis: caudal de diseño de la distribución (l/s)= el mayor de C_{mh} ó $Ficmd + Q_i = 5.28$ lt/s

- **Cálculo de la captación**

Datos:

Vi: velocidad de ingreso a la captación (<m/s)= 0.1m/s

Qc: Caudal de la captación (lt/s)=264lt/s

Cálculos:

$A_c = \text{área de captación} = Q_c / V_i = 0.0164 \text{ m}^2$

$D_m: \text{minimo minimo} = \sqrt{(4A_c / \pi)} = 0.18 \text{ m}$

Dimensión mínima

Ancho del cajón = $2d_m > 0.6$ 0.60m

Longitud del cajón = $3 \text{ Ancho cajón} > 0.6 \text{ m}$ 1.80m

Altura del cajón = $3 D_m > 0.6 \text{ m}$ 0.60m

- **Cálculos de tanques del sedimentador**

Tr: tiempo de retención [min] = 30.00 min

a: Ancho del tanque sin paredes intermedias [m] = 0.6

h: Profundidad mínima de agua en el tanque de 0.75 a 1.0 [m] = 1

de compartimientos internos = 1

C: Capacidad [lt] = 4754.03 lt

X: Ancho de un compartimiento [m] > 0.60 por limpieza = 0.60

L: Longitud del tanque calculada [m] = $4x = 7.92$

Vf: Comprobación de la velocidad de flujo [cm/s] [$< 0.50 \text{ cm/s}$] = 0.44

$V_f = Q_{cap} / (xh)$

- **Tanque rompedor de presión**

No existe una capacidad mínima requerida para un tanque rompedor de presión

Se utiliza un diseño típico de un tanque rompe presión:

b) Diseño del modelo del desarenador

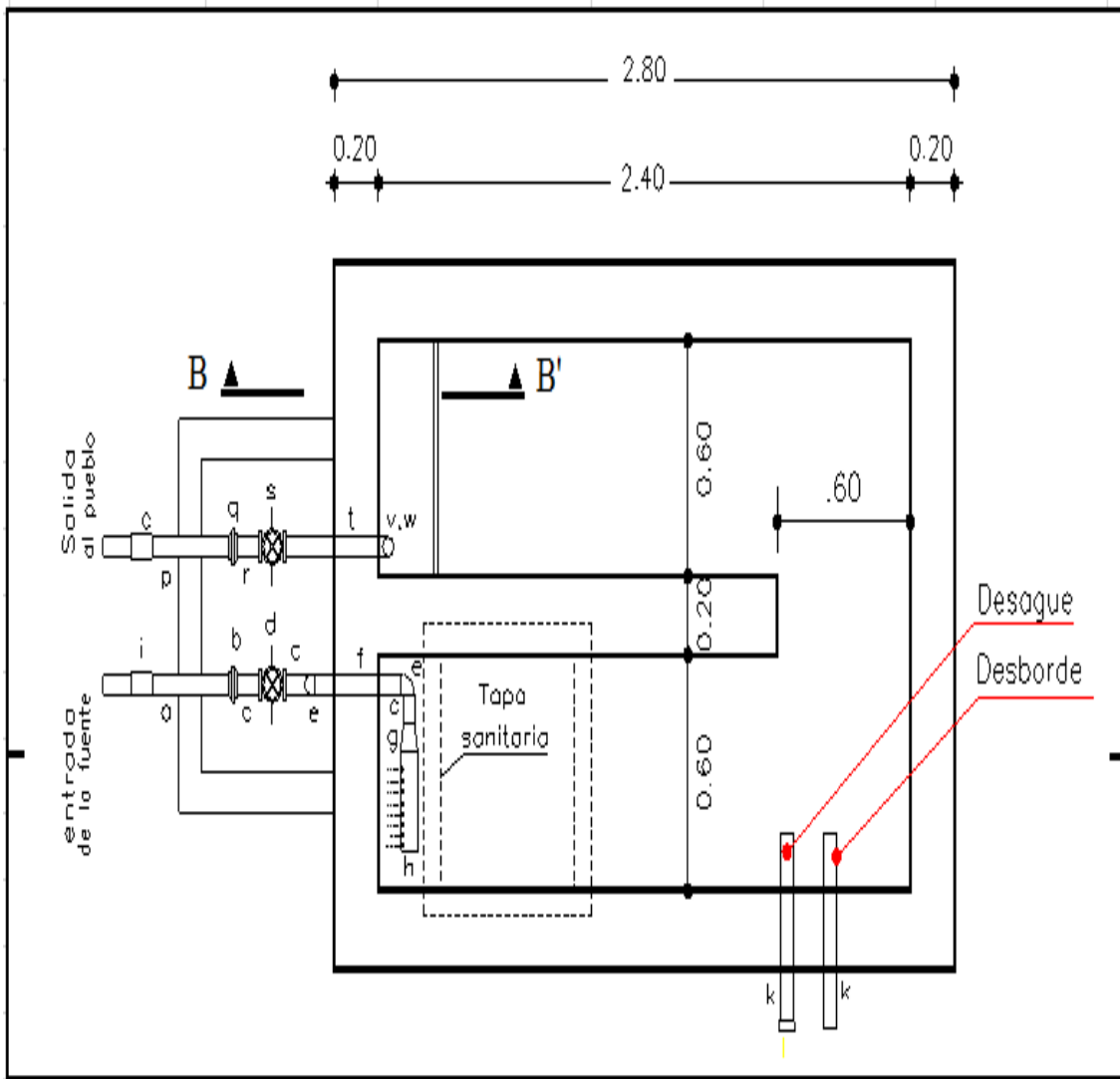


Figura 4.39 Diseño de desarenador en la captación de El Chicho

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

Cuadro 4.27 Proyecto de implementación de un desarenador en El Chicho

PROYECTO	OBJETIVOS	ACTIVIDADES		TIEMPO MESES	MATERIALES DE APOYO	RESPONSABLES Y ACTORES	PRESUPUESTO ESTIMADO USD	SUMATORIA USD
Implementación de un desarenador para reducir la turbidez del agua en la vertiente El Chicho	Gestionar la implementación del desarenador	Firma de compromiso entre municipio, ministerio de ambiente conjuntamente con la directiva de la junta de agua.	Socialización de la propuesta con comuneros y entidades	2	Oficina	Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado de "El Capulí" GAD de Montufar Ministerio del Ambiente	\$ 100	\$ 7.500
	Fomentar la construcción del desarenador	Contratación de una entidad especializada en análisis físico químicos	Manejo y control e los parámetros físico químicos, de acuerdo a normas INEN 1108-10	6	GPS, cámara digital , equipo de campo	Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado de "El Capulí" GAD de Montufar Ministerio del Ambiente	\$ 1.000	
		Convenio con EMAPPA	Generar un informe periódico sobre la evaluación de los análisis.	2	Documentos de Gestión Resultados de laboratorio	Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado de "El Capulí" GAD de Montufar EMAPPA	\$ 1.000	
	Adaptar nuevas partes hidráulicas a la captación	Contratación de personas especializadas en hidráulica	Implementación de una Zona de entrada, Zona de desarenación Zona de salida Zona de depósito y eliminación de la arena sedimentada	3	Herramientas de trabajo	Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado de "El Capulí" GAD de Montufar Empresa Hidráulica	5.000	
			Elaboración de informe y planos de nuevas estructuras implementadas	1	Estudios de Hidráulica	Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado de "El Capulí" Senagua	\$ 400	
Subtotal							\$6.600	
IVA 12%							\$900	
TOTAL							\$7.500	

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

4.4.2.2. Proyecto de purificación de agua cruda en la planta de tratamiento a partir de columnas de intercambio iónico en la Comunidad de “El Capulí”.

Entre las alternativas para el tratamiento de agua cruda, están las columnas de intercambio iónico que resulta ser un proceso ejecutable porque se necesita un presupuesto término medio para su adaptación al sistema de agua potable de la Comunidad de El Capulí.

Las actividades agrícolas y ganaderas, conllevan a que el agua se contamine con minerales como N, P, K en concentraciones superiores al límite permitido; de igual forma se evidencia la presencia de microorganismos que pueden afectar la salud tanto de personas como animales que entren en contacto o consuman de este tipo de agua.

Al ejecutar este proyecto se busca implementar un proceso de purificación basado en la alta efectividad que tienen las columnas de intercambio iónico para reducir la cantidad de nitritos, nitratos y fosfatos presentes en el agua (Figura 4.40).



Figura 4.40 Tanques de intercambio iónico

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

Objetivos del proyecto de implementación de un sistema de purificación de agua

- Gestionar la implementación de un sistema de purificación de agua a partir de columnas de intercambio iónico en la planta de tratamiento de agua de la Comunidad de “El Capulí”.
- Adecuar el sitio de implementación de las columnas de intercambio iónico para su correcto funcionamiento.

Alcance del proyecto de implementación de un sistema de purificación de agua a partir de columnas de intercambio iónico en la planta de tratamiento de agua de la Comunidad de “El Capulí”

Disminuir la cantidad de nitritos, nitratos y fosfatos en el agua destinada para el consumo de esta zona a partir de la implementación de un sistema de purificación de agua mediante columnas de intercambio iónico.

Actividades a realizarse en el proyecto de implementación de un sistema de purificación de agua a partir de columnas de intercambio iónico en la planta de tratamiento de agua de la Comunidad de “El Capulí”.

Las actividades a realizarse en el proyecto de implementación de columnas de intercambio iónico en la planta de tratamiento de agua son las siguientes:

- Socializar con los comuneros y las entidades responsables del manejo de la presente propuesta.
- Firmar convenios con entidades responsables en mejoramiento de calidad de agua.
- Contratación de una entidad especializada para el análisis físico, químico y microbiológico de aguas crudas.
- Manejo y control de los parámetros físico-químicos de las aguas crudas sugeridas en la edición número 17, **NTE-INEN 1108-10**

- Contratación de personas especializadas en adecuación, implementación y manejo de un sistema de purificación de agua a partir de columnas de intercambio iónico.
- Generar un informe periódico mensual sobre la evaluación de los análisis físico-químicos y microbiológicos.
- Realizar análisis, frecuentemente, para determinar el porcentaje de disminución de agentes químicos.

Método de tratamiento de agua por intercambio iónico

Con el avance de la ciencia y de la técnica es cada vez mayor el uso de agua desprovista de ciertos iones y muchas veces sin iones. Una de las técnicas de eliminación de iones consiste en hacer pasar el agua a través de resinas de intercambio iónico. Es frecuente encontrar instalaciones que usan resinas de intercambio iónico que no producen la calidad del agua requerida o la cantidad requerida, o ambas cosas a la vez, y esto puede deberse al desconocimiento de las propiedades de las resinas de intercambio iónico o a la falta de experiencia necesaria para manejar los imprevistos que pueden presentarse durante la operación de intercambiadores de iones. En ocasiones se descartan prematuramente las resinas de intercambio iónico, en otras se sigue usando las resinas que ya cumplieron su vida útil y muchas veces se usan resinas que no son las adecuadas

El intercambio iónico no está restringido al tratamiento de agua, sino que tiene un amplio campo de aplicación, tal como:

- Recuperación de uranio
- Decoloración y reducción de cenizas en soluciones de azúcar
- Recuperación y purificación de estreptomicina.
- Remoción del ácido fórmico del formaldehído
- Recuperación de metales de soluciones
- Desalinización de aguas salobres
- Eliminación de acidez de efluentes minero-metalúrgicos (Perez, 2012)

- **INTERCAMBIO IÓNICO**

En el contexto de purificación, intercambio de iones es un proceso rápido y reversible en el cual los iones impuros presentes en el agua son reemplazados por iones que despiden una resina de intercambio de iones. Los iones impuros son tomados por la resina que debe ser regenerada periódicamente para restaurarla a su forma iónica original (Romero, 2002)

Cuadro 4.28 Iones encontrados en aguas crudas

Cationes	Aniones
Calcio (Ca^{2+})	Cloruro (Cl^-)
Magnesio (Mg^{2+})	Bicarbonato (HCO_3^-)
Sodio (Na^+)	Nitrato (NO_3^-)
Potasio (K^+)	Carbonato (CO_3^{2-})
Hierro (Fe^{2+})	Sulfato (SO_4^{2-})

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

Por sus propiedades como disolvente y su utilización en diversos procesos industriales o contaminación, el agua tiene impurezas. Las sales metálicas se disuelven en el agua separándose en iones, cuya presencia puede ser indeseable para los usos habituales. El creciente interés por el medio ambiente, impone establecer tratamientos eficaces que eviten el deterioro de la calidad de las aguas. Entre todos los tratamientos posibles, el intercambio iónico es una opción a considerar.

- **Resina de Intercambio de Iones**

Hay dos tipos básicos de resinas- intercambio de cationes e intercambio de aniones. Resinas del intercambio de cationes emiten iones Hidrógeno (H^+) u otros iones como intercambio por cationes impuros presentes en el agua. Resina de intercambio de Aniones despedirá iones de hidroxilo (OH^-) u otros iones de cargas negativas en intercambio por los iones impuros que están presentes en el agua.

La aplicación del intercambio iónico al tratamiento de agua y purificación

Estas son tres maneras en la cual la tecnología de intercambio de iones puede ser usada en el tratamiento de agua y purificación:

- Primero, resinas de intercambio de catión solas se pueden emplear para suavizar el agua por intercambio base.
- Segundo, resinas de intercambio de anión solas pueden ser utilizadas para escarbar o eliminar nitrato.
- Tercero, combinaciones de resinas de intercambios de cationes y aniones pueden ser utilizadas para eliminar virtualmente todas las impurezas iónicas presentes en el agua de alimentación, un proceso conocido como desionización (Butturini, 2009)

Las dos primeras tecnologías son formas de tratamiento de agua en cualquiera de la naturaleza química de las impurezas. Por contraste, la desionización es un proceso de purificación que puede producir agua de calidad excepcional.

De acuerdo con estudios similares realizados en Honduras acerca de la actividad ganadera y su relación con la calidad de agua se puede determinar que existen similitudes como el hecho de que la ganadería es una de las prácticas de uso de la tierra más comunes con impacto sobre la calidad del recurso hídrico debido al sobrepastoreo porque los incrementos de las bacterias en el agua se evidencian más cuando el ganado pasta en áreas muy cercanas a las fuentes de agua y la cantidad de bacterias van en función de la cantidad de ganado que exista alrededor.

Cuadro 4.29 Implementación de columnas de intercambio iónico

PROYECTO	OBJETIVOS	ACTIVIDADES		TIEMPO MESES	MATERIALES DE APOYO	RESPONSABLES Y ACTORES	PRESUPUESTO ESTIMADO USD	SUMATORIA USD	
Implementación de un sistema de purificación de agua a partir de columnas de intercambio iónico	Gestionar la implementación de un sistema de purificación de agua	Firma de compromiso entre municipio, ministerio de ambiente conjuntamente con la directiva de la junta de agua.	Socialización de la propuesta con comuneros y entidades	2	Oficina	Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado de "El Capulí" GAD de Montufar Ministerio del Ambiente	\$ 100	\$ 7.500	
	Fomentar la construcción del sistema de purificación de agua	Contratación de una entidad especializada en análisis físico químicos	Manejo y control de los parámetros físicos y químicos, de acuerdo a normas INEN 1108-10	6	GPS, cámara digital, equipo de campo	Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado de "El Capulí" GAD de Montufar Ministerio del Ambiente	\$ 1.000		
		Convenio con EMAPPA	Generar un informe periódico sobre la evaluación de los análisis.	2	Documentos de Gestión Resultados de laboratorio	Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado de "El Capulí" GAD de Montufar EMAPPA	\$ 1.000		
	Adecuar y adaptar el sitio de implementación del sistema de purificación de agua	Contratación de personas especializadas en manejo y funcionamiento de columnas de intercambio iónico	Adecuación del sitio e implementación de las estructuras y equipos que conforman el sistema de purificación		3	Herramientas de trabajo	Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado de "El Capulí" GAD de Montufar Empresa Hidráulica		5.000
			Elaboración de informe y planos de nuevas estructuras implementadas		2	Documentos que evidencien el estudio del sitio de implementación y construcción del sistema de purificación	Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado de "El Capulí" Senagua		\$ 400
	Subtotal								\$6.600
IVA 12%							\$900		
TOTAL							\$7.500		

Elaborado por: Carlos Fernando Flores Cerón

CAPÍTULO V

5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

- De acuerdo con el diagnóstico del uso del suelo destinado a actividades agrícolas se determinó que el cultivo de papa en el área de influencia es del 33%, la siembra de pastos es del 23% y el área de bosques es del 44%. Estos datos permiten determinar que las actividades agropecuarias tienen una incidencia notable en la calidad de agua de las captaciones de agua del sistema de agua potable de El Capulí.
- La contaminación por estiércol es del 23% en el área de influencia, evidenciándose con la presencia de compuestos contaminantes a base de nitrógeno y fósforo, especialmente, en las muestras de agua.
- Los cultivos y la ganadería, son actividades que poseen tiempos determinados de rotación para su ejecución; en el cultivo de papa se usan agroquímicos en mayor cantidad por lo que el suelo se contamina durante periodos largos de tiempo.
- De acuerdo con los análisis físicos químicos de agua de los diferentes puntos de captación se pudo evidenciar que en la captación de El Muyurco el nivel de fósforo y nitrógeno amoniacal sobrepasan el límite permisible de las normas INEN 1108, tendiendo a subir en la época de lluvia.
- Se puede identificar claramente que la captación con más presencia de fosfatos es la captación del Falso Pucará y la captación con más presencia de nitritos es la del sector del Muyurco; la captación con más nitratos y turbidez es la de El Chicho.

- Después de haber analizado todos los aspectos antes mencionados se planteó la propuesta de mejoramiento de la calidad de agua del sistema de agua potable de la Comunidad de El Capulí que consta de dos programas y cuatro proyectos. La implementación de la misma permitirá ayudar al bienestar de los usuarios optimizando la calidad y cantidad de agua.

5.2. Recomendaciones

- Las entidades competentes en el manejo del recurso hídrico: SENAGUA, MAGAP, MAE, GAD Municipal de Montúfar, podrán desarrollar talleres informativos a la comunidad, con el fin de dar a conocer la normativa legal vigente, concientizar y responsabilizar a los habitantes sobre la protección de las tres captaciones de agua, especialmente en las zonas de influencia directa.
- Para garantizar un correcto manejo ambiental por parte de la comunidad se debe realizar socializaciones referentes a una educación ambiental, así como brindar asistencia técnica a los pobladores para un mejor manejo de las actividades agropecuarias y evitar el avance de la frontera agrícola y contaminación.
- Para garantizar la calidad de agua se recomienda realizar análisis físico-químicos del agua, por lo menos dos veces al año en época lluviosa y de estiaje.
- Para disminuir la cantidad de nitritos, nitratos, fosfatos y turbiedad en el agua se debe proteger las captaciones, con el fin de evitar la contaminación por la práctica de actividades agropecuarias inadecuadas, aparte de implementar sistemas de tratamiento físico o químico en las captaciones y planta de tratamiento.
- Se recomienda hacer lo posible para la implementación y ejecución de la propuesta de mejoramiento de la calidad de agua en la Comunidad de El Capulí para que la población cuente con agua de calidad.

CAPITULO VI

6. Bibliografía

- Agrinsa. (2005). Manejo de cultivo de papa. *Agrinsa al cliente*.
- Alianza Latinoamericana de Fondos de Agua. (2014). Obtenido de <http://fondosdeagua.org/es/preservar-el-agua-para-la-gente-y-la-naturaleza>
- Anzar. (2000). *DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE CALIDAD DE LAS AGUAS*. Madrid.
- Arcos, M. (2005). *Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua*. Cundinamarca: Sestupinan.
- Argandoña, A. (2013). *Fisher un gran economista*. Barcelona: IESE Business School.
- ASAMBLEA NACIONAL REPÚBLICA DEL ECUADOR. (2008). *CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ECUADOR*. Ecuador.
- ASAMBLEA NACIONAL REPÚBLICA DEL ECUADOR. (2014). *LEY ORGÁNICA DE RECURSOS HÍDRICOS, USOS Y APROVECHAMIENTOS DEL AGUA*. Quito.
- Asamtech. (2010). *Estudio de impacto ambiental de El Capulí*. Quito.
- Aurazo, M. (2004). *Manual para análisis básico de calidad de agua de bebida*. Lima: cepis.
- Baez, S., Cuesta, F., Cáceres, Y., Arnillas, C., & Vásquez, R. (1999). *Plan de Manejo de la Reserva Ecológica Cotacachi Cayapas*. Ecuador.
- Barba, L. (2002). *CONCEPTOS BÁSICOS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA*. SANTIAGO DE CALI.
- Barrenechea, A. (2004). Aspectos Físico químicos de la calidad de agua. En A. Barrenechea, *Aspectos Físico químicos de la calidad de agua* (pág. 39). Lima: CEPIS.
- Bavera, G. (2006). Lectura de la bosta del bovino y su relación con la alimentación. En G. Bavera, *Manejo del alimento y carga animal* (págs. 8-9). Buenos aires: P.B.C.
- Bello, M. (2000). *Medición de presión y caudal*. Punta Arenas: INIA-Kampenike.
- Bórquez, R., Larraín, S., Polanco, R., & Urquidi, J. C. (2006). *Glaciares Chilenos - Reservas Estratégicas de Agua Dulce para la sociedad, los ecosistemas y la economía*. Chile: LOM Ediciones.

- Camacho, G. (2009). Método para la determinación de bacterias coliformes. En S. Velasquez, *Análisis microbiológico de alimentos* (págs. 8-9). México.
- Camacho, V. V., & Ruiz, L. A. (2012). MARCO CONCEPTUAL Y CLASIFICACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS. *BIO-CIENCIAS*, 3-15.
- CIAT. (2010). *swat. Conceptos básicos y guía rápida para el usuario*.
- CIMAD. (2012). Sistemas de tratamiento de aguas. *Manejo Integral del Agua*, 4.
- Consulsua. Cia. Ltda. (2013). Estudio de Impacto Ambiental Definitivo. En CELEC, *Estudio de Impacto Ambiental Definitivo* (pág. 625). Quito.
- Crosara, A. (2011). El suelo y los problemas ambientales. s/e.
- De la Luz Velasquez, M. (2009). *Ácidos, Bases, pH y Soluciones Reguladoras*. México: Mbamex.
- DISEPROSA. (2013). Obtenido de https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/87264/Plantas_de_Tratamiento_de_Aguas.pdf
- Domenech, C. (2014). Análisis Químico. En I. Vicent, *Análisis y control de la calidad* (pág. 9). París.
- FAO . (1985). Directivas: Evaluación de tierras para la agricultura de secano. *Boletín de suelos de la FAO*, 268.
- FAO. (2009). *Monitoreo y Evaluación de los Recursos Forestales Nacionales – Manual para la recolección integrada de datos de campo. Versión 2.2. Documento de Trabajo de Monitoreo y Evaluación de los recursos Forestales Nacionales, NFMA 37/S*. Roma.
- FAO. (2013). *Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos*. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/W2598S/w2598s03.htm#efectos> de la agricultura en la calidad del agua
- Fernández, A., & Mortier, C. (2005). *Evaluación de la condición del agua para consumo humano en Latinoamérica*. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires.
- Fernández, J., & Garcés, P. (2013). El agua un recurso indispensable. Colombia: Ayuda en Acción.
- Gerard, K. (1999). *Ingeniería Ambiental*. Connecticut.
- Gestión - Calidad Consultoría. (2012). *Gestión - Calidad Consultoría*. Obtenido de <http://www.gestion-calidad.com/suelos-contaminados.html>

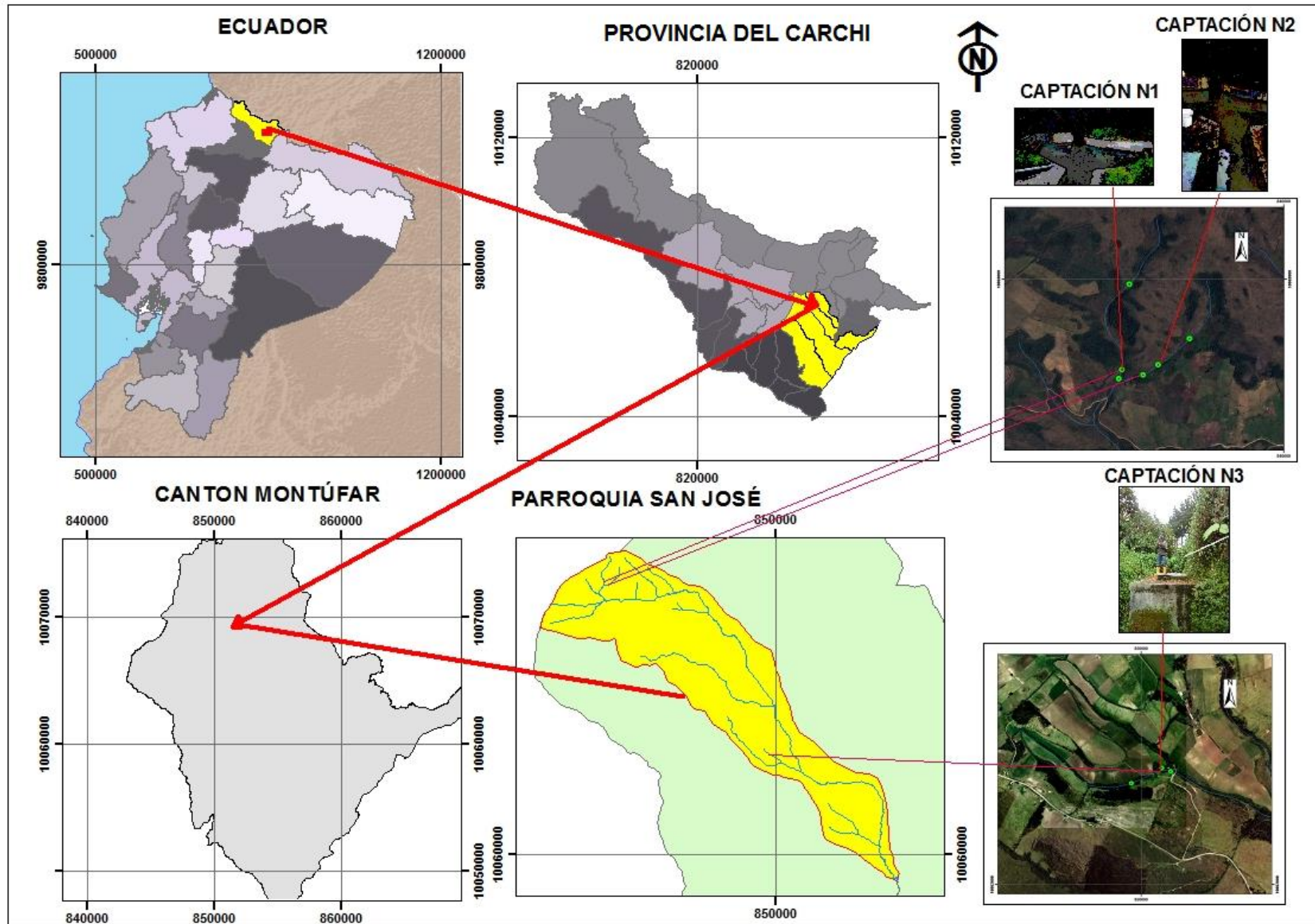
- Gómez, L. (2009). Indicadores de la calidad de agua. *Calidad de agua*, (págs. 9-10). México.
- Guamán, F. (2012). *Informe Técnico Autorización Abrevadero de Ganado*. Tulcán .
- Guerrero, I. (2010). *Libro de poyo para la asignatura de toxicología*. México: México.
- Guerrero, T., Rives, C., Rodríguez, A., Saldívar, Y., & Cervantes, V. (2009). *El agua en la ciudad de México*. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- INEC. (2012). *Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo – ENEMDU, Módulo de Información Ambiental en Hogares*. Ecuador.
- INEN. (2011). *Norma Técnica Ecuatoriana 1 108:2011*. Quito: s/e.
- INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES . (2005). *Atlas climático de Colombia*. Colombia.
- Lopez, E. (2013). *Evolución de la calidad de agua de la cuenca Matanza-Riachuelo*. Palermo.
- MAE. (2002). TULSMA. En MAE, *Texto unificado de legislación secundaria y medio ambiente*. Quito.
- Martinez, J. (2005). *Estudio de la calidad de las aguas superficiales el RioSan Pedro*. Mexico: Investigacion y ciencia.
- Mena, P. (2011). *Páramo. Paisaje estudiado, habitado,manejado e institucionalizado*. Quito: Abya-Yala y Ecobona.
- MINEP. (2005). Cría de ganado bovino . *Módulo de aprendizaje de cria de ganado bovino*. Caracas: Ince.
- Ministerio de Agricultura de Colombia. (2001). *Agricultura sostenible*. Bogotá.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2010). *Conceptos básicos de cuencas*. El Salvador.
- Ojeda, M. (2012). *Caracterización físicoquímica y parámetros de calidad de agua potable*. Bucaramanga: s/e.
- OMS. (2000). *Gestión Ambiental*. España.
- Organización Mundial de la Salud. (2003). *Introducción a la Toxicología*. New York.
- Organización Mundial de la Salud. (2006). *Guías para la calidad del agua potable*. Madrid: OMS.
- Organización Panamericana de la Salud. (2001). *Contaminación del agua potable*. New York.

- Ortega, L. (2012). El Suelo, Edafología. En L. Ortega, *Edafología*. Santiago de Chile: CTMA.
- Osuna, J. M. (2009). *Ecología y Medio Ambiente*. Mexico: Direccion del Colegio de bachilleres del estado de Sonora.
- Parra, O. (2009). *Gestión integrada de cuencas hidrográficas*. Santiago de Chile: EULA.
- Pérez, J. (2013). Tratamiento de aguas. Universidad Nacional.
- Plan Nacional del Buen Vivir. (2013). *Plan Nacional del Buen Vivir 2013 - 2017*. Quito, Ecuador.
- Pourrut, P., Róvere, O., Romo, I., & Villacrés, H. (1992). *CLIMAS DE ECUADOR*. Ecuador.
- PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR. (2003). *Texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del Ambiente*. Quito.
- Pumisacho, M. y. (2002). *El Cultivo de las papa en Ecuador*. Quito: INIAP.
- Quesada, R. (2007). Los Bosques de Costa Rica. IX Congreso Nacional de Ciencias. Cartago, Costa Rica : . Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Rapal Uruguay. (2010). *Contaminación y eutrofización del agua*. Montevideo: Rapal Uruguay.
- RECC, P. d. (2007). *Plan de Manejo Reserva Ecológica Cotacahi - Cayapas*. Ecuador.
- Rodriguez, P. (2001). *Abastecimiento de agua*. Mexico: Oaxaca.
- Sabroso, C., & Pastor, A. (2004). *Guía sobre suelos contaminados*. Aragon: s/e.
- SENAGUA. (2015). *Ley Organica de Recursos Hidricos, usos y aprovechamiento del agua*. Quito.
- SENPLADES. (2011). **NORMAS PARA LA INCLUSIÓN DE PROGRAMAS Y PROYECTOS EN LOS PLANES DE INVERSIÓN PÚBLICA.**
- SENPLADES. (2013). Plan Nacional para el Buen Vivir 2013 - 2017. Ecuador: s/e.
- Subsecretaría de Agua Potable y Saneamiento. (2015). *Guía de Intervención Social en Proyectos de Agua y Saneamiento*. Quito.
- Tapia, J. (2012). **MODELIZACIÓN HIDROLÓGICA DE UN ÁREA EXPERIMENTAL EN LA CEUNCA DEL RÍO GUAYAS EN LA PRODUCCIÓN DE CAUDALES Y SEDIMENTOS: UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA**. La Plata, Argentina.

- Universidad del Norte. (2015). *Fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano*.
Obtenido de file:///C:/Users/SAMSUNG/Downloads/Dialnet-FuentesDeAbastecimientoDeAguaParaConsumoHumano-579327.pdf
- Universidad Militar Nueva Granada. (2014). *pH, Alcalinidad y acidez*. Madrid.
- Universidad Nacional de Tucuman . (2010). Conductividad. *Laboratorio de instrumentacion industrial*, 10.
- Vargas, X. (2005). *Modernización e Integración Transversal de la Enseñanza de Pregrado en Ciencias de la Tierra. Aforo en un Cauce Natural*. Universidad de Chile.
- Villegas, J. (2004). Análisis del conocimiento en la relación agua-suelo-vegetación para el departamento de Antioquia. *Revista EIA*, 73-79.

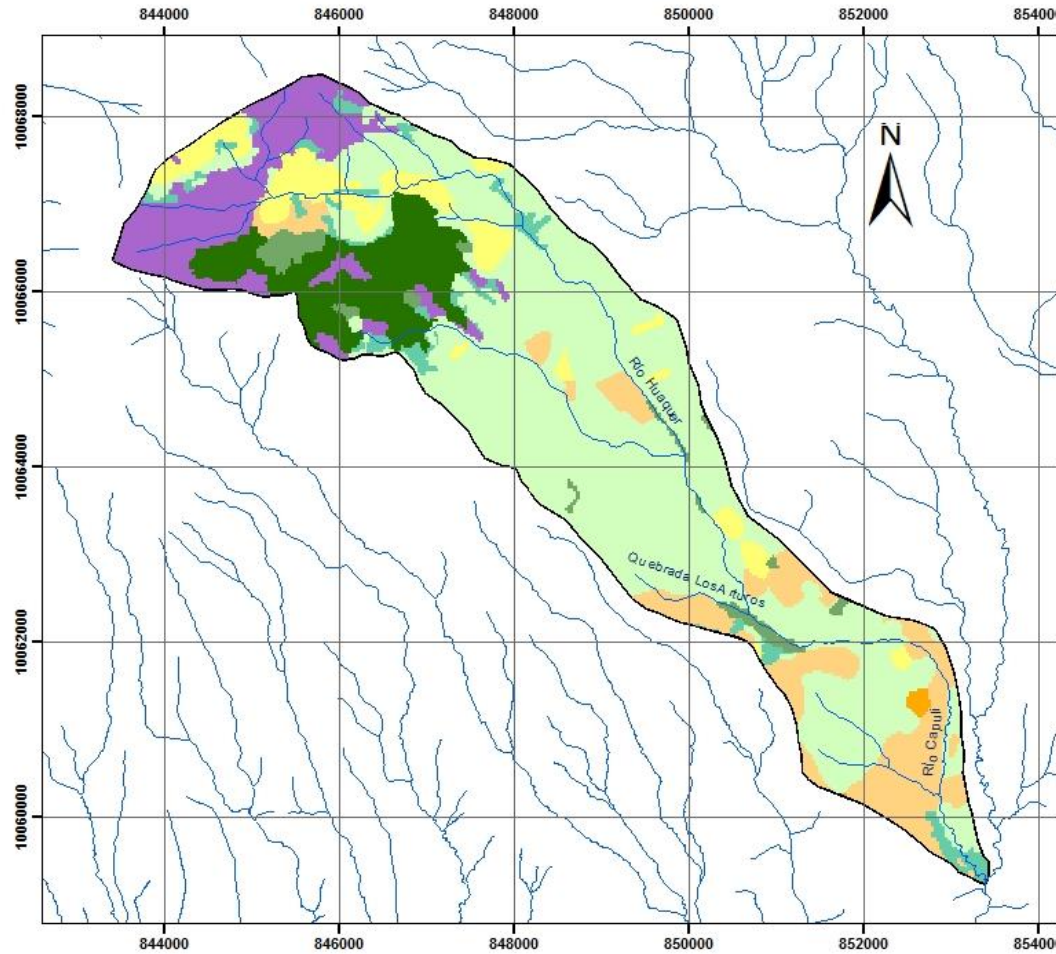
ANEXOS

ANEXO 1 - MAPAS





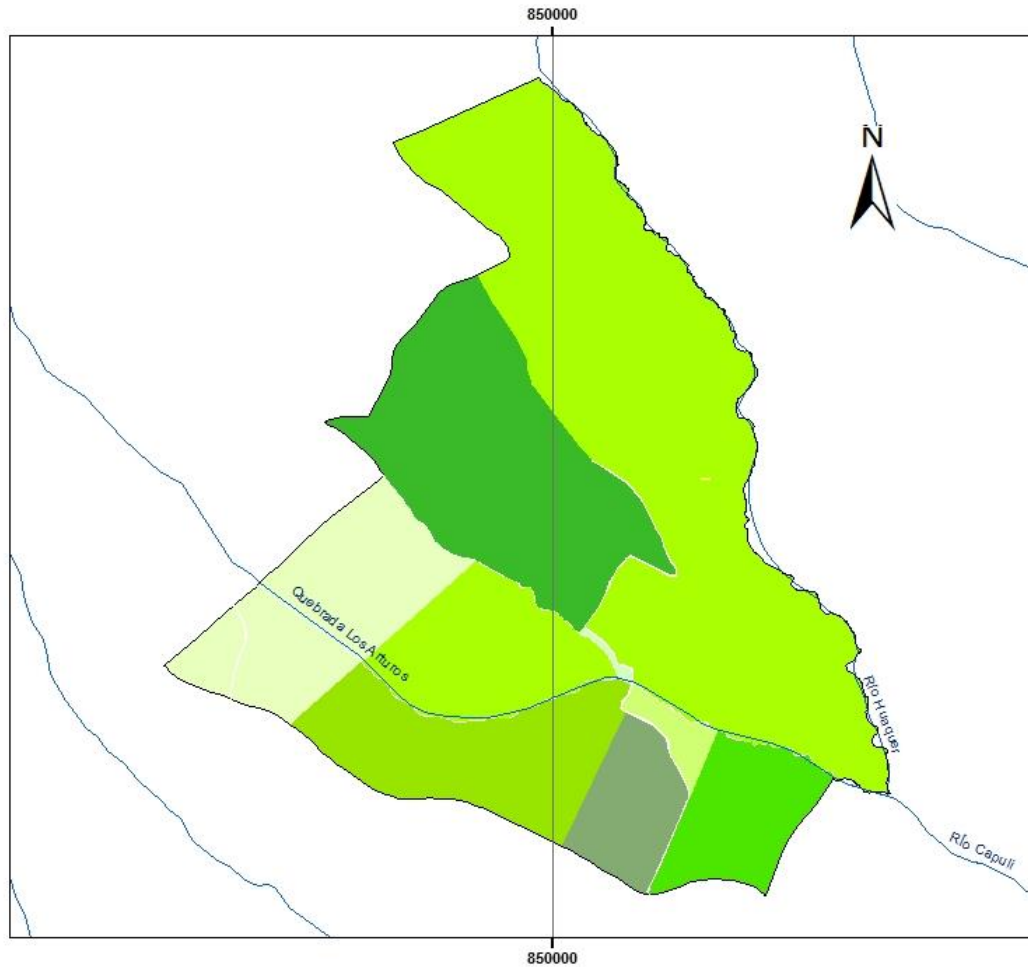
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES



UBICACIÓN GEOGRÁFICA	
SIMBOLOGÍA	
	VERTIENTE
	ÁREA DE ESTUDIO
LEYENDA	
	BOSQUE NATIVO
	CULTIVO ANUAL
	CULTIVO PERMANENTE
	MOSAICO AGROPECUARIO
	BARRIO
	PASTIZAL
	PLANTACIÓN FORESTAL
	VEGETACIÓN ARBUSTIVA
<p>WGS84 ZONA 17 SUR</p> <p>0 250 500 1.000 1.500 2.000 2.500 metros</p> <p>Fuente: Universidad Técnica del Norte, 2016. Cartografía Nacional, IGM. División Política Administrativa, INEC 2011.</p>	
<p>INCIDENCIA DE LA AGRICULTURA Y GANADERÍA SOBRE LA CALIDAD DE AGUA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD EL CAPULLÍ, PROVINCIA DEL CARCHÍ.</p>	
ELABORACIÓN: CARLOS FLORES	REVISADO POR: ING. OSCAR ROSALES
CONTIENE: MAPA DE USO ACTUAL DEL SUELO	
FUENTE: SNI, 2003	NÚMERO DE HOJA: 3 DE 9
ESCALA DE REPRESENTACIÓN: Esc: 1:55000	FECHA: 2016-07-12



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**



UBICACIÓN GEOGRÁFICA

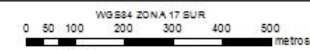


SIMBOLOGÍA

- AREA DE ESTUDIO
- VERTIENTE

LEYENDA

- VIVIENDO
- CULTIVO DE PUERTO Y TIERRA PREPARADA PARA LABRANZA
- CULTIVO DE PUERTO
- SOLERA
- ALTIPLANO CÁNCHOS E IGUO
- ALTIPLANO CÁNCHOS E IGUO
- ALTIPLANO CÁNCHOS E IGUO
- ALTIPLANO CÁNCHOS
- ALTIPLANO CÁNCHOS
- ALTIPLANO CÁNCHOS



WGS84 ZONA 17 SUR
Fuente:
Universidad Técnica del Norte, 2016.
Cartografía Nacional, IGN.
División Política Administrativa, INEC 2011.

"INCIDENCIA DE LA AGRICULTURA Y GANADERÍA SOBRE LA CALIDAD DE AGUA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD EL CAPULLI, PROVINCIA DEL CARCHI"

ELABORACIÓN: CARLOS FLORES REVISADO POR: ING. OSCAR ROSALES

CONTIENE: MAPA CATASTRAL DE USO DE SUELO SECTOR EL CHICHO

FUENTE: SNI, 2003 NUMERO DE HOJA: 3 DE 9

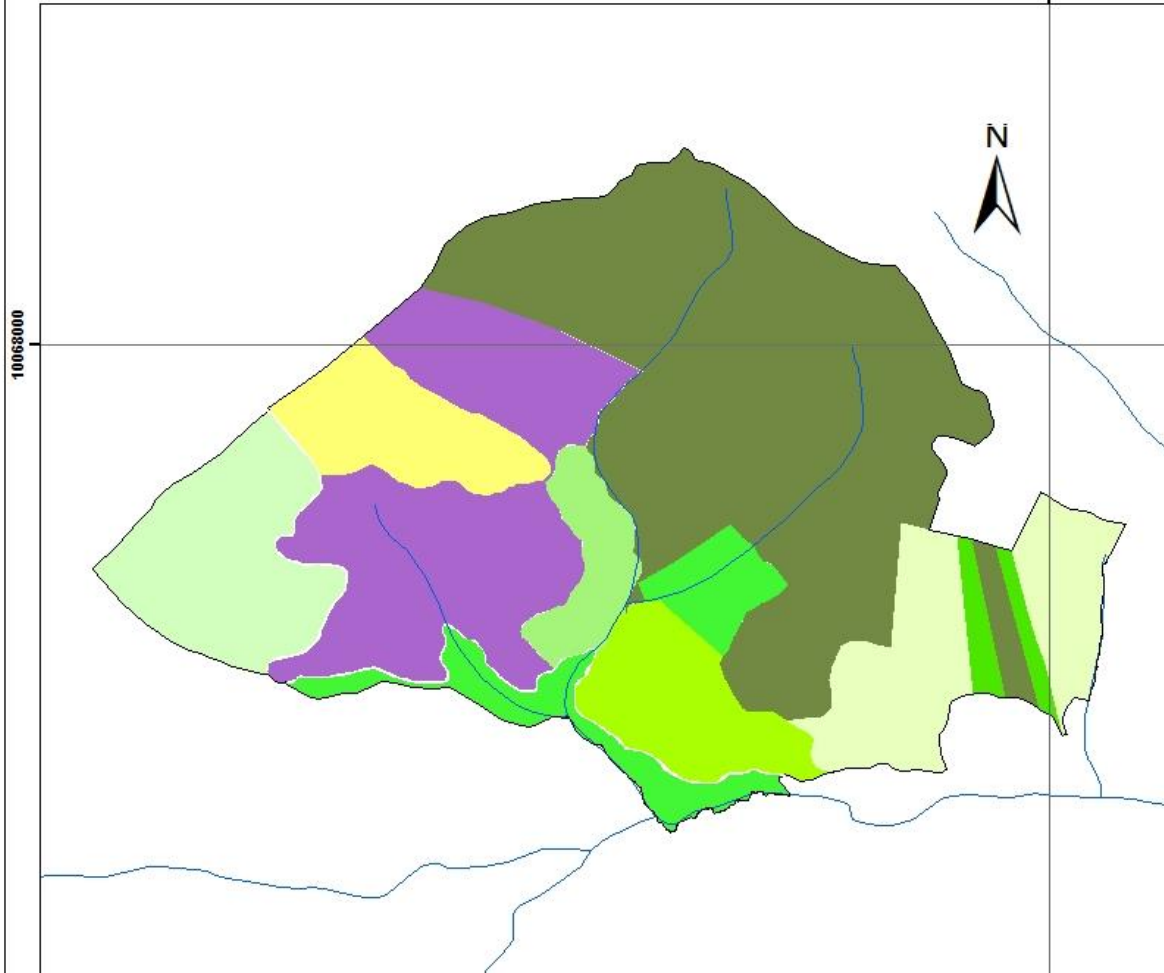
ESCALA DE REPRESENTACIÓN: Esc: 1:55000 FECHA: 2016-07-12



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**



846000



10063000

10063000

846000

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

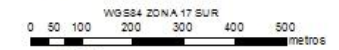


SIMBOLOGÍA

- AREA DE ESTUDIO
- VERTIENTE

LEYENDA

- BOSQUE ENANO ALTERADO DE BOSQUE DE CEJA NEGRA
- CULTIVO DE PAPA
- MATORRALES DE PARAIMO
- MATORRALES DE PARAIMO Y PARAIMO DE FRASELONES
- PARAIMO DE CEJA NEGRA Y CULTIVO DE PAPA
- PARAIMO DE CEJA NEGRA Y PASTO CULTIVADO
- PASTO Y GANADO BOVINO
- PASTO CULTIVADO
- PASTO JOVEN EN CRECIMIENTO



WGS84 ZONA 17 SUR
Fuente:
Universidad Técnica del Norte, 2016.
Cartografía Nacional, IGN.
División Político Administrativa, INEC 2011.

"INCIDENCIA DE LA AGRICULTURA Y GANADERÍA SOBRE LA CALIDAD DE AGUA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD EL CAPULI, PROVINCIA DEL CARCHI"

ELABORACIÓN: CARLOS FLORES REVISADO POR: ING. OSCAR ROSALES

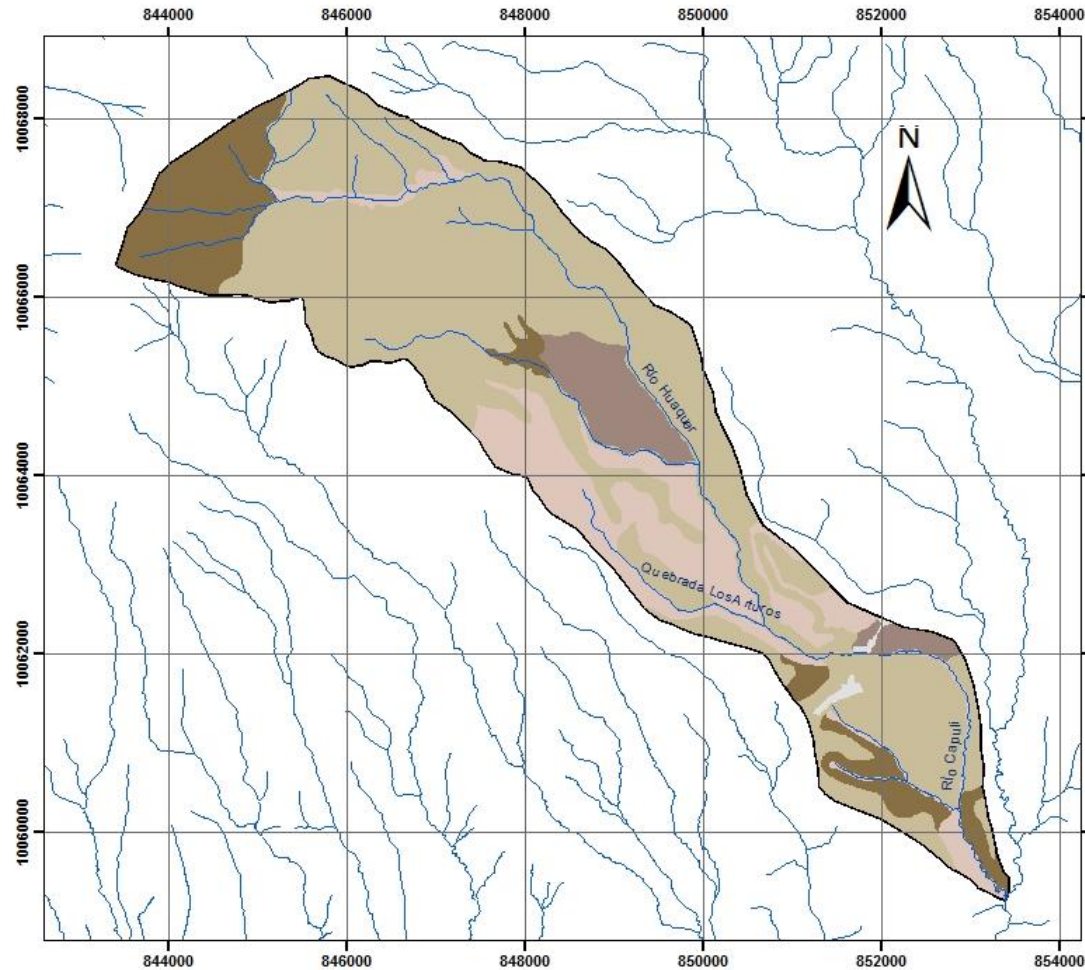
CONTIENE: MAPA CATASTRAL DE USO DE SUELO SECTOR EL HONDON

FUENTE: SNI, 2003 NUMERO DE MAPEO: 4 DE 9

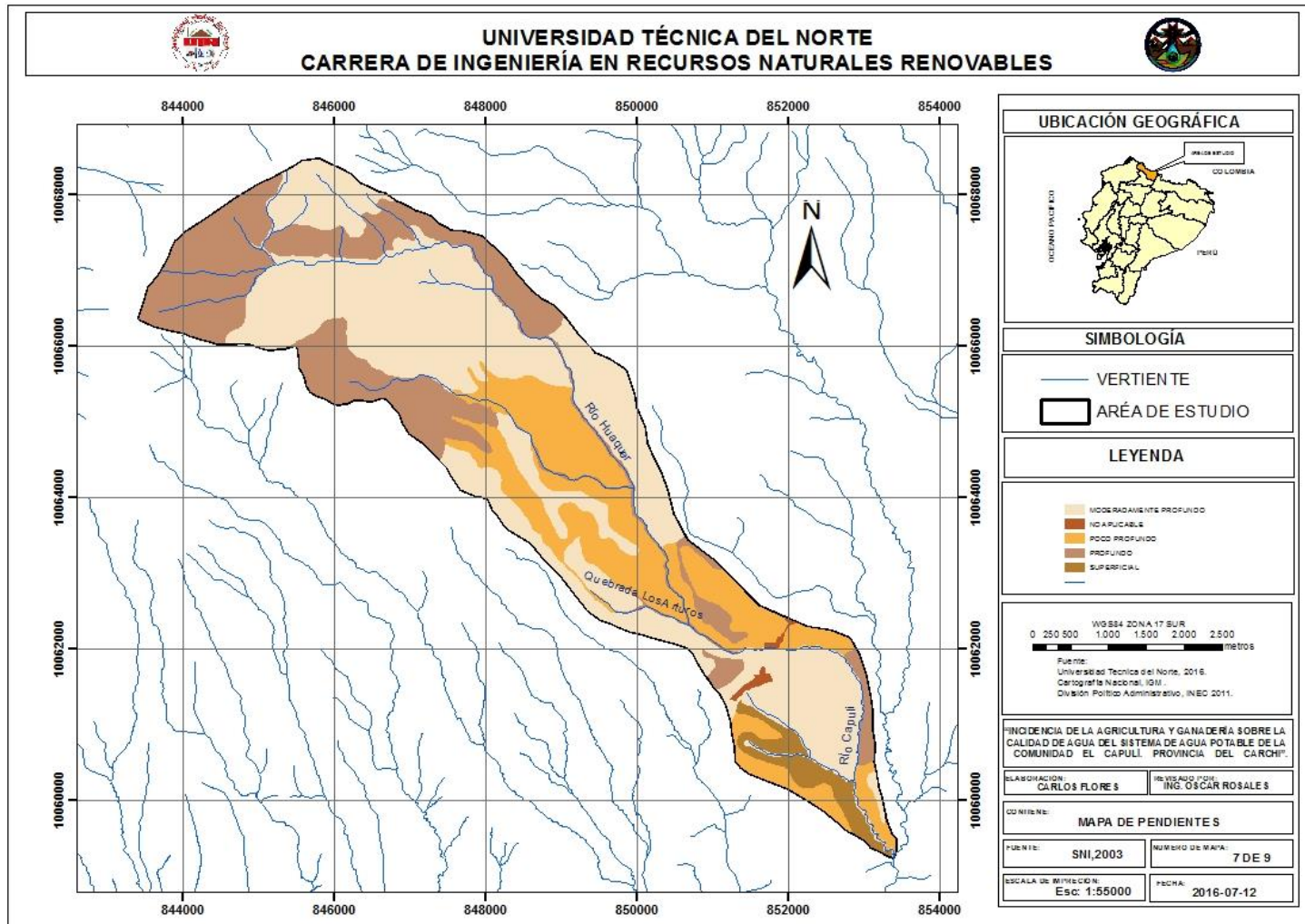
ESCALA DE REPRESENTACIÓN: Esc: 1:55000 FECHA: 2016-07-12



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

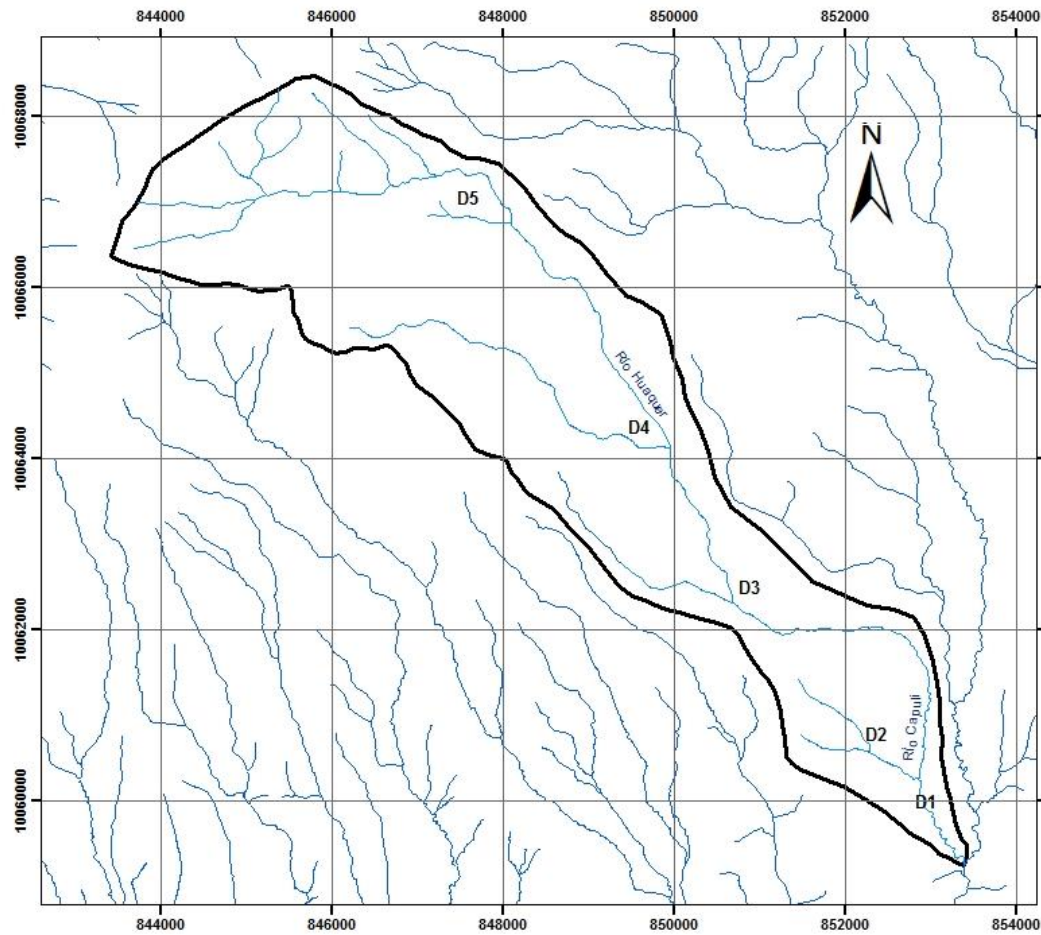


UBICACIÓN GEOGRÁFICA	
SIMBOLOGÍA	
	VERTIENTE
	ÁREA DE ESTUDIO
LEYENDA	
	FRANCO
	FRANCO ARCILLO-ARENOSO
	FRANCO ARCILLOSO
	FRANCO ARENOSO
	NO APLICABLE
<p>WGS84 ZONA 17 SUR</p> <p>0 250 500 1000 1500 2000 2500 metros</p> <p>Fuente: Universidad Técnica del Norte, 2016. Cartografía Nacional, IGM. División Político-Administrativa, INEC 2011.</p>	
<p>"INCIDENCIA DE LA AGRICULTURA Y GANADERÍA SOBRE LA CALIDAD DE AGUA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD EL CAPULI, PROVINCIA DEL CARCHI".</p>	
ELABORACIÓN: CARLOS FLORES	REVISADO POR: ING. OSCAR ROSALES
<p>CONTIENE: MAPA DE TEXTURA DE SUELO</p>	
FUENTE: SNI, 2003	NÚMERO DE MAPA: 6 DE 9
ESCALA DE REPRESENTACIÓN: Esc: 1:55000	FECHA: 2016-07-12





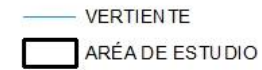
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES



UBICACIÓN GEOGRÁFICA



SIMBOLOGÍA



WGS84 ZONA 17 SUR
0 25000 1.000 1.500 2.000 2.500
metros
Fuente:
Universidad Técnica del Norte, 2016.
Cartografía Nacional, IGM.
División Político Administrativo, INEC 2011.

INCIDENCIA DE LA AGRICULTURA Y GANADERÍA SOBRE LA CALIDAD DE AGUA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD EL CAPULLÍ, PROVINCIA DEL CARCHI

ELABORACIÓN: CARLOS FLORES REVISADO POR: ING. OSCAR ROSALES

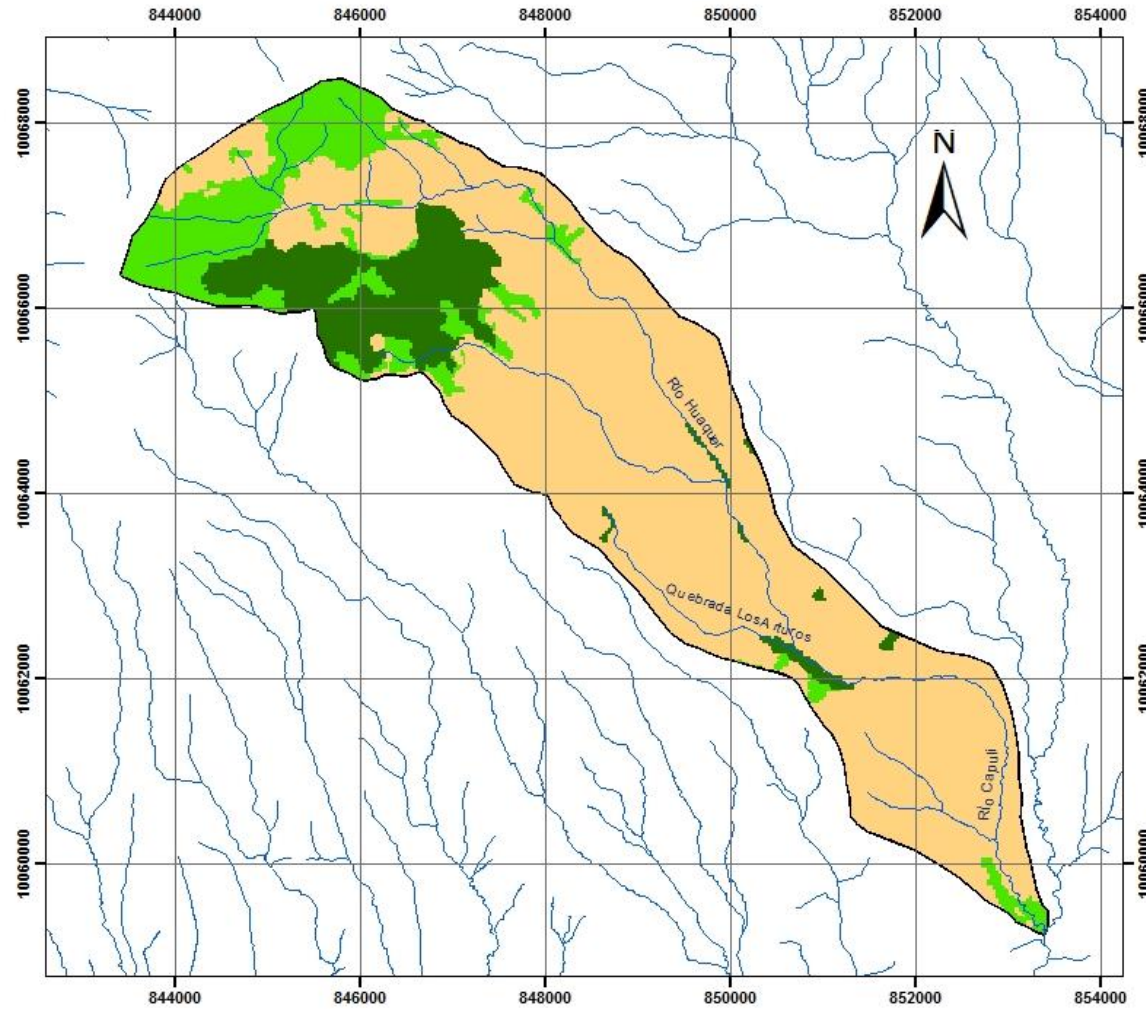
CODIFICADO: MAPA HIDRICO

FUENTE: SNI, 2003 NUMERO DE MAPA: 8 DE 9

ESCALA DE IMPRESIÓN: Esc: 1:50000 FECHA: 2016-07-12



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**



UBICACIÓN GEOGRÁFICA



SIMBOLOGÍA

- VERTIENTE
- ARÉA DE ESTUDIO

LEYENDA

- BOSQUE
- TIERRA AGROPECUARIA
- VEGETACION ARBUSTIVA Y HERBACEA

WGS84 ZONA 17 SUR
0 250 500 1.000 1.500 2.000 2.500 metros

Fuente:
Universidad Técnica del Norte, 2016.
Cartografía Nacional, IGN.
División Política Administrativa, INEC 2011.

INCIDENCIA DE LA AGRICULTURA Y GANADERÍA SOBRE LA CALIDAD DE AGUA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD EL CAPULLÍ, PROVINCIA DEL CARCHI.

ELABORACION: CARLOS FLORES REVISADO POR: ING. OSCAR ROSALES

CONTIENE: **MAPA DE COBERTURA VEGETAL**

FUENTE: SNI, 2003 NUMERO DE HOJA: 9 DE 9

ESCALA DE REPRESENTACION: Esc: 1:55000 FECHA: 2016-07-12

ANEXO 2
RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DEL AGUA

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE MONTUFAR
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA POTABLE
ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO

FECHA: 19/02/2015

PROCEDENCIA: J.A.DE AGUA POTABLE DE EL CAPULI

SOLICITADO POR:

M21

planta de tratamiento

PARAMETRO	UNIDAD	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE	METODO DE ANALISIS	RESULTADO
		AGUA POTABLE		MUESTRA 1
ANÁLISIS FÍSICO				
TEMPERATURA	°C		TERMOMETRICO	15,4
pH		6.5 - 8.6	ELECTROMETRICO	6,8
COLOR	UTC	15	COMPARACIÓN VISUAL Pt-Co	2
TURBIEDAD	NTU	5	NEFELOMETRICO	4
OLOR		NO OBJETABLE		CARACTERISTICO
SABOR		NO OBJETABLE		CARACTERISTICO
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/l	1015	CONDUCTIVIMETRO	76,9
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	1390	CONDUCTIVIMETRO	154
ANÁLISIS QUÍMICO				
SALINIDAD (NaCl)	mg/l		FOTOMETRICO	2,8
ALCALINIDAD TOTAL (CaCO ₃)	mg/l	370	VOLUMETRICO	20
DUREZA TOTAL (CaCO ₃)	mg/l	250	VOLUMETRICO (EDTA)	10
FOSFATOS (PO ₄) ₃ -	mg/l	0,1	FOTOMETRICO	0,16
HIERRO (Fe)	mg/l	0,3	FOTOMETRICO	0,12
NITRATOS (NO ₃)	mg/l	50	FOTOMETRICO	0,986
NITRITOS (NO ₂)	mg/l	0,2	FOTOMETRICO	0,01
NITROGENO AMONIACAL (N)	mg/l	0,5	FOTOMETRICO	0,09
SULFATOS (SO ₄) ₂ -	mg/l	200	FOTOMETRICO	5
FLORUROS (F)	mg/l	1,5	FOTOMETRICO	0,12
COLOR RESIDUAL (Cl ₂)	mg/l	0.3 - 1.5	DPD	0
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO				
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 ml		POTATEST	1
COLIFORMES FECALES	UFC/100 ml	< 1	POTATEST	0

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE MONTUFAR
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA POTABLE
 ANALISIS FISICO-QUIMICO Y MICROBIOLOGICO

M2
0

FECHA: 19/02/2015

PROCEDENCIA: J.A.DE AGUA POTABLE DE EL CAPULI

Muyurco

PARAMETRO	UNIDAD	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE	METODO DE ANALISIS	RESULTADO
		AGUA POTABLE		MUESTRA 1
ANALISIS FISICO				
TEMPERATURA	°C		TERMOMETRICO	15,3
pH		6.5 - 8.6	ELECTROMETRICO	6,8
COLOR	UTC	15	COMPARACIÓN VISUAL Pt-Co	3
TURBIEDAD	NTU	5	NEFELOMETRICO	6
OLOR		NO OBJETABLE		CARACTERISTICO
SABOR		NO OBJETABLE		CARACTERISTICO
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/l	1015	CONDUCTIVIMETRO	19,4
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	1390	CONDUCTIVIMETRO	38,8
ANALISIS QUIMICO				
SALINIDAD (NaCl)	mg/l		FOTOMETRICO	1,4
ALCALINIDAD TOTAL (CaCO3)	mg/l	370	VOLUMETRICO	15
DUREZA TOTAL(CaCO3)	mg/l	250	VOLUMETRICO (EDTA)	5
FOSFATOS (PO4)3-	mg/l	0,1	FOTOMETRICO	0,12
HIERRO (Fe)	mg/l	0,3	FOTOMETRICO	0,11
NITRATOS (NO3)	mg/l	50	FOTOMETRICO	1,05
NITRITOS(NO2)	mg/l	0,2	FOTOMETRICO	1,01
NITROGENO AMONIACAL(N)	mg/l	0,5	FOTOMETRICO	0,11
SULFATOS(SO4)2-	mg/l	200	FOTOMETRICO	9
FLORUROS(F)	mg/l	1,5	FOTOMETRICO	0,13
COLOR RESIDUAL(Cl2)	mg/l	0.3 - 1.5	DPD	0
ANALISIS MICROBIOLOGICO				
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 ml		POTATEST	1
COLIFORMES FECALES	UFC/100 ml	< 1	POTATEST	0

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE MONTUFAR
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA POTABLE
 ANALISIS FISICO-QUIMICO Y MICROBIOLOGICO

M1

2

FECHA: 19/02/2015

PROCEDENCIA: J.A.DE AGUA POTABLE DE EL CAPULI

1° Captación parte alta

PARAMETRO	UNIDAD	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE	METODO DE ANALISIS	RESULTADO
		AGUA POTABLE		MUESTRA 1
ANALISIS FISICO				
TEMPERATURA	°C		TERMOMETRICO	15,4
pH		6.5 - 8.6	ELECTROMETRICO	6,8
COLOR	UTC	15	COMPARACIÓN VISUAL Pt-Co	2,5
TURBIEDAD	NTU	5	NEFELOMETRICO	2
OLOR		NO OBJETABLE		CARACTERISTICO
SABOR		NO OBJETABLE		CARACTERISTICO
SOLIDOS DISUELTOS	TOTALES mg/l	1015	CONDUCTIVIMETRO	17,1
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	1390	CONDUCTIVIMETRO	34,3
ANALISIS QUIMICO				
SALINIDAD (NaCl)	mg/l		FOTOMETRICO	1,16
ALCALINIDAD (CaCO3)	TOTAL mg/l	370	VOLUMETRICO	15
DUREZA TOTAL(CaCO3)	mg/l	250	VOLUMETRICO (EDTA)	10
FOSFATOS (PO4)3-	mg/l	0,1	FOTOMETRICO	0,16
HIERRO (Fe)	mg/l	0,3	FOTOMETRICO	0,11
NITRATOS (NO3)	mg/l	50	FOTOMETRICO	0,802
NITRITOS(NO2)	mg/l	0,2	FOTOMETRICO	0,01
NITROGENO AMONIACAL(N)	mg/l	0,5	FOTOMETRICO	0,09
SULFATOS(SO4)2-	mg/l	200	FOTOMETRICO	10
FLORUROS(F)	mg/l	1,5	FOTOMETRICO	0,14
CLORO RESIDUAL(Cl2)	mg/l	0.3 - 1.5	DPD	0
ANALISIS MICROBIOLOGICO				
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 ml		POTATEST	2
COLIFORMES FECALES	UFC/100 ml	< 1	POTATEST	0

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE MONTUFAR
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA POTABLE
ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO

M1
2

FECHA: 19/02/2015
 PROCEDENCIA: J.A.DE AGUA POTABLE DE EL CAPULI
 SOLICITADO POR:

1° Captación parte alta

PARAMETRO	UNIDAD	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE	METODO ANALISIS	DE	RESULTADO
		AGUA POTABLE			MUESTRA 1
ANÁLISIS FÍSICO					
TEMPERATURA	°C		TERMOMETRICO		15,4
pH		6.5 - 8.6	ELECTROMETRICO		6,8
COLOR	UTC	15	COMPARACIÓN VISUAL Pt-Co		2,5
TURBIEDAD	NTU	5	NEFELOMETRICO		2
OLOR		NO OBJETABLE			CARACTERISTICO
SABOR		NO OBJETABLE			CARACTERISTICO
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/l	1015	CONDUCTIVIMETRO		17,1
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	1390	CONDUCTIVIMETRO		34,3
ANÁLISIS QUÍMICO					
SALINIDAD (NaCl)	mg/l		FOTOMETRICO		1,16
ALCALINIDAD TOTAL (CaCO3)	mg/l	370	VOLUMETRICO		15
DUREZA TOTAL(CaCO3)	mg/l	250	VOLUMETRICO (EDTA)		10
FOSFATOS (PO4)3-	mg/l	0,1	FOTOMETRICO		0,16
HIERRO (Fe)	mg/l	0,3	FOTOMETRICO		0,11
NITRATOS (NO3)	mg/l	50	FOTOMETRICO		0,802
NITRITOS(NO2)	mg/l	0,2	FOTOMETRICO		0,01
NITROGENO AMONICAL(N)	mg/l	0,5	FOTOMETRICO		0,09
SULFATOS(SO4)2-	mg/l	200	FOTOMETRICO		10
FLORUROS(F)	mg/l	1,5	FOTOMETRICO		0,14
COLOR RESIDUAL(Cl2)	mg/l	0.3 - 1.5	DPD		0
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO					
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 ml		POTATEST		2
COLIFORMES FECALES	UFC/100 ml	< 1	POTATEST		0

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE MONTUFAR
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA POTABLE
 ANALISIS FISICO-QUIMICO Y MICROBIOLOGICO

FECHA: 19/02/2015 M16
 PROCEDENCIA: J.A.DE AGUA POTABLE DE EL CAPULI
 SOLICITADO POR:

PARAMETRO	UNIDAD	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE	METODO DE ANALISIS	RESULTADO
		AGUA POTABLE		MUESTRA 1
ANALISIS FISICO				
TEMPERATURA	°C		TERMOMETRICO	15,2
pH		6.5 - 8.6	ELECTROMETRICO	
COLOR	UTC	15	COMPARACIÓN VISUAL Pt-Co	2
TURBIEDAD	NTU	5	NEFELOMETRICO	3
OLOR		NO OBJETABLE		CARACTERISTICO
SABOR		NO OBJETABLE		CARACTERISTICO
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/l	1015	CONDUCTIVIMETRO	21,3
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	1390	CONDUCTIVIMETRO	42,6
ANALISIS QUIMICO				
SALINIDAD (NaCl)	mg/l		FOTOMETRICO	1,5
ALCALINIDAD TOTAL (CaCO3)	mg/l	370	VOLUMETRICO	20
DUREZA TOTAL(CaCO3)	mg/l	250	VOLUMETRICO (EDTA)	15
FOSFATOS (PO4)3-	mg/l	0,1	FOTOMETRICO	0,09
HIERRO (Fe)	mg/l	0,3	FOTOMETRICO	0,1
NITRATOS (NO3)	mg/l	50	FOTOMETRICO	0,65
NITRITOS(NO2)	mg/l	0,2	FOTOMETRICO	0,01
NITROGENO AMONIACAL(N)	mg/l	0,5	FOTOMETRICO	0,16
SULFATOS(SO4)2-	mg/l	200	FOTOMETRICO	8
FLORUROS(F)	mg/l	1,5	FOTOMETRICO	0,15
COLORO RESIDUAL(Cl2)	mg/l	0.3 - 1.5	DPD	0
ANALISIS MICROBIOLOGICO				
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 ml		POTATEST	1
COLIFORMES FECALES	UFC/100 ml	< 1	POTATEST	0

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE MONTUFAR
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA POTABLE
ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO

M1
5

FECHA: 19/02/2015
 PROCEDENCIA: J.A.DE AGUA POTABLE DE EL CAPULI
 SOLICITADO POR:

Hondón parte baja

PARAMETRO	UNIDAD	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE	METODO DE ANALISIS	RESULTADO
		AGUA POTABLE		MUESTRA 1
ANÁLISIS FÍSICO				
TEMPERATURA	°C		TERMOMETRICO	15,4
pH		6.5 - 8.6	ELECTROMETRICO	6,7
COLOR	UTC	15	COMPARACIÓN VISUAL Pt-Co	3
TURBIEDAD	NTU	5	NEFELOMETRICO	4
OLOR		NO OBJETABLE		CARACTERISTICO
SABOR		NO OBJETABLE		CARACTERISTICO
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/l	1015	CONDUCTIVIMETRO	25,5
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	1390	CONDUCTIVIMETRO	51,1
ANÁLISIS QUÍMICO				
SALINIDAD (NaCl)	mg/l		FOTOMETRICO	1
ALCALINIDAD TOTAL (CaCO3)	mg/l	370	VOLUMETRICO	15
DUREZA TOTAL(CaCO3)	mg/l	250	VOLUMETRICO (EDTA)	10
FOSFATOS (PO4)3-	mg/l	0,1	FOTOMETRICO	0,11
HIERRO (Fe)	mg/l	0,3	FOTOMETRICO	0,09
NITRATOS (NO3)	mg/l	50	FOTOMETRICO	0,157
NITRITOS(NO2)	mg/l	0,2	FOTOMETRICO	0,01
NITROGENO AMONIACAL(N)	mg/l	0,5	FOTOMETRICO	0,073
SULFATOS(SO4)2-	mg/l	200	FOTOMETRICO	9
FLORUROS(F)	mg/l	1,5	FOTOMETRICO	0,1
COLOR RESIDUAL(Cl2)	mg/l	0.3 - 1.5	DPD	0
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO				
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 ml		POTATEST	2
COLIFORMES FECALES	UFC/100 ml	< 1	POTATEST	0

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE MONTUFAR
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA POTABLE
 ANALISIS FISICO-QUIMICO Y MICROBIOLOGICO

FECHA: 19/02/2015 M14
 PROCEDENCIA: J.A.DE AGUA POTABLE DE EL CAPULI Parte Alta Chicho
 SOLICITADO POR:

PARAMETRO	UNIDAD	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE	METODO DE ANALISIS	RESULTADO
		AGUA POTABLE		MUESTRA 1
ANALISIS FISICO				
TEMPERATURA	°C		TERMOMETRICO	15,3
pH		6.5 - 8.6	ELECTROMETRICO	6,5
COLOR	UTC	15	COMPARACIÓN VISUAL Pt-Co	5
TURBIEDAD	NTU	5	NEFELOMETRICO	10
OLOR		NO OBJETABLE		CARACTERISTICO
SABOR		NO OBJETABLE		CARACTERISTICO
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/l	1015	CONDUCTIVIMETRO	102
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	1390	CONDUCTIVIMETRO	203
ANALISIS QUIMICO				
SALINIDAD (NaCl)	mg/l		FOTOMETRICO	4,5
ALCALINIDAD TOTAL (CaCO ₃)	mg/l	370	VOLUMETRICO	50
DUREZA TOTAL(CaCO ₃)	mg/l	250	VOLUMETRICO (EDTA)	20
FOSFATOS (PO ₄) ³⁻	mg/l	0,1	FOTOMETRICO	0,16
HIERRO (Fe)	mg/l	0,3	FOTOMETRICO	0,2
NITRATOS (NO ₃)	mg/l	50	FOTOMETRICO	1,2
NITRITOS(NO ₂)	mg/l	0,2	FOTOMETRICO	0,011
NITROGENO AMONIACAL(N)	mg/l	0,5	FOTOMETRICO	0,2
SULFATOS(SO ₄) ²⁻	mg/l	200	FOTOMETRICO	4
FLORUROS(F)	mg/l	1,5	FOTOMETRICO	0,18
COLORO RESIDUAL(Cl ₂)	mg/l	0.3 - 1.5	DPD	0
ANALISIS MICROBIOLOGICO				
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 ml		POTATEST	2
COLIFORMES FECALES	UFC/100 ml	< 1	POTATEST	0

NOTA: Análisis realizados en base a la metodología de los métodos normalizados para el análisis de agua potable y residuales APHA_ AWWA_ WPCF, edición N° 17 Norma técnica Ecuatoriana INEN 1108-2010

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE MONTUFAR
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA POTABLE
 ANALISIS FISICO-QUIMICO Y MICROBIOLOGICO

FECHA: 19/02/2015

M1
3

PROCEDENCIA: J.A.DE AGUA POTABLE DE EL CAPULI

Captación Chicho

SOLICITADO POR:

PARAMETRO	UNIDAD	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE	METODO DE ANALISIS	RESULTADO	
		AGUA POTABLE		MUESTRA 1	
ANALISIS FISICO					
TEMPERATURA	°C		TERMOMETRICO	15,3	
pH		6.5 - 8.6	ELECTROMETRICO	6,8	
COLOR	UTC	15	COMPARACIÓN VISUAL Pt-Co	6	
TURBIEDAD	NTU	5	NEFELOMETRICO	18	
OLOR		NO OBJETABLE		CARACTERISTICO	
SABOR		NO OBJETABLE		CARACTERISTICO	
SOLIDOS DISUELTOS	TOTALES mg/l	1015	CONDUCTIVIMETRO	79,3	
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	1390	CONDUCTIVIMETRO	158,5	
ANALISIS QUIMICO					
SALINIDAD (NaCl)	mg/l		FOTOMETRICO	2	
ALCALINIDAD TOTAL (CaCO3)	mg/l	370	VOLUMETRICO	45	
DUREZA TOTAL(CaCO3)	mg/l	250	VOLUMETRICO (EDTA)	30	
FOSFATOS (PO4)3-	mg/l	0,1	FOTOMETRICO	0,11	
HIERRO (Fe)	mg/l	0,3	FOTOMETRICO	0,15	
NITRATOS (NO3)	mg/l	50	FOTOMETRICO	0,18	
NITRITOS(NO2)	mg/l	0,2	FOTOMETRICO	0,012	
NITROGENO AMONIACAL(N)	mg/l	0,5	FOTOMETRICO	0,1	
SULFATOS(SO4)2-	mg/l	200	FOTOMETRICO	5	
FLORUROS(F)	mg/l	1,5	FOTOMETRICO	0,16	
COLOR RESIDUAL(Cl2)	mg/l	0.3 - 1.5	DPD	0	
ANALISIS MICROBIOLOGICO					
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 ml		POTATEST	3	
COLIFORMES FECALES	UFC/100 ml	< 1	POTATEST	0	

NOTA: Análisis realizados en base a la metodología de los métodos normalizados para el análisis de agua potable y residuales APHA_ AWWA_ WPCF, edición N° 17 Norma técnica Ecuatoriana INEN 1108-2010

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE MONTUFAR
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA POTABLE
ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO

M1
2

FECHA: 19/02/2015
 PROCEDENCIA: J.A.DE AGUA POTABLE DE EL CAPULI Chicho Parte Baja
 SOLICITADO POR:

PARAMETRO	UNIDAD	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE	METODO DE ANALISIS	RESULTADO	
		AGUA POTABLE		MUESTRA 1	
ANÁLISIS FÍSICO					
TEMPERATURA	°C		TERMOMETRICO	15,4	
pH		6.5 - 8.6	ELECTROMETRICO	6,6	
COLOR	UTC	15	COMPARACIÓN VISUAL Pt-Co	8	
TURBIEDAD	NTU	5	NEFELOMETRICO	20	
OLOR		NO OBJETABLE		CARACTERISTICO	
SABOR		NO OBJETABLE		CARACTERISTICO	
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg/l	1015	CONDUCTIVIMETRO	65,7	
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	1390	CONDUCTIVIMETRO	131,7	
ANÁLISIS QUÍMICO					
SALINIDAD (NaCl)	mg/l		FOTOMETRICO	3,8	
ALCALINIDAD TOTAL (CaCO ₃)	mg/l	370	VOLUMETRICO	80	
DUREZA TOTAL(CaCO ₃)	mg/l	250	VOLUMETRICO (EDTA)	40	
FOSFATOS (PO ₄) ₃ -	mg/l	0,1	FOTOMETRICO	0,12	
HIERRO (Fe)	mg/l	0,3	FOTOMETRICO	0,22	
NITRATOS (NO ₃)	mg/l	50	FOTOMETRICO	0,24	
NITRITOS(NO ₂)	mg/l	0,2	FOTOMETRICO	0,01	
NITROGENO AMONIACAL(N)	mg/l	0,5	FOTOMETRICO	0,18	
SULFATOS(SO ₄) ₂ -	mg/l	200	FOTOMETRICO	4	
FLORUROS(F)	mg/l	1,5	FOTOMETRICO	0,2	
COLOR RESIDUAL(Cl ₂)	mg/l	0.3 - 1.5	DPD	0	
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO					
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 ml		POTATEST	4	
COLIFORMES FECALES	UFC/100 ml	< 1	POTATEST	0	

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE MONTUFAR
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA POTABLE
 ANALISIS FISICO-QUIMICO Y MICROBIOLOGICO

M1
1

FECHA: 14/01/2015
 PROCEDENCIA: J.A.DE AGUA POTABLE DE EL CAPULI
 SOLICITADO POR:

PARAMETRO	UNIDAD	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE	METODO DE ANALISIS	RESULTADO
		AGUA POTABLE		MUESTRA 1
ANALISIS FISICO				
TEMPERATURA	°C		TERMOMETRICO	15,6
pH		6,5 - 8,6	ELECTROMETRICO	6,8
COLOR	UTC	15	COMPARACIÓN VISUAL Pt-Co	2,5
TURBIEDAD	NTU	5	NEFELOMETRICO	1,5
OLOR		NO OBJETABLE		CARACTERISTICO
SABOR		NO OBJETABLE		CARACTERISTICO
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/l	1015	CONDUCTIVIMETRO	34
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	1390	CONDUCTIVIMETRO	68,2
ANALISIS QUIMICO				
SALINIDAD (NaCl)	mg/l		FOTOMETRICO	3,52
ALCALINIDAD TOTAL (CaCO ₃)	mg/l	370	VOLUMETRICO	85
DUREZA TOTAL(CaCO ₃)	mg/l	250	VOLUMETRICO (EDTA)	20
FOSFATOS (PO ₄) ₃ -	mg/l	0,1	FOTOMETRICO	0,17
HIERRO (Fe)	mg/l	0,3	FOTOMETRICO	0,18
NITRATOS (NO ₃)	mg/l	50	FOTOMETRICO	0,956
NITRITOS(NO ₂)	mg/l	0,2	FOTOMETRICO	0
NITROGENO AMONIACAL(N)	mg/l	0,5	FOTOMETRICO	0,2
SULFATOS(SO ₄) ₂ -	mg/l	200	FOTOMETRICO	6
FLORUROS(F)	mg/l	1,5	FOTOMETRICO	0,25
COLOR RESIDUAL(Cl ₂)	mg/l	0,3 - 1,5	DPD	-
ANALISIS MICROBIOLOGICO				
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 ml		POTATEST	28
COLIFORMES FECALES	UFC/100 ml	< 1	POTATEST	-

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE MONTUFAR
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA POTABLE
 ANALISIS FISICO-QUIMICO Y MICROBIOLOGICO

FECHA: 14/01/2015
 PROCEDENCIA: J.A.DE AGUA POTABLE DE EL CAPULI
 SOLICITADO POR:

M1
0

PARAMETRO	UNIDAD	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE	METODO ANALISIS	DE	RESULTADO
		AGUA POTABLE			MUESTRA 1
ANALISIS FISICO					
TEMPERATURA	°C		TERMOMETRICO		15,7
pH		6.5 - 8.6	ELECTROMETRICO		6,72
COLOR	UTC	15	COMPARACIÓN VISUAL Pt-Co		1,8
TURBIEDAD	NTU	5	NEFELOMETRICO		3
OLOR		NO OBJETABLE			CARACTERISTICO
SABOR		NO OBJETABLE			CARACTERISTICO
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/l	1015	CONDUCTIVIMETRO		76,8
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	1390	CONDUCTIVIMETRO		153,8
ANALISIS QUIMICO					
SALINIDAD (NaCl)	mg/l		FOTOMETRICO		3,8
ALCALINIDAD TOTAL (CaCO ₃)	mg/l	370	VOLUMETRICO		65
DUREZA TOTAL(CaCO ₃)	mg/l	250	VOLUMETRICO (EDTA)		15
FOSFATOS (PO ₄) ₃ -	mg/l	0,1	FOTOMETRICO		0,12
HIERRO (Fe)	mg/l	0,3	FOTOMETRICO		0,16
NITRATOS (NO ₃)	mg/l	50	FOTOMETRICO		0,468
NITRITOS(NO ₂)	mg/l	0,2	FOTOMETRICO		0
NITROGENO AMONACAL(N)	mg/l	0,5	FOTOMETRICO		0,18
SULFATOS(SO ₄) ₂ -	mg/l	200	FOTOMETRICO		4
FLORUROS(F)	mg/l	1,5	FOTOMETRICO		0,16
COLOR RESIDUAL(Cl ₂)	mg/l	0.3 - 1.5	DPD		-
ANALISIS MICROBIOLOGICO					
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 ml		POTATEST		15
COLIFORMES FECALES	UFC/100 ml	< 1	POTATEST		-

NOTA: Análisis realizados en base a la metodología de los métodos normalizados para el análisis de agua potable y residuales APHA_ AWWA_ WPCF, edición N° 17 Norma técnica Ecuatoriana INEN 1108-2010

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE MONTUFAR
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA POTABLE
ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO

M
9

FECHA: 14/01/2015
PROCEDENCIA: J.A.DE AGUA POTABLE DE EL CAPULI
SOLICITADO POR:

PARAMETRO	UNIDAD	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE	METODO DE ANALISIS	RESULTADO	
		AGUA POTABLE		MUESTRA 1	
ANÁLISIS FÍSICO					
TEMPERATURA	°C		TERMOMETRICO	15,7	
pH		6.5 - 8.6	ELECTROMETRICO	6,7	
COLOR	UTC	15	COMPARACIÓN VISUAL Pt-Co	2,5	
TURBIEDAD	NTU	5	NEFELOMETRICO	2,8	
OLOR		NO OBJETABLE		CARACTERISTICO	
SABOR		NO OBJETABLE		CARACTERISTICO	
SOLIDOS DISUELTOS	TOTALES mg/l	1015	CONDUCTIVIMETRO	83,2	
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	1390	CONDUCTIVIMETRO	167	
ANÁLISIS QUÍMICO					
SALINIDAD (NaCl)	mg/l		FOTOMETRICO	2,8	
ALCALINIDAD TOTAL (CaCO ₃)	mg/l	370	VOLUMETRICO	75	
DUREZA TOTAL(CaCO ₃)	mg/l	250	VOLUMETRICO (EDTA)	15	
FOSFATOS (PO ₄) ₃ -	mg/l	0,1	FOTOMETRICO	0,16	
HIERRO (Fe)	mg/l	0,3	FOTOMETRICO	0,13	
NITRATOS (NO ₃)	mg/l	50	FOTOMETRICO	0,51	
NITRITOS(NO ₂)	mg/l	0,2	FOTOMETRICO	0,011	
NITROGENO AMONIACAL(N)	mg/l	0,5	FOTOMETRICO	0,3	
SULFATOS(SO ₄) ₂ -	mg/l	200	FOTOMETRICO	5	
FLORUROS(F)	mg/l	1,5	FOTOMETRICO	0,58	
CLORO RESIDUAL(Cl ₂)	mg/l	0.3 - 1.5	DPD	-	
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO					
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 ml		POTATEST	26	
COLIFORMES FECALES	UFC/100 ml	< 1	POTATEST	-	

NOTA: Análisis realizados en base a la metodología de los métodos normalizados para el análisis de agua potable y residuales APHA_ AWWA_ WPCF, edición N° 17 Norma técnica Ecuatoriana INEN 1108-2010

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE MONTUFAR
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA POTABLE
ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO

FECHA: 14/01/2015
 PROCEDENCIA: J.A.DE AGUA POTABLE DE EL CAPULI
 SOLICITADO POR:

M6

PARAMETRO	UNIDAD	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE	METODO DE ANALISIS	RESULTADO
		AGUA POTABLE		MUESTRA 1
ANÁLISIS FÍSICO				
TEMPERATURA	°C		TERMOMETRICO	15,6
pH		6.5 - 8.6	ELECTROMETRICO	6,7
COLOR	UTC	15	COMPARACIÓN VISUAL Pt-Co	2
TURBIEDAD	NTU	5	NEFELOMETRICO	1,4
OLOR		NO OBJETABLE		CARACTERISTICO
SABOR		NO OBJETABLE		CARACTERISTICO
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/l	1015	CONDUCTIVIMETRO	33,2
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	1390	CONDUCTIVIMETRO	66,4
ANÁLISIS QUÍMICO				
SALINIDAD (NaCl)	mg/l		FOTOMETRICO	2,1
ALCALINIDAD TOTAL (CaCO ₃)	mg/l	370	VOLUMETRICO	50
DUREZA TOTAL(CaCO ₃)	mg/l	250	VOLUMETRICO (EDTA)	10
FOSFATOS (PO ₄) ₃ -	mg/l	0,1	FOTOMETRICO	0,13
HIERRO (Fe)	mg/l	0,3	FOTOMETRICO	0,18
NITRATOS (NO ₃)	mg/l	50	FOTOMETRICO	0,259
NITRITOS(NO ₂)	mg/l	0,2	FOTOMETRICO	0,011
NITROGENO AMONIACAL(N)	mg/l	0,5	FOTOMETRICO	0,16
SULFATOS(SO ₄) ₂ -	mg/l	200	FOTOMETRICO	4
FLORUROS(F)	mg/l	1,5	FOTOMETRICO	0,6
COLOR RESIDUAL(Cl ₂)	mg/l	0.3 - 1.5	DPD	-
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO				
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 ml		POTATEST	42
COLIFORMES FECALES	UFC/100 ml	< 1	POTATEST	0

NOTA: Análisis realizados en base a la metodología de los métodos normalizados para el análisis de agua potable y residuales APHA_ AWWA_ WPCF, edición N° 17 Norma técnica Ecuatoriana INEN 1108-2010

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE MONTUFAR
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA POTABLE
 ANALISIS FISICO-QUIMICO Y MICROBIOLOGICO

FECHA: 14/01/2015

M5

PROCEDENCIA: J.A.DE AGUA POTABLE DE EL CAPULI

SOLICITADO POR:

PARAMETRO	UNIDAD	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE	METODO DE ANALISIS	RESULTADO	
				AGUA POTABLE	MUESTRA 1
ANALISIS FISICO					
TEMPERATURA	°C		TERMOMETRICO	15,6	
pH		6.5 - 8.6	ELECTROMETRICO	6,8	
COLOR	UTC	15	COMPARACIÓN VISUAL Pt-Co	3	
TURBIEDAD	NTU	5	NEFELOMETRICO	1,5	
OLOR		NO OBJETABLE		CARACTERISTIC O	
SABOR		NO OBJETABLE		CARACTERISTIC O	
SOLIDOS DISUELTOS	TOTALES mg/l	1015	CONDUCTIVIMETRO	75,3	
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	1390	CONDUCTIVIMETRO	150,8	
ANALISIS QUIMICO					
SALINIDAD (NaCl)	mg/l		FOTOMETRICO	3,5	
ALCALINIDAD (CaCO3)	TOTAL mg/l	370	VOLUMETRICO	80	
DUREZA TOTAL(CaCO3)	mg/l	250	VOLUMETRICO (EDTA)	20	
FOSFATOS (PO4)3-	mg/l	0,1	FOTOMETRICO	0,11	
HIERRO (Fe)	mg/l	0,3	FOTOMETRICO	0,16	
NITRATOS (NO3)	mg/l	50	FOTOMETRICO	0,424	
NITRITOS(NO2)	mg/l	0,2	FOTOMETRICO	0,01	
NITROGENO AMONIACAL(N)	mg/l	0,5	FOTOMETRICO	0,32	
SULFATOS(SO4)2-	mg/l	200	FOTOMETRICO	5	
FLORUROS(F)	mg/l	1,5	FOTOMETRICO	0,58	
COLOR RESIDUAL(CI2)	mg/l	0.3 - 1.5	DPD	-	
ANALISIS MICROBIOLOGICO					
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 ml		POTATEST	16	
COLIFORMES FECALES	UFC/100 ml	< 1	POTATEST	-	

NOTA: Análisis realizados en base a la metodología de los métodos normalizados para el análisis de agua potable y residuales APHA_ AWWA_ WPCF, edición N° 17 Norma técnica Ecuatoriana INEN 1108-2010

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE MONTUFAR
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA POTABLE
 ANALISIS FISICO-QUIMICO Y MICROBIOLOGICO

FECHA: 14/01/2015

M4

PROCEDENCIA: J.A.DE AGUA POTABLE DE EL CAPULI

SOLICITADO POR:

PARAMETRO	UNIDAD	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE	METODO DE ANALISIS	RESULTADO	
				MUESTRA 1	MUESTRA 2
		AGUA POTABLE			
ANALISIS FISICO					
TEMPERATURA	°C		TERMOMETRICO	15,5	15,5
pH		6.5 - 8.6	ELECTROMETRICO	6,7	6,7
COLOR	UTC	15	COMPARACIÓN VISUAL Pt-Co	6	6
TURBIEDAD	NTU	5	NEFELOMETRICO	3,9	4
OLOR		NO OBJETABLE		CARACTERISTICO	
SABOR		NO OBJETABLE		CARACTERISTICO	
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/l	1015	CONDUCTIVIMETRO	24,8	24,6
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	1390	CONDUCTIVIMETRO	49,4	49,3
ANALISIS QUIMICO					
SALINIDAD (NaCl)	mg/l		FOTOMETRICO	2,1	1,8
ALCALINIDAD TOTAL (CaCO3)	mg/l	370	VOLUMETRICO	10	15
DUREZA TOTAL(CaCO3)	mg/l	250	VOLUMETRICO (EDTA)	20	25
FOSFATOS (PO4)3-	mg/l	0,1	FOTOMETRICO	0,15	0,18
HIERRO (Fe)	mg/l	0,3	FOTOMETRICO	0,11	0,13
NITRATOS (NO3)	mg/l	50	FOTOMETRICO	2,4	2,6
NITRITOS(NO2)	mg/l	0,2	FOTOMETRICO	0,01	0,01
NITROGENO AMONICAL(N)	mg/l	0,5	FOTOMETRICO	0,55	0,58
SULFATOS(SO4)2-	mg/l	200	FOTOMETRICO	4	4
FLORUROS(F)	mg/l	1,5	FOTOMETRICO	0,38	0,35
COLOR RESIDUAL(Cl2)	mg/l	0.3 - 1.5	DPD	-	-
ANALISIS MICROBIOLOGICO					
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 ml		POTATEST	14	-
COLIFORMES FECALES	UFC/100 ml	< 1	POTATEST	-	-

NOTA: Análisis realizados en base a la metodología de los métodos normalizados para el análisis de agua potable y residuales APHA_ AWWA_ WPCF, edición N° 17 Norma técnica Ecuatoriana INEN 1108-2010

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE MONTUFAR					
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA POTABLE					
ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO					
FECHA:	14/01/2015				M3
PROCEDENCIA:	J.A.DE AGUA POTABLE DE EL CAPULI				
SOLICITADO POR:					
PARAMETRO	UNIDAD	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE	METODO DE ANALISIS	RESULTADO	
		AGUA POTABLE		MUESTRA 1	MUESTRA 2
ANÁLISIS FÍSICO					
TEMPERATURA	°C		TERMOMETRICO	15,7	15,7
pH		6.5 - 8.6	ELECTROMETRICO	6,7	6,7
COLOR	UTC	15	COMPARACIÓN VISUAL Pt-Co	3	4
TURBIEDAD	NTU	5	NEFELOMETRICO	3,1	3,5
OLOR		NO OBJETABLE		CARACTERISTICO	
SABOR		NO OBJETABLE		CARACTERISTICO	
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/l	1015	CONDUCTIVIMETRO	21,7	21,7
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	1390	CONDUCTIVIMETRO	43,8	43,7
ANÁLISIS QUÍMICO					
SALINIDAD (NaCl)	mg/l		FOTOMETRICO	1,1	1,6
ALCALINIDAD TOTAL (CaCO ₃)	mg/l	370	VOLUMETRICO	15	15
DUREZA TOTAL(CaCO ₃)	mg/l	250	VOLUMETRICO (EDTA)	35	30
FOSFATOS (PO ₄) ₃ -	mg/l	0,1	FOTOMETRICO	0,34	0,36
HIERRO (Fe)	mg/l	0,3	FOTOMETRICO	0,13	0,11
NITRATOS (NO ₃)	mg/l	50	FOTOMETRICO	1,8	1,21
NITRITOS(NO ₂)	mg/l	0,2	FOTOMETRICO	0,01	0,01
NITROGENO AMONIA CAL(N)	mg/l	0,5	FOTOMETRICO	0,28	0,29
SULFATOS(SO ₄) ₂ -	mg/l	200	FOTOMETRICO	5	4
FLORUROS(F)	mg/l	1,5	FOTOMETRICO	0,44	0,45
COLORO RESIDUAL(Cl ₂)	mg/l	0.3 - 1.5	DPD	-	-
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO					
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 ml		POTATEST	28	30
COLIFORMES FECALES	UFC/100 ml	< 1	POTATEST	0	0
NOTA: Análisis realizados en base a la metodología de los métodos normalizados para el análisis de agua potable y residuales APHA_ AWWA_ WPCF, edición N° 17 Norma técnica Ecuatoriana INEN 1108-2010					

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE MONTUFAR
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA POTABLE
ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO

FECHA: 14/01/2015

M1

PROCEDENCIA: J.A.DE AGUA POTABLE DE EL CAPULI

PARAMETRO	UNIDAD	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE	METODO DE ANALISIS	RESULTADO	
				MUESTRA 1	MUESTRA 2
		AGUA POTABLE			
ANÁLISIS FÍSICO					
TEMPERATURA	°C		TERMOMETRICO	15,1	15,2
pH		6,5 - 8,6	ELECTROMETRICO	6,6	6,7
COLOR	UTC	15	COMPARACIÓN VISUAL Pt-Co	6	7
TURBIEDAD	NTU	5	NEFELOMETRICO	2,5	2,8
OLOR		NO OBJETABLE		CARACTERISTIC O	
SABOR		NO OBJETABLE		CARACTERISTIC O	
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/l	1015	CONDUCTIVIMETRO	24,1	23,5
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	1390	CONDUCTIVIMETRO	48,2	47,1
ANÁLISIS QUÍMICO					
SALINIDAD (NaCl)	mg/l		FOTOMETRICO	1,5	1,8
ALCALINIDAD TOTAL (CaCO ₃)	mg/l	370	VOLUMETRICO	5	10
DUREZA TOTAL(CaCO ₃)	mg/l	250	VOLUMETRICO (EDTA)	25	30
FOSFATOS (PO ₄) ₃ -	mg/l	0,1	FOTOMETRICO	1,28	1,18
HIERRO (Fe)	mg/l	0,3	FOTOMETRICO	0,11	0,1
NITRATOS (NO ₃)	mg/l	50	FOTOMETRICO	1,042	1,201
NITRITOS(NO ₂)	mg/l	0,2	FOTOMETRICO	0,01	0,01
NITROGENO AMONIACAL(N)	mg/l	0,5	FOTOMETRICO	0,5	0,42
SULFATOS(SO ₄) ₂ -	mg/l	200	FOTOMETRICO	3	4
FLORUROS(F)	mg/l	1,5	FOTOMETRICO	0,62	0,52
COLOR RESIDUAL(Cl ₂)	mg/l	0,3 - 1,5	DPD		
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO					
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 ml		POTATEST	15	20
COLIFORMES FECALES	UFC/100 ml	< 1	POTATEST	0	0

NOTA: Análisis realizados en base a la metodología de los métodos normalizados para el análisis de agua potable y residuales APHA_ AWWA_ WPCF, edición N° 17 Norma técnica Ecuatoriana INEN 1108-2010

ANEXO 3

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUELO

 INIAP <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<p style="text-align: center;">DATOS DEL PROPIETARIO</p> Nombre : REVELO LUIS Dirección : CARCHI Ciudad : Teléfono : Fax :	<p style="text-align: center;">DATOS DE LA PROPIEDAD</p> Nombre : LA DELICIA/JUNTA DE AGUAS EL C Provincia : CARCHI Cantón : MONTUFAR Parroquia : Ubicación :	<p style="text-align: center;">PARA USO DEL LABORATORIO</p> Cultivo Actual : Fecha de Muestreo : 09/07/2015 Fecha de Ingreso : 27/07/2015 Fecha de Salida : 11/08/2015
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

N° Muest. Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm			meq/100ml			ppm				
			NH4	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B
102541	TOMA 1 PARTE ALTA	5,30 Ac RC	97,00 A	13,00 M	3,10 B	0,04 B	5,20 M	0,51 B	2,5 M	5,5 A	272,0 A	7,5 M	0,20 B
102542	TOMA 2	5,28 Ac RC	98,00 A	19,00 M	5,90 B	0,16 B	4,90 M	0,77 B	2,9 M	4,1 A	409,0 A	11,7 M	0,20 B
102543	TOMA 3	5,73LAc	62,00 A	15,00 M	4,10 B	0,03 B	5,50 M	0,76 B	1,4 B	3,9 M	239,0 A	4,9 B	0,30 B
102544	TOMA 4 SIMPLE	5,47 Ac RC	79,00 A	12,00 M	1,70 B	0,04 B	2,40 B	0,30 B	1,7 B	4,8 A	270,0 A	3,1 B	0,30 B
102545	TOMA 5 SIMPLE	5,65LAc	59,00 M	7,10 B	1,40 B	0,06 B	2,40 B	0,30 B	1,5 B	5,1 A	225,0 A	2,9 B	0,40 B

INTERPRETACION			
pH		Elementos	
Ac	= Acido	N	= Neutro
LAc	= Liger. Acido	LAl	= Lige. Alcalino
PN	= Prac. Neutro	Al	= Alcalino
		RC	= Requieren Cal
		B	= Bajo
		M	= Medio
		A	= Alto
		T	= Tóxico (Boro)

METODOLOGIA USADA			
pH	= Suelo: agua (1:2,5)	P K Ca Mg	= Olsen Modificado
S, B	= Fosfato de Calcio	Cu Fe Mn Zn	= Olsen Modificado
		B	= Curcumina


 RESPONSABLE LABORATORIO


 X LABORATORISTA



ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
 Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340
 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693



REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO

Nombre : REVELO LUIS
 Dirección : CARCHI
 Ciudad :
 Teléfono :
 Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD

Nombre : LA DELICIA/JUNTA DE AGUAS EL C
 Provincia : CARCHI
 Cantón : MONTUFAR
 Parroquia :
 Ubicación :

PARA USO DEL LABORATORIO

Cultivo Actual :
 Fecha de Muestreo : 09/07/2015
 Fecha de Ingreso : 27/07/2015
 Fecha de Salida : 11/08/2015

N° Muest. Laborat.	meq/100ml			dS/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	ppm	ppm	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	Mg	K	K	Σ Bases	N-NO3	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
102541					22,00 A	10,20	12,75	142,75	5,75	12,90					
102542					27,90 A	6,36	4,81	35,44	5,83	13,60					
102543					11,30 A	7,24	25,33	208,67	6,29	9,00					
102544					14,10 A	8,00	7,50	67,50	2,74	6,70					
102545					7,60 A	8,00	5,00	45,00	2,76	8,70					

INTERPRETACION

Al+H, Al y Na			C.E.		M.O. y Cl						
B	=	Bajo	NS	=	No Salino	S	=	Salino	B	=	Bajo
M	=	Medio	LS	=	Lig. Salino	MS	=	Muy Salino	M	=	Medio
T	=	Tóxico							A	=	Alto

ABREVIATURAS

C.E. = Conductividad Eléctrica
 M.O. = Materia Orgánica
 RAS = Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA

C.E. = Pasta Saturada
 M.O. = Dicromato de Potasio
 Al+H = Titulación NaOH

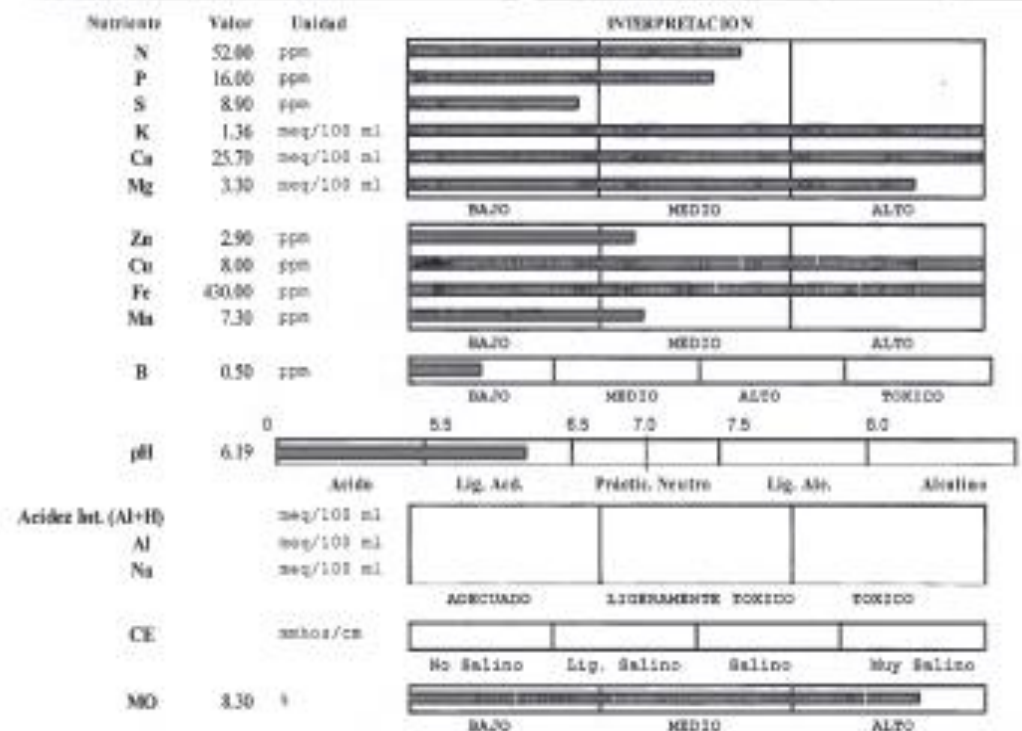
RESPONSABLE LABORATORIO

LABORATORISTA

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<p style="text-align: center;">DATOS DEL PROPIETARIO</p> <p>Nombre : SEGUNDO MORA Dirección : CARCHI Ciudad : Teléfono : Fax :</p>	<p style="text-align: center;">DATOS DE LA PROPIEDAD</p> <p>Nombre : Provincia : CARCHI Cantón : MONTUFAR Parroquia : Ubicación :</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p style="text-align: center;">DATOS DEL LOTE</p> <p>Cultivo Actual : Cultivo Anterior : Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : TOMA 6 SIMPLE</p>	<p style="text-align: center;">PARA USO DEL LABORATORIO</p> <p>N° Reporte : 39.328 N° Muestra Lab. : 102546 Fecha de Muestreo : 09/07/2015 Fecha de Ingreso : 22/07/2015 Fecha de Salida : 11/08/2015</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	ppm	ppm	C (%)			Clase Textural
Mg	K	K	Σ Bases	N-NO3	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
7.8	2.4	21.3	30.4	18.10					


 RESPONSABLE LABORATORIO


 N° LABORATORISTA



ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
 Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340
 Quito- Ecuador Telf: 690-691/92/93 Fax: 690-693



REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO

Nombre : REVELO LUIS
 Dirección : CARCHI
 Ciudad :
 Teléfono :
 Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD

Nombre : LA PAZ
 Provincia : CARCHI
 Cantón : MONTUFAR
 Parroquia :
 Ubicación :

PARA USO DEL LABORATORIO

Cultivo Actual :
 Fecha de Muestreo : 09/07/2015
 Fecha de Ingreso : 22/07/2015
 Fecha de Salida : 11/08/2015

N° Muest. Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm			meq/100ml			ppm				
			NH4	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B
102547	TOMA 7 P. ALTA	6,39LAc	55,00 M	32,00 A	8,60 B	0,68 A	26,40 A	2,00 M	3,3 M	7,2 A	525,0 A	12,2 M	0,60 B
102548	TOMA 8 JOSE ANDINO	6,42LAc	49,00 M	33,00 A	9,80 B	1,07 A	20,50 A	2,20 A	3,2 M	7,5 A	247,0 A	7,0 M	0,50 B

INTERPRETACION			
pH		Elementos	
Ae = Acido	N = Neutro	B = Bajo	
LAc = Liger. Acido	LAl = Lige. Alcalino	M = Medio	
PN = Prac. Neutro	Al = Alcalino	A = Alto	
RC = Requieren Cal		T = Tóxico (Boro)	

METODOLOGIA USADA			
pH = Suelo: agua (1:2.5)	P K Ca Mg = Olsen Modificado		
S, B = Fosforo de Calcio	Cu Fe Mn Zn = Olsen Modificado		
	B = Curcumina		

[Signature]
 RESPONSABLE LABORATORIO

[Signature]
 * LABORATORISTA



ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"
 LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
 Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340
 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693



REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO
 Nombre : REVELO LUIS
 Dirección : CARCHI
 Ciudad :
 Teléfono :
 Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD
 Nombre : LA PAZ
 Provincia : CARCHI
 Cantón : MONTUFAR
 Parroquia :
 Ubicación :

PARA USO DEL LABORATORIO
 Cultivo Actual :
 Fecha de Muestreo : 09/07/2015
 Fecha de Ingreso : 22/07/2015
 Fecha de Salida : 11/08/2015

N° Muest. Laborat.	meq/100ml			dS/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	ppm	ppm	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	Mg	K	K	Σ Bases	N-NO3	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
102547					7,10 A	13,20	2,94	41,76	29,08	15,20					
102548					5,50 A	9,32	2,06	21,21	23,77	27,30					

INTERPRETACION

Al+H, Al y Na	C.E.		M.O. y Cl
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino	M = Medio
T = Tóxico			A = Alto

ABREVIATURAS

C.E. = Conductividad Eléctrica
 M.O. = Materia Orgánica
 RAS = Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA

C.E. = Pasta Saturada
 M.O. = Dicromato de Potasio
 Al+H = Titulación NaOH


 RESPONSABLE LABORATORIO


 LABORATORISTA

ANEXO IV
REGISTRO FOTOGRÁFICO DEL TRABAJO DE CAMPO

Trabajo de campo junto a los actores involucrados



Tomada por: Carlos Flores

Socialización de la investigación con los pobladores de la comunidad El Capulí



Tomada por: Carlos Flores

Avance de la frontera agrícola en las zonas de captación de agua



Tomada por: Carlos Flores

Cultivos de papa cercanas a las zonas de captación



Tomada por: Carlos Flores

Cultivos intensivos



Tomada por: Carlos Flores

Zona de captación Muyurco



Tomada por: Carlos Flores

Inspección técnica captación El Hondón



Tomada por: Carlos Flores

Refrigeración de muestras de agua



Tomada por: Carlos Flores

Socialización de la propuesta de Mejoramiento de la calidad de agua, con la comunidad El Capulí



Tomada por: Carlos Flores