

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CANTIDAD DE AGUA DE LAS
JUNTAS ADMINISTRADORAS DE AGUA POTABLE DEL CANTÓN
MONTÚFAR PARA EL DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORAMIENTO Y
APROVECHAMIENTO ADECUADO”**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

AUTORA: CHILES ARÉVALO GLENDA VANESSA

DIRECTORA: ING. TANIA OÑA.

IBARRA - ECUADOR

2015



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:	1002964078		
APELLIDOS Y NOMBRES:	CHILES ARÉVALO GLENDA VANESSA		
DIRECCIÓN:	CARANQUI. CALLE: EMPERADOR CACHA 4-103		
EMAIL:	glendavane@hotmail.com		
TELÉFONO FIJO:	062 650 867	TELÉFONO MÓVIL:	0986200736

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CANTIDAD DE AGUA DE LAS JUNTAS ADMINISTRADORAS DE AGUA POTABLE DEL CANTÓN MONTÚFAR PARA EL DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORAMIENTO Y APROVECHAMIENTO ADECUADO”
AUTORA:	GLENDA VANESSA CHILES ARÉVALO
FECHA:	2015 – 02 – 12

SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO

TITULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ASESOR /DIRECTOR:	TANIA ELIZABETH OÑA ROCHA

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Glenda Vanessa Chiles Arévalo, con cédula de identidad Nro. 100296407 - 8, 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 en 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 144.

3. CONSTANCIAS

La autora manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es la titular de los 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, a los 12 días del mes de febrero del 2015.

LA AUTORA:

(Firma): 

Nombre: Glenda Vanessa Chiles Arévalo.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CANTIDAD DE AGUA DE LAS
JUNTAS ADMINISTRADORAS DE AGUA POTABLE DEL CANTÓN
MONTÚFAR PARA EL DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORAMIENTO Y
APROVECHAMIENTO ADECUADO”**

Tesis revisada por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación
como requisito parcial para obtener el Título de:

INGENIERA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

.....
Ing. Tania Oña.

Directora

.....
Bgo. Galo Pabón, M.S.c.

Asesor

.....
Ing. Oscar Rosales, M.S.c.

Asesor

.....
M.S.c. Miguel Gualoto.

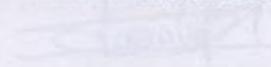
Asesor

Ibarra – Ecuador

2015

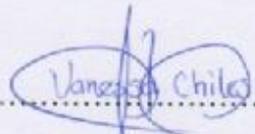
DECLARACIÓN

Manifiesto que la presente obra es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto es original y que soy la titular de los derechos patrimoniales; por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldré en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.


Ing. Tania Oña

DIRECTORA DE TESIS

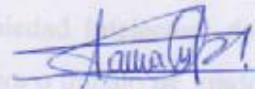
Ibarra, a los 12 días del mes de febrero del 2015.


.....
Vanessa Chiles

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

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Glenda Vanessa Chiles Arévalo, bajo mi supervisión.

Yo, Glenda Vanessa Chiles Arévalo, con cédula de identidad No. 100296407-
E, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los
derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del
Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autora de la obra denominada: "Evaluación de la calidad y cantidad de agua de las Juntas
Administradoras de Agua Potable del Cantón Morona Santiago", que ha sido desarrollado
Plan de mejoramiento y aprovechamiento adecuado", que ha sido desarrollado



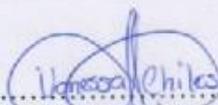
Ing. Tania Oña.

DIRECTORA DE TESIS

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

Yo, Glenda Vanessa Chiles Arévalo, con cédula de identidad No. 100296407-8, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autora de la obra o trabajo de grado denominado: "Evaluación de la calidad y cantidad de agua de las Juntas Administradoras de Agua Potable del Cantón Montúfar para el diseño de un Plan de mejoramiento y aprovechamiento adecuado", que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniera 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 autora 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 formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 12 días del mes de febrero del 2015.



Vanessa Chiles

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial de mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me ha enseñado a valorar la vida cada día más.

A mi madre por ser la persona que me ha acompañado durante toda mi trayectoria estudiantil y de vida permitiendo ser una mejor persona con sus consejos, enseñanzas y amor, a mi hermano por estar siempre presente acompañándome.

A mi padre quien con sus consejos ha sabido guiarme para culminar mi carrera profesional. A todo el resto de mi familia por darme el tiempo para realizarme como profesional.

Al Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Montúfar gracias al equipo que formamos logramos llegar hasta el final del camino cumpliendo con los objetivos deseados.

A mis catedráticos, gracias por su tiempo, por su apoyo así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

“Educar no es dar carrera para vivir, sino templar el alma para las dificultades de la vida.”

Pitágoras de Samos.

AGRADECIMIENTO

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado la fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado; por haberme dado una familia estupenda que me acompaño día a día en este camino.

Quiero dejar constancia de mi enorme gratitud a la Universidad Técnica del Norte por haberme dado la oportunidad de formar parte de la misma y a las diferentes personas que aportaron de forma valiosa en la presente investigación.

Al doctor Bolívar Batallas, Decano de la FICAYA e ingeniero Jorge Granja Coordinador de la carrera Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, quienes realizaron las gestiones necesarias para que el presente trabajo se lleve a cabo.

A la ingeniera Tania Oña, Directora de Tesis por haber aportado constantemente con conocimientos, sugerencias e ideas muy acertadas en el presente trabajo. A los señores asesores: biólogo Galo Pabón, ingeniero Oscar Rosales y al doctor Miguel Gualoto por haber verificado las correcciones necesarias y aportado con sugerencias valiosas para el buen desarrollo de esta investigación.

Agradezco al Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Montúfar en las personas del Señor Alcalde Doctor Juan Acosta, agrónomo Ever Racines e ingeniero Rubén Padilla funcionarios del mismo, por su colaboración desinteresada en todo el proceso de investigación. Y también a todas esas personas que de una u otra manera estuvieron pendientes a lo largo de este proceso, brindado todo su apoyo incondicional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Objetivos	4
1.1.1. Objetivo general	4
1.1.2. Objetivos específicos	4
1.2. Preguntas directrices	5

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco Legal.....	7
2.1.1. Constitución Política del Estado.....	7
2.1.2. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108:2011.....	8
2.1.3. Plan Nacional del Buen Vivir.....	10
2.1.4. Ley Orgánica de Salud	10
2.1.5. Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua.....	11
2.1.6. Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria.....	13
2.1.7. Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización.	14
2.1.8. Ordenanza para la protección, conservación y regularización del recurso hídrico de la provincia del Carchi.	14
2.2. Estudios similares.....	16
2.2.1. Estudio de agua potable en el sector rural del Municipio de Espejo....	16
2.2.2. Soluciones básicas para el abastecimiento de agua potable para sectores rurales... ..	16
2.2.3. Control físico-químico de la Junta Regional Cojitambo de agua potable... ..	17
2.2.4. Juntas administradoras de agua en Centroamérica	18
2.3. Calidad de agua	18
2.3.1. Calidad de agua para consumo humano.....	18
2.3.1.1. Agua de calidad no potable	19

2.3.1.2. Agua de calidad potable	19
2.3.2. Parámetros físico	19
2.3.2.1. Temperatura	19
2.3.2.2. pH.....	20
2.3.2.3. Color.....	20
2.3.2.4. Turbiedad	20
2.3.2.5. Sabor.....	21
2.3.2.6. Sólidos Totales Disueltos	21
2.3.2.7. Conductividad	21
2.3.3. Parámetros químico	21
2.3.3.1. Salinidad.....	22
2.3.3.2. Alcalinidad	22
2.3.3.3. Dureza	22
2.3.3.4. Fosfatos	23
2.3.3.5. Hierro	23
2.3.3.6. Nitratos	23
2.3.3.7. Nitritos.....	23
2.3.3.8. Sulfatos.....	24
2.3.3.9. Fluoruros	24
2.3.3.10. Cloro Residual.....	24
2.3.3.11. Calcio	24
2.3.4. Parámetros microbiológicos	25
2.3.4.1. Coliformes totales	25
2.3.4.2. Coliformes fecales.....	25
2.4. Cantidad del agua	25
2.4.1. Método del molinete.....	26
2.4.2. Método de aforo	26
2.5. Fuentes de Agua para consumo humano.....	27
2.5.1. Aguas superficiales.....	27
2.5.2. Agua subterránea	28
2.6. Nivel de servicio.....	28
2.6.1. Cobertura	29
2.6.2. Continuidad	29
2.6.3. Cantidad.....	29
2.6.4. Calidad.....	29

2.6.5. Costos	30
2.7. Sistema de Abastecimiento de Agua Potable	30
2.7.1. Captación	30
2.7.2. Planta de tratamiento	31
2.7.3. Sistema de distribución.....	32
2.8. Plan de mejoramiento y aprovechamiento	32

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del área de estudio.....	35
3.1.1. Datos Generales.....	36
3.1.1.1. Organización Territorial del Cantón Montúfar	37
3.2. Materiales y equipo	38
3.3. Metodología.....	39
3.3.1. Caracterización del área de estudio de componentes bióticos y socioeconómico	40
3.3.1.1. Caracterización Biótica	41
a) Flora y Fauna.....	41
3.3.1.2. Caracterización Abiótica	42
a) Clima	42
b) Topografía	42
c) Tipos de suelos	43
d) Cobertura Vegetal y Uso Actual	43
e) Zonificación Hidrológica y Ecológica	43
3.3.1.3. Caracterización socio-económica.....	43
3.3.2. Evaluación de la calidad de agua.....	44
3.3.2.1. Toma de muestras.....	44
a) Toma de muestras para análisis físico-químicos.....	45
b) Toma de muestras para análisis microbiológicos.....	46
c) Análisis de muestras en laboratorio	49
d) Sistematización de resultados.....	50
3.3.3. Determinación de la cantidad de agua	50
3.3.3.1. Método del molinete.....	50
3.3.3.2. Aforo	51

3.4. Elaboración del Plan de mejoramiento de la calidad y aprovechamiento del agua potable.....	52
3.4.1 Inventario de Juntas Administradoras de Agua Potable.....	53
3.4.2. Inventario de fuentes de agua.....	54
3.4.2 Cálculo de demanda hídrica.....	55
3.4.3. Ubicación de sistemas de abastecimiento de las JAA	56
3.5. Socialización del Plan de Mejoramiento y aprovechamiento adecuado de agua potable	56

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Diagnóstico del Componente Biótico, Abiótico y Socio-económico del Área de estudio.....	59
4.1.1. Componente Biótico.....	59
4.1.1.1. Flora... ..	59
4.1.1.2 Fauna.....	62
a) Mamíferos	62
b) Aves.....	64
c) Anfibios y reptiles	65
4.1.2 Componente abiótico.....	66
4.1.2.1Clima	66
a) Diagrama Ombrotérmico.....	67
4.1.2.2 Pendientes del terreno	69
4.1.2.3 Tipos de suelos	70
4.1.2.4 Cobertura Vegetal y Uso actual.....	72
4.1.2.5 Zonificación ecológica	73
4.1.2.6 Zonificación hidrológica	76
4.1.3 Componente Socio-Económico.....	79
4.1.3.1 Población	80
a) Población urbana y rural del cantón Montúfar	80
b) Crecimiento y distribución de la población.....	81
c) Población por parroquias	82
4.1.3.2 Servicios básicos	83
a) Agua	83

• Red pública.....	83
• De pozo.....	84
• De río, vertiente, acequia o canal	85
• De carro repartidor	85
4.1.3.3 Educación	86
4.1.3.4 Salud.....	86
4.1.3.5 Actividad económica.....	87
a) Agricultura y ganadería	88
b) Turismo	89
4.1.3.6 Aspectos culturales.....	90
4.2 Resultados de la evaluación de calidad y cantidad de agua de la Juntas Administradoras de Agua Potable.....	90
4.2.1 Calidad de agua	90
4.2.1.1 Parámetros físicos.....	91
a) pH.....	91
b) Color.....	92
c) Turbiedad	94
d) Sólidos totales disueltos	95
e) Conductividad	97
4.2.1.2 Parámetros químicos	98
a) Alcalinidad Total.....	98
b) Dureza Total (CaCO ₃).....	100
c) Fosfatos (PO ₄ ³⁻).....	101
d) Hierro (Fe).....	103
e) Nitratos (NO ₃)	105
f) Nitritos (NO ₂ ¹⁻).....	107
g) Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	108
h) Fluoruros (F)	110
i) Cloro Residual (CL ₂).....	111
4.2.1.3 Parámetros microbiológicos	113
a) Coliformes totales	113
b) Coliformes fecales.....	115
4.2.2 Cantidad de agua	117
4.2.2.1 Consumo.....	129

4.2.2.2 Costo y tarifa	120
4.3 Plan de mejoramiento y aprovechamiento adecuado	121
4.3.1 Antecedentes	121
4.3.2 Directrices del Plan	123
4.3.3 Objetivos del Plan de mejoramiento y Aprovechamiento Adecuado del Recurso Hídrico.....	122
4.3.3.1. Objetivo general del Plan	123
4.3.3.2 Objetivos específicos del Plan.....	124
4.3.3.3. Responsables	124
4.3.4.1 Programa de conservación y uso del recurso hídrico	127
4.3.4.1.1. Proyecto de prevención y mitigación de impactos	128
• Medidas para la prevención de impactos	128
• Medidas para la mitigación de impactos	128
4.3.4.1.2 Proyecto de alternativas forestales	125
• Medidas para actividades forestales productivas	126
4.3.4.1.3 Proyecto de manejo de recursos naturales.....	126
• Medidas para el manejo sustentable de las captaciones	127
4.3.4.2 Programa de capacitación y organización comunitaria	128
4.3.4.2.1 Proyecto de comunicación y cultura ambiental	133
• Medidas para la educación ambiental	133
• Medidas para la capacitación ambiental con participación social.....	134
4.3.4.2.2 Proyecto de organización de las JAAP.....	134
• Medidas para el fortalecimiento de las directivas de las JAAP.....	135
4.3.4.3 Programa de administración.....	135
4.3.4.3.1 Proyecto de monitoreo y mejoramiento de la infraestructura	137
• Medidas para la protección de captaciones	137
• Medidas para la protección de líneas de conducción	138
• Medidas para mejoramiento de infraestructura de planta de tratamiento	138
• Medidas para la protección de la red de distribución.....	139
4.3.4.3.2 Proyecto de gestión administrativa.....	139
• Medidas para facturación efectiva.....	139
• Medidas para la reducción de agua no contabilizada.....	139
4.3.4.4 Programa de seguimiento, evaluación y control	140

4.3.4.4.1 Proyecto de monitoreo del plan.....	140
• Medidas monitoreo del plan.....	140
4.3.4.4.2 Proyecto de calidad y cantidad de agua	140
• Medidas monitoreo de calidad de agua	142
• Medidas monitoreo de cantidad de agua	142
• Medidas para garantizar el abastecimiento futuro.....	143
4.4 Socializaciones	143
a) Primera Socialización.....	145
b) Segunda Socialización.....	146
CAPÍTULO V	
5. CONCLUSIONES.....	147
CAPÍTULO VI	
6. RECOMENDACIONES.....	149
CAPÍTULO VII	
7. RESUMEN.....	151
CAPÍTULO VIII	
8. SUMMARY.....	153
CAPÍTULO IX	
9. BIBLIOGRAFÍA.....	155
10. ANEXOS.....	167

ÍNDICE DE CUADROS

<u>Cuadro 2.1 Requisitos específicos para agua potable</u>	8
<u>Cuadro 2.2 Requisitos específicos microbiológicos para agua potable</u>	9
<u>Cuadro 3.1 Ubicación geográfica del cantón Montúfar</u>	36
<u>Cuadro 3.2 Datos Generales del Cantón Montúfar</u>	36
<u>Cuadro 3.3 Organización Territorial del Cantón Montúfar</u>	37

Cuadro 3.4 Recursos para la investigación _____	38
Cuadro 3.5 Parámetros a analizar en laboratorio _____	49
Cuadro 3.6 Juntas administradoras de agua potable _____	53
Cuadro 4.1 Listado de especies de mamíferos del área de estudio _____	61
Cuadro 4.2 Listado de especies de aves del área de estudio _____	62
Cuadro 4.3 Listado de especies de anfibios y reptiles del área de estudio _____	64
Cuadro 4.4 Rango de precipitación (mm) _____	66
Cuadro 4.5 Pendientes del terreno _____	68
Cuadro 4.6 Tipos de suelos _____	69
Cuadro 4.7 Cobertura vegetal 2003 _____	70
Cuadro 4.8 Zonificación ecológica _____	73
Cuadro 4.9 Zonificación hidrológica _____	76
Cuadro 4.10 Establecimiento de salud y prestación de servicios _____	85
Cuadro 4.11 Interpretación de resultados de pH de JAAP del cantón Montúfar	89
Cuadro 4.12 Interpretación de resultados de color de JAAP del cantón Montúfar	91
Cuadro 4.13 Interpretación de resultados de turbiedad de JAAP del cantón Montúfar _____	92
Cuadro 4.14 Interpretación de resultados de sólidos totales disueltos de JAAP del cantón Montúfar _____	94
Cuadro 4.15 Interpretación de resultados de conductividad de JAAP del cantón Montúfar _____	95
Cuadro 4.16 Interpretación de resultados de alcalinidad total de JAAP del cantón Montúfar _____	97
Cuadro 4.17 Interpretación de resultados de dureza total de JAAP del cantón Montúfar _____	98
Cuadro 4.18 Interpretación de resultados de fosfatos (PO_4^{3-}) de JAAP del cantón Montúfar _____	100
Cuadro 4.19 Interpretación de resultados de hierro JAAP del cantón Montúfar	101
Cuadro 4.20 Interpretación de resultados de nitratos (NO_3) de JAAP del cantón Montúfar _____	103
Cuadro 4.21 Interpretación de resultados de nitritos (NO_2^{1-}) de JAAP del cantón Montúfar _____	104

Cuadro 4.22 Interpretación de resultados de sulfatos (SO_4^{2-}) de JAAP del cantón Montúfar _____	106
Cuadro 4.23 Interpretación de resultados de fluoruros de JAAP del cantón Montúfar _____	107
Cuadro 4.24 Interpretación de resultados de cloro residual de JAAP del cantón Montúfar _____	109
Cuadro 4.25 Interpretación de resultados de coliformes totales de JAAP del cantón Montúfar _____	110
Cuadro 4.26 Interpretación de resultados de coliformes fecales de JAAP del cantón Montúfar _____	112
Cuadro 4.27 Caudal y número de conexiones de las JAAP del cantón Montúfar _____	113
Cuadro 4.28 Cálculo de proyección del déficit de agua reuerido en 25 años en las JAAP del cantón Montúfar _____	115
Cuadro 4.29 Responsables para el cumplimiento del Plan _____	135
Cuadro 4.30 Matriz de seguimiento y control de programas y subprogramas	135
Cuadro 4.31 Costos referenciales de la implementación del Plan _____	135

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Captación de aguas superficiales JAAP El Chamizo _____	27
Figura 2.2 Captación de aguas subterráneas JAAP Mata Redonda _____	28
Figura 2.3 Captación de aguas superficiales JAAP El Ejido _____	31
Figura 2.4 Planta de tratamiento JAAP Cristóbal Colón _____	31
Figura 3.1. Ubicación del área de estudio _____	36
Figura 3.2 Reunión entre GAD MM y UTN _____	39
Figura 3.3 Salida de campo con representante del GADMM, directora de tesis	40
Figura 3.4 Usuarios JAAP Pizán contestando encuesta _____	41
Figura 3.5 Presidente de la JAAP La Paz respondiendo encuesta _____	44
Figura 3.6 Toma de muestras tanque de reserva JAAP La Delicia _____	42
Figura 3.7 Toma de muestras para análisis <i>in situ</i> río San Gabriel _____	45
Figura 3.8 Toma de muestras para análisis en laboratorio _____	46

Figura 3.9 Toma de muestras para análisis microbiológico _____	46
Figura 3.10 Membrete para rotulación de muestras _____	47
Figura 3.11 Muestra de agua con membrete de rotulación _____	47
Figura 3.12 Transporte de muestras recolectadas _____	48
Figura 3.13 Llenado de documento de cadena de custodia _____	48
Figura 3.14 Molinete The global water flow probe _____	50
Figura 3.15 Medición de caudal del río Pizán con el método del molinete ____	51
Figura 3.16 Aforo de caudal que ingresa a la planta de tratamiento JAAP Gruta La Paz _____	52
Figura 3.17 Ubicación de las fuentes de agua _____	55
Figura 3.18 Toma de datos de ubicación de los componentes del sistema ____	56
Figura 3.19 Entrega de invitaciones a los presidentes de las JAAP _____	57
Figura 4.1 Pérdida de vegetación natural en la comunidad de Tuquer _____	60
Figura 4.2 Flora representativa de la zona de estudio _____	61
Figura 4.3 Presencia de frailejones en la comunidad de San Cristóbal _____	62
Figura 4.4 Diagrama ombrotémico _____	67
Figura 4.5 Variación estacional de la precipitación que influye en el área de estudio _____	67
Figura 4.6 Mapa de isoyetas medias anuales _____	68
Figura 4.7 Pendientes del terreno en el cantón Montúfar _____	69
Figura 4.8 Mapa de tipos de suelos _____	71
Figura 4.9 Mapa de cobertura vegetal 2003 _____	72
Figura 4.10 Mapa de zonificación ecológica _____	74
Figura 4.11 Mapa de ubicación de microcuencas en el área de estudio _____	77
Figura 4.12 Mapa de zonificación hidrológica _____	78
Figura 4.13 Feria de los días sábados en San Gabriel _____	79
Figura 4.14 Población del cantón Montúfar _____	80
Figura 4.15 Población urbana y rural del cantón Montúfar _____	81
Figura 4.16 Crecimineto poblacional del cantón montúfar por parroquias según períodos intercensales _____	82
Figura 4.17 Porcentaje de población distribuida por parroquias _____	83
Figura 4.18 Porcentaje de viviendas con servicio de agua potable _____	84

Figura 4.19 Porcentaje que consumen agua de pozo _____	84
Figura 4.20 Porcentaje de viviendas que consumen agua de río, vertiente o canal _____	85
Figura 4.21 Porcentaje que consumen agua de carro repartidor _____	85
Figura 4.22 Porcentaje de personas según actividad económica _____	88
Figura 4.23 Ganadería del cantón Montúfar _____	89
Figura 4.24 Cascada de Palúz _____	89
Figura 2.1 Captación de aguas superficiales JAAP El Chamizo _____	27
Figura 2.2 Captación de aguas subterráneas JAAP Mata Redonda _____	28
Figura 2.3 Captación de aguas superficiales JAAP El Ejido _____	31
Figura 2.4 Planta de tratamiento JAAP Cristóbal Colón _____	31
Figura 3.1. Ubicación del área de estudio _____	36
Figura 3.2 Reunión entre GAD MM y UTN _____	39
Figura 3.3 Salida de campo con representante del GADMM, directora de tesis	40
Figura 3.4 Usuarios JAAP Pizán contestando encuesta _____	41
Figura 3.5 Presidente de la JAAP La Paz respondiendo encuesta _____	44
Figura 3.6 Toma de muestras tanque de reserva JAAP La Delicia _____	42
Figura 3.7 Toma de muestras para análisis <i>in situ</i> río San Gabriel _____	45
Figura 3.8 Toma de muestras para análisis en laboratorio _____	46
Figura 3.9 Toma de muestras para análisis microbiológico _____	46
Figura 3.10 Membrete para rotulación de muestras _____	47
Figura 3.11 Muestra de agua con membrete de rotulación _____	47
Figura 3.12 Transporte de muestras recolectadas _____	48
Figura 3.13 Llenado de documento de cadena de custodia _____	48
Figura 3.14 Molinete The global water flow probe _____	50
Figura 3.15 Medición de caudal del río Pizán con el método del molinete ____	51
Figura 3.16 Aforo de caudal que ingresa a la planta de tratamiento JAAP Gruta La Paz _____	52
Figura 3.17 Ubicación de las fuentes de agua _____	55
Figura 3.18 Toma de datos de ubicación de los componentes del sistema ____	56
Figura 3.19 Entrega de invitaciones a los presidentes de las JAAP _____	57
Figura 4.1 Pérdida de vegetación natural en la comunidad de Tuquer _____	60

Figura 4.2 Flora representativa de la zona de estudio _____	61
Figura 4.3 Presencia de frailejones en la comunidad de San Cristóbal _____	62
Figura 4.4 Diagrama ombrotémico _____	67
Figura 4.5 Variación estacional de la precipitación que influye en el área de estudio _____	67
Figura 4.6 Mapa de isoyetas medias anuales _____	68
Figura 4.7 Pendientes del terreno en el cantón Montúfar _____	69
Figura 4.8 Mapa de tipos de suelos _____	71
Figura 4.9 Mapa de cobertura vegetal 2003 _____	72
Figura 4.10 Mapa de zonificación ecológica _____	74
Figura 4.11 Mapa de ubicación de microcuencas en el área de estudio _____	77
Figura 4.12 Mapa de zonificación hidrológica _____	78
Figura 4.13 Feria de los días sábados en San Gabriel _____	79
Figura 4.14 Población del cantón Montúfar _____	80
Figura 4.15 Población urbana y rural del cantón Montúfar _____	81
Figura 4.16 Crecimineto poblacional del cantón montúfar por parroquias según períodos intercensales _____	82
Figura 4.17 Porcentaje de población distribuida por parroquias _____	83
Figura 4.18 Porcentaje de viviendas con servicio de agua potable _____	84
Figura 4.19 Porcentaje que consumen agua de pozo _____	84
Figura 4.20 Porcentaje de viviendas cque consumen agua de río, vertiente o canal _____	85
Figura 4.21 Porcentaje que consumen agua de carro repartidor _____	85
Figura 4.22 Porcentaje de personas según actividad económica _____	88
Figura 4.23 Ganadería del cantón Montúfar _____	89
Figura 4.24 Cascada de Palúz _____	89
Figura 4.25 Zonas donde se aplicará el programa de conservación y uso del recurso hídrico _____	127
Figura 4.26 Ubicación por parroquias de las JAAP _____	132
Figura 4.27 Ubicación de los componentes del sistema de abastecimiento ____	136
Figura 4.28 Juntas Administradoras de Agua Potable del cantón Montúfar ____	141
Figura 4.29 Presentación del proyecto _____	143

Figura 4.30 Socialización del proyecto _____	144
Figura 4.31 Socialización _____	145
Figura 4.29 Presentación del proyecto _____	143
Figura 4.30 Socialización del proyecto _____	144
Figura 4.31 Socialización _____	145
Figura 4.32 Asistentes al ingreso de la socialización _____	145
Figura 4.33 Control de asistencia la socialización _____	146
Figura 4.34 Directivas de las JAAP en socialización _____	146

ANEXOS

ANEXO 1 CARTOGRAFÍA

Mapa 1 Mapa de Ubicación del Área de Estudio

Mapa 2 Mapa Base

Mapa 3 Mapa de Isoyetas

Mapa 4 Mapa de Cobertura Vegetal 2003

Mapa 5 Mapa de Uso Actual 2003

Mapa 6 Mapa de Tipos de Suelos

Mapa 7 Mapa de Ubicación de Captaciones

Mapa 8 Mapa de Microcuencas

Mapa 9 Mapa de Pendientes

Mapa 10 Mapa de Zonificación Ecológica

Mapa 11 Mapa de Zonificación Hidrológica

Mapa 12 Mapa de ubicación del Sistema de abastecimiento de agua potable de la JAAP La Paz

Mapa 13 Mapa de ubicación del Sistema de abastecimiento de agua potable de la JAAP Gruta La Paz

Mapa 14 Mapa de ubicación del Sistema de abastecimiento de agua potable de la JAAP Huaquer

Mapa 15 Mapa de ubicación del Sistema de abastecimiento de agua potable de la JAAP Tuquer

Mapa 16 Mapa de ubicación del Sistema de abastecimiento de agua potable de la JAAP Regional Cucher

Mapa 17 Mapa de ubicación del Sistema de abastecimiento de agua potable de la JAAP El Colorado

Mapa 18 Mapa de ubicación del Sistema de abastecimiento de agua potable de la JAAP Pizán

Mapa 19 Mapa de ubicación del Sistema de abastecimiento de agua potable de la JAAP Tesalia

Mapa 20 Mapa de ubicación del Sistema de abastecimiento de agua potable de la JAAP Chitán de Navarrete

Mapa 21 Mapa de ubicación del Sistema de abastecimiento de agua potable de la JAAP Mata Redonda

Mapa 22 Mapa de ubicación del Sistema de abastecimiento de agua potable de la JAAP San Pedro

Mapa 23 Mapa de ubicación del Sistema de abastecimiento de agua potable de la JAAP San Francisco – El Porvenir

Mapa 24 Mapa de ubicación del Sistema de abastecimiento de agua potable de la JAAP Piartal

Mapa 25 Mapa de ubicación del Sistema de abastecimiento de agua potable de la JAAP El Rosal

Mapa 26 Mapa de ubicación del Sistema de abastecimiento de agua potable de la JAAP de Fernández Salvador

Mapa 27 Mapa de ubicación del Sistema de abastecimiento de agua potable de la JAAP San Juan

Mapa 28 Mapa de ubicación del Sistema de abastecimiento de agua potable de la JAAP Chicho Caico

Mapa 29 Mapa de ubicación del Sistema de abastecimiento de agua potable de la JAAP Sixal Miraflores

Mapa 30 Mapa de ubicación del Sistema de abastecimiento de agua potable de la JAAP Chitán de Queles

Mapa 31 Mapa de ubicación del Sistema de abastecimiento de agua potable de la JAAP El Ejido

Mapa 32 Mapa de ubicación del Sistema de abastecimiento de agua potable de la JAAP Cristóbal Colón

Mapa 33 Mapa de ubicación del Sistema de abastecimiento de agua potable de la JAAP Cumbaltar

Mapa 34 Mapa de ubicación del Sistema de abastecimiento de agua potable de la JAAP Chután Bajo

Mapa 35 Mapa de ubicación del Sistema de abastecimiento de agua potable de la JAAP La Delicia

Mapa 36 Mapa de ubicación del Sistema de abastecimiento de agua potable de la JAAP San Cristóbal

Mapa 37 Mapa de ubicación del Sistema de abastecimiento de agua potable de la JAAP Chután Alto

Mapa 38 Mapa de ubicación del Sistema de abastecimiento de agua potable de la JAAP Tanguis

Mapa 39 Mapa de ubicación del Sistema de abastecimiento de agua potable de la JAAP Loma Guagua

Mapa 40 Mapa de ubicación del Sistema de abastecimiento de agua potable de la JAAP El Capulí

Mapa 41 Mapa de ubicación del Sistema de abastecimiento de agua potable de la JAAP Chiles

Mapa 42 Mapa de ubicación del Sistema de abastecimiento de agua potable de la JAAP El Chamizo

Mapa 43 Mapa de ubicación del Sistema de abastecimiento de agua potable de la JAAP Athal

Mapa 44 Mapa de ubicación del Sistema de abastecimiento de agua potable de la JAAP Jesús del Gran Poder

Mapa 45 Mapa de ubicación del Sistema de abastecimiento de agua potable de la JAAP San Gabriel – Tanguis.

ANEXO 2 FORMATOS

Formato 1 Formato de Cadena de Custodia

Formato 2 Invitaciones a las Juntas Administradoras de Agua potable para socialización

Formato 3 Inventario fuentes hídricas para el abastecimiento de agua potable. Juntas Administradoras de Agua Potable

Formato 4 Inventario fuentes hídricas para el abastecimiento de agua potable. Usuarios.

ANEXO 3 DOCUMENTOS

Documento 1 Requisitos específicos para agua potable

Documento 2 Requisitos microbiológicos para agua potable

Documento 3 Financiamiento de tesis

Documento 4 Entrega de invitaciones a socialización

Documento 5 Control de asistencia a socialización

Documento 6 Listado de especies de flora del cantón Montúfar

ANEXO 4 ANÁLISIS DE AGUA

Resultado1 Análisis físico-químico y microbiológico de agua de la JAAP La Paz

Resultado 2 Análisis físico-químico y microbiológico de agua de la JAAP Gruta La Paz

Resultado 3 Análisis físico-químico y microbiológico de agua de la JAAP Huaquer

Resultado 4 Análisis físico-químico y microbiológico de agua de la JAAP Regional Cucher

Resultado 5 Análisis físico-químico y microbiológico de agua de la JAAP El Colorado

Resultado 6 Análisis físico-químico y microbiológico de agua de la JAA Pizán

Resultado 7 Análisis físico-químico y microbiológico de agua de la JAAP Tesalia

Resultado 8 Análisis físico-químico y microbiológico de agua de la JAAP San Juan

Resultado 9 Análisis físico-químico y microbiológico de agua de la JAAP Chicho Caico

Resultado 10 Análisis físico-químico y microbiológico de agua de la JAAP Sixal - Miraflores

Resultado 11 Análisis físico-químico y microbiológico de agua de la JAAP Chitán de Queles

Resultado 12 Análisis físico-químico y microbiológico de agua de la JAAP El Ejido

Resultado 13 Análisis físico-químico y microbiológico de agua de la JAAP Cristóbal Colón

Resultado 14 Análisis físico-químico y microbiológico de agua de la JAAP Mata Redonda

Resultado 15 Análisis físico-químico y microbiológico de agua de la JAAP de Chután Bajo

Resultado 16 Análisis físico-químico y microbiológico de agua de la JAAP La Delicia

Resultado 17 Mapa de ubicación del Sistema de abastecimiento de agua potable de la JAAP San Cristóbal

Resultado 18 Análisis físico-químico y microbiológico de agua de la JAAP El Rosal

Resultado 19 Análisis físico-químico y microbiológico de agua de la JAAP Cumbaltar

Resultado 20 Análisis físico-químico y microbiológico de agua de la JAAP El Chután Alto

Resultado 21 Análisis físico-químico y microbiológico de agua de la JAAP Tanguis

Resultado 22 Análisis físico-químico y microbiológico de agua de la JAAP San Pedro

Resultado 23 Análisis físico-químico y microbiológico de agua de la JAAP San Francisco – El Porvenir

Resultado 24 Análisis físico-químico y microbiológico de agua de la JAAP Piartal

Resultado 25 Análisis físico-químico y microbiológico de agua de la JAAP El Capulí

Resultado 26 Análisis físico-químico y microbiológico de agua de la JAAP Chiles

Resultado 27 Análisis físico-químico y microbiológico de agua de la JAAP El Chamizo

Resultado 28 Análisis físico-químico y microbiológico de agua de la JAAP Athal

Resultado 29 Análisis físico-químico y microbiológico de agua de la JAAP Jesús del Gran Poder

Resultado 30 Análisis físico-químico y microbiológico de agua de la JAAP Fernández Salvador

Resultado 31 Análisis físico-químico y microbiológico de agua de la JAAP San Gabriel – Tanguis.

Resultado 32 Análisis físico-químico y microbiológico de agua de la JAAP Tuquer

Resultado 33 Análisis físico-químico y microbiológico de agua de la JAAP Chitán de Navarrete

Resultado 34 Análisis físico-químico y microbiológico de agua de la JAAP Canchaguano- Monte Verde

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Es de conocimiento general que el suministro de agua potable es un problema que ha ocupado al hombre desde la antigüedad. De acuerdo con datos suministrados por el Banco Mundial, el 45% de la población mundial carece de un acceso directo al agua potable o su calidad es deficiente (Romero, 2011, pág. 1). No sólo el desfase entre oferta y demanda de agua se multiplicó por cinco durante el siglo XX, también el ritmo de desfase se incrementó; la segunda mitad del siglo XX triplicó la demanda de la primera y se pronostica que, de aquí en adelante, el reclamo se duplicará cada 20 años (Instituto del Tercer Mundo, 2001, pág. 23). La disponibilidad del agua es un problema actual y complejo en el que interviene una serie de factores que van más allá del incremento poblacional que demanda cada vez más este recurso para uso del consumo humano, así como para llevar a cabo actividades económicas. El hombre puede subsistir sin alimentos pero no lo logra sin agua, a pesar de un mundo rico en agua, el crecimiento desmesurado de las ciudades obliga a enfrentar problemas de capacidad de abastecimiento creando problemas, en todos los campos de las actividades humanas (Durán Juárez & Torres Rodríguez, 2006, pág. 129).

El Ecuador dispone de abundante cantidad de agua, distribuida de manera irregular, la cobertura de agua potable ha aumentado en los últimos años; sin embargo en las comunidades rurales existe una baja calidad, ineficiencia en el servicio y una inadecuada recuperación de costos (Da Ros, 1995, pág. 21). Es uno de los países con mayores reservas de agua en América del Sur. Sin embargo, existen problemas graves con la distribución. En los últimos años la

implementación de una serie de políticas orientadas al mejoramiento de la calidad de vida de la población ecuatoriana, ha permitido enfrentar la problemática ambiental, principalmente en cuanto al tema de manejo de los recursos naturales, especialmente enfocada en los recursos hídrico (Agencia Pública de Noticias del Ecuador y Suramérica - Andes, 2013).

El cantón Montúfar al tener una economía basada en la actividad agropecuaria extrae grandes volúmenes de agua de los ríos, quebradas y vertientes; lo que repercute en la sobreexplotación de los cuerpos de agua, lo cual podría generar problemas de disponibilidad. El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Montúfar sugiere realizar el estudio para determinar la calidad y cantidad de agua para consumo humano proveniente de las Juntas Administradoras de Agua Potable para dar solución a uno de los problemas que existe en las parroquias rurales del cantón Montúfar, por no contar con una base de datos actualizada de las mismas.

Las juntas de agua son tan antiguas como los primeros sistemas de riego en el Ecuador, surgieron en la década del ochenta, como resultado de la campaña mundial que impuso la Organización de Naciones Unidas (ONU) para proveer de agua y alcantarillado a las áreas rurales (ADITAL, 2014). Ante las dificultades que el gobierno seccional enfrenta para suministrar el servicio de agua potable, las comunidades rurales del cantón Montúfar se han organizado y han creado Juntas Administradoras de Agua Potable (JAAP). A pesar de cubrir esta necesidad, su desempeño no ha sido eficiente y presenta problemas tanto administrativos como operativos, situación que provoca que su servicio no sea óptimo y afecte directamente el bienestar de los beneficiarios. Si las Juntas Administradoras de Agua Potable no están legalmente registradas; no podría acceder a programas de organizaciones que financien mejoras de infraestructura, saneamiento y temas relacionados con la provisión de este servicio.

Las Juntas Administradoras de Agua Potable del cantón Montúfar no cuentan con manuales de operación y mantenimiento de los sistemas, a esto se suma el hecho

de que tampoco se han concesionado todos los caudales que administran (Secretaría del Agua, 2014), lo que podría implicar una escasa supervisión sobre su uso y no todas cuentan con Registro Único de Contribuyentes (RUC) lo que implica que no realizan una facturación efectiva y en algunas comunidades el cobro no se basa en el consumo, situación que disminuye el uso consciente de este recurso, lo que indicaría que no llevan control ni registro adecuado de sus cuentas. Esto reduce aún más su nivel de eficiencia, ya que si no conocen sus fuentes de ingreso y egresos, es difícil programar proyectos de adecuación o expansión de sus instalaciones. El agua es esencial para la vida y todas las personas deben disponer de un suministro satisfactorio (suficiente, inocuo y accesible). La mejora del acceso al agua potable puede proporcionar beneficios tangibles para la salud. Debe realizarse el máximo esfuerzo para lograr que la inocuidad del agua de consumo sea la mayor posible. Basados en el objetivo tres del Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017 y con el fin de garantizar el acceso universal, permanente, sostenible y con calidad a agua segura, e identificar, explotar y usar de manera sostenible y sustentable las fuentes de agua mejoradas, para el abastecimiento y la provisión de agua para consumo humano, de manera articulada entre niveles de gobierno (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo – SENPLADES, 2013).

Con el presente trabajo se evaluó la calidad y cantidad de agua potable del cantón Montúfar, y así se contribuirá a dotar de agua potable que cumpla con los estándares establecidos. Se planteó un Plan de mejoramiento y aprovechamiento adecuado del agua potable, que contribuirá a mejorar la gestión integral de las organizaciones comunitarias prestadoras de servicio de agua potable. De acuerdo a la normativa legal, el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) establece que es competencia de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (GAD's) abastecer del servicio de agua potable a las parroquias rurales de cada cantón. Sin embargo, debido a la distancia con el área urbana éstas suelen administrar el agua por cuenta propia por medio de las Juntas Administradoras de Agua Potable (JAAP), podrían ser una excelente alternativa para la autogestión del agua, pero las condiciones en que operan

actualmente no son las mejores principalmente porque su situación legal no es la adecuada (Ministerio de Coordinación de la Política y Gobiernos Autónomos Descentralizados, 2011).

El Plan de mejoramiento y aprovechamiento adecuado de agua potable, favorecerá al progreso continuo de las Juntas Administradoras de Agua Potable y mejoramiento de la calidad y cantidad de agua para consumo humano; para una adecuada implementación es importante que los usuarios sean partícipes de su gestión. Es necesario un marco de reglas claras y ejecutables, para que éstas se fortalezcan, legitimen y se fomente una operación sostenible para el bienestar de cada comunidad. El proveer un servicio eficiente permitirá un incremento en el desarrollo social, económico, y de salud de las personas ubicadas en el cantón.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Evaluar la calidad y cantidad de agua de las Juntas Administradoras de Agua Potable del cantón Montúfar para diseñar un Plan de mejoramiento y aprovechamiento adecuado.

1.1.2. Objetivos específicos

- Caracterizar los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos del sitio de estudio.
- Evaluar la cantidad y calidad de agua y comparar los valores obtenidos con la norma INEN 1108 de agua potable.
- Diseñar un Plan de mejoramiento y aprovechamiento adecuado de agua potable.
- Socializar el Plan de mejoramiento y aprovechamiento adecuado.

1.2. Preguntas directrices

- ¿Qué conocimiento tienen los integrantes de las Juntas Administradoras de agua Potable de los componentes (bióticos, abióticos y socioeconómicos), la calidad y cantidad de agua, que sus sistemas de abastecimiento de agua potable poseen?
- ¿El Plan de mejoramiento y aprovechamiento adecuado de agua potable contará con la participación activa de los miembros de las Juntas Administradoras de Agua Potable?
- ¿La socialización del Plan de Mejoramiento y Aprovechamiento Adecuado de Agua Potable, permitirá desarrollar medidas para el manejo y conservación del recurso hídrico?

CAPÍTULO II

1. REVISIÓN DE LITERATURA

En este capítulo para estructurar esta investigación teórica y metodológicamente, se recurrió a la revisión literaria de los temas más relevantes objeto de este estudio que se mencionan a continuación:

1.1. Marco Legal

Hace referencia a las leyes, ordenanzas y normas; más importantes relacionadas al recurso hídrico.

1.2.1. Constitución Política del Estado

La Constitución Política del Estado (Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador, 2008) 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, para poder alcanzar el buen vivir. Mediante los siguientes artículos:

En el **Art. 12** del (Capítulo segundo - Derechos del buen vivir Sección primera). Declara: El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable (Pág., 5).

En el **Art. 264** del Capítulo cuarto Régimen de competencias. Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley: (2) Prestar los servicios públicos de agua potable (Pág., 68).

Art. 314 del Capítulo quinto - Sectores estratégicos, servicios y empresas públicas. Establece que: El Estado será responsable de la provisión de los servicios públicos de agua potable, y su provisión respondan a los principios de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad (Pág., 79).

El **Art. 318** del Capítulo quinto - Sectores estratégicos, servicios y empresas públicas. Determina que: El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público. La gestión del agua será exclusivamente pública o comunitaria (Pág., 80).

En el **Art. 415** del TÍTULO VII RÉGIMEN DEL BUEN VIVIR. Capítulo segundo. Biodiversidad y recursos naturales. Sección sexta - Agua. Expone que: El Estado central y los gobiernos autónomos descentralizados desarrollarán programas de uso racional del agua” (Pág., 100).

1.2.2. 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 éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional (INEN, 2011). En el numeral (1.1) Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el agua potable para consumo humano (Pág. 1). En los literales: a) El agua potable debe cumplir con los requisitos que se establecen en el Cuadro 2.1.

Cuadro 2.1 Requisitos específicos para agua potable

Parámetro	Unidad	Límite máximo permitido
Características físicas		
Color	Unidades de color aparente (Pt-Co)	15
Turbiedad	NTU	5
Olor	No objetable
Sabor	No objetable
Inorgánicos		

Antimonio	mg/l	0,02
Arsénico	mg/l	0,01
Bario	mg/l	0,7
Boro	mg/l	0,5
Cadmio	mg/l	0,003
Cianuros	mg/l	0,07
Cloro libre residual	mg/l	0,3 a 0,5 ⁽¹⁾
Cobre	mg/l	2,0
Cromo	mg/l	0,05
Fluoruros	mg/l	1,5
Manganeso	mg/l	0,4
Mercurio	mg/l	0,006
Níquel	mg/l	0,07
Nitratos	mg/l	50
Nitritos	mg/l	0,2
Plomo	mg/l	0,01
Radiación total α	mg/l	0,1
Radiación total β	mg/l	1,0
Selenio	mg/l	0,01

(1) Es el rango en el que debe estar el cloro libre residual luego de un tiempo mínimo de contacto de 30 min.

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108:2011. *Agua Potable Requisitos específicos*

b) El agua potable debe cumplir con los siguientes requisitos microbiológicos, como se indica en el Cuadro 2.2.

Cuadro 2.2 Requisitos específicos para agua potable

	Máximo
Coliformes fecales⁽¹⁾	
• Tubos múltiples NPM/100 ml	< 1,1*
• Filtración por membrana UFC/100 ml	< 1**
Cryptosporidium, número de ooquistes/100 litros	Ausencia
Giardia, número de quistes/100 litros	Ausencia

* < 1,1 significa que el ensayo del NMP utilizando 5 tubos de 20cm³ o 10 tubos de 10cm³ninguno es positivo.
** < Significa que no se observan colonias.

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108:2011. *Agua Potable Requisitos Microbiológicos*.

La Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108:2011 establece los requisitos específicos de carácter físico, químico y microbiológico 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 sean públicos o privados.

1.2.3. Plan Nacional del Buen Vivir

Es el instrumento al que se sujetarán las políticas, programas y proyectos públicos; la programación y ejecución del presupuesto del Estado; y la inversión y la asignación de los recursos públicos; y coordinar las competencias exclusivas entre el Estado central y los gobiernos autónomos descentralizados (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo – SENPLADES, 2013).

Objetivo 3: Mejorar la calidad de vida de la población: En el lineamiento 3.10. Garantiza el acceso universal, permanente, sostenible y con calidad a agua segura. El literal c) Identificar, explotar y usar de manera sostenible y sustentable las fuentes de agua mejoradas, para el abastecimiento y la provisión de agua para consumo humano, de manera articulada entre niveles de gobierno.

El Plan Nacional del Buen Vivir está basado en la Constitución del Ecuador, que es la forma de vida que permite a los ciudadanos, vivir en armonía, igualdad equidad y solidaridad; reconoce directrices claras sobre los aspectos más importantes y todos los proyectos que se realicen deberán seguir los lineamiento con respecto al mismo, ya que contiene doce objetivos nacionales con políticas, líneas estratégicas y metas para el período 2013 – 2017. Por esta razón el presente estudio encuentra dentro del objetivo tres que tiende a mejorar la calidad de vida de la población, lineamiento 3.10 que garantiza el acceso universal, permanente, sostenible y con calidad a agua segura.

1.2.4. Ley Orgánica de Salud

La Ley Orgánica de Salud garantiza el derecho de la salud, su promoción y protección de todos los ciudadanos por medio de la provisión de agua potable segura que cumpla con todas las normas técnicas vigentes de acuerdo a la normativa legal; es de cumplimiento obligatorio para todo el territorio ecuatoriano y establece los siguientes artículos para garantizar la calidad del agua para consumo humano (Congreso Nacional, 2006):

En el TÍTULO ÚNICO CAPÍTULO I Del agua para consumo humano, **Art. 96.-** Declárase de prioridad nacional y de utilidad pública, el agua para consumo humano. Es obligación del Estado, por medio de las municipalidades, proveer a la población de agua potable de calidad, apta para el consumo humano (Pág., 21).

1.2.5. 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.

Art. 1.- Naturaleza jurídica. Los recursos serán competencia exclusiva del estado, la misma que se ejercerá concurrentemente entre el Gobierno Central y los Gobiernos Autónomos Descentralizados (Pág. 4).

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. Para la protección de las aguas que circulan por los cauces y de los ecosistemas asociados, se establece una zona de protección hídrica (Pág. 4).

En la Sección Tercera Gestión y Administración de los Recursos Hídricos **Art. 32.- Gestión pública o comunitaria del agua.** La gestión comunitaria del agua, la realizarán las comunas, comunidades y juntas de agua potable. La protección del agua, la administración, operación y mantenimiento de infraestructura de la que se beneficien los miembros de un sistema de agua y que no se encuentre bajo la administración del Estado (Pág. 11).

En la 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 (Pág. 13).

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 construcción 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. **5.** Remitir a la Autoridad Única del Agua la información anual relativa a su gestión así como todo tipo de información que les sea requerida. **6.** La resolución de los conflictos que puedan existir entre sus miembros. En caso de que el conflicto no se pueda resolver internamente, la Autoridad Única del Agua decidirá sobre el mismo, en el ámbito de sus competencias (Pág. 13).

Art. 46.- Servicio comunitario de agua potable. En la localidad rural en donde el gobierno autónomo descentralizado municipal no preste el servicio de agua potable que por ley le corresponde, podrá constituirse una junta administradora de agua potable (Pág. 13).

Art. 51.- Incumplimiento de la normativa técnica. En caso de incumplimiento de la normativa, la junta administradora de agua potable será notificada para que en el plazo establecido se elabore el plan de mejora. El gobierno autónomo descentralizado municipal dará la asistencia técnica para la elaboración de dicho plan y brindará apoyo financiero para su ejecución. La Autoridad Única del Agua aprobará el plan de mejora y una vez finalizados los plazos establecidos en el plan de mejora la Agencia de Regulación y Control del Agua evaluará el servicio. En

caso de incumplimiento la junta administradora de agua potable será intervenida por el gobierno autónomo descentralizado municipal, o por delegación de este, por el gobierno parroquial correspondiente, hasta que se cumpla el plan de mejora (Pág. 14).

En el CAPÍTULO III DERECHOS DE LA NATURALEZA. **Art. 64.- Conservación del agua.** 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 y **b)** El mantenimiento del caudal ecológico como garantía de preservación de los ecosistemas y la biodiversidad (Pág. 16).

En el CAPÍTULO IV RÉGIMEN ECONÓMICO, Sección Primera Tarifas **Art. 135.- Criterios generales de las tarifas de agua.** Se entiende por tarifa la retribución que un usuario debe pagar por la prestación de servicios y autorización para usos y aprovechamiento del agua. Las tarifas por prestación de servicios de agua potable y saneamiento serán fijadas por los prestadores tanto públicos como comunitarios respectivamente (Pág. 27).

La Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, es una ley reciente que permite administrar, regular, controlar y gestionar el recurso hídrico y da las pautas necesarias para el adecuado funcionamiento y gestión de las Juntas Administradoras de Agua Potable en cada aspecto sea este de conservación, deberes y atribuciones y criterios para el cobro de tarifas.

1.2.6. Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULSMA)

La norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua del LIBRO VI ANEXO 1 (Ministerio del Ambiente, 2003), establece: en los literales: (b) Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos; y, (c) Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua. (Pág., 286).

El numeral (4.1.20). Define los: Criterios de calidad para aguas de consumo humano y uso doméstico. Se entiende por agua para consumo humano y uso doméstico aquella que se emplea en actividades como: los literales (a) Bebida y preparación de alimentos para consumo.

La presente norma es de aplicación obligatoria determina los criterios de calidad para el uso de aguas superficiales y subterráneas dependiendo del uso que se le vaya a dar, esto permite tener conocimiento de límites máximos permisibles según esta norma para consumo humano y uso doméstico; rige en todo el territorio nacional.

1.2.7. Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD)

En el capítulo III del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal. (Ministerio de Coordinación de la Política y Gobiernos Autónomos Descentralizados, 2011). Sección Primera Naturaleza Jurídica, Sede y Funciones. En el **Art. 55**. Determina las: Competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado municipal. En el literal (d) Prestar los servicios públicos de agua potable (Pág., 27).

El COOTAD determina como competencia de los Gobiernos Autónomos Descentralizados el prestar el servicio público de agua potable, no obstante en la nueva Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del agua, establece que si los mismo no pueden dotar de este servicio; las comunidades pueden realizar gestión comunitaria por medio de las Juntas Administradoras de Agua Potable y se consideran autónomas.

1.2.8. Ordenanza para la protección, conservación y regularización del recurso hídrico de la provincia del Carchi.

Es competencia de este Gobierno Provincial la gestión, manejo o uso y explotación de las fuentes de agua y zonas de protección de la biodiversidad.

Art. 1. La presente Ordenanza tiene por objeto la conservación, protección y regulación del recurso hídrico.

Art. 2. Los fundamentos esenciales de acción sobre los cuales se sustenta esta ordenanza son los siguientes: b) Evitar las presiones sobre el medio ambiente para protección de los recursos naturales, especialmente de los recursos hídricos y sus fuentes naturales.

Art. 4 y 5. Para el caso de fuentes de agua al menos se protegerá 50 m alrededor y en faja a cada margen en los cursos de agua, considerándoles a estas como zonas de protección permanente. Para el caso de fuentes de abastecimiento de agua potable se considerará dos tipos de protección: a.- zona de protección inmediata; b.- zona de aproximación. Entendiendo por zona de protección inmediata, al menos 50 m a la redonda del sitio de captación, y como zona de aproximación la que comprende al menos 300 m aguas arriba del sitio de la captación.

Art. 12 y 13. Se prohíbe realizar la tala, quema o cualquier destrucción de la cobertura vegetal en la zona de protección inmediata o permanente en la zona de aproximación que se encontrare alrededor de cualquier vertiente de agua ya sea permanentes o intermitentes, así como también de 50 m a cada margen de los cursos de agua.

Art. 23. De conformidad con el Capítulo VII en el Art. 53 de la Ley Forestal, que establece. “Exoneración del pago de impuestos.- Las tierras forestales cubiertas de bosque o vegetación protectoras naturales o cultivadas, las plantadas con especies madereras y las que se dedicasen a la formación de cualquier clase de bosque que cumpla con las normas establecidas en esta Ley, gozará de exoneración del pago del impuesto a la propiedad rural. La Dirección Nacional de Avalúos y Catastros, al efectuar el avalúo y determinar el impuesto aplicará dicha exoneración”.

La presente ordenanza regulariza la gestión del recurso hídrico en la provincia del Carchi y se aplica en el cantón Montúfar en el aspecto de protección de fuentes de

agua y próximamente se creará una ordenanza de exoneración de impuestos en el cantón Montúfar, esta exoneración estará basada en la información recopilada por el presente estudio.

1.3. Estudios similares

Permitió tener conocimiento de investigaciones similares realizadas en el Ecuador y en otros países donde existen Juntas Administradoras de Agua Potable.

2.2.1. Estudio de agua potable en el sector rural del Municipio de Espejo

En el año 2002 se realizó un estudio del agua potable en el sector rural del Municipio de Espejo, el cual contribuyó a definir políticas y estrategias para un manejo adecuado de no solo de la cuenca o sub-cuenca, sino de articulación regional y microregional. Por tanto se hace necesario consolidar una cultura política, basada en términos de participación, solidaridad, transparencia, concertación y gobernabilidad dentro de los gobiernos locales. Bajo estas especificaciones el Municipio de Espejo debió reformular el Plan Participativo para el cantón en el que incluye un Manejo Integral de las cuencas hídricas (Borja, 2002).

El Estudio de agua potable en el sector rural del Municipio de Espejo, permitió tener una idea más amplia de la información requerida para realizar el presente estudio, ya que se realizó en el sector rural; teniendo varias coincidencias con respecto al presente estudio que se encuentra en su mayor parte en el sector rural del cantón Montúfar.

2.2.2. Soluciones básicas para el abastecimiento de agua potable para sectores rurales

Este estudio permite tener una base con respecto a la política tarifaria y determinación de costos y gastos para el abastecimiento de agua potable en el

sector rural y una clasificación por la capacidad económica. El alcance de este proyecto buscaba una solución básica para abastecimiento de agua potable para los sectores rurales se basa en el elaborar los estudios financiero, económico, social, de costos e ingresos o beneficios respectivos, mediante la información recabada en el estudio de caso planteado, además de la presentación de una propuesta de manejo a través de la participación comunitaria. Se establece un diagnóstico en base a antecedentes sobre la problemática del déficit de servicios básicos, y sobre todo en referencia a los servicios de abastecimiento de agua y saneamiento por lo general llevan a mejoras en la salud de la población y en la calidad de vida. Presenta una propuesta de funcionamiento y mantenimiento a través de las Juntas de Agua Potable incluyendo el componente de participación comunitaria y finalmente se considera conclusiones y recomendaciones del estudio (Zambrano, 2001).

2.2.3. Control físico-químico de la Junta Regional Cojitambo de agua potable

La tesis del control físico-químico de la Junta Regional Cojitambo de agua potable, reconoció la importancia de realizar estudios físico-químicos y microbiológicos para determinar la importancia de la calidad de agua potable que se entrega a los usuarios y la importancia de que el líquido vital cumpla con la norma técnica ecuatoriana INEN 1108:2006. La Junta Regional Cojitambo brinda servicio de agua potable aproximadamente a 2.000 usuarios englobados en 23 comunidades, es por ello de vital importancia que el líquido cumpla con todas las especificaciones dadas por la norma técnica ecuatoriana INEN 1108:2006, con lo que se garantiza la inocuidad del mismo. Verificar la calidad del agua de quienes la consumen, fue el principal objetivo de este proyecto; los criterios de análisis se aplicaron tanto en parámetros físico- químicos, como en microbiológicos, en todo el proceso de tratamiento destinado al agua. De este seguimiento se obtuvo resultados satisfactorios para los parámetros físico-químicos, no así para los parámetros microbiológicos en donde se determinó que el líquido que se distribuye a la red domiciliaria presenta un índice elevado de contaminación,

dicho problema se debe a que en la planta de tratamiento (Matute, Sarmiento, & Valdez, 2008).

2.2.4. Juntas administradoras de agua en Centroamérica

El estudio en las Juntas administradoras de agua en Centroamérica, permitió tener una visión más amplia con respecto al tema de estudio ya que es importante conocer que este tipo de administración del recurso hídrico no solo se realiza en nuestro país. En los países centroamericanos existen grupos comunales organizados con el propósito de brindar servicios de agua potable a sus comunidades donde no se provee por parte de entidades estatales. En cada país tiene diferentes denominaciones pero orígenes, estructuras y competencias bastante similares y se denominan como Juntas de Aguas. Las Juntas de Aguas se han constituido en un instrumento fundamental para las comunidades rurales especialmente y han permitido solventar sus necesidades de acceso al agua potable y representan una forma viable de gestión compartida entre el Estado y las comunidades (Red Centroamericana de Acción del Agua, 2006).

1.4. Calidad de agua

La calidad del agua es relativa y tiene importancia de acuerdo con el uso del recurso, debe especificarse en función del uso que se le va a dar, se dice que un agua está contaminada cuando sufre cambios que afectan su uso real o potencial (Barrenechea, pág. 4).

1.4.1. Calidad de agua para consumo humano

Agua para consumo humano es aquella agua utilizada para la ingesta, preparación de alimentos, higiene personal, lavado de utensilios, servicios sanitarios y otros menesteres domésticos (Ministerio de Salud; Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados; Organización Panamericana de la Salud; Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud, 2004, pág. 13). Determinar la

calidad de agua en cada una de las Juntas Administradoras de Agua Potable es muy importante; ya que los usuarios al pagar por un servicio, requieren que este sea lo mas eficiente y eficaz posible y que cumpla con la normativa vigente, ya que por diferentes factores antropogénicos esta puede verse afectada en su calidad, provocando afectación a los recursos naturales, o a la salud de la población en general.

1.4.1.1. Agua no potable

Es aquella agua que podría causar daño a la salud del usuario y no cumple con los requisitos físico-químicos y microbiológicos establecidos por la norma nacional (INEN, 2011).

1.4.1.2. Agua de calidad potable

Se denomina agua potable, al agua que puede ser consumida sin restricción, y no causa daño a la salud del usuario, y sus características físicas, químicas y microbiológicas han sido tratadas a fin de garantizar su aptitud para el consumo humano (INEN, 2011).

1.4.2. Parámetros físicos

La provisión de agua debe tener un especial cuidado con los sabores, olores y colores del agua que se brinda, las características físicas del agua, llamadas así porque pueden impresionar a los sentidos (vista, olfato, etcétera), tienen directa incidencia sobre las condiciones estéticas y de aceptabilidad del agua que va a ser utilizada para el consumo humano y uso doméstico (Orellana, 2005, pág. 2).

1.4.2.1. Temperatura

Influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la desinfección y los procesos de mezcla,

floculación, sedimentación y filtración. Idónea para consumo entre 8 °C - 15 °C (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente; Organización Panamericana de la Salud; Organización Mundial de la Salud, 1996, pág. 19).

1.4.2.2. Potencial hidrógeno (pH)

Se considera que los valores adecuados de pH se encuentran en un rango de entre un 6,5 y un 8,5. El pH no tiene incidencia directa en la salud, pero sí en la eficacia de tratamientos administrados en el agua o en las superficies de contacto como las tuberías (Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria, 2012, pág. 4).

1.4.2.3. Color

Se debe a la presencia de minerales como hierro, manganeso y la presencia de materia orgánica da color al agua principalmente en aguas superficiales. Las medidas de color se hacen en laboratorio por comparación y se miden en partes por millón (ppm) de unidades en escala platino-cobalto (Pt-Co), las aguas subterráneas no suelen sobrepasar las cinco ppm de Pt pero las superficiales pueden alcanzar varios cientos de ppm de Pt (Castillo, Severiche, & Acevedo, 2013, pág. 14).

1.4.2.4. Turbiedad

La turbiedad mide la cantidad de luz absorbida o dispersada por la materia suspendida del agua, en general es muy difícil de decantar o filtrar y pueden dar lugar a depósitos en las conducciones, además interfieren con la mayoría de procesos a los cuales puede ser sometida el agua para su tratamiento (Félix & Ocasio, 2008, pág. 12). Los coloides asociados con la turbiedad producen sabor, olor y posible daño a la salud, si sobrepasan los límites permisibles que la norma indica. La turbiedad se puede eliminar mediante procesos de coagulación, decantación y filtración.

1.4.2.5. Sabor

Son determinaciones organolépticas y de determinación subjetiva, para dichas observaciones no existen instrumentos de observación, ni registro, ni unidades de medida. El CO₂ libre en el agua le da un gusto "picante" (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente; Organización Panamericana de la Salud; Organización Mundial de la Salud, 1996, pág. 20).

1.4.2.6. 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 (Aznar, 2000, pág. 2).

1.4.2.7. Conductividad

La conductividad eléctrica es la capacidad de un cuerpo para permitir el paso de la corriente eléctrica. Está determinada por la presencia de sales iónicas disueltas (fundamentalmente cloruro, nitrato, sulfato, fosfato, sodio, magnesio y calcio) (Universidad Nacional de Tucuman, 2010, pág. 1).

1.4.3. Parámetros químicos

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

salud tras períodos de exposición prolongados (Organización Mundial de la Salud, 2004, pág. 16).

1.4.3.1. Salinidad

Suele estar asociado al ion cloruro. El contenido en aguas dulces suele estar entre 1 ppm y 150 ppm, pero es fácil encontrar valores muy superiores, de hasta varios miles de ppm; es un indicador potencial de corrosión. La alta salinidad no es motivo de daño a la salud del consumidor pero si un inconveniente para su empleo, puede manchar y dañar accesorios del baño, cocina y causar daños a la tuberías de conducción (Barrenechea, Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua, pág. 3).

1.4.3.2. Alcalinidad

La alcalinidad se encuentra provocada mayoritariamente por los iones carbonato (CO_3^-), bicarbonato (HCO_3^-) e hidróxidos, es la capacidad que tiene el agua de absorber iones hidrógeno sin tener cambios significativos en su pH (capacidad para neutralizar ácidos), determina la capacidad del agua para neutralizar los efectos ácidos que actúen sobre ella (García , 2012, pág. 16).

1.4.3.3. Dureza Total (CaCO_3)

La dureza, debida a la presencia de sales disueltas de calcio y de magnesio en el agua, mide la capacidad de un agua de producir incrustaciones; existen distintas formas de dureza: las aguas con menos de 50 ppm de CO_3Ca se llaman blandas; Hasta 100 ppm de CO_3Ca , ligeramente duras; Hasta 200 ppm de CO_3Ca , moderadamente duras y a partir de 200 ppm de CO_3Ca , muy dura, la dureza total del agua es aportada en un 98% por los contenidos de carbonato de calcio CaCO_3 y en menor grado por el carbonato de magnesio MgCO_3 Si la dureza es inferior a la alcalinidad toda la dureza es carbonatada, pero si la dureza es superior a la alcalinidad hay una parte de dureza no carbonatada (Lubell, 2009, pág. 6).

1.4.3.4. Fosfatos (PO_4^{3-})

Contribuye a la alcalinidad del agua, generalmente está presente en las aguas naturales en forma de fosfatos. Se encuentran también en los fertilizantes y los detergentes y pueden llegar al agua con el escurrimiento agrícola. Cuando entra demasiado fosfato al agua, florece el crecimiento de las plantas y puede ser crítico en la eutrofización de las aguas superficiales; ya que funcionan como nutriente (Martí, 2007, pág. 97).

1.4.3.5. Hierro (Fe)

El hierro en el agua puede afectar al sabor del agua, alterar la turbiedad y también puede formar depósitos en las redes de distribución y causar obstrucciones en las tuberías, cuando su concentración es alta podría formar depósitos de color amarillo o café. Por aireación el agua ferrosa pasa a férrica y precipita, o bien se elimina por coagulación o filtración (Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria, 2012, pág. 5).

1.4.3.6. Nitratos (NO_3)

Son sales muy solubles, derivadas del nitrógenos, en las aguas superficiales y subterráneas se derivan 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 (Pacheco Ávila & Cabrera Sansores, 2003, pág. 48).

1.4.3.7. Nitritos (NO_2^{1-})

Se transforman naturalmente a partir de los nitratos, ya sea por oxidación bacteriana incompleta del nitrógeno o por reducción bacteriana, los nitritos se convierten en importante indicador de contaminación; pueden causar stress en la fauna de los ríos (Barrenechea, pág. 39)

1.4.3.8. Sulfatos (SO_4^{2-})

El ion sulfato (SO_4^-), las aguas dulces contienen entre dos y 250 ppm, el agua pura se satura de SO_4Ca a unas 1.500 ppm. Si la concentración es elevada puede causar problemas gastrointestinales (Gallego Picó, Garcinuño Martínez, & Morcillo Ortega, 2013, pág. 81).

1.4.3.9. Fluoruros (F)

El flúor es un elemento relativamente abundante en la naturaleza y forma compuestos con la mayoría de los elementos. El flúor se encuentra en el agua naturalmente o por adición en forma controlada, en concentraciones altas los fluoruros son tóxicos (NTE INEN 0985, 1984).

1.4.3.10. Cloro Residual (Cl_2)

Cloro remanente en el agua luego de al menos 30 minutos de contacto. El cloro libre residual en el agua de consumo humano se encuentra como una combinación de hipoclorito y ácido hipocloroso, en una proporción que varía en función del pH (INEN, 2011).

1.4.3.11. Calcio (Ca)

Es el principal componente de la dureza del agua y causante de incrustaciones. Las aguas dulces suelen contener de 10 ppm a 250 ppm, pudiendo llegar hasta 600 ppm. Es el catión más abundante. A las aguas pasa por simple disolución, cuando tiene su origen en los yesos o los silicatos, o bien por ataque de las calizas o dolomitas, por la acción del anhídrido carbónico (Rodríguez, 2008, pág. 3). El análisis de parámetros químicos es muy importante para determinar la calidad del agua ya que los compuestos químicos presentes pueden ser de origen natural o industrial y serán benéficos o dañinos de acuerdo a su composición y concentración.

1.4.4. Parámetros microbiológicos

La calidad microbiológica del agua está dada por la presencia de bacterias, virus, protozoos, helmintos y microorganismos patógenos (CTMA - IES, Curso 2013 - 2014). La norma bacteriológica de calidad establece que el agua debe estar exenta de patógenos de origen entérico y parasitario intestinal que son los responsables de transmitir enfermedades (OMS, 1984). El análisis de parámetros microbiológicos permite tener conocimiento de la calidad del agua que va a ser utilizada para tratamiento y posterior consumo humano; accediendo a conocer si el agua está contaminada por microorganismos patógenos que causan enfermedades o es apta para el consumo humano.

1.4.4.1. 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 (Organización Panamericana de la Salud OPS, 1988).

1.4.4.2. Coliformes fecales

Según (Varó Galvañ & Segura Beneyto, 2009). Cuando se detectan bacterias coliformes fecales en el agua potable, el riesgo de salud es mucho más alto que cuando hay bacterias coliformes comunes. *Escherinchia Coli* es una de las especies bacterianas con grandes capacidades y la producción de la enfermedad depende del sistema inmunológica de cada persona.

1.5. Cantidad del agua

Es importante tener conocimiento de la cantidad de agua de la que dispone cada una de las Juntas Administradoras de Agua Potable; por medio de fundamento se

puede realizar un análisis de las demandas de la población a la que se presta el servicio de acuerdo a sus necesidades. La medición del caudal de (río, quebrada o canal) de agua se conoce como aforo o medición de caudales. Se puede desarrollar por varios métodos y su elección dependerá del tipo de fuente que se va a aforar, de las características del sitio y de las condiciones al momento de su realización (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2002, pág. 10).

1.5.1. Método del molinete

El molinete es un medidor que consiste esencialmente de dos partes principales: una hélice provista de un dispositivo mediante el cual el agua en movimiento la hace girar, y un mecanismo que permite contar o medir el número de vueltas que da la hélice. La precisión depende en gran parte de la persona que los maneja y de las condiciones de la localización (Ruíz, 2001). Se realizará las mediciones con molinete cuando el caudal sea grande y no haya demasiada materia suspendida que pueda obturar el medidor.

1.5.2. Método de aforo

Este método se aplica cuando la corriente o vertimiento presenta una caída de agua en la cual se pueda interponer un recipiente; se requiere un cronómetro y un recipiente aforado (balde de 10 o 20 litros con graduaciones de 1 L). Se utiliza un balde para caudales bajos o una caneca cuando se deban manejar grandes caudales (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2002, pág. 12).

Para utilizar este método; el recipiente debe ser colocado bajo la corriente o vertimiento de tal manera que reciba todo el flujo; simultáneamente se activa el cronómetro. Este proceso inicia en el preciso instante en que el recipiente se introduce a la corriente o vertimiento y se detiene en el momento en que se retira de ella. Se toma un volumen de muestra cualquiera dependiendo de la velocidad de llenado y se mide el tiempo transcurrido desde que se introduce a la corriente o vertimiento hasta que se retira de ella. Este método tiene la ventaja de ser el más

sencillo y confiable, siempre y cuando el lugar donde se realice el aforo garantice que al recipiente llegue todo el volumen de agua que sale por la corriente o vertimiento; evitando la pérdida de muestra en el momento de aforar.

2.5 Fuentes de Agua para consumo humano

La gran parte de esta agua disponible está ubicada lejos de las poblaciones, lo que complica aún más las cuestiones relativas al aprovechamiento del agua. Toda persona natural o jurídica tiene la obligación de proteger los acuíferos, las fuentes de agua para consumo humano y se prohíbe realizar actividades de cualquier tipo que pongan en riesgo de contaminación las fuentes de captación de agua, puede ser obtenida de origen superficial o subterráneo (Varó & Segura, 2009, pág. 15).

2.5.1 Aguas superficiales

Son las aguas continentales que se encuentran en la superficie de la tierra son los ríos (Figura 2.1), arroyos y lagos. Si el agua superficial tiene su origen en el subsuelo, ésta contendrá sólidos disueltos; el agua que escurre por la superficie contribuye a la contaminación de los ríos o lagos principalmente con turbiedad y materia orgánica, así como con microorganismos patógenos (OPS, OMS, Organización Mundial, & CEPIS OPS, 2005).



Figura 2.1 Captación de aguas superficiales JAAP El Chamizo
Elaboración: La autora

2.5.2 Agua subterránea

Parte de la precipitación en la cuenca se infiltra en el suelo hasta la zona de saturación, formando así las aguas subterráneas. La explotación de estas dependerá de las características hidrológicas y de la formación geológica del acuífero. La captación de aguas subterráneas se puede realizar a través de manantiales (Figura 2.2), galerías filtrantes y pozos (Pittman, Agua Potable para poblaciones rurales, 1997, pág. 28).



Figura 2.2 Captación de aguas subterráneas JAAP Mata Redonda
Elaboración: La autora

2.6 Nivel de servicio

La necesidad básica de agua para consumo humano incluyendo el uso en la higiene personal; el volumen de agua que usen las viviendas dependerá de la accesibilidad, la que se determina principalmente por la distancia, el tiempo, la confiabilidad y los costos potenciales.

El concepto de nivel de servicio implica la interrelación de cinco parámetros básicos, los mismos que posibilitan precisar la eficiencia y calidad del servicio que se les proporcionará a los usuarios (Vargas, Rojas, & Casas, 2009, pág. 8).

2.6.1 Cobertura de servicio

Se refiere al acceso que la comunidad tiene al servicio de abastecimiento de agua, factor que suele ser el más importante en muchas comunidades, sin embargo, experiencias muestran que no es suficiente focalizarse en este único aspecto, pero si, deben realizarse proyectos que contemplen la distribución del agua, en términos de equidad y al mayor número de usuarios posibles (Organización Mundial de la Salud, OMS, 2003).

2.6.2 Continuidad de servicio

El suministro de agua debe ser continuo en el tiempo sin interrupciones regulares debidas a deficiencias en los sistemas, de manera que garantice la prestación adecuada del servicio, sin embargo, en las zonas rurales el abastecimiento de agua no siempre puede ser suministrado continuamente, y lo más importantes es que tengan conciencia del uso apropiado del agua (Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, 2003, pág. 13).

2.6.3 Cantidad de agua

La cantidad de agua suministrada debe ser suficiente y debe responder a una discusión amplia con la comunidad, donde se incluyan consecuencias socioeconómicas, la mínima que se necesita para satisfacer las necesidades diarias que no genere restricciones, que afectan a la higiene, comodidad y calidad de vida (Cruz Roja Ecuatoriana, pág. 13).

2.6.4 Calidad de agua

El agua distribuida por los servicios públicos debe cumplir con los requisitos que demandan las normas vigentes, tener un suficiente suministro de agua, independientemente de su calidad, puede ser el hecho más significativo para la comunidad en muchos casos. No obstante, la evaluación de la calidad del agua es

un proceso de enfoque múltiple que estudia la naturaleza física, química y biológica del agua; existiendo normas que deben cumplirse, evitando epidemias y fomentando un cambio gradual, hacia una preocupación por mejorar y conservar la calidad del agua (Superintendencia de Servicios Sanitarios, 2004).

2.6.5 Costos de servicio

El costo del servicio, debe estar en concordancia con las condiciones socioeconómicas y a la voluntad de pago de los usuarios del sistema. Sin embargo la tarifa debe cubrir como mínimo aspectos de operación, administrativo, mantenimiento y retorno de la inversión, para esto se crea un programa de autogestión, puesto en práctica por los directivos de la Junta Administradora de Agua, para la sustentabilidad del servicio es importante que la población tenga una cultura de pago (Lentini, 2011, pág. 18).

2.7 Sistema de Abastecimiento de Agua Potable

Son sistemas de obras de ingeniería concatenadas que permiten llevar el agua potable desde su lugar existencia natural hasta la vivienda de los habitantes de una ciudad o comunidad. El sistema incluye las obras para la captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y sistemas de distribución (INEN, 2011). Un correcto diseño conlleva al mejoramiento de la calidad de vida, salud y desarrollo de la población, la correcta operación y mantenimiento garantiza el correcto funcionamiento.

2.7.1 Captación

Son las obras necesarias para captar el agua de la fuente (Figura 2.3) y puede hacerse por gravedad, aprovechando la diferencia de nivel del terreno, o por impulsión, empleando bombas; las dimensiones y características de las obras de toma deben permitir la captación de los caudales necesarios para un suministro seguro de la población.

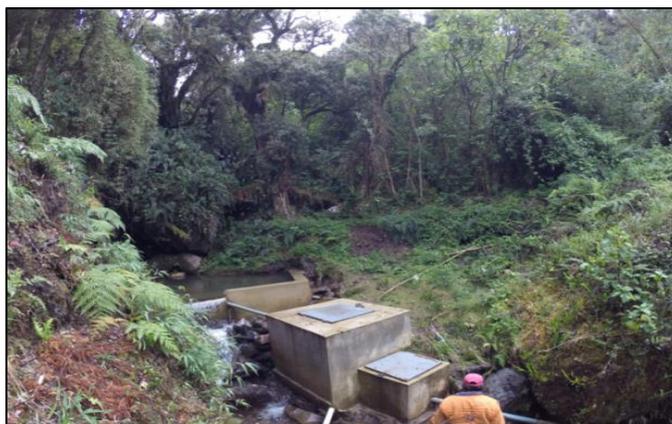


Figura 2.3 Captación de aguas superficial JAAP El Ejido
Elaboración: La autora

La captación de aguas superficiales, se hace a través de las bocatomas, en algunos casos se utilizan galerías filtrantes, paralelas o perpendiculares al curso de agua para captar las aguas que resultan así con un filtrado preliminar. En caso de aguas subterráneas, se debe respetar los perímetros de protección del lugar de afloramiento de posibles contaminaciones, delimitando un área de protección cerrada. (Varó Galvañ & Segura Beneyto, 2009, pág. 10).

2.7.2 Planta de tratamiento

El tratamiento del agua para hacerla potable es la parte más delicada del sistema. El tipo de tratamiento es muy variado en función de la calidad del agua bruta.



Figura 2.4 Planta de tratamiento JAAP Cristóbal Colón
Elaboración: La autora

Una planta de tratamiento de agua potable (Figura 2.4) completa generalmente consta de los siguientes componentes: reja para la retención de material grueso, tanto flotante como de arrastre de fondo; desarenador, para retener el material en suspensión de tamaño fino; floculadores, donde se adicionan químicos que facilitan la decantación de sustancias en suspensión coloidal y materiales muy finos en general; sedimentadores que separan una parte importante del material fino; filtros, que terminan de retirar el material en suspensión; dispositivo de desinfección. El objetivo del tratamiento es transformar el agua captada en un agua que se adecue a los valores paramétricos exigidos para las aguas de consumo humano mediante tratamiento mecánicos, físicos o de tipo químico (Varó Galvañ & Segura Beneyto, 2009).

2.7.3 Sistema de distribución

La red de distribución se inicia en la primera casa de la comunidad; la línea de distribución se inicia en el tanque de agua tratada y termina en la primera vivienda del usuario del sistema. Consta de: estaciones de bombeo, tuberías, válvulas que permitan operar la red, y sectorizar el suministro en casos excepcionales, como en el casos de rupturas y de emergencias por escasez de agua y dispositivos para macro y micro medición. Las redes de distribución de agua potable en los pueblos y ciudades son generalmente redes que forman anillos cerrados y en las comunidades rurales dispersas son ramificadas (Gomella & Guerree, 1982).

2.8 Plan de mejoramiento y aprovechamiento

El agua es un recurso vital, escaso y asociado a usos múltiples y su aprovechamiento en condiciones de creciente escases puede conducir a conflictos de intereses entre sectores públicos y privados, la integración del tema hídrico la política nacional y local, son elementos vitales para una gestión integral de los recursos naturales (PRO - GIRH - SENARA, 2005, pág. 2). Según la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua; en el Art 35 de principios de la gestión de los recursos hídrico. La gestión de los recursos

hídricos se realizará de conformidad con los siguientes principios: b) La planificación para la gestión de los recursos hídricos deberá ser considerada en los planes de ordenamiento territorial de los territorios comprendidos dentro de la cuenca hidrográfica, la gestión ambiental y los conocimientos colectivos y saberes ancestrales. El Plan establece propuestas en aspectos como: protección de fuentes de agua, vigilancia y control de calidad, tratamiento y desinfección del agua, cantidad, calidad y costos, auto sostenibilidad y educación ambiental.

CAPÍTULO III

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Este capítulo describe los diferentes materiales y métodos que se aplicó para cumplir con los objetivos planteados, en este trabajo.

2.1. Localización del área de estudio

El área de estudio donde se realizó el trabajo corresponde al cantón Montúfar (Figura 3.1).

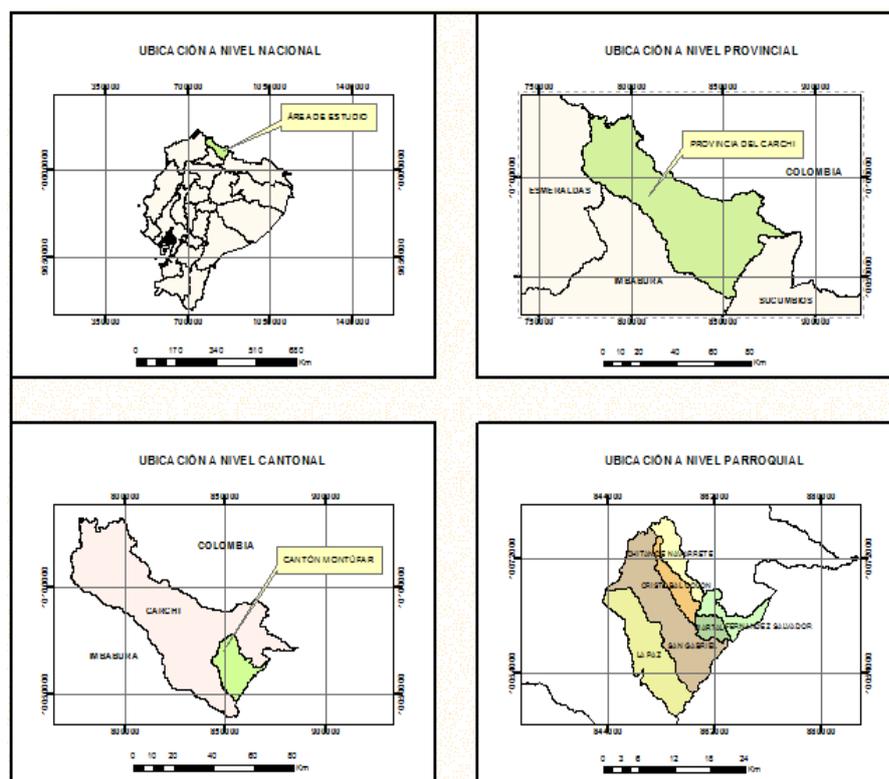


Figura 3.1 Ubicación del área de estudio

Elaboración: La autora

Es uno de los seis cantones que integran la en la provincia del Carchi, y se encuentra ubicado al norte del país y en el centro oriente de la provincia a 40 km de la ciudad de Tulcán. Geográficamente se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas UTM Zona 18 Sur (Cuadro3.1).

Cuadro 3.1 Ubicación geográfica del cantón Montúfar.

Norte:	185734	10078564	Sur:	187416	10047243
Oeste:	203415	10065825	Este:	175052	10065190

Elaboración: La autora

2.1.1. Datos Generales

Montúfar es un cantón ubicado en el norte del Ecuador en la provincia del Carchi (Cuadro 3.2), su cabecera cantonal es San Gabriel, tiene una superficie de 385, 19 km². Limita al norte con el cantón Tulcán, al este con el cantón San Pedro de

Huaca, al sur con el cantón Sucumbíos y Bolívar y al oeste con el cantón Espejo. Tiene una población de 30.511 habitantes (15.601 mujeres y 14.910 hombres)¹.

Posee una temperatura que varía entre 8,63 °C a 12,5 °C y una precipitación media de 1200 mm al año de acuerdo a la estación climática de San Gabriel; la lluvia varía en el año y puede ser dividida en 2 fases: un período húmedo de octubre a abril y un período seco de mayo a septiembre. Es un cantón eminentemente agropecuario, actividad a la que se dedica el 75% de su población².

Cuadro 3.2 Datos Generales del Cantón Montúfar.

Cantonización:	27 de Septiembre de 1905 por decreto Legislativo.
Cabecera cantonal:	San Gabriel.
Superficie:	385.19 km ² .
Parroquias urbanas:	San José y González Suárez.
Parroquias rurales:	Cristóbal Colón, Fernández Salvador, Chitán de Navarrete, La Paz y Piartal.
Límites:	<p>Norte: Cantón Tulcán</p> <p>Este: Cantón San Pedro de Huaca y Cantón Sucumbíos</p> <p>Sur: Cantón Bolívar,</p> <p>Oeste: Cantón Espejo</p>
Población:	30.511 habitantes (15.601 mujeres y 14.910 hombres) ³
Altitud:	2.200 – 3800 m.s.n.m.
Temperatura promedio:	Una temperatura que varía entre 8,63 °C a 12,5 °C.
Precipitación:	Precipitación media de 1200 mm al año de acuerdo a la estación climática de San Gabriel, la lluvia varía en el año y puede ser dividida en 2 fases: un período húmedo de octubre a abril y un período seco de mayo a septiembre.
Economía:	El cantón es eminentemente agropecuario, actividad a la que se dedica el 75% de su población ⁴ .

¹ Fuente: INEC, Censo Población y Vivienda 2010

² Fuente: INEC, Censo Población y Vivienda 2010

³ Fuente: INEC, Censo Población y Vivienda 2010

⁴ Fuente: INEC, Censo Población y Vivienda 2010

3.1.1.1 Organización Territorial del Cantón Montúfar

El cantón Montúfar se encuentra conformado por cinco parroquias rurales: Cristóbal Colón, Chitán de Navarrete, Fernández Salvador, Piartal y La Paz, y por dos las parroquias urbanas: González Suárez y San José (Cuadro 3.3).

Cuadro 3.3 División Político Administrativa del Cantón Montúfar

PARROQUIAS	COMUNIDADES	BARRIOS
Chitan de Navarretes	Mata Redonda	Centro
		San José
		Santa Clara
Cristóbal Colón	Chicho Caico	Cristóbal Colón
	Chitan de Queles	San Miguel de Chitan de Queles
	Cumbaltar	San Vicente
	El Ejido	
	El Sixal	
	San Juan	
Fernández Salvador	El Tambo	Fernández Salvador
	San Francisco de la Línea Roja	
González Suárez	Chután Alto	27 de Septiembre
	Chután Bajo	San Pedro
	Delicia	San Vicente
	San Cristóbal Alto	Santa Clara
	San Cristóbal Bajo	Santa Rosa
	Tanguis	
La Paz	Cucher	La Paz
	Huaquer	Norte
	Pizán	Centro
	Rumichaca	Sur
	San Francisco del Colorado	Cuesaquita
	Tesalia	Santa Clara
	Tuquer	
	Yahil	
Piartal	El Rosal	Santa Bárbara
	Las Lajas	Las Palmas
	San Pedro	Bellavista
San José	Canchaguano	Centenario
	Chiles Alto	Comuna Normalista
	Chiles Bajo	Jardín del Norte
	Chilgual	San Andrés
	El Capulí	San Antonio
	Jesús del Gran Poder	San José

	El Chamizo	San Pedro de los Cipreses
	La Esperanza	Santa Marta de Indúgel
	Monteverde	Unión y Progreso
	San Francisco de Athal	

Fuente: GADMM

2.2. Materiales y Equipos

Los materiales que se utilizaron para la investigación se detallan a continuación en el Cuadro 3.4.

Cuadro 3.4 Recursos para la investigación

MATERIALES	EQUIPOS	ENSAYOS
Software Arc Gis e implementos	Laboratorio portátil	Laboratorio EPMAPA San Gabriel
Comunidades	Molinete electrónico	
Envases para muestras	GPS	
Cooler para transporte de muestras	Infocus	Laboratorio EPMAPA Bolívar
Plantas de tratamiento	Cámara fotográfica	
Captaciones	Cronómetro	
Recipientes para aforos	Impresora	
Encuestas	Plotter	
Formularios de campo	Flash memory	
Flotadores		
Impresiones		
Material de escritorio		
Anillados		
Empastados		

Elaboración: La autora

2.3. Metodología

Para lograr los objetivos planteados, se estableció la siguiente metodología de trabajo. Se partió de una reunión (Figura 3.2), en la que participaron: Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Montúfar con sus representantes agrónomo Ever Racines e ingeniero Carlos Oña y Universidad Técnica del Norte representada por la Directora de Tesis ingeniera Tania Oña y tesista tecnóloga. Vanessa Chiles, donde se identifica y delimita la zona de estudio.



Figura 3.2 Reunión entre GAD MM y UTN.

Elaboración: La autora

Mediante recorrido y observación en el campo, y se estableció la situación actual de las fuentes de agua (Figura 3.3). Una vez identificado y delimitada la zona de estudio en la reunión. Se realizó la socialización (Anexo 2: Formato 2), a los actores principales (Directivas de la Juntas Administradoras de Agua Potable) para explicar el alcance y metodología al realizar la evaluación de la calidad y cantidad del agua en las 34 Juntas Administradoras de Agua Potable.



Figura 3.3 Salida de campo con representante del GADMM, directora de tesis y encargado de la JAAP Cumbaltar.

Elaboración: La autora

2.3.1. Caracterización del área de estudio de componentes bióticos y socioeconómico

Se recopiló la información mediante recorridos y la técnica de observación directa de los componentes abiótico, biótico y socioeconómico, y por medio de encuestas (Anexo 2: Formato 3 y 4) a las personas encargadas del sistema de abastecimiento de agua potable y a los usuarios (Figura 3.4). La Encuesta tiene por objetivo general producir información confiable para diagnosticar el estado actual de cada uno de las Juntas Administradoras de Agua Potable del cantón Montúfar. Teniendo como criterio de inclusión a usuarios de ambos géneros en cada comunidad y que aceptaran participar en el estudio. (Garza Mercado, 2007, pág. 257). Para el diseño muestral y tamaño de la muestra: Se aplicó el Muestreo Aleatorio Simple, para garantizar que el tamaño de la muestra fuera aceptable y suficiente para cada parámetro estudiado, se realizó el cálculo del tamaño de la muestra mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 pq N}{Ne^2 + Z^2 pq} \quad (1)$$

Dónde:

n = Tamaño de muestra

e = Error de estimación

Z = Valor de tablas de la distribución estándar; (1,96 confiabilidad del 95%)

N = Tamaño de la población

p = Probabilidad de éxito

q = Probabilidad de fracaso. (Rodríguez, 2005, pág. 85).



Figura 3.4 Usuarios de la JAAP de Pizán contestando encuesta
Elaboración: La autora

2.3.1.1. Caracterización Biótica

Para la determinación de la flora se realizó observaciones directas en el campo, así como también por medio de encuestas y se complementó con revisiones bibliográficas. El área de estudio es muy extensa y se encuentra rodeada de la Reserva Ecológica El Ángel por el Oeste y por la Reserva Biológica Guandera por el Este, razón por la cual su diversidad biótica es alta, a pesar que en las zonas bajas la mayor parte de la superficie corresponde a zonas de cultivo y pastizales combinadas con viviendas.

a) Flora y Fauna

Para identificar las especies de flora y fauna existentes se realizó recorridos por la zona de influencia de las 34 Juntas Administradoras de Agua Potable, mediante la técnica de Evaluación Ecológica Rápida y con la ayuda de las encuestas se conoció las especies más representativas del cantón.

3.3.1.2 Caracterización Abiótica

Todos los factores químicos-físicos del ambiente son llamados factores abióticos. Dentro de este aspecto describe la metodología utilizada para caracterizar cada

componente abiótico, complementando con la elaboración cartográfica temática del área de estudio.

a) Clima

El clima abarca valores estadísticos sobre los elementos del tiempo atmosférico en un determinado lugar, para describir el clima se recopiló y analizó los registros de temperatura y precipitación de los períodos y se elaboró el diagrama ombrotérmico recopilando la información de la base de datos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, con promedios del período (1990 – 2010) (INAMHI, 2012).

Para establecer la precipitación existente en la zona de estudio se utilizó información de las estaciones meteorológicas cercanas, (Estaciones meteorológicas: Bolívar Carchi INHERI, El Ángel, San Gabriel, Julio Andrade y Tulcán), se recopiló y analizó los registros de precipitación, con todos estos datos se elaboró el Mapa de Isoyetas medias anuales.

b) Topografía

Se recopiló información cartográfica del Instituto Geográfico Militar (IGM) a escala 1:50.000, a fin de analizar e identificar el perfil y topografía del cantón Montúfar. El análisis se complementó con la elaboración del Mapa de Pendientes, donde se especifican los tipos de pendiente, su porcentaje y extensión en hectáreas.

c) Tipos de suelos

Se extractó información del Sistema Nacional de Información (SIN) a escala 1:50.000, con la finalidad de identificar los tipos de suelos existentes en el cantón. El análisis se complementó con la elaboración del Mapa de Suelos, donde se especifican los tipos de suelos existentes y su extensión en hectáreas.

d) Cobertura Vegetal y Uso Actual

En base al análisis de la capa vectorial de cobertura vegetal y uso actual del área escala 1:50.000 del Sistema Nacional de Información (SIN). Se estableció la cobertura vegetal y el uso actual del suelo del cantón, concluyendo con la elaboración del Mapa de Uso Actual y Cobertura Vegetal y el análisis respectivo de los mismos.

e) Zonificación Ecológica e Hidrológica

Para la zonificación ecológica e hidrológica, se utilizó la información de los mapas elaborados e información secundaria. Y se determinó de acuerdo a características fisiográficas, morfológicas y climáticas las zonas hidrográficas y ecológicas existentes en el cantón, este análisis se concluyó con la elaboración de mapas temáticos e implementación de medidas en el Plan de mejoramiento y aprovechamiento adecuado.

3.3.1.3 Caracterización socio-económica

Se recopiló la información por medio de las encuestas a los usuarios y dirigentes de las Juntas Administradoras de Agua Potable (Figura 3.5). No obstante la información secundaria facilitada por el Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Montúfar resultó de mucha utilidad; generando información básica de: población, servicios básicos, educación, salud, actividad económica y aspectos culturales del área de estudio.



Figura 3.5 Presidente JAAP La Paz respondiendo encuesta

Elaboración: La autora

2.3.2. Evaluación de la calidad de agua

La metodología de estudio de la calidad del agua se basó exclusivamente en el análisis de laboratorio (López Sardi, Mirensky, Iaconis, & Broitman), teniendo en cuenta el siguiente procedimiento:

3.3.2.1. Toma de muestras

Lo más importante es que la muestra de agua sea homogénea y representativa. Para esto se utilizaron envases de un litro para análisis físico-químicos y envases de 100 ml estériles para análisis microbiológicos (Figura 3.6).



Figura 3.6 Toma de muestras para análisis de agua en tanque de reserva JAAP La Delicia

Elaboración: La autora

Se tomaron muestras en la captación, planta de tratamiento y red de distribución del cada sistema de tratamiento de agua potable de cada una de las Juntas Administradoras de Agua Potable (APHA. AWWA. WPCF. (American Public Health Asociation, American Water Works Asociation, Water Pollution Control Federation), 1992).

a) Toma de muestras para análisis físico-químicos

Para el análisis de estos parámetros se realizó dos procedimientos: El primero consistió en toma de muestras para análisis *in situ* de (temperatura, pH, turbiedad y cloro residual), como se indica en la Figura 3.7.



Figura 3.7 Toma de muestras para análisis *in situ* en el Río San Gabriel

Elaboración: La autora

El segundo toma de muestras para análisis en laboratorio (Figura 3.8): El procedimiento consiste en captar la muestra en el envase previamente acondicionado y curado, para lo cual se enjuaga con la muestra; para la captación directa de manantiales, se sujetará el recipiente por la base y sin sumergirlo se toma la muestra en dirección contraria a la corriente. Cuando la muestra se capta de grifo, ésta se deja fluir libremente aproximadamente 2 minutos, a fin de remover todo el sedimento adherido a las tuberías. Finalmente se capta la muestra, se coloca la tapa y se cierra firmemente a fin de evitar la contaminación

atmosférica (APHA. AWWA. WPCF. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation), 1992) .



Figura 3.8 Toma de muestras para análisis en laboratorio
Elaboración: La autora

b) Toma de muestras para análisis microbiológicos

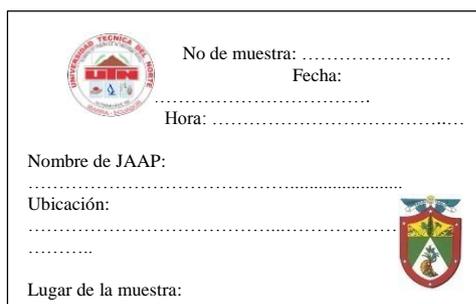
Los estudios bacteriológicos se realizaron sobre las muestras recogidas en puntos representativos de todo el sistema de distribución (Figura 3.9), se estableció la localización de los puntos de la toma de muestra, de manera que quede garantizada la determinación precisa de la calidad bacteriológica del agua tratada, control que se puede realizar en parte conociendo la calidad del agua no tratada (APHA. AWWA. WPCF. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation), 1992).



Figura 3.9 Toma de muestras para análisis microbiológico
Elaboración: La autora

El procedimiento radica en que el envase sea estéril y se destapó únicamente en el momento preciso de la captación de la muestra, durante la toma de la muestra el envase se sujetó por la base para evitar cualquier contaminación. En caso de ríos o arroyos se realizó sosteniendo el envase cerca de su base con la mano y se sumerge boca abajo, se gira el envase hasta que apunte hacia arriba, con la boca dirigida hacia la corriente y si es muestreo en grifos se evitó tomar muestras de grifos que goteen y se eliminó filtros, boquillas u otros dispositivos y se dejó correr durante dos a tres minutos antes de la toma.

Para una correcta identificación de cada una de las muestras de agua acopiadas se diseñó el membrete de identificación como se indica en la Figura 3.10, teniendo en cuenta datos importantes como: lugar de toma de la muestra, nombre de la JAAP, fecha y hora.



TECNICA DE
MUESTREO

No de muestra:
Fecha:
Hora:

Nombre de JAAP:
Ubicación:
.....

Lugar de la muestra:



Figura 3.10 Membrete para rotulación de muestras
Elaboración: La autora

Inmediatamente después de tomar la muestra se procedió a su identificación colocando una etiqueta (Figura. 3.11), para prevenir confusiones en la identificación de las muestras.



Figura 3.11 Muestra de agua con membrete de rotulación
Elaboración: La autora

Es indispensable, antes de efectuar el transporte de las muestras recolectadas, verificar que el etiquetado de las mismas corresponda con el registro de campo y la cadena de custodia; adicionalmente se debe cuidar que los envases estén perfectamente cerrados para evitar pérdida de muestra y mantener los recipientes a una temperatura de 4°C (Figura 3.12), durante el tiempo que dure su traslado hasta el laboratorio (APHA. AWWA. WPCF. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation), 1992).



Figura 3.12 Transporte de muestras recolectadas
Elaboración: La autora

La cadena de custodia es un documento (Anexo 2: Formato 1), en donde se registra toda la información relevante para asegurar la integridad de la muestra desde la recolección hasta el reporte de resultados por parte de laboratorio (Figura 3.13).



Figura 3.13 Llenado del documento de cadena de custodia

c) Análisis de muestras en laboratorio

Las muestras de agua tomadas en cada punto del sistema (captación, planta de tratamiento y red de distribución), de cada una de las Juntas Administradoras de Agua Potable fueron llevadas al laboratorio de EPMAPA Bolívar para su respectivo análisis como se indica en la metodología. El laboratorio utilizó los siguientes parámetros y métodos de acuerdo a la normativa vigente. (Cuadro 3.5).

Cuadro 3.5 Parámetros analizados en laboratorio

Parámetro	Unidad	Límite máximo permisible / Agua Potable	Método de análisis
ANÁLISIS FÍSICO			
Temperatura	°C	-	Termométrico
pH	-	6,5 – 8,5	Electrométrico
Color	UTC	15	Comparación visual Pt-Co
Turbiedad	NTU	5	Nefelométrico
Olor	-	No objetable	-
Sabor	-	No objetable	-
Sólidos totales disueltos	mg/l	1015	Conductivimétrico
Conductividad	uS/cm	1390	Conductivimétrico
ANÁLISIS QUÍMICO			
Salinidad (SAL/NaCl)	mg/l	-	Fotométrico
Alcalinidad total (CaCO ₃)	mg/l	370	Volumétrico
Aluminio (Al)	mg/l	0,25	Fotométrico
Dureza total (CaCO ₃)	mg/l	250	Volumétrico (EDTA)
Fosfatos (PO ₄ 3-)	mg/l	0,1	Fotométrico (Ac. Ascórbico)
Hierro (Fe)	mg/l	0,3	Fotométrico
Manganeso (Mn)	mg/l	0,4	Fotométrico
Nitratos (NO ₃)	mg/l	50	Fotométrico
Nitritos (NO ₂)	mg/l	0,2	Fotométrico
Nitrógeno amoniacal (N)	mg/l	0,5	Fotométrico
Sulfatos (SO ₄)	mg/l	200	Fotométrico
Fluoruros (F)	mg/l	1,5	Fotométrico
Cloro residual (Cl ₂)	mg/l	0,3 – 1,5	DPD
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS			
Coliformes totales	Ufc/100ml		Potatest
Coliformes fecales	Ufc/100ml	< 1	Potatest

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

Fuente: Laboratorio EPMAPA-B.

d) Sistematización e interpretación de resultados

Los resultados de los análisis de agua permitieron sugerir técnicas de manejo y aprovechamiento adecuado, dependiendo de la calidad y cantidad del agua que tiene los sistemas en forma general, ya que existen 34 JAAP en el cantón. El análisis de los resultados obtenidos permitió tener una visión más amplia del funcionamiento de cada una de las Juntas Administradoras de Agua Potable del cantón Montúfar y de esta manera sugerir cambios para el mejoramiento.

2.3.3. Determinación de la cantidad de agua

Para la determinación y cálculo de la cantidad de agua se utilizaron dos metodologías: el método del correntómetro o molinete digital o por aforos, dependiendo del caudal existente y de las condiciones topográficas.

2.3.3.1. Método del molinete o flotador

Se utilizó el molinete The global water flow probe 800-876-1172 (Figura 3.14), Modelo: FP 111; Serie: 1124158994); Rango: 0,1 l/s a 6,1 l/s; Precisión: 0,1 m/s; Pantalla: LCD, deslumbramiento y protección UV; Tipo de sensor: propulsor turbo con pastilla magnética; Longitud y peso: 3 'a 6' , 2 libras; Materiales : Sonda: PVC y anodizado de aluminio con acero inoxidable, Equipo: ABS/policarbonato con recubrimiento de poliéster; Potencia: de litio interna; Temperatura de funcionamiento: -20° a 70° C.



Figura 3.14 Molinete The global water flow probe

Elaboración: La autora

Cuando el caudal y las condiciones topográficas del lugar lo permitieron, y las condiciones geográficas fueron adecuadas, se seleccionó un tramo del río o quebrada lo más uniforme posible para el recorrido del flotador o utilización del molinete, y se realizaron tres tomas de datos en cada punto asignado para que los datos obtenidos sean más confiables como se muestra en la Figura 3.15.



Figura 3.15 Medición de caudal del río Pizán con el método del molinete

Elaboración: La autora

Se aplicó la siguiente fórmula:

$$Q=V*A. \quad (2)$$

Dónde:

Q= caudal;

A= área de la sección;

V= $a+bn$ V= velocidad del agua, en m/s;

n= N de revoluciones/s.

Esta fórmula se utilizó para determinar el caudal (Hudson, 1997).

2.3.3.2. Aforo

Según (Sánchez San Román, 2013). En vista de la poca capacidad líquida para aforar con molinete, se optó por realizar aforo directo en el vertedero de manera volumétrica, esto es, receptor cierta cantidad de agua en determinado tiempo y en un recipiente debidamente calibrado en litros, se tomó de dos a cuatro muestras para ser más exactos, por la facilidad y aprovechamiento de la infraestructura del sistema (Figura 3.16) y se realizó los cálculos utilizando la siguiente fórmula:

$$Q = V / t. \quad (3)$$

Dónde:

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

V = Volumen en litros, L;

T = Tiempo en segundos, s.



Figura 3.16 Aforo de caudal que ingresa a la planta de tratamiento JAAP Gruta la Paz

Elaboración: La autora

2.4. Elaboración del Plan de Mejoramiento y Aprovechamiento del agua potable

Se realizó tomando en cuenta los resultados obtenidos y las opiniones de los usuarios y directivas de las Juntas Administradoras de Agua Potable con el fin de identificar los programas de manejo y actividades que serían relevantes para ejecutar las acciones que permitan cumplir con los objetivos del Plan de mejoramiento y aprovechamiento adecuado, y contar con la participación activa de las comunidades.

2.4.1. Inventario de Juntas Administradoras de Agua Potable

Para realizar el inventario de las Juntas Administradoras de Agua Potable, se realizó la visita a cada una de las mismas de acuerdo al cronograma establecido en la primera socialización del proyecto. El cantón Montúfar cuenta con 34 Juntas Administradoras de Agua Potable las que se encuentran distribuidas en las diferentes parroquias como se indica en el Cuadro 3.6, en la parroquia La Paz existen 8, en la parroquia Chitán de Navarretes 2, en la parroquia Cristóbal Colón 7, en la parroquia Fernández Salvador 1, en la parroquia Piartal 4, en la parroquia San José 7, y en la parroquia González Suárez 5 JAAP. Se complementó la investigación con la elaboración de Mapas de Ubicación de las JAAP, como se indica en el (Anexo 1: Mapas 12 - 45).

Cuadro 3.6 Juntas Administradoras de Agua Potable

JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE	PRESIDENTE/A
PARROQUIA LA PAZ	
La Paz (Anexo1: Mapa 12)	Rosaura Carlosama
Gruta La Paz (Anexo1: Mapa 13)	Roberto Criollo
Pizán (Anexo1: Mapa 18)	Pedro Cucas
Tuquer (Anexo1: Mapa 15)	Segundo Morillo
El Colorado (Anexo1: Mapa 17)	Pedro Chalacán
Huaquer (Anexo1: Mapa 14)	Edmundo Rodríguez

Regional Cucher (Anexo1: Mapa 16)	Edwin Rosero
Tesalia (Anexo1: Mapa 19)	Jorge Moreno

PARROQUIA CHITÁN DE NAVARRETES

Chitan De Navarretes (Anexo1: Mapa 20)	Edwin Tutacha
Mata Redonda (Anexo1: Mapa 21)	Alonso Lucero

PARROQUIA PIARTAL

Piartal (Anexo1: Mapa 24)	Juan Manuel Pozo
San Francisco – El Porvenir (Anexo1: Mapa 23)	Humberto Pozo
San Pedro (Anexo1: Mapa 22)	Napo Ortega
El Rosal (Anexo1: Mapa 25)	Iván Cuasapud

PARROQUIA FERNANDEZ SALVADOR

Fernández Salvador (Anexo1: Mapa 26)	Eugenia Rosero
---	----------------

PARROQUIA CRISTÓBAL COLÓN

Cristóbal Colon (Anexo1: Mapa 32)	Roberto Hernández
Chicho Caico (Anexo1: Mapa 28)	Omar Paspur
San Juan (Anexo1: Mapa 27)	Vicente Ponce
Cumbaltar (Anexo1: Mapa 33)	Wilson Chulde
El Ejido (Anexo1: Mapa 31)	Abdón Paillacho
Chitan De Queles (Anexo1: Mapa 30)	Aníbal Orbe
Sixal Miraflores (Anexo1: Mapa 29)	Victoriano Paillacho

PARROQUIA GONZÁLES SUÁREZ

San Cristóbal Alto Y Bajo (Anexo1: Mapa 36)	Pablo Reascos
Chutan Alto (Anexo1: Mapa 37)	Marisol Pozo
Chutan Bajo (Anexo1: Mapa 34)	Segundo Pusdá
La Delicia (Anexo1: Mapa 35)	Ernesto Viana
Tanguis (Anexo1: Mapa 38)	German Hernández

PARROQUIA SAN JOSÉ

Loma Guagua - San Gabriel (Anexo1: Mapa 39)	Verónica Fuentala
San Gabriel – Tanguis (Anexo1: Mapa 45)	Verónica Fuentala
Capulí (Anexo 1: Mapa 40)	Marco Coral
Chiles Alto – Bajo (Anexo1: Mapa 41)	Hugo Román

Jesús Del Gran Poder (Anexo1: Mapa 44)	Jaime Villota
Chamizo (Anexo1: Mapa 42)	Rommel Tite
Athal (Anexo1: Mapa 43)	Efraín Benavides

Elaboración: La autora

2.4.2. Inventario de fuentes de agua

Debido a que no se contaba con un inventario actualizado de fuentes de agua y después de haber visitado cada una de las Juntas Administradoras de Agua Potable y recopilado la información necesaria se pudo determinar la ubicación de cada una de las fuentes de agua (Figura 3.17), de esta manera contribuir para una mejor planificación y gestión del uso óptimo de dichos recursos.

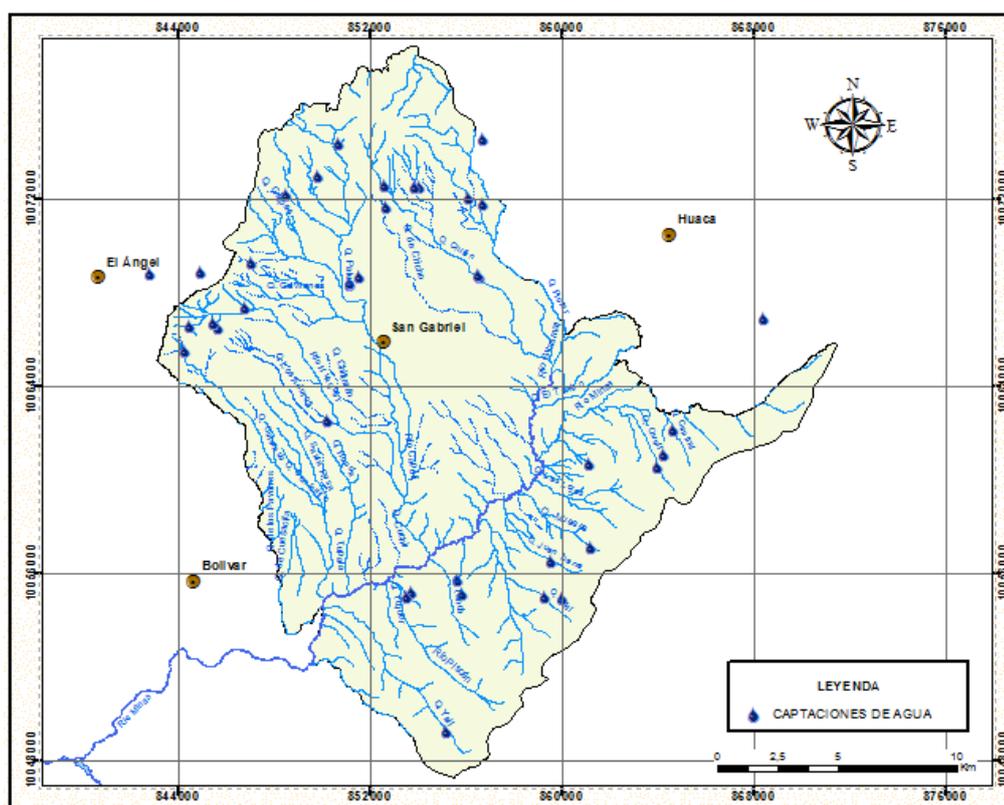


Figura 3.17 Ubicación de las fuentes de agua

Elaboración: La autora

3.4.2.1 Demanda hídrica

Los problemas de abastecimiento de agua potable deben ser enfocados desde diferentes puntos de vista, así se podrá implementar políticas y estrategias para influir directamente sobre la demanda de la población en el presente y futuro. Para estimar las condiciones actuales y futuras de demanda de agua de aplicó la siguiente fórmula:

$$Pf = Pa (1 + n)^r \quad (4)$$

Dónde:

Pf = Población futura

Pa = Población actual

N = Tasa de crecimiento

R = Años a los que se proyecta la población

2.4.3. Ubicación de sistemas de abastecimiento de las Juntas Administradoras de Agua Potable

Es importante realizar el reconocimiento de la zona de estudio, con la ayuda de las directivas de las Juntas Administradoras de Agua Potable para ubicar adecuadamente cada uno de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable (Figura 3.18) en cada una de las juntas para crear una base de datos actualizada.



Figura 3.18 Toma de datos de ubicación de los componentes los sistemas
Elaboración: La autora

2.5. Socialización del Plan de Mejoramiento y aprovechamiento adecuado de agua potable

El Plan de mejoramiento y aprovechamiento adecuado del agua potable se socializó a los beneficiarios por medio de un taller participativos, al que asistieron los actores involucrados. Para el taller se planificó las siguientes actividades: entrega de convocatorias en las Juntas Administradoras de Agua Potable (Figura 3.19), en cada una de sus jurisdicciones con un período de tiempo mínimo de 72 horas antes del evento.



Figura 3.19 Entrega de invitaciones a los presidentes de las JAAP
Elaboración: La autora

Para la socialización se planteó el siguiente orden del día preliminar:

- Palabras de bienvenida
- Control de asistencia
- Presentación de la socialización
- Presentación del proyecto (Evaluación de la calidad y cantidad de agua de las Juntas Administradoras de Agua Potable del Cantón Montúfar para el diseño de un Plan de mejoramiento y aprovechamiento adecuado y Socialización de resultados)
- Presentación de concesiones (SENAGUA)

- Explicación de metodología
- Ronda de preguntas y repuestas
- Finalización de socialización.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo se da a conocer los resultados obtenidos en el desarrollo de la investigación, su discusión y análisis permite en base a un resultado plantear las conclusiones y recomendaciones pertinentes.

4.1. Diagnóstico del componente biótico, abiótico y socio-económico del área de estudio

Las encuestas aplicadas a los encargados de las JAAP y usuario para el diagnóstico de los componentes bióticos, abióticos y socio-económico proporcionaron los siguientes resultados.

4.1.1 Componente Biótico

Las encuestas y la información obtenida en el campo generaron los siguientes resultados:

4.1.1.1 Flora

La vegetación natural ha disminuido en la zonas media y baja de las micro cuencas, se observa que las comunidades van parcelando, provocando erosión en las laderas por la actividad agropecuaria que se realiza (Figura 4.1), principalmente el monocultivo de papa (*Solanum tuberosa*) y la ganadería que ha conducido a una creciente degradación de los recursos naturales de la zona, esto es corroborado por medio de las encuestas realizadas a los usuarios.

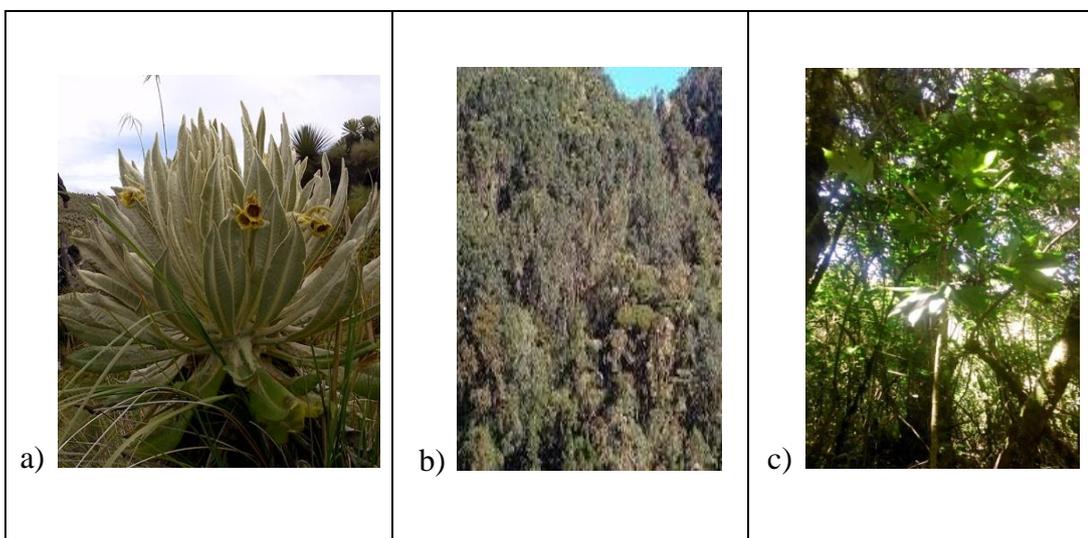


**Figura 4.1. Pérdida de la vegetación natural
comunidad de Tuquer**

Elaboración: La autora

La vegetación nativa está representada por matorrales y sus remanentes se pueden encontrar en barrancos o quebradas, en pendientes pronunciadas y en otros sitios poco accesibles a lo largo de todo el cantón.

La composición florística de estos matorrales o pequeños remanentes de bosques puede variar entre las localidades dependiendo del grado de humedad y el tipo de suelo (Figura 4.2), ya que la zona de estudio es extensa, entre las principales especies encontradas hay gran diversidad de flora en formaciones vegetales diferentes que limitan con el cantón Sucumbíos y Espejo formando una zona rica y diversa en varios aspectos (Anexo 3: Documento 6).



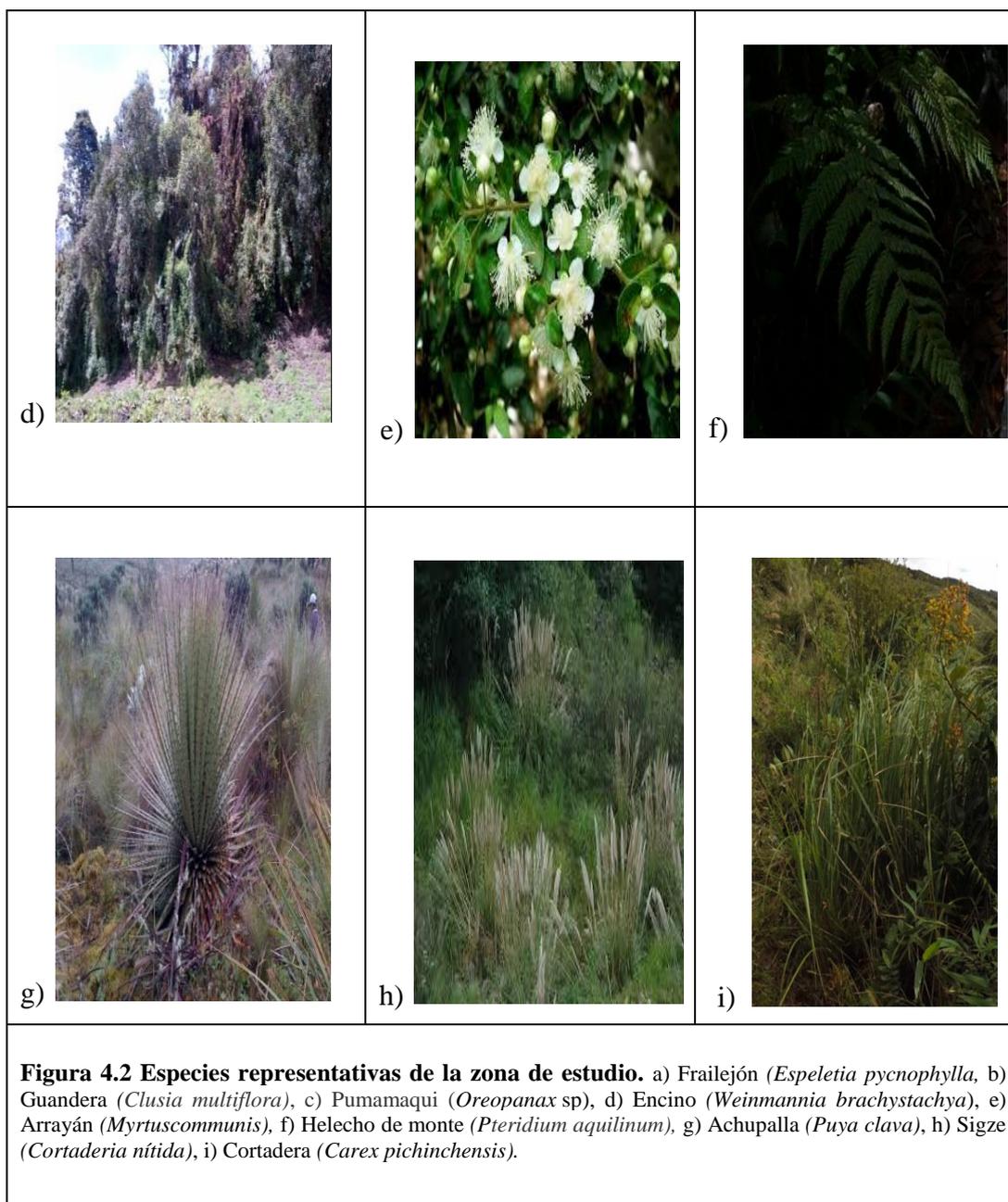


Figura 4.2. Flora representativa de la zona de estudio

Elaboración: La autora

El estudio permitió realizar una comparación de resultados con otros estudios similares de flora realizados para el Plan de Manejo de la Reserva Ecológica el Ángel (Ministerio del Ambiente, 2008), obteniendo prácticamente las mismas especies. Una de las particularidades de la zona, es la presencia de frailejones (Figura 4.3) , que es una especie endémica de esta zona, y que también se

encuentra presente en los páramos venezolanos y colombianos, pero en el Ecuador llega solo hasta la provincia del Carchi (Ministerio del Ambiente, 2008, pág. 12).



Figura 4.3. Presencia de Frailejones (*Espeletia pycnophylla*) en la comunidad de San Cristóbal

Elaboración: La autora

De los resultados obtenidos en esta investigación, se puede deducir que la vegetación encontrada es bastante común en la provincia del Carchi, la misma que enfrenta el avance de la frontera agrícola y a la reducción consecuente de especies endémicas.

4.1.1.2 Fauna

Para conocer la biodiversidad de fauna representativa, se analizó las encuestas e información secundaria y se logró establecer la presencia de las especies de fauna del área de estudio.

- **Mamíferos**

Las especies de mamíferos que se identificaron en las encuestas y la información secundaria en el área de estudio que es muy extensa y abarcó diferentes pisos altitudinales (Montano, Montano Bajo y Sub Alpino). Entre las especies más importantes se hallaron: lobo de páramo (*Lycalopex culpaeus*), chucuri (*Mustela frenata*), raposa (*Didelphis albiventris*), zorrillo (*Conepatus semistriatus*), conejo

silvestre (*Sylvilagus brasiliensis*) y erizo (*Coendou quichua*); entre otros como lo demuestra el (Cuadro 4.1).

Cuadro 4.1 Listado de especies de Mamíferos del área de estudio

Familia	Especie	Nombre común
Atelidae	<i>Alouatta seniculus</i>	Mono aullador rojo
Caenolestidae	<i>Caenolestes fuliginosus</i>	Ratón marsupial
Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Lobo de páramo
Cavidae	<i>Agouti taczanowskii</i>	Sacha cuy
Cathartidae	<i>Vultur gryphus</i>	Cóndor
Cervidae	<i>Mazama americana</i>	Soche
Cervidae	<i>Mazama Rufina</i>	Venado colorado enano
Cervidae	<i>Odocoileus peruvianus</i>	Venado de cola blanca
Cricetidae	<i>Thomasomys cinnameus</i>	Ratón andino acanelado
Cricetidae	<i>Thomasomys baeops</i>	Ratón silvestre
Cuniculidae	<i>Cuniculus taczanowskii</i>	Guanta andina
Dasyproctidae	<i>Myoprocta pratti</i>	Guatín
Dasyproctidae	<i>Dasyprocta ssp.</i>	Guatusa
Dasypodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo nueve bandas
Didelphidae	<i>Didelphis albiventris</i>	Raposa
Didelphidae	<i>Didelphis pernigra</i>	Zarigüeya andina
Erethizontidae	<i>Coendou quichua</i>	Erizo
Erethizontidae	<i>Echinoprocta rufescens</i>	Puerco espín de cola corta
Felidae	<i>Leopardus pajeros</i>	Tigrillo
Felidae	<i>Puma concolor</i>	Puma
Procyonidae	<i>Nasuella olivácea</i>	Coatí andino
Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo silvestre
Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	Chucuri
Mustelidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorrillo
Muridae	<i>Akodon mollis</i>	Ratón común
Procyonidae	<i>Nasua ssp</i>	Cusumbe
Phyllostomidae	<i>Sturnira erythromos</i>	Murciélago peludo de hombros amarillos
Sciuridae	<i>Sciurus granatensis</i>	Ardilla de cola roja
Tapiridae	<i>Tapirus pinchaque</i>	Tapir de montaña
Ursidae	<i>Tremarctos ornatus</i>	Oso de anteojos

Elaboración: La autora

Los habitantes de las zonas rurales cercanas donde se encuentran remanentes de bosques primarios y secundarios señalan que en la actualidad los mamíferos se han visto afectados principalmente por el avance de la frontera agrícola y por la tala indiscriminada de bosques. En la zona nororiental de la parroquia Fernández Salvador cercana a la Reserva Biológica Guandera ha visto visitada frecuentemente por el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), en tanto que en la zona de la comunidad de Pizán han tenido la visita de el puma (*Puma concolor*).

Estas visitas son mal vistas por los pobladores porque según ellos matan el ganado, razón por la que los matan para proteger su ganado.

- **Aves**

Las entre las aves identificadas más conocidas se encuentran las siguientes: gavilán (*Accipiter*), pava de monte (*Penélope montagnii*), Chiguaco (*Turdus serranus*), pájaro brujo (*Pyrocephalus rubinus*) y quinde (*Ensifera ensifera*). El Cuadro 4.2, refleja la diversidad de especies por familias que identificó el presente estudio.

Cuadro 4.2 Listado de especies de aves del área de estudio

Familia	Especie	Nombre común
Accipiridae	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Águila pechinegra
Accipiridae	<i>Oroaetus isidori</i>	Águila negra
Accipitridae	<i>Accipiter</i>	Gavilán
Anatidae	<i>Oxyura ferruginea</i>	Pato andino
Anatidae	<i>Anas geórgica</i>	Pato común
Cathartidae	<i>Vultur gripus</i>	Cóndor
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo negro
Corvidae	<i>Cyanolyca turcosa</i>	Paletón
Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola
Columbidae	<i>Columba fasciata</i>	Torcaza
Cracidae	<i>Penélope montagnii</i>	Pava de monte
Emberazidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Gorrión
Emberazidae	<i>Atlapetes latinuchus</i>	Matorralero muquirrufo
Emberazidae	<i>Atlapetes seebohmi</i>	Matorralero
Falconidae	<i>Phalcoboenus carunculatus</i>	Curiquinge
Furnariidae	<i>Asthenes flammulata</i>	Canastero
Fringillidae	<i>Carduelis spinescens</i>	Jilguero andino
Grallariidae	<i>Grallaria quitensis</i>	Chulullú
Grallaridae	<i>Grallaria rufula</i>	Grallaria
Hirundidae	<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina azuliblanca
Picidae	<i>Piculus rivolii</i>	Carpintero dorsi-carmesi
Psittacidae	<i>Ognorhynchus icterotis</i>	Loro orejiamarillo
Psittacidae	<i>Pionus seniloides</i>	Loro cabeza blanca
Podicipedidae	<i>Podiceps occidentalis</i>	Zambullidor plateado
Parulidae	<i>Myioborus melanocephalus</i>	Candelita de anteojos
Rallidae	<i>Fulica ardesiaca</i>	Gallareta andina
Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	Búho real
Trochilidae	<i>Chaetocercus heliodor</i>	Estrellita chica
Trochilidae	<i>Lafresnaya lafresnayi</i>	Colibrí terciopelo
Turdidae	<i>Turdus serranus</i>	Chiguaco
Turdidae	<i>Turdus fuscater.</i>	Chiguaco grande

Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza campanaria
Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Pájaro brujo
Trochilidae	<i>Ensifera ensifera</i>	Quinde / colibrí
Trochilidae	<i>Eriocnemis mosquera</i>	Zamarrito pechi dorado
Thraupidae	<i>Anisognathus igniventris</i>	Tangara escarlata
Thraupidae	<i>Hemispingus superciliaris</i>	Hemishpingo superciliado
Turdidae	<i>Turdus fuscater</i>	Mirlo

Elaboración: La autora

En el cantón existe una reducción considerable de aves ya que sus corredores biológicos han sido destruidos por la transformación del bosque en sectores agrícolas, afectando de esta manera indirectamente a la biodiversidad de especies; ya que las aves contribuyen con la propagación de semillas y especies de flora.

Por otro lado si se compara los resultados con los encontrados en estudios realizados por medio de tesis anteriores de (Hermosa, 2004), se puede ratificar que dichos resultados son similares a los encontrados por el presente estudio.

- **Anfibios y reptiles**

Los habitantes consideran que el avance de la frontera agrícola es la causa principal para que el número de ejemplares hayan disminuido considerablemente, como queda demostrado en el Cuadro 4.3. En estudios similares realizados anteriormente del Estado poblacional de una rana nodriza críticamente amenazada, en los Andes Norte de Ecuador por (Yáñez, Meza, Altamirano, & Castro, 2010), se pudo registrar una considerable pérdida de fauna especialmente en anfibios y reptiles; estas especies son consideradas más susceptibles a los cambios y especialmente al uso de fungicidas y pesticidas utilizados por los agricultores. En el presente estudio se encontró especies como *Pristimantis leoni*, *Pristimantis gladiator*, *Centrolene buckleyi*, *Stenocercus angel*, *Stenocercus sp*), en un número muy reducido.

Cuadro 4.3 Listado de especies de Anfibios y reptiles del área de estudio

Orden	Familia	Especie
Anura	Centrolenidae	<i>Centrolene buckleyi</i>

	Centrolenidae	<i>Eleutherodactylus unistrigatus</i>
	Brachycephalidae	<i>Pristimantis gladiator</i>
	Brachycephalid	<i>Pristimantis leoni</i>
	Brachycephalid	<i>Pristimantis buckleyi</i>
Sauria	Gymnophthalmidae	<i>Riama colomaromani</i>
	Gymnophthalmidae	<i>Riama simotera</i>
	Gymnophthalmidae	<i>Riama raneyi</i>
	Iguanidae	<i>Stenocercus sp</i>
Squamata	Tropiduridae	<i>Stenocercus angel</i>

Elaboración: La autora

4.1.2 Componente abiótico

En el diagnóstico del componente abiótico se detalla los factores que afectan al ecosistema, se analizó los resultados obtenidos de cada uno de los componentes de clima, tipo y uso de suelo y cobertura vegetal, que fueron tomados en cuenta en el área delimitada para la implementación del Plan de mejoramiento y aprovechamiento adecuado, encontrando los siguientes resultados:

4.1.2.1 Clima

El área de estudio presenta un clima con un patrón complejo y cambiante debido en gran parte al sistema orográfico existente, la influencia de las condiciones fisiográficas son aspectos que condicionan el clima de la región interandina. El cantón Montúfar por ser un área extensa presenta dos tipos de climas: clima ecuatorial de alta montaña y ecuatorial mesotérmico semi-húmedo (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2014).

a) Diagrama Ombrotérmico

Se determinó que los meses de abril y noviembre son los que presentan mayor precipitación con una precipitación acumulada de 54,85 mm y 53,85mm, y el período de junio a septiembre es el que presenta menor precipitación estando considerada como época seca, siendo el mes de agosto el más seco con una

precipitación acumulada de 39,8mm, como se muestra en la Figura 4.4 (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2002).

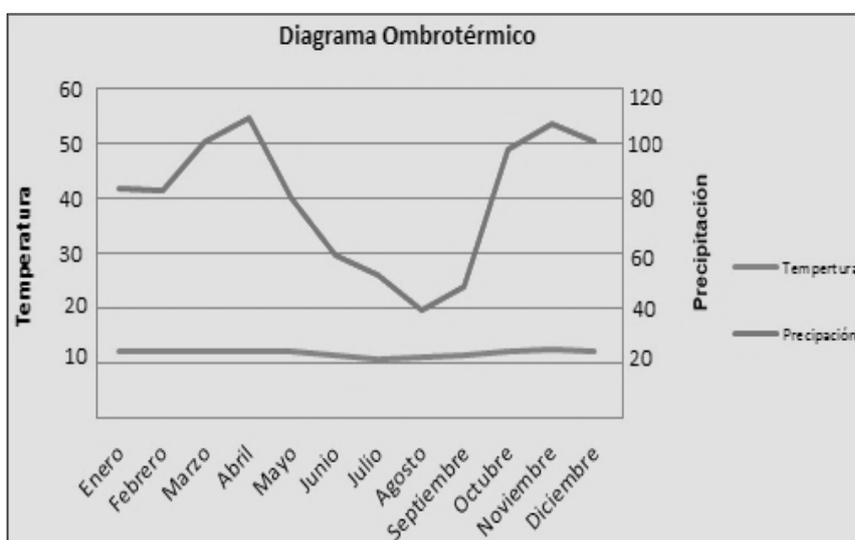


Figura 4.4 Diagrama Ombrotérmico San Gabriel

Elaboración: La autora

La temperatura oscila entre 8,6°C a 12,5°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 marzo-abril y con un mínimo de julio-agosto, sin embargo la temperatura es relativamente constante.

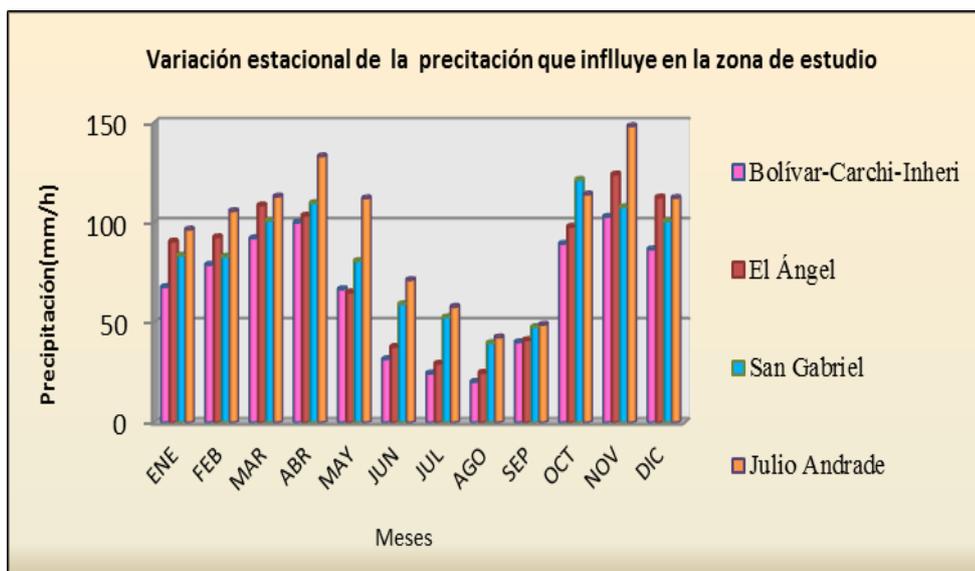


Figura 4.5 Variación estacional de la precipitación que influye en la zona de estudio
Elaboración: La autora

La distribución de la precipitación es relativamente regular durante todo el año, debido a la influencia de las masas de aire, marca dos períodos: época lluviosa, que va de octubre a mayo y época seca de junio a septiembre. Los máximos lluviosos son los meses de abril y noviembre constituyendo un régimen de precipitaciones interanual de distribución bimodal (Fig. 4.5). Mientras que los meses secos van entre junio y septiembre (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Montúfar, 2014). Se complementa con el Mapa de Isoyetas medias anuales, que son líneas que unen puntos que presentan la misma precipitación en la unidad de tiempo en este caso anual (Figura 4.6), el cantón altitudinalmente se extiende desde los 2.200 msnm hasta 4.000 msnm, razón por la cual existe nueve rangos de Isoyetas medias anuales, entre las que podemos destacar: el área más extensa con 344929,46 ha tienen un rango de precipitación entre 1250 y 1500 mm de precipitación, y el área más pequeña con 89847,29 ha posee un rango de precipitación entre 500 y 750mm anuales.

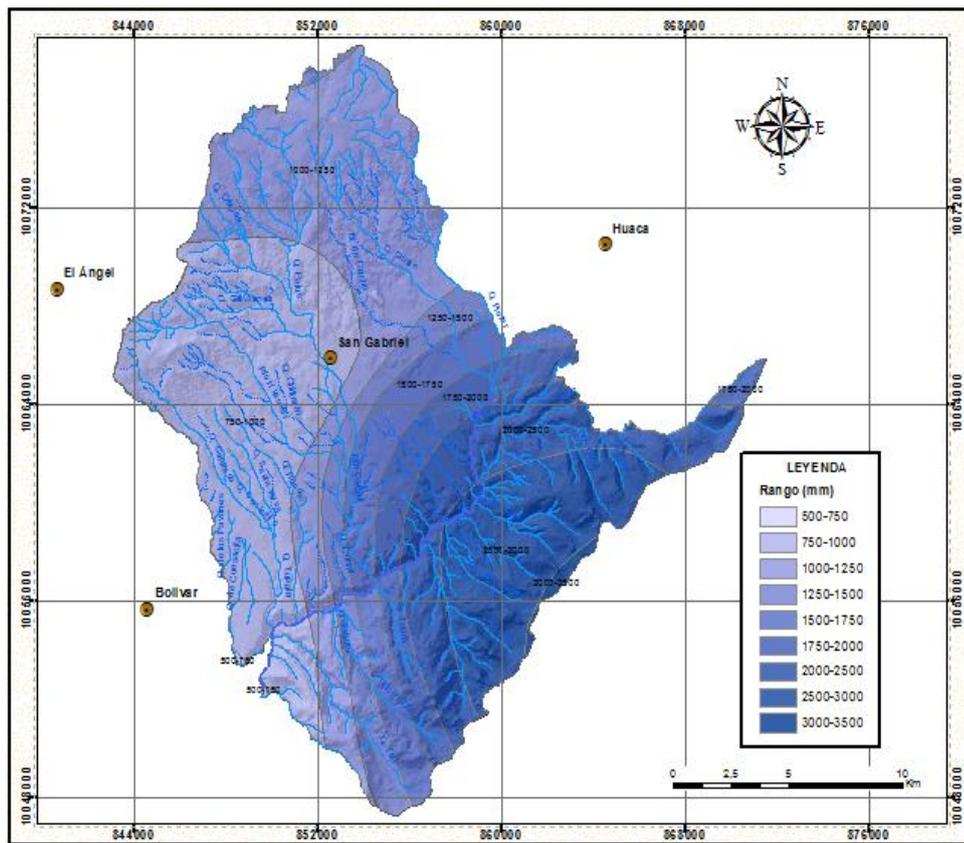


Figura 4.6 Mapa de Isoyetas medias anuales

Fuente: IGM

La precipitación oscila entre un rango de 500 mm a 3.500 mm como se indica en el Cuadro 4.4.

Cuadro 4.4 Rango de precipitación (mm)

Rango mm	Área (ha)
500 - 750	89847,29
750 - 1000	118029,56
1000 - 1250	204866,02
1250 - 1500	1325991,23
1500 - 1750	344929,46
1750 - 2000	750866,7
2000 - 2500	606253,91
2500 - 3000	2066405
3000 - 3500	3163564,61

Fuente: IGM

4.1.2.2 Pendientes del terreno

El tipo de pendientes influye sobre la erosión del suelo y contribuye a la definición del uso del suelo, para determinar las clases de pendientes se realizó el Mapa (Figura 4.7).

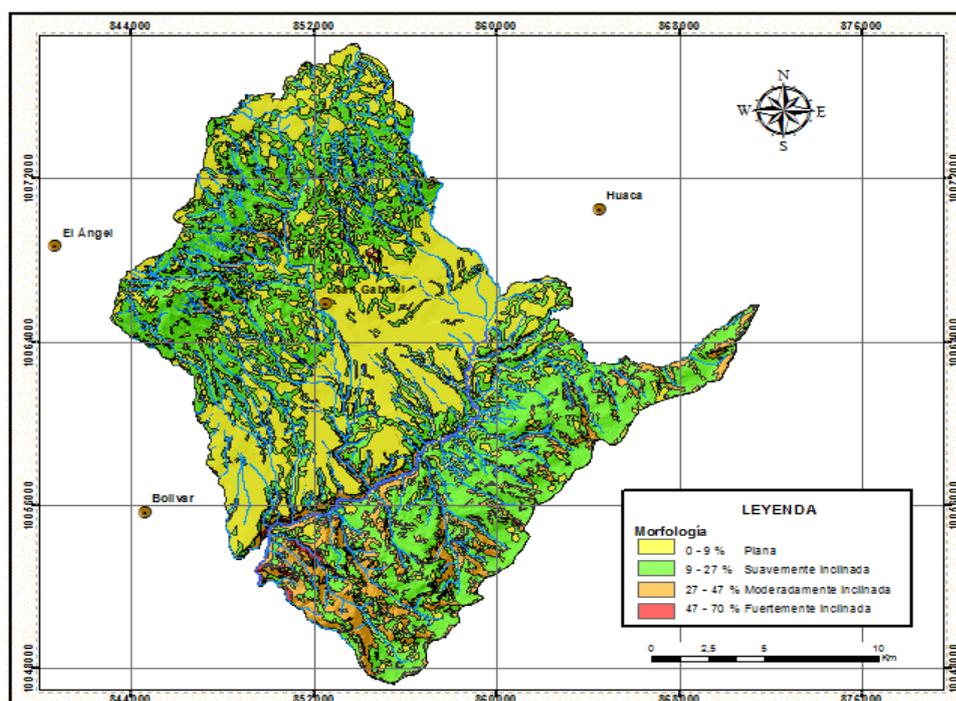


Figura 4.7 Pendientes del terreno del cantón Montúfar

Fuente: IGM

Donde se definió cuatro rangos de pendientes como se indica en el Cuadro 4.5:

Cuadro 4.5 Pendientes del terreno

Clases	Rango (%)	Área (ha)
Plana	0 - 9	152938731,24
Suavemente inclinada	9 - 27	186867712,95
Moderadamente inclinada	27 - 47	43699970,81
Fuertemente inclinada	47 - 70	1897311,63

Fuente: IGM

Después de haber considerado las pendientes del terreno se pudo detallar la siguiente descripción:

Plana.- Poseen entre 0% y 9% de pendiente, la escorrentía superficial es muy lenta, no hay peligro de erosión hídrica excepto en suelos superficiales, este relieve ocupa el superficie de 152938731,24 ha del cantón.

Suavemente inclinada.- Se localiza entre el 9% al 27 % de pendiente, la escorrentía es lenta y la erosión del suelo depende de la susceptibilidad, ocupa un área de 186867712,95 ha.

Moderadamente inclinada.- Se encuentra entre el 27% al 47 % de pendiente, son zonas montañosas con fuerte pendiente y escorrentía rápida, ocupa un área de 43699970,81 ha.

Fuertemente inclinada.- Poseen entre 47% y 70 % de pendiente, son superficies con fuerte escorrentía, ocupa un área de 1897311,63 ha.

4.1.2.3 Tipos de suelos

Para describir el tipo de suelos se elaboró el Mapa de tipos de suelos del cantón Montúfar (Figura 4.8) y se obtuvo los siguientes resultados:

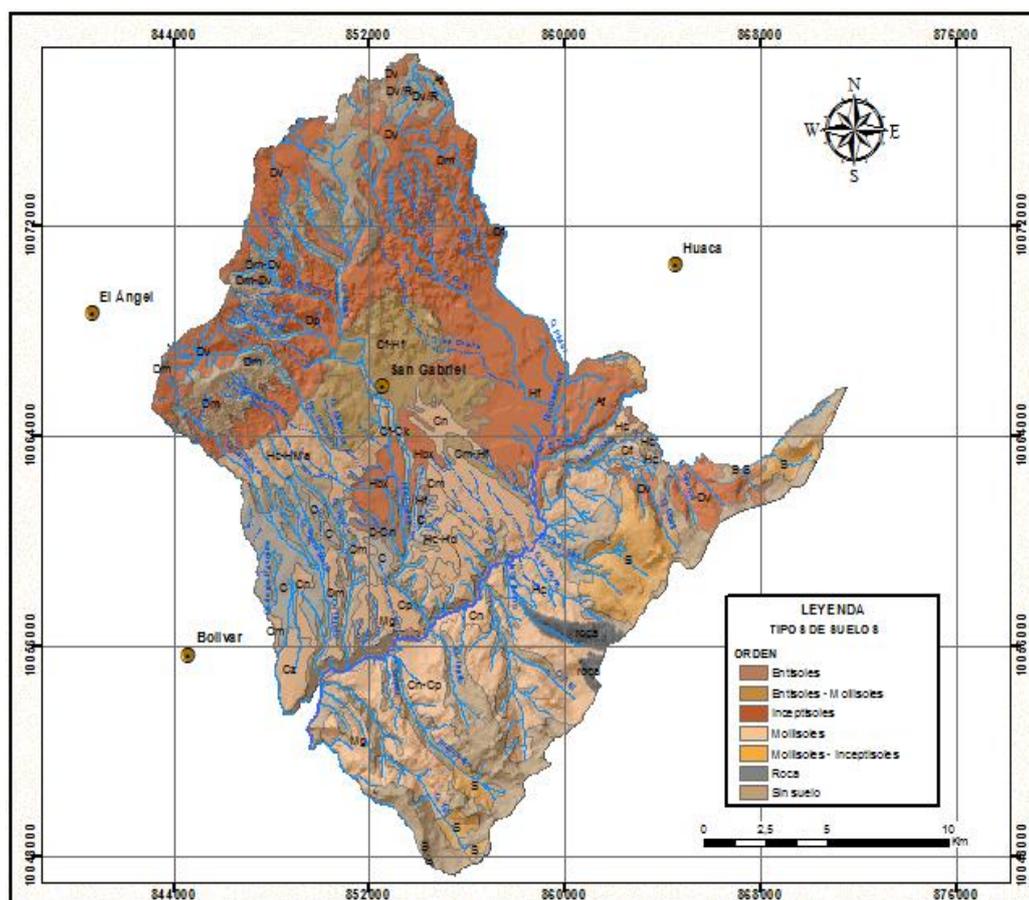


Figura 4.8 Mapa de tipo de suelos

Fuente: SIN

Seis órdenes de suelos, como se indica en el Cuadro 4.6.; Entisoles con un área de 1431,23 ha, Entisoles –Mollisoles con una superficie de área de 224,52 ha, Inceptisoles con una extensión de 12344,59 ha, Mollisoles con un área de 9989,87 ha, Mollisoles – Inceptisoles con una superficie de 2491,18 ha y roca con una extensión de 339,8 ha (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2014).

Cuadro 4.6 Tipos de suelos

Orden	Área (ha)
Entisoles	1431,23
Entisoles –Mollisoles	224,52
Inceptisoles	12344,59
Mollisoles	9989,87
Mollisoles – Inceptisoles	2491,18
Roca	339,8

Fuente: SNI

4.1.2.4 Cobertura Vegetal y Uso actual (2003)

Se elaboró el Mapa de Uso de suelo (Anexo1: Mapa 5) y Mapa de cobertura vegetal 2003 (Figura 4.9)

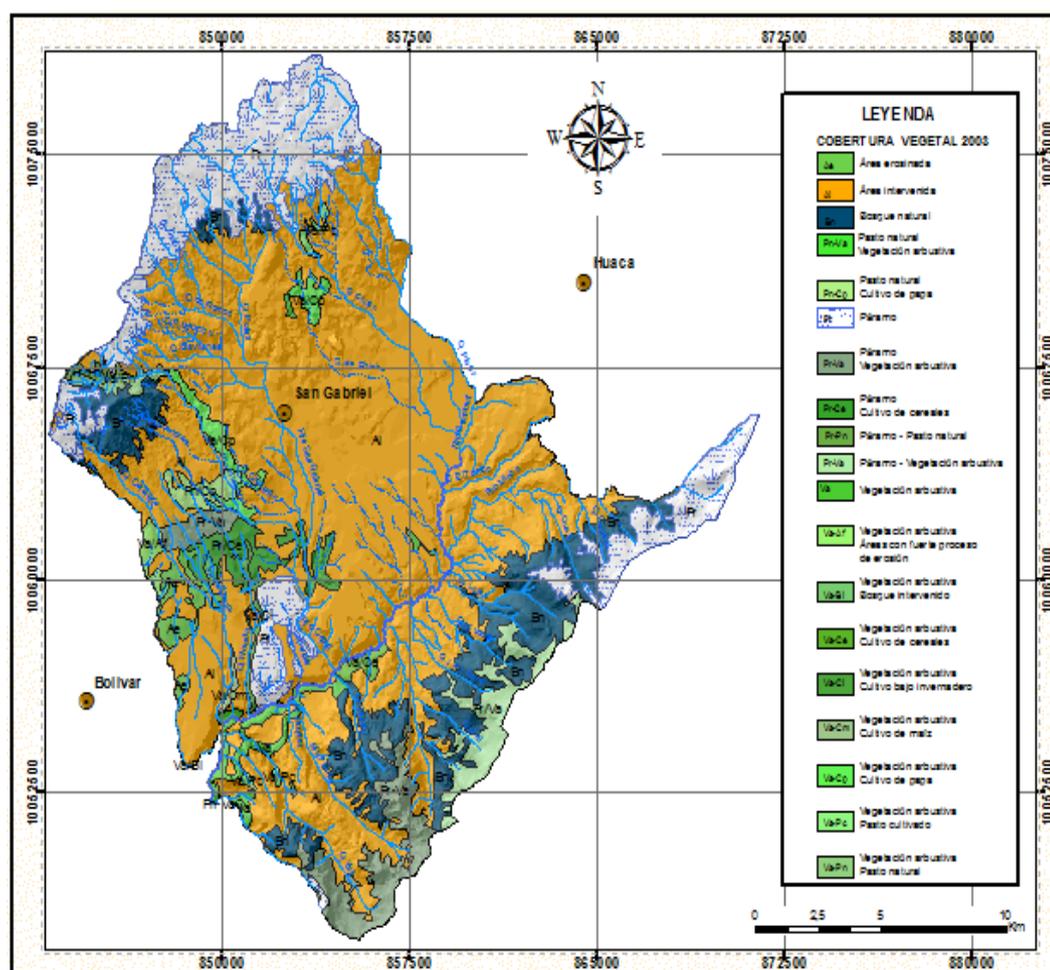


Figura 4.9 Mapa de cobertura vegetal 2003

Fuente: SNI

Obteniendo los siguientes resultados como se muestra en el Cuadro 4.7.

Cuadro 4.7 Cobertura vegetal 2003

Símbolo	Descripción	Área (ha)	% total
Ae	Área erosionada	41033	1,30
Ai	Área intervenida	2334704	73,73
Bn	Bosque natural	403699	0,00

Pn-Va	Pasto natural – vegetación arbustiva	625	0,02
Pn/Cp	Pasto natural – Cultivo de papas	2569	0,08
Pr	Páramo	5724	0,18
Pr-Va	Páramo – Vegetación arbustiva	141972	4,48
Pr/Ce	Páramo – Cultivo de cereales	6695	0,21
Pr/Pn	Páramo – Pasto natural	6397	0,20
Pr/Va	Páramo - Vegetación arbustiva	89155	2,82
Va	Vegetación arbustiva	52982	1,67
Va/Af	Vegetación arbustiva – Área con fuerte proceso de erosión	15483	0,49
Va/Bi	Vegetación arbustiva – Bosque intervenido	15483	0,49
Va/Ce	Vegetación arbustiva – Cultivo de cereales	12126	0,38
Va/Ci	Vegetación arbustiva – Cultivo bajo invernadero	131	0,00
Va/Cm	Vegetación arbustiva – Cultivo de maíz	4907	0,15
Va/Cp	Vegetación arbustiva – Cultivo de papa	4659	0,15
Va/Pc	Vegetación arbustiva – Pasto cultivado	10546	0,33
Va/Pn	Vegetación arbustiva – Pasto natural	17527	0,55

Fuente: SNI

El área intervenida se encuentra en el 73,73% de la superficie, ocupada principalmente por bosque intervenido-vegetación arbustiva, pastos cultivados, cultivo de cereales y papas, seguido por páramo-vegetación arbustiva que ocupa el 4,48% de la superficie total del cantón.

4.1.2.5 Zonificación ecológica

Uno de los aportes principales de la presente investigación es la zonificación ecológica que se presenta a continuación, si se compara con estudios similares se puede corroborar la importancia de esta zonificación para un adecuado manejo de los recursos naturales existentes.

Así se comprueba en los trabajos de Zonificación ecológica – económica realizados por (Ponce, 1998 y Delgado, 2012), donde se utiliza la misma metodología para la efectuar la zonificación ecológica.

En base a la cartografía realizada anteriormente de tipos de suelos, pendientes, cobertura vegetal, uso de suelos y ubicación de captaciones se realizó la zonificación ecológica (Figura 4.10).

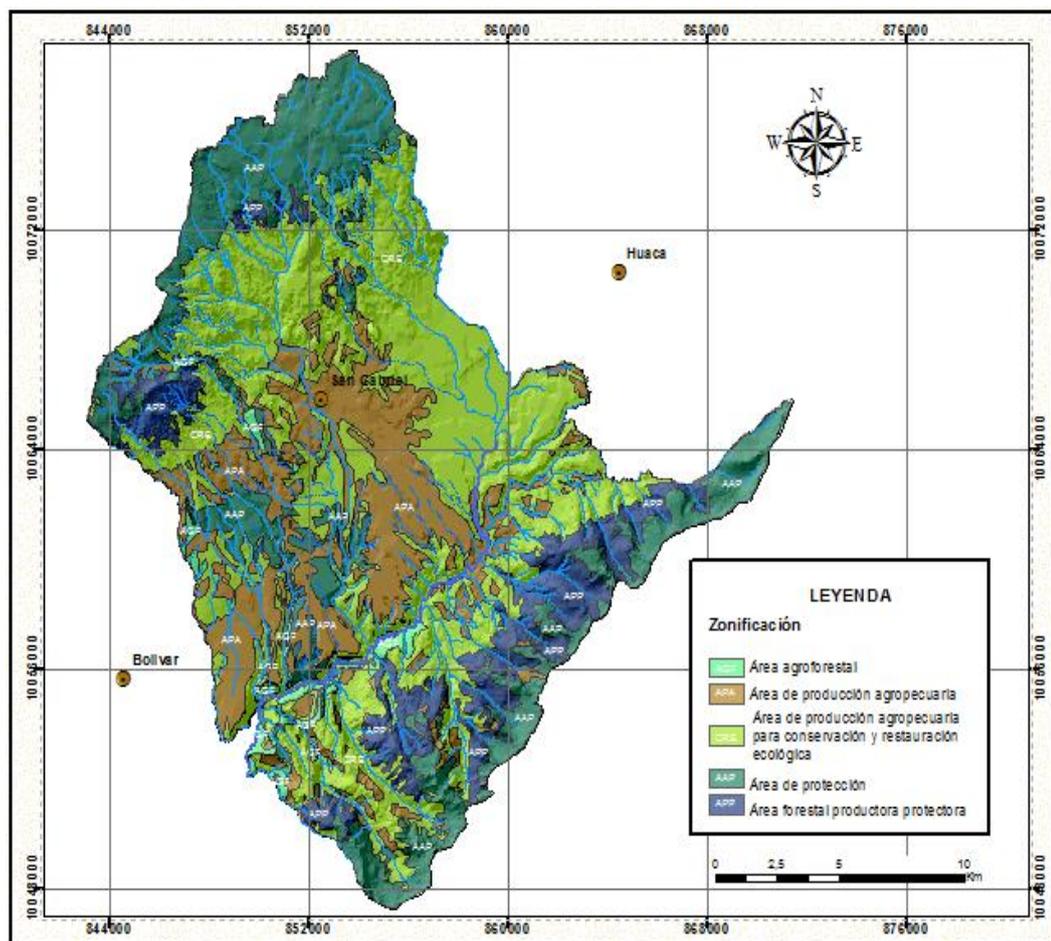


Figura 4.10 Mapa de zonificación ecológica

Fuente: La autora

Del análisis de los mapas de este estudio se pudo determinar cinco áreas de acuerdo a sus características y usos, como se indica en el Cuadro 4.8, que permiten definir zonas para el uso alternativo de los recursos naturales; permitiendo generar escenarios potenciales que ayudan a mejorar el bienestar social y la calidad de vida de los habitantes.

Cuadro 4.8 Zonificación ecológica

Símbolo	Descripción	Área (ha)
AAP	Área de protección	379667,53
AGF	Área agroforestal	108093,26
APA	Área de producción agropecuaria	458856,72
APP	Área forestal productora protectora	205559,81
CRE	Área de producción agropecuaria para conservación y restauración ecológica	600130,13

Elaboración: La autora

Las áreas que se estableció son cinco que se detallan a continuación:

Área de protección (AAP).- Están conformadas por áreas de alta importancia ecológica y deben ser conservadas permanentemente con bosques naturales o artificiales, para proteger estos mismos recursos u otros naturales renovables, debe prevalecer el efecto protector y solo se permitirá la obtención de frutos secundarios del bosque, posee un área de 379667,53 ha. Dentro de esta categoría se tienen: Páramos y Bosque natural, suelos mayormente limosos, con pendientes moderadamente a fuertemente inclinadas.

Los usos principales que se les puede dar a estas áreas son: Conservación de flora y fauna, recuperación de la vegetación nativa protectora y conservación de cuencas. Los usos complementarios son: Recreación contemplativa y educación ambiental. Los usos restringidos son: ecoturismo e investigación controlada. Los usos prohibidos son: explotación agropecuaria, explotación de especies en vía de extinción, vivienda y minería.

Área forestal productora protectora.- Corresponde a aquella zona que debe ser conservada permanentemente con bosques naturales o artificiales para obtener productos forestales para la industria. Las áreas que contiene son las de bosque plantado, cuenta con una extensión de 205559,81 ha.

Los usos principales de estas áreas son: establecimiento forestal productor y protector. Los usos complementarios son: recreación contemplativa y educación ambiental. Los usos restringidos son: ecoturismo e investigación controlada. Los usos prohibidos son: explotación agropecuaria, explotación de especies en vía de extinción y vivienda.

Área de producción agropecuaria para conservación y restauración ecológica.- Incluyen zonas que tiene mayor aptitud para uso agropecuario, forestal y turístico, está constituida por tierras aptas para cultivos limpios y permanentes con otras asociaciones, gran parte de esta superficie se encuentra intervenida por

actividades agropecuarias, cuenta con una superficie de 600130,13 ha. Se considera una zona de alta importancia ecológica que ha sido intervenida por el avance de la frontera agrícola, por lo que se debe promover la regeneración de bosque y actividades de concientización ambiental.

Área agroforestal.- Está área tiene una extensión de 108093,26 ha; cuenta con una diversidad de especies valiosas como: aliso (*Alnus glutinosa*), amarillo (*Miconia bieappendiculata*), arrayán (*Myrtus communis*) y pandala (*Talama nariñensis*) podría ser una ventaja para promover un proyecto de forestación comercial y agroforestal.

Área agropecuaria.- Estas áreas se encuentran ubicadas en zonas con pendiente plana, y se caracterizan por ser tierras aptas para cultivos permanentes posee un área de 458856,72 ha, así como especies de gran demanda en el mercado nacional y regional como papa (*Solanum tuberosum*), melloco (*Basella tuberosum*), ocas (*Oxalis tuberosum*), arveja (*Pisum sativum*), maíz (*Zea mays*), etc.

Se recomienda desarrollar técnicas agroforestales de uso de tierra, que implica la combinación de cultivos con árboles forestales, con ganadería o ambos; con el objetivo de preservar la biodiversidad y recuperar suelos degradados y aportar a la sustentabilidad de la explotación pecuaria y forestal.

4.1.2.6 Zonificación hidrológica

En el Ecuador el manejo de cuencas ha estado dirigido a enfrentar los problemas de suministro de agua para generación de energía eléctrica, alimentación de acueductos y en menor proporción para el riego de cultivos de exportación; a través del desarrollo de proyectos con fines de planificación del uso del suelo y conservar las fuentes de captación del recurso hídrico, proyectos en muchos casos con enfoques sectoriales. Pero se le ha dado poca importancia al manejo integrado de los recursos de la cuenca, acciones que han ocasionado la migración de la población de las vertientes, pues no existen las condiciones que les permitan

mejorar su calidad de vida y de los recursos naturales (Balairón Pérez, 2002, pág. 23). El presente estudio tiene como propósito proponer al Gobierno Autónomo Descentralizado y a las Juntas Administradoras de Agua Potable del cantón Montúfar una zonificación hidrológica muy importante para un correcto manejo de las microcuencas (Figura 4.11) existentes dentro del cantón, el cual está orientado a un adecuado manejo del recurso hídrico. Si se realiza un apropiado manejo de la zona de alta infiltración se garantizará el agua para el presente y futuro.

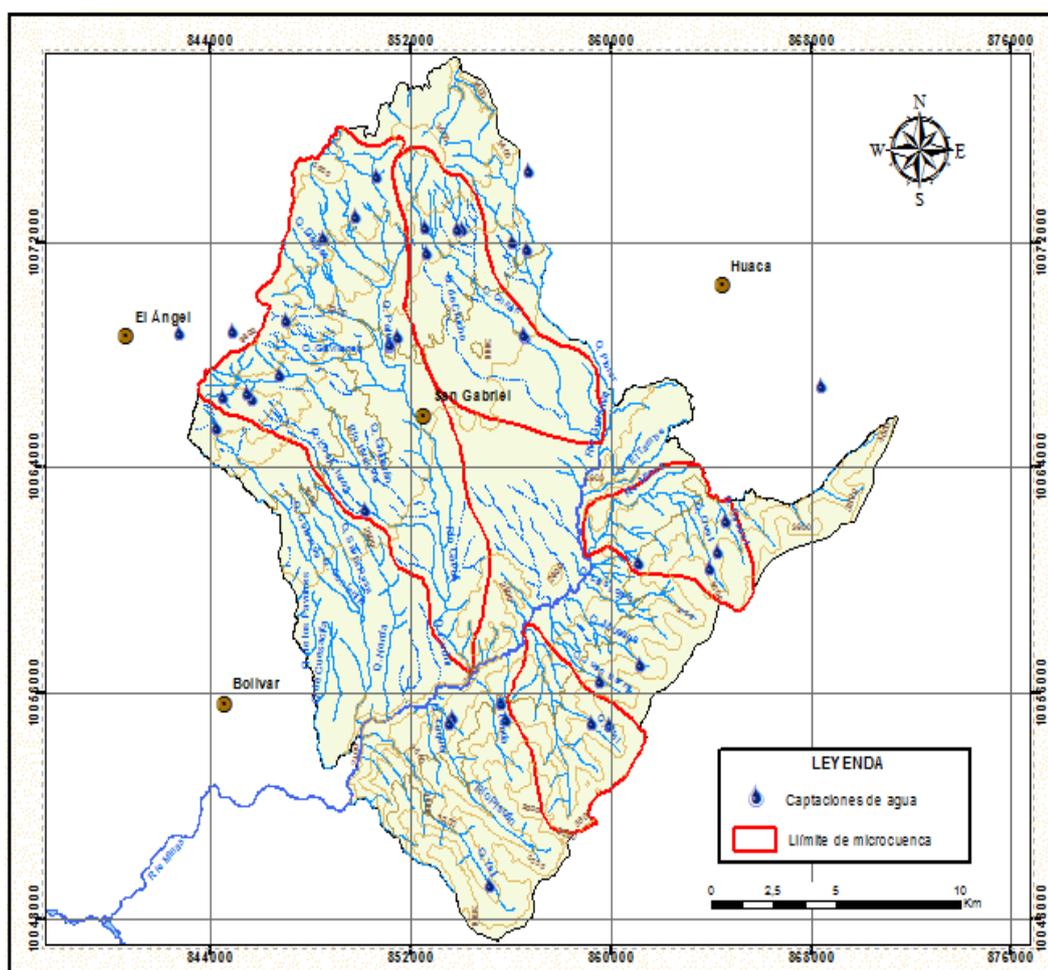


Figura 4.11 Mapa de ubicación de microcuencas en el área de estudio

Elaboración: La autora

Efectuar un monitoreo adecuado del recurso hídrico es de gran importancia y trascendencia en la situación actual, si se considera que este recurso es esencial para la permanencia de toda forma de vida sobre el planeta.

Se realizó el mapa de zonificación hidrológica (Figura 4.12); para conocer principalmente la condición y distribución de este recurso en el cantón Montúfar, obteniendo los siguientes resultados:

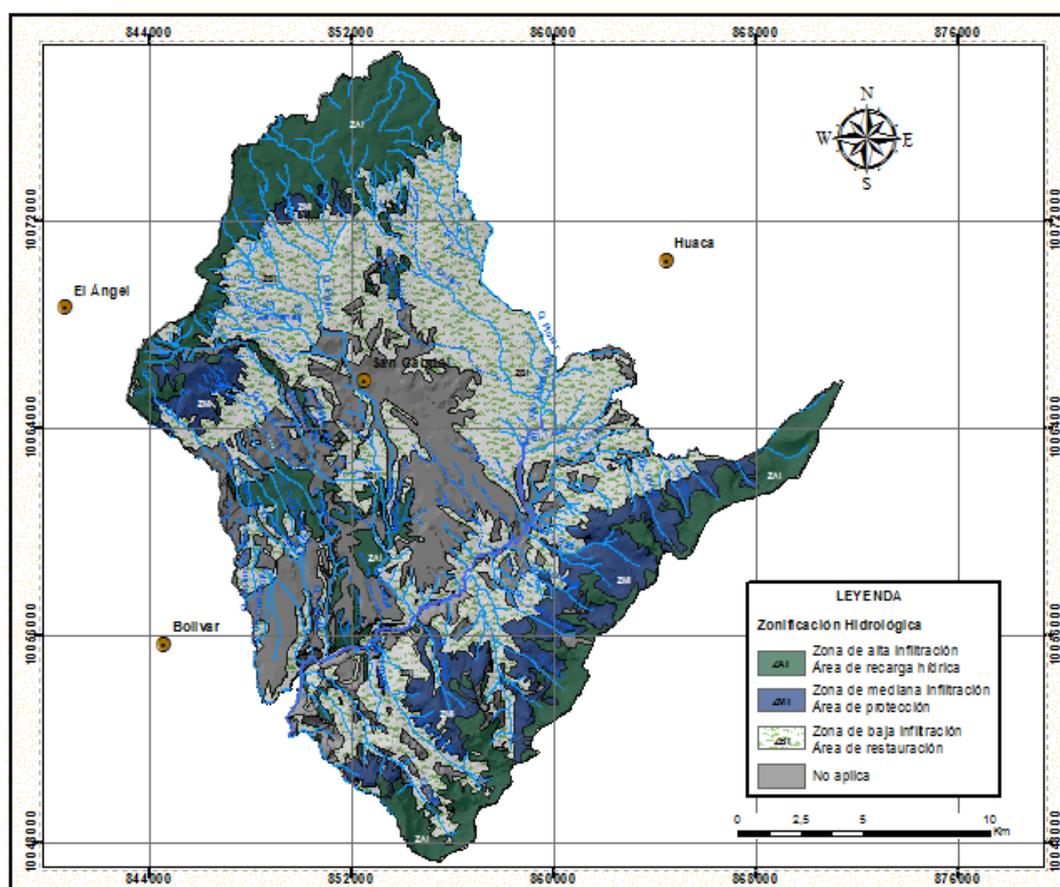


Figura 4.12 Mapa de zonificación Hidrológica
Elaboración: La autora

Se determinó tres áreas como se indica en el cuadro 4.9; generalmente este tipo de zonificación se realiza en cuencas y microcuencas, pero en este caso se realizó aplicando al cantón ya que es el área de estudio.

Cuadro 4.9 Zonificación hidrológica

Símbolo	Descripción	Área (ha)
ZAI	Área de recarga hídrica / Zona de alta infiltración	86950613,19
ZMI	Área de protección / Zona de mediana infiltración	40315103,82
ZBI	Área de restauración / Zona de baja infiltración	170357325,40

Elaboración: La autora

Es por lo mencionado previamente, que se ve la necesidad de identificar las zonas hidrológicamente homogéneas, con la idea de lograr una intervención sobre los recursos naturales de una forma sostenible, con la participación de los actores involucrados; determinando tres zonas: **Zona de alta infiltración.-** Corresponde a la zona donde existe páramo principalmente y es el nacimiento de ríos y manantiales, zonas de pendientes variadas con precipitaciones altas durante todo el año, posee un área de 86950613,19 ha. Esta zona más influyente en cuanto a la cantidad y calidad de agua, ya que se produce una interrelación e interdependencia entre los sistemas físico-biótico y socioeconómico; **Zona de mediana infiltración.-** Se caracteriza por poseer zonas cubiertas con bosques, la mayor parte del agua o bien se infiltra en el suelo recargando los acuíferos o bien es absorbida por la vegetación, que más tarde la devuelve a la atmósfera a través de la transpiración, posee una superficie de 40315103,82 ha; **Zona de baja infiltración.-** Posee una superficie del suelo alterada por actividades humanas, la dinámica hidrológica natural se ve drásticamente modificada, se encuentra distribuida en una superficie de 170357325,40 ha.

4.1.3 Componente Socio-Económico

El diagnóstico del componente socio-económico (Figura 4.13), se realizó mediante la tabulación de las encuestas e información secundaria. Desde el punto de vista de las dinámicas poblacionales, factores económicos, culturales que inciden en la calidad de vida; se obtuvo los siguientes resultados:



Figura 4.13 Feria de los días sábado en San Gabriel
Fuente: GAD Montúfar

4.1.3.1 Población

Según (Ferrer Lues, 2007, pág. 32). La población total se define como el número total de habitantes de un determinado lugar, las características demográficas de la población, permitirán definir las condiciones de vida de las personas que habitan en el cantón. El cantón Montúfar según el último censo de población 2010, reporta que tiene una población total de 30.511 habitantes distribuidos en 15.601 Mujeres y 14.910 Hombres como se indica en la Figura 4.14.

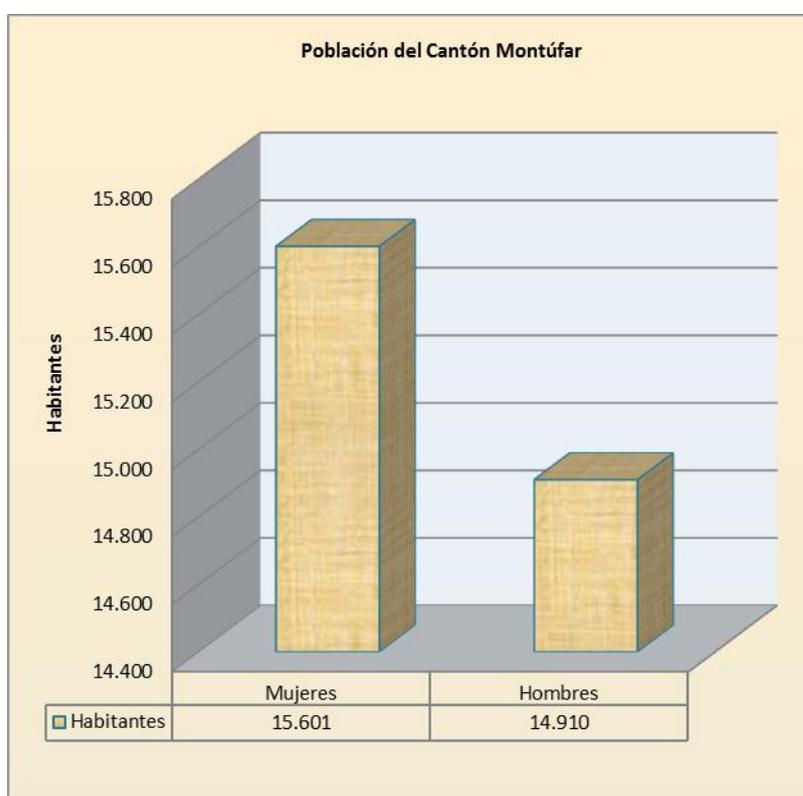


Figura 4.14 Población del cantón Montúfar
Fuente: INEC, Censo de Población y vivienda 2010

a) Población urbana y rural del cantón Montúfar

Los habitantes en el área urbana ascienden al 52% con 16.024 habitantes y en el área rural es del 48% con 14.487 habitantes. Considerando que San Gabriel, congrega el mayor porcentaje de la población urbana y rural (Figura 4.15) (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Montúfar, 2014).

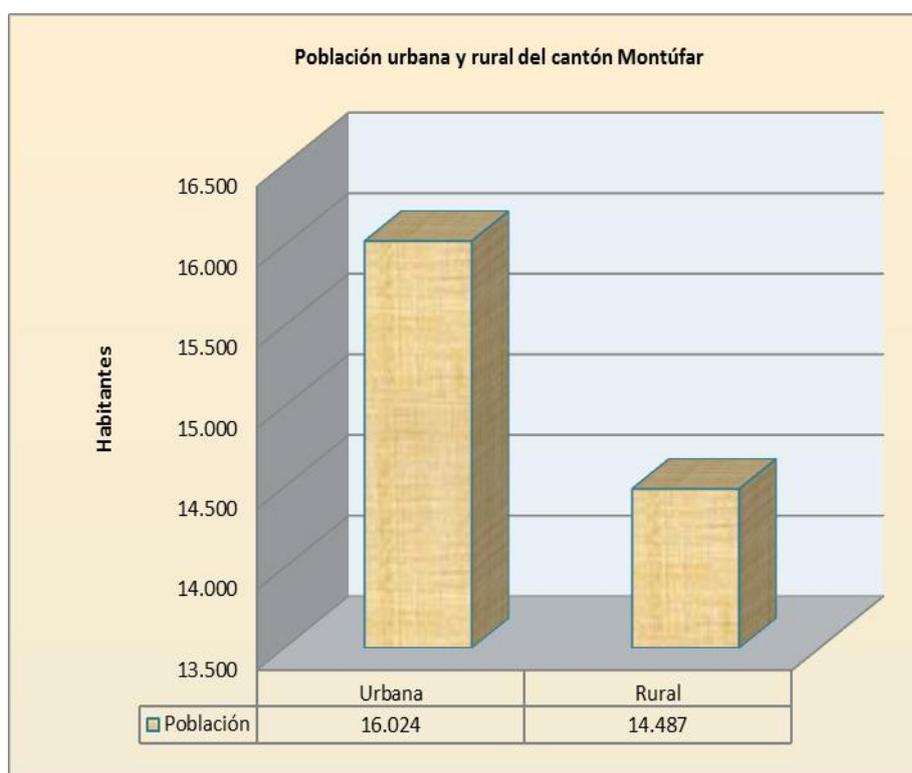


Figura 4.15 Población urbana y rural del cantón Montúfar

Fuente: INEC, Censo de Población y vivienda 2010

b) Crecimiento y distribución de la población

Según datos del INEC la tendencia del crecimiento poblacional (Figura 4.16), se ha mantenido desde el año 1990, hasta el 2010, no obstante podemos determinar un mayor crecimiento en la ciudad de San Gabriel, principalmente debido a la migración de la población rural a las zonas urbanas.

En la actualidad la tasa de crecimiento poblacional del cantón Montúfar es del 0,73%. (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Montúfar, 2014). El crecimiento poblacional y la distribución de la población permiten al Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Montúfar y a las Juntas Administradoras de Agua Potable, analizar la demanda que tendrá en un futuro con respecto al recurso hídrico; cómo podemos observar en los resultados obtenidos por medio de la presente investigación la tasa de crecimiento es de 0,73% se considera baja con respecto a la tasa de crecimiento del país que es de 1,6% como lo indica en el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC).

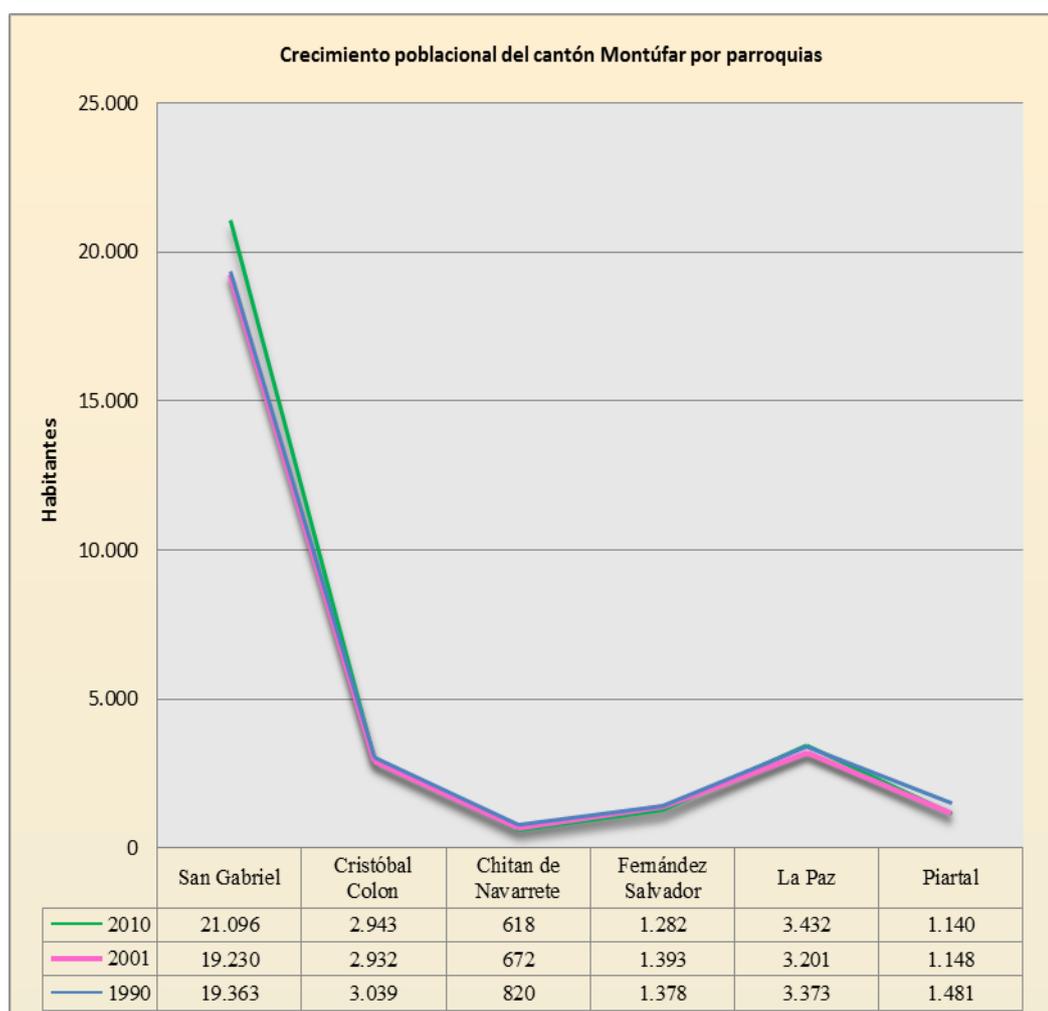


Figura 4.16 Crecimiento poblacional del cantón Montúfar por parroquias según períodos intercensales

Fuente: INEC, Censo de Población y vivienda 2010

c) Población por parroquias

Es importante conocer la población por parroquias del cantón Montúfar, ya que por medio de la aplicación del índice de crecimiento poblacional, se podría determinar el aumento de población por parroquias, y buscar alternativas de captación de agua en caso de ser necesario. San Gabriel con dos parroquias urbanas: San José y González Suárez representan el mayor porcentaje poblacional con 21.096 habitantes que constituye el 69% de la población total, seguida de las parroquias rurales La Paz con 3.432 habitantes que representa el 11%, Cristóbal Colón con 2.943 habitantes que constituye el 10%, Fernández Salvador con 1.282 habitantes que incorpora el 4% al igual que Piartal con 1.140 habitantes y Chitán

de Navarretes con 618 habitantes que incorpora el 2% de la población total, como se indica en la Figura 4.17.

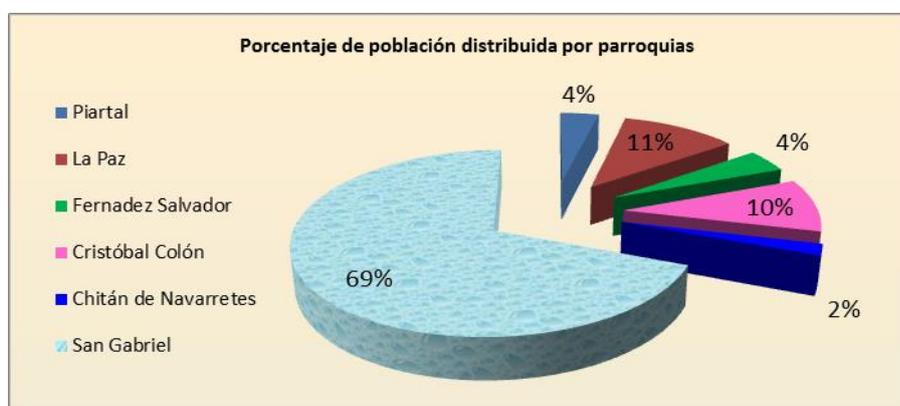


Figura 4.17 Porcentaje de población distribuida por parroquias

Fuente: INEC, Censo de Población y vivienda 2010

4.1.3.2 Servicios básicos

En el Ecuador no se realizan regularmente estudios estadísticos sobre la distribución de los servicios básicos a nivel nacional, manejando así las asignaciones de los recursos a los que tienen derecho todas las provincias en un nivel político y creando de esta manera insatisfacción en la población y desbalances en el desarrollo de las distintas regiones. Sin embargo el último censo de población proporcionó los siguientes resultados:

a) Agua

La cobertura de agua en el Ecuador ha aumentado considerablemente, sin embargo se caracteriza por bajos niveles especialmente en áreas rurales, los habitantes del cantón Montúfar cuenta con diferentes orígenes para disponer del líquido vital, como se señala a continuación:

○ Red pública

El servicio de agua de red pública (Figura 4.18) llega a las siete parroquias del

cantón Montúfar con un total de 6.919 conexiones, de las cuales el 73% se encuentran en San Gabriel con 5.053 conexiones, el 9% se encuentra en Cristóbal Colón y La Paz con 619 y 597 conexiones respectivamente, el 4% se encuentra en Fernández Salvador con 301 conexiones, el 3% en Piartal con 211 conexiones y el 2% en Chitán de Navarrete con 138 conexiones.

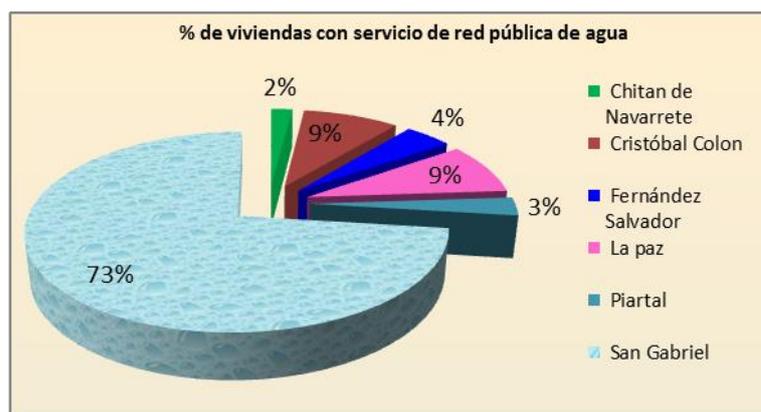


Figura 4.18 Viviendas con servicio de red pública de agua
Fuente: INEC, Censo de Población y vivienda 2010

○ **De pozo**

En el cantón Montúfar 73 viviendas consumen agua de pozo (Figura 4.19) de las cuales el 45% se encuentran en San Gabriel con 33 viviendas, el 18% en Cristóbal Colón con 13 viviendas, el 14% en La Paz con 10 viviendas, el 11% en Piartal con ocho viviendas, el 8% en Chitán de Navarrete con seis viviendas y el 4% en Fernández Salvador con tres viviendas.

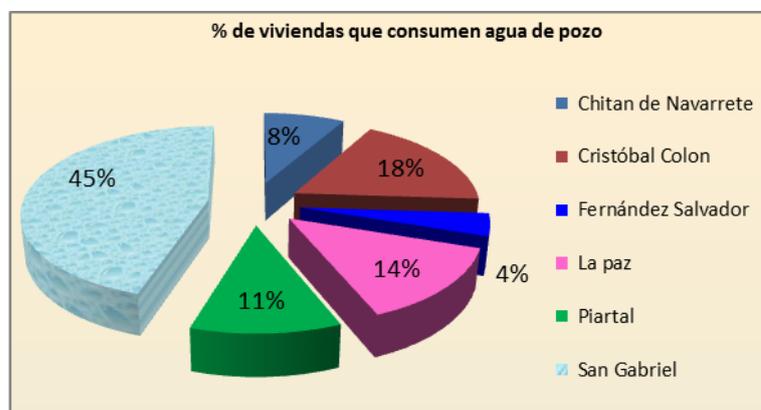


Figura 4.19 % de Viviendas que consumen agua de pozo
Fuente: INEC, Censo de Población y vivienda 2010

○ **De río, vertiente, acequia o canal**

El cantón Montúfar cuenta con 278 viviendas que consumen agua de río, vertiente, acequia o canal (Figura 4.20) de las cuales el 32% se encuentran en San Gabriel y La Paz con 278 y 285 respectivamente, el 19% en Cristóbal Colon con 168 viviendas, el 11% en Piartal con ocho viviendas y el 3% en Chitán de Navarretes y Fernández Salvador con seis y tres viviendas respectivamente.

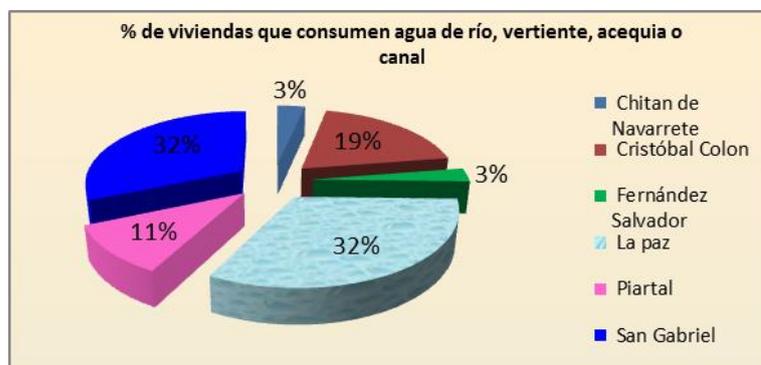


Figura 4.20 % de viviendas que consumen agua de río, vertiente o canal
Fuente: INEC, Censo de Población y vivienda 2010

○ **De carro repartidor**

En las parroquias de San Gabriel (González Suárez y San José) y la parroquia de Cristóbal Colón hay cuatro viviendas que consumen agua de carro repartidor de las cuales el 75% se encuentran en San Gabriel con tres viviendas y el 25% en Cristóbal Colón con una vivienda, como se muestra en la Figura 4.21.

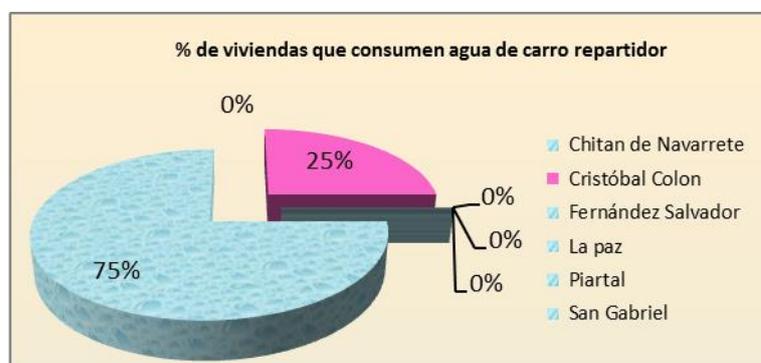


Figura 4.21 % de viviendas que consumen agua de carro repartidor
Fuente: INEC, Censo de Población y vivienda 2010

Por medio de la presente investigación se pudo determinar las fuentes de agua utilizadas por los habitantes del cantón Montúfar, si comparamos con los datos obtenidos por la investigación bibliográfica obtenida del INEC, se puede corroborar que la investigación proyecta resultados similares, excepto por el consumo de agua de carro repartidor; esto puede deberse a que las encuestas fueron realizadas al azar y las personas que utilizan esta fuente de agua no fueron encuestadas.

4.1.3.3 Educación

Es importante conocer las instituciones de educación con las que cuenta el cantón Montúfar, ya que podrían convertirse en un pilar fundamental en la educación ambiental, si por medio de ellas se imparte charlas; tanto a niños, jóvenes y padres de familia con el fin de concientizar la importancia de este valioso recurso. La educación del Cantón Montúfar se encuentra distribuida en las 49 Instituciones Educativas, divididas en instituciones fiscales, particulares, fiscomisionales y municipales, la educación pública es laica en todos sus niveles, obligatoria hasta el nivel básico y gratuita hasta el bachillerato o su equivalente. El cantón Montúfar cuenta con 49 Instituciones Educativas distribuidas en las diferentes parroquias: la Parroquia San José cuenta con 16 instituciones educativas, Gonzáles Suárez cuenta con 10 instituciones educativas, Piartal cuenta con nueve instituciones educativas, La Paz cuenta con cinco instituciones educativas, Cristóbal Colón cuenta con ocho instituciones educativas y Fernández Salvador cuenta con una institución educativa.

4.1.3.4 Salud

El presente estudio pudo determinar la influencia de la calidad del agua en la población ya que en el sector salud no existe estadísticas con respecto a enfermedades hídricas; sería importante que se pueda realizar un seguimiento a este aspecto para proteger la salud de la población en general. El cantón Montúfar cuenta con un Hospital básico que presta los siguientes servicios (Promoción de

salud, prevención de enfermedades, consulta externa, emergencias, hospitalización, rehabilitación y servicio auxiliar de diagnóstico) ubicado en San Gabriel y cinco Centros de Salud que prestan servicios de (Promoción de salud, prevención de enfermedades, consulta externa y emergencias) ubicados en Capulí, Cristóbal Colón, Fernández Salvador, La Paz y Piartal; y dos puestos de salud en Chután Bajo y Chitan de Navarretes. (Cuadro 4.10).

Cuadro 4.10 Establecimientos de salud y prestación de servicios

Establecimientos	Tipología
San Gabriel	Hospital Básico
Capulí	Centro de Salud
Cristóbal Colón	Centro de Salud
Fernández Salvador	Centro de Salud
La Paz	Centro de Salud
Piartal	Centro de Salud
Chután Bajo	Puesto de Salud
Chitán de Navarrete	Puesto de Salud

Fuente: PDOT Cantón Montúfar

4.1.3.5 Actividad económica

La actividad económica es cualquier proceso que ocurre de manera organizada con el fin último de generar productos, o también bienes y servicios, que en un contexto dado contribuirán al progreso económico de un grupo, sociedad o nación, tienen el propósito de cubrir las necesidades humanas a partir del trabajo sobre los recursos disponibles en el planeta. El cantón Montúfar se caracteriza por tener una actividad económica basada en el comercio al por mayor o menor, que se dedica a la actividad agrícola y ganadera, productor principalmente de papa y de leche (en la zona alto andina). La población económicamente activa es de 12.336 habitantes, que representa el 40,4% de la población total, de la cuales 4334 personas son peones o jornaleros representando el 35,10%, 2853 personas trabajan por cuenta propia representando el 23,10%, 2222 personas son empleados

privados representando el 18,00%, 1605 personas son Empleados del Estado, representando al 13,00%, 396 personas son patronos representando el 3,20% y, 247 personas son empleado/a doméstica que representa al 2,00% y 163 personas son trabajador/a no remunerado representando el 1,30% de la población económicamente activa, como se muestra en la Figura 4.22.

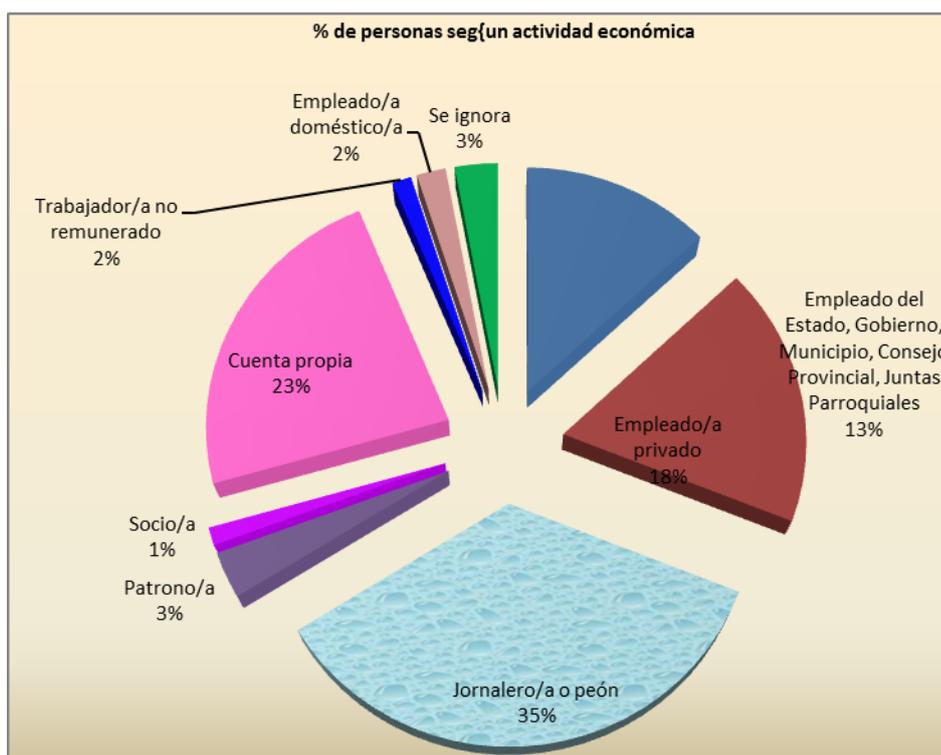


Figura 4.22 % de personas según la actividad económica

Fuente: INEC, Censo de Población y vivienda 2010

a) Agricultura y ganadería

El cantón Montúfar, así como la provincia del Carchi es famosa entre otras cosas por las potencialidades agropecuarias (Figura 4.23) en sus espacios rurales, las haciendas, poseedoras de las tierras de mejor calidad dedican extensas superficie a la ganadería de leche y carne; se combina con la actividad agrícola en especial con el cultivo de papa. Los principales productos agropecuarios que son utilizados para la venta y el autoconsumo son: papa (*Solanum tuberosum*), maíz (*Zea mays*), haba (*Vicia faba*), arveja (*Pisum sativum*), cebolla paiteña (*Allium cepa*), brócoli (*Brassica oleracea*), zanahoria (*Daucus carota*), ajo (*allium_sativum*), hortalizas,

otras legumbres y cereales. Las unidades familiares mantienen ganado bovino, porcino, lanar y otros animales menores. La mayor parte de la producción agrícola que es destinada al comercio.



Figura 4.23 Ganadería en el cantón Montúfar
Elaboración: La autora

b) Turismo

Los lugares que son visitados con mayor frecuencia son: La Gruta de la Paz, el Bosque de los Arrayanes, la Laguna del Salado, las Cascadas de Paluz (Figura 4.24) y cascada de Huaquer. Si se compara estos resultados con los que se encontró en estudios similares realizados para potencializar el sector turístico del cantón en el Estudio de factibilidad para la creación de un camping turístico en la ciudad de San Gabriel provincia del Carchi de (Delgado, 2011), se puede observar que los resultados estason similares.



Figura 4.24 Cascada de Paluz
Elaboración: La autora

4.1.3.6 Aspectos culturales

Parte también de la cultura son las costumbres y tradiciones, relacionadas con: el baile de Inocentes, el baile del Corpus, las fiestas religiosas, la comida típica con productos propios de la zona, las corridas de toros populares, etc.; el cantón Montúfar tiene también un excelente Teatro Municipal, el mismo que está ubicado en la ciudad de San Gabriel, en este lugar se desarrollan grandes presentaciones de teatro, danza, poesía, declamación, libro leído, música.

4.2 Resultados de la evaluación de calidad y cantidad de agua de la Juntas Administradoras de Agua Potable

La calidad del agua fue evaluada a partir de las muestras recolectadas en el período de marzo a mayo (época de lluvia) en los tres puntos definidos en la metodología; en las muestras se midió parámetros físico-químicos y microbiológicos (Ver Anexo 4: Resultado 1-34).

4.2.1 Calidad de agua

El acceso al agua potable es una necesidad primaria y por lo tanto un derecho humano fundamental, en este contexto es necesario cumplir con los requisitos Físicos, Químicos y Microbiológicos contemplados en la legislación vigente.

Para esta investigación se analizó y comparó los resultados obtenidos en el laboratorio con la Norma INEN 1108, como se indica en el objetivo específico del proyecto, es importante conocer que estudios similares de evaluación de la calidad del agua para el consumo humano de las comunidades del cantón Cotacachi y propuesta de medidas correctiva de (Reascos & Yar, 2010), corroboran la metodología implementada por la presente investigación. Por otro lado se puede indicar que a pesar de los esfuerzos por tener un análisis global de la calidad del agua, no fue suficiente y se propone realizar los análisis por lo menos dos veces al año (época seca y época lluviosa); para que los datos sean más confiables.

4.2.1.1 Parámetros físicos

La interpretación de los resultados de un análisis de aguas debe partir del conocimiento del origen y del destino que se le va a dar al recurso. Por esta razón los resultados obtenidos fueron analizados de acuerdo a la normativa aplicable a agua potable (Norma INEN 1108).

a) Potencial Hidrógeno (pH)

No fue posible comparar estos resultados con otros realizados en la misma zona de estudio, ya que anteriormente no se ha realizado estudios de esta índole, sin embargo los resultados obtenidos son comparados con la norma técnica; esta comparación permitió establecer que no existe problemas con respecto a este parámetro y que a pesar que algunas de las juntas presentan valores de pH menores al límite inferior que la norma exige no representa ningún riesgo para la salud. Como se muestra en el Cuadro 4.11, el análisis del pH en la mayoría de JAAP se encuentra dentro de los límites permisibles de seis a nueve de acuerdo al norma INEN 1108, la JAAP de Chiles tiene un pH de 6,10 en la captación por lo cual se encuentra levemente fuera del rango ideal, no es un riesgo para la salud pero puede afectar con corrosividad al sistema de tubería (conducción).

Cuadro 4.11 Resultados de pH de JAAP del cantón Montúfar

JAAP	CAPTACIÓN	PLANTA	RED
Límite Máximo Permissible pH	6,5 – 6,8	6,5 – 6,8	6,5 – 6,8*
Athal	6,95	6,80	6,80
Canchaguano	7,20	6,54	6,87
Capulí	6,87	6,98	7,07
Chamizo	6,70	6,80	6,80
Chicho Caico	6,80	6,80	6,90
Chiles	6,10	6,67	6,80
Chitan De Navarretes	6,70	6,80	6,85
Chitan De Queles	6,70	6,70	6,80

Chutan Alto	6,60	6,80	6,80
Chutan Bajo	7,01	7,00	7,20
Colorado	6,86	6,78	6,83
Cristóbal Colón	6,80	6,70	7,00
Cumbaltar	6,70	6,70	6,80
El Ejido	7,05	7,01	7,00
El Rosal	7,20	6,92	7,00
Fernández Salvador	7,10	6,80	7,20
Gruta De La Paz	7,20	7,10	7,00
Huaquer	6,60	6,76	6,80
Jesús De Gran Poder	6,90	6,80	6,94
La Delicia	6,60	6,80	6,98
La Paz	6,90	6,90	6,90
Mata Redonda	6,60	6,50	6,80
Piartal	7,10	6,98	7,03
Pizán	6,80	6,70	6,90
Regional Cucher	6,90	6,70	6,80
San Cristóbal	6,70	6,80	7,10
San Francisco Porvenir	6,91	7,42	7,29*
San Gabriel	6,67	6,80	6,90
San Juan	6,60	6,70	6,80
San Pedro	7,29	7,37	6,80
Sixal	7,06	6,84	6,91
Tanguis	6,50	6,70	6,80
Tesalia	6,78	6,82	6,85
Tuquer	6,57	6,68	6,67
★ Límite de pH en el agua potable según la Norma INEN 1108 *Corresponde al valor más alto- sin estar fuera del límite que la norma establece			

Elaboración: La autora

b) Color

La JAAP de Cumbaltar presentar inconvenientes en la planta de tratamiento ya que aporta color porque ingresa a la planta con 10 UTC y al salir se incrementa a 75 UTC, como se muestra en el Cuadro 4.12; la JAAP de Cumbaltar y San Cristóbal presentan problemas de coloración del agua, debido a que sus valores exceden a 15 (Pt-Co) límite de la norma INEN 1108. Principalmente las aguas superficiales pueden estar coloridas debido a una posible presencia de manganeso,

hierro, níquel, humus o de materia orgánica como taninos; y esto también podría cambiar el pH de la muestra. Si existiera mucho humus en el agua podría dar una coloración café; el hierro y manganeso dan un color amarillento. Una de las causas principales de interferencia en el color es la turbiedad, la cual produce un color aparente más alto que el color verdadero.

Cuadro 4.12 Resultados de Color de JAAP del cantón Montúfar

JAAP	CAPTACIÓN	PLANTA	RED
Límite Máximo Permisible Color (UTC)	15	15	15★
Athal	16,00	15,00	14,00
Canchaguano	10,00	5,00	5,00
Capulí	30,00	25,00	15,00*
Chamizo	3,00	2,00	1,00
Chicho Caico	5,00	5,00	5,00
Chiles	2,00	2,00	2,00
Chitan De Navarretes	2,00	1,00	1,00
Chitan De Queles	2,00	2,00	1,00
Chutan Alto	5,00	1,00	1,00
Chutan Bajo	2,00	2,00	1,00
Colorado	8,00	8,00	8,00
Cristóbal Colón	1,00	0,50	0,00
Cumbaltar	10,00	75,00	50,00*
El Ejido	4,00	2,50	1,00
El Rosal	16,00	8,00	8,00
Fernández Salvador	30,00	20,00	5,00
Gruta De La Paz	10,00	10,00	10,00
Huaquer	25,00	15,00	15,00*
Jesús De Gran Poder	5,00	3,00	3,00
La Delicia	5,00	5,00	8,00
La Paz	5,00	1,00	1,00
Mata Redonda	1,00	1,00	0,50
Piartal	18,00	15,00	15,00*
Pizán	5,00	20,00	15,00*
Regional Cucher	30,00	17,50	12,50
San Cristóbal	50,00	45,00	20,00
San Francisco Porvenir	10,00	5,00	5,00

San Gabriel	15,00	5,00	0,10
San Juan	1,00	1,00	1,00
San Pedro	30,00	25,00	10,00
Sixal	1,00	1,00	1,00
Tanguis	5,00	5,00	5,00
Tesalia	3,00	1,00	1,00
Tuquer	2,50	1,20	1,20
★ Límite de color en el agua potable según la Norma INEN 1108 * Corresponde al valor más alto - fuera del límite establecido *Corresponde al valor límite que establece la norma			

Elaboración: La autora

c) Turbiedad

La turbidez es una medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión, fitoplancton, crecimiento de algas, escorrentía o sedimentos procedentes de la erosión; afecta a la desinfección del agua razón por la que es considerada importante en la salud pública. La turbidez puede ser removida por coagulación, sedimentación y filtración. El nivel máximo de turbiedad es 5 NTU según la Norma INEN 1108. El Cuadro 4.13, demuestra que no hay problema con este parámetro, sin embargo apenas se ha realizado mediciones puntuales, para una evaluación significativa se necesita tres mediciones para determinar el promedio mensual, como exige la técnica de medición.

Cuadro 4.13 Resultados de Turbiedad de JAAP del cantón Montúfar

JAAP	CAPTACIÓN	PLANTA	RED
Límite Máximo Permisible Turbiedad (NTU)	5,00	5,00	5,00★
Athal	5,89	3,23	4,00
Canchaguano	2,62	1,43	1,07
Capulí	2,82	1,69	2,38
Chamizo	0,75	0,63	1,07
Chicho Caico	7,71	2,76	4,56*
Chiles	0,69	0,40	0,30

Chitan De Navarretes	1,20	0,44	0,20
Chitan De Queles	0,94	0,85	0,45
Chutan Alto	12,30	1,02	0,97
Chutan Bajo	2,36	2,75	1,50
Colorado	2,46	2,52	0,56
Cristóbal Colón	0,94	0,83	0,35
Cumbaltar	3,17	4,15	1,41
El Ejido	2,87	4,30	3,54
El Rosal	1,38	1,08	0,73
Fernández Salvador	1,73	1,33	1,05
Gruta De La Paz	3,77	3,13	3,01
Huaquer	4,95	4,50	4,20
Jesús De Gran Poder	4,94	2,34	1,96
La Delicia	2,96	3,54	3,54
La Paz	1,75	1,55	1,42
Mata Redonda	0,18	0,40	0,30
Piartal	2,50	2,52	2,61
Pizán	2,87	9,89	1,09
Regional Cucher	5,00	2,74	2,67
San Cristóbal	2,44	3,48	3,20
San Francisco Porvenir	2,99	1,60	1,29
San Gabriel	1,71	1,25	0,35
San Juan	0,23	2,29	0,97
San Pedro	3,18	2,94	1,20
Sixal	0,45	0,14	0,10
Tanguis	1,56	1,48	1,48
Tesalia	2,56	4,73	3,02
Tuquer	2,78	1,48	1,10
★ Límite de turbiedad en el agua potable según la Norma INEN 1108 *Corresponde al valor más alto- sin estar fuera del límite que la norma establece			

Elaboración: La autora

d) Sólidos totales disueltos

Este parámetro mide la cantidad total de sólidos disueltos en el agua en ppm; y está relacionada con la conductividad eléctrica, se mide en ppm. Este parámetro no es tomado en cuenta por la Norma INEN 1108 razón por la cual se tomó en consideración el Decreto 475 de 1998 del Ministerio de Salud establece que para

agua potable la conductividad deberá estar comprendida entre 50 y 1000 $\mu\text{mho/cm}$. Al analizar los resultados se puede afirmar que ninguna de las JAAP tiene problemas con este parámetro, como se muestra en el Cuadro 4.14. En el presente trabajo se ha corroborado la importancia de que el agua no contenga sólidos disueltos como lo determina la norma, ya que si esto sucediera el agua tendría una apariencia turbia, podría resultar desagradable para los consumidores y también puede interferir con los equipos de tratamiento. La JAAP de San Cristóbal tiene el menor valor de sólidos disueltos totales, esto podría deberse a que en la zona donde se realiza la captación no hay presencia de actividad humana porque se encuentra en una zona protegida.

Cuadro 4.14 Resultados de sólidos totales disueltos de JAAP del cantón Montúfar

JAAP	CAPTACIÓN	PLANTA	RED
Límite Máximo Permisible Sólidos totales disueltos (mg/l)	1015	1015	1015★
Athal	10,20	38,50	10,10
Canchaguano	10,70	10,40	15,40
Capulí	32,20	31,80	32,80
Chamizo	6,15	10,50	11,10
Chicho Caico	26,50	30,20	30,00
Chiles	45,70	46,54	46,50
Chitan De Navarretes	53,40	52,40	51,80
Chitan De Queles	33,20	32,40	32,10
Chutan Alto	20,00	25,30	25,30
Chutan Bajo	33,00	26,90	29,30
Colorado	48,80	49,20	49,30
Cristóbal Colón	26,80	32,10	27,10
Cumbaltar	26,10	26,80	26,50
El Ejido	30,10	35,30	34,00
El Rosal	8,86	15,60	15,80
Fernández Salvador	6,81	9,90	9,98
Gruta De La Paz	19,00	19,20	18,50
Huaquer	20,10	20,20	21,30
Jesús De Gran Poder	9,33	10,80	9,45
La Delicia	25,60	25,80	25,20
La Paz	25,10	21,20	23,70

Mata Redonda	73,10	73,30	73,60
Piartal	28,00	12,00	11,50
Pizán	15,70	15,60	15,40
Regional Cucher	10,90	10,80	13,20
San Cristóbal	10,30	12,30	6,84*
San Francisco Porvenir	8,80	8,70	8,50
San Gabriel	7,39	8,16	35,20
San Juan	47,00	47,30	47,20
San Pedro	63,70	18,71	14,86
Sixal	76,40	77,30	76,70
Tanguis	56,50	55,30	54,60
Tesalia	27,50	27,60	26,60
Tuquer	9,52	10,10	10,20
★ Límite de sólidos totales disueltos en el agua potable según la Norma INEN 1108 *Corresponde al valor mínimo encontrado con respecto a este parámetro			

Elaboración: La autora

e) Conductividad

Es importante realizar la medición de este parámetro ya que por medio del mismo podemos supervisar el funcionamiento de los sistemas de tratamiento, ya que está directamente vinculada con la cantidad de sólidos disueltos. Como se muestra en el Cuadro 4.15. La conductividad del agua es un valor muy utilizado para determinar el contenido de sales disueltas en ella, es el inverso de la resistencia que opone el agua al paso de la corriente eléctrica. Las JAAP no tienen problemas en este parámetro. Sin embargo la JAAP de Mata Redonda presenta el valor más alto con respecto a este parámetro con 147,80 uS/cm, esto podría deberse a que proviene de una fuente subterránea cercana a la población.

Cuadro 4.15 Resultados de conductividad de JAAP del cantón Montúfar

JAAP	CAPTACIÓN	PLANTA	RED
Límite Máximo Permisible uS/cm	1390	1390	1390★
Athal	20,10	77,30	20,20

Canchaguano	21,60	20,70	31,10
Capulí	64,50	63,60	65,60
Chamizo	12,34	21,00	22,30
Chicho Caico	53,10	60,40	59,90
Chiles	91,30	93,08	93,10
Chitan De Navarretes	106,40	105,00	130,70
Chitan De Queles	66,50	64,80	64,00
Chutan Alto	40,10	50,60	50,80
Chutan Bajo	66,10	59,30	58,80
Colorado	97,50	98,50	98,40
Cristóbal Colón	54,00	64,50	54,30
Cumbaltar	52,20	52,80	53,00
El Ejido	60,10	70,70	68,00
El Rosal	17,62	31,50	31,40
Fernández Salvador	13,76	20,10	19,87
Gruta De La Paz	37,80	38,60	36,90
Huaquer	40,18	40,30	42,10
Jesús De Gran Poder	18,69	21,50	18,96
La Delicia	51,70	51,70	51,00
La Paz	50,30	42,20	47,50
Mata Redonda	146,60	146,40	147,80*
Piartal	50,00	22,80	6,00
Pizán	31,40	31,30	30,70
Regional Cucher	21,70	21,60	26,50
San Cristóbal	20,60	24,60	13,63
San Francisco Porvenir	17,50	17,45	17,20
San Gabriel	14,90	16,33	70,00
San Juan	94,40	94,50	94,40
San Pedro	47,20	47,25	47,20
Sixal	152,60	155,00	153,40
Tanguis	305,20	310,00	306,80
Tesalia	54,60	55,30	53,40
Tuquer	19,05	20,40	20,40
★ Límite de conductividad en el agua potable según la Norma INEN 1108 *Corresponde al valor más alto- sin estar fuera del límite que la norma establece			

Elaboración: La autora

4.2.1.2 Parámetros químicos

Los múltiples compuestos químicos disueltos pueden ser de origen natural o industrial y serán benéficos o dañinos de acuerdo a su composición y concentración. Por esta razón se analizará los siguientes parámetros.

a) Alcalinidad Total

La alcalinidad en el agua puede ser provocada por la presencia de una alta concentración de moléculas minerales de carbono en suspensión, provenientes de rocas, como piedra caliza o de lixiviación de la dolomita o calcita del suelo; si presenta alta alcalinidad puede considerarse como agua dura. Esto lograría facilitar a la transferencia de plomo de las tuberías al suministro, poniendo en riesgo la salud de las personas que la ingieran. Este estudio encontró que ninguna de las Juntas Administradoras de Agua Potable presenta valores superiores a los que la Norma INEN 1108 indica para este parámetro, sin embargo según la bibliografía consultada un valor superior a 100mg/l es adecuado, para equilibrar el pH.

Cuadro 4.16 Resultados de alcalinidad total de JAAP del cantón Montúfar

JAAP	CAPTACIÓN	PLANTA	RED
Límite Máximo Permisible Alcalinidad Total (Caco3) (mg/l)	370	370	370★
Athal	10,00	10,00	10,00
Canchaguano	15,00	10,00	10,00
Capulí	5,00	10,00	5,00
Chamizo	10,00	55,00	40,00
Chicho Caico	85,00	90,00	40,00
Chiles	42,00	45,00	25,00
Chitan De Navarretes	45,00	20,00	25,00
Chitan De Queles	5,00	10,00	5,00
Chutan Alto	20,00	15,00	10,00
Chutan Bajo	60,00	30,00	15,00

Colorado	30,00	30,00	30,00
Cristóbal Colón	25,00	15,00	10,00
Cumbaltar	20,00	15,00	10,00
El Ejido	15,00	35,00	15,00
El Rosal	10,00	10,00	10,00
Fernández Salvador	30,00	25,00	25,00
Gruta De La Paz	15,00	15,00	10,00
Huaquer	20,00	15,00	10,00
Jesús De Gran Poder	30,00	25,00	25,00
La Delicia	20,00	15,00	30,00
La Paz	165,00	210,00	15,00
Mata Redonda	80,00	55,00	75,00
Piartal	16,00	16,00	20,00
Pizán	25,00	35,00	15,00
Regional Cucher	5,50	5,00	10,00
San Cristóbal	15,00	5,00	5,00
San Francisco Porvenir	10,00	10,00	10,00
San Gabriel	80,00	80,00	60,00
San Juan	35,00	45,00	50,00
San Pedro	20,00	20,00	20,00
Sixal	90,00	55,00	85,00
Tanguis	10,00	10,00	10,00
Tesalia	10,00	5,00	5,00
Tuquer	120,00	285,00*	30,00
★ Límite de alcalinidad total en el agua potable según la Norma INEN 1108 *Corresponde al valor más alto- sin estar fuera del límite que la norma establece			

Elaboración: La autora

b) Dureza Total (CaCO₃)

Todas las JAAP cumplen con este parámetro, desde el punto de vista agronómico estas aguas son ligeramente duras, considerando el límite de concentración de 10 mg CaCO₃/l a 50 mg CaCO₃/l, como se muestra en el Cuadro 4.17.

Del análisis de los resultados se puede evidenciar que si el agua es considerada dura puede generar problemas de incrustaciones en las tuberías de la red de distribución y en los hogares, se debe usar resinas de intercambio iónico, que

retienen los metales alcalinotérreos a cambio de ceder otros cationes como el H⁺ o el Na⁺. Las JAAP de San Juan y Sixal – Miraflores presentan valores que son más altos de 80 mg/l de (CaCO₃), esto puede deberse a que las dos fuentes son subterráneas cuya agua lava las rocas que contiene un alto nivel de minerales.

Cuadro 4.17 Resultados de dureza total de JAAP del cantón Montúfar

JAAP	CAPTACIÓN	PLANTA	RED
Límite Máximo Permisible Dureza total (CaCO₃) (mg/l)	250	250	250★
Athal	20,00	20,00	20,00
Canchaguano	5,00	5,00	5,00
Capulí	20,00	15,00	25,00
Chamizo	5,00	15,00	20,00
Chicho Caico	15,00	25,00	20,00
Chiles	25,00	15,00	10,00
Chitan De Navarretes	20,00	40,00	30,00
Chitan De Queles	15,00	15,00	20,00
Chutan Alto	35,00	30,00	35,00
Chutan Bajo	10,00	15,00	40,00
Colorado	35,00	40,00	40,00
Cristóbal Colón	35,00	20,00	10,00
Cumbaltar	25,00	10,00	10,00
El Ejido	20,00	35,00	20,00
El Rosal	5,00	5,00	5,00
Fernández Salvador	50,00	60,00	50,00
Gruta De La Paz	25,00	20,00	20,00
Huaquer	45,00	35,00	30,00
Jesús De Gran Poder	35,00	30,00	35,00
La Delicia	5,00	10,00	20,00
La Paz	10,00	5,00	15,00
Mata Redonda	45,00	45,00	25,00
Piartal	13,00	9,00	22,00
Pizán	55,00	50,00	65,00
Regional Cucher	10,00	10,00	25,00
San Cristóbal	15,00	15,00	5,00
San Francisco Porvenir	5,00	5,00	5,00
San Gabriel	60,00	55,00	55,00

San Juan	35,00	85,00	80,00*
San Pedro	6,00	6,00	6,00
Sixal	45,00	125,00	80,00
Tanguis	15,00	15,00	15,00
Tesalia	10,00	5,00	25,00
<p>★ Límite de dureza total en el agua potable según la Norma INEN 1108 *Corresponde al valor más alto- sin estar fuera del límite que la norma establece</p>			

Elaboración: La autora

c) Fosfatos (PO_4^{3-})

Los análisis muestran que tan solo el 8,8% de las juntas cumple con la norma INEN 1108 que indica el límite máximo permisible es 0,1 mg/l, esto podría deberse a falta de limpieza y mantenimiento de las plantas de tratamiento. Debido posiblemente a que la materia prima empleada para clorar no es de buena calidad. Los fosfatos proviene de fuentes orgánicas principalmente de excrementos de animales o por fuentes naturales (lavado de rocas), otra fuente potencial puede ser los abonos fosforados empleados en la agricultura que se lavan con la lluvia. Las JAAP del Colorado, La Paz y Chamizo, presentan valores inferiores al límite de concentración establecido en la legislación ambiental; el resto todas presentan valores de fosfatos considerablemente superiores a la norma siendo la de mayor concentración la junta de Piartal. Muchas JAAP presentan un incremento de este parámetro en la planta de tratamiento, como sucede en Cumbaltar, Sixal Mata Redonda, Chutan bajo, San Juan y Fernández Salvador, como se muestra en el Cuadro 4.18.

Cuadro 4.18 Resultados de fosfatos de JAAP del cantón Montúfar

JAAP	CAPTACIÓN	PLANTA	RED
Límite Máximo Permisible Fosfatos (PO_4^{3-}) (mg/l)	0,1	0,1	0,1
Athal	0,43	0,40	0,28
Canchaguano	0,49	0,51	0,28
Capulí	1,28	1,05	0,96

Chamizo	0,09	0,09	0,09
Chicho Caico	1,15	1,00	0,14
Chiles	0,86	0,87	0,82
Chitan De Navarretes	1,25	1,40	0,40
Chitan De Queles	0,39	0,30	0,28
Chutan Alto	1,05	0,31	0,19
Chutan Bajo	0,44	0,50	0,86
Colorado	0,04	0,03	0,02
Cristóbal Colón	0,15	0,11	0,10
Cumbaltar	0,34	0,36	1,05
El Ejido	0,48	0,46	0,42
El Rosal	0,18	0,15	0,15
Fernández Salvador	1,10	0,69	0,99
Gruta De La Paz	0,00	0,00	0,00
Huaquer	1,42	1,36	1,38
Jesús De Gran Poder	0,47	0,46	0,40
La Delicia	0,31	0,51	0,37
La Paz	0,05	0,09	0,03
Mata Redonda	0,34	0,75	0,71
Piartal	1,80	1,60	1,60*
Pizán	0,50	0,37	0,20
Regional Cucher	0,84	0,22	0,15
San Cristóbal	0,28	0,32	0,17
San Francisco Porvenir	0,56	0,50	0,50
San Gabriel	0,55	0,49	0,49
San Juan	0,32	0,49	0,93
San Pedro	0,30	0,22	0,23
Sixal	0,51	0,70	0,64
Tanguis	0,34	0,32	0,28
Tesalia	0,22	0,17	0,18
Tuquer	0,17	0,25	0,11
★ Límite de fosfatos en el agua potable según la Norma INEN 1108 * Corresponde al valor más alto- fuera del límite establecido			

Elaboración: La autora

d) Hierro (Fe)

Por medio del presente trabajo hemos podido constatar que el agua de la JAAP de Fernández Salvador presenta coloración amarilla, pero en los análisis salió bajo el

valor de hierro, si comparamos este dato con la bibliografía consultada podemos afirmar que la coloración del agua se debe a que el agua contiene un alto nivel de manganeso, que al igual que el hierro causa manchas rojizas y cafés y los depósitos se acumulan en los tubos de cañería, por esta razón se ha realizado cambio de tubería a galvanizado para evitar problemas en las tuberías.

Este elemento no causa daños a la salud, pero si muchos problemas en el sistemas de abastecimiento, tuberías e incluso en los domicilios especialmente en los inodoros, este resultado se puede comparar con estudios similares de problemas del agua potable: El hierro y el manganeso de (McFarland & Dozier, 2001).

De acuerdo a la Norma INEN 1108 el límite máximo permisible es 3 mg/l, como se muestra en el Cuadro 4.19. La JAAP de Huaquer es la que mayor problema presenta en éste parámetro, a pesar de que en la actualidad la captación se la subió aproximadamente 200 m del sitio donde se encontraba anteriormente y los problemas se redujeron, sin embargo el valor sigue siendo alto, esto podría deberse principalmente al suelo de donde es captada el agua.

Cuadro 4.19 Resultados de hierro de JAAP del cantón Montúfar

JAAP	CAPTACIÓN	PLANTA	RED
Límite Máximo Permisible Hierro (Fe) (mg/l)	0,3	0,3	0,3★
Athal	0,16	0,19	0,17
Canchaguano	0,18	0,15	0,10
Capulí	0,10	0,09	0,07
Chamizo	0,06	0,02	0,03
Chicho Caico	0,06	0,15	0,10
Chiles	0,08	0,07	0,04
Chitan De Navarretes	0,08	0,11	0,07
Chitan De Queles	0,05	0,03	0,02
Chutan Alto	0,10	0,14	0,12
Chutan Bajo	0,12	0,19	0,13
Colorado	0,12	0,11	0,14

Cristóbal Colón	0,05	0,04	0,03
Cumbaltar	0,06	0,17	0,12
El Ejido	0,12	0,17	0,11
El Rosal	0,14	0,11	0,11
Fernández Salvador	0,17	0,17	0,15
Gruta De La Paz	0,10	0,07	0,07
Huaquer	1,34	1,16	1,16*
Jesús De Gran Poder	0,10	0,07	0,09
La Delicia	0,07	0,14	0,08
La Paz	0,38	0,13	0,10
Mata Redonda	0,12	0,11	0,08
Piartal	0,28	0,22	0,14
Pizán	0,09	0,28	0,24
Regional Cucher	0,11	0,09	0,21
San Cristóbal	0,09	0,06	0,04
San Francisco Porvenir	0,10	0,09	0,09
San Gabriel	0,90	0,12	0,09
San Juan	0,12	0,12	0,09
San Pedro	0,18	0,18	0,16
Sixal	0,09	0,05	0,04
Tanguis	0,26	0,24	0,18
Tesalia	0,06	0,04	0,17
Tuquer	0,07	0,03	0,05
★ Límite de hierro en el agua potable según la Norma INEN 1108 * Corresponde al valor más alto- fuera del límite establecido			

Elaboración: La autora

e) Nitratos (NO₃)

La presencia de niveles elevados de nitratos en el agua puede a la contaminación de aguas subterráneas por degradación natural de materia vegetal o animal muerta, uso de fertilizantes o a procesos de contaminación por fecales. Según la Norma INEN 1108 el límite máximo permisible de nitratos es de 50 mg/l.

Ninguna de las JAAP presenta valores superiores a la normativa ambiental, como se muestra en el Cuadro 4.20. La JAAP de San Juan presenta el valor más alto con respecto a este parámetro podría deberse a que existe una fuente orgánica de contaminación de agua.

Cuadro 4.20 Resultados de nitratos de JAAP del cantón Montúfar

JAAP	CAPTACIÓN	PLANTA	RED
Límite Máximo Permisible Nitratos (NO₃) (mg/l)	50	50	50*
Athal	0,50	0,58	0,47
Canchaguano	0,11	0,26	0,31
Capulí	1,04	1,02	0,98
Chamizo	1,39	0,27	0,29
Chicho Caico	0,41	0,42	0,38
Chiles	1,36	1,25	1,05
Chitan De Navarretes	1,71	2,12	1,55
Chitan De Queles	0,96	0,86	0,76
Chutan Alto	0,25	0,20	0,15
Chutan Bajo	2,36	2,22	1,52
Colorado	1,71	1,56	1,01
Cristóbal Colón	0,30	0,32	0,20
Cumbaltar	0,11	0,12	0,11
El Ejido	0,26	0,27	0,25
El Rosal	0,89	0,50	0,10
Fernández Salvador	0,91	0,89	0,62
Gruta De La Paz	1,54	1,55	1,42
Huaquer	2,86	2,84	2,13
Jesús De Gran Poder	0,32	0,22	0,22
La Delicia	0,71	0,36	0,26
La Paz	1,01	0,95	0,80
Mata Redonda	1,10	1,56	1,47
Piartal	0,22	0,20	0,18
Pizán	1,25	1,09	1,09
Regional Cucher	1,30	1,00	0,75
San Cristóbal	0,78	0,58	0,30
San Francisco Porvenir	0,40	0,38	0,36
San Gabriel	1,66	1,50	1,32
San Juan	1,71	1,91	2,07*
San Pedro	0,48	0,35	0,21
Sixal	1,41	1,43	1,49
Tanguis	1,02	0,80	0,50
Tesalia	0,11	0,09	0,05
Tuquer	0,50	0,12	0,12

★ Límite de nitratos en el agua potable según la Norma INEN 1108
 *Corresponde al valor más alto- sin estar fuera del límite que la norma establece

Elaboración: La autora

f) Nitritos (NO_2^{1-})

Los microorganismos presentes en el suelo y agua transforman los nitratos en nitritos; sin embargo es curioso que en el resto de juntas el valor de nitritos sea cero, cuando presentan valores de nitratos y estos valores suelen ser directamente proporcionales. Los nitritos son de particular interés en la salud porque podrían convertir la hemoglobina de la sangre en metamoglobina; reduciendo la cantidad de oxígeno que transporta la sangre, dando como consecuencia que las células al no tener suficiente oxígeno no funcionen adecuadamente en el organismo. Las JAAP de Chutan Alto y Tanguis, presentan valores de nitritos superiores a la Norma INEN 1108 de 0,2 mg/l. Como se muestra en el Cuadro 4.21. Es curioso que en resto de juntas el valor de nitritos sea cero, cuando presentan valores de nitratos, esto quizá se deba a que existen errores en la medición.

Cuadro 4.21 Resultados de nitritos de JAAP del cantón Montúfar

JAAP	CAPTACIÓN	PLANTA	RED
Límite Máximo Permissible Nitritos (NO_2^{1-}) (mg/l)	0,2	0,2	0,2★
Athal	0,00	0,00	No detectable
Canchaguano	0,00	0,00	No detectable
Capulí	0,00	0,00	No detectable
Chamizo	0,00	0,00	0,01
Chicho Caico	0,00	0,00	No detectable
Chiles	0,00	0,00	No detectable
Chitan De Navarretes	0,00	0,00	No detectable
Chitan De Queles	0,00	0,00	No detectable
Chutan Alto	1,95	0,73	0,62
Chutan Bajo	0,00	0,00	No detectable
Colorado	0,00	0,00	No detectable
Cristóbal Colón	0,00	0,00	No detectable

Cumbaltar	0,00	0,00	No detectable
El Ejido	0,00	0,00	No detectable
El Rosal	0,00	0,00	No detectable
Fernández Salvador	0,04	0,03	0,03
Gruta De La Paz	0,00	0,00	No detectable
Huaquer	0,00	0,00	No detectable
Jesús De Gran Poder	0,00	0,00	No detectable
La Delicia	0,00	0,00	No detectable
La Paz	0,00	0,00	No detectable
Mata Redonda	0,00	0,00	No detectable
Piartal	0,00	0,00	No detectable
Pizán	0,00	0,00	No detectable
Regional Cucher	0,00	0,00	No detectable
San Cristóbal	0,00	0,00	No detectable
San Francisco Porvenir	0,00	0,00	No detectable
San Gabriel	0,00	0,00	No detectable
San Juan	0,00	0,00	No detectable
San Pedro	0,00	0,00	No detectable
Sixal	0,00	0,00	No detectable
Tanguis	0,86	0,76	0,65
Tesalia	0,00	0,00	No detectable
Tuquer	0,00	0,00	No detectable
★ Límite de nitritos en el agua potable según la Norma INEN 1108 * Corresponde al valor más alto- fuera del límite establecido			

Elaboración: La autora

g) Sulfatos (SO₄²⁻)

Ninguna de las JAAP tiene problemas de sulfatos, como se muestra en el Cuadro 4.22. Se tomó como referencia el TULSMA que indica 250 mg/l como límite máximo permisible, ya que la norma INEN 1108 no presenta valores referenciales con respecto a este parámetro, sin embargo el laboratorio según su método de análisis fotométrico presenta como límite máximo un valor de 200 mg/l, el cual es tomado en cuenta en el presente estudio. Los sulfatos suelen ser sales poco solubles en agua, pese a ello se distribuyen ampliamente en la naturaleza y pueden presentarse en las aguas naturales en bajas concentraciones. La JAAP de San Cristóbal presenta el valor más alto con respecto a este parámetro, esto podría

deberse a que el agua absorbe de manera natural minerales como barita epsomita, tiza, etc. (Aznar Jiménez, 2000), la JAAP de Canchaguano presenta el mínimo valor con respecto a este parámetro se puede deber a que el agua es de fuente superficial y en el lugar de captación hay gran movimiento del agua.

Cuadro 4.22 Resultados de sulfatos de JAAP del cantón Montúfar

JAAP	CAPTACIÓN	PLANTA	RED
Límite Máximo Permisible Sulfatos (SO₄²⁻) (mg/l)	200	200	200★
Athal	10,00	10,00	8,00
Canchaguano	8,00	8,00	2,00
Capulí	9,00	6,00	5,00
Chamizo	19,00	8,00	6,00
Chicho Caico	4,00	15,00	11,00
Chiles	6,00	8,00	10,00
Chitan De Navarretes	10,00	9,00	9,00
Chitan De Queles	17,00	17,00	15,00
Chutan Alto	16,00	8,00	2,00
Chutan Bajo	5,00	6,00	4,00
Colorado	6,00	6,00	6,00
Cristóbal Colón	5,00	8,00	10,00
Cumbaltar	6,00	5,00	5,00
El Ejido	29,00	34,00	25,00
El Rosal	6,00	4,00	4,00
Fernández Salvador	3,00	3,00	3,00
Gruta De La Paz	5,00	5,00	5,00
Huaquer	8,00	12,00	14,00
Jesús De Gran Poder	7,00	7,00	5,00
La Delicia	10,00	14,00	43,00
La Paz	12,00	6,00	2,00
Mata Redonda	3,00	3,00	3,00
Piartal	6,00	5,00	5,00
Pizán	4,00	4,00	4,00
Regional Cucher	11,40	8,30	10,30
San Cristóbal	35,00	21,00	45,00*
San Francisco Porvenir	4,00	4,00	4,00
San Gabriel	10,00	8,00	8,00

San Juan	8,00	14,00	6,00
San Pedro	5,00	3,00	3,00
Sixal	57,00	7,00	26,00
Tanguis	8,00	8,00	8,00
Tesalia	28,00	39,00	31,00
Tuquer	21,00	15,00	3,00
★ Límite de sulfatos en el agua potable según la Norma INEN 1108 *Corresponde al valor más alto- sin estar fuera del límite que la norma establece			

Elaboración: La autora

h) Fluoruros (F)

El flúor tiene efectos tanto beneficiosos como perjudiciales para la salud humana, con un rango estrecho entre las ingestiones asociados con sus efectos beneficiosos para la salud y los efectos adversos. Como se muestra en el Cuadro 4.23. Todas las JAAP sin excepción cumplen según la Norma INEN 1108 el límite máximo permisible es de 1,5 mg/l. La JAAP de la Delicia es la que presenta un valor límite con respecto a este parámetro, puede deberse a que el agua es de fuente superficial y su presencia puede estar dada principalmente por infiltración o disolución de este elemento del suelo y las rocas que lo contienen que en este lugar debe ser alto, la ingestión de flúor en bajas concentraciones se considera benéfica por su capacidad de prevenir caries dentales.

Cuadro 4.23 Resultados de fluoruros de JAAP del cantón Montúfar

JAAP	CAPTACIÓN	PLANTA	RED
Límite Máximo Permisible Fluoruros (F) (mg/l)	1,5	1,5	1,5★
Athal	0,67	0,61	0,57
Canchaguano	0,28	0,05	0,28
Capulí	0,62	0,52	0,38
Chamizo	0,69	0,17	1,08
Chicho Caico	1,46	0,21	0,13
Chiles	0,23	0,18	0,16
Chitan De Navarretes	1,05	1,00	0,82
Chitan De Queles	0,96	0,86	0,52

Chutan Alto	0,26	0,19	0,36
Chutan Bajo	0,15	0,12	0,74
Colorado	0,10	0,10	0,10
Cristóbal Colón	1,20	1,11	0,96
Cumbaltar	0,38	0,27	0,26
El Ejido	0,53	0,53	0,52
El Rosal	0,60	0,42	0,62
Fernández Salvador	0,18	0,18	0,17
Gruta De La Paz	0,87	0,75	0,80
Huaquer	0,38	0,36	0,41
Jesús De Gran Poder	0,24	0,23	0,23
La Delicia	1,09	0,55	1,50*
La Paz	0,76	1,02	0,19
Mata Redonda	1,49	1,14	0,93
Piartal	0,20	0,18	0,18
Pizán	0,72	1,05	0,32
Regional Cucher	1,18	0,73	0,31
San Cristóbal	1,31	1,16	0,93
San Francisco Porvenir	0,53	0,49	0,49
San Gabriel	0,25	0,22	0,22
San Juan	1,04	0,67	1,30
San Pedro	0,45	0,40	0,40
Sixal	0,83	0,94	0,87
Tanguis	0,18	0,18	0,18
Tesalia	1,45	1,11	1,00
Tuquer	0,45	0,50	0,50
★ Límite de fluoruros en el agua potable según la Norma INEN 1108 *Corresponde al valor límite que establece la norma			

Elaboración: La autora

i) Cloro Residual (Cl₂)

Uno de los hallazgos principales de esta investigación es el alto porcentaje de JAAP que no cumplen con este parámetro, que es considerado uno de los más importantes para determinar la calidad de agua potable, ya que si se encuentra en los límites que indica la norma es segura para el consumo humano como se muestra en el Cuadro 4.24. En la Norma INEN 1108 específica que luego de un tiempo mínimo de 30 minutos de contacto el cloro debe estar en el rango de 0,3

mg/l a 1,5 mg/l, para ser considerada agua segura y que su consumo no represente un perjuicio para la salud. En la comunidad de Tuquer las personas no están de acuerdo en que se clore el agua porque dicen que el agua adquiere un sabor desagradable, esto puede deberse a un proceso de cloración mal realizado. Es importante recalcar el uso adecuado del cloro para prevenir enfermedades hídricas, ya que se encuentran entre las tres causas principales de muerte en el mundo, solo en América Latina y el Caribe la gastroenteritis y as enfermedades diarreicas son responsables de aproximadamente 200,000 defunciones al año, sin incluir las ocasionas por la fiebre tifoidea, hepatitis y otras similares (Castro, 1992).

Cuadro 4.24 Resultados de cloro residual de JAAP del cantón Montúfar

JAAP	CAPTACIÓN	PLANTA	RED
Límite Mínimo Permisible Cloro Residual (Cl ₂) (mg/l)	0,00	0,3	0,3★
Límite Máximo Permisible Cloro Residual (Cl ₂) (mg/l)	1,5	1,5	1,5★
Athal	0,00	0,50	0,20
Canchaguano	0,00	0,50	0,20
Capulí	0,00	1,50	0,20
Chamizo	0,00	0,50	0,02
Chicho Caico	0,00	0,00	0,00*
Chiles	0,00	2,00	1,10
Chitan De Navarretes	0,00	0,20	0,05
Chitan De Queles	0,00	0,00	0,00*
Chutan Alto	0,00	0,00	0,00*
Chutan Bajo	0,00	3,00	0,80
Colorado	0,00	0,00	0,13
Cristóbal Colón	0,00	1,50	0,60
Cumbaltar	0,00	0,00	0,00*
El Ejido	0,00	1,20	0,80
El Rosal	0,00	0,36	0,23
Fernández Salvador	0,00	0,00	0,00*
Gruta De La Paz	0,00	0,00	0,00*
Huaquer	0,00	0,60	0,20
Jesús De Gran Poder	0,00	0,00	0,00*

La Delicia	0,00	1,20	0,80
La Paz	0,00	3,00	1,20
Mata Redonda	0,00	0,00	0,00*
Piartal	0,00	0,00	0,00*
Pizán	0,00	0,00	0,00*
Regional Cucher	0,00	1,20	0,12
San Cristóbal	0,00	0,50	0,02
San Francisco Porvenir	0,00	0,00	0,00*
San Gabriel	0,00	1,42	0,48
San Juan	0,00	0,00	0,00*
San Pedro	0,00	1,20	0,50
Sixal	0,00	0,00	0,00*
Tanguis	0,00	0,00	0,00*
Tesalia	0,00	0,00	0,00*
Tuquer	0,00	0,00	0,00*
★ Límite mínimo y máximo de cloro residual en el agua potable según la Norma INEN 1108 * Corresponde al valor más alto- fuera del límite establecido			

Elaboración: La autora

4.2.1.3 Parámetros microbiológicos

La norma bacteriológica establece que el agua debe estar exenta de microorganismos patógenos.

a) Coliformes totales

Como se muestra en el Cuadro 4.25. Las JAAP de Chitán de Queles, San Juan, Fernández Salvador, Sixal, Tesalia, Pizán, Tuquer, Cumbaltar, Tanguis, Jesús del Gran Poder, Gruta La Paz, Chután Alto y Piartal, presentan valores muy superiores a la norma INEN 1108 (< 2 UFC/100ml). El 44% de las JAAP del cantón Montúfar presentan valores superiores; esto plantea la necesidad de un adecuado tratamiento del agua y una correcta cloración que elimine el riesgo para la salud de los habitantes. La JAAP de Piartal es la que presenta el más alto índice de coliformes totales en su agua, esto puede deberse principalmente a la fuente de captación es de agua superficial y talvez la gran cantidad de materia orgánica

existente en el lugar podría estar alterando este valor, se debería tomar en cuenta este parámetro para proteger mejor la captación ya que se encuentra en una zona fácilmente accesible y cerca de la población.

La presencia de coliformes en el suministro puede estar relacionada a una contaminación con aguas negras u otro tipo de desecho en descomposición, por esta razón es importante determinar el origen de los coliformes presentes en las JAAP antes mencionadas.

Cuadro 4.25 Resultados de coliformes totales de JAAP del cantón Montúfar

JAAP	CAPTACIÓN	PLANTA	RED
Límite Máximo Permisible Coliformes totales	(< 2 UFC/100ml)	(< 2 UFC/100ml)	(< 2 UFC/100ml★)
Athal	115	0	0
Canchaguano	134	0	0
Capulí	108	0	0
Chamizo	120	0	0
Chicho Caico	122	108	116*
Chiles	102	0	0
Chitan De Navarretes	132	0	0
Chitan De Queles	89	68	46*
Chutan Alto	146	122	116*
Chutan Bajo	125	0	0
Colorado	84	0	0
Cristóbal Colón	56	0	0
Cumbaltar	131	121	106*
El Ejido	117	0	0
El Rosal	86	0	0
Fernández Salvador	110	89	56*
Gruta De La Paz	140	124	116*
Huaquer	146	0	0
Jesús De Gran Poder	123	119	124*
La Delicia	110	0	0
La Paz	113	0	0
Mata Redonda	45	0	0
Piartal	130	150	146*
Pizán	115	108	106*

Regional Cucher	109	0	0
San Cristóbal	64	0	0
San Francisco Porvenir	118	128	114*
San Gabriel	66	0	0
San Juan	64	46	56*
San Pedro	116	0	0
Sixal	112	98	85*
Tanguis	128	110	115*
Tesalia	122	100	102*
Tuquer	116	125	108*
★ Límite de coliformes totales en el agua potable según la Norma INEN 1108 * Corresponde al valor más alto- fuera del límite establecido			

Elaboración: La autora

b) Coliformes fecales

Las JAAP de San Juan, San Francisco, Fernández Salvador, Sixal, Chutan Alto, Tanguis, Pizán, Tesalia, Chico Chaico, Cumbaltar, Tuquer, Piartal y Jesús del Gran Poder, como se muestra en la (Cuadro 4.26). No cumplen la Norma 1108 que indica un límite máximo permisible de < 2 UFC/100 ml.

Los resultados son similares a los encontrados en el estudio del consumo de agua de red pública en la parroquia Huaca del Cantón San Pedro de Huaca en el período marzo-agosto 2014 de (Quelal & Suárez , 2014) y (División de Salud Pública de Carolina del Norte, 2009).

Esto podría corresponder a que en algun parte del proceso de tratamiento el agua entró en contacto con una posible contaminación fecal de manera fortuita o existe fallos en los sistemas de potabilización; razón por la que se debería plantea la necesidad de buscar posibles soluciones a este problema ya que la contaminación del agua por coliformes fecales representa un problema de salud y puede provocar síntomas como náuseas, vómitos, diarrea, calambres estomacales, dolor de cabeza y fiebres a las personas que la consumen, e que indica un alto riesgo la presencia de estos microorganismos en relación con las causas de enfermedades entéricas.

Cuadro 4.26 Resultados de coliformes fecales de JAAP del cantón Montúfar

JAAP	CAPTACIÓN	PLANTA	RED
Límite Máximo Permisible Coliformes fecales	< 2 UFC/100 ml.	< 2 UFC/100 ml.	< 2 UFC/100 ml. ★
Athal	9	0	0
Canchaguano	8	0	0
Capulí	8	0	0
Chamizo	12	0	0
Chicho Caico	12	8	7*
Chiles	12	0	0
Chitan De Navarretes	12	0	0
Chitan De Queles	7	4	2
Chutan Alto	10	8	4*
Chutan Bajo	11	0	0
Colorado	4	0	0
Cristóbal Colón	2	0	0
Cumbaltar	11	10	7*
El Ejido	9	0	0
El Rosal	6	0	0
Fernández Salvador	6	5	3*
Gruta De La Paz	10	6	8*
Huaquer	12	0	0
Jesús De Gran Poder	8	9	13*
La Delicia	6	0	0
La Paz	11	0	0
Mata Redonda	0	0	0
Piartal	12	8	12*
Pizán	9	8	5*
Regional Cucher	7	0	0
San Cristóbal	7	0	0
San Francisco Porvenir	6	4	3*
San Gabriel	6	0	0
San Juan	4	4	2
San Pedro	9	0	0
Sixal	5	4	5*
Tanguis	11	5	6*
Tesalia	14	6	8*
Tuquer	5	10	9*

★ Límite de coliformes fecales en el agua potable según la Norma INEN 1108

* Corresponde al valor más alto- fuera del límite establecido

Elaboración: La autora

4.2.2 Cantidad de agua

La medición de caudales en los sitios de estudio, permitió establecer que actualmente los caudales cubren las necesidades de consumo de la población atendida por cada Junta Administradora de Agua Potable (JAAP), tal como se detalla en el Cuadro 4.27.

Cuadro 4.27 Caudal y número de conexiones de las JAAP del Cantón Montúfar

PARROQUIA LA PAZ		
JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE	# DE CONEXIONES	CAUDAL (l/s)
Gruta La Paz	34	1,5
La Paz	550	2,5
Pizán	80	1,5
Tuquer	84	2,0
El Colorado	92	2,5
Huaquer	43	2,1
Cucher - Rumichaca	138	2,0
Tesalia	40	3,0
PARROQUIA CHITÁN DE NAVARRETES		
Chitan de Navarretes	130	1,5
Mata Redonda	55	1,0
PARROQUIA FERNANDEZ SALVADOR		
Fernández Salvador	227	3
PARROQUIA CRISTÓBAL COLÓN		
Cristóbal Colon	199	4,0
Chicho Caico	75	1,5
San Juan	70	1,5
Cumbaltar	160	2,0
El Ejido	200	5,0
Chitan De Queles	80	1,5
Sixal Miraflores	90	2,0
PARROQUIA PIARTAL		
Piartal	400	7,0
San Francisco – El Porvenir	110	2,0
San Pedro	130	1,5
El Rosal	90	1,2

PARROQUIA SAN JOSÉ		
Loma Guagua - San Gabriel	830	15,0
Canchaguano - Monte Verde	520	7,0
Capulí	220	5,0
Chiles Alto – Bajo	205	5,2
Jesús Del Gran Poder	55	1,2
Chamizo	112	2,0
Athal	60	3,0
PARROQUIA GONZÁLES SUÁREZ		
Tanguis - San Gabriel	900	8,0
San Cristóbal Alto Y Bajo	190	1,6
Chutan Alto	70	2,8
Chutan Bajo	191	2,7
La Delicia	200	1,8
Tanguis	55	1,5
TOTAL	6685	108,6

Elaboración: La autora

Estos datos permitieron calcular la proyección de caudal necesario y el déficit probable en un tiempo futuro de 25 años, para un período de un Gobierno Autónomo Descentralizado los caudales son suficientes, como se puede observar en el Cuadro 4.28.

Cuadro 4.28 Cálculo de proyección del déficit de agua requerido en 25 años en las JAAP del Cantón Montúfar

PARROQUIA LA PAZ				
JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE	# conexiones	Caudal (l/s)	Demanda m3/día	Proyección de déficit en 25 años
Gruta La Paz	34	5	129,6	-
La Paz	550	2,5	432	- 62,76
Pizán	80	1,5	129,6	-
Tuquer	84	2,0	172,8	-
El Colorado	92	2,5	216	-
Huaquer	43	2,1	181,4	-
Cucher - Rumichaca	138	2,0	172,8	-
Tesalia	40	3,0	259,2	-
Parroquia Chitán De Navarretes				
Chitan De Navarretes	130	1,5	259	-
Mata Redonda	55	1,0	86,4	-

Parroquia Fernández Salvador				
Fernández Salvador	227	3	259,2	-
Parroquia Cristóbal Colón				
Cristóbal Colon	199	4,0	345,6	-
Chicho Caico	75	1,5	129,6	-
San Juan	70	1,5	129,6	-
Cumbaltar	160	2,0	172,8	-28,87
El Ejido	200	5,0	432	-
Chitan De Queles	80	1,5	129,6	-
Sixal Miraflores	90	2,0	172,8	-
Parroquia Piartal				
Piartal	400	7,0	604,8	-
San Francisco – El Porvenir	110	2,0	172,8	-
San Pedro	130	1,5	129,6	-
El Rosal	90	1,2	103,68	-
Parroquia San José				
Loma Guagua - San Gabriel	830	15,0	1296	-
Canchaguano - Monte Verde	520	7,0	604,8	-
Capulí	220	5,0	432	-
Chiles Alto – Bajo	205	5,2	449,28	-
Jesús Del Gran Poder	55	1,2	103,68	-
Chamizo	112	2,0	172,8	-
Athal	60	3,0	259,2	-
Parroquia Gonzáles Suárez				
Tanguis - San Gabriel	900	8,0	691,2	-118,41
San Cristóbal Alto Y Bajo	190	1,6	155,52	-15,40
Chutan Alto	70	2,8	241,92	-
Chutan Bajo	191	2,7	233,28	-
La Delicia	200	1,8	432	-
Tanguis	55	1,5	129,6	-
TOTAL			9383,04	-

Elaboración: La autora

Por otro lado, si se puede comparar los resultados obtenidos por medio del presente estudio, con estudios anteriormente realizados como el del Estado situacional del Ecuador en cuanto al manejo de los recursos hídricos de la (Secretaría Nacional del Agua, 2011), en el que indica que la provincia del Carchi

no presenta déficit de agua en los próximos cinco años se puede corroborar los que dichos resultados se encuentran dentro de las proyecciones del presente estudio. Según el Cuadro 4.28 muestra que cuatro JAAP tendrán problemas de abastecimiento en 25 años considerando el índice de crecimiento poblacional se pudo determinar que las JAAP de La Paz, Cumbaltar, San Gabriel-Tanguis y San Cristóbal podrían tener problemas de déficit, por esta razón estas juntas debería pensar en la posibilidad de buscar nuevas fuentes de agua.

4.2.2.1 Consumo

Después de analizar los resultados se pudo estimar que para la zona de estudio: el consumo es de 50 l/hab/día en la zona rural y en la urbana 120 l/hab/día, datos que son comparados con estudios similares a los obtenidos por el INEC, 2012 y el análisis estadístico de la distribución de los servicios básicos de cada provincia a nivel nacional de (Matamorros & Sandoya, 2000), siendo mucho mayor a la base establecida. Este estudio proporcionó como resultado que existen en la actualidad 6685 conexiones y su consumo actual es de 108,6 l/s.

4.2.2.2 Costo y tarifa

Según (Zambrano, 2001). En el sector rural el sistema tarifario debería cubrir costos de administración, operación, mantenimiento y depreciación para que los sistemas puedan ser sustentables. Los costos reportados para la producción de agua potable, es diferente en cada una de la JAAP, sin embargo el valor promedio de tarifa cobrada es 2,50 dólares por cada 15m³ en la zona rural y en la urbana de 6,50 dólares por la misma cantidad. Reflejando que la tarifa en especial en las zonas más alejadas no cubren con los costos de operación y mantenimiento de cada uno de los sistemas, siendo necesario cobrar por inasistencia a mingas y otros, para poder cubrir con los gastos necesarios para un adecuado funcionamiento.

4.3 Plan de Mejoramiento y Aprovechamiento Adecuado del Recurso Hídrico

La utilización del recurso hídrico por el hombre ha sido una constante a lo largo de los siglos. Desde tiempos remotos, la vida de los seres humanos se ha desarrollado en torno a los cursos de agua. El uso sostenible del recurso hídrico implica mantener satisfecha la demanda de agua conservando la cantidad y calidad de los suministros de la misma (Ramos Castellanos , 2007, pág. 142).

4.3.1 Antecedentes

El plan de mejoramiento y aprovechamiento del agua potable requiere de mucho compromiso de parte del proponente y de los beneficiarios, ya que se lo diseña para trabajar directamente con los comuneros buscando el desarrollo y bienestar social mediante la asunción de compromisos y la observancia de normas de uso racional de este recurso. Debido a que la cantidad de agua disponible actualmente es suficiente para cubrir las necesidades y que la actividad económica predominante es la agropecuaria, la población no ve a este recurso como finito, razón por la que con frecuencia lo contamina y lo desperdicia. Para superar esta situación, se hace indispensable un plan de mejoramiento y aprovechamiento racional del recurso hídrico, sustentado en actividades prácticas de conservación y optimización, que los usuarios y autoridades deben ejecutar, acompañado de un amplio programa de educación y concientización socio ambiental.

Desde el punto de vista jurídico, la propuesta se sustenta en la Constitución Política del Estado, quien en el artículo 314, asigna al estado la responsabilidad de la provisión de servicios públicos de agua potable, para lo cual las tarifas sean equitativas y establecerá su control y regulación.

Económica: El crecimiento de la población, de la actividad económica y de los estándares de vida, ha conducido a un aumento en la competencia y en los conflictos relacionados con el acceso al recurso hídrico limitado. El déficit en el

abastecimiento de agua potable, y la mala calidad de la misma, inciden la economía familiar en forma directa, por los problemas de salud que generan, por el ausentismo laboral, de padres que tiene que dedicar tiempo importante al cuidado de los enfermos.

Se incrementan los gastos ligados a la compra de medicamentos, tratamiento médico y dietas especiales; todo esto hace que los ingresos familiares desciendan drásticamente. La disponibilidad de un plan de mejoramiento y aprovechamiento del recurso hídrico, permitirá reducir estos impactos.

Social: La Constitución Política del Estado afirma que el Estado fortalecerá la gestión y funcionamiento de las iniciativas comunitarias en torno a la gestión del agua y la prestación de los servicios públicos mediante el incentivo de alianzas entre lo público y comunitario para la prestación de servicios; La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

Ambiental: Según el artículo 411 de la Constitución Política del Estado, el Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico y regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, especialmente en las fuentes y zonas de recarga. Un plan de mejoramiento y aprovechamiento del recurso hídrico, deberá garantizar el cumplimiento irrestricto de estos mandatos constitucionales, en tal forma que no se afecte al entorno, en especial cuando se trata de aguas residuales generadas por centros poblados que han empleado el recurso hídrico existente.

El Plan de mejoramiento y aprovechamiento adecuado está dirigido a estudiar y optimizar la calidad y cantidad del recurso hídrico, considerando acciones orientadas a la utilización prudente del recurso y la adopción de soluciones sostenibles que integren los aspectos técnicos, económicos y sociales de la utilización del agua.

4.3.2 Directrices del Plan

El Gobierno Descentralizado del cantón Montúfar, con la asistencia de la Universidad Técnica del Norte, por medio de la Tesista Vanessa Chiles y amparado en las leyes vigentes formula el Plan de Mejoramiento y Aprovechamiento adecuado del agua potable del Cantón Montúfar, con una visión de 5 años. El Plan de Mejoramiento y Aprovechamiento adecuado del agua potable, está dirigido a las Juntas Administradoras de Agua Potable del Cantón Montúfar y propone programas, proyectos y actividades concernientes a optimizar y garantizar el servicio y establece lineamientos para maximizar el aprovechamiento del recurso hídrico, planteando el cumplimiento de metas prioritarias en los siguientes cinco años. Es un plan general, ya que el cantón Montúfar cuenta con 34 JAAP que se encuentran en diferentes situaciones sean administrativas o de servicio, se debería asumir la responsabilidad del cuidado y protección de dicho recurso y la aplicación de políticas y normas que contribuyan a la correcta operación, mantenimiento y mejoramiento de la infraestructura existente, con el fin de ampliar la cobertura y mejorar la eficiencia de los sistemas hídricos, de igual forma se debe organizar una adecuada promoción de la participación de las comunidades, para el fomento de una cultura de uso racional, conservación y pago justo y oportuno del agua.

4.3.3 Objetivos del Plan de Mejoramiento y Aprovechamiento Adecuado del Recurso Hídrico

Entre los objetivos que se plantean para el Plan están los siguientes:

4.3.3.1 Objetivo general del Plan

El objetivo general del Plan de Mejoramiento y Aprovechamiento adecuado es contribuir de manera directa a la comunidad, a fin de que la implementación garantice un adecuado servicio de agua potable, en cantidad y con calidad a ser distribuida a todos los habitantes del cantón.

4.3.3.2 Objetivos específicos del Plan

- a) Diseñar programas, subprogramas, proyectos y medidas concernientes a mejorar la calidad y cantidad de agua de las JAAP.
- b) Contribuir a mejorar las capacidades de las Juntas Administradoras de Agua Potable, para la gestión, operación y mantenimiento de los servicios de agua potable.

4.3.3.3 Responsables

Para que el plan tenga una adecuada implementación y se cumplan los programas y proyectos se sugirió responsables (Cuadro 4.29).

Cuadro 4.29 Responsables para el cumplimiento del Plan de Mejoramiento y Aprovechamiento Adecuado

PLAN DE MEJORAMIENTO Y APROVECHAMIENTO ADECUADO	
PROGRAMAS	RESPONSABLES
Conservación y uso del recurso hídrico	Directivas de las Juntas Administradoras de Agua Potable y Gobierno Autónomo Descentralizado del Catón Montúfar.
Capacitación organización y comunitaria	
Administración	
Seguimiento, evaluación y control	

Elaboración: La autora

4.3.4 Propuestas del Plan de Mejoramiento y Aprovechamiento Adecuado del Recurso Hídrico

Tomando en cuenta el análisis de la situación integral del área de estudio y las condiciones de las diferentes Juntas Administradoras de Agua Potable, se propone una cuatro programas con sus respectivos y medidas (Cuadro 4.30 y 4.31); tendientes a mejorar los sistemas de abastecimiento, la calidad y cantidad de agua, que conducen al cumpliendo de los objetivos del plan.

PLAN DE MEJORAMIENTO Y APROVECHAMIENTO ADECUADO		
PROGRAMAS	PROYECTOS	MEDIDAS
Conservación y uso del recurso hídrico	Prevención y mitigación de impactos	Prevención de impactos en captaciones de agua
	Alternativas forestales	Mitigación de impactos en captaciones de agua
	Manejo de recursos naturales	Actividades Forestales productivas
	Comunicación y cultura ambiental	Manejo sustentable de las captaciones de agua
	Organización de las JAAP	Fortalecimiento de las directivas de la JAAP
Capacitación organización y comunitaria	Comunicación y cultura ambiental	Implementación de educación ambiental
	Organización de las JAAP	Capacitación ambiental con la participación social
	Monitoreo y mejoramiento de la infraestructura	Protección captaciones
	Gestión administrativa	Infraestructura en la planta de tratamiento
	Monitoreo del Plan	Infraestructura en la red de distribución
Administración	Gestión administrativa	Facturación efectiva
	Monitoreo de calidad y cantidad de agua	Reducción de agua no contabilizada
	Monitoreo de calidad y cantidad de agua	Monitoreo y control del plan
	Monitoreo de calidad y cantidad de agua	Monitoreo de calidad de agua
	Monitoreo de calidad y cantidad de agua	Monitoreo de cantidad de agua

PLAN DE MEJORAMIENTO Y APROVECHAMIENTO ADECUADO			
PROGRAMAS	PROYECTOS	MEDIDAS	COSTOS REFERENCIALES
Conservación y uso del recurso hídrico	Prevención y mitigación de impactos	Prevención de impactos en captaciones de agua	10.200
		Mitigación de impactos en captaciones de agua	20.400
	Alternativas forestales	Actividades Forestales productivas	6.800
		Manejo de recursos naturales	Manejo sustentable de las captaciones de agua
Cogestión, organización y comunitaria	Comunicación y cultura ambiental	Implementación de educación ambiental	17.000
		Cogestión ambiental con la participación social	6.800
	Organización de las JAAP	Fortalecimiento de las directivas de la JAAP	1.000
		Protección captaciones	8.500
Administración	Monitoreo y mejoramiento de la infraestructura	Infraestructura en la planta de tratamiento	34.000
		Infraestructura en la red de distribución	34.000
		Facturación efectiva	21.072
	Gestión administrativa	Reducción de agua no contabilizada	3.400
Seguimiento, evaluación y control	Monitoreo del Plan	Monitoreo y control del plan	3.400
		Monitoreo de calidad de agua	20.400
	Monitoreo de calidad y cantidad de agua	Monitoreo de cantidad de agua	13.600
		TOTAL	

4.3.4.1 Programa de conservación y uso del recurso hídrico

El área es beneficiaria de una importante cantidad de fuentes hídricas y recursos naturales de flora y fauna. Las fuentes superficiales son la principal fuente de abastecimiento para el uso potable, sin embargo por el inadecuado manejo se genera una alteración en dichas fuentes.

En este programa se tomará en cuenta el resultado de la zonificación ecológica e hidrológica y ubicación de microcuencas (Figura 4.25), priorizando las área alta y mediana infiltración al igual que las microcuencas existentes en el cantón con el fin de conservar y usar adecuadamente el recurso hídrico.

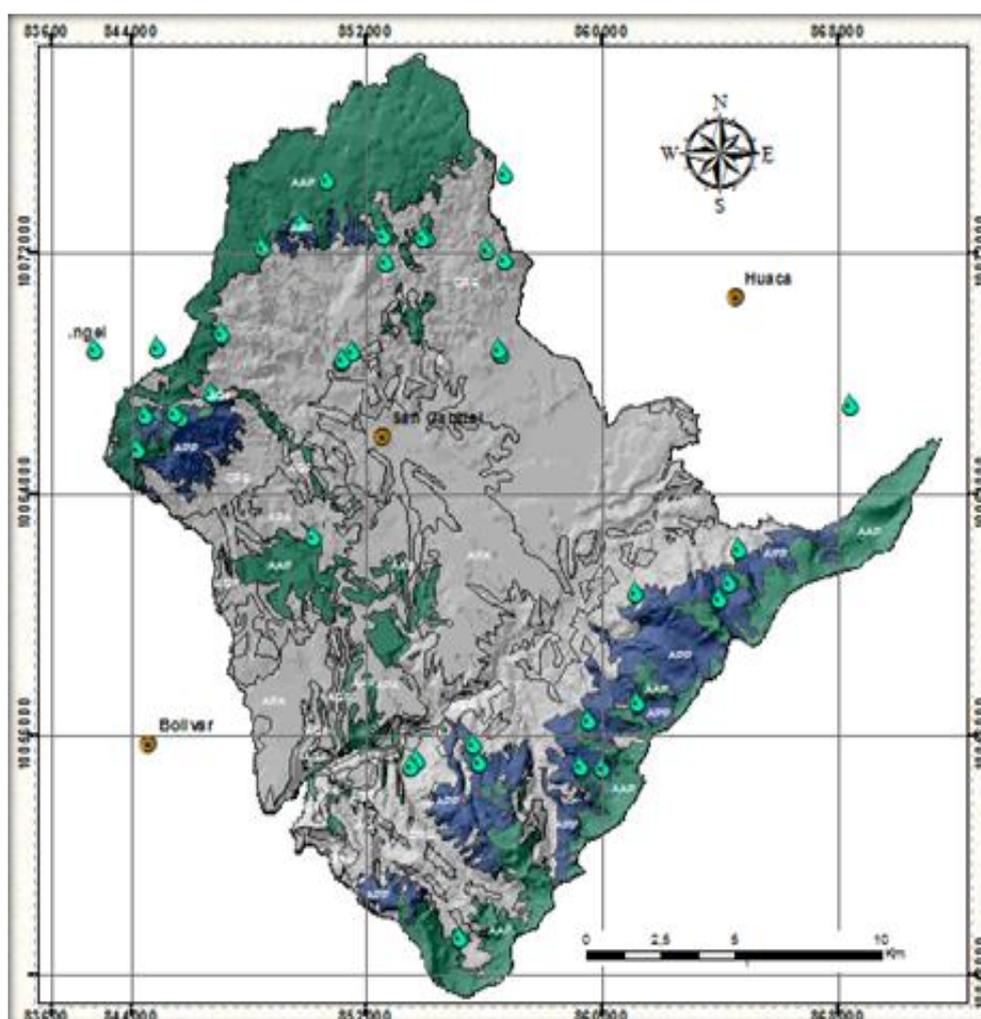


Figura 4.25 Zonas donde se aplicará el programa de conservación y uso del recurso hídrico
Elaboración: La autora

- **Objetivo del programa de conservación y uso del recurso hídrico**

Construir medidas con el fin de conservar y usar adecuadamente el recurso hídrico, para reducir impactos negativos y proponer mecanismos para potenciar los impactos positivos.

- **Alcance del programa de conservación y uso del recurso hídrico**

Reducir o minimizar los efectos naturales y antrópicos negativos y potenciar los positivos que favorezcan una adecuada conservación del recurso hídrico.

4.3.4.1.1 Proyecto de prevención y mitigación de impactos

La reducción de la vulnerabilidad de los recursos naturales e hídricos se puede lograr a través de medidas de prevención y mitigación. El proyecto de mitigación y prevención de impactos, establece las acciones tendientes a prevenir y minimizar los impactos negativos identificados a lo largo del estudio sobre el recurso hídrico.

- **Medidas para la prevención de impactos en las captaciones**

Es importante la prevención de impactos para evitar causar daños irreversibles a los recursos naturales; para esto se ha propuesto una zonificación ecológica con la idea de lograr una intervención sobre los recursos naturales de una forma sostenible, con la participación de los actores involucrados y se propone las siguientes medidas:

- Control del avance de la frontera agrícola, mediante la implementación del área de protección y forestal productora protectora que corresponde a la zona de alta y mediana infiltración como se indica en el (Anexo 1: Mapas 10 y 11), con el fin de garantizar la calidad y cantidad de agua.
- Prevención de incendios forestales (evitando las fogatas y quema de

residuos de las cosechas), con el fin de garantizar que se propague sin control en terrenos adyacentes a las captaciones, especialmente en las áreas de protección y recarga hídrica como se indica en el (Anexo 1: Mapas 10 y 11).

- **Medidas para la mitigación de impactos en las captaciones**

La mitigación ambiental de los impactos generados en las captaciones, constituyen en un instrumento básico de gestión ambiental que determina y define medidas previstas para eliminar, reducir o remediar los efectos ambientales negativos generados en las captaciones.

Se propone tomar en cuenta la zonificación ecológica e hidrológica (Anexo 1: Mapas 10 y 11). Mediante la cual se pudo determinar el área de producción agropecuaria para la conservación y restauración, en la cual se recomienda las siguientes medidas:

- Recuperación de flora nativa para la regeneración del bosque, especialmente en el área forestal productora protectora como se indica en el mapa de zonificación ecológica (Anexo 1: Mapa 10).
- Recuperación de suelos intervenidos por medio de técnicas agroforestales, principalmente en el área agropecuaria (Anexo 1: Mapa 10).

4.3.4.1.2 Proyecto de alternativas forestales

Es posible disminuir los impactos ambientales causados por la explotación maderera y aumentar la posibilidad de aprovechar otros productos diferentes a la madera, elevando el valor del bosque. Para lo cual se propone las siguientes medidas:

- **Medidas para actividades forestales productivas**

Se debe considerar la importancia de las especies forestales nativas en el bosque primario y secundario aún existente en el cantón, con el fin de garantizar que no siga avanzando la frontera agrícola con fines agrícolas o ganaderos.

- Identificar alternativas para especies forestales nativas que produzcan rentabilidad económica, mediante el ingreso de las JAAP que tengan predios en el área de influencia de la captación a Socio bosque para garantizar el cuidado del bosque y recibir anualmente una bonificación económica por su mantenimiento, especialmente en el área agroforestal como se indica en la zonificación ecológica (Anexo 1: Mapa 10).
- Entregar y ofrecer a las JAAP alternativas de uso de suelo, por medio de la implementación de la ordenanza para la protección, conservación y regularización del recurso hídrico en la que se exonera del pago de impuestos al área de protección de las captaciones y zonas de alta infiltración como se indica en la zonificación ecológica e hidrológica (Ver. Anexo 1: Mapa 10 y 11).

4.3.4.1.3 Proyecto de manejo de recursos naturales

Los grandes cambios sociales, económicos y políticos acontecidos en las últimas décadas han incidido sobre los patrones de manejo de los recursos. Es de vital importancia reconocer el valor de los recursos naturales desde una perspectiva de uso racional, que permita elevar la calidad de vida de las actuales generaciones, sin comprometer la de las futuras, para evitar la aparición de conflictos entre usuarios y degradación del ecosistema; para lograr este objetivo se propone lo siguiente:

- **Medidas para el manejo sustentable de las captaciones de agua**

La sustentabilidad para un futuro común, busca la equidad aquí, ahora y al futuro, por esta razón no se debe seguir usando el agua como si fuera un recurso

renovable inagotable; para evitar problemas en un futuro, se propone las siguientes medidas; para la protección del agua:

- Garantizar el caudal ecológico después de la captación en fuentes superficiales, mediante la aplicación de la ley y actualización de medición de caudales especialmente en época seca, en el área de recarga hídrica como señala el (Anexo 1: Mapa 11).
- Establecer acuerdos entre los dueños de los predios y vertientes con los dirigentes de las comunidades, gobierno municipal para conservar y aprovechar los recursos naturales, principalmente el recurso hídrico, fundamentalmente en el área de protección y recarga hídrica como se señala en el Art. 12y 13 de la Ordenanza para la protección, conservación y regularización del recurso hídrico de la provincia del Carchi.

Respecto a la conservación de hábitats:

- Informar a los pobladores acerca de las Leyes del Estado y Ordenanzas Municipales y las disposiciones fundamentales que promulgan acerca de la conservación de los Recursos Naturales (Plan Nacional del Buen Vivir, Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria, Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y Descentralización y Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del agua).
- Involucrar a todos los actores sociales al manejo, gestión y participación activa para la protección de los recursos naturales, conservación del paisaje y hábitats, tomando como referencia la zonificación ecológica e hidrológica propuesta (Ver Anexo 1: Mapa 10 y 11).

En relación a la reforestación de las fuentes hídricas con especies nativas:

- Reunión con propietarios de terrenos que se encuentran en el área de influencia de las captaciones.
- Selección de beneficiarios.

- Identificación y priorización de especies nativas a utilizar (se recomienda utilizar: laurel de cera (*Myrica pubescens*), aliso (*Alnus acuminata*), yagual (*Polylepis lincana*) y quishuar (*Buddleja incana*)), principalmente en las áreas de protección, forestal productora protectora como se indica en el anexo 1: Mapa 10.
- Reforestación de terrenos.
- Monitoreo de zonas reforestadas.

4.3.4.2 Programa de capacitación y organización comunitaria

Se ha elaborado con la finalidad de que el presente trabajo pueda ser difundido y aplicado en cada una de las comunidades pertenecientes a las Juntas Administradoras de Agua Potable (Figura 4.26). Es decir que cuente con la mayor participación, colaboración y compromiso de las comunidades involucradas, contando con la participación de las unidades educativas en la capacitación a los estudiantes.

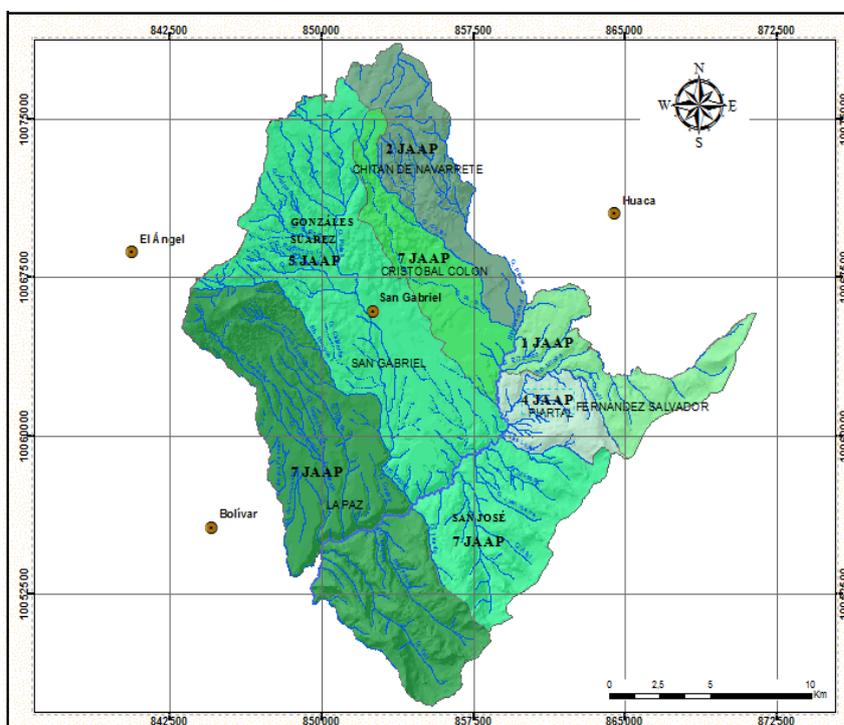


Figura 4.26 Ubicación por parroquias de las JAAP en el cantón
Elaboración: La autora

- **Objetivo del programa de capacitación y organización comunitaria**

Construir medidas con el fin de incentivar la importancia de la capacitación y organización comunitaria en la implementación del plan.

- **Alcance del programa de capacitación y organización comunitaria**

Incentivar la participación comunitaria para un correcto manejo y conservación del recurso hídrico.

4.3.4.2.1 Proyecto de comunicación y cultura ambiental

La comunicación y cultura ambiental es considerada como una respuesta a la problemática del medio ambiente. La falta de cultura hídrica y planeación ambiental, evita tomar conciencia en el ámbito social y económico del verdadero valor del recurso.

Los temas sujetos de capacitación y educación ambiental deberán enfocar temas como: El ciclo del agua, contaminación del agua, huella ecológica, estrategias de conservación del agua y sistemas básicos de tratamiento de aguas.

- **Medidas para la educación ambiental**

Se considera a la educación ambiental como el proceso en el que se le permite al individuo comprender las relaciones de interdependencia con su entorno, este proceso puede propiciar un mejoramiento de la calidad de vida de la población, en una concepción de desarrollo humano que satisfaga las necesidades de las generaciones presentes, asegurando el bienestar de las generaciones.

- Capacitación a estudiantes primarios en temas relacionados con los recursos naturales, enfocados principalmente al recurso hídrico.

- Fortalecimiento de clubes ecológicos, en escuelas y colegios del cantón.
- Vigilancia permanente del uso del agua, en actividades diferentes a las domésticas, especialmente en época seca.
- Sanciones al uso no doméstico del agua, como riego, lavado de vehículos o simple desperdicio.

- **Medidas para la capacitación ambiental con participación social**

La capacitación ambiental está encaminada principalmente a las personas adultas, y responde a la necesidad de promover la divulgación y concientización sobre el conocimiento, la conservación y el uso sustentable de los recursos; con la finalidad de inducir actitudes, hábitos y prácticas para el correcto manejo del recurso; ya que existe una apatía generalizada ante los problemas ambientales existentes.

- Promover campañas educativas y educación ambiental en la gestión integral de los recursos naturales para los usuarios, con la participación de las Universidades que ejecuten actividades científico recreativas que contribuyan al conocimiento de la importancia de los recursos hídrico por parte de los usuarios.
- Capacitación ambiental a las JAAP.

4.3.4.2.2 Proyecto de organización de las JAAP

Las JAAP deben estar correctamente organizadas para funcionar apropiada y legalmente según la normativa legal vigente, siendo muy necesario contar con una directiva, que administre el sistema de manera adecuada y sea elegida democráticamente por los usuarios.

Las directivas de las JAAP se encargarán de todo lo concerniente al funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable.

- **Medidas para el fortalecimiento de las directivas de las JAAP**

El fortalecimiento de las directivas permitirá tener conocimiento del cumplimiento del marco jurídico, que tiene las mismas con respecto al recurso hídrico.

- Legalización de todas las JAAP.
- Capacitación en la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del agua, en lo concerniente a JAAP.
- Contar con reglamento interno que contenga un marco de reglas claras y ejecutables, que permitan una operación del sistema de abastecimiento de agua potable adecuada.
- Obtener Registro Único de Contribuyentes.
- Realizar manuales de operación y mantenimiento de cada una de las JAAP.

En lo que se refiere a capacitación en gestión ambiental del recurso hídrico:

- El fortalecimiento de la gestión ambiental, constituye una tarea inmediata para la implementación de una política para la gestión integral de los recursos hídricos.
- La regulación de la oferta y la demanda del recurso es un instrumento que permitirá garantizar el uso sostenible del agua y contribuir a mejorar la calidad de vida de la población.

4.3.4.3 Programa de administración

Este programa dará las pautas para que las Juntas Administradoras de Agua Potable que son organizaciones autónomas administrativa y financieramente como lo indica la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento de Agua en el artículo 49 (Asamblea Nacional República del Ecuador, 2014). Deben cumplir con la prestación de servicios de manera efectiva y los movimientos

financieros, ingresos y gastos requieren ser administrados adecuadamente con el fin de evitar que el sistema se paralice sistema de abastecimiento de agua potable.

Este componente abarca componente relacionado con protección y mejoramiento de la captación, planta de tratamiento y red de distribución (Figura 4.27), al mismo tiempo sobre la gestión administrativa.

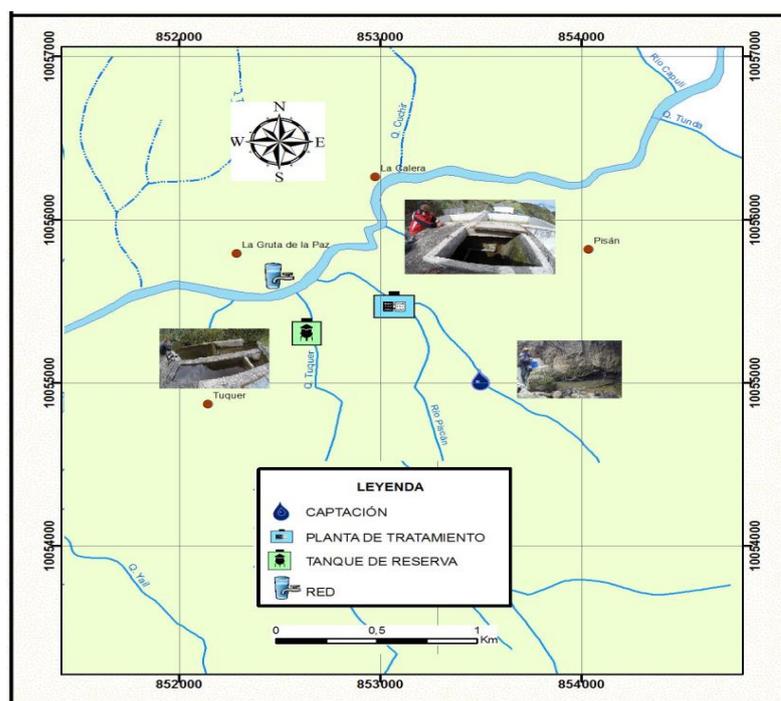


Figura 4.27 Ubicación de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable
Elaboración: La autora

- **Objetivo del programa de administración**

Dar las pautas necesarias para que exista un adecuado monitoreo y mejoramiento de la estructura así como también una gestión administrativa y financiera las JAAP basada en las leyes vigentes.

- **Alcance del programa de administración**

Fortalecer los sistemas de abastecimiento de agua potable y la gestión administrativa de los mismos.

4.3.4.3.1 Proyecto de monitoreo y mejoramiento de la infraestructura

Permitirá establecer medidas para monitorear la infraestructura existente en los sistemas y proponer un mejoramiento de los mismos, con el fin de optimar el servicio; ya que el manejo eficiente de los recursos naturales e hídricos permite brindar un mejor servicio a los usuarios del sistema.

- **Medidas para la protección de las captaciones**

La protección de las captaciones es uno de los requisitos indispensables para el buen funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable; por medio de esto se puede garantizar mejor calidad y cantidad del recurso hídrico. Esta es una actividad prioritaria que impide el ingreso de agentes contaminantes y la destrucción de las fuentes de agua. Proteger es más racional y económicamente más sustentable que reparar las fuentes y tratar las aguas afectadas por la contaminación. Entre las estrategias de protección de las fuentes y calidad de sus aguas podemos mencionar:

- Implementación de la zona de protección inmediata permanente obligatoria de al menos 50 metros a la redonda del sitio de captación. Señalización, cerramiento y barreras de acceso libre solo para personal autorizado. Y de al menos 300 metros, aguas arriba del sitio de captación.
- Limitar el avance de la frontera agrícola y sobre pastoreo para impedir la pérdida de vegetación nativa de los páramos y contaminación del recurso hídrico, con pesticidas y materia orgánica.
- Estatizar los terrenos circundantes a las fuentes de agua, como política de Estado, que garantice el abastecimiento seguro y suficiente de este recurso a la población.
- Rehabilitar los espacios degradados, erosionados, deforestados y contaminados adyacentes a las zonas de captación de agua.
- Replantear las rutas de acceso, calles, pasos que conduzcan a las zonas de captación, si no es factible, regular y controlar el acceso y circulación de

personas y sus actividades en dicha zona.

- **Medidas para la protección de líneas de conducción**

- Instalación de válvulas rompe presión, con la finalidad de evitar daños en la tubería.
- Protección de la línea de conducción, en especial en sitios cuya naturaleza geológica, generen, deslizamientos, hundimientos y roturas.
- Evitar que la línea de conducción se encuentre en pendientes mayores al 30% y cruce por terrenos privados para evitar problemas y facilitar el mantenimiento.
- Mantener las distancias adecuadas de vertederos sanitarios, márgenes de ríos, nivel freático alto y cementerios.
- Evitar zonas vulnerables a efectos producidos por fenómenos naturales y antrópicos.

- **Medidas para mejoramiento de infraestructura de planta de tratamiento**

Es importante que el sistema cuente con una adecuada infraestructura, teniendo en cuenta la calidad y cantidad de agua que va a ser tratada en el mismo, para evitar gastos innecesarios, para el cumplimiento se plantea las siguientes medidas:

- Mejoramiento y mantenimiento de infraestructura en la planta de tratamiento (limpieza periódica de filtros y tanques de tratamiento y almacenamiento) y análisis periódico de la calidad de las aguas tratadas y la toma de correctivos si los parámetros no son los ideales.
- Elaboración y aplicación de manuales de operación y mantenimiento para los sistemas de tratamiento, que no dispongan del mismo.
- Capacitación sobre tratamiento de aguas a los operadores de las plantas de tratamiento y dotación de equipo y herramientas necesarias para el tratamiento al operador y remuneración adecuada y puntualmente a los operadores del sistema de tratamiento.

- **Medidas para la protección de redes de distribución de agua potable**

La red de distribución permite dar un buen servicio a los consumidores, por esta razón esta debería ser hermética ya que su adecuado funcionamiento es primordial para evitar desperdicio del recurso.

- Optimización la red de distribución, por medio de válvulas de sectorización y control de fugas.
- Acciones para reducir el agua no contabilizada.
- Cambio de redes si tienen una vida útil de más de 20 años y mantenimiento periódico o reparación si existen fugas.
- Revisión e instalación de micro-medidores de consumo.

4.3.4.3.2 Proyecto de gestión administrativa

Una gestión administrativa eficiente permitirá a la Junta Administradora de Agua Potable evitar la descoordinación de los dirigentes y falta de recursos.

- **Medias para facturación efectiva**

Las medidas están direccionadas a medir la eficiencia de las JAAP en cuanto al cobro de tarifas y otros, para esto se propone lo siguiente:

- Establecer tarifas adecuadas, que permitan recuperar los costos asociados a la prestación de servicios y las inversiones.
- Mejorar los sistemas de facturación, cobranza y recuperación de mora.
- Análisis del consumo de agua potable.

- **Medidas para la reducción de agua no contabilizada**

Implementar una estrategia para reducir el agua no contabilizada, permitiendo a

las JAAP, manejar de mejor manera el recurso evitando el desperdicio.

- Colocación de medidores en todas las conexiones de las JAAP.
- .Control de fugas desde la planta de tratamiento a las conexiones domiciliarias.

4.3.4.4 Programa seguimiento, evaluación y control

Se realizará el monitoreo, evaluación y control del plan y de la calidad y cantidad de agua en las JAAP del cantón Montúfar, con el fin de verificar que se esté dando cumplimiento al mismo.

- **Objetivo del programa de seguimiento, evaluación y control**

Establecer las pautas metodológicas para la realización del seguimiento, evaluación y control del plan y de la calidad y cantidad de agua.

- **Alcance del programa de seguimiento, evaluación y control**

Analizar el avance y en el cumplimiento de los compromisos establecidos en el Plan.

4.3.4.4.1 Proyecto de monitoreo del plan

Se debe planificar visitas de supervisión, monitoreo y evaluación en forma conjunta con las instituciones involucradas, con el fin de brindar asistencia técnica y resolución de problemas. Para lo cual se propone las siguientes medidas:

- **Medidas**

- Supervisión y fiscalización de las acciones del Plan de Aprovechamiento y Mejoramiento Adecuado y ampliación o mantenimiento de las medidas del

- **Medidas monitoreo de calidad de agua**

- Monitorear la calidad de agua (análisis físico- químico y microbiológico) en la época seca y en época lluviosa, dos veces por año.
- Control de cloro residual una vez por semana por las Juntas y una vez al mes por GAD o MSP.
- Mejoramiento de sistemas de cloración. Construcción de un área de almacenamiento para el cloro, con todas las seguridades, que garantice la integridad de personal operativo de las plantas de tratamiento.
- Monitoreo trimestral de la integridad del sistema de distribución, así como recepción y conteo de notificaciones de daños, interrupciones del servicio u otro evento que pudiere afectar a la calidad y cantidad del agua potable que llega a los usuarios.
- Rediseñar las plantas de tratamiento, cuyas aguas muestran deficiencias en su calidad.
- Ampliar la capacidad de los sistemas de tratamiento, en tal forma que permita el mantenimiento y reparación oportuna sin interrupción del sistema de abastecimiento de agua potable.

- **Medidas para monitoreo de cantidad de agua**

Se requiere tener una idea clara de la cantidad de agua que tiene cada una de las Juntas Administradoras de Agua Potable.

El presente estudio solo pudo realizar esta medición en época lluviosa, por esta razón se proponen las siguientes medidas:

- Medición de caudales afluentes cuatro veces al año (dos por temporada), para planificar la distribución a los usuarios.
- Monitoreo permanente de la demanda del recurso hídrico y evidenciar posibles déficits del recurso en comunidades específicas

- **Medidas para garantizar el abastecimiento futuro del agua**

- Establecer programas de ahorro de agua
- Fomentar la reutilización del agua
- Protección de aguas subterráneas y acuíferos
- Búsqueda de potenciales nuevas fuentes de agua

4.4 Socializaciones

En el presente estudio se puede encontrar los objetivos y metodología utilizados para hacer partícipes de este proyecto a los actores involucrados. Mediante la participación de las directivas de las Juntas Administradoras de Agua Potable; de las cuales se ha recogido sugerencias, necesidades, problemas y críticas al actual servicio de agua potable.

- **Objetivos de la socialización**

Socializar el proyecto “Evaluación de la calidad y cantidad de agua de las Juntas Administradoras de Agua potable del cantón Montúfar para el diseño de un Plan de Mejoramiento y Aprovechamiento Adecuado” (Figura 4.29).



Figura 4.29 Presentación del proyecto

Elaboración: La autora

- **Objetivos específicos de la socialización**

- Dar a conocer los objetivos del proyecto.
- Socializar el proyecto.
- Obtener aportes de los asistentes mediante diálogo directo con los actores principales.

El taller estuvo dirigido a las directivas de las Juntas Administradoras de Agua Potable del Cantón Montúfar. Se realizó de 09h30 – 12h00 am, en el Auditorio del Gobierno Municipal del cantón Montufar.

Los objetivos del taller fueron socializar los resultados del proyecto y originar el interés e involucramiento de los participantes en el proyecto. Se desarrolló mediante método participativo con preguntas y respuestas después de cada presentación, con el fin de que inducir el interés de los actores principales que trabajan en los sistemas de abastecimiento de agua potable del cantón Montúfar.



Figura 4.30 Socialización del proyecto a las directivas de las JAAP del cantón Montúfar
Elaboración: La autora

El presente estudio contó con dos socializaciones (Figura 4.26), que se detallan a continuación:

a) Primera Socialización

La primera socialización tuvo por objetivo dar a conocer el proyecto a las JAAP y hacerles partícipes del mismo para que los resultados sean óptimos, ya que cada organización conoce sus predios e instalaciones (Figura 4.27).



Figura 4.31 Socialización
Elaboración: La autora

La socialización tuvo la acogida del 80% de las directivas de las JAAP (Figura 4.28), siendo muy favorable para el proyecto; ya que la misma resultaba muy importante para lograr la participación activa de los miembros de cada comunidad, facilitando de esta manera la visita de cada sistema de abastecimiento de agua potable



Figura 4.32 Asistentes al ingreso a la socialización
Elaboración: La autora

b) Segunda Socialización

En la segunda socialización (Figura 4.29 y 4.30), se dio a conocer los resultados obtenidos de las visitas de campo realizadas a cada JAAP del cantón y los resultados obtenidos en cada una de las JAAP.



Figura 4.33 Control de asistencia a la socialización
Elaboración: La autora

Por medio de esta socialización se consiguió el involucramiento de las directivas de las JAAP en el Plan de mejoramiento y aprovechamiento adecuado, con el fin de adoptar las medidas necesarias para conseguir un adecuado manejo del recurso hídrico tanto en cantidad como en calidad.



Figura 4.34 Directivas de las JAAP asistentes a la socialización
Elaboración: La autora

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES

- La vegetación nativa ha disminuido en la en la zonas media y baja de las micro cuencas, encontrándose representada únicamente por matorrales o pequeños remanentes de bosque; la diversidad florística puede variar entre las localidades dependiendo del grado de humedad y el tipo de suelo, ya que la zona de estudio es extensa, hay gran diversidad de flora y fauna por la variedad formaciones vegetales, dando como resultado una zona rica y diversa en flora y fauna (aves, mamíferos, anfibios y reptiles), la comunidad tiene conocimiento de este aspecto.
- Una de las particularidades de la zona es la presencia de frailejones, ya que esta especie es endémica de esta zona, se encuentra presente en los páramos de El Colorado, San Cristóbal y Fernández Salvador; sitios donde se encuentran las captaciones de agua.
- El 48% de la población es rural y al encontrarse 95% de las JAAP en el sector rural, la actividad económica a la que se dedican sus habitantes es el jornal o peón en su mayoría y sus ingresos son diarios, lo cual repercute en el pago de las tarifas de agua potable.
- Las JAAP de Cumbaltar y San Cristóbal presentan problemas de coloración del agua, lo que podría adjudicarse a la falta de mantenimiento de la planta de tratamiento especialmente en Cumbaltar.
- Las JAAP de Chután Alto y Tanguis presentan valores superiores a los que la

norma INEN 1108 indica con respecto a nitritos, puede atribuirse a que existe una señal de contaminación con estiércol de ganado y orinas.

- El 72 % de las JAAP no cumplen con los valores de cloro residual, posiblemente a que la cantidad usada en el tratamiento no es suficiente. Sin embargo hay que señalar que no se mide cloro residual que es considerado uno de los más importantes parámetros para determinar la calidad de agua potable y su seguridad en el consumo.
- El 44% de las JAAP presentan problemas de coliformes; de las cuales las JAAP de San Juan, San Francisco, Fernández Salvador, Sixal, Chutan Alto, Tanguis, Pizán, Tesalia, Chico Chaico, Cumbaltar, Tuquer, Piartal y Jesús del Gran Poder, no cumplen la Norma 1108 con respecto a coliformes fecales, por esta razón se plantea la necesidad de mejorar el tratamiento del agua y realizar una correcta cloración para evitar poner en riesgo la salud de los habitantes.
- Con respecto a la cantidad de agua después de haber analizado los caudales existentes y calculado la proyección dentro de los próximos 25 años el cantón no presentaría déficit.
- Después de haber analizado todos los aspectos antes mencionados se propuso el Plan de mejoramiento y aprovechamiento adecuado, que consta de cuatro programas, ocho subprogramas con sus respectivos proyectos y medidas; su implementación y adopción de soluciones sostenibles permitirá contribuir con el bienestar de la población y optimizar la calidad y cantidad de agua.
- La socialización del Plan de mejoramiento y aprovechamiento adecuado contó con la participación activa del GAD de Montúfar y las directivas de las JAAP, lo que contribuirá a que los actores principales pongan en práctica los programas, subprogramas y proyectos, con el fin de dotar agua segura en cantidad y calidad a la población.

CAPÍTULO VI

6. RECOMENDACIONES

- Las Instituciones involucradas con el manejo del recurso hídrico como GAD Montúfar, SENAGUA, Juntas Parroquiales y JAAP deberán cumplir y hacer cumplir la normativa legal vigente y así evitar la contaminación de los cuerpos hídricos y daño de sus cauces; deberán coordinar acciones para realizar la medición de caudales por lo menos en dos épocas al año (seca y lluvia), para analizar el comportamiento de los ríos y manantiales con el fin de actualizar la información de captaciones, caudales y sistemas de abastecimiento de agua potable.
- El organismo competente deberá brindar asistencia técnica a los pobladores para un mejor manejo y aprovechamiento de los recursos con el propósito de evitar el avance de la frontera agrícola, la deforestación, la contaminación e impulsar campañas de prevención de incendios forestales; con el fin de dar a conocer la importancia de los bosques nativos y páramos en la regulación de agua y la interacción que existe entre los ecosistemas. lo que permitirá conservar los recursos naturales para las presentes y futuras generaciones.
- Las Juntas Administradoras de Agua Potable que no tengan los predios propios cercanos a las fuentes de captación, deben realizar la compra o legalización para un adecuado manejo e implementar medidas de mejoramiento de obras de captación, almacenamiento, distribución externa e interna, revestimiento y mejoramiento de los sistemas con la finalidad de optimizar el uso del recurso hídrico.

- Las JAAP deberán compensar con un valor adecuado a los operadores de cada sistema para que realicen un trabajo eficiente, a fin de precautelar la salud de los usuarios; y fijar tarifas que puedan ser solventadas por todos los usuarios.
- Con la finalidad de determinar las posibles causas de coloración del agua se recomienda realizar análisis de manganeso y níquel; y para eliminar la coloración se hace necesario un proceso de floculación con sales de aluminio o polímeros.
- Para minimizar los impactos producidos por los nitritos y fosfatos se debe proteger la captación, con el fin de evitar la contaminación del agua como consecuencia de prácticas agrícolas inadecuadas o de residuos urbanos y ganaderos y se recomienda implementar un proceso de microoxigenación en la planta de tratamiento.
- Con el propósito de garantizar la calidad del agua se recomienda realizar un monitoreo de calidad de agua con análisis físico- químico y microbiológico en la época seca y en época lluviosa dos veces por año, como mínimo. Y el control de cloro residual una vez por semana por las JAAP y una vez al mes por GAD o MSP, al mismo tiempo que se deberá verificar la calidad y cantidad de cloro, modo de empleo y proceso.
- Con el objeto de mejorar los sistemas de abastecimiento de las JAAP se propone tomar en cuenta los programas, subprogramas y proyectos identificados en el Plan, lo que permitirá asumir un manejo sostenible del recurso hídrico y optimizar la operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua potable.
- Para próximos estudios se debe considerar que los análisis de agua se deben realizar en laboratorios acreditados.

CAPÍTULO VII

7. RESUMEN

El cantón Montúfar enfrenta problemas de disponibilidad, desperdicio y contaminación del agua; el gobierno seccional responsable del suministro de agua potable enfrenta problemas al momento de brindar un servicio adecuado especialmente a la zona rural del cantón, por esta razón las comunidades se han organizado y creando 34 Juntas Administradoras de Agua Potable que se encuentran distribuidas en las siete parroquias, pero a pesar de cubrir esta necesidad, su desempeño no ha sido eficiente y presenta problemas tanto administrativos como operativos, situación que provoca que su servicio no sea óptimo y afecte directamente el bienestar de los consumidores. El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Montúfar sugiere realizar el estudio para determinar la calidad y cantidad de agua para consumo humano proveniente de las Juntas Administradoras de Agua Potable para dar solución a uno de los problemas que existe en las parroquias rurales del cantón. Para lo cual se realizó un inventario: de las JAAP, fuentes de agua y ubicación de los sistemas de abastecimiento de agua potable, con la colaboración activa de los miembros integrantes de las directivas de cada sistema. Se logró determinar una gran variedad de flora y fauna existente en el lugar que se da principalmente por la variedad de formaciones vegetales resultado de la influencia de los dos tipos de climas existentes: ecuatorial de alta montaña y ecuatorial mesotérmico semi-húmedo, los cuales tienen influencia directa en las fuentes de agua. Uno de los aportes principales de la presente investigación es la zonificación ecológica e hidrológica muy importante para un adecuado manejo de los recursos naturales e hídricos. Los resultados más relevantes en cuanto a la calidad de agua fueron que

en el 70% de las JAAP los parámetros físico-químicos se encuentran dentro de las normas establecidas (INEN 1108 y TULSMA); a diferencia de los análisis microbiológicos en su mayoría se encuentran contaminados por coliformes totales y fecales (*escherichia coli*). Con respecto a la cantidad de agua después de haber analizado los caudales existentes y calculado la proyección dentro de los próximos 25 años el cantón no presentaría déficit, a diferencia de los costos y tarifa que en los sistemas más alejados existe un índice de morosidad que afecta a la operación y mantenimiento de los sistemas. Después de haber analizado todos los aspectos antes mencionados se propuso el Plan de mejoramiento y aprovechamiento adecuado, que consta de cuatro programas, ocho subprogramas con sus respectivos proyectos y medidas; su implementación y adopción de soluciones sostenibles permitirá contribuir con el bienestar de la población y optimizar la calidad y cantidad de agua.

CAPÍTULO VIII

8. ABSTRACT

The Montúfar canton faces problems of availability, waste and water pollution; the sectional government responsible for water supply faces problems when providing adequate service especially in the rural area of the canton, for this is why communities have organized the creation of 34 Water Management Committees that are distributed in the seven villages, but despite the need, their performance has not been efficient and has both administrative and operational problems, a situation that causes their services not to be optimal thus affecting the welfare of consumers directly. The Decentralized Autonomous Government of the "Canton Municipal Montúfar" suggests to realize a study to determine the quality and quantity of drinking water from the Water Management Committees to solve one of the existing problems in the rural villages of the town. Through which an inventory about the JAAP, water sources and locations of systems of drinking water was made, with the collaboration of the members of the directives of each system. It was possible to determine a variety of flora and fauna at the place, which is mainly due to the variety of vegetation result of the influence of the two existing types of climates: equatorial High Mountain and semi-humid mesothermal equatorial, which have direct influence on water sources. One of the main contributions of this research is the ecological and hydrological zoning, very important for proper management of natural and water resources. The most relevant results in terms of water quality were 70% of JAAP physic-chemical parameters are within established standards (INEN 1108 and TULSMA); unlike microbiological analyzes which are mostly contaminated by total and fecal (*Escherichia coli*) coliforms. With regard to the amount of water after analyzing

the existing flow and calculated projection within the next 25 years, the village would not present deficit, unlike costs and rate than in more remote systems, there is a delinquency rate that affects the operation and maintenance of the systems. After analyzing all the aspects before mentioned, a proper improvement plan was proposed, which consists of four programs, eight subprograms with their respective projects and measures; its implementation and adoption of sustainable solutions allows contribution to the welfare of the population and ensure the quality and quantity of water.

CAPÍTULO IX

9. BIBLIOGRAFÍA

- ADITAL. (12 de 4 de 2014). Juntas Administradoras de Agua Potable y Riego del Ecuador - JAAPRE. Obtenido de <http://www.adital.com.br/site/index.asp>
- Agencia Pública de Noticias del Ecuador y Suramérica - Andes. (10 de 01 de 2013). Obtenido de Servicios de agua potable y saneamiento de la frontera norte mejorarán este año: <http://www.andes.info.ec/es/actualidad/servicios-agua-potable-saneamiento-frontera-norte-mejorar%C3%A1n-este-a%C3%B1o.html>
- APHA. AWWA. WPCF. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation). (1992). MÉTODOS NORMALIZADOS Para el análisis de aguas potables y residuales (17 ed.). Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos S.A.
- Arvizu Cabrera, E., Uribe Pérez, M. A., Peche Viveros, C., & Tovar Barranco, M. A. (s.f.). Alcalinidad y dureza del agua (Tratamiento). Obtenido de <http://www.scribd.com/doc/52813409/2-Alcalinidad-y-Dureza-del-Agua>
- Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador. (20 de 10 de 2008). Constitución Política de Ecuador. Obtenido de <http://biblioteca.espe.edu.ec/upload/2008.pdf>
- Asamblea Nacional República del Ecuador. (05 de 08 de 2014). Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua. Obtenido de Registro Oficial N° 305:

http://documentacion.asambleanacional.gov.ec/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/6ed0dbdc-e12f-4e14-8eba-6eaf48cfa42a/articulos_proyecto_ley_aguas.pdf

- Aznar, A. (2000). Determinación de los parámetros físico-químicos de calidad de aguas. (I. T. Barba", Ed.) Recuperado el 01 de 2014, de Gestión Ambiental: <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-quimica/ingenieria-ambiental/otros-recursos-1/OR-F-001.pdf>
- Barrenechea, A. (s.f.). Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua. Recuperado el 03 de 12 de 2013, de <http://cdam.minam.gob.pe:8080/bitstream/123456789/109/2/CDAM0000012-2.pdf>
- Barrenechea, A. (s.f.). Manual I. Obtenido de Teoría ASPECTOS FISICOQUÍMICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA: <http://cdam.minam.gob.pe:8080/bitstream/123456789/109/2/CDAM0000012-2.pdf>
- Borja, G. (2002). El agua en el sector rural. Un análisis de las formas de intervención social y de la política a partir de un estudio de caso. Quito.
- Castillo, M., Severiche, C., & Acevedo, R. (2013). Manual de métodos analíticos para la determinación de parámetros fisicoquímicos básicos en aguas. Obtenido de Biblioteca virtual eumed.net: <http://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1326/1326.pdf>
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS); Organización Panamericana de la Salud (OPS); Organización Mundial de la Salud (OMS). (1996). Control de calidad del agua. Obtenido de Métodos de análisis para la evaluación de la calidad del agua: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan2/031279/031279.pdf>
- Congreso Nacional. (22 de 12 de 2006). Ley # 67 Ley Orgánica de Salud. Obtenido de http://www.cicad.oas.org/fortalecimiento_institucional/legislations/PDF/EC/ley_organica_de_salud.pdf

- Cruz Roja Ecuatoriana. (s.f.). Manual Comunitario para el mejoramiento de la calidad y acceso a agua segura. Print & Promo.
- CTMA - IES. (Curso 2013 - 2014). La Hidrosfera. Obtenido de Contaminación:
http://roble.pntic.mec.es/lorg0006/dept_biologia/archivos_texto/ctma_t5_hidrosfera_contaminacion.pdf
- Da Ros, G. (1995). La contaminación de aguas en Ecuador: Una aproximación económica. Quito: Abya Yala.
- Delgado, G. (06 de 03 de 2012). Zonificación Ecológica Económica. Obtenido de http://www.ciudad.org.pe/downloads/2/Taller_SistemasdeParques_06marzo12/presentaciones/ZEE.pdf
- Delgado, S. (12 de 2011). Estudio de factibilidad para la creación de un camping turístico en la ciudad de san gabriel provincia del Carchi. Obtenido de <http://www.dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3050/1/UPS-QT-02927.pdf.pdf>
- División de Salud Pública de Carolina del Norte. (09 de 2009). Protejase de las bacterias coliformes. Obtenido de Hoja informativa sobre bacterias coliformes en pozos de agua privada:
http://epi.publichealth.nc.gov/oeo/docs/Las_Bacterias_Coliformes_WellWaterFactSt.pdf
- Durán Juárez, J. M., & Torres Rodríguez, A. (Mayo / Agosto de 2006). Los problemas del abastecimiento de agua potable en una ciudad media. Espiral, Estudios sobre el Estado y Sociedad, XII(36), 129.
- Félix, A., & Ocasio, S. (24 de 11 de 2008). Univesidad Metropolitana. Obtenido de Evaluación de la Calidad del agua y posibles fuentes de contaminación en un segmento del río de piedras:
http://www.suagm.edu/umet/biblioteca/UMTESIS/Tesis_Ambientales/2009/FOcasioSantiago170209.pdf

- Ferrer Lues, M. (05 de 2007). Series Población y desarrollo. (N. U. Cepal, Ed.) Obtenido de Derechos Humanos en Población: Indicadores para un sistema de monitoreo: <http://books.google.com.ec/books?id=avumDeGaevUC&pg=PA32&dq=poblacion+total+definici%C3%B3n&hl=es&sa=X&ei=SCC7U6SZJMy-sQTZvYGIAG&ved=0CBkQ6AEwAA#v=onepage&q=poblacion%20total%20definici%C3%B3n&f=true>
- Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria. (09 de 2012). El agua es un factor clave en la calidad y seguridad de las producciones. Obtenido de <http://www.elika.net/datos/articulos/Archivo923/ART%C3%8DCULO%20AGUA%20MAQUETADO%20cast.pdf>
- Fundamentos sobre química ambiental. (s.f.). Obtenido de El agua: http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4090020/files/pdf/cap_1+.pdf
- Gallego Picó, A., Garcinuño Martínez, R., & Morcillo Ortega, M. (2013). Experimentación en química analítica. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- García , R. (26 de 01 de 2012). Manual de Prácticas de Laboratorio de Sanitaria. Obtenido de http://fing.uach.mx/licenciaturas/IC/2012/01/26/MANUAL_LABORATORIO_DE_SANITARIA.pdf
- Garza Mercado, A. (2007). Manual de Técnicas de Investigación. (A. El Colegio de México, Editor) Recuperado el 23 de 03 de 2014, de <http://books.google.com.ec/books?id=jdaQtk8RK2sC&pg=PA275&dq=metodo+para+aplicacion+de+encuestas&hl=en&sa=X&ei=PDI0U9WTA-vJsQTVtIDwCg&ved=0CDkQ6AEwAg#v=onepage&q=metodo%20para%20aplicacion%20de%20encuestas&f=false>
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Montúfar. (2014). PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTÓN MONTÚFAR 2014-2031. San Gabriel.

- Gomella, C., & Guerree, H. (1982). La distribución del agua. (E. T. Asociados, Ed.) Recuperado el 01 de 05 de 2014, de En las aglomeraciones urbanas y rurales: <http://books.google.com.ec/books?id=yIeYRU0neiWC&pg=PA170&dq=red+de+distribucion+de+agua+potable&hl=es-419&sa=X&ei=JofOUsofGIuMkAeDsoHADg&ved=0CDgQ6AEwAQ#v=onepage&q=red%20de%20distribucion%20de%20agua%20potable&f=true>
- Hermosa, A. (11 de 2004). Propuesta para la creación de una casa banquete en la ciudad de Tulcán provincia del Carchi. Obtenido de http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/9053/1/24910_1.pdf
- Hudson, N. W. (1997). Boletín de suelos de la FAO 68. (FAO, Ed.) Recuperado el 03 de 01 de 2104, de Medición sobre el terreno de la erosión del suelo y de la escorrentía: http://books.google.com.ec/books?id=m1DFcx3B0dYC&pg=PA61&dq=MEDICION+DE+CAUDALES+EN+RIOS&hl=es-419&sa=X&ei=2orOUve5INSKkAfW_IAw&ved=0CD8Q6AEwAA#v=onepage&q=MEDICION%20DE%20CAUDALES%20EN%20RIOS&f=true
- INAMHI. (2012). Anuario Meteorológico 2010. Obtenido de <http://186.42.174.231/publicaciones/Anuarios/Meteoro/Am%202010.pdf>
- INEC. (06 de 2012). Información ambiental en hogares. Obtenido de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Ambientales2012junio/Presentacio_Junio%202012.pdf
- INEN. (06 de 2011). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108:2011. Obtenido de <https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CCMQFjAA&url=https%3A%2F%2Flaw.resourc.org%2Fpub%2Fec%2Fibr%2Fec.nte.1108.2011.pdf&ei=X4h1U->

bBGsTgsATj8YDgCw&usg=AFQjCNGGDNgQhPEFV26Unh66AUr5T_v1mQ&bvm=bv.66699033,d.c

- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2002). Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas. Recuperado el 10 de 02 de 2014, de http://oab.ambientebogota.gov.co/resultado_busquedas.php?AA_SL_Sesion=8cf97&x=3926
- Instituto del Tercer Mundo. (2001). Guía del mundo 2001-2002: El mundo visto desde el sur. Montevideo, Uruguay: IEPALA.
- Lentini, E. (2011). Servicios de agua potable y saneamiento: lecciones de experiencias relevantes. Santiago de Chile: Naciones Unidas; CEPAL.
- López Sardi, E. M., Mirensky, N., Iaconis, M., & Broitman, A. (s.f.). CALIDAD DEL AGUA DOMICILIARIA. EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE EN EL TRANCURSO DE UN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN. Obtenido de APLICACIÓN DEL MÉTODO CIENTÍFICO:
http://www.palermo.edu/ingenieria/PDFs/GIIS/TRABAJO_COINI_LOPEZSARDI.pdf
- Lubell, E. (2009). La calidad del agua potable en Arica, con respecto a la Salud. Obtenido de http://digitalcollections.sit.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1623&context=isp_collection
- Martí, M. (2007). Principios de Ecotoxicología. Diagnóstico, tratamiento y gestión del medio ambiente. Tebar.
- Matamorros, J., & Sandoya, F. (2000). Análisis estadístico de la distribución de los servicios básicos de cada provincia a nivel nacional. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/2190/1/4284.pdf>
- Matute, M., Sarmiento, J., & Valdez, S. (2008). Control Físico-Químico de la junta de agua potable. Regional Cojitambo. Tesis inédita, Universidad de Cuenca. Cuenca.

- McFarland, M., & Dozier, M. (2001). Problemas del agua potable: El hierro y el manganeso. Obtenido de <http://texaswater.tamu.edu/resources/factsheets/15451sironandman.pdf>
- Ministerio de Coordinación de la Política y Gobiernos Autónomos Descentralizados. (02 de 2011). Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización . COOTAD. Quito, Ecuador: Direccion de Comunicación del Ministerio de Coordinación de la Política y Gobiernos Autónomos Descentralizados.
- Ministerio de Salud; Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados; Organización Panamericana de la Salud; Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud. (02 de 2004). Calidad del agua potable en Costa Rica: Situación actual y perspectivas. (O. Xinia Bustamante C., Editor) Recuperado el 04 de 12 de 2013, de <http://www.bvs.sa.cr/php/situacion/agua.pdf>
- Ministerio de vivienda construcción y saneamiento. (05 de 2003). Estudios de base para la implementación de proyectos de agua y saneamiento en el área rural. Obtenido de Problemas, cobertura y sostenibilidad de los servicios: <https://www.wsp.org/sites/wsp.org/files/publications/tarea1.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (31 de 03 de 2003). Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Ambiente (TULAS). Libro IV: CALIDAD AMBIENTAL NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES : RECURSO AGUA. Quito.
- Ministerio del Ambiente. (2008). Plan de Manejo de la Reserva Ecológica El Ángel. Obtenido de http://alfresco.ambiente.gob.ec:8096/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/567c6e77-a8c3-45f8-a86b-d9f339777b67/ElAngel_Plan%20de%20Manejo%20REEA%202008.pdf
- Mirensky, N., Iaconis, M., Broitman, A., & López, E. (s.f.). CALIDAD DEL AGUA DOMICILIARIA. EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE EN EL TRANCURSO DE UN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

Obtenido de APLICACIÓN DEL MÉTODO CIENTÍFICO:
http://www.palermo.edu/ingenieria/PDFs/GIIS/TRABAJO_COINI_LOPE_ZSARDI.pdf

- NTE INEN 0985. (1984). Agua potable. Obtenido de Determinación de fluoruro: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0985.1984.pdf>
- OPS, O. P., OMS, Organización Mundial, & CEPIS OPS, C. (2005). GUÍA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA A NIVEL CASERO. Lima: UNATSABAR.
- Orellana, J. (2005). Características del agua potable. Recuperado el 05 de 03 de 2014, de Ingeniería Sanitaria - UTN - FRRO: http://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/ing_sanitaria/Ingenieria_Sanitaria_A4_Capitulo_03_Caracteristicas_del_Agua_Potable.pdf
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2004). Guías para la calidad del agua potable. Vol.1: Tercera edición. Recuperado el 10 de 11 de 2014, de http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3sp.pdf
- Organización Mundial de la Salud, OMS. (2003). La cantidad de agua domiciliaria, el nivel del servicio y la salud. Ginebra.
- Organización Panamericana de la Salud OPS. (1988). Guía para la calidad del agua potable. Publicación científica No. 508. Obtenido de <http://books.google.es/books?id=X9QgncMbnsYC&printsec=frontcover&dq=calidad+de+agu&hl=es&sa=X&ei=u4CRUpjvMYTZkQfKn4CwDA&ved=0CDoQ6AEwAQ#v=onepage&q=calidad%20de%20agu&f=true>
- Pacheco Ávila, J., & Cabrera Sansores, A. (2003). Fuentes principales de nitrógeno de nitratos en aguas subterráneas. Obtenido de Ingeniería 7-2 (2003) 47-54: <http://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen7/fuentes.pdf>
- Pittman, R. A. (1997). Agua Potable para poblaciones rurales. Obtenido de http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/agua_potable/agua_potable_para_poblaciones_rurales_sistemas_de_abastecim.pdf
- Ponce, R. (03 de 1998). Zonificación Ecológica - Económica. (F. d. Torre, Ed.) Obtenido de Una propuesta metodológica para la Amazonía:

http://www.otca.info/portal/admin/_upload/publicacoes/SPT-TCA-VEN-65.pdf

- PRO - GIRH - SENARA. (2005). Informe principal. Obtenido de Programa de gestión integrada de recursos hídricos: <https://books.google.com.ec/books?id=jM4qAAAAYAAJ&pg=PR2&dq=que+es+un+plan+de+mejoramiento+y+aprovechamiento+del+recurso+hídrico&hl=es&sa=X&ei=hPPAVPS8DsXksAT3y4HgDg&ved=0CBsQ6AEwAA#v=onepage&q=que%20es%20un%20plan%20de%20mejoramiento%20y%20aprovechamiento>
- Quelal, W., & Suárez, J. (2014). Problemas de salud relacionados con el consumo de agua de la red pública en la parroquia Huaca del Cantón San Pedro de Huaca en el período marzo-agosto 2014. Obtenido de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/51%20PROBLEMAS%20DE%20SALUD%20RELACIONADOS%20CON%20EL%20CONSUMO%20DE%20AGUA%20DE%20LA%20RED%20PUBLICA%20EN%20LA%20PARROQUIA%20HUACA%20DEL%20CANT%3%9AN%20SAN%20PEDRO%20DE%20HUACA%20EN%20EL%20PER%3%8DODO%20MARZO-AGO>
- Ramos Castellanos, P. (01 de 2007). Uso eficiente y sostenible de los recursos naturales. (U. d. Salamanca, Ed.) Recuperado el 15 de 03 de 2014, de http://books.google.com.ec/books?id=Wo72oDCVbMYC&dq=importancia+del+uso+adecuado+del+agua+potable+para+el+consumo+humano&source=gbs_navlinks_s
- Reascos, B., & Yar, B. (2010). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO DE LAS COMUNIDADES DEL CANTÓN COTACACHI Y PROPUESTA DE MEDIDAS CORRECTIVAS. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/221/1/03%20REC%20123%20CONTENIDO.pdf>

- Red Centroamericana de Acción del Agua (FANCA). (2006). Las Juntas de Agua en Centroamérica - Valoración de la Gestión Local del Recurso Hídrico. El Salvador: FANCA.
- Rodríguez, J. (26 de 10 de 2008). Parámetros fisicoquímicos de dureza total en calcio y magnesio, pH, conductividad y temperatura del agua potable analizados en conjunto con las Asociaciones Administradoras del Acueducto, (ASADAS), de cada distrito de Grecia, cantón de Alajuela. Pensamiento Actual, Universidad de Costa Rica, Vol. 9(No. 12-13, 2009).
- Rodríguez, M. (2005). Metodología de la investigación (Quinta ed.). (U. J. Tabasco, Ed.) Vilahermosa, Tabasco, México.
- Romero, M. (2011). <http://www.ozonoalbacete.es/wp-content/uploads/2011/08/estudio-agua-ozono.pdf>. Recuperado el 2013 de 12 de 20, de Boletín Electrónico No. 08.
- Ruíz, A. (12 de 2001). Medidores de Velocidad (Hélice, Turbina y Molinete). (C. N. Agua., Editor, & C. N. Agua, Productor) Recuperado el 02 de 05 de 2014, de http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/medidores_de_velocidad.pdf
- Sánchez San Román, J. F. (04 de 2013). Medida de caudales. (D. G. Salamanca, Ed.) Recuperado el 02 de 12 de 2013, de Medida de los caudales: Tipos de aforos: <http://hidrologia.usal.es>
- Secretaría del Agua. (2014). Concesiones. Tulcán.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo – SENPLADES. (24 de 06 de 2013). Buen Vivir Plan Nacional 2013 - 2017. Todo el mundo mejor. Recuperado el 10 de 11 de 2013, de <http://www.colegiodeeconomistas.org.ec/documentos/Buen%20Vivir%20Plan%20Nacional%202013%20-%202017.pdf>
- Secretaria Nacional del Agua. (Mayo de 2011). Estado situacional del Ecuador en cuanto al manejo de los recursos hídricos. Obtenido de Oferta y demanda hídrica en Ecuador:

http://www.cepal.org/deype/noticias/noticias/1/44071/SENAGUA_oferta-demanda.pdf

- Superintendencia de Servicios Sanitarios. (2004). Informe Anual de Calidad del Agua. Obtenido de http://www.siss.gob.cl/577/articulos-4629_recurso_11.pdf
- Universidad Nacional de Tucuman. (15 de 03 de 2010). Conductividad. Obtenido de Laboratorio de Instrumentación Industrial: <http://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1326/1326.pdf>
- Vargas, C., Rojas, R., & Casas, J. (2009). Control y vigilancia de la calidad del agua de consumo humano. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/e/cd-cagua/ref/text/09.pdf>
- Varó, P., & Segura, M. (2009). Curso de manipulador de agua de consumo humano. Alicante: Universidad de Alicante.
- Villamar, J. (s.f.). Escuela Superior Politécnica del Litoral. Obtenido de Calidad del Agua - Fosfatos Totales: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6159/2/Fosfatos%20Totales-JULIO%20VILLAMAR.pdf>
- World Health Organization, Pan American Health Organization. (1988). Guías para la calidad del agua potable. (OMS, Ed.) Recuperado el 13 de 01 de 2014, de Publicación científica No 508: http://books.google.com.ec/books?id=X9QgncMbnsYC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=true
- Yáñez, M., Meza, P., Altamirano, M., & Castro, C. (06 de 2010). Estado poblacional de una rana nodriza críticamente amenazada, en los Andes Norte de Ecuador. (L. I. I, Ed.) Obtenido de Serie Zoológica 6:38-64: [http://www.espe.edu.ec/portal/files/E-RevSerZoolologicaNo2/9\(6\)/04Yanezetaldelatorraeok.pdf](http://www.espe.edu.ec/portal/files/E-RevSerZoolologicaNo2/9(6)/04Yanezetaldelatorraeok.pdf)
- Zambrano, N. (2001). SOLUCION BASICA PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS SECTORES RURALES, caso de Limones, Provincia de Esmeraldas. Tesis de Maestría, Universidad Andina Simón Bolívar. Limones, Esmeraldas.