

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

**ESCUELA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES
RENOVABLES**

**PLAN DE PROTECCIÓN DE DIEZ FUENTES DE AGUA UTILIZANDO
ESPECIES NATIVAS EN EL CANTÓN OTAVALO, PROVINCIA DE
IMBABURA**

Tesis de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables

AUTORAS:

Estefanía Karla Haro Vaca

Ruth Viviana Ruiz Flores

DIRECTOR:

Ing. M.Sc. Germánico Chacón

Ibarra - Ecuador

2012

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

**ESCUELA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES
RENOVABLES**

**PLAN DE PROTECCIÓN DE DIEZ FUENTES DE AGUA UTILIZANDO
ESPECIES NATIVAS EN EL CANTÓN OTAVALO, PROVINCIA DE
IMBABURA**

APROBACIÓN DEL DIRECTOR

En calidad de Director de la Tesis presentada por las estudiantes Haro Vaca Estefanía Karla y Ruiz Flores Ruth Viviana, como requisito previo para optar por el Título de Ingeniera en Recursos Naturales Renovables, luego de haber revisado minuciosamente, doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación privada y pública, y evaluado por parte del Tribunal Calificador, siendo responsable de la Dirección del trabajo de investigación contenido en el presente documento.

En la Ciudad de Ibarra, a los 16 días del mes de mayo de 2012.

Ing. M.Sc. Germánico Chacón
DIRECTOR DE TESIS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

**ESCUELA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES
RENOVABLES**

**PLAN DE PROTECCIÓN DE DIEZ FUENTES DE AGUA UTILIZANDO
ESPECIES NATIVAS EN EL CANTÓN OTAVALO, PROVINCIA DE
IMBABURA**

APROBADA POR LOS MIEMBROS DEL COMITÉ ASESOR:

Ing. M.Sc. Germánico Chacón
Director de tesis

Ing. M.Sc. Fabián Burbano
Asesor de tesis

Blgo. M.Sc. Galo Pabón
Asesor de tesis

Ing. M.Sc. Oscar Rosales
Asesor de tesis

**Ibarra- Ecuador
2012**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

**ESCUELA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES
RENOVABLES**

**PLAN DE PROTECCIÓN DE DIEZ FUENTES DE AGUA UTILIZANDO
ESPECIES NATIVAS EN EL CANTÓN OTAVALO, PROVINCIA DE
IMBABURA**

APROBACIÓN DEL BIOMETRISTA

En calidad de Biometrista de la Tesis presentada por las estudiantes Haro Vaca Estefanía Karla y Ruiz Flores Ruth Viviana como requisito previo para optar por el Título de Ingeniera en Recursos Naturales Renovables, luego de haber revisado minuciosamente, doy fe de que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación privada y pública, y evaluado por parte del Tribunal Calificador.

En la ciudad de Ibarra, a los 16 días del mes de mayo de 2012.

Ing. Guillermo Beltrán
BIOMETRISTA

PRESENTACIÓN

DECLARACIÓN DEL AUTOR

El presente trabajo se realizó con la contribución financiera del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) Municipal de Otavalo, con el fin de proteger diez fuentes de agua del cantón promoviendo así, el buen vivir de la ciudadanía.

Este documento es de responsabilidad y propiedad exclusiva de las autoras.

ESTEFANÍA HARO V.
RUTH RUIZ F.

DEDICATORIA

A Dios, por estar cada instante conmigo, por su amor, su protección, y por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente.

A mis padres, por su apoyo y ejemplo, en especial a mi mamita por su guía académica y por enseñarme que la vida está llena de adversidades pero que con fe, confianza y amor se logran las metas propuestas.

A mi familia por su apoyo para alcanzar este objetivo tan anhelado, en especial a mi hermano Jhustine y a mis abuelitas por enseñarme a luchar y triunfar.

ESTEFANÍA HARO

A Dios fuente de infinita sabiduría y bondad. A mis padres Ángel Ruiz y Consuelo Flores, por brindarme su apoyo durante toda mi vida, por ser las personas que me dieron la vida, la comprensión y el apoyo constante, por sus consejos y ejemplos que me proporcionaron para poder superarme y salir adelante.

En especial a la razón de mi vida que es mi hijo Anderson Mateo, a mis hermanos Ismael y Ariel y a mi esposo Edison por ser las personas que han estado junto a mí en los momentos buenos y malos, brindándome su apoyo de forma incondicional.

A mi familia que con su apoyo moral me han guiado por el camino de la integridad. Y a todas las personas que de una u otra forma me apoyaron, para que las metas trazadas en un comienzo, ahora sean una realidad.

RUTH RUIZ

AGRADECIMIENTO

Nuestros más sinceros agradecimientos

A Dios todo poderoso, por la sabiduría y la inteligencia.

A la gloriosa Universidad Técnica del Norte templo del saber, por formar profesionales con alto nivel académico para el servicio de la comunidad.

A nuestro director de Tesis el Ing. Germánico Chacón, a nuestros amigos y asesores Ing. Fabián Burbano, Blgo. Galo Pabón y al Ing. Oscar Rosales; quienes nos guiaron, apoyaron con su tiempo y en especial con su conocimiento para la culminación de este trabajo de investigación y a todos nuestros maestros universitarios que nos orientaron cada día por el camino del bien con sus enseñanzas, en especial al Ing. Guillermo Beltrán quien nos apoyó infinitamente.

Al Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Otavalo, en especial a su alcalde Sociólogo Mario Conejo Maldonado por su apoyo constante en trabajos relacionados con la protección del ambiente y a nuestra amiga Ing. Sarita Suárez por su apoyo incondicional.

Y a todas las instituciones educativas, públicas y privadas, que participaron y extendieron su mano al momento de la ejecución del presente trabajo.

ESTEFANÍA HARO V.
RUTH RUIZ F.



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 1			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100381750-7		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Haro Vaca Estefanía Karla		
DIRECCIÓN:	Cotacachi-Quiroga- calle Vacas Galindo		
EMAIL:	Stefyta28@yahoo.es		
TELÉFONO FIJO:	062-915-881	TELÉFONO MÓVIL:	097861849

DATOS DE CONTACTO 2			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100347167-7		
APELLIDOS Y NOMBRES:	RUIZ FLORES RUTH VIVIANA		
DIRECCIÓN:	Cotacachi- Quiroga- Barrio la Victoria- Sector la Loma		
EMAIL:	rutcita_vivi@yahoo.com		
TELÉFONO FIJO:	062-916-599	TELÉFONO MÓVIL:	099319685

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	PLAN DE PROTECCIÓN DE DIEZ FUENTES DE AGUA UTILIZANDO ESPECIES NATIVAS EN EL CANTÓN OTAVALO, PROVINCIA DE IMBABURA
AUTORES:	Estefanía Haro Vaca y Ruth Ruiz Flores
FECHA:	13 de julio del 2012
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	X PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES
DIRECTOR:	Ing. M.Sc. Germánico Chacón

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Nosotras, Estefanía Karla Haro Vaca, con cédula de ciudadanía Nro. 100381750-7 y Ruth Viviana Ruiz Flores con cédula de ciudadanía Nro. 100347167-7; en calidad de autoras y titulares de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hacemos entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizamos 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 Ley de Educación Superior Artículo 143.

2. CONSTANCIAS

Las autoras manifiestan 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 son los titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 13 de julio del 2012

LAS AUTORAS:

ACEPTACIÓN:

Estefanía Karla Haro Vaca
100381750-7

Ruth Viviana Ruiz Flores
100347167-7

Esp. Ximena Vallejo

JEFE DE BIBLIOTECA

Facultado por resolución del Honorable Consejo Universitario:



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

Nosotras, Estefanía Karla Haro Vaca, con cédula de ciudadanía Nro. 100381750-7 y Ruth Viviana Ruiz Flores con cédula de ciudadanía Nro. 100347167-7; manifestamos la 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 autores de la obra o trabajo de grado denominada **“PLAN DE PROTECCIÓN DE DIEZ FUENTES DE AGUA UTILIZANDO ESPECIES NATIVAS EN EL CANTÓN OTAVALO, PROVINCIA DE IMBABURA”**, que ha sido desarrollada para optar por el título de Ingenieras en Recursos Naturales Renovables en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En nuestra condición de autores nos reservamos 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

Estefanía Karla Haro Vaca
Flores

100381750-7

Ruth Viviana Ruiz

100347167-7

Ibarra, 13 de julio del 2012

Formato del Registro Bibliográfico

Guía:	FICAYA-UTN	Autor personal	Título
Fecha:		↓	↓
<p>HARO VACA ESTEFANÍA Y RUIZ FLORES RUTH . Plan de protección de diez fuentes de agua utilizando especies nativas en el cantón Otavalo, provincia de Imbabura / TRABAJO DE GRADO. Ingeniero Recursos Naturales Renovables, Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Recursos Naturales Renovables Ibarra. EC. Julio 2012.</p> <p>DIRECTOR: <i>Chacón, Germánico.</i></p> <p>Resumen { En el Plan de protección de diez fuentes de agua utilizando especies nativas se realizó un diagnóstico de las áreas de estudio, una evaluación de la calidad y cantidad del agua, se reforesto 82.000 plántulas nativas se complementó con la socialización y concienciación y en temas de educación ambiental que lleva el GAD Municipal de Otavalo. Además este estudio contiene la evaluación con indicadores de sustentabilidad sociales y ambientales, y el análisis multivariado de las diez fuentes de agua.</p>			

Fecha: 13 de julio del 2012

Ing. Germánico Chacón

Estefanía Haro Vaca

Ruth Ruiz Flores

ÍNDICE

PORTADA	i
APROBACIÓN DEL DIRECTOR	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	iii
APROBACIÓN DEL BIOMETRISTA	iv
PRESENTACIÓN	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE	viii
Lista de Cuadros	xiii
Lista de Fotografías	xv
Lista de Gráficos	xvi
Lista de Anexos	xviii

CAPÍTULO I

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	OBJETIVOS	3
1.1.1.	General	3
1.1.2.	Específicos	3
1.2.	PREGUNTAS DIRECTRICES	4

CAPÍTULO II

2.	REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1.	REGIÓN ANDINA DEL ECUADOR	6
2.1.1.	Bosque andino	7
2.1.1.1.	Flora forestal nativa característica	7

2.1.1.2.	Hidrología de los bosques andinos	7
2.1.2.	Ceja andina	8
2.1.3.	Páramo	8
2.2.	PROTECCIÓN DE NACIENTES Y CURSOS DE AGUA	9
2.3.	REFORESTACIÓN	9
2.3.1.	Programa de reforestación con fines de protección del agua	9
2.4.	EVALUACIÓN CON INDICADORES DE...	13
2.5.	MARCO LEGAL	13
2.5.1.	Constitución política de la República del Ecuador, 2008	13
2.5.2.	Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía...	14
2.5.2.	Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria	14

CAPÍTULO III

3.	MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	16
3.1.1.	Ubicación política del cantón Otavalo	16
3.2.	MATERIALES Y EQUIPOS	19
3.3.	MÉTODO	20
3.3.1.	Caracterización del cantón Otavalo	20
3.3.1.1.	Ubicación de cantón Otavalo y localización dela área de estudio	21
3.3.2.	Diagnóstico del área de estudio	21
3.3.2.1.	Trabajo de campo	21
3.3.2.2.	Utilización de un SIG	22

3.3.2.3.	Aplicación del programa INEC: CVP Ecuador, 2010	26
3.3.3.	Evaluación de la calidad, cantidad del agua y propuesta de...	26
3.3.3.1.	Calidad del agua	26
3.3.3.2.	Cantidad del agua	28
3.3.3.3.	Propuesta de monitoreo del agua	30
3.3.4.	Reforestación de las áreas seleccionadas	30
3.3.4.1.	Selección y adquisición de plántulas	30
3.3.4.2.	Pre-minga para el transporte de plántulas	31
3.3.4.3.	Mingas de reforestación	31
3.3.4.4.	Monitoreo de las plántulas reforestadas	32
3.3.5.	Socialización de Plan de protección y concienciación	32
3.3.5.1.	Talleres en las instituciones	32
3.3.5.2.	Talleres en el campo	33
3.3.6.	Evaluación con indicadores de sustentabilidad	36
3.3.6.1.	Indicadores sociales	36
3.3.6.2.	Indicadores ambientales	39
3.3.7.	Análisis estadístico (Análisis multivariado)	42

CAPÍTULO IV

4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
4.1.	Caracterización del cantón Otavalo	44
4.1.1.	Ubicación de los sitios de estudio	44
4.1.2.	Características climática y edáficas del cantón Otavalo	46

4.2.	DIAGNÓSTICO Y DELIMITACIÓN DE LAS ÁREAS...	48
4.2.1.	Trabajo con salidas de campo	48
4.2.1.1.	Componente biótico	48
4.2.2.	Utilización de la herramienta SIG	50
4.2.2.1.	Componente abiótico	50
4.2.3.	Aplicación del programa INEC: CVP Ecuador 2010	58
4.2.3.1.	Componente social	58
4.3.	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CANTIDAD DEL...	61
4.3.1.	Calidad del agua	61
4.3.1.1.	Criterio para la calidad del agua para consumo humano y uso...	62
4.3.1.2.	Criterio para la calidad del agua para uso agrícola y riego	68
4.3.1.3.	Criterio para la calidad del agua para uso pecuario	70
4.3.1.4.	Criterio para la calidad del agua para la prevención de...	73
4.3.2.	Cantidad del agua	75
4.3.2.1.	Método volumétrico	75
4.3.2.2.	Estudios existentes con caudalímetro	77
4.3.2.3.	Datos obtenidos por el presidente de la Junta de Agua de...	78
4.3.3.	Propuesta de monitoreo para la evaluación de la calidad y...	78
4.3.3.1.	Introducción	78
4.3.3.2.	Objetivos	79
4.3.3.3.	Meta	79
4.3.3.4.	Actividades	79
4.4.	REFORESTACIÓN DE 82.000 PLÁNTULAS NATIVAS	82
4.4.1.	Especies nativas utilizadas en las diez fuentes de agua	83
4.4.2.	Mingas de reforestación	84

4.5.	SOCIALIZACIÓN Y CONCIENCIACIÓN DEL PLAN DE...	91
4.5.1.	Talleres en las instituciones	91
4.5.2.	Talleres en el campo	95
4.5.3.	Talleres en temas de educación ambiental	96
4.6.	EVALUACIÓN DE LOS INDICADORES DE...	97
4.6.1.	Indicadores sociales	97
4.6.2.	Indicadores ambientales	104
4.7.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO (Análisis multivariado)	112
4.8.	PREGUNTAS DIRECTRICES	115

CAPÍTULO V

5.1.	CONCLUSIONES	117
5.2.	RECOMENDACIONES	119
	BIBLIOGRAFÍA	121

Lista de cuadros

Cuadro 3.1	Coordenadas geográficas de la ciudad de Otavalo	16
Cuadro 3.2	Parroquias y comunidades rurales y urbanas del cantón...	18
Cuadro 3.3	Materiales y equipos de campo y oficina	19
Cuadro 3.4	Parámetros físico-químicos	27
Cuadro 3.5	Parámetros microbiológicos	27
Cuadro 3.6	Instituciones, comunidades y personas participantes	32
Cuadro 3.7	Pasos para la reforestación	33
Cuadro 3.8	Instituciones y comunidades participantes en los talleres...	35
Cuadro 3.9	Indicador participación de géneros y edad	37
Cuadro 3.10	Indicador nivel de organización	37
Cuadro 3.11	Indicador autoestima	37
Cuadro 3.12	Indicador educación ambiental	38
Cuadro 3.13	Indicador comportamientos y prácticas de respeto al...	38
Cuadro 3.14	Indicador prendimiento de las plántulas	39
Cuadro 3.15	Indicador belleza escénica	39
Cuadro 3.16	Indicador protección de las fuentes de agua	40
Cuadro 3.17	Indicador control de la erosión	40
Cuadro 3.18	Indicador aporte a la disminución local del efecto...	41
Cuadro 3.19	Indicador conservación de la diversidad genética	41
Cuadro 3.20	Indicador reducción de la escorrentía superficial de las...	41
Cuadro 3.21	Caracteres que se aplicaron para la Evaluación...	43
Cuadro 4.1	Localización geográfica en coordenadas UTM de las...	45
Cuadro 4.2	Características climáticas de las estaciones: San Pablo...	46

Cuadro 4.3	Suelos del cantón Otavalo clasificados por órdenes	47
Cuadro 4.4	Diversidad de ecosistemas en el cantón Otavalo según...	47
Cuadro 4.5	Zonas de vida, según Leslie Holdridge (1947,1967), en...	48
Cuadro 4.6	Tipo y número de especies florísticas encontradas en el...	49
Cuadro 4.7	Tipo y número de especies faunísticas encontradas en el...	49
Cuadro 4.8	Descripción de las pendientes de las diez fuentes de agua	50
Cuadro 4.9	Valores de temperatura de las diez fuentes de agua	51
Cuadro 4.10	Valores de precipitación de las diez fuentes de agua	52
Cuadro 4.11	Tipos de Suelos de las diez fuentes de agua	52
Cuadro 4.12	Cobertura Vegetal y Uso Actual del Suelo de las diez...	54
Cuadro 4.13	Descripción de las Zonas de Vida de las diez fuentes de...	55
Cuadro 4.14	Localización de las diez fuentes de agua por microcuencas	57
Cuadro 4.15	Zonificación Ambiental de las diez fuentes de agua	58
Cuadro 4.16	Población general del cantón Otavalo	59
Cuadro 4.17	Porcentaje de caudal de las fuentes de agua	60
Cuadro 4.18	Fechas de colecta de las muestras de agua	61
Cuadro 4.19	Parámetros físico-químicos	63
Cuadro 4.20	Parámetros microbiológicos	66
Cuadro 4.21	Valores obtenidos de los caudales de cinco fuentes de...	76
Cuadro 4.22	Valores obtenidos de los caudales con caudalímetro en...	77
Cuadro 4.23	Valor obtenido del caudal con caudalímetro en una...	77
Cuadro 4.24	Valores obtenidos de los caudales por el presidente de la...	78
Cuadro 4.25	Especies nativas con su altitud (msnm)	83
Cuadro 4.26	Características de las especies nativas	84
Cuadro 4.27	Resumen de las mingas ejecutadas del Plan de...	90

Cuadro 4.28	Talleres de socialización a los estudiantes de los 9...	94
Cuadro 4.29	Talleres de capacitación en el campo	95
Cuadro 4.30	Talleres en temas de educación ambiental a los...	96
Cuadro 4.31	Indicador social participación de géneros y edad	98
Cuadro 4.32	Indicador social nivel de organización	99
Cuadro 4.33	Indicador social autoestima de siete fuentes de agua	100
Cuadro 4.34	Indicador social autoestima de tres fuentes de agua	101
Cuadro 4.35	Indicador social educación ambiental	102
Cuadro 4.36	Indicador social comportamientos y prácticas de respeto...	103
Cuadro 4.37	Indicador social comportamientos y prácticas de respeto...	103
Cuadro 4.38	Indicador ambiental prendimiento de las plántulas	105
Cuadro 4.39	Indicador ambiental belleza escénica	106
Cuadro 4.40	Indicador ambiental protección de las fuentes de agua	107
Cuadro 4.41	Indicador ambiental control de la erosión	108
Cuadro 4.42	Indicador ambiental aporte a la disminución local del...	109
Cuadro 4.43	Indicador ambiental conservación de la diversidad...	110
Cuadro 4.44	Indicador ambiental reducción de la escorrentía...	111

Lista de fotografías

Fotografía 4.1	Colecta de muestras para análisis físico-químicos...	61
Fotografía 4.2	Toma de datos en las fuentes de agua: a) Mojanda;...	62
Fotografía 4.3	Medición de caudales: a) Mojanda, b) San Francisco	77
Fotografía 4.4	Plántulas utilizadas en el Plan de protección...	83
Fotografía 4.5	Minga de reforestación en el río El Tejar, 2011/ 07/ 29	84

Fotografía 4.6	Minga de reforestación en la fuente de agua Mojanda...	85
Fotografía 4.7	Minga de reforestación fuente de agua de Punyaro...	85
Fotografía 4.8	Minga de reforestación con los usuarios de la Junta...	86
Fotografía 4.9	Minga de reforestación fuente de agua de Punyaro...	86
Fotografía 4.10	Minga de reforestación fuente de agua Mojanda...	86
Fotografía 4.11	Minga de reforestación fuente de agua La Magdalena..	87
Fotografía 4.12	Minga de reforestación fuente de agua La Magdalena..	87
Fotografía 4.13	Minga de reforestación fuente de agua Quinde-Pogyo...	88
Fotografía 4.14	Minga de reforestación fuente de agua Mojanda...	88
Fotografía 4.15	Minga de reforestación fuente de agua cascada de...	89
Fotografía 4.16	Talleres de campo con los niños, niñas y maestros...	95
Fotografía 4.17	Talleres de campo con las comunidades: San Luís de...	96
Fotografía 4.18	Similaridad grupo E1: a) Mojanda; b) Punyaro	112
Fotografía 4.19	Similaridad grupo E2: a) San Francisco; b)...	113
Fotografía 4.20	Similaridad grupo E3: a) Quinde-Pogyo; b)...	113
Fotografía 4.21	Similaridad grupo E4 río El Tejar	114

Lista de Gráficos

Gráfico 2.1	Factores importantes de un programa de reforestación	12
Gráfico 3.1	Ubicación del área de estudio	17
Gráfico 3.2	Modelo para elaborar la Zonificación Ambiental	25
Gráfico 4.1	Localización de las fuentes de agua	45
Gráfico 4.2	Población a nivel urbano y rural del cantón Otavalo	59
Gráfico 4.3	Valor obtenido de la temperatura vs límite permisible	63

Gráfico 4.4	Valor obtenido del pH vs límite permisible	64
Gráfico 4.5	Valor obtenido del color vs límite permisible	64
Gráfico 4.6	Valor obtenido de la turbiedad vs límite permisible	65
Gráfico 4.7	Valor obtenido de sólidos totales disueltos vs límite...	65
Gráfico 4.8	Valor obtenido de oxígeno disuelto vs límite permisible	66
Gráfico 4.9	Valor obtenido coliformes totales vs límite permisible	67
Gráfico 4.10	Valor obtenido coliformes fecales vs límite permisible	67
Gráfico 4.11	Valor obtenido del pH vs límite permisible	68
Gráfico 4.12	Valor obtenido de sólidos totales disueltos vs límite...	69
Gráfico 4.13	Valor obtenido coliformes totales vs límite permisible	69
Gráfico 4.14	Valor obtenido del pH vs límite permisible	70
Gráfico 4.15	Valor obtenido de sólidos totales disueltos vs límite...	71
Gráfico 4.16	Valor obtenido de oxígeno disuelto vs límite permisible	71
Gráfico 4.17	Valor obtenido coliformes totales vs límite permisible	72
Gráfico 4.18	Valor obtenido coliformes fecales vs límite permisible	72
Gráfico 4.19	Valor obtenido de la temperatura vs límite permisible	73
Gráfico 4.20	Valor obtenido del pH vs límite permisible	74
Gráfico 4.21	Valor obtenido de oxígeno disuelto vs límite permisible	74
Gráfico 4.22	Valor obtenido coliformes fecales vs límite permisible	75
Gráfico 4.23	Promedio del volumen en (l) y tiempo en (s)	76
Gráfico 4.24	Localización de los sitios reforestados en las fuentes...	82
Gráfico 4.25	Talleres de socialización con los alumnos de la escuela...	92
Gráfico 4.26	Talleres de socialización con los padres de familia de...	93
Gráfico 4.27	Talleres de socialización en el Instituto Alfredo Pérez...	94
Gráfico 4.28	Taller de capacitación en el Área Protegida “Cerro...	97

Gráfico 4.29	Valores obtenidos del indicador social participación de...	99
Gráfico 4.30	Valores obtenidos del indicador social nivel de...	100
Gráfico 4.31	Valores obtenidos del indicador social autoestima	101
Gráfico 4.32	Valores obtenidos del indicador social educación...	102
Gráfico 4.33	Valores obtenidos del indicador social comportamientos..	104
Gráfico 4.34	Valores obtenidos del indicador prendimiento de las...	105
Gráfico 4.35	Valores obtenidos del indicador belleza escénica	106
Gráfico 4.36	Valores obtenidos del indicador protección de las...	107
Gráfico 4.37	Valores obtenidos del indicador control de la erosión	108
Gráfico 4.38	Valores obtenidos del indicador aporte a la disminución...	109
Gráfico 4.39	Valores obtenidos del indicador conservación de la...	110
Gráfico 4.40	Valores obtenidos del indicador reducción de la...	111
Gráfico 4.41	Dendograma obtenido mediante índices de distancia...	115
Gráfico 4.42	Pregunta directriz: aporte a la conservación y...	116
Gráfico 4.43	Pregunta directriz: participación decidida de las...	116

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 MAPAS

1. Base
2. Pendientes
3. Isotermas
4. Isoyetas
5. Tipos de Suelo
6. Uso Actual del Suelo y Cobertura Vegetal
7. Zonas de Vida
8. Microcuencas
9. Zonificación Ambiental

ANEXO 2 CUADROS

Cuadro 1	Coordenadas geográficas UTM (WGS 84)
Cuadro 2	Listado de especies arbóreas
Cuadro 3	Listado de especies arbustivas
Cuadro 4	Listado de especies forrajeras
Cuadro 5	Listado de especies herbáceas
Cuadro 6	Listado de especies: tubérculos
Cuadro 7	Listado de especies mamíferos
Cuadro 8	Listado de especies de aves
Cuadro 9	Listado de especies de insectos
Cuadro 10	Listado de familias de reptiles y anfibios
Cuadro 11	Participantes de la comunidad de Chuchuqui
Cuadro 12	Participantes de la comunidad de Ángel Pamba
Cuadro 13	Participantes de la comunidad de San Luís de Agualongo
Cuadro 14	Participantes de la comunidad de Pinsaquí
Cuadro 15	Parámetros físico-químicos para el criterio de agricultura y riego
Cuadro 16	Parámetros microbiológicos para el criterio de agricultura y riego
Cuadro 17	Parámetros físico-químicos para el criterio de uso pecuario
Cuadro 18	Parámetros microbiológicos para el criterio de uso pecuario
Cuadro 19	Parámetros físico-químicos para el criterio prevención de flora ...
Cuadro 20	Parámetros microbiológicos para el criterio prevención de flora...
Cuadro 21	Número de especies utilizadas en el Plan de protección de diez...
Cuadro 22	Sistemas de plantación utilizados en el Plan de protección de las...
Cuadro 23	Número de participantes en los talleres en las instituciones y en...
Cuadro 24	Objetivos del Plan de protección de diez fuentes de agua

Cuadro 25 Análisis económico del presupuesto para la ejecución del Plan de...

Cuadro 26 Análisis del financiamiento

ANEXO 3 GRÁFICOS

Gráfico 1 Indicadores sociales y ambientales de la fuente de agua Mojanda

Gráfico 2 Indicadores sociales y ambientales de la fuente de agua Punyaro

Gráfico 3 Indicadores sociales y ambientales de la fuente de agua La...

Gráfico 4 Indicadores sociales y ambientales de la fuente de agua cascada...

Gráfico 5 Indicadores sociales y ambientales de la fuente de agua San...

Gráfico 6 Indicadores sociales y ambientales de la fuente de agua Torouco

Gráfico 7 Indicadores sociales y ambientales de la fuente de agua...

Gráfico 8 Indicadores sociales y ambientales de la fuente de agua Rosas...

Gráfico 9 Indicadores sociales y ambientales de la fuente de agua Quinde...

Gráfico 10 Indicadores sociales y ambientales de la fuente de agua río El...

ANEXO 4 FOTOGRAFICO

Fotografía 1 Identificación de las diez fuentes de agua

Fotografía 2 Colecta de muestras para el análisis físico-químico y...

Fotografía 3 Análisis con el equipo portátil para la calidad del agua en el...

Fotografía 4 Pre-minga de reforestación con la comunidad de Chuchuqui

Fotografía 5 Pre-minga de reforestación para la fuente de agua Quinde...

Fotografía 6 Pre-minga de reforestación con los trabajadores de la Jefatura..

Fotografía 7 Monitoreo de los sitios reforestados: a) Quinde-Pogyo...

Fotografía 8 Minga de reforestación en la fuente de agua del río El Tejar...

Fotografía 9	Minga de reforestación en la fuente de agua Mojanda con...
Fotografía 10	Minga de reforestación en las fuentes de agua: a) San...
Fotografía 11	Minga de reforestación en la fuente de agua Mojanda: a)...
Fotografía 12	Minga de reforestación en la fuente de agua La Magdalena...
Fotografía 13	Minga de reforestación en la fuente de agua La Magdalena...
Fotografía 14	Mingas de reforestación en las fuentes de agua a) Rosas...
Fotografía 15	Minga de reforestación en la fuente de agua cascada de...
Fotografía 16	Talleres de capacitación del Plan de protección en la escuela...
Fotografía 17	Talleres de capacitación del Plan de protección Instituto...
Fotografía 18	Talleres de capacitación en el campo: a) Escuela Valle del...
Fotografía 19	Talleres de capacitación en temas ambientales estudiantes de...
Fotografía 20	Evaluación de indicadores ambientales en las fuentes de...

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Los bosques nativos de la región Andina cumplen un papel importante en la preservación, conservación, protección y manejo de sus recursos naturales, el incremento de la conservación y manejo de los bosques protectores garantizan el bienestar de los seres vivos, ya que estos ayudan a mantener el equilibrio ecológico y la diversidad genética, captan el CO₂ y producen O₂, además influyen en las variaciones climáticas y aportan en disminuir las consecuencias del efecto invernadero.

Los bosques situados con frecuencia en las escarpadas pendientes de los Andes, cumplen además otras funciones esenciales para la vida; Por ejemplo, protegen de la erosión como también regulan el metabolismo hídrico de los suelos de enorme importancia para el abastecimiento de agua. La consolidación para la protección de las fuentes de agua, nacimientos o cursos de agua, se da a través de establecer contactos y convenios con Municipios o Empresas de agua potable, para involucrarlos en el manejo de los recursos naturales, dando especial énfasis al mantenimiento de la calidad y cantidad de agua. Según, Yaguache R. y Carrión R. (2000), esta práctica no es muy difundida, pero tiene importancia, básicamente para el mantenimiento del agua para el consumo humano y riego. Por lo general, son muy pocas las áreas en el Ecuador donde se protegen las nacientes y los márgenes de los cursos de agua. No se ha insistido en su realización, ya que años atrás el acceso al agua no era un problema. En cambio en la actualidad, resulta una necesidad imperiosa que se contemple como una práctica de plantación apropiada para el mantenimiento y mejoramiento del agua, ya existe insuficiente cobertura vegetal en las márgenes de los nacimientos agua por la intervención humana sobre los remanentes de bosques naturales y matorrales, por ello requiere la ejecución de

un plan de protección de fuentes de agua, para de esta manera contribuir y reponer a los ecosistemas cobertura arbórea nativa.

potable y la alimentación de los sistemas de riego. Además éstos protegen el recurso hídrico ya que capturan por interceptación mucha lluvia y actúan como condensadores de precipitación.

Al restablecer e incrementar la cobertura arbórea con especies nativas, implica proteger los recursos naturales de gran importancia, principalmente el recurso agua, además se consigue tener una vegetación similar a las que se encuentran alrededor de las fuentes de agua logrando una belleza escénica óptima. Las especies nativas están cercanas a los límites naturales, de esta manera restauran el equilibrio del ecosistema, regulando la escorrentía superficial, mejorando los procesos de interceptación, infiltración y evapotranspiración del ciclo hidrológico, el incremento de éstas también mejoran la retención de humedad en el suelo, reduce el flujo rápido de las aguas lluvias y reduce la entrada de sedimento a las aguas superficiales.

El plan de protección de diez fuentes de agua utilizando especies nativas, fue auspiciado por el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Otavalo, con la finalidad de conservar y proteger los recursos naturales, reconociendo que el agua es indispensable para la vida, como se establece en la Constitución de la República del Ecuador, en el capítulo Segundo relativo a los derechos del buen vivir, sección primera, agua y alimentación Art. 12. De esta manera se garantiza a las presentes y futuras generaciones gozar de los derechos del *Sumak-kausay* “buen vivir”.

El empoderamiento y la participación de niños, jóvenes y adultos en la ejecución de este proyecto fue de suma importancia. Los beneficiarios del Plan de Protección son: la población de la ciudad de Otavalo(parroquia urbana San Luis y el Jordán), los moradores de la parroquia rural Eugenio Espejo (comunidad

Chuchuqui), los comuneros de la parroquia San Juan de Ilumán (comunidades San Luis de Agualongo, Pinsaqui y Ángel Pamba). Además los beneficiados son los participantes en el mencionado Plan de Protección, ya que cuentan con herramientas de educación ambiental y con conocimientos en el manejo de los recursos naturales impartidos en los talleres y capacitaciones.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo General

- ◆ Diseñar y ejecutar un Plan de Protección de diez fuentes de agua utilizando especies nativas en el cantón Otavalo.

1.1.2. Objetivos Específicos

- ◆ Diagnosticar y delimitar, mediante la herramienta SIG, las áreas a proteger con especies nativas y realizar recorridos y giras de observación en el campo con los pobladores de las comunidades beneficiarias.
- ◆ Evaluar la calidad y cantidad del agua en varias fuentes hídricas y establecer una propuesta de monitoreo para los beneficiarios.
- ◆ Reforestar las áreas seleccionadas, con 40.000 plantas nativas.
- ◆ Socializar el Plan de Protección de varias fuentes de agua utilizando especies nativas y a la vez concientizar a los beneficiarios para alcanzar la sustentabilidad ambiental, económica y social.

1.2. PREGUNTAS DIRECTRICES

- ◆ ¿Durante la propuesta del plan de protección de varias fuentes de agua utilizando especies nativas existirá la participación decidida de las comunidades?
- ◆ ¿El plan de protección de varias fuentes de agua utilizando especies nativas aportará a la conservación y mantenimiento del recurso hídrico?

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA

Los recursos naturales son básicos para lograr un desarrollo sustentable en el que interactúan aspectos económicos, sociales y ecológicos. El estado actual de los ecosistemas hace pensar que aún falta la concienciación del ser humano, para que sea parte de la solución y no del problema. Sin los recursos naturales los seres vivos no podrían subsistir: el agua, el suelo y la diversidad genética representan la trilogía de la cual dependen los aspectos económicos, ecológicos y sociales (Fassbender, H. 1987, citado por Yaguache, R. y Carrión, R. 2000).

Las consecuencias de los procesos de deforestación en la sierra ecuatoriana son: la erosión hídrica y eólica, el aumento de zonas improductivas y desérticas, los cambios del microclima, el desequilibrio de los caudales de agua, la falta de combustible vegetal, la desaparición de plantas medicinales, la extinción de la fauna silvestre, la extinción de especies vegetales y la pérdida del banco genético, la pérdida de fuentes de alimentación, la pérdida de fuentes de trabajo y la migración (CESA, 1992).

La reforestación aporta una serie de beneficios y servicios ambientales, pues incrementa la cobertura arbórea, aumenta la fertilidad del suelo y mejora la retención de humedad, estructura y contenido de nutrientes (reduciendo la lixiviación, proporcionando abono verde y agregando nitrógeno, en el caso de que las especies utilizadas sean de este tipo). La cobertura arbórea también ayuda a reducir el flujo rápido de las aguas lluvias, regulando de esta manera, el caudal de los ríos, mejorando la calidad del agua y reduciendo la entrada de sedimentos a las aguas superficiales. Los árboles en su crecimiento y desarrollo cumplen la función de controlar la erosión, facilitan el manejo de cuencas hidrográficas, protegen las orillas de los ríos o fijan las dunas de arena. Además, son beneficiosos por

naturaleza y proveen protección y servicios ambientales. Si surgen problemas muy probablemente, serán sociales cuestiones de tenencia de las tierras y de recursos (Proyecto Gran Sumaco, 1997, citado por Salazar, N. 2011).

Para detener el rápido y continuo proceso erosivo, es necesario la protección de las partes más altas de áreas de captación de agua, demanda planes extensos de restablecimiento en todas las partes de la meseta andina (Brandbyge, J. *et al.*, 1991, citado por Hofstede, R. *et al.*, 1998).

La protección de la vegetación natural, es la mejor forma y la menos cara de prevenir y controlar la acelerada erosión. La segunda mejor forma es el restablecimiento de la cubierta vegetal, plantando especies adaptadas al clima local y condiciones del suelo. Esto último es ciertamente más caro pero indispensable si se ha de poner fin a la degradación de los ecosistemas andinos altos (Brandbyge, J. 1992).

En Ecuador existen personas, organizaciones, etnias y experiencias concretas para el uso sustentable de la gran riqueza forestal del país. Esta riqueza que no está constituida sólo por madera, sino que aporta biodiversidad, equilibrio biológico, conservación de suelos, alimentos, forraje, medicinas, belleza escénica, conservación de cuencas hídricas, por citar sólo algunos (Por citar sólo alguno Carrere, R. 1997, citado por Pozo, D. 2010).

2.1. REGIÓN ANDINA DEL ECUADOR

Las regiones andinas altas son las principales fuentes de generación de agua para otras regiones geográficas. La calidad, la cantidad y distribución de la producción de agua desde las montañas son, consecuentemente de mucha importancia social y económica (Brandbyge, J. 1991).

2.1.1. Bosque andino

Según Hofstede, R. *et al.* (1998), indica que los bosques andinos que se encuentran entre los 2.400 y los 4.200 msnm están determinados por un clima templado y con alta incidencia de niebla. Debido a que el bosque andino hasta los 3.500 msnm se encuentra en pura zona de condensación, la niebla es más frecuente y la irradiación es menor en el páramo. Esto hace que los bosques se mantengan con alta humedad durante casi todo el año, aunque no necesariamente haya precipitación. Lastimosamente esta característica se está perdiendo por los cambios climáticos, el mal uso del suelo y malas prácticas agrícolas. Los suelos en los ecosistemas alto-andinos son generalmente derivados de cenizas volcánicas y como se ha dicho, son andisoles, caracterizados por un alto contenido de materia orgánica. Esto y la presencia de lluvia continua o niebla hacen que los suelos permanezcan húmedos (cerca a la saturación) durante casi todo el año (Tobón, C.*et al.*, 2009 y Cavelier, J. 1991, citado por Tobón, C. 2009).

2.1.1.1. Flora forestal nativa característica

Los géneros más importantes y característicos de los bosques andinos son: *Gynoxys*, *Polylepis*, *Buddleja*, *Hesperomeles*, *Osteomeles*, *Oreopanax*, *Podocarpus*, *Hedyosmun*, *Escallonia*, *Weinmania*, *Alnus*, y *Vallea*. La presencia de pequeños bosques aislados en el páramo, ha sido debatida por geobotánicos, los cuales son de la opinión de que estas formaciones, son a menudo colecciones puras de *Polylepis*, específicamente limitadas a laderas de rocas, cursos de ríos, fondos de valles, que se consideran formaciones con características de la ceja andina, ya que las condiciones climáticas hacen posible la presencia de estos bosques (Brandbyge, J. 1991).

2.1.1.2. Hidrología de los bosques andinos

Hidrológicamente los bosques andinos, están influenciados específicamente por dos factores importantes: i) unas entradas por precipitaciones relativamente altas (Espinoza, C. *et al.*, 2008); y ii) una baja evapotranspiración (Tobón, C. *et al.*,

2008 y Rollenbeck, R. *et al.*, 2006). Estos factores controlan considerablemente el funcionamiento hidrológico de estos ecosistemas (Tobón, C. y Goller, R. *et al.*, 2004). La distribución de la precipitación en los Andes está controlada especialmente por factores topográficos (Espinoza, C. *et al.* 2008) y por procesos climatológicos locales y globales como El Niño (Kane, A. 2000). Desempeñan un papel fundamental los bosques de montaña en el control de la erosión y en la calidad de las aguas (Ataroff, M. y Rada, F. 2000). Así mismo, los bosques andinos son ampliamente conocidos como ecosistemas reguladores de caudales, con un alto rendimiento hídrico (Tobón, C. y Arroyave, F. 2007; Ataroff, M. y Rada, F. 2000; Cavelier, J. 1991; Cavelier, J. *et al.*, 1989, citado por Tobón, C. 2009).

2.1.2. Ceja andina

Término utilizado a menudo para la parte superior de los bosques andinos y se considera una formación de transición hasta la zona del páramo. Los límites de altitud están entre 3.200 y 3.500 m.s.n.m. (Acosta Solís, M. 1971).

2.1.3. Páramo

Son ecosistemas que ofrecen servicios hidrológicos que garantizan la calidad y cantidad de agua. Los páramos húmedos, particularmente en el Ecuador, Colombia y Venezuela tienen una gran capacidad de retención de agua (Acosta Solís, M. 1971). En la actualidad, los páramos constituyen una formación ecológica característica de los Andes Septentrionales, que se encuentra generalmente localizada entre los 3.200 y 4.700 msnm, sobre el límite de los bosques andinos y por debajo del límite de las nieves perpetuas (Lauer, W. 1979). El páramo propiamente dicho no limita con el bosque, está separado de éste por una zona de transición, o ecotono, denominada subpáramo o páramo bajo, donde aún se encuentran mezclados elementos del bosque junto a elementos de parameros. En forma similar, existe otra zona de transición, denominada

superpáramo, entre el límite superior del páramo y el nivel de las nieves perpetuas (Acosta Solís, M. 1984).

2.2. PROTECCIÓN DE NACIENTES Y CURSOS DE AGUA

La protección debe realizarse mediante el cercamiento con especies nativas pioneras a una distancia mínima de 20 m de cada margen, las especies recomendables son leñosas y arbustivas (yagual, aliso, laurel de cera). Las plantaciones constituyen alternativas de recuperación y estabilización de las cuencas hidrográficas, siempre que se realice una selección adecuada de especies de acuerdo a los sitios, para que de forma similar a como actúan los bosques nativos, estabilicen las laderas, recuperen y mantengan el suelo en general, contribuyan al equilibrio hidrológico y al cumplimiento de los objetivos ambientales, sociales o económicos del país. Las plantaciones tienen el propósito de proteger el recurso hídrico con especies nativas, no solo con el objetivo de semejar la composición del bosque, sino para generar experiencia en el cultivo de estas especies y su comportamiento en estas condiciones (Yaguache, R. y Carrión, R. 2000).

2.3. REFORESTACIÓN

Es la acción de poblar o repoblar con especies arbóreas o arbustivas, mediante plantación, regeneración manejada o siembra, en cualquier tipo de terreno. FAO (2011). Esta definición involucra la intervención de la gente, por lo que la reforestación es un proceso que quiere por parte de la gente, del compromiso de realizar la actividad con diferentes fines.

2.3.1. Programa de reforestación con fines de protección del agua

El objetivo general del programa de reforestación es protectora-conservadora de agua y suelo, y productiva del agua, para ello es necesario la utilización de especies nativas, dado que éstas tienen características propias que las hacen

adecuadas a este propósito por su adaptación natural al medio, su capacidad de generación, su diversidad de usos y su resistencia a plagas y enfermedades (CESA, 1984), además éstas tienen ventajas sobre especies introducidas y en muchos casos son la única alternativa. Así se les debe dar una alta prioridad en los proyectos ambientales (Brandbyge, J. *et al.*, 1991, citado por Hofstede, R. *et al.*, 1998). Las plantaciones para protección del recurso hídrico, en las quebradas y ríos deben realizarse considerando los pisos altitudinales para la ubicación de dichas plantaciones forestales (Sánchez, J. y Campoverde, O. 2005, citado por Suárez, S. 2010). El sitio a reforestar debe considerar varios aspectos: vegetación existente, altitud, clima, suelo, accesibilidad, y ubicación del terreno (Rideout, R. 1978).

El éxito de un programa de reforestación forestal en la Sierra depende en gran medida del interés, motivación, y el compromiso que sientan o tengan las comunidades rurales en ese programa. Interés y compromiso que demuestran en hechos y no solo en palabras. Interés que se comprueba, por ejemplo, cuando los comuneros toman las precauciones adecuadas en el transporte de las plantas o en la marcación y apertura de los hoyos. Compromiso que se verifica posteriormente cuando los comuneros se organizan para no dejar entrar a los animales a la plantación o para supervisar periódicamente el estado de los arbolitos (Van Dam, C. y Herrera, A. 1985).

Para el programa de reforestación se ha considerado que en las zonas altas de la Sierra Ecuatoriana existe normalmente un solo período apto para la plantación, éste se define por las lluvias y por las heladas: al inicio de la época lluviosa y lo más posible antes de las próximas heladas, en lo cual las plantas nativas se adaptan a estas épocas (CESA, 1992).

La extensión de la reforestación está caracterizada por la extensión a nivel de comunidades campesinas, para que sean ellas mismas las que por propia iniciativa, ejecuten en adelante sus programas de reforestación. Las etapas de la promoción y extensión forestal son las siguientes por orden de ejecución: información, diagnóstico de las necesidades, motivación, organización,

capacitación, apoyo logístico y evaluación (Kenny-Jordán, CB. 1985, citado por Suárez, S. 2010).

Los recursos necesarios para el programa de reforestación son: terreno, material vegetal de plantación, herramientas, equipo, infraestructura, recurso humano y recurso financiero. La información necesaria de ellos se refiere a disponibilidad, productividad y costos (Chapman, G.W. y Allan, T.G. 1978, citado por Suárez, S. 2010). En cuanto a la disponibilidad de tierra para reforestar es fundamental en un programa de reforestación, aunque hay grandes extensiones de tierra de “aptitud forestal” en la sierra a menudo este recurso no está disponible. Debido a tal carencia, en muchos casos han sobrado bastantes plantas después de una campaña (Van Dam, C. 1985). Los recursos materiales y equipo corresponden a tres categorías principales: los necesarios para la organización administrativa, los de actividades operativas, y los de mantenimiento. El hombre es el recurso más importante de un programa de reforestación, pero hay que reconocer sus habilidades y limitaciones en la planificación (Chapman, G.W. y Allan, T.G. 1978, citado por Suárez, S. 2010).

Las capacitaciones al reforestador es una importante actividad dentro del programa de reforestación, éstas se debe realizar antes de la reforestación o conjuntamente con la promoción de las actividades del proyecto, la capacitación a las comunidades o beneficiarios debe ser teórica y práctica con fin de explicar y motivar al reforestador los diferentes sistemas de reforestación, labores silvoculturales y los beneficios directos e indirectos que nos brindan las plantas en el futuro (Sánchez, J. y Campoverde, O. 2005, citado por Suárez, S. 2010). En las capacitaciones de debe indicar que las plantaciones se deben ubicarse en las partes altas de las microcuencas, con la finalidad de proteger las vertientes y fuentes de agua para el consumo humano, riego y otros usos. Además indicar las distancias en los sistemas de plantación, debido a que varían y depende de la especie que se utilice (Sánchez, J. y Campoverde, O. 2005, citado por Suárez, S. 2010).

Las pre-mingas son de vital importancia para evitar cualquier percance, como por ejemplo asegurar a los líderes la participación de sus colaboradores. El transporte

de las plántulas se debe realizar con cuidado y en gavetas, ya que el movimiento puede causar el maltrato a las plantas, puede ocasionar marchitez, pérdida de humedad, quemadura en hojas y tallo, ruptura del tallo y/o yema terminal, estrés general de la planta y calentamiento excesivo del tallo y la raíz lo que no permitiría la sobrevivencia de las plantas (Suárez, S. 2010).

Según el Proyecto de desarrollo técnico de la conservación del bosque-CEMARE (2010), al iniciar un programa de reforestación es necesario considerar los factores siguientes: el sitio de reforestación, las técnicas de plantación, infraestructura, personal y económicos (Gráfico 2.1).

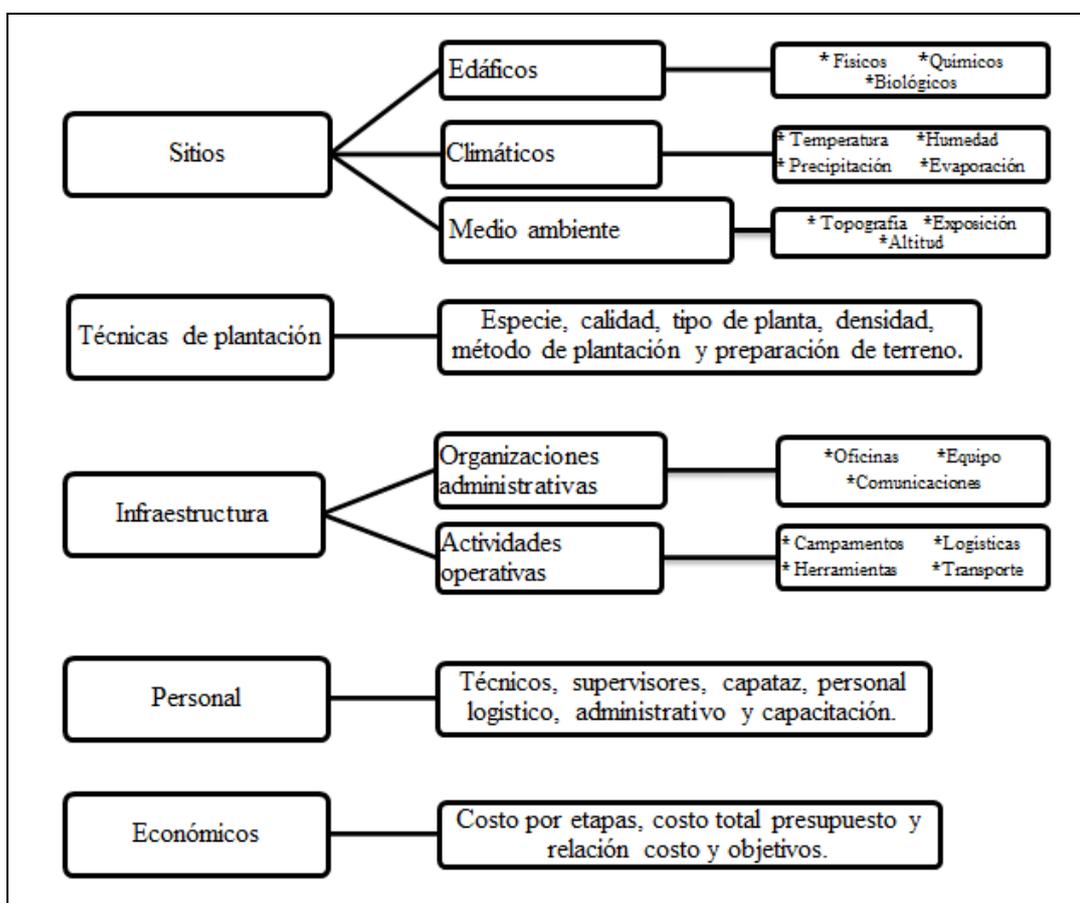


Gráfico 2.1. Factores importantes de un programa de reforestación

Fuente: Proyecto de desarrollo técnico de la conservación del bosque- CEMARE (2010)

2.4. EVALUACIÓN CON INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD

Los indicadores son una de las herramientas de mayor utilización para la evaluación de la sustentabilidad de los planes. Esto se debe fundamentalmente a su practicidad como mecanismo alternativo a la medición de impactos directos. Se han desarrollado indicadores a todo nivel y escala, generando investigación sobre su selección, agregación y validación (Bockstaller, J. *et al.*, 2008). De hecho la ONU en 1998 instó a su elaboración y desarrollo, así como varios gobiernos y agencias señalan la necesidad de medir los impactos y los umbrales de los procesos socio-ambientales a través de indicadores (Nazarea, V. *et al.*, 1998).

2.5. MARCO LEGAL

La normativa jurídica (marco legal) del estado ecuatoriano en componente ambiental es extensa y en permanente en proceso de evolución conceptual, desde la constitución política del estado; así en los últimos años se han incorporado a la legislación nacional nuevas disposiciones, como el código orgánico de organización territorial, autonomía y descentralización y un proceso de actualización general de las normas que reglamentan los procesos jurídico-ambientales a cargo de la autoridad ambiental nacional, establecido en el texto unificado de legislación ambiental secundaria (TULAS).

2.5.1. Constitución Política de la República del Ecuador, 2008

La constitución de la República del Ecuador 2008, reconoce artículos y principios ambientales, en los cuales la sociedad civil debe dar cumplimiento. Uno de los títulos importantes y necesarios es el Título II Derechos: en el capítulo Segundo relativo a los derechos del buen vivir, sección primera, agua y alimentación **Art. 12** donde considera el derecho humano al agua que constituye un patrimonio nacional estratégico esencial para la vida otro título indispensable es el VII del Régimen del Buen Vivir, capítulo segundo: biodiversidad y recursos naturales;

sección primera: naturaleza y ambiente **Art. 395** el Estado garantizará un modelo sustentable; otra sección necesaria es la sexta: agua menciona el cuidado que se debe tener en cuanto a este recurso muy importante, en el **Art. 411** indica que el Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos en donde se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua y en el **Art. 412** la autoridad a cargo de la gestión del agua será responsable de su planificación, regulación y control en donde esta autoridad cooperará y se coordinará con la que tenga a su cargo la gestión ambiental para garantizar el manejo del agua con un enfoque ecosistémico.

2.5.2. Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización

De acuerdo con la Jefatura de Gestión Ambiental del Gobierno autónomo descentralizado municipal de Otavalo se considera al código orgánico de organización territorial, autonomía y descentralización por las competencias que esta institución debe tener con el ambiente, en el **Art. 136** menciona que es de interés tener a su cargo la defensoría del ambiente y la naturaleza por lo tanto es deber de trabajar conjuntamente con los gobiernos autónomos descentralizados parroquiales rurales y con esto promover actividades de preservación de la biodiversidad y protección del ambiente para lo cual deberán impulsar en su circunscripción territorial programas y/o proyectos de manejo sustentable de los recursos naturales y recuperación de ecosistemas frágiles; protección de las fuentes y cursos de agua; forestación y reforestación con la utilización de especies nativas y educación ambiental.

2.5.3. Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS)

Para el Ecuador existe una norma ambiental, que consta en el Anexo I del Libro VI del TULAS (Texto unificado de Legislación Ambiental Secundaria), ésta contiene una serie de artículos que rigen los límites de permisibilidad para la

calidad de agua, las disposiciones es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional, además esta norma tiene como objetivo la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, en lo relativo al recurso agua y su objetivo principal es proteger la calidad del recurso agua para salvaguardar y preservar la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente en general.

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

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

3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El área de estudio donde se realizó el trabajo corresponde al cantón Otavalo, cuyas características se detallan en el cuadro 3.1.

Se encuentra en la provincia de Imbabura, en la región Sierra Norte, como referencia la ciudad de Otavalo a una altitud de 2.565 msnm y en las siguientes coordenadas geográficas.

Cuadro 3.1. Coordenadas geográficas de la ciudad de Otavalo

COORDENADAS	
78° 15' 49''	Longitud oeste
0° 13' 43''	Latitud norte

Fuente: Plan de Ordenamiento territorial Otavalo, 2011

Elaboración: Las Autoras

3.1.1. Ubicación política del cantón Otavalo

La ubicación política de las once parroquias del cantón Otavalo: dos urbanas y nueve rurales, se muestra en el gráfico 3.1.

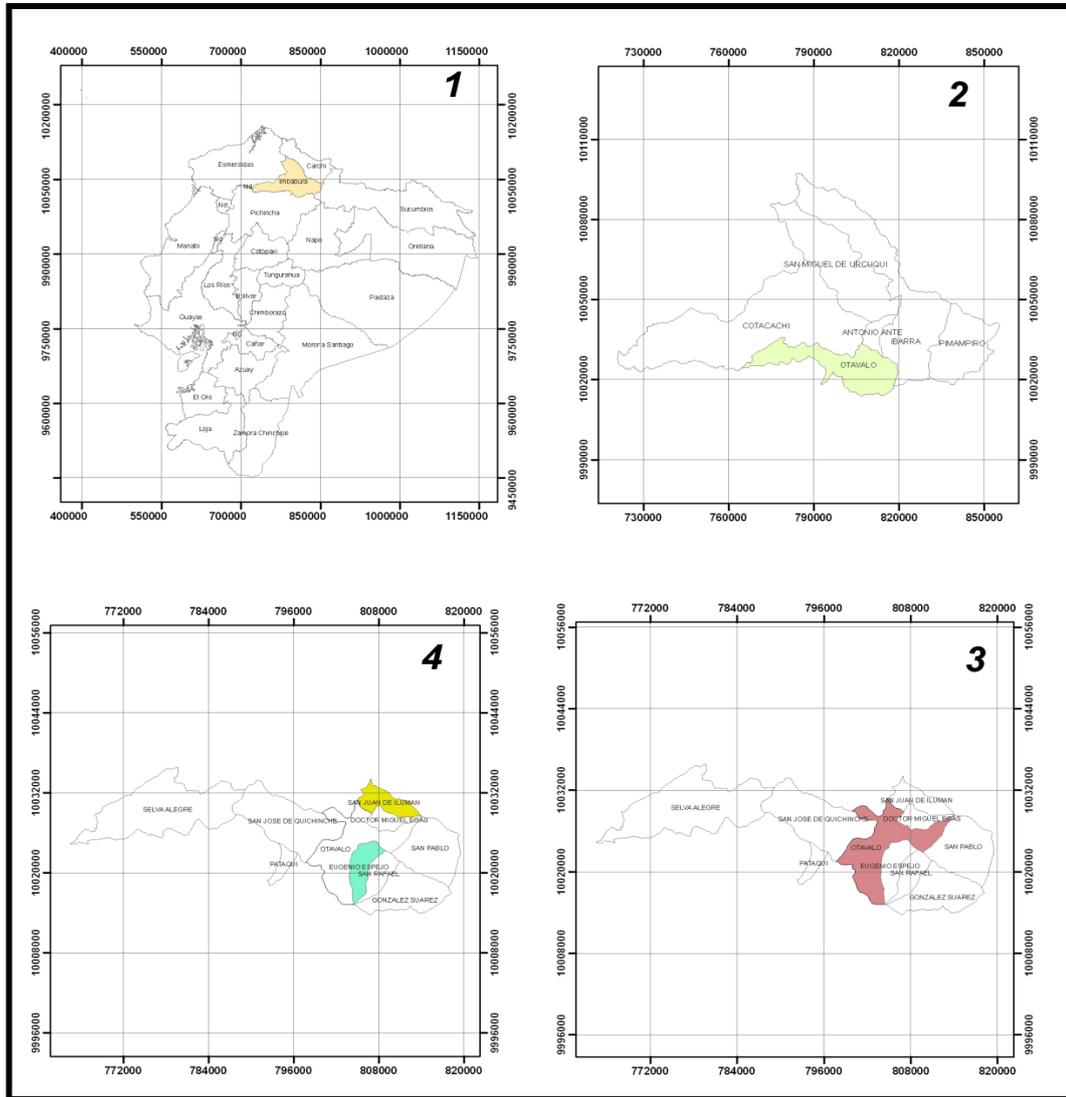


Gráfico 3.1. Ubicación del área de estudio

Las comunidades de las parroquias se detallan en el cuadro 3.2, excepto la parroquia Pataquí que no posee comunidades únicamente barrios.

En el Plan de protección de las diez fuentes de agua participó la ciudad de Otavalo con sus dos parroquias urbanas las mismas que son: San Luís (comunidades Mojanda y Taxopamba), y El Jordán (ciudadela los Lagos). También participaron dos parroquias rurales: Eugenio Espejo que comprende la comunidad de Chuchuquí, y San Juan de Ilumán con las comunidades San Luís de Agualongo y Ángel Pamba.

Cuadro 3.2. Parroquias y comunidades rurales y urbanas del cantón Otavalo

RURAL	
PARROQUIA	COMUNIDADES
San José de Quichinche	Tangalí, Cambugán, Perugachi, Gualsaquí, Panecillo, Larcacunga, Agualongo de Quichinche, Achupallas, Minas Chupa, Motilón Chupa, Padre Chupa, Moras Pungo, Cutambi, San Juan de Inguincho, San Francisco de Inguincho, Guachinguero, Yambiro, HuayraPungo, Acilla, UrcuSiquí, La Banda, Taminanga, Muenala y Cachicullá.
Eugenio Espejo	Censo Copacabana, Cuaraburo, Pivarinsi, Pucará Alto, Huacsara, Calpaquí, Arias Pamba, Chuchuí, Mojandita de Avelino Dávila y Puerto Alegre.
San Pablo del Lago	Araque, Cusimpamba, Imbaburita, Abatag, Gualabí, Cochaloma, Casco Valenzuela, El Topo, Angla, Ugsha y Lomacunga.
San Juan de Ilumán	Ilumán Bajo, Pinsaquí, San Luís de Agualongo, Ángel Pamba, Carabela, Jahua Pamba y SinsiUcu y PicuasiPugru.
San Rafael	Huaycopungo, Cachiviro, Tocagón, Cuatro Esquinas, Cachimuel, San Miguel Alto, San Miguel Bajo y MushukÑan.
González Suárez	Pijal, Gualacata, Caluquí, Mariscal Sucre, Eugenio Espejo, San Agustín de Cajas, Inti Huaycopungo.
Miguel Egas Cabezas	Yakupata, La Bolsa, Quinchuquí, Peguche, Agato, FacchaLlacta y Arias Ucu.
Selva Alegre	San Carlos de Palma Real, San Francisco, San Luís, Pamplona, Barrio Nuevo, Santa Rosa, El Quinde La Libertad, El Kinde km 12, El Quinde km 18, El Quinde Azabí de Talacos.
URBANO	
San Luís	Imbabuela Alto y Bajo, Mojanda, Mojanda Mirador, Mojandita, Taxopamba, Cuatro Esquinas.
El Jordán	Cotama, La Bolsa, Guananci, Gualapuro, La Compañía, Camuendo, Libertad de Azama.

Fuente: Plan de Ordenamiento territorial Otavalo, 2011

Elaboración: Las Autoras

3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

Los materiales que se utilizaron en el plan de protección de las diez fuentes de agua se detallan (Cuadro 3.3).

Cuadro 3.3. Materiales y equipos de campo y oficina

MATERIALES		EQUIPOS	
Campo	Oficina	Campo	Oficina
Plántulas forestales	Material de escritorio	GPS	Computadoras
Flexómetro de 50 m	Recursos financieros	Cronómetro	Impresora
Botas de caucho	Formulario de campo	Vehículo	
Ponchos de agua	Retroproyector	Kit calidad de agua	
Mochilas de asalto	Trípticos	Cámara digital	
Martillos	Banner		
Recipientes para muestras	Software (ArcView 9.3)		
Palas de desfonde	Cartas topográficas a escala 1:50.000		
Azadones			
Azadillas			
Fundas de cáñamo			
Hoyadoras			
Libreta de campo			
Caja fría			
Baldés de 6 y 16 l			
Etiquetas			

Elaboración: Las Autoras

3.3. MÉTODOS

Para lograr los objetivos planteados, se establece la siguiente metodología de trabajo. Se parte de una identificación y delimitación mediante recorridos y giras de observación en el campo, donde se estableció la situación actual de las fuentes de agua. Una vez identificado se realizó la evaluación de la calidad y cantidad del agua en las diez fuentes hídricas y se elaboró una propuesta de monitoreo del agua, luego se realizó la reforestación en las áreas seleccionadas con plántulas nativas. Durante todo el tiempo se socializó el Plan de protección y se concienció a los beneficiarios para alcanzar la sustentabilidad ambiental, económica y social.

3.3.1. Caracterización del cantón Otavalo

La metodología utilizada para conocer las características del cantón, se utilizó información existente del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) Municipal de Otavalo “Plan de Ordenamiento territorial” vigente del cantón, tomando como aspectos importantes los siguientes:

- Características climáticas del cantón Otavalo: precipitación (mm/año), temperatura (° C/año), humedad relativa, velocidad del viento, nubosidad y heliofanía
- Características edáficas
- Diversidad de ecosistemas y
- Zonas de vida

Para las características climáticas: humedad relativa, velocidad del viento, nubosidad, heliofanía y evapotranspiración están en base a tres estaciones climatológicas: Otavalo, San Pablo e Inguincho.

3.3.1.1. Ubicación del cantón Otavalo y localización de las áreas de estudio

Para establecer la ubicación del cantón se utilizó información digital de las provincias, cantones y parroquias encontradas en Base 50 / cobertura provincia – pro_00(uniión de cuatro cartas topográficas), con ello se logró realizar el mapa Base utilizando la información del Instituto Geográfico Militar (IGM).

3.3.2. Diagnóstico del área de estudio

La Jefatura de Gestión Ambiental del GAD Municipal de Otavalo y las tesisistas analizaron las fuentes de agua existentes en el cantón, y llegaron a un acuerdo de proteger las fuentes de agua que tengan mínima cobertura vegetal, soliciten los líderes y sean accesibles. Para el diagnóstico y delimitación de las áreas seleccionadas se aplicó las actividades siguientes:

- Trabajo de campo (componente biótico)
- Utilización de un SIG (componente abiótico)
- Aplicación del programa INEC: CPV Ecuador, 2010 (componente social)

A continuación se detalla cada una de las actividades anteriormente mencionadas:

3.3.2.1. Trabajo de campo

Se realizó un cronograma con fechas establecidas para las salidas de campo. El fin era comprobar algunos aspectos como: especies nativas existentes en cada fuente de agua (mantener y mejorar la belleza escénica), cantidad de cobertura vegetal, accesibilidad al lugar y tamaño del área (determinar cuántas plántulas se requieren). Además con dichas salidas de campo se recopiló información para el componente biótico.

➤ **Componente Biótico**

El componente biótico se encuentra integrado por los organismos vivos del ambiente, por lo que se estableció los parámetros descritos a continuación:

- **Flora**

Para la determinación de la flora se lo realizó a través de observaciones directas en el campo: día de la reforestación y monitoreo. Además se complementó con revisiones bibliográficas existentes como el folleto “Inventario de Flora y Fauna del Imbabura” y estudios realizados en este ámbito como los siguientes: por Alcocer, *et-al.*, (2002) “Inventario y caracterización de la flora y fauna de Huamboallpa y la subcuenca del río Itambi”, dirigido especialmente al sector de Mojanda e Itambi; por Campos, *et al.*, (2008) “Inventarios de ARD-3D (2005) y Reina, (1997) citado por CEPCU (1999); por Terán, (1998) “ Inventario del Cerro Imbabura” y finalmente por Terán, *et-al.*, (2003) “Inventario de Mojanda-Cajas” y más recientemente Suárez, S. (2010).

- **Fauna**

El diagnóstico de fauna, se realizó a través de observaciones directas, recorridos en el campo: día de la reforestación en los respectivos meses del trasplante de las plántulas y monitoreo. Además se revisó estudios bibliográficos como folletos antes mencionados en flora. Para los resultados se aplicó una técnica para cada grupo (mamíferos, aves, reptiles, anfibios y algunos insectos) realizando la clasificación respectiva: familia, nombre científico y el nombre común de cada especie.

3.3.2.2. Utilización de un SIG

Para realizar el diagnóstico y determinar la ubicación geográfica del área de estudio se utilizaron datos recopilados en las salidas de campo (coordenadas geográficas) éstas se obtuvieron con el GPS instrumento de gran aporte los cuales se ingresaron a la herramienta SIG, así se localizó tanto a nivel nacional,

provincial y cantonal, se emplearon imágenes satelitales, fotografías aéreas y la unión de cuatro cartas topográficas correspondientes a Cayambe, Otavalo, Mojanda y Pedro Moncayo a escala 1:50.000 y con la ayuda del software ArcView 9.3 se realizaron diferentes mapas temáticos para conocer las principales características que poseen cada una de las diez fuentes de agua.

➤ **Componente Abiótico**

Para la descripción del componente abiótico se realizó diferentes mapas: climáticos, zonas de vida, pendientes, tipos de suelo, microcuencas, cobertura vegetal y uso actual del suelo y zonificación ambiental, con la información adquirida de cada uno de éstos se interpretó.

- **Pendientes**

Con la información del mapa Base y añadiendo los polígonos mediante el SIG se elaboró el mapa de Pendientes, en el cual se estableció los diferentes rangos de éstas, éste se realizó utilizando cuatro cartas topográficas a escala 1:50.000, utilizando curvas con intervalos de 20 m, consecutivamente se realizó a través de la extensión del programa ArcGIS en 3D Analyst con ello se procedió a crear una red irregular de triángulos es decir un TIN (Trangulated Irregular Network) en donde permitió generar pendientes y clasificarlas, por medio de 3D Analyst/Reclassify/ SLOPE se consiguió reclasificar a las pendientes dando valores o rangos establecidos para conocer en qué tipo de pendientes se encuentran cada una de las fuentes de agua.

- **Clima**

Con la información del mapa Base y añadiendo los polígonos de temperatura y precipitación, se elaboró los mapas de Isoyetas (precipitación) e Isotermas (temperatura), los cuales sirvieron para conocer los diferentes rangos que poseen

cada fuente de agua; los rangos de temperatura permitieron seleccionar las especies nativas para ser reforestadas.

- **Tipos de Suelos**

Con la información del mapa Base y añadiendo los polígonos en base a la cobertura digital de suelos, se realizó el mapa de Tipos de Suelos, seguidamente en éste mapa se utilizó la herramienta identificación, con ello se logró conocer los tipos de suelos y su clasificación taxonómica existentes en cada fuente de agua.

- **Cobertura Vegetal y Uso Actual del Suelo**

Con la información del mapa Base se agregó los polígonos del uso de suelo y formaciones vegetales con ello se obtuvo el respectivo mapa a escala 1:75.000, con éste se logró conocer la cobertura existente y el uso actual del suelo tales como cultivos de ciclo corto, páramo, entre otros en cada una de las diez fuentes de agua.

- **Zonas de Vida**

A través de información ya cartografiada se estableció la delimitación a través de varias estaciones más cercanas a las fuentes de agua, elaborando con la herramienta SIG su respectivo mapa transponiendo polígonos en ArcCatalo mediante shapefile las isoyetas e isotermas media anuales y de tipos de suelos a escala 1:75.000, además identificándose y describiéndose cada zona de vida descrita por el ecólogo Holdridge, L. 1983, que contiene las diferentes zonas de vida que se encontró en el área de estudio constituyéndoles a cada fuente de agua.

- **Microcuencas**

Determinados e identificados los sitios en donde se encuentran las fuentes de agua en el programa ArcView, se procedió a realizar la delimitación de las microcuencas con ayuda de la herramienta editor en la barra de herramientas, en donde se conoció y se puntualizó cuales fuentes de agua se encuentran en una misma microcuenca, señalando a estas con un símbolo respectivo como M1, M2, M3 y M4.

- **Zonificación Ambiental**

Se utilizó los diferentes mapas elaborados y anteponiéndolos mediante el Software ArcGIS, nos permitió elaborar una zonificación con la función unión que se encuentra en la herramienta ArcToolbox, en donde se realizó la sobre posición de los mapas correspondientes a: Pendientes, Zonas de Vida, Uso Actual del Suelo y Cobertura Vegetal (Gráfico 3.2), con esto se obtuvo las zonas tales como: protección, conservación, valores ecológicos, productivos y científico-culturales existentes en cada una de las fuentes de agua.

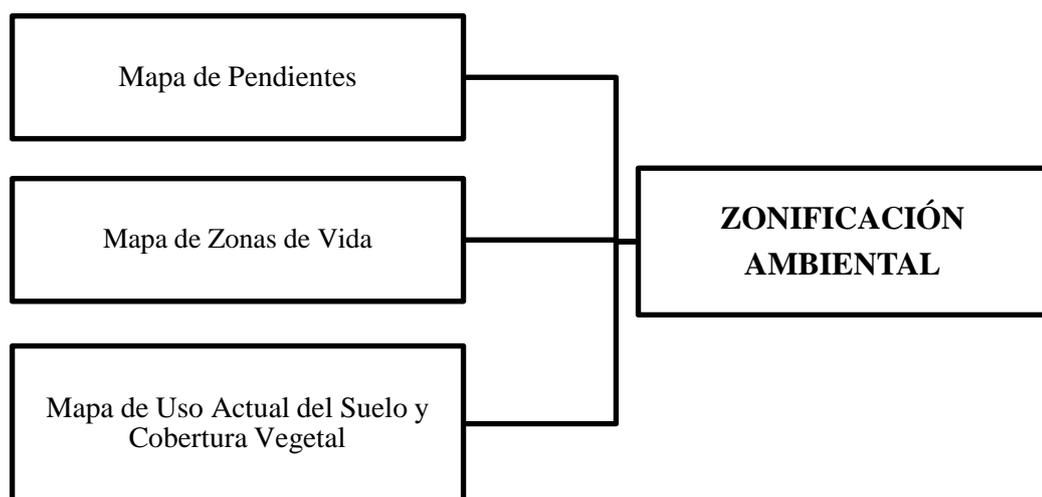


Gráfico 3.2. Modelo para elaborar la Zonificación Ambiental
Elaboración: Las Autoras

3.3.2.3. Aplicación del programa INEC: CVP Ecuador, 2010

El programa INEC: Censo de vivienda y población del Ecuador, 2010-Aplicación de E+SPxPlan(CELADE-CEPAL) del censo 2010, permitió conocer el número de la población del cantón Otavalo y sus parroquias.

➤ Componente Social

Para determinar la población se utilizó el programa antes mencionado, se aplicó la opción análisis de datos censales, la subopción de estructura de la población por lo que se tomó en cuenta la población por sexo y grupos de edad, con un quiebre del área de parroquia de empadronamiento con una área geográfica de la provincia de Imbabura, con un filtro de ninguno y finalmente se ejecutó.

3.3.3. Evaluación de la calidad, cantidad del agua y propuesta de monitoreo

A continuación se menciona la metodología utilizada para la evaluación de la calidad y cantidad del agua y propuesta de monitoreo.

3.3.3.1. Calidad del agua

Para la ubicación de los sitios de muestreo se realizó salidas de campo a cada una de las fuentes de agua. La colecta de muestras se realizó de manera adecuada y establecida en el laboratorio como por ejemplo: colectando la cantidad necesaria de la muestra en envases de plástico nuevos y etiquetando cada una de éstas. Inmediatamente fueron trasladados en una caja fría al laboratorio del GAD Municipal de Otavalo teniendo en cuenta que al transportarse la muestra no se mueva considerablemente y llegue en buen estado y no pierda su composición para el análisis de los diez parámetros básicos: físico-químicos y microbiológicos. Además se realizó la obtención de datos directos, utilizando los diferentes electrodos del equipo portátil (Mettler Toledo Analytical Excellence in laboratory

and fieldphmeasurement), con ello se determinó los parámetros tales como: temperatura, oxígeno disuelto, conductividad, sólidos totales disueltos y pH, para lo cual lo único que se cambió fue el electrodo considerando un orden para tomar para el respectivo resultado. La descripción de los ocho parámetros básicos físico-químicos se detalla en el cuadro 3.4.

Cuadro 3.4. Parámetros físico-químicos

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
Temperatura		°C	Permite conocer el grado o nivel térmico del agua.
Potencial hidrogeno	Ph	Unid	Determina el medio ácido o básico del agua.
Color	Unid. Color	U- Pt-Co	Indirectamente caracteriza las propiedades del agua, la coloración del agua indica la posible presencia de óxidos metálicos
Turbiedad		NTU	Sedimento en el agua, que la hace turbia u opaca.
Sólidos totales	ST	mg/l	Sustancias químicas que se encuentran disueltas en el agua.
Sólidos totales disueltos	STD	mg/l	Sustancias tales como sales que son disueltas en el agua.
Conductividad		µS/cm	Conductividad relación directa de la cantidad de electrolitos disueltos en el agua.
Oxígeno disuelto	O.D.	mg/l	Contenido de oxígeno disuelto que se localiza en el agua.

Los parámetros microbiológicos a ser estudiados en las diez fuentes de agua se establecieron principalmente en la caracterización de datos básicos (Cuadro 3.5).

Cuadro 3.5. Parámetros microbiológicos

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	DESCRIPCIÓN
Coliformes totales	N.M.P/100ml	Grupo de bacterias que se usan como un indicador de calidad del agua.
Coliformes fecales	N.M.P/100ml	La presencia de las bacterias coliformes fecales en el agua es una indicación de contaminación y de problemas potenciales.

Después de adquirir los resultados del análisis de las diez fuentes de agua en el laboratorio se procedió a comparar con los datos obtenidos en el campo con el equipo portátil (Mettler Toledo Analytical Excellence in laboratory and field measurement), ello permitió conocer la variabilidad entre el análisis del laboratorio con el del equipo portátil, para mostrar los resultados de la calidad del agua se aplicó la media aritmética, seguidamente los datos de ésta se procedió a comparar con los datos de los lineamientos o límites permisibles establecidos por el TULAS en la norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua del libro VI de la calidad ambiental (Anexo 1): criterios de calidad para consumo humano, agrícola o riego, pecuario y para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías.

3.3.3.2. Cantidad de agua

Para conocer la cantidad de agua se realizó de las siguientes maneras: la primera se basó en la utilización el método volumétrico, la segunda por medio de estudios existentes con caudalímetro en el GAD Municipal de Otavalo y la tercera datos obtenidos por el presidente de la Junta de Agua de la comunidad de Ilumán.

- **Método volumétrico**

El método volumétrico se aplicó en las fuentes de agua de poco caudal, en cada sitio se eligió un lugar para poder medir, para ello se utilizó un cronómetro y baldes de 6 y 16 litros respectivamente necesarios. En el sitio establecido una persona coloca el recipiente en este caso el balde bajo la corriente de tal manera que recibirá todo el flujo de agua; con la ayuda de otra persona se activa el cronómetro, este proceso se inició en el preciso instante en que el recipiente se introdujo a la corriente y se activó el cronómetro y éste se detuvo en el mismo momento en que se retiró el balde. Este procedimiento se realizó cinco veces. De esta manera se relacionó en el tiempo que tardó en llenarse dependiendo de la velocidad de llenado con lo cual se midió con precisión.

Para obtener los resultados de las cinco repeticiones de volumen (l) y tiempo (s) se aplicó la fórmula de media aritmética.

$$\bar{t} = (t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5) / 5$$

$$\bar{V} = (V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5) / 5$$

Los resultados adquiridos de las fórmulas anteriores se dividieron y de esta manera se obtuvo el valor promedio del caudal aplicando la siguiente fórmula:

$$Q \text{ (l/s)} = \bar{V} \text{ (l)} / \bar{t} \text{ (s)}$$

Dónde:

Q = Caudal en litros por segundo, l/s

\bar{V} = Volumen en litros, l

\bar{t} = Tiempo en segundos, s

- **Recopilación de datos de caudal existentes con caudalímetro**

Este procedimiento se aplicó en las fuentes de agua de mayor caudal, para la obtención de los datos de caudales con caudalímetro se utilizó el documento vigente del Plan de Ordenamiento Territorial (2011) y estudios hidrológicos (2010) del GAD Municipal de Otavalo.

- **Datos obtenidos por el presidente de la Junta de Agua**

Se envió un oficio al señor Enrique Pineda presidente de la Junta de Agua de Ilumán solicitando la información de los datos de caudales de las fuentes de agua de Rosas-Pogyo y Quinde-Pogyo, teniendo una respuesta favorable del pedido.

3.3.3.3. Propuesta de monitoreo del agua

La elaboración de la propuesta de monitoreo para la evaluación de la calidad y cantidad del agua, se realizó una vez que se concluyó el monitoreo de las diez fuentes de agua, ésta se basó fundamentalmente en la conservación y protección del recurso hídrico, con la que se pretende que los líderes obtengan información constantemente, actualizada y se enteren de las condiciones de calidad y cantidad de agua en las que se encuentran las fuentes de agua correspondientes a cada lugar. La propuesta se encuentra estructurada por una introducción, objetivos, meta y actividades.

3.3.4. Reforestación de las áreas seleccionadas

Los sitios seleccionados para la reforestación debían tener características para el desarrollo y crecimiento de la plántula como: suelo, humedad, temperatura, precipitación entre otros. Para la protección de las diez fuentes de agua se utilizaron 82.000 plántulas forestales nativas, a continuación se detallan la metodología utilizada en cada actividad ejecutada.

3.3.4.1. Selección y adquisición de plántulas

La selección de las plántulas se realizó tomando en cuenta el sitio de reforestación (altitud). Para la adquisición la Jefatura de Gestión Ambiental del GAD Municipal de Otavalo, realizó a través del Portal de Compras públicas la adquisición de 82.000 plántulas nativas, llegando a realizar el contrato con el Sr. Juan Segundo Alpusig Taco propietario del vivero forestal “Belisario Quevedo” en la ciudad de Latacunga, provincia Cotopaxi.

3.3.4.2. Pre-minga para el transporte de plántulas

Un día antes de la plantación, se trasladaron las plántulas del vivero “Belisario Quevedo” al punto más cercano que se encuentra cada fuente de agua y accesible

que llegó el vehículo. Para el transporte se utilizaron camiones de alquiler, volquetas del GAD Municipal de Otavalo, dependiendo de la dificultad del acceso. En las pre-mingas para bajar las plántulas del vehículo participaron 50 beneficiarios de las comunidades, 10 personas de la Asociación de Carpinteros, 8 de la Cooperativa 8 de Septiembre, 9 del Proyecto FERUM, 5 personas del Banco ProCredit, 25 padres de familia de las Instituciones educativas participantes, 10 profesores de las escuelas, 7 trabajadores del GAD Municipal de Otavalo y 2 tesis. El transporte de las especies nativas se realizó en fundas de cáñamo con la finalidad de asegurar que la planta llegue al terreno definitivo en buenas condiciones, cada planta forestal tenía su respectiva funda.

3.3.4.3. Mingas de reforestación

Miembros de las comunidades e instituciones y las tesis, se reunieron 2 horas antes de la minga de reforestación para realizarla señalización con banderas, indicando el sitio donde se plantarán dichas especies nativas en cada fuente de agua, en la mayoría de casos se realizó aproximadamente a unos 1.000 m de cada fuentes de agua. Para el transporte de plántulas desde el sitio más cercano a las fuentes de agua participaron niños, jóvenes, adultos y adultos mayores a ellos se les entregó las especies nativas, en la mayoría de casos se les dio 5 plántulas por niño, de 10 a 30 plántulas a los comuneros dependiendo la situación, y a las demás instituciones generalmente de 15 a 25 especies forestales por persona, inmediatamente comenzaron a trasladarse al sitio de la reforestación y seguidamente empezaron a trasplantar las plántulas tomando en cuenta los pasos y técnicas de plantación que se proporcionaron en la capacitación para realizar una adecuada reforestación. Los sistemas de plantación que se utilizaron fueron marco real esto se aplicó en pendientes planas o con poca pendiente y tresbolillo en pendientes moderadas o fuertes. Fue importante la participación de las Juntas de Agua y comunidades, instituciones educativas, públicas y privadas, su trabajo oportuno y dedicado fue fundamental para culminar con éxito, en el plan de protección participaron las siguientes instituciones, comunidades y personas detallado en el cuadro 3.6.

Cuadro 3.6. Instituciones, comunidades y personas participantes

INSTITUCIONES/COMUNIDADES/PERSONAS

Instituciones Educativas
Brigada de Educación Ambiental
Militares del Grupo Mecanizado Yaguachi
Cuerpo de Bomberos
Cabildos y Juntas de Agua
Banco ProCredit
Trabajadores de la Jefatura de Gestión Ambiental del
GAD Municipal de Otavalo

3.3.4.4. Monitoreo de las plántulas reforestadas

El monitoreo, con el fin de protegerlas riberas del río El Tejar se realizó a los 8 meses y con el objetivo de proteger las 9 fuentes de agua se lo hizo en algunos casos a los 2,3,4,5 y 8 meses de la reforestación (desde el 13 de enero del 2012 hasta el 23 de febrero del mismo año) se visitó cada sitio reforestado con: el equipo técnico del GAD Municipal de Otavalo, con un asesor de la tesis y las dos tesis, para verificar y evaluar los indicadores ambientales por citar uno de ellos prendimiento de las especies forestales plantadas.

3.3.5. Socialización del Plan de protección y concienciación

Se llegó a un acuerdo: la Jefatura de Gestión Ambiental con las instituciones y comunidades participantes de las fechas para realizar cada uno de los talleres: en las instituciones y en el campo.

3.3.5.1. Talleres en las instituciones

Las tesis a partir del acuerdo de las fechas para la socialización y concienciación, procedieron a planificar, diseñar y elaborarlas presentaciones en Power Point, éstas fueron didácticas con el fin de motivar a los participantes, dichos talleres estuvieron enfocados sobre la importancia de conservar y proteger

un bien fundamental: el agua, pasos y beneficios de la reforestación entre otros. Además se utilizaron materiales como videos, afiches y trípticos.

Los talleres se desarrollaron en cada fecha establecida, el primer punto que se presentó fue un saludo afectuoso, éste estuvo a cargo de la Jefa de Gestión Ambiental del GAD Municipal de Otavalo, seguidamente las tesisas procedieron a realizar los talleres de capacitación, a continuación de cada taller los participantes realizaron comentarios y finalmente se aplicó una evaluación oral.

También se impartieron talleres de educación ambiental que desarrolla el GAD Municipal de Otavalo a los estudiantes de la Brigada de Educación Ambiental, de igual manera con presentaciones en Power Point y salidas de campo.

3.3.5.2. Talleres en el campo

Se estableció una hora generalmente 8:00 am para realizar los talleres, en cada uno existió la demostración práctica en la que se consideró fundamental indicar la importancia de esta actividad, los objetivos, los pasos de la reforestación como se detalla en el cuadro 3.7, además se mencionó los beneficios entre otros como la distancia de plantación y el sitio en donde se reforestará.

Cuadro 3.7. Pasos para la reforestación

1	Entrega de plántulas	
---	----------------------	--

<p>2</p>	<p>Transporte de plántulas</p>	
----------	--------------------------------	--

<p>3</p>	<p>Realizar un hoyo</p>	
----------	-------------------------	--

<p>4</p>	<p>Sacar la plántula de la funda</p>	
----------	--------------------------------------	---

<p>5</p>	<p>Poner la plántula en el centro del hoyo</p>	
----------	--	--

<p>6</p>	<p>Colocar, tierra por los costados de la plántula</p>	
----------	--	--

⑦	Apretar la tierra con las manos o pies	
---	--	--

⑧	Recoger las fundas de las plántulas plantadas	
---	---	--

En el cuadro 3.8 se detalla las Instituciones y comunidades participantes en los talleres de oficina y de campo.

Cuadro 3.8. Instituciones y comunidades participantes en los talleres de oficina y campo

Talleres en el oficina	Talleres en el campo
Escuela Sarance	Unidad Educativa Jaime Burbano A.
Instituto Alfredo Pérez Guerrero	Asociación de Carpinteros
Brigada Educación Ambiental	Transportes 8 de Septiembre
	Proyecto FERUM
	Banco ProCredit
	Junta de Agua Chuchuqui
	Comunidad Chuchuqui
	Escuela Valle del Amanecer
	Trabajadores GAD Municipal de Otavalo
	Comunidad San Luís de Agualongo

3.3.6. Evaluación con indicadores de sustentabilidad

Para la evaluación de sustentabilidad, se adaptó a la metodología desarrollada por Masera, V.*et al.*,(2000) del Marco de Evaluación de Recursos Naturales incorporando indicadores de sustentabilidad (MESMIS).Este marco está dentro de la estructura agroecológica definida por la FAO y la premisa más importante que permite que este marco sea operativo por la razón que se basa en atributos de sustentabilidad y cubren los diferentes aspectos que debe tener un proyecto sustentable.

Este marco establece que la evaluación debe ser comparativa o relativa, existiendo dos vías para lograrlo, la comparación longitudinal y la transversal siendo esta última la utilizada en la tesis, ya que se comparó simultáneamente el sistema bueno con el medio y el bajo.

Para la evaluación de los indicadores sociales y ambientales, se tomó en cuenta la valoración: alta o buena (3), media o regular (2) y baja (1), su descripción y se procedió a calificar con un valor numérico de 1,2 o 3 respectivamente.

3.3.6.1. Indicadores sociales

Cada indicador tiene una justificación, la metodología se menciona a continuación:

- **Participación de géneros y edades**

Este indicador va directamente ligado con la participación de géneros y edades en las diferentes actividades desarrolladas en el cuadro 3.9 se detalla la descripción de este indicador.

Cuadro 3.9. Indicador participación de géneros y edad

VALORACIÓN CUALITATIVA	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN CUANTITATIVA
Baja participación	Participación de un solo géneros en las actividades desarrolladas	1
Media participación	Participación de ambos géneros en las actividades desarrolladas	2
Alta participación	Participación de ambos géneros y distintas edades en las actividades desarrolladas	3

- **Nivel de organización**

El nivel de organización tiene que ver con la capacidad que tuvieron los líderes en organizar e influir en sus participantes en actividades que benefician a las instituciones y comunidades en el cuadro 3.10 se detalla la descripción.

Cuadro 3.10. Indicador nivel de organización

VALORACIÓN CUALITATIVA	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN CUANTITATIVA
Nulo	No existe en nivel de organización	1
Regular	Nivel de organización medio bueno	2
Bueno	Nivel de organización bueno	3

- **Autoestima**

Este indicador está relacionado con el estado anímico y emocional de los participantes durante la minga de reforestación (cuadro 3.11).

Cuadro 3.11. Indicador autoestima

VALORACIÓN CUALITATIVA	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN CUANTITATIVA
Baja autoestima	Menos del 33% participaron con ánimo y emoción	1
Media autoestima	Entre el 33% y el 66% participaron con ánimo y emoción	2
Alta autoestima	Más del 66% participaron con ánimo y emoción	3

- **Educación ambiental**

El tema de educación ambiental, tienen que ver con los conocimientos adquiridos en los talleres de capacitación en el cuadro 3.12 se muestra la descripción de este indicador.

Cuadro 3.12. Indicador educación ambiental

VALORACIÓN CUALITATIVA	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN CUANTITATIVA
Baja	Menos del 33% adquirieron conocimientos en los talleres de capacitación	1
Media	Entre el 33% y el 66% adquirieron conocimientos en los talleres de capacitación	2
Alta	Más del 66% adquirieron conocimientos en los talleres de capacitación	3

- **Comportamientos y prácticas de respeto al ambiente**

Este indicador está ligado directamente con responsabilidades y prácticas a la hora de actuar (minga de reforestación) en el cuadro 3.13 se indica la descripción de este indicador.

Cuadro 3.13. Indicador comportamientos y prácticas de respeto al ambiente

VALORACIÓN CUALITATIVA	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN CUANTITATIVA
Baja	Menos del 33% de participantes tienen responsabilidades y prácticas	1
Media	Entre el 33% y el 66% de participantes tienen responsabilidades y prácticas	2
Alta	Más del 66% de participantes tienen responsabilidades y prácticas	3

3.3.6.2. Indicadores ambientales

La evaluación de estos indicadores se evaluó en los monitoreos realizados en cada una de las fuentes de agua. La metodología para cada indicador ambiental se menciona a continuación.

- **Prendimiento de las plántulas**

Este indicador mide el prendimiento que es el proceso a través del cual la plántula asimilará una nueva forma de supervivencia, en el cuadro 3.14 se detalla la descripción de este indicador.

Cuadro 3.14. Indicador prendimiento de las plántulas

VALORACIÓN CUALITATIVA	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN CUANTITATIVA
Baja adaptación	Menos del 25% de plántulas en supervivencia	1
Media adaptación	Entre el 25% y 50% de plántulas en supervivencia	2
Alta adaptación	Más del 75% de plántulas en supervivencia	3

- **Belleza escénica**

Este indicador está ligado indirectamente con la adaptabilidad de las plántulas nativas y directamente con la similitud de las especies existentes en cada una de las fuentes de agua con las reforestadas en el cuadro 3.15 se muestra la descripción de este indicador.

Cuadro 3.15. Indicador belleza escénica

VALORACIÓN CUALITATIVA	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN CUANTITATIVA
Bajo	Menor al 33% de adaptabilidad	1
Media	Entre el 33% al 66% de adaptabilidad	2
Alta	Mayor al 66% de adaptabilidad	3

- **Protección de las fuentes**

Si con la reforestación se logrará la protección de las fuentes de agua, en el cuadro 3.16 se detalla la descripción de este indicador.

Cuadro 3.16. Indicador protección de las fuentes de agua

VALORACIÓN CUALITATIVA	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN CUANTITATIVA
No hay protección	Plántulas adaptadas únicamente fuera del área de drenaje de las fuentes de agua	1
Medianamente protegidas	Plántulas adaptadas fuera del área de drenaje y próximas a las fuentes de agua	2
Protección	Plántulas adaptadas en el área de drenaje, fuera de él y próximas a las fuentes de agua	3

- **Control de la erosión**

Este indicador permite conocer si la presencia de especies nativas aportará a la disminución de los procesos erosivos (evidencia de movimiento partículas de suelo), en el cuadro 3.17 se muestra la descripción de este indicador.

Cuadro 3.17. Indicador control de la erosión

VALORACIÓN CUALITATIVA	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN CUANTITATIVA
Bajo aporte	Alta evidencia de movimiento partículas de suelo	1
Medio aporte	Medianamente evidencia de movimiento partículas de suelo	2
Alto aporte	Baja evidencia de movimiento partículas de suelo	3

- **Aporte a la disminución efecto invernadero**

Este indicador está ligado al prendimiento y desarrollo foliar de las plántulas nativas, en la disminución local del efecto invernadero (Cuadro 3.18).

Cuadro 3.18. Indicador aporte a la disminución local del efecto invernadero

VALORACIÓN CUALITATIVA	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN CUANTITATIVA
Bajo aporte	Menos del 33% de prendimiento y desarrollo foliar de las plántulas nativas	1
Medio aporte	Entre el 33% y el 66% de prendimiento y desarrollo foliar de las plántulas nativas	2
Alto aporte	Más del 66% de prendimiento y desarrollo foliar de las plántulas	3

- **Conservación de la diversidad genética**

Este indicador está ligado indirectamente con la introducción de material genético nativo y directamente con la sobrevivencia de las plántulas nativas (Cuadro 3.19).

Cuadro 3.19. Indicador conservación de la diversidad genética

VALORACIÓN CUALITATIVA	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN CUANTITATIVA
Baja conservación	Menos del 25% de plántulas sobreviven	1
Medianamente conservación	Si las plántulas sobreviven entre el 25% y el 75%	2
Alta conservación	Más del 75% de las plántulas sobreviven	3

- **Reducción de la escorrentía superficial de las aguas lluvias**

Este indicador manifestará si la existencia de especies trasplantadas reducirá la escorrentía superficial de las aguas lluvias (Cuadro 3.20).

Cuadro 3.20. Indicador reducción de la escorrentía superficial de las aguas lluvias

VALORACIÓN CUALITATIVA	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN CUANTITATIVA
Baja reducción	Presencia de especies plantadas menos del 25%	1
Media reducción	Presencia de especies plantadas entre el 25% y 75%	2
Alta reducción	Presencia de especies plantadas mayor al 75%.	3

3.3.7. Análisis estadístico (Análisis multivariado)

Para el análisis estadístico se lo realizó mediante la técnica denominada Análisis Multivariado, este análisis permitió la evaluación numérica de la similitud entre Unidades de Estudio, para ello se realizó cuatro grupos: E1,E2,E3 y E4, para la aplicación de estas técnicas numéricas se observó las siguientes premisas (Crisci y López Armengol, 1983 citado por Pabón, 2006):

- *A priori*, todos los caracteres ecológicos tendrán el mismo peso estadístico.
- Toda similitud (o afinidad) entre los sitios escogidos para la reforestación es el resultado de la similitud de todos los caracteres ecológicos evaluados en cada sitio.
- Las afinidades entre los sitios escogidos deberán ser estimadas independientemente de consideraciones antropogénicas posteriores al proceso de reforestación.

Para las etapas del Análisis Multivariado se realizó un análisis estadístico de los datos obtenidos a partir de los caracteres ecológicos listados en el formulario de Evaluación Ecológica Rápida (EER), para lo cual se tomó en consideración la secuencia metodológica que se detalla:

Para la selección y definición de los caracteres a emplearse siguió las orientaciones establecidas por Crisci& López Armengol (1983), que especifica que el empleo de numerosos caracteres es imprescindible, originalmente se estimó que su número no debía ser inferior a 30, aunque esta recomendación carece de bases teóricas. Por lo que para la presente investigación se tomó 14 caracteres ecológicos (Cuadro 3.21), presentes en el formulario estándar de EER.

Cuadro3.21.Caracteres que se aplicaron para la Evaluación Ecológica Rápida

CARACTERES ECOLÓGICOS ANALIZADOS PARA ELABORACIÓN DEL DENDROGRAMA (CLUSTER)		
1. Pendiente general	6. % de cobertura	11. Litología/ geoforma
2. Escorrentía	7. Formaciones especiales	12. Relieve
3. Inundación	8. Drenaje	13. Textura del suelo
4. Pedregosidad	9. Erosión/ tipo	14. Fuente de agua
5. Altitud	10. Erosión/grado	

Para la codificación de los caracteres y construcción de la matriz de datos se transformó los datos cualitativos en datos cuantitativos que fueron expresados numéricamente.

Para el cálculo de la matriz de similitud o distancia entre las Unidades de Estudio se utilizó el paquete STATISTICA V.5 y el algoritmo de la distancia de Euclidiana que estimo la similitud entre cada par de sitios de estudio. Su expresión matemática fue la siguiente:

$$D_{2(i,j)} = \frac{\sum (X_{ki} - X_{kj})^2}{n}$$

Donde:

X_{ki} = registro estandarizado del carácter k en la entrada i

X_{kj} = registro estandarizado del carácter k en la entrada j

Dando la matriz final:

$$D = (n_1 D_1 + n_2 D_2) / (n_1 + n_2)$$

Para la interpretación de los dendrogramas y/o resultados gráficos se analizó la afinidad entre los sitios que fueron reforestados y las especies que mejor pueden adaptarse a cada sitio en particular.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo se dan a conocer los resultados y discusión logrados y obtenidos en el transcurso del presente estudio, mismos que comprenden los argumentos: diagnóstico y delimitación de las áreas seleccionadas, evaluación de la calidad y cantidad del agua de las diez fuentes de agua, la reforestación con plántulas nativas, la socialización y concienciación del plan de protección y temas ambientales que lleva el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) Municipal de Otavalo, la evaluación de indicadores de sustentabilidad social y ambiental y el análisis estadístico (análisis multivariado).

Gracias al aporte principal de: comunidades e instituciones educativas públicas y privadas se obtuvo excelentes resultados ya que no se hubiera podido desarrollar sin la presencia de cada uno de ellos.

4.1. Caracterización del cantón Otavalo

El cantón Otavalo está situado en la provincia de Imbabura, región administrativa R1 en el norte del Ecuador. Limita con los siguientes cantones que son:

Norte:	Cotacachi, Antonio Ante e Ibarra
Sur:	Quito (Pichincha)
Este:	Ibarra y Cayambe (Pichincha)
Oeste:	Quito (Pichincha) y Cotacachi

4.1.1. Ubicación de los sitios de estudio (Anexo 1, mapa 1 de 9)

La ubicación geográfica y la altitud (msnm) de las diez fuentes de agua, se detalla (Cuadro 4.1). Y la identificación de las mismas se encuentra en el anexo 4, fotografía 1.

Cuadro 4.1. Localización geográfica en coordenadas UTM de las fuentes de agua (WGS84)

FUENTES DE AGUA	COORDENADAS		ALTURA (msnm)
	X	Y	
Mojanda	802865	10015978	3.713
Punyaro	804221	10024843	2.560
La Magdalena	805179	10024018	2.595
Cascada de Taxopamba	801204	10021602	2.731
San Francisco	805345	10016942	3.549
Torouco	805639	10017262	3.650
Punguguayco	805449	10016972	3.672
Rosas-Pogyo	811589	10032677	3.952
Quinde-Pogyo	811463	10030122	3.334
Río El Tejar	804133	10027047	2.514

Elaboración: Las Autoras

La localización de las diez fuentes de agua del plan de protección del cantón Otavalo (Gráfico 4.1).

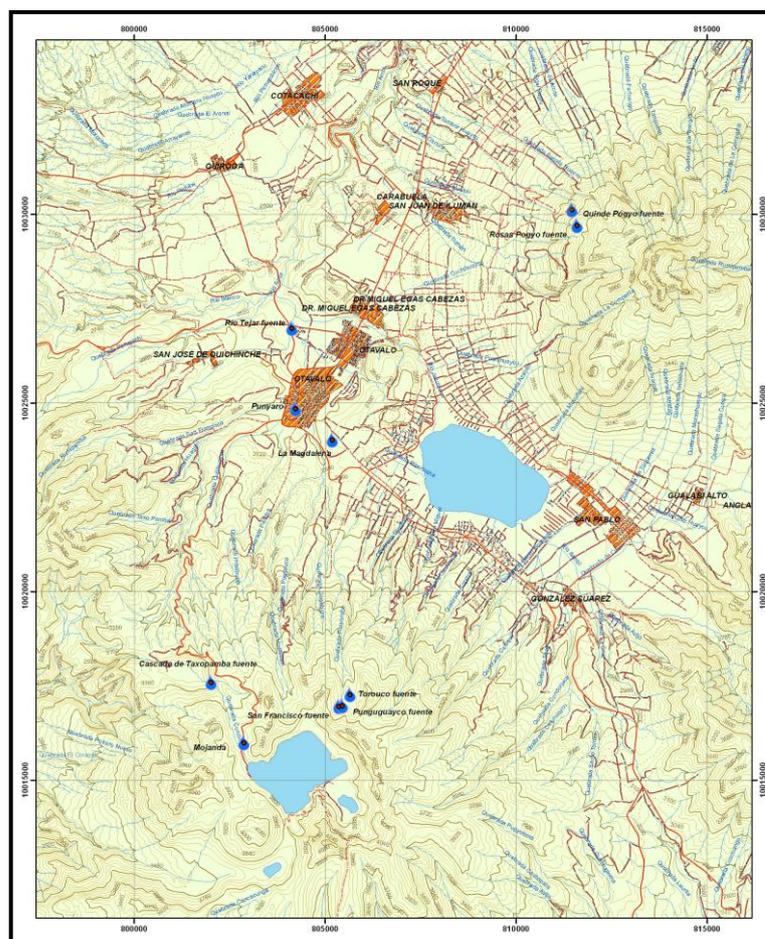


Gráfico 4.1. Localización de las fuentes de agua

4.1.2. Características climáticas y edáficas del cantón Otavalo

Los resultados de las características climáticas y edáficas, se detalla a continuación.

- **Características climáticas**

Entre las principales: humedad relativa, velocidad del viento, nubosidad, heliofanía, precipitación (mm/año) y temperatura (°C/año). En el cuadro 4.2 se describen los resultados de algunas características climáticas, antes mencionadas.

Cuadro 4.2. Características climáticas de las estaciones: San Pablo, Otavalo e Inguincho

CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS	ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS		
	San Pablo	Otavalo	Inguincho
Velocidad del viento (m/s)	1.5	2.2	6.8
Humedad relativa (%)	83	78	87.3
Nubosidad (octavos)	6.0	5.5	5.8
Evapotranspiración (mm)	1146.5	799.3	1055.3
Heliofanía (horas/sol)	-	1947.4	1945.8

Elaboración: Las Autoras

➤ **Precipitación (mm/año)**

Según los datos obtenidos en el año 2010, en el cantón Otavalo el 72.8% del territorio se encuentra en el rango de lluvias anuales que van desde 1.000 mm hasta 2.000 mm (1 a 2 metros de lluvia). El 27.1% del territorio recibiría lluvias entre 800 a 1.000 mm/año y otro 0.1% está caracterizado por lluvias mayores de 2.000 mm/año.

➤ **Temperatura (°C/año).**

El 57% del territorio cantonal se encuentra dentro del rango de temperaturas desde 10 hasta 14 °C, el 23% en rangos entre 2 a 10 °C, mientras que temperaturas de 10 a 18 °C se registran en el 20%.

- **Características edáficas**

Los suelos del cantón Otavalo se clasifican dentro de tres órdenes principales: Inceptisoles y Mollisoles como suelos antiguos, ambos provenientes de cenizas volcánicas y Entisoles como suelos con escasa meteorización. La identificación de los inceptisoles como suelos dominantes en el cantón con una cobertura de alrededor del 85% de su superficie (Cuadro 4.3).

Cuadro 4.3. Suelos del cantón Otavalo clasificados por órdenes

ORDEN	ÁREA (ha)	%
Inceptisoles	49007.6	84.8
Inceptisoles–Mollisoles	92.3	0.2
Mollisoles	4344.6	7.5
Mollisoles–Inceptisoles	109.4	0.2
Entisoles–Mollisoles	387.4	0.7
Entisoles	2666.7	4.6
Sin Suelo (Urbanos, Cuerpos de agua)	1187.1	2.0
TOTAL	57795.1	100

Elaboración: Las Autoras

➤ **Diversidad de ecosistemas**

En el cantón Otavalo se pueden localizar siete tipos de ecosistemas (Cuadro 4.4), considerados según Sierra *et al.*, (1999) y según Baquero *et al.*, (2004) como formaciones vegetales, debido a criterios climáticos, fisiográficos y botánicos.

Cuadro 4.4. Diversidad de ecosistemas en el cantón Otavalo según, Sierra *et al.*, (1999)

ECOSISTEMA	ÁREA (ha)
Bosque de Neblina Montano de los Andes Occidentales	4028.5
Bosque de <i>Polylepis</i>	84.4
Bosque Siempreverde Montano Alto de los Andes Occidentales	7665.2
Bosque Siempreverde Montano Bajo de los Andes Occidentales	807.7
Herbazal lacustre (humedal)	243.0
Matorral Húmedo Montano de los Andes del Norte y Centro	568.7
Páramo herbáceo	6867.9
TOTAL	20265.5

Elaboración: Las Autoras

➤ Zonas de vida

En el cantón Otavalo existen siete zonas de vida, según Leslie Holdridge (1947-1967), que determina sus “zonas de vida” superponiendo la precipitación y la temperatura, en el cuadro 4.5 se muestra.

Cuadro 4.5. Zonas de vida, según Leslie Holdridge (1947-1967), en el cantón Otavalo

ZONAS DE VIDA	Precipitación (mm)	Temperatura ° C
Bosque húmedo Montano (bhM)	500 - 1.000	6 - 12
Bosque muy húmedo Montano (bmhM)	1.000 - 2.000	
Bosque húmedo Montano Bajo (bhMB)	1.000 - 2.000	12 - 18
Bosque muy húmedo Montano Bajo (bmhMB)	2.000 - 4.000	
Bosque seco Montano Bajo (bsMB)	500 - 1.000	3 - 6
Bosque muy húmedo Sub Alpino (bmhSA)	500 - 1.000	
Páramo pluvial sub alpino (ppSA)	1.000 - 2.000	

Elaboración: Las Autoras

4.2. DIAGNÓSTICO Y DELIMITACIÓN DE LAS ÁREAS SELECCIONADAS

Mediante recorridos en el campo se involucró a los líderes de las comunidades para localizar el sitio de la reforestación (dirección a un sitio específico) sin perderse. Para el diagnóstico de diez fuentes de agua, comprende de argumentos tales como: trabajo de campo, utilización de la herramienta SIG y la aplicación del programa INEC: CVP Ecuador 2010.

4.2.1. Trabajo con salidas de campo

En dicho trabajo se consideró componentes ambientales detallados a continuación.

4.2.1.1. Componente biótico

En el análisis de este parámetro en las diez fuentes de agua proyectaron los siguientes resultados.

- **Flora**

La presión hacia los recursos naturales existentes actualmente en el área de estudio se han dado principalmente por la ocupación de nuevas tierras de cultivo y de grandes extensiones dedicadas al pastoreo de ganado, lo que han provocado la disminución de la cobertura vegetal de la zona, en el cuadro 4.6 se indica el tipo y número de especies florísticas encontradas en el cantón Otavalo y en el anexo 2 de cuadros 2, 3, 4, 5 y 6 se detalla el listado de las especies de flora (familia, nombre común y científico).

Cuadro 4.6. Tipo y número de especies florísticas encontradas en el cantón Otavalo

TIPO DE ESPECIES	NÚMERO DE ESPECIES	ANEXO 2 CUADROS
Especies arbóreas	19	2
Especies arbustivas	20	3
Especies forrajeras	23	4
Especies herbáceas	5	5
Especies tubérculos	2	6
TOTAL	69	

Elaboración: Las Autoras

- **Fauna**

Las especies que se reportaron ser vistas por parte de los moradores de estas zonas y en los recorridos de campo se detalla en el anexo 2 de cuadros 7, 8, 9 y 10, en el cuadro 4.7 se indica el tipo y número de especies faunísticas encontradas en el cantón Otavalo.

Cuadro 4.7. Tipo y número de especies faunísticas encontradas en el cantón Otavalo

TIPO DE ESPECIES	NÚMERO DE ESPECIES	ANEXO 2 CUADROS
Mamíferos	11	7
Aves	19	8
Insectos	5	9
Anfibios y reptiles	2	10
TOTAL	37	

Elaboración: Las Autoras

4.2.2. Utilización de la herramienta SIG

De acuerdo a los datos recopilados en las salidas de campo (coordenadas geográficas) e ingresadas a la herramienta SIG se obtiene los resultados del componente abiótico descritos a continuación:

4.2.2.1. Componente abiótico

En este componente se encuentran parámetros que de acuerdo a la interpretación de los mapas temáticos representan una idea en retrospectiva de los diferentes aspectos ambientales, en donde se detallan a continuación:

- **Pendiente** (Anexo 1, mapa 2 de 9)

Según al mapa de Pendientes, cuatro fuentes de agua presentan pendientes que oscilan entre ondulado, montañosos y evidenciando la mínima presencia de pendientes ligeramente ondulado, mientras que en tres fuentes los rangos de pendientes son de montañoso mínima presencia de ligeramente ondulado a ondulado, en dos fuentes adquieren pendientes de montañoso, muy montañoso y escarpado, finalmente la última fuente con pendientes planas y ligeramente onduladas (Cuadro 4.8).

Cuadro 4.8. Descripción de las pendientes de las diez fuentes de agua

NÚMERO	FUENTE DE AGUA	TIPO DE PENDIENTES
1	Mojanda	Presencia de pendientes ondulado, montañosos y poca presencia de pendientes ligeramente ondulado.
2	Punyaró	
3	La Magdalena	
4	Cascada Taxopamba	
5	San Francisco	Montañoso evidenciando pocos rangos de pendientes de ligeramente ondulado a ondulado.
6	Torouco	
7	Punguguayco	
8	Rosas-Pogyo	Montañoso, muy montañoso y escarpado.
9	Quinde-Pogyo	
10	Río El Tejar	Planas y ligeramente onduladas.

Fuente: Mapa de Pendientes

Elaboración: Las Autoras

- **Clima**

En el clima encontramos regímenes de precipitaciones y temperaturas, mediante la interpretación de mapas de Isothermas e Isoyetas se obtuvieron los siguientes resultados:

- **Temperatura** (Anexo 1, mapa 3 de 9)

De acuerdo con los datos del mapa de Isothermas, la temperatura media anual de las diez fuentes de agua tiene un comportamiento sin mayores variaciones (cuadro 4.9), en cuatro fuentes de agua presentan valores de 6 a 8 °C, mientras que tres fuentes de agua muestran valores de 8 a 10 °C y en las tres restantes muestran valores de 20 a 22 °C de temperatura.

Cuadro 4.9. Valores de temperatura de las diez fuentes de agua

NÚMERO	FUENTE DE AGUA	TEMPERATURA (°C)
1	Mojanda	6-8
2	Punyaró	
3	La Magdalena	
4	Cascada de Taxopamba	
5	San Francisco	8-10
6	Torouco	
7	Punguguayco	
8	Rosas-Pogyo	20-22
9	Quinde-Pogyo	
10	Río El Tejar	

Fuente: Mapa de Isothermas

Elaboración: Las Autoras

- **Precipitación** (Anexo 1, mapa 4 de 9)

De acuerdo con los datos del mapa de Isoyetas, la precipitación media anual de las fuentes de agua estudiadas no tiene variaciones como se muestra en el cuadro 4.10, en donde las diez fuentes de agua presentan una precipitación de 750-1.000 mm.

Cuadro 4.10. Valores de precipitación de las diez fuentes de agua

NÚMERO	FUENTE DE AGUA	PRECIPITACIÓN (mm)
1	Mojanda	750-1.000
2	Punyaró	
3	La Magdalena	
4	San Francisco	
5	Torouco	
6	Punguguayco	
7	Rosas-Pogyo	
8	Quinde-Pogyo	
9	Cascada de Taxopamba	
10	Río El Tejar	

Fuente: Mapa de Isoyetas

Elaboración: Las Autoras

- **Tipos de Suelos** (Anexo 1, mapa 5 de 9)

Los tipos de suelos de las diez fuentes de agua se clasifican dentro de un mismo orden, siendo el principal suelos Inceptisoles, en el anexo 1, mapa 5 de 9 se puede visualizar las agrupaciones pedológicas presentes en las fuentes de agua. En el cuadro 4.11 se observa que nueve fuentes de agua presentan un suborden perteneciente a Andept y a un grande grupo de Dystrandept, mientras que la fuente de agua restante presenta un suborden Tropept y a un grande grupo de Dystropept.

Cuadro 4.11. Tipos de suelos de las diez fuentes de agua

Número	Fuente de agua	Orden	Suborden	Gran grupo
1	Mojanda	Inceptisol	Andept	Dystrandept
2	Punyaró			
3	La Magdalena			
4	Cascada Taxopamba			
5	San Francisco			
6	Torouco			
7	Punguguayco			
8	Rosas-Pogyo			
9	Quinde-Pogyo			
10	Río El Tejar	Tropept	Dystropept	

Fuente: Mapa Tipos de Suelos

Elaboración: Las Autoras

Descripción de los tipos de suelos:

- ✓ **Orden Inceptisoles.-** Suelos de las regiones húmedas y subhúmedas con formación de horizonte incipiente, generalmente cámbico, presenta uno o más diagnósticos de horizontes con deformaciones más o menos rápidas. Suelos con débil desarrollo de horizontes; suelos de tundra, suelos volcánicos recientes, zonas recientemente deglaciadas.

- ✓ **Suborden Andepts.-** Son los Inceptisoles originados de cenizas volcánicas y su ocurrencia está cerca de las montañas que tienen actividad volcánica.

- ✓ **Grande Grupo Distrandepts.-** Son los inceptisoles originados de cenizas volcánicas en climas húmedos, poseen retención de humedad inferior al 10%, materiales amorfos, con presencia considerable de vidrio volcánico. Son de color negro en las zonas frías y amarillentas en las zonas cálidas y templadas. Se localizan en las partes altas de las montañas bajo condiciones climáticas húmedas y nubosas, presentan un alto poder de fijación de fósforo, lo que limita su uso agropecuario.

- ✓ **Suborden Tropept.-** Son suelos formados sobre materiales residuales, superficiales a moderadamente profundos y de topografía entre inclinada a muy empinada. La formación de estos suelos está ligada a condiciones climáticas del tipo tropical húmedo.

- ✓ **Grande Grupo Distropept.-** Son suelos derivados de areniscas lutáceas, limolitas y lutitas, aunque también pueden tener influencia los materiales volcánicos. Se les encuentra sobre la planicie ondulada. El relieve topográfico presenta pendientes menores de 50%. Son de textura franco arcillosas a arcillosa, de color rojo a rojo amarillento y de drenaje moderado a excesivo.

- **Cobertura Vegetal y Uso Actual del Suelo** (Anexo 1, mapa 6 de 9)

De acuerdo al mapa de Cobertura Vegetal y Uso Actual del Suelo se identifica: nueve fuentes de agua presentan una descripción de páramo (Pr) con una temporalidad no aplicable, con una cobertura vegetal arbustiva y herbácea y con un uso de conservación y protección de estas fuentes de agua, mientras que en la fuente de agua restante presentan una descripción de cultivos de ciclo corto (Cc) con una temporalidad anual o ciclo corto, con una cobertura agropecuaria y con uso agrícola, detallado en el cuadro 4.12.

Cuadro 4.12. Cobertura Vegetal y Uso Actual del Suelo de las diez fuentes de agua

NÚMERO	FUENTE DE AGUA	DESCRIPCIÓN
1	Mojanda	Páramo (Pr)
2	Punyaró	
3	La Magdalena	
4	Cascada de T.	
5	San Francisco	
6	Torouco	
7	Punguguayco	
8	Rosas-Pogyo	
9	Quinde-Pogyo	
10	Río El Tejar	Cultivo de ciclo corto(Cc)

Fuente: Mapa de Cobertura Vegetal y Uso Actual del Suelo

Elaboración: Las Autoras

Descripción de la cobertura vegetal y uso actual del suelo

- ✓ **Páramo.-** Ecosistema alto andino húmedo, caracterizado por el desarrollo dominante de especies herbáceas o leñosas de altura no superior a 1.5 m.
- ✓ **Cultivo.-** Formación vegetal originada por intervención humana, cuyo propósito es la producción de especies alimenticias de ciclo corto, usadas para consumo familiar o comercialización.

- **Zonas de Vida** (Anexo 1, mapa 7 de 9)

Según el mapa de Zonas de Vida, siete fuentes de agua presentan una zona de vida correspondiente a bosque muy húmedo montano zona de transición paramo pluvial sub alpino (bmhM-ppSA), mientras que en dos fuentes de agua presentan una zona de vida: bosque húmedo Montano (bhM) y la fuente de agua restante presenta una zona de vida: bosque húmedo Montano Bajo (bhMB), detallado en el cuadro 4.13.

Cuadro 4.13. Descripción de las zonas de vida de las diez fuentes de agua

NÚMERO	FUENTE DE AGUA	ZONAS DE VIDA
1	Mojanda	Bosque muy húmedo montano zona de transición paramo pluvial Sub Alpino (bmhM-ppSA)
2	Punyaró	
3	La Magdalena	
4	Cascada de T.	
5	San Francisco	
6	Torouco	
7	Punguguayco	
8	Rosas-Pogyo	Bosque húmedo Montano (bhM)
9	Quinde-Pogyo	Bosque húmedo Montano Bajo (bhMB)
10	Río El Tejar	

Fuente: Mapa de Zonas de Vida

Elaboración: Las Autoras

Descripción de las zonas de vida encontradas en las diez fuentes de agua:

- ✓ **Bosque muy húmedo Montano (bmhM).** Esta formación corresponde a la denominada ceja de montaña y bosque andino que se encuentran como relictos, esta formación vegetal se caracteriza por una alta incidencia de neblina y un superávit de humedad, las lluvias en su mayor parte son de origen orográfico y caen todo el año. El rango de temperatura media anual oscila entre 6 °C y 12 °C, y recibe una precipitación media anual que varía entre los 1.000 y 2.000 mm (Cañadas, L. 1983).
- ✓ **Páramo pluvial Sub Alpino (ppSA).**- Esta zona de vida identifica a los páramos altos, con una precipitaciones entre los 1.000 y 2.000 mm, sus

rangos altitudinales arriba de los 3.500 m y con un rango de temperatura entre 3 °C y 6 °C. La vegetación de esta zona se caracteriza por la presencia de pequeños arbustos y la gran cantidad de especies herbáceas especialmente de pajonales. (Cañadas, L. 1983).

- ✓ **Bosque húmedo Montano (bhM).** Corresponde a los páramos bajos, el rango de temperatura media anual oscila entre 6 °C y 12 °C, con una precipitación media anual entre 500 y 1.000 mm. Las lluvias se presentan durante todo el año y no existen meses ecológicamente secos, las precipitaciones se concentran en los meses de noviembre y diciembre para bajar paulatinamente hasta junio; los riesgos de heladas son altos, y con frecuencia en horas de la noche, sobre todo en los límites superiores de este piso altitudinal; las pendientes son irregulares y los suelos son negros derivados de ceniza volcánica. La vegetación dominante es de tipo pajonal (Cañadas, L. 1983).

- ✓ **Bosque húmedo Montano Bajo (bhMB).**- Este bosque se encuentra por encima de los 2.000 msnm y se extiende en las vertientes de la cordillera Occidental hasta los 2.900 msnm y en las vertientes de la cordillera Oriental alcanza una altitud de 3.000 msnm. El promedio anual de precipitación pluvial oscila entre 1.000 y 2.000 mm y registra una temperatura media anual entre 12 °C y 18 °C. La vegetación en los flancos y estribaciones externas de las dos cordilleras de esta zona de vida, se presenta como densa vegetación, mientras que dentro del Callejón Interandino, esta ha sido destruida para dar paso a la agricultura o pastizales para la ganadería (Cañadas, L. 1983).

- **Microcuencas** (Anexo 1, mapa 8 de 9)

Según el mapa de Microcuencas, cuatro fuentes de agua se encuentran en una misma microcuenca (M1), tres fuentes de agua pertenecen a otra (M2), asimismo

dos fuentes se encuentran en otra microcuenca (M3) y finalmente la última fuente de agua se encuentra en una sola microcuenca (M4), como se observa en el cuadro 4.14.

Cuadro 4.14. Localización de las diez fuentes de agua por microcuencas

NÚMERO	FUENTE DE AGUA	MICROCUECA
1	Mojanda	M1
2	Punyaró	
3	La Magdalena	
4	Cascada de Taxopamba	
5	San Francisco	M2
6	Torouco	
7	Punguguayco	
8	Rosas-Pogyo	M3
9	Quinde-Pogyo	
10	Río El Tejar	M4

Fuente: Mapa de Microcuencas

Elaboración: Las Autoras

- **Zonificación Ambiental** (Anexo 1, mapa 9 de 9)

Según el mapa de Zonificación Ambiental, nueve fuentes de agua correspondiente a Mojanda, Punyaró, La Magdalena, Cascada de Taxopamba, San Francisco, Torouco, Punguguayco, Rosa Pogyo y Quinde Pogyo se encuentran en una zona de conservación por la razón de estar ubicadas en las partes alta (páramo), mientras que el río El Tejar se encuentra en una zona de agricultura: extensiva e intensiva (Cuadro 4.15), debido a su ubicación partes bajas.

Descripción de las zonas encontradas en las diez fuentes de agua:

- ✓ **Zona de conservación.-** Son aquellas zonas que están destinadas a la protección y conservación de los recursos naturales; en estos lugares se permite realizar actividades como la investigación, educación, recreación y el turismo, tomando en cuenta que son áreas de conservación activa.
- ✓ **Agricultura extensiva e intensiva.-** En estas zonas se encuentran formadas por suelos agrícolas de secano más aptos, presentan una gran

capacidad agrícola que incluye el regadío, las huertas y los cultivos forzados.

Cuadro 4.15. Zonificación Ambiental de las diez fuentes de agua

NÚMERO	FUENTE DE AGUA	DESCRIPCIÓN
1	Mojanda	Zona de conservación
2	Punyaró	
3	La Magdalena	
4	Cascada de Taxopamba	
5	San Francisco	
6	Torouco	
7	Punguguayco	
8	Rosas-Pogyo	
9	Quinde-Pogyo	
10	Río El Tejar	Agricultura (Extensiva e Intensiva)

Fuente: Mapa de Zonificación Ambiental

4.2.3. Aplicación del programa INEC: CVP Ecuador 2010

De acuerdo al programa INEC: CVP Ecuador 2010-Aplicación de E+SPxPlan (CELADE-CEPAL) del censo 2010, se logró cuantificar la población del cantón Otavalo y conocer el número de beneficiarios del plan de protección.

4.2.3.1. Componente social

Realizando los pasos adecuados de programa mencionado anteriormente se tiene los siguientes valores.

- **Población**

La población del cantón Otavalo es de 104.874 habitantes de los cuales 50.446 son hombres que corresponde al 48.10% de la población total y 54.428 mujeres

que corresponde al 51.90% datos que nos proporciona el Censo de población y vivienda 2010 (Cuadro 4.16).

Cuadro 4.16. Población general del cantón Otavalo

POBLACIÓN		
Hombre	Mujer	Total
50.446	54.428	104.874

Fuente: INEC: CPV 2010

Elaboración: Las Autoras

Según el CENSO 2010, la población del cantón Otavalo a nivel urbano y rural se muestran en el gráfico 4.2.

PARROQUIA	URBANO		
	HOMBRE	MUJER	TOTAL URBANO
San Luís	18.821	20.533	39.354
El Jordán	6.453	6.946	13.399
TOTAL	25.274	24.799	52.753

PARROQUIA	RURAL		
	HOMBRE	MUJER	TOTAL RURAL
Dr. Miguel Egas C.	2.344	2.539	4.883
Eugenio Espejo	3.499	3.858	7.357
González Suarez	2.753	2.877	5.630
Pataqui	128	141	269
San José de Quichinche	4.142	4.334	8.476
San Juan de Ilumán	4.186	4.398	8.584
San Pablo	4.701	5.200	9.901
San Rafael	2.561	2.860	5.421
Selva Alegre	858	742	1.600
TOTAL	25.172	26.949	52.121

Gráfico 4.2. Población a nivel urbano y rural del cantón Otavalo

La ciudad de Otavalo con las parroquias urbanas: San Luís y El Jordán, se abastece de cinco fuentes de agua y en el plan de protección se protegió dos

fuentes de agua siendo La Magdalena que aporta con 23.87% de caudal y la de Punyaro con 64.32% de caudal, se asume que posiblemente el 88.19% de caudal se abastece la ciudad de Otavalo en el cuadro 4.17 se detalla, aproximadamente con la protección de las dos fuentes de agua antes mencionadas se benefician 46.644 habitantes.

Cuadro 4.17. Porcentaje de caudal de las fuentes de agua

FUENTES DE AGUA	CAUDAL PROMEDIO l/s	PORCENTAJE (%)	APORTE DE CAUDAL (%)
Punyaro	156.275	64.32	88.19
La Magdalena	58.01	23.87	
Turupamba	9.1	3.75	3.75
San Francisco	5.645	2.32	2.32
Neptuno	13.945	5.74	5.74
TOTAL	242.975	100.00	100.00

Elaboración: Las Autoras

La fuente de agua Mojanda beneficia a la comunidad de Mojanda y la fuente de agua cascada de Taxopamba a la comunidad de Taxopamba. En cuanto a las fuentes de agua: San Francisco, Punguguayco y Torouco se beneficia la comunidad de Chuchuqui, posiblemente con 410 hogares (Anexo 2, cuadro 11). En la fuente de agua de Rosas-Pogyo beneficia a la comunidad de Ángel Pamba, probablemente con 152 hogares (Anexo 2, cuadro 12). En cambio la fuente de agua de Quinde-Pogyo beneficia a la comunidad de San Luís de Agualongo, posiblemente con 231 hogares (Anexo 2, cuadro 13) y los participantes de Pinsaquí (Anexo 2, cuadros 14) y finalmente la fuente de agua del río El Tejar beneficia al cantón Otavalo, principalmente a la ciudadela Los Lagos referente a la protección de las riberas del río y a la conservación de sus recursos naturales existentes, considerando que esta fuente de agua no es apta para ningún criterio únicamente para el criterio de uso pecuario (Anexo 2, cuadros 16).

4.3. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CANTIDAD DEL AGUA; Y PROPUESTA DE MONITOREO

En esta evaluación se presentan los resultados obtenidos de la calidad, cantidad del agua y la propuesta de monitoreo para los beneficiarios.

4.3.1. Calidad del agua

Los parámetros analizados dan una idea sobre la calidad de agua que poseen las fuentes de agua, en la fotografía 4.1 se detalla la colecta de las muestras de agua de dos fuentes de agua.



En el cuadro 4.18 se muestran las fechas de la colecta de muestras en cada una de las fuentes de agua.

Cuadro 4.18. Fechas de colecta de las muestras de agua

NÚMERO	FUENTE DE AGUA	FECHA DE COLECTA
1	Mojanda	2012/02/09
2	Cascada de Taxopamba	2012/01/12
3	San Francisco	
4	Torouco	2012/02/02
5	Punguguayco	
6	Punyaró	
7	La Magdalena	2012/02/09
8	Río El Tejar	
9	Rosas-Pogyo	2012/02/23
10	Quinde-Pogyo	

En la fotografía 4.2 se demuestra la toma directa de datos con el equipo portátil en las fuentes de agua de a) Mojanda y b) San Francisco y en el anexo 4, fotografía 2, las fuentes de agua: Torouco, Punguguayco, río El Tejar, Quinde Pogyo, La Magdalena y la cascada de Taxopamba.



Fotografía 4.2. Toma de datos en las fuentes de agua:
a) Mojanda; b) San Francisco

Los resultados de la calidad del agua se adquiere por las comparaciones de los valores obtenidos con los valores de cada criterio de la calidad de agua del TULAS como: para consumo humano, agricultura-riego, pecuario y preservación y protección de flora y fauna éstos se detallan respectivamente en los cuadros los valores promedios de los parámetros físico-químicos y microbiológicos de cada uno de los cuatro criterios.

4.3.1.1. Criterio para la calidad de agua para consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren de un tratamiento convencional

Los resultados adquiridos del análisis de los diez parámetros básicos: ocho físico-químicos y dos microbiológicos se muestra en los gráficos 4.3; 4.4; 4.5; 4.6; 4.7 y 4.8 la comparación entre límites permisibles (TULAS) con los del análisis (laboratorio GAD Municipal de Otavalo) de los parámetros físico-químicos: temperatura, pH, color, turbiedad, sólidos totales disueltos y oxígeno disuelto, en cuanto a los parámetros sólidos totales y conductividad no se muestran por la razón que para este criterio no presentan límites permisibles. A continuación se

presentan los parámetros físico-químicos que se analizaron en las diez fuentes de agua (Cuadro 4.19).

Cuadro 4.19. Parámetros físico-químicos

FUENTE DE AGUA	PARÁMETROS							
	Temperatura	pH	Color	Turbiedad	Sólidos totales	Sólidos totales disueltos	Conductividad	Oxígeno disuelto
Mojanda	11.3	6.54	0	1.8	24	16.4	35.3	6.93
Punyaró	13.3	6.55	0	1.8	104	95.8	200	7.19
Magdalena	13	6.93	0	2.1	144	89.5	187.3	4.98
Cascada de Taxopamba	11.2	6.53	0	1.9	32	16.6	35.7	7.14
San Francisco	7.2	6.80	12	4.4	272	26.4	56.2	6.80
Torouco	10.2	6.96	20	4.8	68	17.5	37.6	6.90
Punguquayco	10.4	6.72	40	4.9	76	21	44.9	5.84
Rosas-Pogyo	11.2	7.53	30	8.0	40	34.4	73	5.46
Quinde-Pogyo	11.2	7.53	30	8.0	40	34.4	73	5.46
Río El Tejar	13.2	7.15	15	14	204	161.4	335	3.25
Límite permisible	Condición Natural + o - 3 grados	6-9	100	100	No indica	1000	No indica	No menor a 6 mg/l

A continuación se describen los seis parámetros físico-químicos:

- **Temperatura**

En las diez fuentes de agua los valores obtenidos de temperatura, están dentro de los límites permisibles de 10 y 15°C (+ ó - 3), el gráfico 4.3 se muestra.

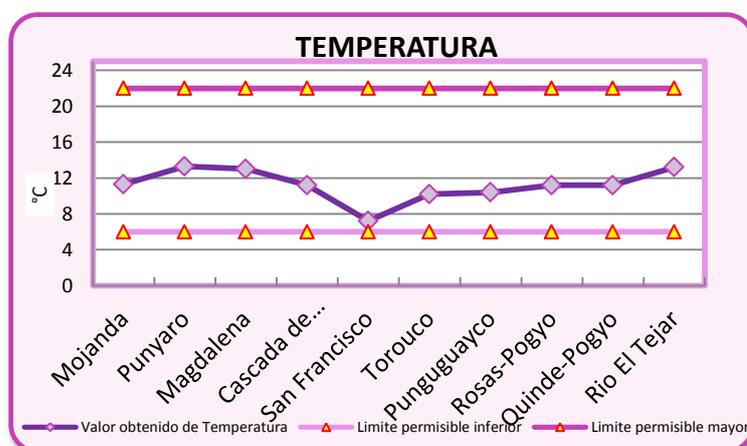


Gráfico 4.3. Valor obtenido de la temperatura vs límite permisible

- **Potencial hidrógeno (pH)**

Los valores obtenidos del potencial hidrógeno están dentro de los límites permisibles, el en gráfico 4.4 se muestra los resultados de las diez fuentes de agua.

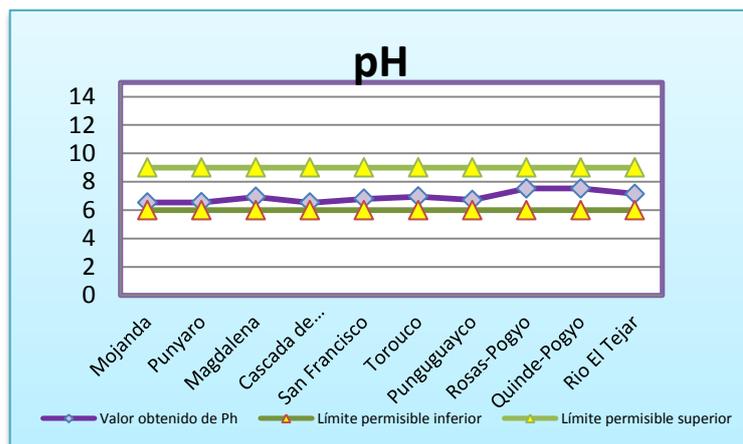


Gráfico 4.4. Valor obtenido del pH vs límite permisible
Elaboración: Las Autoras

- **Color**

En las diez fuentes de agua estudiadas, los valores obtenidos del parámetro color están dentro de los límites permisibles (Gráfico 4.5).

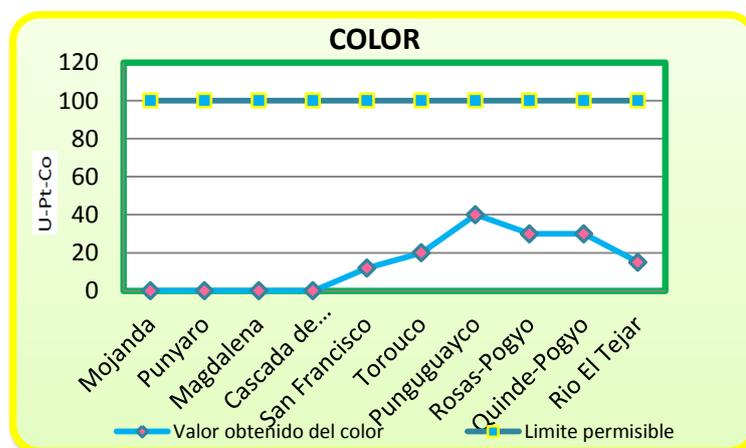


Gráfico 4.5. Valor obtenido del color vs límite permisible
Elaboración: Las Autoras

- **Turbiedad**

En las diez fuentes de agua, los valores obtenidos de turbiedad se encuentran dentro del límite permisible (Gráfico 4.6).

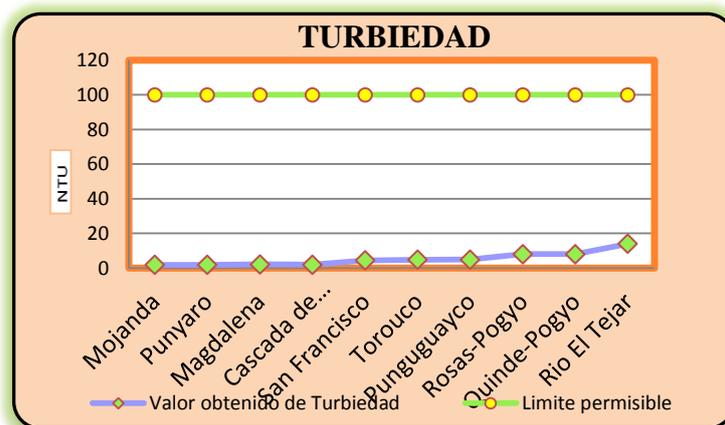


Gráfico 4.6. Valor obtenido de la turbiedad vs límite permisible
Elaboración: Las Autoras

- **Sólidos totales disueltos**

En nueve fuentes de agua los valores obtenidos de sólidos totales disueltos se encuentran dentro de los límites establecidos por el TULAS, mientras que en la fuente de agua restante los límites permisibles sobrepasan (Gráfico 4.7).

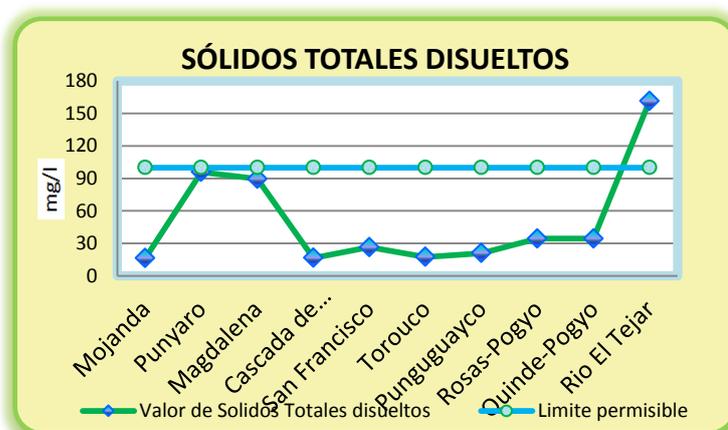


Gráfico 4.7. Valor obtenido de sólidos totales disueltos vs límite permisible
Elaboración: Las Autoras

- **Oxígeno disuelto**

En cinco fuentes de agua los valores obtenidos de oxígeno disuelto se encuentran dentro de los límites permisibles (menor a 6 mg/l), mientras en las cinco fuentes de agua restantes sobrepasan los límites permisibles (Gráfico 4.8).

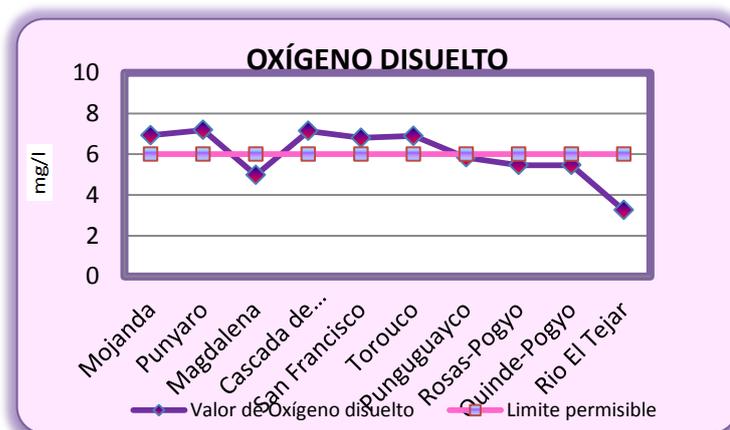


Gráfico 4.8. Valor obtenido de oxígeno disuelto vs límite permisible

Elaboración: Las Autoras

Los parámetros microbiológicos que se analizaron en las diez fuentes de agua se describen en el cuadro 4.20.

Cuadro 4.20. Parámetros microbiológicos

FUENTE DE AGUA	PARÁMETROS	
	Coliformes totales	Coliformes fecales
Mojanda	172	2
Punyaro	3	0
La Magdalena	10	0
Cascada de Taxopamba	411	0
San Francisco	140	1
Torouco	102	13
Punguguayco	214	1
Rosas-Pogyo	1553	6
Quinde-Pogyo	1553	6
Rio El Tejar	>2420	>2420
Límite permisible	3000	600

Elaboración: Las Autoras

Descripción de los parámetros microbiológicos:

- **Coliformes totales**

En las diez fuentes de agua, los valores obtenidos de coliformes totales se encuentran dentro del límite permisible (Gráfico 4.9).

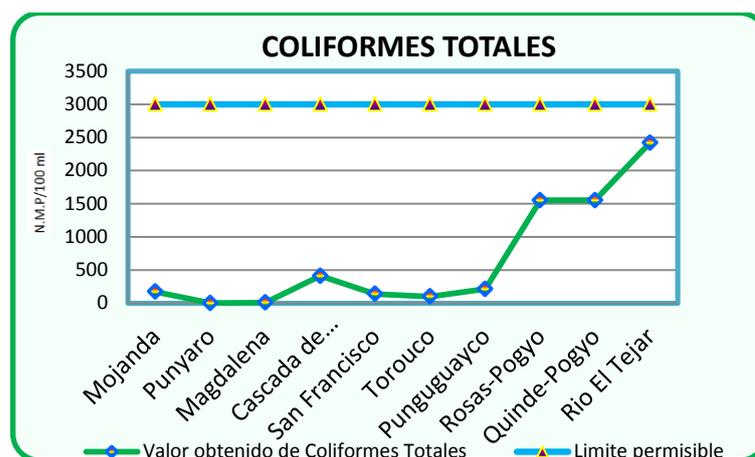


Gráfico 4.9. Valor obtenido coliformes totales vs límite permisible
Elaboración: Las Autoras

- **Coliformes fecales**

En seis fuentes de agua los valores obtenidos de coliformes fecales presentan mínimos valores, en cambio en tres fuentes de agua no presentan, por lo tanto en nueve fuentes de agua se encuentran dentro de los límites permisibles, mientras que en la fuente restante los valores obtenidos son muy superiores al límite permisible (Gráfico 4.10).

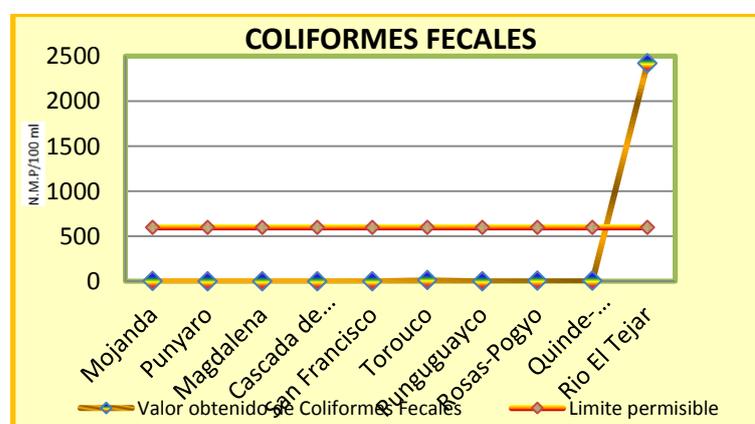


Gráfico 4.10. Valor obtenido coliformes fecales vs límite permisible

4.3.1.2. Criterio para la calidad de agua para uso agrícola y riego

Los parámetros físico-químicos que se analizaron en las diez fuentes de agua se muestran (Anexo 2, cuadro 15) y en los gráficos 4.11 y 4.12 se muestra la comparación entre límites permisibles (TULAS) con los del análisis (laboratorio GAD Municipal de Otavalo) de los parámetros físico-químicos: pH y sólidos totales disueltos, en cuanto a los parámetros temperatura, color, turbiedad, sólidos totales, conductividad y oxígeno disuelto no se muestran por la razón que para este criterio no presentan límites permisibles. A continuación se describen los dos parámetros físico-químicos:

- **Potencial hidrogeno (pH)**

Los valores obtenidos del potencial hidrógeno están dentro de los límites permisibles, en el gráfico 4.11 se muestra los resultados de las diez fuentes de agua.

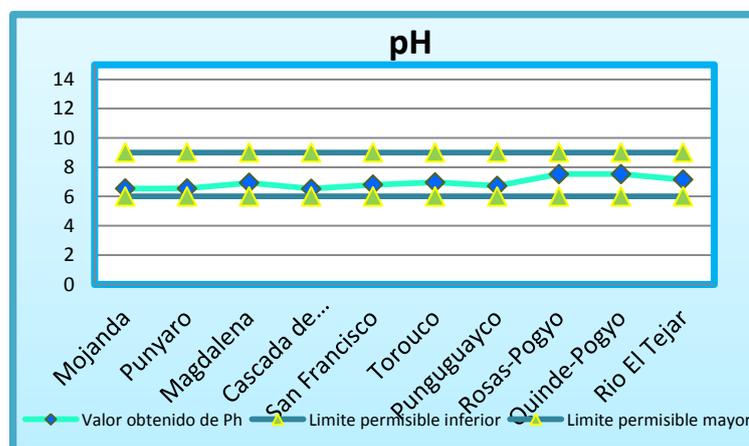


Gráfico 4.11. Valor obtenido del pH vs límite permisible.
Elaboración: Las Autoras

- **Sólidos totales disueltos**

En las diez fuentes de agua estudiadas, los valores obtenidos del parámetro sólidos totales disueltos están dentro de los límites permisibles (Gráfico 4.12).

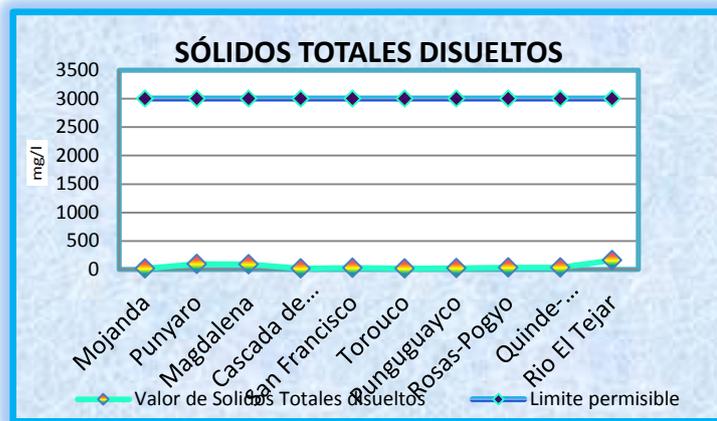


Gráfico 4.12. Valor obtenido de sólidos totales disueltos vs límite permisible
Elaboración: Las Autoras

Para este criterio los valores obtenidos de los parámetros microbiológicos en las diez fuentes se detallan (Anexo 2, cuadro 16).

A continuación se describen el parámetro microbiológico:

- **Coliformes totales**

En siete fuentes de agua los valores obtenidos de coliformes totales se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos por el TULAS, mientras que en las fuentes de agua restantes sobrepasan los límites permisibles (Gráfico 4.13).

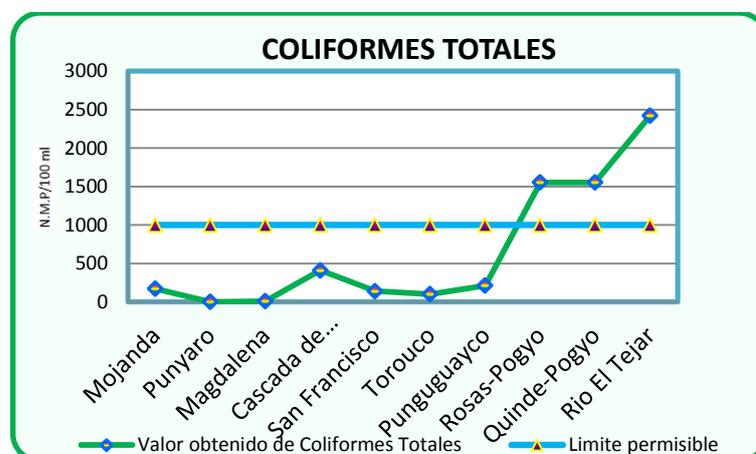


Gráfico 4.13. Valor obtenido coliformes totales vs límite permisible
Elaboración: Las Autoras

4.3.1.3. Criterio para la calidad de agua para uso pecuario

Los parámetros físico-químicos que se analizaron en las diez fuentes de agua se muestran (Anexo 2, cuadro 17) y en los gráficos 4.14, 4.15 y 4.16 se muestra la comparación entre límites permisibles (TULAS) con los del análisis (laboratorio GAD Municipal de Otavalo) de los parámetros físico-químicos: pH, oxígeno disuelto y sólidos totales disueltos, en cuanto a los parámetros temperatura, color, turbiedad, sólidos totales y conductividad no se muestran por la razón que para este criterio no presentan límites permisibles. A continuación se describen los tres parámetros físico-químicos:

- **Potencial hidrogeno (pH)**

Según los resultados del análisis de potencial hidrógeno, sus valores se encuentran dentro de los límites permisibles, en el gráfico 4.14 se muestra los resultados de las diez fuentes de agua.

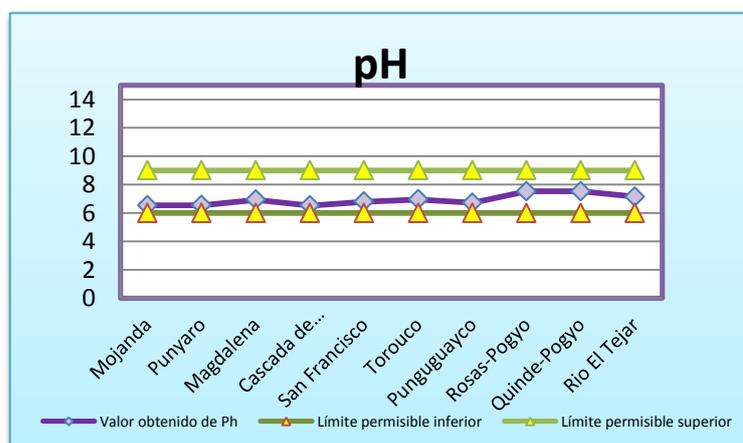


Gráfico 4.14. Valor obtenido del pH vs límite permisible
Elaboración: Las Autoras

- **Sólidos totales disueltos**

En las diez fuentes de agua estudiadas, los valores obtenidos del parámetro sólidos totales disueltos están dentro de los límites permisibles (Gráfico 4.15).

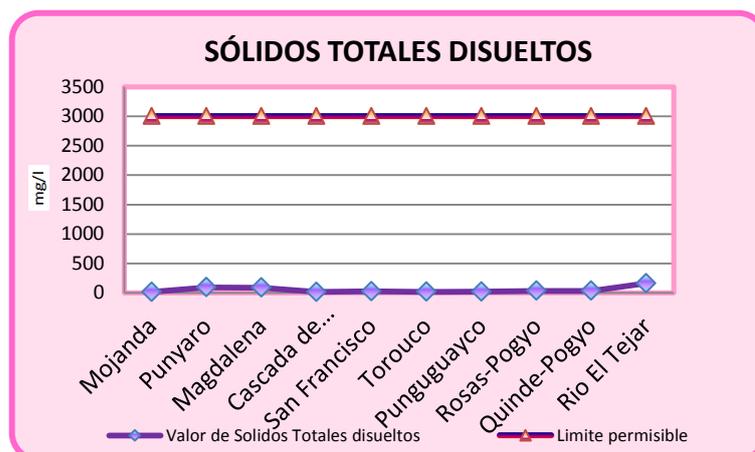


Gráfico 4.15. Valor obtenido de sólidos totales disueltos vs límite permisible
Elaboración: Las Autoras

- **Oxígeno disuelto**

En las diez fuentes de agua estudiadas, los valores obtenidos del parámetro oxígeno disuelto no están dentro de los límites permisibles (Gráfico 4.16).

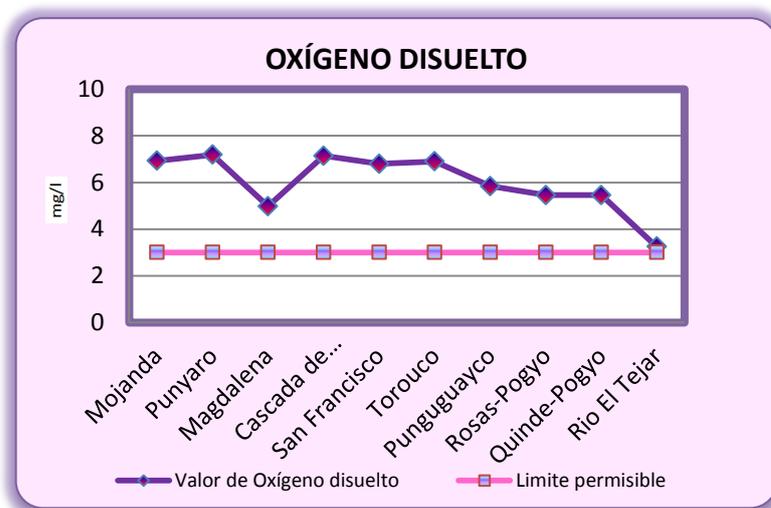


Gráfico 4.16. Valor obtenido de oxígeno disuelto vs límite permisible
Elaboración: Las Autoras

Para este criterio los valores obtenidos de los parámetros microbiológicos en las diez fuentes se detallan (Anexo 2, cuadro 18) y a continuación se describe dichos parámetros.

- **Coliformes totales**

En las diez fuentes de agua estudiadas, los valores obtenidos del parámetro coliformes totales están dentro de los límites permisibles (Gráfico 4.17).

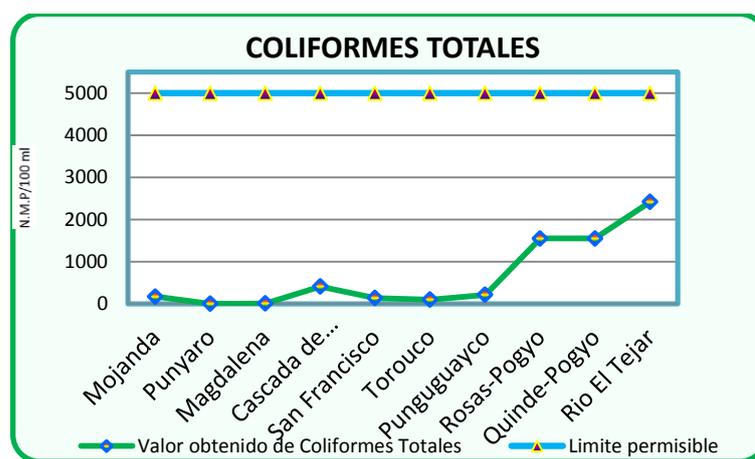


Gráfico 4.17. Valor obtenido coliformes totales vs límite permisible
Elaboración: Las Autoras

- **Coliformes fecales**

En nueve fuentes de agua los valores obtenidos de coliformes fecales se encuentran dentro de los límites establecidos por el TULAS, mientras que en la fuente de agua restante los límites permisibles sobrepasan (Gráfico 4.18).

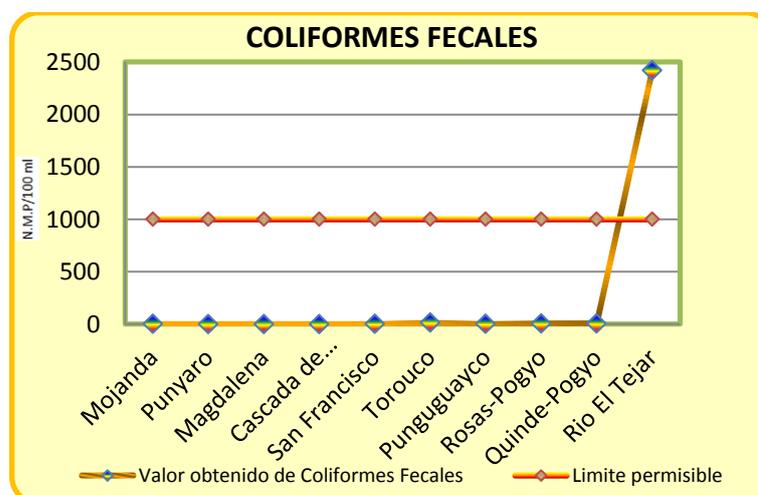


Gráfico 4.18. Valor obtenido coliformes fecales vs límite permisible
Elaboración: Las Autoras

4.3.1.4. Criterio para la calidad de agua para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías

Los parámetros físico-químicos que se analizaron en las diez fuentes de agua se muestran (Anexo 2, cuadro 19), en los gráficos 4.19, 4.20 y 4.21 se muestra la comparación entre límites permisibles (TULAS) con los del análisis (laboratorio GAD Municipal de Otavalo) de los parámetros físico-químicos: temperatura, pH y oxígeno disuelto en cuanto a los parámetros color, turbiedad, sólidos totales, sólidos totales disueltos y conductividad no se muestran por la razón que para este criterio no presentan límites permisibles. A continuación se describen los tres parámetros físico-químicos:

- **Temperatura**

En las diez fuentes de agua los valores obtenidos de temperatura, están dentro de los límites permisibles (Cuadro 4.19).

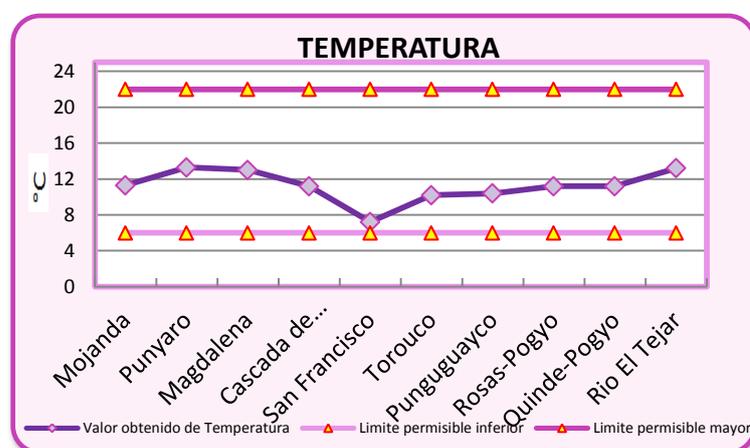


Gráfico 4.19. Valor obtenido de temperatura vs límite permisible
Elaboración: Las Autoras

- **Potencial hidrogeno (pH)**

Los valores obtenidos del potencial hidrógeno están dentro de los límites permisibles, en el gráfico 4.20 se muestra los resultados de las diez fuentes de agua.

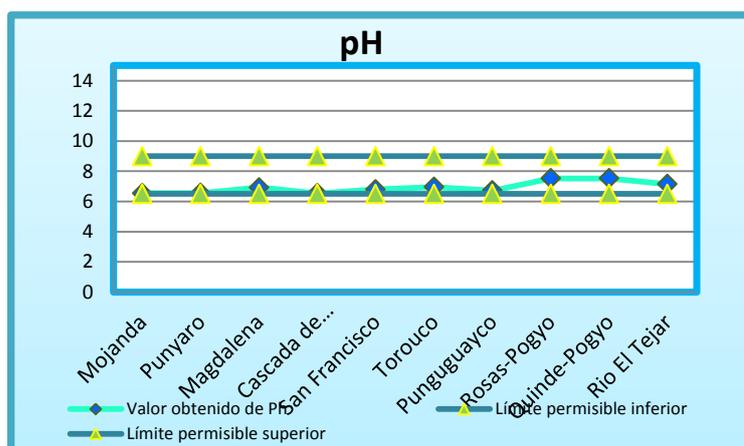


Gráfico 4.20. Valor obtenido del pH vs límite permisible.
Elaboración: Las Autoras

- **Oxígeno disuelto**

En cinco fuentes de agua los valores obtenidos de oxígeno disuelto se encuentran dentro de los límites permisibles (menor a 6 mg/l), mientras en las cinco fuentes de agua restantes sobrepasan los límites permisibles en el gráfico 4.21 se detalla.

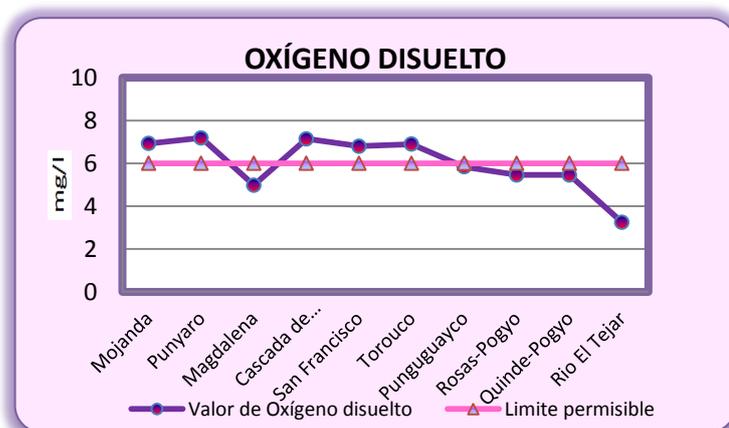


Gráfico 4.21. Valor obtenido de oxígeno disuelto vs límite permisible
Elaboración: Las Autoras

Para este criterio los valores obtenidos de los parámetros microbiológicos en las diez fuentes se detallan (Anexo 2, cuadro 20) y a continuación se describe el parámetro que pudo ser comparado:

- **Coliformes fecales**

En nueve fuentes de agua los valores obtenidos de coliformes fecales se encuentran dentro de los límites establecidos por el TULAS, mientras que en la fuente de agua restante los límites permisibles sobrepasan (Gráfico 4.22).

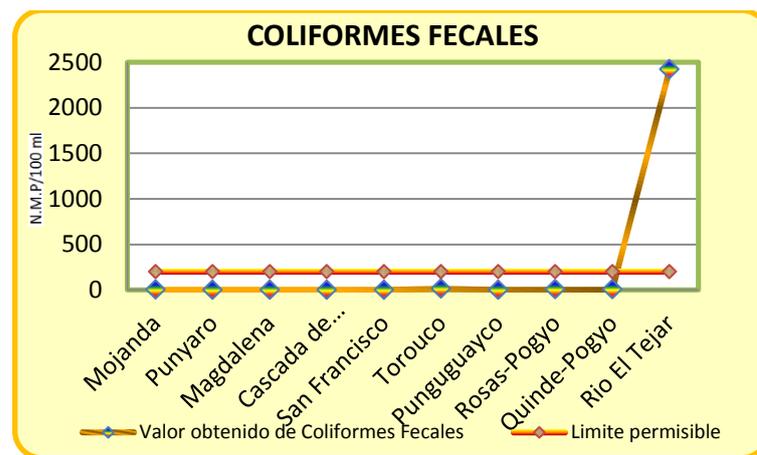


Gráfico 4.22. Valor obtenido coliformes fecales vs límite permisible
Elaboración: Las Autoras

4.3.2. Cantidad de agua

En las diez fuentes de agua, estudios anteriores presentan caudales similares a los valores obtenidos en este estudio con los resultados adquiridos se obtuvo caudales suficiente para abastecer y sustentar a la población actual, a continuación se describe los resultados de los tres procedimientos utilizados en éste Plan de protección.

4.3.2.1. Método volumétrico

Mediante el método volumétrico los resultados de cinco fuentes de agua se detallan a continuación.

Para las variables volumen y tiempo, se obtuvo cinco repeticiones, en el gráfico 4.23 se detalla el promedio del volumen y tiempo de las cinco fuentes de agua en estudio.

FUENTE DE AGUA	REPETICIONES					$\bar{V}(l)$
	V1	V2	V3	V4	V5	
Mojanda	4	4.5	4.5	4	4	4.2
Cascada de Taxopamba	7	8	6	6	7.5	6.9
San Francisco	2.5	3	3	3	3	2.9
Torouco	3	3	3.5	3.5	3	3.2
Punguguayco	2	2	2	2	2	2.0

FUENTE DE AGUA	REPETICIONES					$\bar{t}(s)$
	t1	t2	t3	t4	t5	
Mojanda	1.5	1.4	1.2	1.3	1.2	1.3
Cascada de Taxopamba	2.4	1.9	2.1	2.3	2.4	2.2
San Francisco	3.3	2.2	2.2	2.2	1.8	2.3
Torouco	1.6	1.9	1.8	1.7	1.5	1.7
Punguguayco	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4

Gráfico 4.23. Promedio del volumen en (l) y el tiempo en (s)

Elaboración: Las Autoras

Los resultados obtenidos del caudal después de haber obtenido los valores de \bar{V} y \bar{t} mediante la fórmula del método volumétrico se detalla en el cuadro 4.21.

Cuadro 4.21. Valores obtenidos de los caudales de cinco fuentes de agua

Número	Fuente de Agua	Fecha de Monitoreo	Caudal (l/s)
1	Mojanda	2012/02/09	3.18
2	Cascada de Taxopamba	2012/01/12	3.10
3	San Francisco	2012/02/02	1.23
4	Torouco		1.88
5	Punguguayco		0.83

Elaboración: Las Autoras

En la fotografía 4.3, se muestra la medición del caudal del agua mediante el método volumétrico.



Elaboración: Las Autoras

4.3.2.2. Estudios existentes con caudalímetro

Según el estudio hidrológico (2010) y el Plan de Ordenamiento Territorial (2011) del GAD Municipal de Otavalo, las fuentes de agua: Punyaro y La Magdalena (Cuadro 4.22), presentan los siguientes valores de caudal en (l/s).

Cuadro 4.22. Valores obtenidos de los caudales con caudalímetro en dos fuentes de agua

NÚMERO	FUENTE DE AGUA	FECHA DE MONITOREO	CAUDAL (l/s)
1	Punyaro	2012/02/09	160.28
2	La Magdalena		59.50

Elaboración: Las Autoras

En el cuadro 4.23, se muestra el caudal en (m³/s) de la fuente de agua del río El Tejar.

Cuadro 4.23. Valor obtenido del caudal con caudalímetro en una fuente agua

NÚMERO	FUENTE DE AGUA	FECHA DE MONITOREO	CAUDAL (m ³ /s)
1	Río El Tejar	2012/02/23	0.565

Elaboración: Las Autoras

4.3.2.3. Datos obtenidos por el presidente de la Junta de agua de Ilumán

De acuerdo a la información del presidente de la Junta de Agua, las fuentes de agua: Rosas-Pogyo y Quinde-Pogyo (Cuadro 4.24), se presentan los siguientes valores de caudal en (l/s).

Cuadro 4.24. Valores obtenidos de caudales por el presidente de la Junta de agua de Ilumán

NÚMERO	FUENTE DE AGUA	FECHA DE MONITOREO	CAUDAL (l/s)
1	Rosas-Pogyo	23 de Febrero de 2012	1
2	Quinde-Pogyo		0.5

Elaboración: Las Autoras

Según el presidente de la Junta de agua potable de estas comunidades manifiesta que los valores de caudales actuales son suficientes para abastecer a su población para las diferentes actividades.

4.3.3. Propuesta de monitoreo para la evaluación de la calidad y cantidad del agua

La propuesta de monitoreo se encuentra basada de acuerdo a la situación actual de las fuentes de agua en estudio, contiene acciones fáciles de aplicar, ésta fue entregada u otorgada a los cabildos y presidentes de las Juntas de Agua (JA) de las comunidades (Chuchuqui y San Luís de Agualongo) y a la Jefatura de Gestión Ambiental del GAD Municipal de Otavalo, esta propuesta servirá como una guía.

4.3.3.1. Introducción

El agua es una de las sustancias más abundantes en el planeta Tierra. Es parte suplementaria de los seres vivos, tanto animales como vegetales, y está presente en cantidad de minerales. Las fuentes de agua son un entorno de gran importancia ecológica, evolutiva, biogeografía y económica que poseen alta

biodiversidad, constituyen un ecosistema que se caracteriza por su fragilidad. Durante los últimos años se han presentado evidencias cada vez mayores de que este recurso natural ya no se encuentra en condiciones óptimas para los diferentes usos (consumo humano, agricultura-riego, pecuario entre otros), debido al mal manejo y uso de este recurso, lo cual incide en la posibilidad de abastecer a las presentes y futuras generaciones en cuanto a la calidad y cantidad del agua.

4.3.3.2. Objetivos

- **Objetivo General:**

Conocer las condiciones de calidad y cantidad del agua para tomar medidas preventivas y correctivas en cada una de las fuentes hídricas estudiadas.

- **Objetivos Específicos:**

- a. Evaluar la calidad de agua y llevar un registro de los análisis obtenidos en el laboratorio.
- b. Aplicar el método volumétrico (poco caudal) y controlar el funcionamiento del caudalímetro (mayor caudal) y realizar una base de datos de los caudales existentes.

4.3.3.3. Meta

Garantizar y asegurar el líquido vital “agua” en calidad y cantidad a la ciudad de Otavalo y comunidades: Chuchuqui, Ángel Pamba y San Luís de Agualongo.

4.3.3.4. Actividades

- a.1) Firmar un convenio entre los líderes, presidentes de las JA de cada comunidad participante y el GAD Municipal de Otavalo, para el análisis físico-químico y microbiológico de todos los parámetros establecidos (TULAS).

a.2) Colecta de muestras trimestral o semestralmente.

a.2.1) Subactividades:

- ✓ Etiquetar los envases, debe constar nombre del colector de la muestra y de la fuente de agua; la fecha y la hora, o por lo menos marcar el envase de las muestras con un marcador permanente el número de cada muestra tomada.
- ✓ En la parte alta, media y baja de cada fuente de agua señalar un punto de muestreo para coleccionar las muestras de agua.
- ✓ Tomar la muestra en un envase de plástico de un litro de volumen que sea nuevo o esté bien lavado (esterilizados).
- ✓ Transportar la muestra al laboratorio del GAD Municipal en el menor tiempo posible.
- ✓ Análisis en el laboratorio por lo menos diez parámetros básicos.
- ✓ Comparación de los parámetros analizados con los límites permisibles del TULAS.

b.1) Aplicar el método volumétrico en las fuentes de agua de bajo caudal (San Francisco, Torouco, Punguguayco, Rosas-Pogyo, Quinde-Pogyo, Mojanda y la Cascada de Taxopamba) y en el caso de las fuentes de agua (La Magdalena, Punyaro y el río El Tejar) se deberá controlar el funcionamiento del caudalímetro que se encuentra fijo.

b.1.1) Subactividades:

- ✓ En la parte alta de cada fuente de agua señalar un tramo en donde se pueda colocar un balde de volumen conocido bajo la corriente de agua de tal

manera que reciba todo el flujo de agua y con la ayuda de otra persona activar simultáneamente el cronómetro.

- ✓ Registro de datos de por lo menos de cinco repeticiones del volumen y el tiempo en una libreta de campo.
- ✓ Aplicar la fórmula de caudal. $Q=V/t$ (V =volumen y t = tiempo).

b.2) Monitoreo trimestral o semestralmente de las fuentes de agua

b.3) Llevar una base de datos de los caudales y comparar los valores obtenidos en el monitoreo con los datos entregados por las tesisistas.

Otras actividades (para a y b)

- ❖ Educación ambiental a los miembros de las comunidades.
- ❖ Crear viveros comunitarios de plantas nativas.
- ❖ Mingas comunitarias para la colección de semillas de las especies nativas del sector.
- ❖ Reforestación con plantas nativas.
- ❖ Convenio entre los líderes o presidentes de las JA con la Universidad Técnica del Norte (propuesta del plan de manejo de las fuentes de agua).
- ❖ Mejorar la captación y conducción del recurso hídrico.
- ❖ Protección con alambrado de púa.
- ❖ Señalización alrededor de las fuentes de agua y construcción de sitios de vigilancia.

4.4. REFORESTACIÓN DE 82.000 PLÁNTULAS NATIVAS

Para la reforestación es indispensable conocer el número de participantes con anterioridad, para la planificación respectiva (número de plántulas totales y transporte de las plántulas). Antes de desarrollar las mingas de reforestación se realizó pre-mingas con los líderes y miembros de la Junta de Agua de las comunidades: Chuchuqui, San Luís de Agualongo, Pisanquí y Ángel Pamba, como también con los trabajadores de la Jefatura de Gestión Ambiental del GAD Municipal de Otavalo, (Anexo 4, fotografía 4-5 y 6).

Se realizó once mingas de reforestación en diez fuentes de agua (Cuadro 4.27), para ello se utilizó 82.000 plántulas forestales nativas (Anexo 2, cuadro 21), existió la participación de instituciones educativas, públicas y privadas, y comunidades. La localización de sitios reforestados se detalla en el gráfico 4.24.

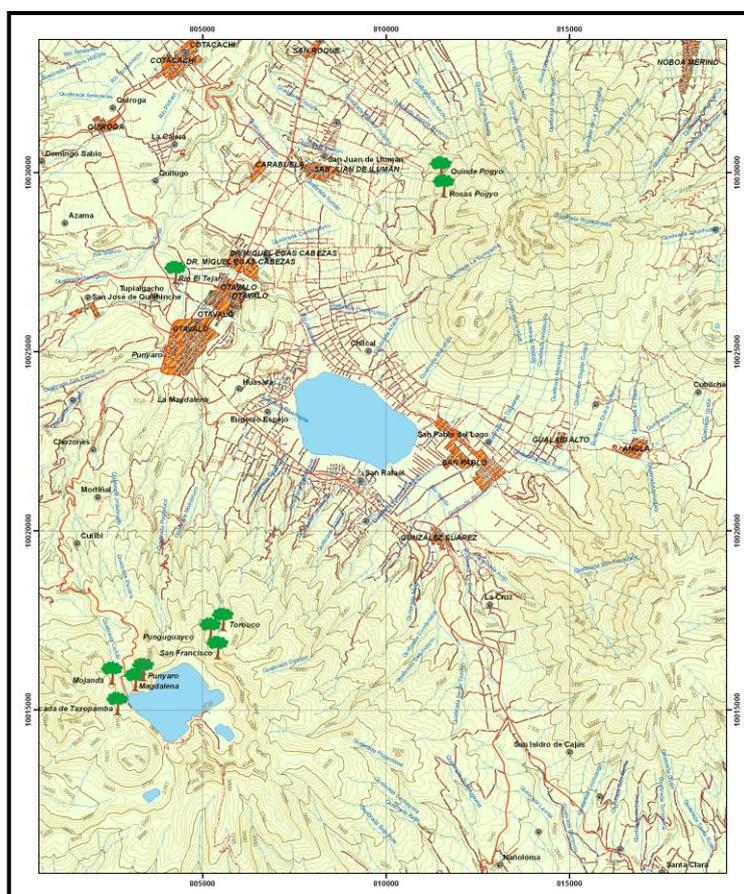


Gráfico 4.24. Localización de los sitios reforestados en las diez fuentes de agua

4.4.1. Especies nativas utilizadas en las diez fuentes de agua

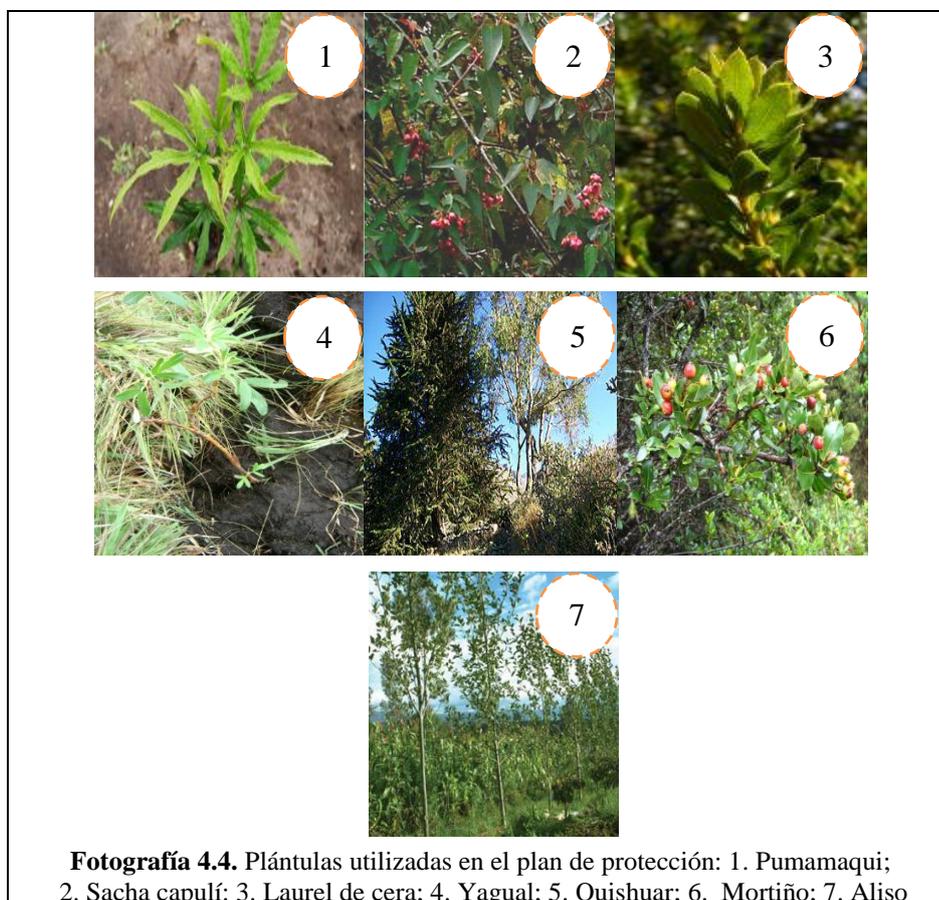
La reforestación con especies nativas es un éxito, porque se adaptan adecuadamente y se desarrollan sin ninguna dificultad en los rangos altitudinales establecidos para cada especie (Cuadro 4.25).

Cuadro 4.25. Especies nativas con su altitud en msnm

NÚMERO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ALTITUD msnm
1	Aliso	<i>Alnus acuminata</i>	2.300-3.300
2	Laurel de cera	<i>Morella pubescens</i>	1.600-3.400
3	Sacha capulí	<i>Vallea stipulares</i>	2.500-3.700
4	Quishuar	<i>Buddleja incana</i>	3000 -4000
5	Pumamaqui	<i>Oreopanax sp.</i>	2.300-3.900
6	Yagual	<i>Polylepis incana</i>	2.600-4.000
7	Mortiño	<i>Vaccinium floribundum</i>	3.500-4.000

Elaboración: Las Autoras

En la fotografía 4.4 se muestran las especies utilizadas en el plan de protección.



Con la ejecución de este proyecto se comprobó por lo menos una característica de las especies nativas que han dado sus autores (Añazco, M.) para el aliso; (Flinta, C.M.) para el yagual; (Spier, H.P. y Biederbick, C.) para el pumamaqui; (Hofstede, R.) para el quishuar; (Loján, L.) para el laurel de cera; (Loján, L.) para el sacha capulí y (Muñoz, V.) para el mortiño. En el cuadro 4.26 se detalla una de las características comprobadas.

Cuadro 4.26. Características de las especies nativas

NÚMERO	NOMBRE CIENTÍFICO	ALGUNA DE SUS CARACTERÍSTICAS
1	<i>Alnus acuminata</i>	Se adapta en todo tipo de suelo.
2	<i>Morella pubescens</i>	Crece en medios pedregosos poco profundos.
3	<i>Vallea stipulares</i>	Se adapta en ambientes semi-húmedos y húmedos.
4	<i>Buddleja incana</i>	Se desarrolla en diferentes clases de suelos.
5	<i>Oreopanax sp.</i>	Crece bien en suelos húmedos.
6	<i>Polylepis incana</i>	Prefiere suelos ricos en materia orgánica.
7	<i>Vaccinium floribundum</i>	Se encuentra en las partes altas.

Elaboración: Las Autoras

4.4.2. Mingas de reforestación

La primera minga de reforestación se realizó en la fuente de agua río El Tejar (fotografía 4.5), participó la Unidad Educativa Jaime Burbano Alomia (Anexo 4, fotografía 8), asistieron 500 personas entre alumnos, padres de familia y maestros, se trasplantaron 3.000 especies nativas de aliso y 2.000 de laurel.



Fotografía 4.5. Minga de reforestación río El Tejar, 2011/07/29

La segunda minga de reforestación se realizó en la fuente de agua de Mojanda (fotografía 4.6), participó la Asociación de Carpinteros de Otavalo (Anexo 4, fotografía 9 a), asistieron 100 personas, se trasplantaron 1.000 especies nativas de yagual y 1.000 de aliso.



Fotografía 4.6. Minga de reforestación en la fuente de agua Mojanda, 2011/08/12

La tercera minga se realizó en la fuente de agua de Mojanda (fotografía 4.7), participaron representantes del Proyecto FERUM (Fondo de Electrificación Rural Urbano Marginal), asistieron 300 personas, se trasplantaron 5.000 especies nativas de aliso.



Fotografía 4.7. Minga de reforestación en la fuente de agua de Punyaro, 2011/09/04

La cuarta minga de reforestación se realizó en tres fuentes de agua (Anexo 4, fotografía 10), participaron los usuarios de la Junta de Agua de la comunidad de Chuchuquí (Fotografía 4.8), asistieron aproximadamente 500 personas en el anexo 2, cuadro 21 se detalla, se trasplantaron en: San Francisco, Torouco y Punguguayco 5.000 especies nativas de Pumamaqui, 5.000 de yagual y en 5.000 de Quishuar.



La quinta minga de reforestación se realizó en la fuente de agua de Punyaro que ingresa subterráneamente al ojo de agua de Punyaro (Fotografía 4.9), participaron representantes de la Cooperativa de Transportes 8 de Septiembre (Anexo 4, fotografía 11 a), asistieron 250 personas, se trasplantaron 5.000 especies nativas de yagual.



La sexta minga de reforestación se realizó en la fuente de agua de Mojanda (Fotografía 4.10), participaron miembros del Banco ProCredit (Anexo 4, fotografía 9 b), y trabajadores de la Jefatura de Gestión Ambiental del GMO (Anexo 4, fotografía 9 c), se trasplantaron 2.000 especies nativas de yagual y 2.000 de aliso.



La séptima minga se realizó en la fuente de agua La Magdalena que ingresa subterráneamente al ojo de agua La Magdalena (Fotografía 4.11), participaron los estudiantes, padres de familia y maestros de la Escuelas Sarance (Anexo 4, fotografía, 12), se trasplantaron 9.000 especies vegetales nativas de yagual y 3.000 de aliso.



La octava minga de reforestación se realizó en la fuente de agua La Magdalena (Fotografía 4.12), participaron niños, niñas y profesores de la Escuela Valle del Amanecer (Anexo 4, fotografía 13) y trabajadores de la Jefatura de Gestión Ambiental del GAD Municipal de Otavalo (Anexo 4, fotografía 9 c), se trasplantaron 1.000 especies vegetales de yagual y 2.000 de aliso.



La novena minga de reforestación se realizó en dos fuentes de agua: (i) Quinde-Pogyo y (ii) Rosas-Pogyo (Fotografía 13 y anexo 4, fotografía 14), en (i) participaron activamente el Grupo Mecanizado Yaguachi y los usuarios de la Junta de Agua de las comunidades: San Luís de Agualongo y Pisanquí y en (ii) los

usuarios de la Junta de Agua de la comunidad Ángel Pamba, se trasplantaron 5.000 especies nativas de sachapapulí, 5.000 de mortiño y 5.000 de Pumamaqui.



La décima minga de reforestación se realizó en la fuente de agua de Mojanda (Fotografía 4.14), participaron los estudiantes de la Brigada de Educación Ambiental (Anexo 4, fotografía 11 b), se trasplantaron 7.000 especies de botánicas de yagual y 2.000 de alisos.



La décima primera minga de reforestación se realizó en la fuente de agua cascada de Taxopamba (Fotografía 4.15), participaron los estudiantes de la Brigada de Educación Ambiental (Anexo 4, fotografía 15 a), se trasplantaron 7.000 especies de aliso.



En la ejecución de las once mingas de reforestación se aplicaron los sistemas de plantación tresbolillos y marco real (Anexo 1, cuadro 22).

De las 82.000 plántulas forestales nativas, 77.000 especies fueron plantadas con el fin de proteger nueve fuentes de agua e incrementar la diversidad genética y las 5.000 se utilizaron para la protección de las riberas del río El Tejar y la incrementación de la diversidad genética (Anexo 1, cuadro 24).

En cada una de las once mingas de reforestación, los participantes demostraron sus habilidades y destrezas; la participación activa de niños, jóvenes, adultos y adulto mayores de las instituciones y comunidades involucradas permitió ampliar la cobertura programada inicialmente y motivó a otras instituciones y comunidades a solicitar se amplié la superficie protegida. La ejecución del proyecto fue un desafío ya que la mayoría de fuentes de agua se encuentran alejadas de las comunidades y en zonas de difícil acceso, la temperatura fue extremadamente baja y con presencia de fuertes vientos. Un rol importante aportó las instituciones y comunidades participantes; su trabajo oportuno y dedicado fue fundamental para superar la meta de reforestación de 40.000 a 82.000 plántulas nativas.

Cuadro 4.27. Resumen de las mingas ejecutadas del Plan de protección de las diez fuentes de agua

MINGAS	FUENTE DE AGUA	INSTITUCIÓN O COMUNIDAD	ESPECIES UTILIZADAS	NÚMERO DE PLANTULAS	NÚMERO DE PARTICIPANTES
1	Río El Tejar	Unidad Educativa Jaime Burbano A.	Aliso	3.000	500
			Laurel	2.000	
2	Mojanda	Asociación de Carpinteros	Yagual	1.000	100
			Aliso	1.000	
3	Punyaró	Proyecto FERUM	Aliso	5.000	300
4	Torouco San Francisco Punguguayco	Junta de agua y comunidad Chuchuqui	Pumamaqui	5.000	500
			Yagual	5.000	
			Quishuar	5.000	
5	Punyaró	Transportes 8 de Septiembre	Yagual	5.000	250
6	Mojanda	Banco ProCredit Trabajadores Jefatura G.A.	Aliso	2.000	20
			Yagual	2.000	30
7	La Magdalena	Escuela Sarance	Yagual	9.000	1.200
			Aliso	3.000	
8	La Magdalena	Escuela Valle del Amanecer Trabajadores Jefatura G.A.	Aliso	2.000	50
			Yagual	1.000	30
9	Quinde-Pogyo	Comunidades: San Luís de Agualongo y Pinsaquí Grupo Mecanizado Yaguachi	Sacha capulí	5.000	250
	Rosas-Pogyo	Comunidad Ángel Pamba	Mortiño	5.000	250
			Pumamaqui	5.000	
10	Mojanda	Brigada Educación Ambiental	Yagual	7.000	900
			Aliso	2.000	
11	Cascada T.		Aliso	7.000	700
TOTAL				82.000	5.080

4.5. SOCIALIZACIÓN Y CONCIENCIACIÓN DEL PLAN DE PROTECCIÓN

Los talleres de socialización y concienciación del plan de protección de las fuentes de agua y temas de educación ambiental fue un aspecto muy importante dentro de este estudio, dichos talleres se realizaron de dos tipos: i) en las instituciones participantes, se utilizaron materiales didácticos, presentaciones en Power Point y vídeos teniendo una duración de 1 hora aproximadamente y ii) en el campo, se realizó una hora antes en el sitio de la reforestación en un tiempo de 20 minutos. La participación de los talleres en la institución y en el campo (Anexo 2, cuadro 23), luego de las capacitaciones se procedió hacer una evaluación oral a los participantes con preguntas que contenía el taller dictado, fue al azar y por voluntad propia.

En los temas que desarrolla el GAD Municipal de Otavalo en educación ambiental se realizaron 36 talleres dirigidos a los estudiantes de la Brigada de Educación Ambiental (BEA). Además se desarrolló una campaña de control de ruido donde se involucrando 350 personas entre ellos: dueños de bares, karaokes, discotecas, locales comerciales, tiendas, basares y otros.

4.5.1. Talleres en las instituciones

Se realizó 15 talleres: 6 a los participantes en la sala múltiple de cada institución participante y 9 a los estudiantes (BEA) en la Casa de la Juventud.

El primer (i) y segundo (ii) taller se realizó en la Escuela Sarance (Anexo 4, fotografía 16 a), en (i) y (ii) asistieron niños, niñas y profesores del segundo al séptimo año de educación básica en el gráfico 4.25 se detalla el número de participantes. Al final de cada taller fue muy motivante la participación de los estudiantes, debido a que realizaron preguntas y comentarios sobre la capacitación, cada una de las inquietudes fueron respondidas de manera clara, sencilla y con un lenguaje adecuado para la comprensión de los niños, en cuanto a

la evaluación verbal gran parte respondieron con seguridad lo aprendido en el taller.

Número de taller	Año de Educación Básica	Número de alumnos
1	Alumnos de Segundo al cuarto año de educación básica.	250
2	Alumnos de quinto al séptimo año de educación básica.	250
1 y 2	Profesores del segundo al séptimo año de educación básica.	16
TOTAL		516




Gráfico 4.25. Talleres de socialización con los alumnos de la escuela Sarance, 2011/10/14
Elaboración: Las Autoras

El tercer (iii), cuarto (iv) y quinto (v) taller se realizó con los padres de familia de la escuela Sarance (Anexo 4, fotografía 16 b), del segundo al séptimo año de educación básica, en los talleres: iii) participaron 200 padres de familia del segundo al cuarto año de educación básica, en (iv) asistieron 120 padres de familia del quinto al sexto año de educación básica y en (v) estuvieron 150 padres de familia del sexto al séptimo año de educación básica (Gráfico 4.26). Una vez culminado cada taller intervinieron varios padres de familia, expresaron la importancia de este tipo de capacitaciones, manifestaron los deseos en participar y realizaron el compromiso de involucrarse activamente en la ejecución del proyecto en beneficio de nuestra madre tierra, en la evaluación oral los padres de familia respondieron con toda certeza y seguridad.

Número de taller	Año de Educación Básica	Número de alumnos
3	Padres de familia de Segundo y tercer año de educación básica.	200
4	Padres de familia de cuarto y quinto año de educación básica.	120
5	Padres de familia de sexto y séptimo año de educación básica.	150
TOTAL		470



Gráfico 4.26. Talleres de socialización con los padres de familia: a) 2011/10/17; b) 2011/10/18 y c) 2011/10/19

Elaboración: Las Autoras

El sexto taller se realizó con los estudiantes y maestros del Instituto Alfredo Pérez Guerrero (Anexo 4, fotografía 17), asistieron 1ero, 2do y 3er año (practicantes rurales), participaron 400 estudiantes y 8 docentes (Gráfico 4.27). Al concluir con la capacitación los alumnos mostraron interés en la temática, puesto que al momento del foro abierto intervinieron con preguntas y comentarios a las expositoras. Posteriormente se realizó la evaluación con toda confianza respondieron a cada pregunta.

Número de taller	Curso	Número de participantes
5	Estudiantes del 1er año	150
	Estudiantes del 2do año	150
	Estudiantes del 3er año	100
	Profesores	8
TOTAL		408



Gráfico 4.27. Talleres de socialización en el Instituto Alfredo Pérez Guerrero, 2011/11/24
Elaboración: Las Autoras

Y los 9 talleres restantes de socialización y concienciación del plan de protección, realizado con los estudiantes de cada pelotón (BEA) en el cuadro 4.28 se detalla la participación de cada uno.

Cuadro 4.28. Talleres de socialización a los estudiantes de los 9 pelotes (BEA)

Número de Pelotón	Número de brigadistas
Pelotón 1	87
Pelotón 2	81
Pelotón 3	75
Pelotón 4	129
Pelotón 5	76
Pelotón 6	125
Pelotón 7	140
Pelotón 8	78
Pelotón 9	99
TOTAL	890

Elaboración: Las Autoras

4.5.2. Talleres en el campo

Se realizaron dos talleres de campo: (i) escuela Valle del Amanecer y (ii) comunidades: San Luís Agualongo y Pinsaquí, en el cuadro 4.29 se detalla el número de participantes.

Cuadro 4.29. Talleres de capacitación en el campo

Número de taller	Institución/escuela o comunidad	Sitio del taller	Número de participantes
1	Escuela Valle del Amanecer	Mirador Mojanda	50
2	Comunidades: San Luís Agualongo y Pinsaquí	Hacienda-comunidad	445
TOTAL			495

Elaboración: Las Autoras

El primer taller se realizó con los niños y niñas de la Escuela Valle del Amanecer y maestros (Anexo 4, fotografía 18 a), al final del taller en su mayoría opinaron emocionados lo significativo que es la protección y conservación del agua para las presentes y futuras generaciones (Fotografía 4.16), en la evaluación verbal contestaron sin dificultad lo comprendido.



En el segundo taller participaron: niños, jóvenes y adultos de las comunidades de San Luís de Agualongo y Pinsaquí (Fotografía 4.17), al final de dicho taller manifestaron la importancia que tiene realizar esta actividad y solicitaron que se amplié la superficie protegida en otras mingas de reforestación en sus comunidades (Anexo 4, fotografía 18 b),



Fotografía 4.17. Taller de campo con las comunidades: San Luís de Agualongo y Pinsaquí, 2011/11/26

4.5.3. Talleres en temas de educación ambiental

En dichos talleres participaron los estudiantes de los 9 pelotes de la (BEA) 2011-2012 (Cuadro 4.30), se realizaron un total de 36 talleres distribuidos de la siguiente manera: (9) ahorro de agua, (9) control de ruido, (9) Áreas protegida y (9) Área protegida “Cerro Blanco” (Anexo 4, fotografía 19), los dos primeros temas se desarrollaron en el Centro Intercultural Comunitario “Colibrí, el tercero en la Casa de la Juventud, los días sábados desde 08:00 hasta las 12:00 y el cuarto se realizó en el Área protegida “Cerro Blanco”.

Cuadro 4.30. Talleres en temas de educación ambiental a los estudiantes (BEA), 2011-2012

Número de pelotón	Tema del taller	Número de brigadistas
Pelotón 1		87
Pelotón 2		81
Pelotón 3		75
Pelotón 4	Ahorro del agua	129
Pelotón 5	Control del ruido	76
Pelotón 6	Áreas protegidas	125
Pelotón 7		140
Pelotón 8		78
Pelotón 9		99
TOTAL		890

Elaboración: Las Autoras

Los estudiantes de cada pelotón participaron activamente en su mayoría pusieron todo su esfuerzo y cariño para hacer una ciudad más amable y una sociedad más

responsable con el medio ambiente, además demostraron en cada capacitación su satisfacción por descubrir nuevos conceptos y aportar en el cuidado, preservación y protección de los ecosistemas.

Para la realización de los 9 talleres se visitó el Área protegida “Cerro Blanco” (Anexo 4, fotografía 20), se desarrollaron en el día sábado 11 de marzo del 2012, desde las 8:00 hasta las 14:00 horas, en el gráfico 4.28 se detalla la participación.

Número de pelotón	Tema del taller	Número de brigadistas
Pelotón 4		129
Pelotón 6	Área protegida	125
Pelotón 7	“Cerro Blanco”	140
TOTAL		394




Gráfico 4.28. Taller de capacitación en el Área Protegida “Cerro Blanco”
Elaboración: Las Autoras

4.6. EVALUACIÓN DE LOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD SOCIALES Y AMBIENTALES

Cada indicador presenta una descripción, valoración e interpretación con los gráficos, en éstos se muestran los sistemas: bueno (3), medio (2) y bajo (1). En (Anexo 3, gráficos de 1 a 10) se detalla los 12 indicadores en cada fuente de agua.

4.6.1. Indicadores sociales

La evaluación de los cinco indicadores se realizó de forma indirecta, se consideró la participación de instituciones educativas, públicas y privadas, y comunidades en las diferentes actividades desarrolladas, excepto el indicador educación

ambiental para éste se empleó encuestas. Los resultados se describen a continuación.

✓ **Participación de género y edad**

En las diez fuentes de agua se evidenció una activa participación de hombres y mujeres de diferentes edades, por ejemplo: niños (escuelas y comunidades), adultos - adultos mayores (padres de familia, comuneros y miembros del Banco, asociaciones y cooperativas) y jóvenes (estudiantes Brigada de Educación Ambiental y comunidades) en el cuadro 4.31 se detalla.

Cuadro 4.31. Indicador social participación de géneros y edad

FUENTE DE AGUA		INSTITUCIÓN O COMUNIDAD	VALORACIÓN CUALITATIVA
1	Mojanda	Brigada de Educación Ambiental, Asociación de Carpinteros, Banco ProCredit y trabajadores Jefatura de Gestión Ambiental (GA)	Alta participación
2	Punyaró	Proyecto FERUM, transportes 8 de Septiembre	
3	La Magdalena	Escuelas: Sarance y Valle del Amanecer, y trabajadores Jefatura (GA)	
4	Cascada de T.	Brigada de Educación Ambiental	
5	San Francisco	Junta de agua y comunidad Chuchuqui	
6	Torouco		
7	Punguguayco		
8	Rosas-Pogyo	Comunidad Ángel Pamba	
9	Quinde-Pogyo	Comunidades: San Luís de Agualongo y Pinsaquí, y Grupo Mecanizado Yaguachi	
10	Río El Tejar	Unidad Educativa Jaime Burbano A.	

Elaboración: Las Autoras

En las diez fuentes de agua se obtuvo el sistema bueno, debido a la participación de ambos géneros y distintas edades en las actividades desarrolladas, logrando el valor numérico máximo de **3 (alta participación)**, en el gráfico 4.29 se muestra los valores obtenidos de este indicador.



Gráfico 4.29. Valores obtenidos del indicador social participación de género y edad

✓ **Nivel de organización**

En ocho fuentes de agua existió una gran organización por parte de los líderes de las instituciones y comunidades, debido a que tuvieron la capacidad de influir a sus participantes en las actividades desarrolladas, mientras que en las dos restantes se observó regular organización (Cuadro 4.32).

Cuadro 4.32. Indicador social nivel de organización

FUENTE DE AGUA		INSTITUCIÓN O COMUNIDAD	VALORACIÓN CUALITATIVA
1	Mojanda	Brigada de Educación Ambiental, Asociación de Carpinteros, Banco ProCredit y trabajadores Jefatura (GA)	Buen nivel de organización
2	Punyaró	Proyecto FERUM y transportes 8 de Septiembre	
3	La Magdalena	Escuelas: Sarance y Valle del Amanecer y trabajadores Jefatura G.A.	
4	Cascada de T.	Brigada de Educación Ambiental	
5	San Francisco	Junta de agua y comunidad Chuchuqui	
6	Torouco		
7	Punguguayco		
8	Río El Tejar	Unidad Educativa Jaime Burbano A.	
9	Rosas-Pogyo	Comunidad Ángel Pamba	Regular nivel de organización
10	Quinde-Pogyo	Comunidad San Luís de Agualongo y Pinsaquí, y Grupo Mecanizado Yaguachi	

En ocho fuentes de agua se obtuvo el sistema bueno, debido a que existió buen nivel de organización, logrando el valor numérico máximo de **3 (nivel de organización bueno)**, mientras que en las dos restantes consiguieron el sistema medio porque existió un nivel de organización medio, obteniendo el valor numérico **2 (nivel de organización regular)**, en el gráfico 4.30 se muestra.



Gráfico 4.30. Valores obtenidos del indicador social nivel de organización
Elaboración: Las Autoras

✓ Autoestima

En siete fuentes de agua se evidenció un alto estado anímico y emocional de los participantes en las mingas de reforestación (Cuadro 4.33).

Cuadro 4.33. Indicador social autoestima de siete fuentes de agua

FUENTE DE AGUA		INSTITUCIÓN O COMUNIDAD	VALORACIÓN CUALITATIVA
1	Mojanda	Brigada de Educación Ambiental, Asociación de Carpinteros, Banco ProCredit y trabajadores Jefatura (GA)	Alta autoestima
2	Punyaró	Proyecto FERUM y transportes 8 de Septiembre	
3	La Magdalena	Escuelas: Sarance, Valle del Amanecer y trabajadores (GA)	
4	San Francisco	Junta de agua y comunidad Chuchuqui	
5	Torouco		
6	Punguguayco		
7	Río El Tejar	Unidad Educativa Jaime Burbano A.	

En el cuadro 4.34 se muestra las tres fuentes de agua restantes que demostraron medianamente estado anímico y emocional.

Cuadro 4.34. Indicador social autoestima de tres fuentes de agua

	FUENTE DE AGUA	INSTITUCIÓN O COMUNIDAD	VALORACIÓN CUALITATIVA
1	Rosas-Pogyo	Comunidad Ángel Pamba	Media autoestima
2	Quinde-Pogyo	Comunidades: San Luís de Agualongo y Pinsaquí, y Grupo Mecanizado Yaguachi	
3	Cascada de T.	Brigada de Educación Ambiental	

Elaboración: Las Autoras

En siete fuentes de agua se obtuvo el sistema bueno, debido a que más del 66% de participantes presentaron estado anímico y emocional alto, logrando el valor numérico máximo de **3 (alta autoestima)**, mientras que en las tres restantes consiguieron el sistema medio por que únicamente mostraron estado anímico y emocional entre el 33% y 66%, obteniendo el valor numérico **2 (media autoestima)**, en el gráfico 4.31 se muestra los valores obtenidos de este indicador.

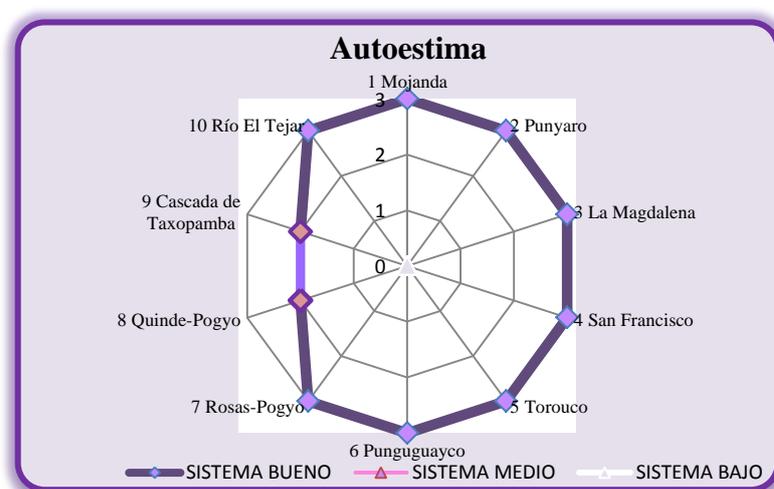


Gráfico 4.31. Valores obtenidos del indicador social autoestima

✓ Educación Ambiental

Según las encuestas realizadas, los participantes de las diez fuentes de agua respectivamente, cuentan con los conocimientos adquiridos en los talleres, en el cuadro 4.35 se detalla la valoración cualitativa.

Cuadro 4.35. Indicador social educación ambiental

	FUENTE DE AGUA	INSTITUCIÓN O COMUNIDAD	VALORACIÓN CUALITATIVA
1	Mojanda	Brigada de Educación Ambiental, Asociación de Carpinteros, Banco ProCredit y trabajadores Jefatura (GA)	Buena educación ambiental
2	Punyaró	Proyecto FERUM y transportes 8 de septiembre	
3	La Magdalena	Escuelas: Sarance, Valle del Amanecer y trabajadores Jefatura (GA)	
4	Cascada T.	Brigada de Educación Ambiental	
5	San Francisco	Junta de agua y comunidad Chuchuqui	
6	Torouco		
7	Punguguayco		
8	Rosas-Pogyo	Comunidad Ángel Pamba	
9	Quinde-Pogyo	Comunidades: San Luís de Agualongo y Pinsaquí y Grupo Mecanizado Yaguachi	
10	Río El Tejar	Unidad Educativa Jaime Burbano A.	

Elaboración: Las Autoras

En las diez fuentes de agua se obtuvo el sistema bueno, debido a que más del 66% de participantes adquirieron conocimientos, consiguiendo el valor numérico máximo de **3 (alto conocimiento)**, en el gráfico 4.32 se muestra los valores obtenidos de este indicador.

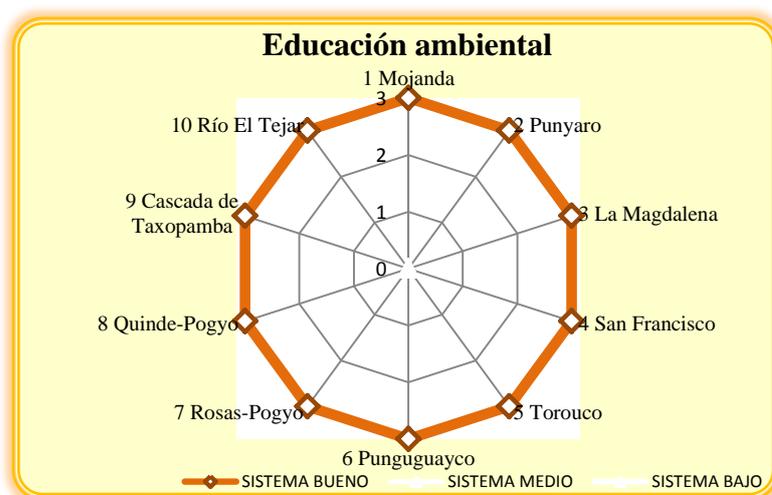


Gráfico 4.32. Valores obtenidos del indicador social educación ambiental

✓ **Comportamientos y prácticas de respeto al ambiente**

Durante las mingas de reforestación los participantes de siete fuentes de agua demostraron responsabilidad y prácticas a la hora de actuar como: llevar los alimentos en recipientes reutilizables y no dejar en las fuentes de agua materiales perjudiciales (Cuadro 4.36).

Cuadro 4.36. Indicador social comportamientos y prácticas de respeto al ambiente en siete fuentes de agua

	FUENTE DE AGUA	INSTITUCIÓN O COMUNIDAD	VALORACIÓN CUALITATIVA
1	La Magdalena	Escuelas: Sarance, Valle del Amanecer y trabajadores Jefatura (GA)	Buen comportamiento y prácticas de respeto al ambiente
2	Cascada de T.	Brigada de Educación Ambiental	
3	San Francisco	Junta de agua y comunidad Chuchuqui	
4	Torouco		
5	Punguguayco		
6	Rosas-Pogyo	Comunidad Ángel Pamba	
7	Río El Tejar	Unidad Educativa Jaime Burbano A.	

Elaboración: Las Autoras

En el cuadro 4.37 se muestra las tres fuentes de agua restantes que demostraron medianamente responsabilidad y prácticas a la hora de actuar.

Cuadro 4.37. Indicador social comportamientos y prácticas de respeto al ambiente en tres fuentes de agua

	FUENTE DE AGUA	INSTITUCIÓN O COMUNIDAD	VALORACIÓN CUALITATIVA
1	Mojanda	Brigada de Educación Ambiental, Asociación de Carpinteros, Banco ProCredit y trabajadores Jefatura (GA)	Regular comportamiento y prácticas de respeto al ambiente
2	Punyaró	Proyecto FERUM y transportes 8 de Septiembre	
3	Quinde-Pogyo	Comunidades: San Luís de Agualongo y Pinsaquí y Grupo Mecanizado Yaguachi	

En siete fuentes de agua se obtuvo el sistema bueno, debido a que más del 66% de participantes tienen responsabilidades y prácticas, logrando el valor numérico máximo de **3 (alto comportamiento y prácticas de respeto al ambiente)**, mientras que en las tres restantes consiguieron el sistema medio por que únicamente mostraron responsabilidades y prácticas entre el 33% y 66%, obteniendo el valor numérico **2 (regular comportamiento y prácticas de respeto al ambiente)**, en el gráfico 4.33 se muestra los valores obtenidos.



Gráfico 4.33. Valores obtenidos del indicador social comportamientos y prácticas de respeto al ambiente

4.6.2. Indicadores ambientales

La evaluación de los siete indicadores se realizó de forma directa en el campo (Anexo 4, fotografía 20), los resultados se muestran a continuación.

✓ **Prendimiento de las plántulas nativas**

En las diez fuentes de agua se evidenció el prendimiento (proceso que la plántula asimiló una nueva forma de supervivencia), en el cuadro 4.38 se muestra la valoración cualitativa.

Cuadro 4.38. Indicador ambiental prendimiento de las plántulas

FUENTE DE AGUA		VALORACIÓN CUALITATIVA
1	Mojanda	Alto prendimiento
2	Punyaró	
3	La Magdalena	
4	Cascada de Taxopamba	
5	San Francisco	
6	Torouco	
7	Punguguayco	
8	Rosas-Pogyo	
9	Quinde-Pogyo	
10	Río El Tejar	

En diez fuentes de agua se obtuvo el sistema bueno, debido a que más del 75% de plántulas sobreviven, consiguiendo el valor numérico máximo de **3 (alto prendimiento)**, en el gráfico 4.34 se muestra los valores obtenidos.



Gráfico 4.34. Valores obtenidos del indicador prendimiento de las plántulas
Elaboración: Las Autoras

✓ **Belleza escénica**

En las diez fuentes de agua se evidenció que las plántulas nativas reforestadas son similares a las especies existentes, en el cuadro 4.39 se detalla la valoración.

Cuadro 4.39. Indicador ambiental belleza escénica

	FUENTE DE AGUA	ESPECIES REFORESTADAS	VALORACIÓN CUALITATIVA
1	Río Tejar	Aliso y laurel	Alta belleza escénica
2	Mojanda	Yagual y aliso	
3	Punyaró	Yagual y aliso	
4	Torouco	Pumamaqui	
5	San Francisco	Yagual	
6	Punguguayco	Quishuar	
7	La Magdalena	Yagual y aliso	
8	Quinde-Pogyo	Sacha capulí	
9	Rosas-Pogyo	Pumamaqui y mortioño	
10	Cascada Taxopamba	Aliso	

Elaboración: Las Autoras

En diez fuentes de agua se obtuvo el sistema bueno, debido a que existió más del 66% de prendimiento con lo que garantiza a futuro una óptima belleza escénica, consiguiendo el valor numérico máximo de **3 (alta belleza escénica)**, en el gráfico 4.35 se muestra los valores obtenidos.



Gráfico 4.35. Valores obtenidos del indicador belleza escénica
Elaboración: Las Autoras

✓ **Protección fuente de agua**

En las diez fuentes de agua se observó la adaptabilidad en los tres espacios: área de drenaje, fuera de él y próximas a las fuentes de agua, en el cuadro 4.40 se detalla la valoración cualitativa.

Cuadro 4.40. Indicador ambiental protección de las fuentes de agua

	FUENTE DE AGUA	VALORACIÓN CUALITATIVA
1	Río Tejar	Si hay protección en las fuentes de agua
2	Mojanda	
3	Punyaró	
4	Torouco	
5	San Francisco	
6	Punguguayco	
7	La Magdalena	
8	Quinde-Pogyo	
9	Rosas-Pogyo	
10	Cascada Taxopamba	

Elaboración: Las Autoras

En diez fuentes de agua se obtuvo el sistema bueno, debido a la adaptabilidad en los tres espacios, consiguiendo el valor numérico máximo de **3 (protección de las fuentes de agua)**, en el gráfico 4.36 se muestra los valores obtenidos.

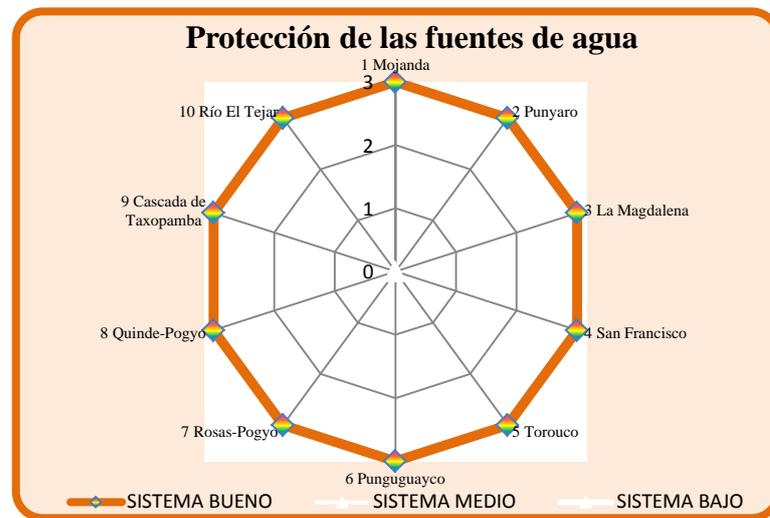


Gráfico 4.36. Valores obtenidos del indicador protección de las fuentes de agua
Elaboración: Las Autoras

✓ Control da la erosión

En nueve fuentes de agua se evidenció que la presencia de plántulas nativas aportó a la disminución de procesos erosivos, debido a que se observó mínimo

movimiento de partículas del suelo, mientras que en la restante el movimiento de partículas fue medio, en el cuadro 4.41 se detalla la valoración cualitativa.

Cuadro 4.41. Indicador ambiental control de la erosión de las diez fuentes de agua

FUENTE DE AGUA		VALORACIÓN CUALITATIVA
1	Mojanda	Mínima evidencia de movimiento partículas de suelo
2	Punyaró	
3	Torouco	
4	San Francisco	
5	Punguguayco	
6	La Magdalena	
7	Quinde-Pogyo	
8	Rosas-Pogyo	
9	Cascada Taxopamba	
10	Río Tejar	Media evidencia de movimiento partículas de suelo

Elaboración: Las Autoras

En nueve fuentes de agua se obtuvo el sistema bueno, debido a la mínima evidencia de partículas del suelo, consiguiendo el valor numérico máximo de **3 (alto aporte al control de procesos erosivos)**, mientras que en el río El Tejar obtuvo medianamente evidencia de partículas del suelo logrando el valor numérico de **2 (medio aporte al control de procesos erosivos)**, en el gráfico 4.37 se muestra los valores obtenidos.



✓ **Gráfico 4.37.** Valores obtenidos del indicador control de la erosión **Aporte a la disminución del efecto invernadero**

En las diez fuentes de agua se observó el prendimiento y desarrollo foliar de las especies plantadas, debido a que se consideró la altitud (msnm) de las mismas en el cuadro 4.42 se detalla la valoración cualitativa.

Cuadro 4.42. Indicador ambiental aporte a la disminución local del efecto invernadero

	FUENTE DE AGUA	VALORACIÓN CUALITATIVA
1	Río Tejar	Alto aporte al efecto invernadero
2	Mojanda	
3	Punyaró	
4	Torouco	
5	San Francisco	
6	Punguayco	
7	La Magdalena	
8	Quinde-Pogyo	
9	Rosas-Pogyo	
10	Cascada Taxopamba	

Elaboración: Las Autoras

En diez fuentes de agua se obtuvo el sistema bueno, debido a que existió más del 66% de prendimiento y desarrollo foliar de las plántulas nativas, consiguiendo el valor numérico máximo de **3 (alto aporte a disminución local del efecto invernadero)**, en el gráfico 4.38 se muestra los valores obtenidos.



Gráfico 4.38. Valores obtenidos del indicador aporte a la disminución local del efecto invernadero

✓ **Conservación de la diversidad genética**

En las diez fuentes de agua se evidencio la sobrevivencia de las plántulas nativas con ello garantiza el incremento de la diversidad genética (regeneración natural de flora y fauna), debido a la introducción de material genético nativo en el cuadro 4.43 se detalla la valoración cualitativa.

Cuadro 4.43. Indicador ambiental conservación de la diversidad genética

NÚMERO	FUENTE DE AGUA	VALORACIÓN CUALITATIVA
1	Río Tejar	Alta conservación de la diversidad genética
2	Mojanda	
3	Punyaro	
4	Torouco	
5	San Francisco	
6	Punguguayco	
7	La Magdalena	
8	Quinde-Pogyo	
9	Rosas-Pogyo	
10	Cascada Taxopamba	

En diez fuentes de agua se obtuvo el sistema bueno (Gráfico 4.39), debido a que existió más del 75% de sobrevivencia de las plántulas nativas (creación de nuevas fuentes de alimento y refugio), consiguiendo el valor numérico máximo de **3 (alta conservación de la diversidad genética)**.



Gráfico 4.39. Valores obtenidos del indicador conservación de la diversidad genética

- ✓ **Reducción de escorrentía superficial de las aguas lluvias**

En las diez fuentes de agua se evidencio la presencia de especies trasplantas, lo que garantiza la disminución de la velocidad de escorrentía superficial de las aguas lluvias, en el gráfico 4.44 se detalla la valoración cualitativa.

Cuadro 4.44. Indicador ambiental reducción de la escorrentía superficial de las aguas lluvias

	FUENTE DE AGUA	VALORACIÓN CUALITATIVA
1	Río Tejar	Alta reducción escorrentía superficial de las aguas lluvias
2	Mojanda	
3	Punyaró	
4	Torouco	
5	San Francisco	
6	Punguguayco	
7	La Magdalena	
8	Quinde-Pogyo	
9	Rosas-Pogyo	
10	Cascada Taxopamba	

Elaboración: Las Autoras

En diez fuentes de agua se obtuvo el sistema bueno, debido a la presencia de especies trasplantas mayor al 75%, consiguiendo el valor numérico máximo de **3** (alta reducción de la escorrentía superficial de las aguas lluvias), en el gráfico 4.40 se muestra los valores obtenidos.



Gráfico 4.40. Valores obtenidos del indicador reducción de la escorrentía superficial de las... El indicador social presentó sustentabilidad alta con el 84%, debido a que casi todos los indicadores presentan sistema bueno en la mayoría de las diez fuentes de

agua y el 16% sustentabilidad media por la razón que pocos indicadores obtuvieron sistema medio, en cuanto al indicador ambiental se obtuvo 97.1% de sustentabilidad alta debido a que todos los indicadores obtuvieron sistema bueno en la mayoría de las diez fuentes de agua el 2.9% sustentabilidad media.

4.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO (Análisis multivariado)

Los resultados del análisis multivariado de las diez fuentes de agua se presentan en cuatro grupos: **E1** (Mojanda, Punyaro, La Magdalena y la cascada de Taxopamba), grupo **E2** (San Francisco, Torouco y Punguguayco), grupo **E3** (Rosas-Pogyo y Quinde-Pogyo) y grupo **E4** (río El Tejar), en el gráfico 4.41 se muestra la similitud de éstos.

Descripción de cada grupo:

Grupo **E1** presenta una altitud de 3.713 msnm con una litología y una geoforma de laderas medianamente intermedia, su relieve es montañoso (55%), la forma de pendiente es irregular, presenta una fuente de agua de escorrentía rápida y acuífero, el drenaje es pobre, el tipo de erosión deslizamiento con un grado bajo, la inundación es de escorrentía y lago respectivamente, la textura del suelo es arcillosa no evidenciando pedregosidad, con presencia de páramo herbáceo a una altura estimada de 1m, la zona de intersección de páramo arbustivo y herbáceo, presentando un porcentaje de cobertura del 95% y las especies dominantes: paja de páramo, romerillo, iligán y corex (Fotografía 4.18).



Fotografía 4.18. Similaridad grupo E1 a) Punyaro; b) Mojanda

Grupo **E2** presenta una altitud de 3.549 msnm con una litología y una geoforma de laderas muy escarpadas, su relieve muy disectado entre el rango (20% -55%), la forma de pendiente es irregular, presenta una fuente de agua de escorrentía muy

rápida y acuífero, con un drenaje bueno, la erosión de tipo deslizamiento con grado moderado, la inundación es de escorrentía, la textura del suelo arcillosa, evidenciando mediana pedregosidad, con presencia de páramo herbáceo a una altura estimada de 30 cm y páramo arbustivo a 3 m, presentando un porcentaje de cobertura del 90% y las especies dominantes: paja de páramo y yagual (Fotografía 4.19).



Fotografía 4.19. Similaridad grupo E2: a) San Francisco; b) Punguguayco

Grupo **E3** presenta una altitud de 3.334 msnm con una litología y una geoforma de laderas muy escarpadas, su relieve montañoso (55%) con una forma de pendiente irregular, presenta una fuente de agua de escorrentía muy rápida y acuífero, con un drenaje bueno, el tipo de erosión deslizamiento con grado muy bajo, la inundación es de escorrentía, la textura del suelo arcillosa sin pedregosidad, con presencia de páramo herbáceo a una altura estimada de 1 m y páramo arbustivo a 3 m, presentando un porcentaje de cobertura del 100% paja de páramo como especie dominante (Fotografía 4.20).



Fotografía 4.20. Similaridad grupo E3: a) Quinde-Pogyo; b) Rosas-Pogyo

Grupo **E4** presenta una altitud de 2.514 msnm con una litología y una geoforma de valle, su relieve quebrado entre (7%-13%), la forma de pendiente es convexa, presenta una fuente de agua de escorrentía rápida, con un drenaje bueno, el tipo de erosión en cárcavas con grado moderado, la inundación es de río, la textura del

suelo arenoso, con mucha presencia de pedregosidad, presenta vegetación de ribera a una altura estimada de 10 m para las especies arbóreas, 5 m para las arbustivas y 1 m para las herbáceas, con un porcentaje de cobertura del 70% y las especies dominantes cultivos, higuera y pastos (Fotografía 4.21).



Fotografía 4.21. Similaridad grupo E4 río El Tejar

La estructura de ordenación de los 14 caracteres evaluados en el dendograma (Gráfico 4.41) para las diez fuentes de agua, indica que tres grupos presentaron mayor similaridad: **E1** (Mojanda, Punyaro, La Magdalena y la cascada de Taxopamba), **E2** (San Francisco, Torouco y Punguguayco) y **E3** (Rosas-Pogyo y Quinde-Pogyo) con un rango de similaridad del 78% entre estas agrupaciones, debido a que presenta características homogéneas con los caracteres analizados, finalmente el grupo **E4** (río El Tejar) presentó una similaridad del 18%, debido a que está ubicado cerca de la ciudad de Otavalo (presencia de agentes contaminantes provenientes de industrias y descargas de agua directamente al río).

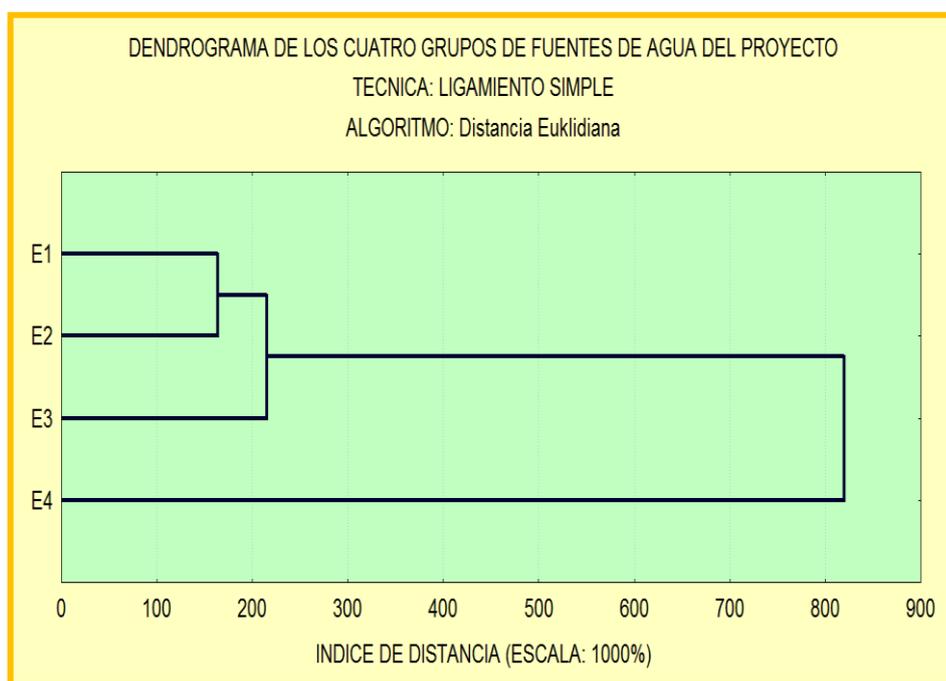


Gráfico 4.41. Dendrograma obtenido mediante índices de distancia: grupo **E1** (Mojanda, Punyaro, La Magdalena y la cascada de Taxopamba), **E2** (San Francisco, Torouco y Punguguayco), **E3** (Rosas-Pogyo y Quinde-Pogyo) y **E4** (río El Tejar).

4.8.PREGUNTAS DIRECTRICES

¿El plan de protección de varias fuentes de agua utilizando especies nativas aportará a la conservación y mantenimiento del recurso hídrico?

Si aporta (Gráfico 4.42), gracias al 95% de adaptabilidad de las especies nativas; su aporte será: a corto plazo: porque conservará y mantendrá la calidad y cantidad de agua existente, debido a la presencia de cobertura arbórea (reducirá la velocidad de escorrentía superficial de las aguas lluvias y la entrada de sedimento a las aguas superficiales); a mediano y largo plazo: porque mejorará y aumentará la calidad y cantidad de agua con ello garantizará el abastecimiento de agua principalmente para consumo humano y riego para las presentes y futuras generaciones de nueve fuentes de agua y en la restante únicamente protegerá las riberas del río, por la razón que no está dentro de los lineamientos permisibles para otros criterios únicamente para uso pecuario.

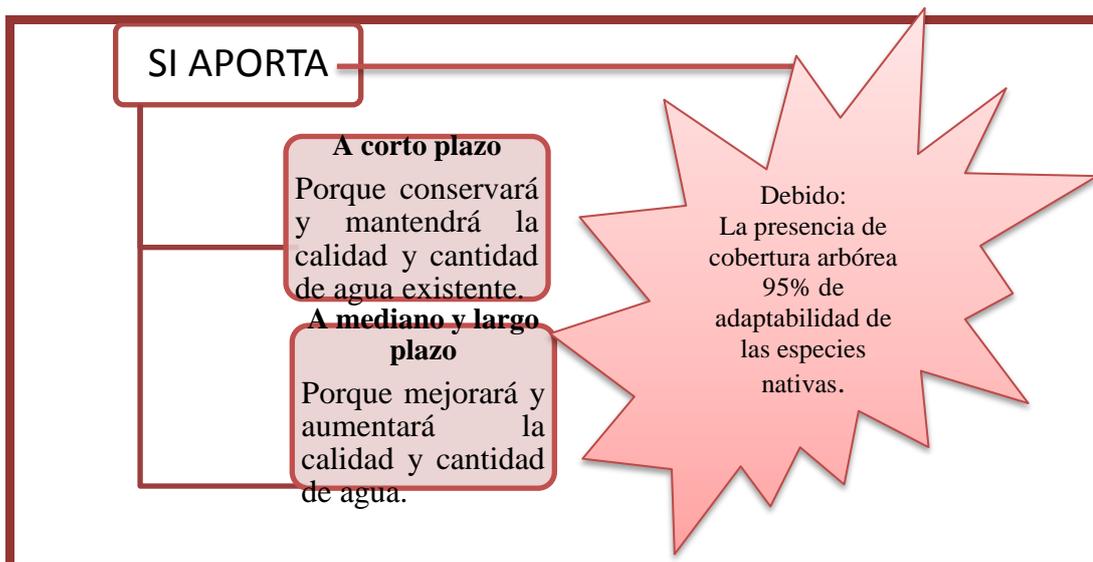


Gráfico 4.42. Pregunta directriz: aporte a la conservación y mantenimiento del recurso hídrico

¿Durante la propuesta del plan de protección de varias fuentes de agua utilizando especies nativas existirá la participación decidida de las comunidades?

Si existió, no solo de las comunidades sino de todas las instituciones educativas, públicas y privadas involucradas en este plan de protección, la participación fue activa de: niños, jóvenes, adultos, adultos mayores y personas con capacidades especiales (Gráfico 4.43), gracias a su aporte se logró cumplir con los objetivos propuestos y superar la meta propuesta.

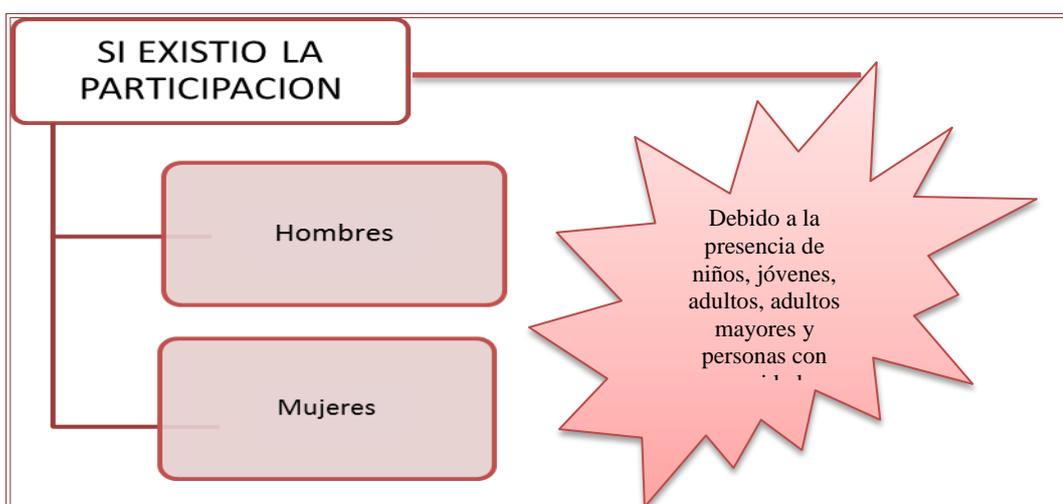


Gráfico 4.43. Pregunta directriz: participación decidida de las comunidades

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

1. En el diagnóstico de las áreas seleccionadas, a través del Sistema de Información Geográfica y salidas de campo, muestran que las fuentes de agua en estudio, poseen características óptimas de componentes bióticos por la diversidad y abióticos por su conservación-protección, excepto la fuente de agua del río El Tejar.
2. El análisis de la calidad del agua realizado con diez parámetros básicos refleja que nueve fuentes de agua (Mojanda, Punyaro, La Magdalena, Cascada de Taxopamba, San Francisco, Torouco, Punguguayco, Rosas-Pogyo y Quinde-Pogyo), se encuentran dentro de los límites permisibles para el criterio consumo humano, por lo tanto para los demás criterios como agricultura-riego, pecuario y prevención para la protección de flora y fauna se pueden usar y aprovechar sustentablemente. En el caso del río El Tejar únicamente está dentro de los límites permisibles para un criterio.
3. El parámetro físico-químico oxígeno disuelto en algunas fuentes de agua no se encuentra dentro del límite permisible, debido a la presencia de pantanos lo que no permite que exista la suficiente velocidad del agua.
4. Según la evaluación de la cantidad del recurso hídrico, mediante el método volumétrico, estudios existentes con caudalímetro (2010) y datos obtenidos por la Junta de Agua (2011), nueve fuentes de agua presentan valores de caudales suficientes para abastecer y sustentar a la población actual de éstas, excepto la del río El Tejar que tiene otra finalidad.
5. Gracias a la decidida participación activa de 5.080 personas de las comunidades e instituciones educativas, públicas y privadas, se logró realizar

11 mingas de reforestación; su trabajo oportuno y dedicado fue fundamental para superar la meta propuesta de trasplantar 40.000 a 82.000 plántulas forestales nativas, dando un área protegida de alrededor de 91 hectáreas.

6. El prendimiento de las siete especies nativas utilizadas en la reforestación fue aproximadamente el 95% debido a que se consideró la altitud de cada una de ellas.
7. Se ejecutó 53 talleres con la participación de 2.779 personas, de los cuales fueron distribuidos: 17 talleres de socialización y concientización del plan de protección (15 en las instituciones y 2 en el campo) dirigidos a las instituciones y comunidades participantes y 36 talleres de capacitación en temas de educación ambiental que lleva el GAD Municipal de Otavalo a los estudiantes de la Brigada de Educación Ambiental 2011-2012: (9) en ahorro de agua, (9) en control de ruido, (9) en Áreas protegida y (9) en el Área protegida “Cerro Blanco”.
8. La evaluación de indicadores sociales y ambientales permitió medir y analizar el progreso del proyecto: a corto plazo los logros obtenidos, los errores cometidos y los retos pendientes durante el proceso de ejecución, la mayoría de éstos obtuvieron sustentabilidad alta con el 90.55% y sustentabilidad media con el 9.45%, con ello garantiza que el proyecto fue sustentable.
9. El análisis multivariado permitió conocer la similaridad existente entre los grupos: **E1** (Mojanda, Punyaro, La Magdalena y la Cascada de Taxopamba), **E2** (San Francisco, Torouco y Punguguayco), **E3** (Rosas-Pogyo y Quinde-Pogyo), éstos presentan 78% de similaridad debido a que poseen la mayoría de características semejantes y el grupo **E4** (río El Tejar) el 18% por la razón de tener mínimos caracteres iguales.

5.2 RECOMENDACIONES

1. Generar información a más detalle, manejando y utilizando la herramienta SIG para el componente abiótico (mapas temáticos) y salidas de campo para el biótico (flora-fauna), para conocer con certeza las características presentes en cada fuente de agua.
2. Complementar el análisis de la calidad de todos los parámetros físico-químicos y microbiológicos establecidos por el (TULAS) para el criterio consumo humano, para conocer con exactitud los parámetros que se encuentran dentro y fuera de los límites permisibles y tomar medidas preventivas y correctivas.
3. Realizar un sistema de drenaje en las fuentes de agua que se encuentren en medios pantanosos para que exista la suficiente cantidad de oxígeno disuelto para los diferentes criterios.
4. Monitorear el caudal del agua en época de estiaje y época lluviosa, poniendo práctica las acciones y actividades establecidas en la propuesta para la cantidad del recurso hídrico.
5. Motivar e involucrar principalmente a los actores directos representantes de cabildos, presidentes o autoridades y a los participantes, para que ellos sientan y se apoderen de los proyectos en ejecución, para lograr y superar las metas propuestas, pese a dificultades internas o externas.
6. Considerar los rangos altitudinales de cada especie para la reforestación: yagual, aliso, laurel de cera y mortiño son excelentes en la protección de

fuentes de agua, el mortiño es una especie nativa frutal ofrece alimento para la fauna y para el ser humano.

7. Realizar talleres de socialización y concienciación en proyectos de ejecución, con el fin de que conozcan las ventajas y desventajas como también apliquen lo aprendido; en las comunidades el técnico debe conocer y entender conceptos básicos de kichwa, debido a que los mayores no entienden bien el castellano o no les gusta expresarse mediante este idioma.
8. Utilizar indicadores de sustentabilidad que se adapten a la realidad que sean claros, concretos y específicos, medibles fácilmente y a bajo costo; para conocer los retos pendientes se sugiere llegar a acuerdos con gobiernos seccionales y comunidades beneficiadas para que estos sean los responsables de llevar a cabo los seguimientos de los trabajos realizados.
9. Utilizar el paquete estadístico STATISTICA V.5., para conocer la situación actual de la similaridad entre las agrupaciones E1, E2 y E3 y con ello saber si en el transcurso del tiempo siguen constantes o han cambiado y para el grupo E4 saber si posee mejores características o se mantiene.

BIBLIOGRAFÍA

1. **ACOSTA SOLÍS, M.** 1971. Los bosques del Ecuador y en su reserva energética.
2. **AÑAZCO, M.** 1996. El aliso. *Alnus acuminata*. Proyecto de Desarrollo Forestal Campesino en los Andes del Ecuador. Quito-Ecuador.
3. **BRANDBYGE, J.** 1992. Reforestación de los Andes Ecuatorianos con Especies Nativas. Primera edición, Quito-Ecuador, CESA.
4. **CAÑADAS, L.** 1983 El Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador MAG-PRONAREG. Quito
5. **CARRERE, R.** 1997. Deforestación y Monocultivos en el Ecuador. Quito, EC.
6. **CARLSON, P.J.** 1985. El aliso (*Allnus jorullensis*) para sistemas agroforestales en la sierra del Perú. Tarma, Perú, Jornadas agrícolas en la sierra peruana.
7. **CAVELIER, J.** 1991. El ciclo del agua en los bosques montanos. Cap 4. Pp. 69-83 En: **Uribe, C.** (Ed.). Bosques de Niebla de Colombia. Banco de Occidente. Bogotá.
8. **CESA,** 1992. Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas.
9. **CHAPMAN, G.W. y T.G. ALLAN.** 1978. Técnicas de establecimiento de plantaciones forestales, Roma, colección FAO: Montes.
10. **CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR,** 2008.
11. **CÓDIGO ORGÁNICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL, AUTONOMÍA Y DESCENTRALIZACIÓN,** 2010.
12. **FASSBENDER, H.** 1978. Agroforestería; Establecimiento de plantaciones. CAMAREN, Quito –Ecuador.

13. **FLINTA, C.M.** 1980. Prácticas de plantaciones forestales en América Latina. Roma FAO: Cuaderno de fomento forestal N 15.
14. **GALLOWAY, G.** 1986. Guía sobre la Repoblación Forestal en la Sierra Ecuatoriana. Primera Edición, Ecuador, Mayo.
15. **GARRIDO, F. y VITA, A.** 1977. El efecto de la preparación d suelo sobre la mortalidad y el crecimiento del eucalipto común. Chile, Facultad de ciencias forestales, Universidad de Chile.
16. **GUERRERO, O.** 1995. Análisis de la situación del desarrollo forestal sostenido en el grupo andino. Memoria del seminario del Desarrollo Sustentable de la Industria. Forestal en el Grupo de los Países Andinos. Quito. INEFAN/ITTO.
17. **HOFSTEDE, R.** 2003. Los Páramos del Mundo, Ecociencia, Quito-Ecuador.
18. **HOFSTEDE, R. LIPS, J. JONGSMA, W.** 1998. Geografía, Ecología y Forestación de la sierra alta del Ecuador. Quito. Abya – Yala. 242p
19. **HOLM-NIELSEN et., al.** 1987. Reforestación de los Andes Ecuatorianos con Especies Nativas. Quito, 118.
20. **JARAMILLO, A.** 2011. Manual de manejo de flora. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador.
21. **KENNY–JORDÁN, CB.** 1985. Desarrollo rural: Un mundo nuevo para los ingenieros forestales, un reto para los Ingenieros forestales, Lima Proyecto FAO/Holanda/INDOR. Documento de trabajo.
22. **LAUER, W.** 1979 "La posición de los páramos en la estructura del paisaje de los Andes tropicales". En: El medio ambiente páramo, M. L.

- Salgado-Laboriau, editor, págs. 29-45. Mérida, Venezuela, Centro de Estudios Avanzados y UNESCO.
23. **LOJAN, L.** 1977. Curso de Dasometría. Dep. De Publicaciones, Facultad de Ciencias Agronómicas, Escuela de Ingeniería Forestal, Loja-Ecuador.
24. **MUÑOZ, V.** 2004. Determinación de métodos para producción de mortiño, con fines de propagación y producción comercial. Quito-Ecuador. consultado en: www.03/02/2012
25. **NORMA TÉCNICA** 2004. Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS), disponible en:

[www.miliarium.com/Paginas/Leyes/Internacional/Ecuador/General/Texto Unificado/LibroNI,AnexoI.doc](http://www.miliarium.com/Paginas/Leyes/Internacional/Ecuador/General/Texto%20Unificado/LibroNI,AnexoI.doc).
26. **OYHANTÇABAL, G.** 2010. Evaluación de la sustentabilidad de la producción familiar de cerdos a campo: un estudio de seis casos en la zona sur del Uruguay.
27. **PABÓN, G.** 1994. La Taxonomía y Sistemática Clásica, Nuevos Enfoques y Alternativas de Clasificación en el Género *Eleocharis* R. Brown (Cyperaceae). IES-ACC. Herbario HAC. Facultad de Biología. Universidad de la Habana. Tesis de Grado. La Habana, Cuba.
28. **PALACIOS, W. A.** 2002. Guía para Estudios de Flora y Vegetación. Fundación Jatun Sacha/Programa SUR.
29. **PRETELL, J.** 1982. Tipos y preparación de hoyos y formación de capataces forestales. Cajamarca, CICAFOR.
30. **PROYECTO GRAN SUMACO, RED AGROFORESTAL ECUATORIANA E INEFAN.** 1997. Manual de agroforestería para el desarrollo sustentable. Segunda edición. Quito – Ecuador.

31. **RIDEOUT, R.** 1978. Planting landscape trees. St. Minnesota, agricultural extension service, University of Minnesota.
32. **SÁNCHEZ, J. CAMPOVERDE, O.** 2005. Recuperar la cobertura vegetal con especies nativas en las microcuencas y vertientes es generar cantidad y calidad de agua para las presentes y futuras generaciones, Loja-Ecuador.
33. **SÁNCHEZ J; CAMPOVERDE O.** 2005. Lecciones del Reforestador
34. **SÁNCHEZ GOMES, J. y GILLIS M.** 1982. Los árboles, el bosque y los campesinos. Cajamarca, CICAFOR.
35. **SARMIENTO, F.** 1986. Diccionario Ecológico Energético Ecuatoriano, Ediciones culturales, UNP, Quito-Ecuador.
36. **SPIER, H.P. y BIEDERBICK, C.** 1980. Árboles y leñosas para reforestar las tierras altas de la región interandina del Ecuador, Ambato, cuaderno de capacitación popular.
37. **SUAREZ, S., CONEJO, R. Y COLABORADORES.** 2009. Inventario de Flora y Fauna del Taita Imbabura. Municipios de Otavalo y Antonio Ante.
38. **TOBÓN, C.** 2009. Los bosques andinos y sus ciclo hidrológico, Quito – Ecuador.
39. **VAN DAM, C.E. y A. HERRERA.** 1985. Proyecto comunal de reforestación; Lineamientos metodológicos para su formulación. Lima, Proyecto FAO/Holanda/INFOR.
40. **YAGUACHE, R. y CARRIÓN, R.** 2000. Agroforestería; Establecimiento de plantaciones. CAMAREN, Quito –Ecuador

LINCOGRAFIAS

1. <http://revistadelsur.org.uy/revista.067/Ecologia.html>
2. <http://es.scribd.com/doc/57418622/PROGRAMA-REFORESTACION-PANOTLA>
3. <http://www.jica.go.jp/project/spanish/panama/2515031E0/data/pdf/1-11.pdf>
4. <http://www.darwinnet.org/docs/Lecciones%20del%20reforestador.pdf>
5. <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2589/1/T-ESPE-IASA%20I-004283.pdf>
6. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/113/4/03%20FOR%20159%20TESIS.pdf>
7. <http://www.bosquesandinos.info/ECOBONA/Bosques,%20final-web.pdf>
8. http://www.clirsen.gob.ec/clirsen/index.php?option=com_content&task=view&id=31&Itemid=91.FAO, 2011.
9. <http://www.suite101.net/profile.cfm/juanjsanchezorti>:Hora: 11.16
14/01/2011).
10. <http://www.kiwanis.org.ec/paginas/kpuma-maqui.htm>:16:31 01/02/2011
11. <http://www.fao.org/sd/spdirect/EPre0030.htm>.
12. [125](http://www.esi.unav.es/asignaturas/ecologia/Hipertexto/10CAtm1/350CaC.htm</div><div data-bbox=)

PROGRAMA

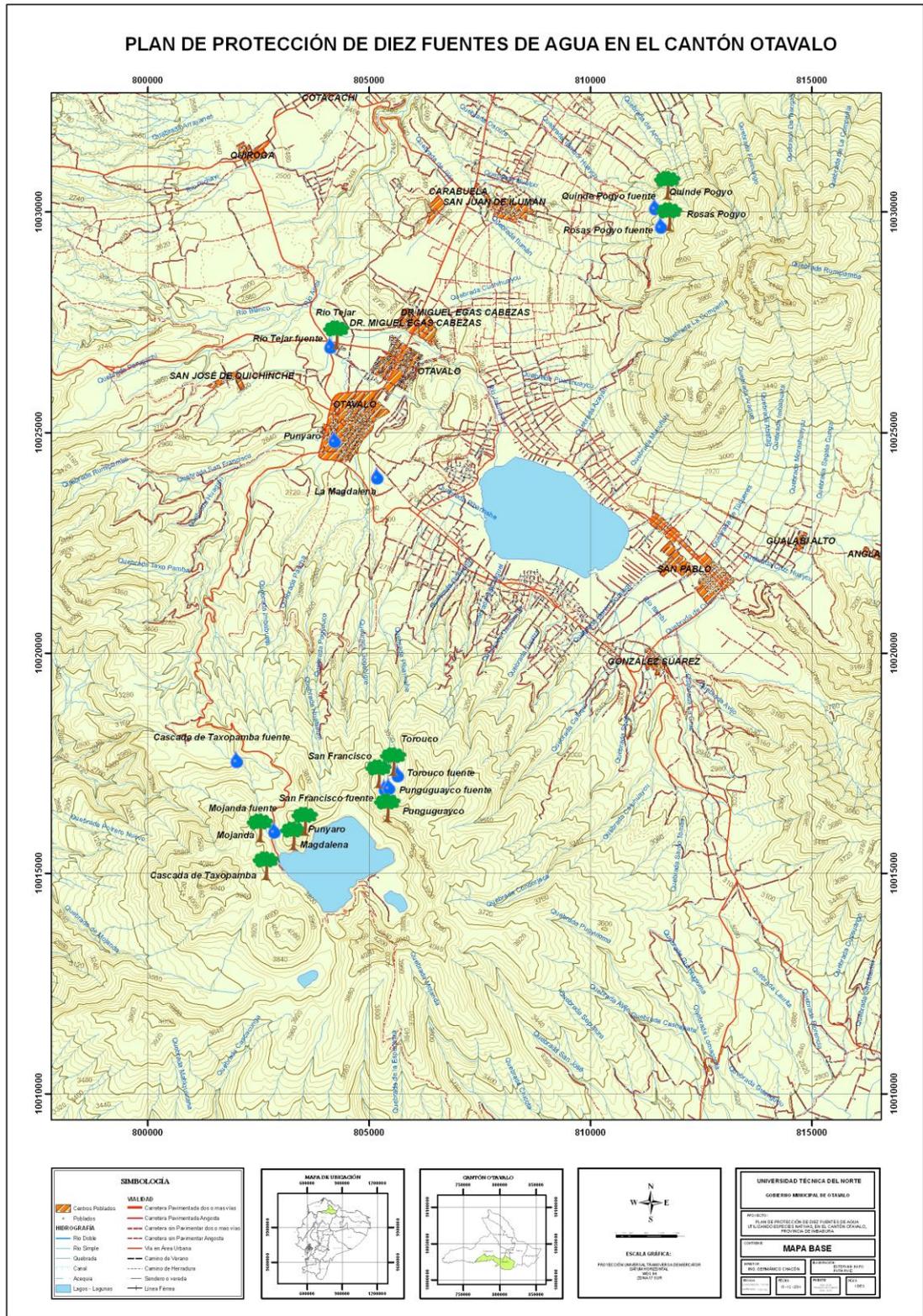
1. Forestry Compendium Global Module © Copyright 1998-2000. CAB
INTERNATINAL.

ANEXOS

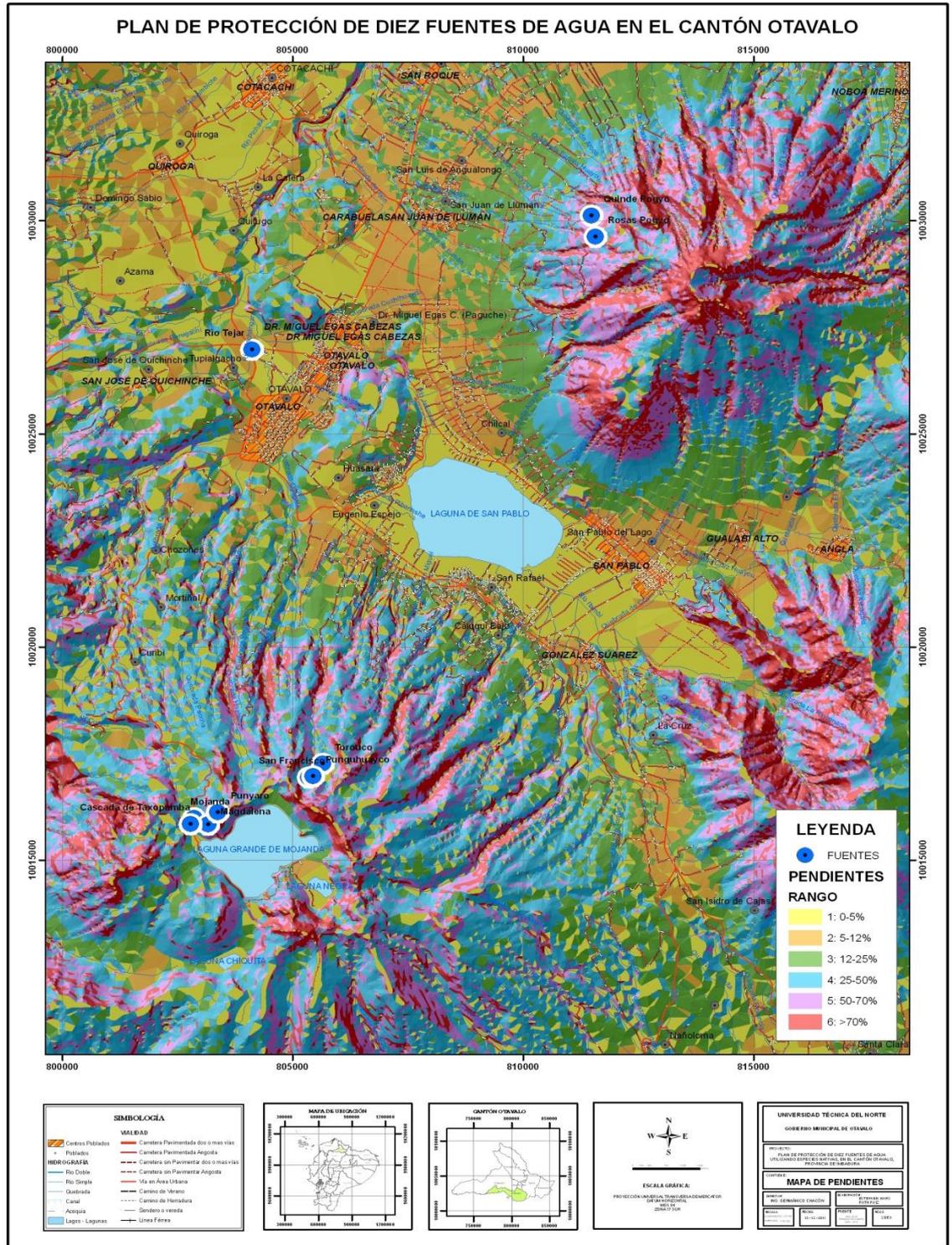
ANEXO 1

MAPAS

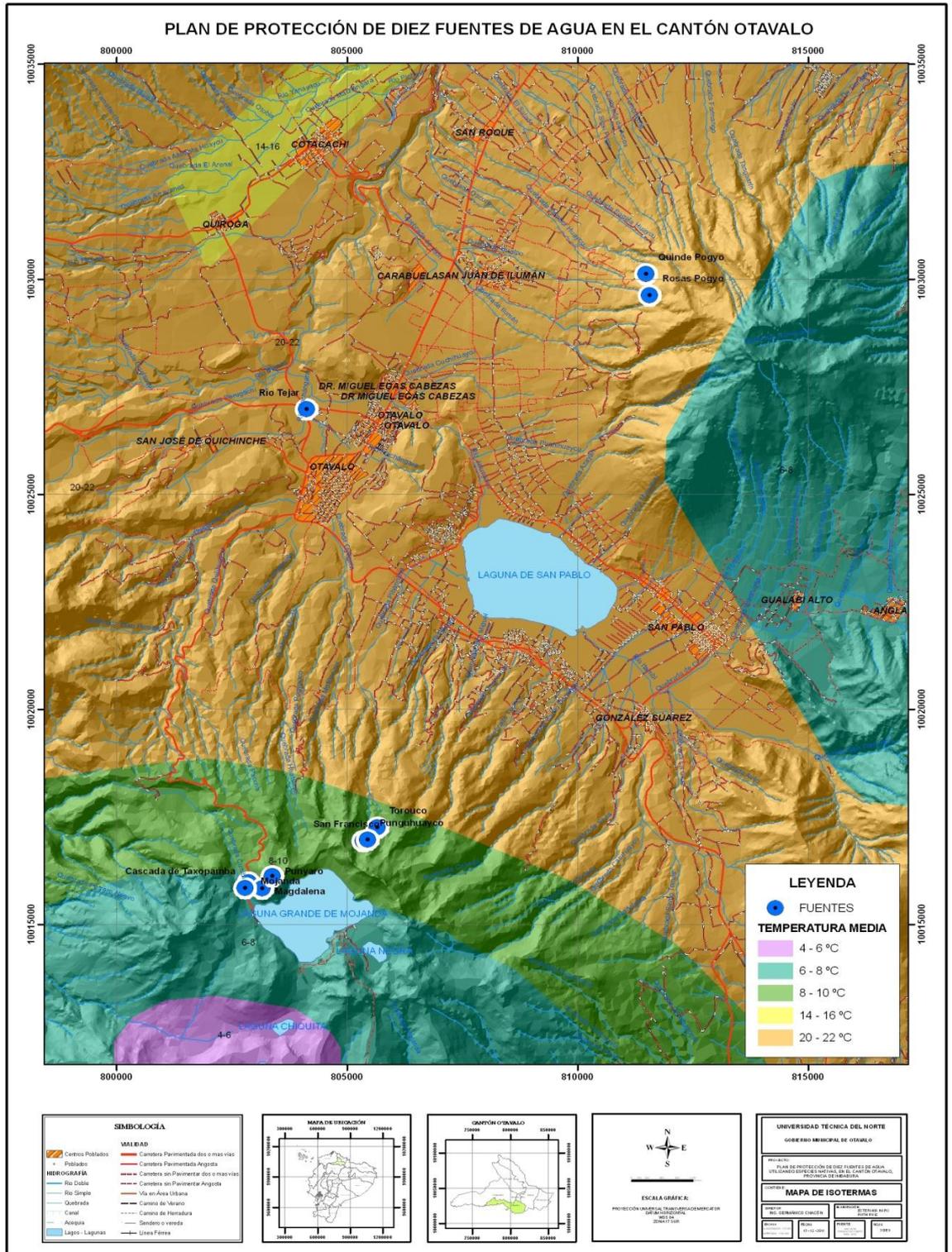
MAPA 1: BASE



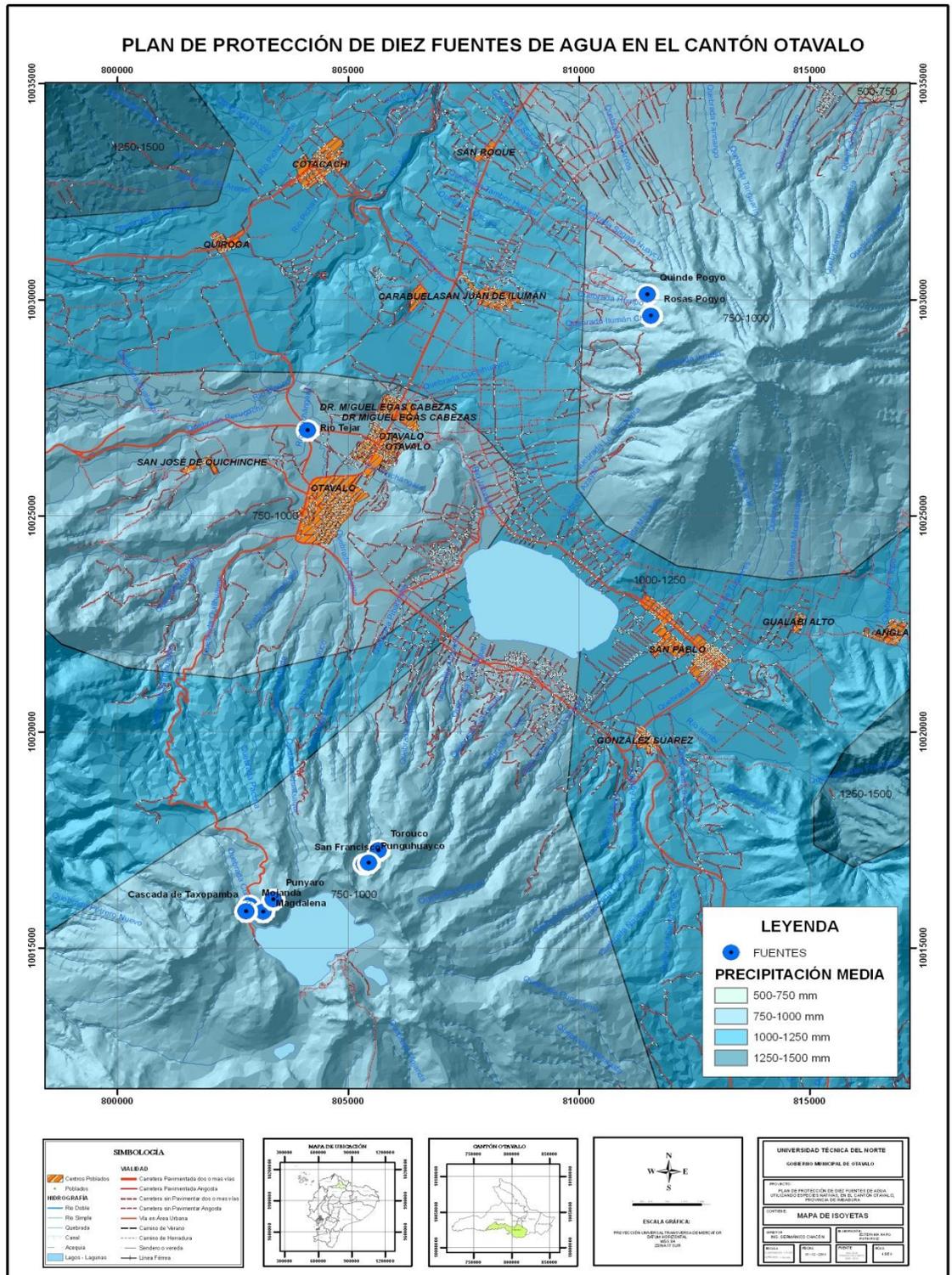
MAPA 2: PENDIENTES



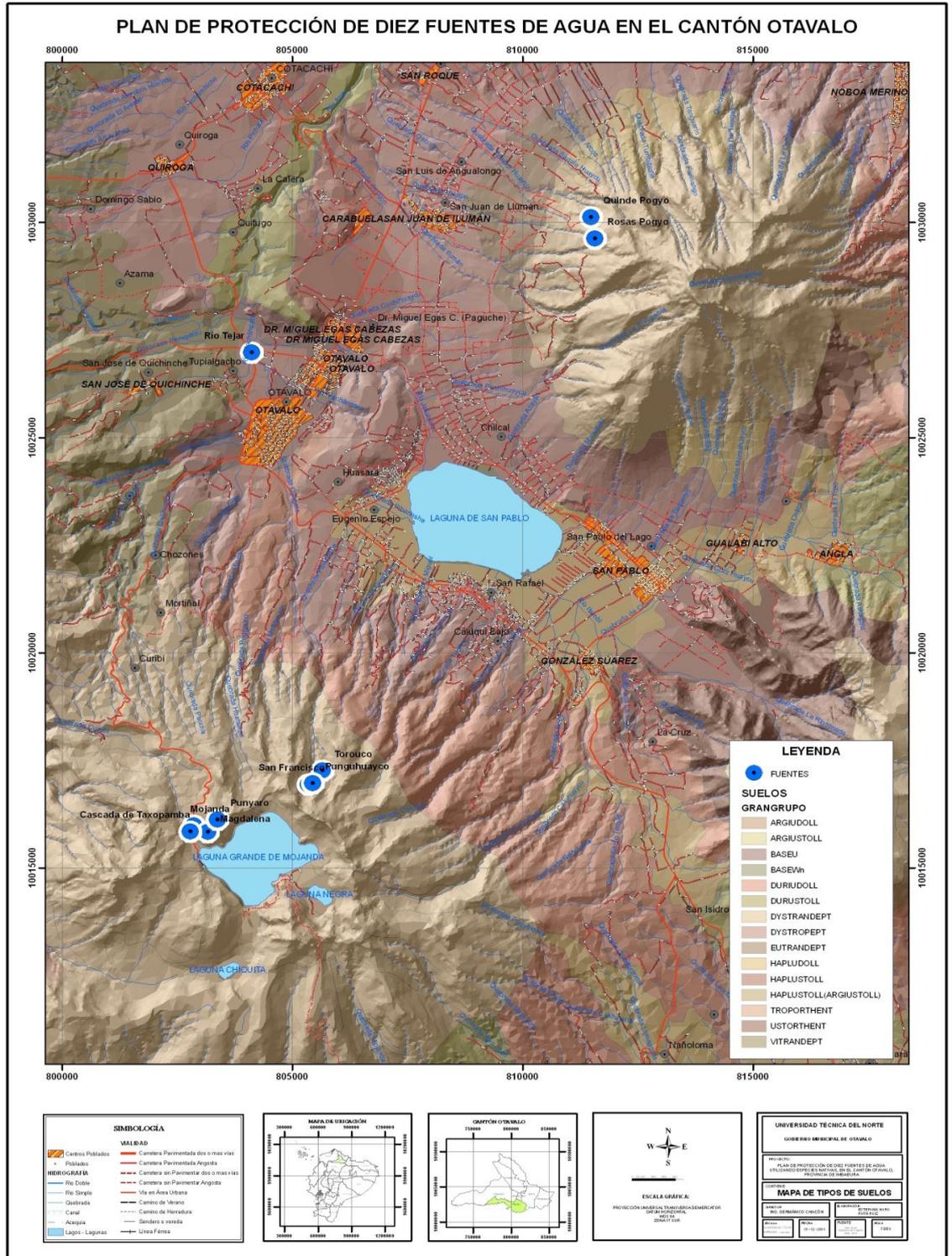
MAPA 3: ISOTERMAS



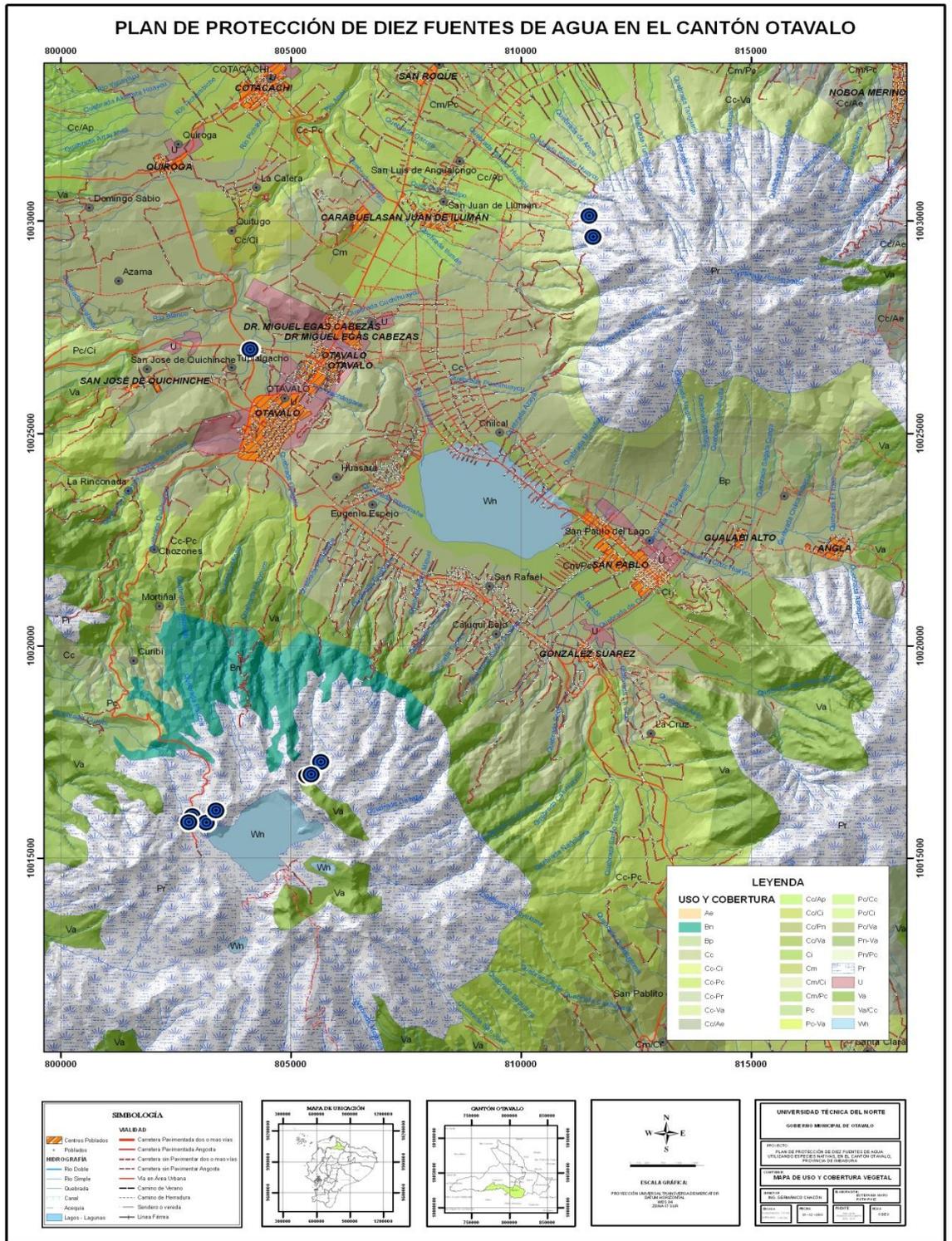
MAPA 4: ISOYETAS



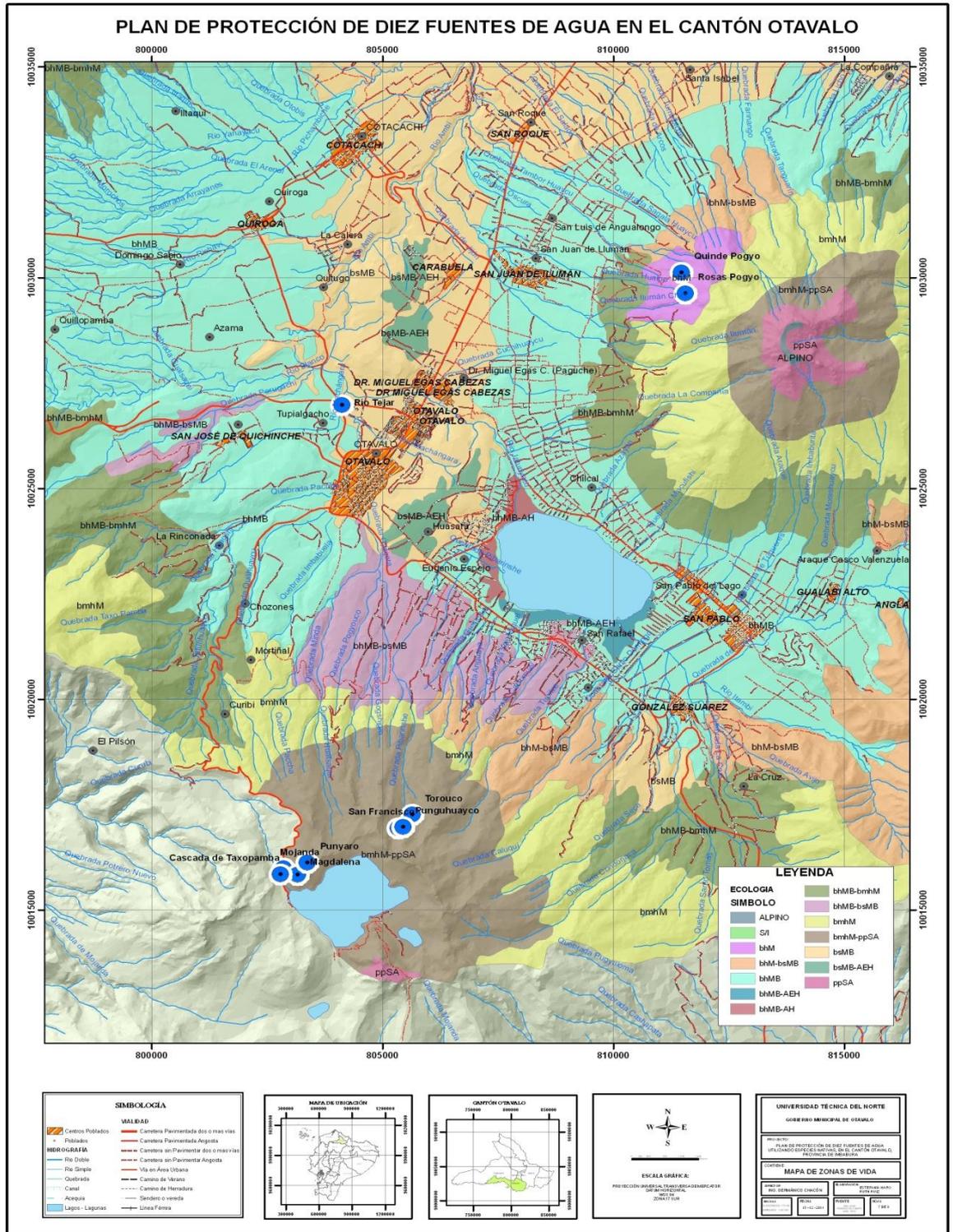
MAPA 5: TIPO DE SUELOS



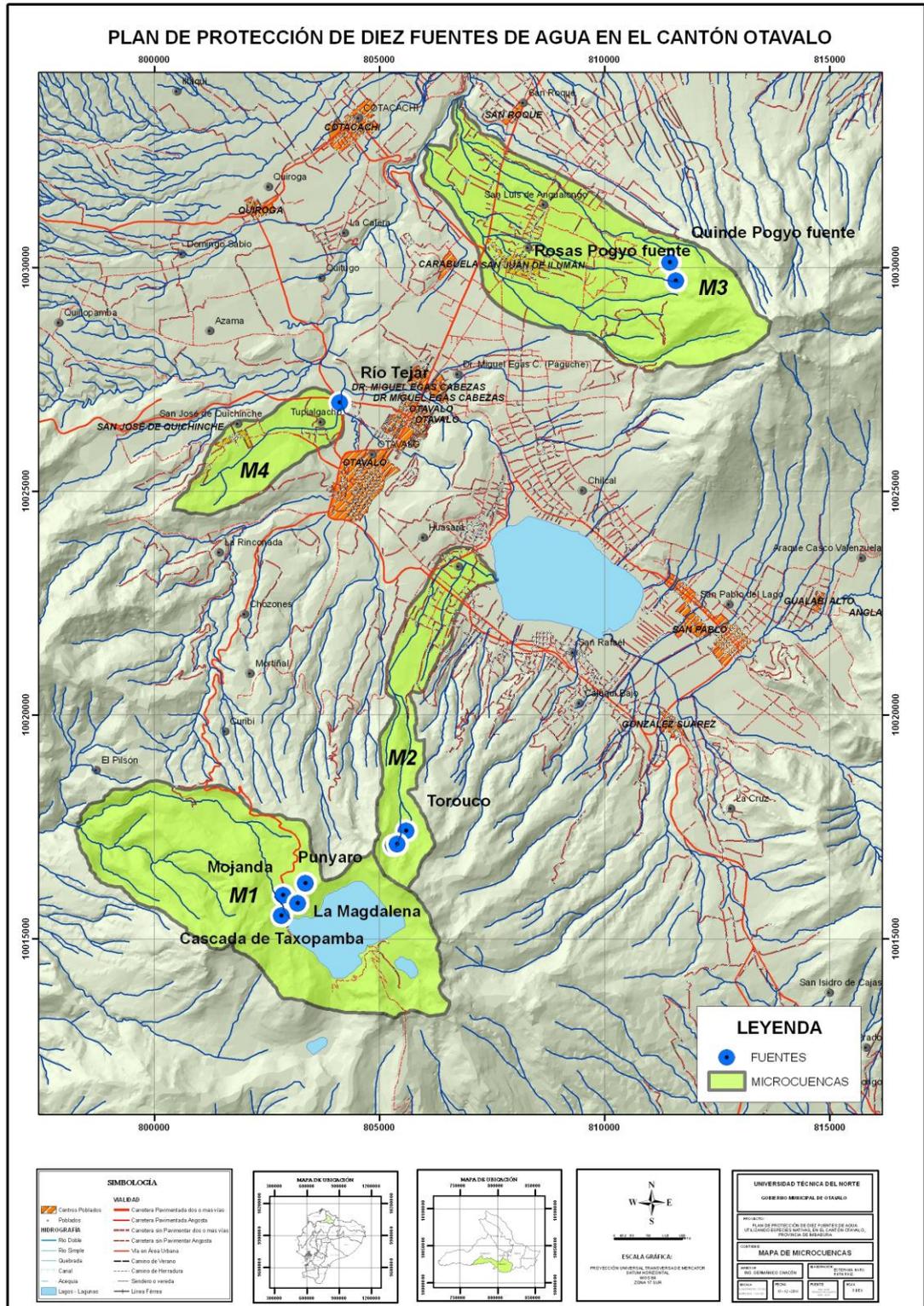
MAPA 6: COBERTURA VEGETAL Y USO ACTUAL DEL SUELO



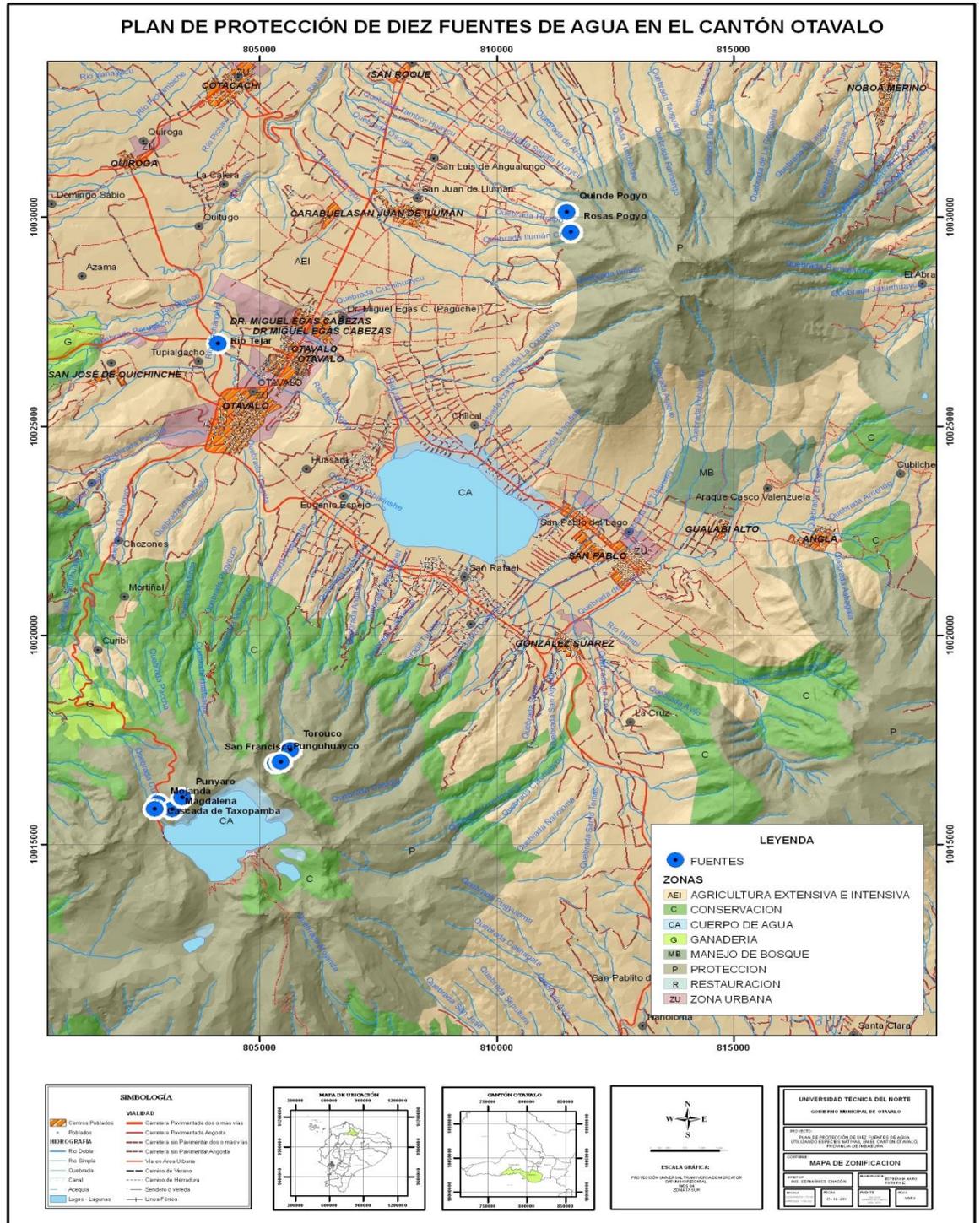
MAPA 7: ZONAS DE VIDA



MAPA 8: MICROCUENCAS



MAPA 9: ZONIFICACIÓN AMBIENTAL



ANEXO 2

CUADROS

Cuadro 1. Coordenadas geográficas UTM (WGS84)

FUENTE DE AGUA	COORDENADAS	
	X	Y
Río El Tejar	804244	10024370
Mojanda	802526	10016126
Punyaró	803482	10016278
Torouco	805549	10017649
San Francisco	805222	10017453
Punguayco	805440	10016692
La Magdalena	803308	10016017
Quinde-Pogyo	811747	10030741
Rosas-Pogyo	811747	10030045
Cascada Taxopamba	801204	10021602

Elaboración: Las Autoras

Cuadro 2. Listado de especies arbóreas

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	Molle
Araliaceae	<i>Oreopanax sp.</i>	Pumamaqui
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	Cholán
Buddlejaceae	<i>Buddleja incana</i>	Quishuar
Caesalpinieaceae	<i>Caesalpinia espinosa</i>	Guarango
Caprifoliaceae	<i>Sambucus nigrum</i>	Tilo
Elaeocarpaceae	<i>Vallea stipularis</i>	Sacha capulí
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia laurifolia</i>	Lechero
Fabaceae	<i>Lupinos sp.</i>	Lupino
Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i>	Porotón
Juglandaceae	<i>Juglans neotropica</i>	Nogal
Mimosaceae	<i>Acacia cavena</i>	Acacia
Myricaceae	<i>Morella pubescens</i>	Laurel
Myrtaceae	<i>Eucaliptus globulus</i>	Eucalipto
Pinaceae	<i>Pinus radiata</i>	Pino
Rosasea	<i>Polylepis incana</i>	Yagual
Rosasea	<i>Polylepis reticulata</i>	Yagual
Rosasea	<i>Polylepis racemosa</i>	Yagual

Elaboración: Las Autoras

Cuadro 3. Listado de especies arbustivas

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Alstroemeriaceae	<i>Bomarea caldasii</i>	Veneno de perro
Amarantaceae	<i>Amaranthus caudatus</i>	Ataco
Asteraceae	<i>Baccharis sp.</i>	Chilca
Borraginaceae	<i>Tournefortia sp</i>	Nigua
Bromeliaceae	<i>Coriarea thymifolia</i>	Shanshi
Clusiaceae	<i>Hypericum laricifolium</i>	Romerillo
Elaeocarpaceae	<i>Vallea stipularis</i>	Sanjuanito
Equisetaceae	<i>Equisrtum arvense</i>	Cola de caballo
Ericaceae	<i>Macleaena hook</i>	Hualicón
Ericaceae	<i>Vaccinium floribunda</i>	Mortiño
Escrofulariaceae	<i>Calciolaria sp</i>	Perritos
Melastomataceae	<i>Miconia pustulata</i>	Colca
Mimosaceae	<i>Mimosa quitensis</i>	Uña de gato
Passifloraceae	<i>Passiflora sp</i>	Taxo
Rosaceae	<i>Rubus sp</i>	Mora
Rosaceae	<i>Rubus glaucus</i>	Mora silvestre
Rosaceae	<i>Rubus fructicosos</i>	Zarzamora
Solanaceae	<i>Solanum caripense</i>	Chímbalo
Solanaceae	<i>Brugmansia</i>	Guanto
Verbenaceae	<i>Aloysia triphylla</i>	Cedrón

Elaboración: Las Autoras

Cuadro 4. Listado de especies forrajeras

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Poaceae	<i>Stipa ichu</i>	Paja de monte
Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	Kikuyo

Elaboración: Las Autoras

Cuadro 5. Listado de especies herbáceas

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Borraginaceae	<i>Borrago officinalis</i>	Borraja
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium quinua wild</i>	Quínoa
Cyatheaceae	<i>Cyatheasp</i>	Helecho
Fabaceae	<i>Lupinus tricolor</i>	Chocho
Fabaceae	<i>Phasiolum sp.</i>	Fréjol
Fabaceae	<i>Trifolium repens</i>	Trébol
Fabaceae	<i>Vicia faba</i>	Haba
Lamiaceae	<i>Marrumbium vulgare</i>	Amor seco
Lamiaceae	<i>Mentha piperita</i>	Menta
Lamiaceae	<i>Origanum vulgare</i>	Orégano
Malvaceae	<i>Malva odorata</i>	Malva olorosa
Piperaceae	<i>Piper angustifolium</i>	Atuxara
Piperaceae	<i>Muelembekia sp</i>	Matico
Poaceae	<i>Cymbopogon citratos</i>	Hierba luisa
Poaceae	<i>Holcus lanatus</i>	Holco
Poaceae	<i>Hordeum vulgare</i>	Cebada
Poaceae	<i>Triticum vulgaris</i>	Trigo
Poaceae	<i>Zea mays</i>	Maíz
Rosaceae	<i>Archemilla orbiculata</i>	Orejuela
Rutaceae	<i>Ruta graveolens</i>	Ruda
Urticaceae	<i>Urtica dioica</i>	Ortiga blanca
Urticaceae	<i>Urtica urens</i>	Ortiga negra
Verbenaceae	<i>Stachytarpheta sp</i>	Verbena

Elaboración: Las Autoras**Cuadro 6.** Listado de especies: tubérculos

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Asteraceae	<i>Ullucus tuberosus</i>	Mellico
Basellaceae	<i>Smallanthus sonchifolius</i>	Jícama
Oxalidaceae	<i>Oxalis tuberosa Mol.</i>	Oca
Solanaceae	<i>Solanum tuberosum</i>	Papa
Tropaeolaceae	<i>Tropaeolum tuberosum</i>	Mashwa

Elaboración: Las Autoras

Cuadro 7. Listado de especies mamíferos

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Cuniculidae	<i>Cuniculus taczanowskii</i>	Sacha cuy
Didelphidae	<i>Didelphis marsupiales</i>	Raposa
Didelphidae	<i>Didelphis albiventris</i>	Raposa blanca
Lepodidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo
Muridae	<i>Peromyscus mexicanus</i>	Ratón
Muridae	<i>Mus musculus</i>	Ratoncillo
Mustelidae	<i>Conepatus chinga</i>	Zorrillo
Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	Chucuri
Procyonidae	<i>Bassariscus sumichrasti</i>	Cusumbo
Sciuridae	<i>Sciurus granatensis</i>	Ardilla
Vespertilionidae	<i>Hypsugo savii</i>	Murciélago

Elaboración: Las Autoras

Cuadro 8. Listado de especies de aves

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Accipitridae	<i>Buteo polyosoma</i>	Gavilán real
Accipitridae	<i>Buteopoeilochrous</i>	Gavilán
Ardeidae	<i>Bulbucus ibis</i>	Garza
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo
Catartidos	<i>Vultur gryphus</i>	Cóndor andino
Columbidae	<i>Columba fasciata</i>	Paloma
Columbidae	<i>Columbia passerina</i>	Cuturpilla
Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola
Falconidae	<i>Falco sparverios</i>	Quilico
Falconidae	<i>Phalcoboenus carunculatus</i>	Curiquingue
Fringillidae	<i>Zonotricha capensis</i>	Gorrión
Fringillidae	<i>Pheucticus chysopheplus</i>	Huirac-churo
Fringillidae	<i>Cardellus mellanica</i>	Jilguero
Hirundinidae	<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina
Rhinocryptidae	<i>Scytalopus unicolor</i>	Surero
Thraupidae	<i>Buthraupis eximia</i>	Tangará de montaña
Trochilidae	<i>Colibri coruscans</i>	Quinde
Turdidae	<i>Turdus Fuscater</i>	Mirlo
Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Pájaro brujo

Cuadro 9. Listado de especies de insectos

CLASE	ORDEN	GRUPO
Insecta	Díptera	Moscas, mosquitos
	Coleoptera	Escarabajos
	Lepidoptera	Mariposas, polillas
	Himenóptera	Abejas, avispas, hormigas
	Odonata	Cortapelos

Elaboración: Las Autoras

Cuadro 10. Listado de familias de reptiles y anfibios

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Rinela	<i>Atelopus ignescens</i>	Jambato
Tropirudidae	<i>Stenocercus guentheri</i>	Lagartijas

Cuadro 11. Participantes de la comunidad Chuchuqui

Apellido y Nombre	Apellido y Nombre
1 Espín Héctor	25 Males Francisca
2 Jisama Daniel	26 Pijal Mercedes
3 Yacelga Francisca	27 Guamán Gregorio
4 Quilumbaqui Manuela	28 Cepeda Daniel
5 Burga Francisca	29 Tagumbamba Luís
6 Quilumbaqui Manuel	30 Jetacama Manuela
7 Quilumbaqui Micaela	31 Jetacama Cesar
8 Burga Marcos	32 Cachimuela Gaspar
9 Aguilar José	33 Burga Juaquin
10 Burga Patricio	34 Burga José
11 Burga Melchor	35 Otavalo José
12 Yacelga José	36 Jetacama Juande
13 Gómez Alfonso	37 Burga Vicenta
14 Yacelga Rosa	38 Burga Susana
15 Yacelga Rafael	39 Benavides Elena
16 Burga José	40 Quinchiguango Manuel
17 Cachimuela Juana	41 Burga Delia
18 Burga José	42 Yacelga Josefa
19 Burga Segundo	43 Piedra Yolanda
20 Anrango Luz María	44 Piedra Pablo
21 Yacelga Juan	45 Piedra Amada
22 Yacelga Francisca	46 Santander Sandra
23 Males Luisa	47 Ulcuando Antonio
24 Jetacama José	48 Chalan Inés

Continuación cuadro 11...

...viene cuadro 11

49	Burga Luz Mila	92	Aguilar Juana
50	Cepeda José	93	Anrango José
51	Jetacama Segundo	94	Amaguaña Rosa
52	Jetacama Estaban	95	Males José
53	Espinosa María	96	Peralta Manuel
54	Jetacama María	97	Villagrán Luz María
55	Burga Ambrocio	98	Gordon Manuel
56	Quichiguango Juana	99	Tambaco Antonio
57	Quichiguango Juan	100	Guamán Tarquino
58	Cachimuel Santos	101	Villagrán Rosa
59	Cachimuel Manuel	102	Vásquez Juan
60	Burga José	103	Villagrán Daniel
61	Anguilar José	104	Jetacama Alonso
62	Cachiguango Luís	105	Aguilar Raymundo
63	Jisama Rosa	106	Burga Pedro
64	Espinosa Carmen	107	Aguilar Juana
65	Ulcuango Isidro	108	Espinosa José
66	Males Yolanda	109	Burga Lucas
67	Quinchu Alonso	110	Peralta Rosa
68	Burga Pedro	111	Camuendo Rosa
69	Males Rosa	112	Capilla Católica
70	Espinosa José	113	Cachimuel José
71	Guamán Francisco	114	Burga Juana
72	Cachimuel Juan	115	Burga Agustín
73	Cachimuel Jaime	116	Burga Rosa
74	Quilumbango Juana	117	Espinosa Vicente
75	Burga Rosa	118	Proaño Edison
76	Quilumbango Francisco	119	Cushcagua Pedro
77	Males Elsa	120	Espinosa Alberto
78	Otavaló Mariano	121	Anguaya Juan
79	Achina Martha	122	Anguaya José
80	Guamán Gregorio	123	Casa Comunal
81	Bernardo Quilumbango	124	Isama José
82	Guamán Ernesto	125	Isama Alberto
83	Males Antonio	126	Pinsag Petrona
84	Espinosa Juana	127	Amaguaña Daniel
85	Burga Pedro	128	Cachimuel Juan
86	Peña José	129	Cahuasqui Segundo
87	Espinosa Luís	130	Camuendo Rafael
88	Jisama Oswaldo	131	Males Susana
89	Iglesia Evangélica N.	132	Males Luz
90	Conejo Alejandro	133	Pinsag Rosa
91	Escuela Educativa R.	134	Túquerez María

Continuación cuadro 11...

...viene cuadro 11

135	Cachimuela Manuel	178	Cachimuel Alberto
136	Guamán José	179	Anguaya Luís
137	Amaguaña Pedro	180	Salazar Lidia
138	Criolla Rosa	181	Medrana Hiluisa
139	Amaguaña Luís	182	Albarado Roman
140	Campo Manuel	183	López Angel
141	Males Martha	184	Leyton Olga
142	Chalan Remigio	185	Valencia Zoila
143	Chalan Josefina	186	Anrango Rafael
144	Amaguaña José	187	Pérez Ofelia
145	Peralta Segundo	188	Sevilla Aida
146	Sinchica Pedro	189	Farinango Agustin
147	Burga Francisco	190	Peralta Jorge
148	Peralta José	191	Guaytavira Jaime
149	Cordón Germán	192	Rosalía Sigüenza
150	Guamán José	193	Antamba Pedro
151	Pérez Julio	194	Chávez Angelita
152	Cachimuel José	195	Vácasela Gonzalo
153	Guamán Rodrigo	196	Anguaya Josefina
154	Aguilar José	197	Pinsag Rosa
155	Achina José	198	Pinsag José
156	Burga Juana	199	Carvajal Enrique
157	Burga Enma	200	Yépez Carlos
158	Isama José	201	Criollo Andrea
159	Isama Rolando	202	López Wilmer
160	Castañeda José	203	Peralta Juan
161	Revelo Marco	204	Males María
162	Benalcazar Alex	205	Campo Lucy
163	Coya Patricio	206	Quito Manuel
164	Cabrera Miriam	207	Chacha Simón
165	Amable Art. López	208	Godoy Rosa
166	Tapia Ligia	209	Proaño Ángel
167	Sigüenza Ligia	210	Tapia Julio
168	López Olmedo	211	Otavalo Ligia
169	Anguaya Segundo	212	Jetacama Luís
170	Tapia Julio	213	Burga Josefina
171	Isama Francisco	214	Amaguaña Rosa
172	Isama Lucia	215	Anrango Enrique
173	Pinsag Rosa	216	Alonso Guamán
174	Aguilar Alfonso	217	Amaguaña Ángel
175	Aguilar Josefina	218	Lorenzo Jetacama
176	Pasquel María	219	Guaján José
177	Pinsag Francisco	220	Pinsag Pablo

Continuación cuadro 11...

...viene cuadro 11

221	Villagrán Emilia	309	Isama Pedro
222	Males Pablo	310	Anguaya Francisca
223	Males María	311	Aguilar Rosa
224	Francisco Males	312	Isama Francisco
225	Julian Isama	313	Isama Ramón
226	Quinchiguango José	314	Isama Juana
227	Isama Francisco	315	Males Alberto
228	Guamán Rosa	316	Guamán Dolores
229	Anrango María	317	Aguilar José
230	Viñachi Luz	318	Villagran José
231	Anrango Rosa	319	Aguilar José
232	Cachiguango Segundo	320	Isama José
233	Yacelga Alonso	321	Isama José
234	Burga Luís	322	Aguilar José
235	Isama Leandro	323	Villagrán Alberto
236	Jetacama Asencia	324	Jetacama Rafael
237	Anguaya Rodrigo	325	Isama Antonio
238	Peralta Dolores	326	Jetacama Ángela
239	Manuel Anguaya	327	José Chávez
240	Margarita Anguaya	328	Maldonado Segundo
286	José Sánchez	329	Isama José
287	Vásquez Manuel	330	Jetacama Juan
288	Anrango Segundo	331	Aguilar Rosa
289	Males Petrona	332	Peralta Segundo
290	Amaguaña Alberto	333	Jetacama Rosa
291	Anrango Francisco	334	Aguilar José
292	Anguaya Julio	335	Aguilar Juan
293	Espinosa José	336	Anrango José
294	Hinojosa Juan	337	Pinsag Edwin
295	Yacelga Juana	338	Guamán Juana
296	Anguaya José	339	Otavalo Nancy
297	Isama Manuel	340	Aguilar Juan
298	Andrango Alejandro	341	Isama Juan
299	Cachiguango Alfonso	342	Isama Romeo
300	Jetacama Alonso	343	Paguay Cesar
301	Isama José	344	Perugachi Aida
302	Yacelga Rafael	345	Pinsag Juana
303	Isama José	346	Pinsag Francisco
304	Burga José	347	Velásquez Alejandro
305	Isama Rosa	348	Pinsag Segundo
306	Isama Manuel	349	Amaguaña Segundo
307	Guamán Dolores	350	Anguaya Ramón
308	Guamán José	351	Burga Antonio

Continuación cuadro 11...

...viene cuadro 11

352	Males Alonso	380	Conejo Mariano
353	Campo Alberto	381	Iglesia Alfa y Omega
354	Males Luís Alberto	382	Isama Luís
355	Morales Segundo	383	Hinojosa Susana
356	Anguaya Luís	384	Anguaya Segundo
357	Anguaya Enrique	385	Anguaya Zoila
358	Cahuasqui Rafael	386	Isama Luz
359	Males Luís	387	Campo Luís
360	De La Cruz Francisca	388	Isama Josefa
361	Anrango José	389	Campo Daniel
362	Isama Juaquin	390	Peralta Segundo
363	Isama Josefa	391	Anrango José
364	Espinosa Luís	393	Isama Leandro
365	Anguaya Pedro	394	Anrango José
366	Cachimuel José	395	Anrango Enrique
367	Males Juana	398	Campo Elena
368	Anguaya José	399	Velásquez Manuel
369	Guamán Carlos	400	Guamán Segundo
370	Morales Luís	401	Guamán Josefina
371	Burga Segundo	402	Anguaya Rosa
372	Morales Esthela	403	Amaguaña Manuela
373	Burga Segundo	404	Anrango Rosa
374	Pinsag Tomas	405	Aguilar Rosa
375	Anguaya Alfonso	406	Burga Luís
376	Isama Alfonso	407	Anrango Segundo
377	Anrango Andrés	408	Anguaya Juana
378	Guamán Estaban	409	Anguaya María
379	Chávez Santiago		

Cuadro 12. Participantes de la comunidad Ángel Pamba

Apellido y Nombre		Apellido y Nombre	
1	Muenango Manuel	12	Paredes Segundo
2	Túquerez Rodrigo	13	Ramírez Luzmila
3	Quinchiguango Elena	14	Otavalo Pedro
4	Chalampuerte Matilde	15	Chalanpuente Tomas
5	Cacuango Josefina	16	Ipiales José
6	De la Torre Elena	17	De la Torre Luís
7	Guaján Antonio	18	De la Torre Alberto
8	De la Torre María	19	Otavalo Joaquín
9	De la Torre Elena	20	Yamberla Francisco
10	Vinueza Josefina	21	Vinueza Antonio
11	Conterón Zoila	22	Yamberla Matilde

Continuación cuadro 12...

...viene cuadro 12

23	Cacuango Alfonso	66	Cáceres Enrique
24	Segovia Javier	67	Morales Fabián
25	Otavalo Calixto	68	Córdova Josefina
26	Albarrán Lopenzo	69	De la Torre Enrique
27	Guaján Antonio	70	Cajas Rafael
28	Quinchiguango Manue	71	Guaján Rafael
29	De la Torre Mercedes	72	Córdova Dolores
30	Yamberla Segundo	73	Guaján Luzmila
31	Morales Jesús	74	Ramírez Dolores
32	Morales Rosa	75	Cáceres Mercedes
33	Lema Antonio	76	Cáceres Antonio
34	Otavalo Aquilino	77	Pineda Dolores
35	Otavalo Enrique	78	Vinueza Rafael
36	Albarrán Manuel	79	Cáceres Rosa
37	Lema Alberto	80	Maldonado Enrique
38	De la Torre Enrique	81	Lema Humberto
39	Cáceres Luís	82	Vinueza Alberto
40	Cáceres Genoveva	83	Cáceres Alberto
41	Otavalo Alberto	84	Segovia Lucila
42	De la Torre Rosa	85	Otavalo Eliseo
43	Albarrán Manuel	86	Cáceres Rosalina
44	Guaján Manuel	87	Maldonado Calixto
45	Pineda Antonio	88	Vinueza Elena
46	Gonzales Alberto	89	Ramírez Carlos
47	Yamberla Cecilia	90	Ruíz Eduardo
48	De la Torre Carlos	91	Cáceres Alfonso
49	Picuasi Alejandro	92	Pineda Joaquin
50	Córdova Calixto	93	Quinchiguango Gregorio
51	De la Torre Joaquin	94	Guaján Alberto
52	Yamberla Rosa	95	Lema Alberto
53	Vinueza Segundo	96	Ramírez Eliseo
54	Otavalo Rafael	97	Montalvo Rosa
55	Cacuango Carmen	98	Cáceres Luís
56	De la Torre Luís	99	De la Torre María
57	Albarrán Jerónimo	100	Albarrán Carmen
58	De la Torre Juana	101	Pineda Elena
59	Quinchiguango José	102	Vinueza Oswaldo
60	Otavalo Etelvina	103	Guaján Humberto
61	Lema Alfonso	104	Carrascal Humberto
62	Tituaña Luzmila	105	Córdova Francisco
63	Otavalo Antonio	106	Maigua Angelina
64	Ramos Mesías	107	De la Torre Alberto
65	Quinchiguango María	108	De la Torre Cecilia

Continuación cuadro 12...

...viene cuadro 12

109	Morales Roberto	131	Díaz Luís
110	Maigua Mercedes	132	Romero David
111	Gonzales Carlos	133	Otavalo Aquilino
112	Ramírez Margarita	134	Cajas Bolívar
113	Otavalo Calixto	135	De la Torre Rosa
114	Guaján Segundo	136	Otavalo Joaquín
115	Vinueza Manuel	137	Pineda Dolores
116	De la Torre Marcelo	138	Otavalo Michel
117	De la Torre Joaquín	139	Pineda Andrés
118	Chalampuerto Antonio	140	Lema Jesús
119	Morales Manuel	141	Quinchiguango Narciso
120	Pineda Raynaldo	142	Morales Gladys
121	Padilla René	143	Díaz Orfilina
122	Freile Mariana	144	Albarrán Concepción
123	Freile José	145	De la Torre Raúl
124	Pineda Raúl	146	Segovia Cristina
125	Maldonado Maribel	147	Vinueza Fabián
126	Yamberla Bladimir	148	Vinueza José
127	Albarrán Humberto	149	Albarrán Enrique
128	Casa comunal Ángel P.	150	Morales Rosa
129	Freile Cecilia	151	Maigua Antonio
130	Cepeda Segundo	152	Albarrán Elvia

Elaboración: Las Autoras

Cuadro 13. Participantes de la comunidad San Luís de Agualongo

Apellido y Nombre		Apellido y Nombre	
1	Anrango Enrique	16	Córdova Humberto
2	Anrango Alberto	17	Córdova José Rafael
3	Díaz Manuel	18	Iglesia San Luís de A.
4	Burga Abrahan	19	Córdova Angélica
5	Córdova José	20	Córdova Luís Antonio
6	Córdova Rafael	21	Yamberla Jaime
7	Córdova Antonio	22	Díaz Matilde
8	Córdova Calixto	23	De la Torre Zoila
9	Izama Rumiñahui	24	Chiriboga Rodrigo
10	Córdova Ernesto	25	Córdova Alberto
11	Córdova Antonio	26	Córdova Hernán
12	Ruiz Espíritu	27	Yamberla Florentino
13	Córdova José María	28	Calapi Manuel
14	Córdova Pedro	29	Cacuango Alberto
15	Córdova Eliseo	30	Cacuango Luís

Continuación cuadro 13...

...viene cuadro 13

31	Cacuango Alfonso	74	Otavalo Humberto
32	Conejo Humberto	75	Pineda Alberto
33	Cachiguango Alberto	76	Pineda Ángel
34	Córdova Luís Rodrigo	77	Picuasi José
35	Córdova Eduardo	78	De la Torre Francisco
36	Chiriboga Alberto	79	Picuasi Segundo
37	Chiriboga Antonio	80	Picuasi Rafael
38	De la Torre Alberto	81	Picuasi Antonio
39	De la Torre Luís	82	Picuasi Alejandro
40	De la Torre José	83	Picuasi Rafael
41	De la Torre Antonio	84	Picuasi Daniel
42	De la Torre Rafael	85	Paredes Antonio
43	De la Torre Alfonso	86	Picuasi Fausto
44	De la Torre Antonio	87	Pillajo José
45	De la Torre Miguel	88	De la Torre Magola
46	De la Torre Enrique	89	Potosí Bernardo
47	De la Torre Pedro	90	Pinsa Segundo
48	De la Torre Alfonso	91	De la Torre Luís Alberto
49	De la Torre Rafael	92	De la Torre José Miguel
50	De la Torre Cesar	93	De la Torre Marcelo
51	De la Torre Leónidas	94	De la Torre Vicente
52	Díaz Rafael	95	Ramírez Manuel
53	Díaz Antonio	96	Revelo María
54	Picuasi Juana	97	Ruíz Fernando
55	Díaz José	98	Maldonado Marcelo
56	Díaz Fabián	99	Simbaña Piedad
57	Díaz Enrique	100	Segovia Manuel
58	Díaz Juan	101	Segovia Humberto
59	Díaz Antonio	102	De la Torre Carmelina
60	Díaz Antonio	103	Segovia Raúl
61	Díaz José Antonio	104	Córdova Eduardo
62	Díaz José Manuel	105	Tituaña María
63	Segovia segundo	106	Tituaña Manuel
64	Jerez Manuel	107	Tituaña Humberto
65	Lima Carlos	108	Tituaña Juan
66	Lechón Manuel	109	Díaz María
67	Gonzales Segundo	110	Tituaña Josefino
68	Gonzales Humberto	111	Vinueza Carlos
69	Gonzales Oswaldo	112	Vinueza Antonio
70	Maldonado Antonio	113	Vinueza José
71	Maldonado Miguel	114	Yamberla Juana
72	Morales Rafael	115	Yamberla Rafael Antonio
73	Martínez Eduardo	116	Yamberla Rafael Enrique

Continuación cuadro 13...

...viene cuadro 13

117	Yamberla Rafael S.	160	Díaz Dolores
118	Yamberla Rafael E.	161	Martínez Eduardo
119	Yamberla Manuel	162	Córdova Manuel
120	Yamberla Cecilio	163	De la Torre Jorge
121	Yamberla Antonio	164	Córdova Javier
122	Yamberla Rosa	165	De la Torre Ernesto
123	Andrango Carmen	166	Guacho Pedro
124	Yamberla Humberto	167	Díaz Calixto
125	Yamberla Antonio	168	Maldonado Hemerlinda
126	Yamberla Segundo	169	Tituaña Verónica
127	Yamberla Alberto	170	Picuasi Ximena
128	Yamberla María	171	De la Torre Aníbal
129	Yamberla Luz María	172	Panamá Antonio
130	Yamberla Enrique	173	Díaz Lucila
131	Yamberla Germán	174	Casa artesanal Agualongo
132	Quinchiguango Zoila	175	Torres Tomasa
133	Picuasi Pablo	176	Quilsimba Manuel
134	Montoya Godoy	177	Chávez Rafael
135	Córdova Manuel	178	Simba Germán
136	De la Torre Manolo	179	Díaz Carmen
137	Quinchiguango A.	180	De la Torre Alberto
138	Quinchiguango A.	181	Lechón Mercedes
139	Quinchiguango Rafael	182	Tituaña Josefina
140	Ramírez Manuel	183	De la Torre Alberto
141	Calixto Cáceres	184	Córdova Alejandro
142	Córdova Rosa	185	Picuasi Modesto
143	Picuasi Alberto	186	De la Torre Germán
144	Maruja Maldonado	187	De la Torre Antonio
145	Díaz Manuel	188	De la Torre Rafael
146	Padro Julio	189	Quinchiguango Enrique
147	Salas Marcelo	190	Picuasi Juan
148	Tituaña Alejandro	191	Pillajo Etelvina
149	Maldonado Calixto	192	Pillajo Celina
150	Córdova Hugo	193	Guaján Humberto
151	Ruíz Manuel	194	Yamberla Fabián
152	De la Torre Rafael	195	De la Torre Laurentino
153	Córdova Rosa	196	Vinueza Magdalena
154	Córdova Rafael	197	Escuela San Luís de A.
155	Charfuelan Tulio	198	Córdova Byron
156	Yépez Dioselina	199	Chiriboga Vinicio
157	Córdova Zoila	200	De la Torre Esthela
158	Díaz Dolores	201	Córdova Roberto
159	Córdova Mercedes	202	De la Torre Ramiro

Continuación cuadro 13...

...viene cuadro 13

203	Maldonado Humberto	218	Córdova Yolanda
204	Díaz Celestina	219	Córdova Vicente
205	Díaz Lucila	220	Córdova Ercilia
206	Quinchiguango Rebeca	221	Yamberla Rafael
207	Córdova Christian	222	Díaz Amable
208	Salas Javier	223	Vinueza María
209	Díaz Patricio	224	Ortiz Emilio
210	Tituaña Manuel	225	Jerez Alberto
211	De la Torre Mercedes	226	De la Torre Miguel
212	Córdova Armando	227	Gonzales Rebeca
213	Remache Luzmila	228	Yamberla Blanca
214	Ruíz Vermas	229	Yamberla Blanca
215	Bautista Pablo	230	Yamberla Fernando
216	De la Torre Maribel	231	Córdova Alberto
217	De la Torre Felipe		

Elaboración: Las Autoras

Cuadro 14. Participantes de la comunidad Pinaquí

Apellido y Nombre		Apellido y Nombre	
1	Anrango Enrique	22	Díaz Matilde
2	Anrango Alberto	23	De la Torre Zoila
3	Díaz Manuel	24	Chiriboga Rodrigo
4	Burga Abrahan	25	Córdova Alberto
5	Córdova José	26	Córdova Hernán
6	Córdova Rafael	27	Yamberla Florentino
7	Córdova Antonio	28	Calapi Manuel
8	Córdova Calixto	29	Cacuango Alberto
9	Izama Rumiñahui	30	Cacuango Luís
10	Córdova Ernesto	31	Yamberla Wilson
11	Córdova Antonio	32	Segovia Antonio
12	Ruiz Espíritu	33	Morales Carlos
13	Córdova José María	34	Segovia Antonio
14	Córdova Pedro	35	Maldonado Manuel
15	Córdova Eliseo	36	Yamberla Laura
16	Córdova Humberto	37	Picuasi Alberto
17	Córdova José Rafael	38	Picuasi Alberto
18	Iglesia San Luís de A.	39	Pérez José
19	Córdova Angélica	40	Yamberla Galo
20	Córdova Luís Antonio	41	Segovia Manuel
21	Yamberla Jaime	42	Maldonado Alejandro

Continuación cuadro 14...

...viene cuadro 14

43	Segovia Alfonso	78	Maldonado Raúl
44	Maldonado Ermelina	79	Pineda Ana
45	Maldonado Manuel	80	Morales Delia
46	Maldonado Manuel	81	Pineda Joaquín
47	Díaz Alberto	82	Miño Israel
48	Segovia Pedro	83	De la Torre Rebeca
49	Díaz Elena	84	Quilsimba Manuel
50	Maldonado Antonio	85	Yamberla Luís
51	De la Torre Antonio	86	Maldonado Galo
52	Yamberla Rodrigo	87	Gasolinera Surtiport Cia.
53	Picuasi Antonio	88	Segovia Alberto
54	Pillajo Tarquino	89	Pineda José
55	Maldonado Rodrigo	90	Gonzáles Joselito
56	Pillajo Humberto	91	Cotacachi Isabel
57	Pineda Rafael	92	Yamberla Magdalena
58	Pillajo Alberto	93	Casa comunal Pinsaqui
59	Pillajo Modesto	94	Segovia Rodrigo
60	Pineda Josefa	95	Yamberla Rafael
61	Díaz Alfonso	96	De la Torre Teresa
62	Universidad Técnica	97	Yamberla Edison
63	Yamberla Germánico	98	Yamberla Rebeca
64	Yamberla Rosa	99	Hostería Pinsaquí
65	Farinango Antonio	100	Universidad Técnica
66	Tontaquimba María	101	Maldonado Bayardo
67	Díaz Roberto	102	Morales Oswaldo
68	Escuela María Larrea	103	Morales Alberto
69	De la Torre Roberto	104	Pilamunga Antonio
70	Morales Pedro	105	Farinango Mercedes
71	Morales Carlos	106	Narvárez Marcelo
72	Picuasi Alberto	107	Farinango Humberto
73	Lubricadora Surtimport	108	Yamberla Antonio
74	Hosteria Vista del M.	109	Córdova Vinicio
75	Hosteria Vista del M.	110	Gonzales David
76	Córdova Dolores	111	Yamberla Leonardo
77	Quilsimba Dolores	112	Yamberla Carmen

Elaboración: Las Autoras

Cuadro 15. Parámetros físico-químicos para el criterio de agricultura y riego

FUENTE DE AGUA	PARÁMETROS							
	Temperatura	pH	Color	Turbiedad	Sólidos totales	Sólidos Totales Disueltos	Conductividad	Oxígeno disuelto
Mojanda	11.3	6.54	0	1.8	24	16.4	35.3	6.93
Punyaro	13.3	6.55	0	1.8	104	95.8	200	7.19
Magdalena	13	6.93	0	2.1	144	89.5	187.3	4.98
Cascada de Taxopamba	11.2	6.53	0	1.9	32	16.6	35.7	7.14
San Francisco	7.2	6.80	12	4.4	272	26.4	56.2	6.80
Torouco	10.2	6.96	20	4.8	68	17.5	37.6	6.90
Punguguayco	10.4	6.72	40	4.9	76	21	44.9	5.84
Rosas-Pogyo	11.2	7.53	30	8.0	40	34.4	73	5.46
Quinde-Pogyo	11.2	7.53	30	8.0	40	34.4	73	5.46
Rio El Tejar	13.2	7.15	15	14	204	161.4	335	3.25
Limite permisible	<i>No indica</i>	6-9	<i>No indica</i>	<i>No indica</i>	<i>No indica</i>	3 000,0	<i>No indica</i>	<i>No indica</i>

Elaboración: Las Autoras

Cuadro 16. Parámetros microbiológicos para el criterio de agricultura y riego

FUENTE DE AGUA	PARÁMETROS	
	Coliformes Totales	Coliformes Fecales
Mojanda	172	2
Punyaro	3	0
Magdalena	10	0
Cascada de Taxopamba	411	0
San Francisco	140	1
Torouco	102	13
Punguguayco	214	1
Rosas-Pogyo	1553	6
Quinde-Pogyo	1553	6
Rio El Tejar	>2420	>2420
Limite permisible	1000	<i>No indica</i>

Elaboración: Las Autoras

Cuadro 17. Parámetros físico-químicos para el criterio de uso pecuario

FUENTE DE AGUA	PARÁMETROS							
	Temperatura	pH	Color	Turbiedad	Sólidos totales	Sólidos Totales Disueltos	Conductividad	Oxígeno disuelto
Mojanda	11.3	6.54	0	1.8	24	16.4	35.3	6.93
Punyaró	13.3	6.55	0	1.8	104	95.8	200	7.19
Magdalena	13	6.93	0	2.1	144	89.5	187.3	4.98
Cascada de Taxopamba	11.2	6.53	0	1.9	32	16.6	35.7	7.14
San Francisco	7.2	6.80	12	4.4	272	26.4	56.2	6.80
Torouco	10.2	6.96	20	4.8	68	17.5	37.6	6.90
Punguguayco	10.4	6.72	40	4.9	76	21	44.9	5.84
Rosas-Pogyo	11.2	7.53	30	8.0	40	34.4	73	5.46
Quinde-Pogyo	11.2	7.53	30	8.0	40	34.4	73	5.46
Río El Tejar	13.2	7.15	15	14	204	161.4	335	3.25
Limite permisible	<i>No indica</i>	<i>6-9</i>	<i>No indica</i>	<i>No indica</i>	<i>No indica</i>	<i>3000</i>	<i>No indica</i>	<i>3 mg/l</i>

Elaboración: Las Autoras

Cuadro 18. Parámetros microbiológicos para el criterio de uso pecuario

FUENTE DE AGUA	PARÁMETROS	
	Coliformes Totales	Coliformes Fecales
Mojanda	172	2
Punyaró	3	0
Magdalena	10	0
Cascada de Taxopamba	411	0
San Francisco	140	1
Torouco	102	13
Punguguayco	214	1
Rosas-Pogyo	1553	6
Quinde-Pogyo	1553	6
Río El Tejar	>2420	>2420
Limite permisible	Menor a 5000	Menor a 1000

Elaboración: Las Autoras

Cuadro 19. Parámetros físico-químicos para el criterio para la prevención de flora y fauna

FUENTE DE AGUA	PARÁMETROS							
	Temperatura	pH	Color	Turbiedad	Sólidos totales	Sólidos Totales Disueltos	Conductividad	Oxígeno disuelto
Mojanda	11.3	6.54	0	1.8	24	16.4	35.3	6.93
Punyaró	13.3	6.55	0	1.8	104	95.8	200	7.19
Magdalena	13	6.93	0	2.1	144	89.5	187.3	4.98
Cascada de Taxopamba	11.2	6.53	0	1.9	32	16.6	35.7	7.14
San Francisco	7.2	6.80	12	4.4	272	26.4	56.2	6.80
Torouco	10.2	6.96	20	4.8	68	17.5	37.6	6.90
Punguguayco	10.4	6.72	40	4.9	76	21	44.9	5.84
Rosas-Pogyo	11.2	7.53	30	8.0	40	34.4	73	5.46
Quinde-Pogyo	11.2	7.53	30	8.0	40	34.4	73	5.46
Río El Tejar	13.2	7.15	15	14	204	161.4	335	3.25
Limite permisible	Condiciones naturales	6.5-9	No indica	No indica	No indica	No indica	No indica	No menor al 80% y no menor a 6 mg/l

Elaboración: Las Autoras

Cuadro 20. Parámetros microbiológicos para el criterio para la prevención de flora y fauna

FUENTE DE AGUA	PARÁMETROS	
	Coliformes Totales	Coliformes Fecales
Mojanda	172	2
Punyaró	3	0
Magdalena	10	0
Cascada de Taxopamba	411	0
San Francisco	140	1
Torouco	102	13
Punguguayco	214	1
Rosas-Pogyo	1553	6
Quinde-Pogyo	1553	6
Río El Tejar	>2420	>2420
Limite permisible	No indica	200

Elaboración: Las Autoras

Cuadro 21. Número de especies utilizadas en el Plan de protección de diez fuentes de agua

NÚMERO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	CANTIDAD
1	Aliso	<i>Alnus acuminata</i>	25.000
2	Laurel	<i>Morella pubescens</i>	2.000
3	Mortiño	<i>Vaccinum mortinia</i>	3.000
4	Pumamaqui	<i>Oreopanax sp.</i>	10.000
5	Quishuar	<i>Buddleja incana</i>	5.000
6	Sacha capulí	<i>Vallea stipulares</i>	7.000
7	Yagual	<i>Polylepis incana</i>	30.000
TOTAL			82.000

Elaboración: Las Autoras**Cuadro 22.** Sistemas de plantación utilizados en el Plan de protección de las fuentes de agua

FUENTE DE AGUA	SISTEMA DE PLANTACIÓN	DISTANCIA (m)
Rio El Tejar	Marco real (pendientes planas o con poca)	3x3x3x3
Mojanda		
Punyaró	y	3x3x3
Torouco		
San Francisco	Tresbolillo (pendientes moderadas o fuertes)	3x3x3
Punguhuayco		
Magdalena		
Quinde Pogyo		
Rosas Pogyo		
Cascada Taxopamba		

Elaboración: Las Autoras

Cuadro 23. Número de participantes en los talleres en las instituciones y en el campo

NÚMERO DE TALLERES	SITIO	NÚMERO DE PARTICIPANTES
En la institución		
5	Escuela Sarance Estudiantes y profesores Padres de familia	516 470
1	Instituto Alfredo Pérez Guerrero Alumnos y profesores	408
9	Brigada de Educación Ambiental Estudiantes	890
En el campo		
1	Comunidades San Luís de Agua Longo Ángel Pamba Grupo Mecanizado Yaguachi	445
1	Escuela Valle del Amanecer Estudiantes y profesores	50
TOTAL		2.779

Elaboración: Las Autoras.

Cuadro 24. Objetivo del Plan de protección de diez fuentes de agua

NÚMERO	FUENTE DE AGUA	OBJETIVO DEL PLAN DE PROTECCIÓN
1	Río El Tejar	Proteger las riberas del río e incrementar la diversidad genética.
2	Mojanda	Proteger las fuentes de agua e incrementar la diversidad genética.
3	Punyaro	
4	Torouco	
5	San Francisco	
6	Punguhuayco	
7	Magdalena	
8	Quinde Pogyo	
9	Rosas Pogyo	
10	Cascada Taxopamba	

Elaboración: Las Autoras

Cuadro 25. Análisis económico del presupuesto para la ejecución del Plan de protección

RUBRO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Materiales de campo			
Material de plantación	82.000	0.24	19.680
Transporte: volquetas	225	30	6.750
Transporte: volquetas plantas	6	30	180
Materiales de oficina			
Materiales de escritorio	-	200	200
Recursos humanos			
Tesistas	2	1.800	18.000
Comunidad	6710	8	53.680
TOTAL			98.490,00

Elaboración: Las Autoras

Cuadro 26. Análisis del financiamiento

INSTITUCIÓN	CANTIDAD	%
Municipio de Otavalo	26.810,00	27.00
Tesistas	18.000,00	18.00
Comunidad	53.680,00	55.00
TOTAL	98.490,00	100.00

Elaboración: Las Autoras

ANEXO 3

GRÁFICOS

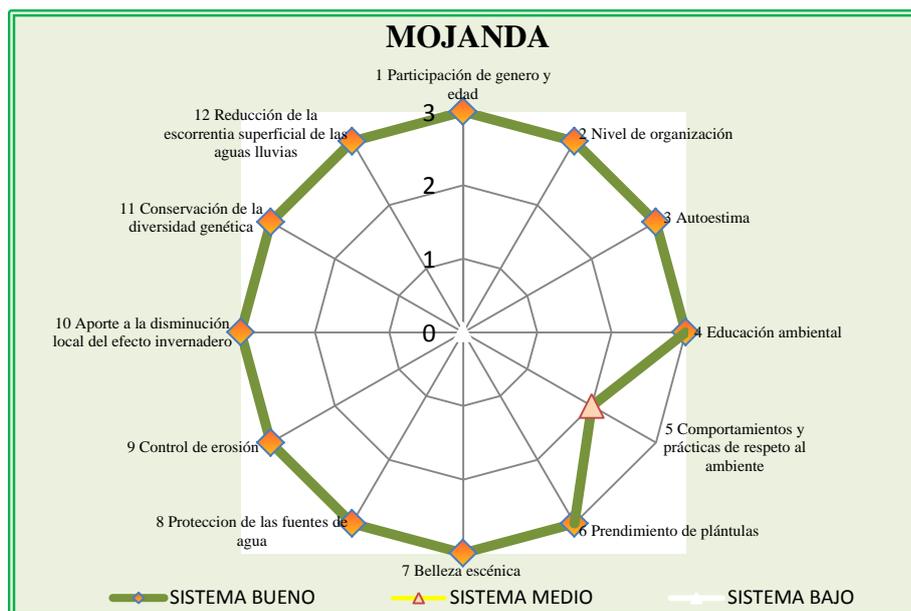


Gráfico 1. Indicadores sociales y ambientales de la fuente de agua Mojanda
Elaboración: Las Autoras

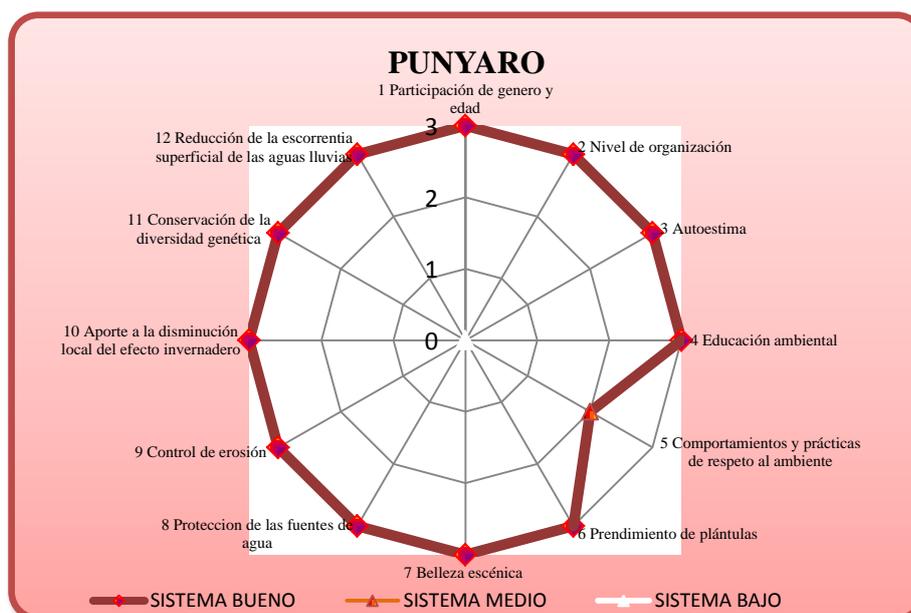


Gráfico 2. Indicadores sociales y ambientales de la fuente de agua Punyaro
Elaboración: Las Autoras

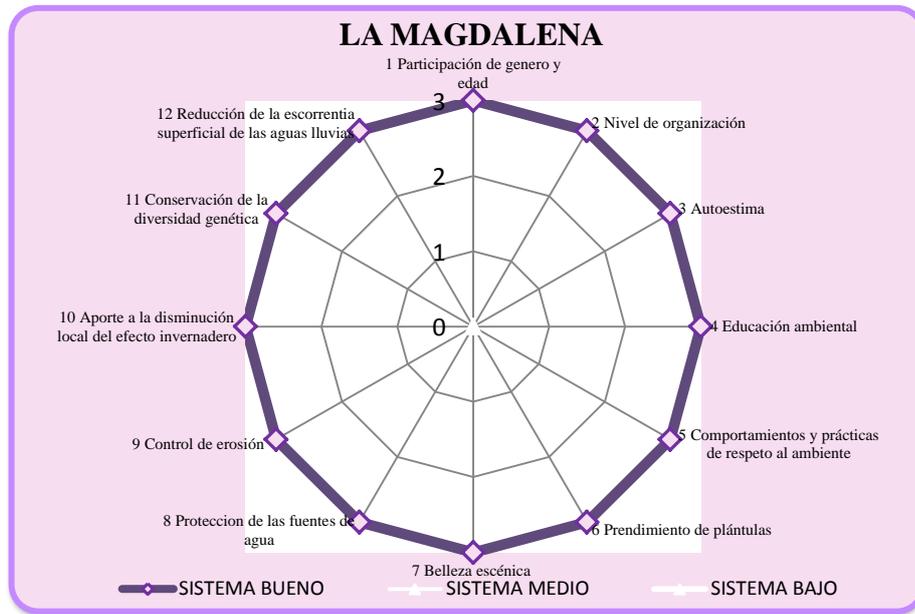


Gráfico 3. Indicadores sociales y ambientales de la fuente de agua La Magdalena
Elaboración: Las Autoras



Gráfico 4. Indicadores sociales y ambientales de la fuente de agua cascada de Taxopamba
Elaboración: Las Autoras



Gráfico 5. Indicadores sociales y ambientales de la fuente de agua San Francisco
Elaboración: Las Autoras

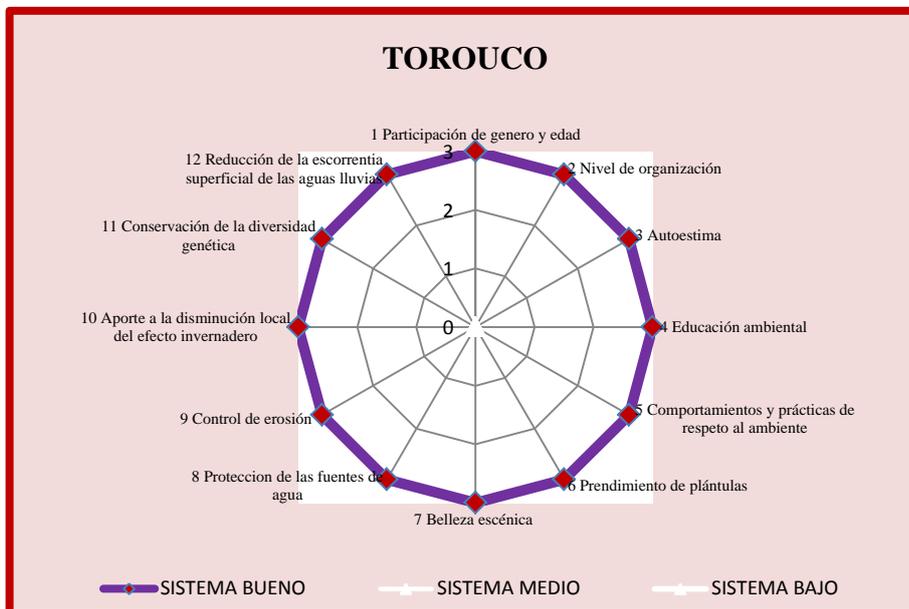


Gráfico 6. Indicadores sociales y ambientales de la fuente de agua Torouco
Elaboración: Las Autoras

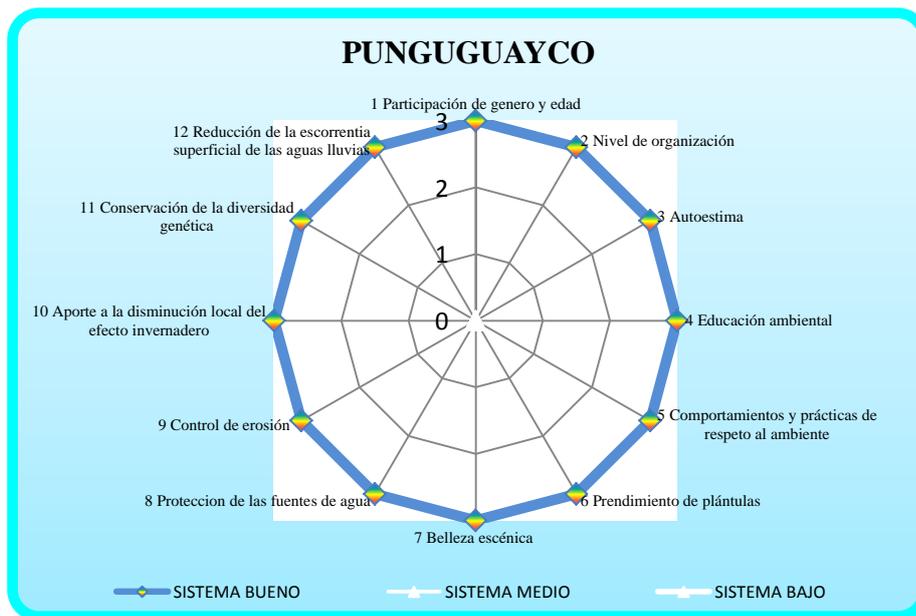


Gráfico 7. Indicadores sociales y ambientales de la fuente de agua Punguguayco
Elaboración: Las Autoras

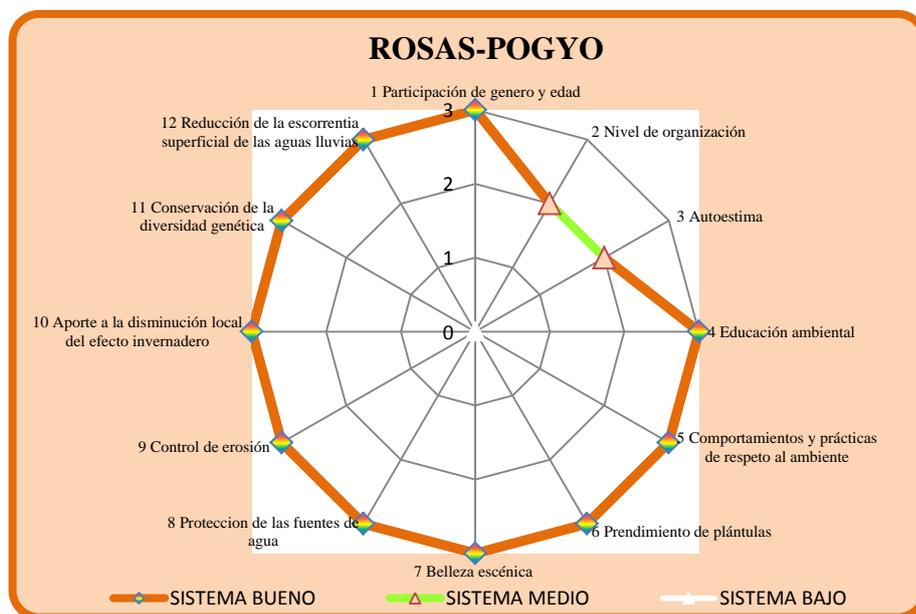


Gráfico 8. Indicadores sociales y ambientales de la fuente de agua Rosas-Pogyo
Elaboración: Las Autoras

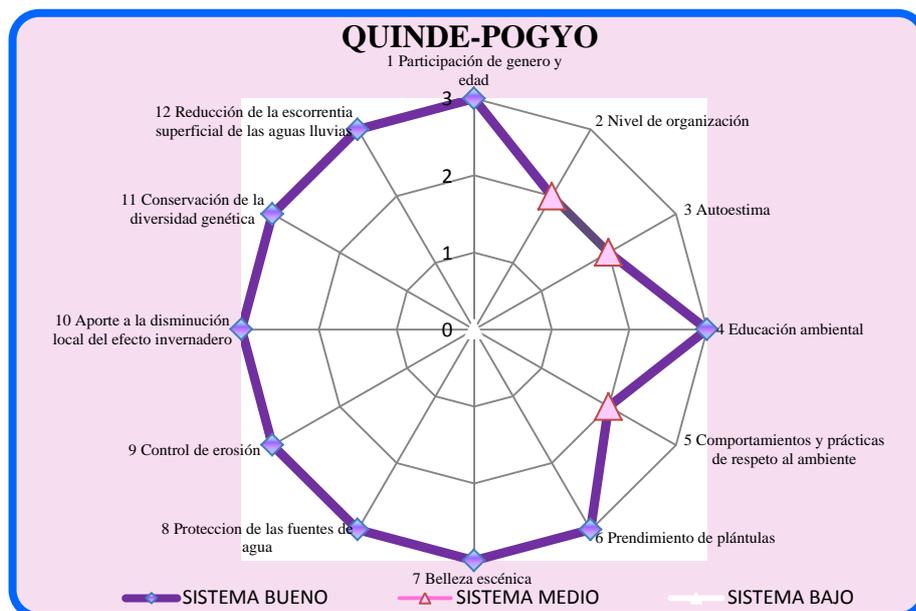


Gráfico 9. Indicadores sociales y ambientales de la fuente de agua Quinde-Pogyo
Elaboración: Las Autoras



Gráfico 10. Indicadores sociales y ambientales de la fuente de agua río El Tejar
Elaboración: Las Autoras

ANEXO 4

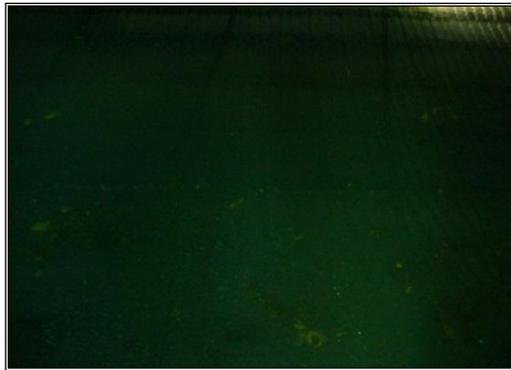
FOTOGRAFICO



Mojanda



Cascada de Taxopamba



Punyaro



La Magdalena



San Francisco



Torouco



Punguguayco



Río El Tejar



Quinde-Pogyo



Rosas-Pogyo

Fotografía 1. Identificación de las diez fuentes de agua



Fotografía 2. Colecta de muestras para el análisis físico-químico y microbiológicos de las fuentes de agua: a) Mojanda; b) San Francisco; c) Punguguayco



Fotografía 3. Análisis con el equipo portátil para la calidad del agua en el campo: a) San Francisco; b) Torouco; c) Río El Tejar; d) Mojanda; e) Punguguayco; f) Cascada de Taxopamba



Fotografía 4. Pre-minga de reforestación con la comunidad de Chuchuqui



Fotografía 5. Pre-minga de reforestación para la fuente de agua Quinde-Pogyo con las comunidades: San Luís de Agua Longo, Pinsaquí y Ángel Pamba



Fotografía 6. Pre-minga de reforestación con los trabajadores de la Jefatura de Gestión Ambiental del GAD Municipal de Otavalo



Fotografía 7. Monitoreo de los sitios reforestados: a) Quinde-Pogyo; b) Río El Tejar ;
c) San Francisco; d) Mojanda; e) Cascada de Taxopamba



Fotografía 8. Minga de reforestación en la fuente de agua del río El Tejar con la Unidad educativa Jaime Fernando Alomia



a



b



c

Fotografía 9. Minga de reforestación en la fuente de agua Mojanda con:
a) Asociación de Carpinteros; b) Banco ProCredit y c) Trabajadores de la Jefatura de Gestión Ambiental del GAD Municipal de Otavalo.



Fotografía 10. Minga de reforestación en las fuentes de agua:
a) Punguguayco; b) Torouco y c) San Francisco con la Junta de Agua y comunidad de Chuchuqui

a



b



Fotografía 11. Minga de reforestación en la fuente de agua Mojanda:
a) Cooperativa 8 de Septiembre b) Brigada de Educación Ambiental



Fotografía 12. Minga de reforestación en la fuente de agua La Magdalena con escuela Sarance



Fotografía 13. Minga de reforestación en la fuente de agua La Magdalena con la escuela Valle del Amanecer



Fotografía 14. Mingas de reforestación en las fuentes de agua
a) Rosas-Pogyo con la comunidad de Ángel Pamba b) Quinde-Pogyo con las comunidades: San Luís de Agua Longo y Pinsaquí; y Grupo Mecanizado Yaguachi



Fotografía 15. Minga de reforestación en la fuente de agua cascada de Taxopamba con la Brigada de Educación Ambiental



a



b



Fotografía 16. Talleres de capacitación del Plan de protección en la escuela Sarance:
a) Alumnos b) Padres de familia



Fotografía 17. Talleres de capacitación del Plan de protección Instituto Alfredo Pérez Guerrero



Fotografía 18. Talleres de capacitación en el campo: a) Escuela Valle del Amanecer comunidades: b) San Luís de Agua Longo, Pinsaquí; c) Ángel Pamba

a



a1



a2



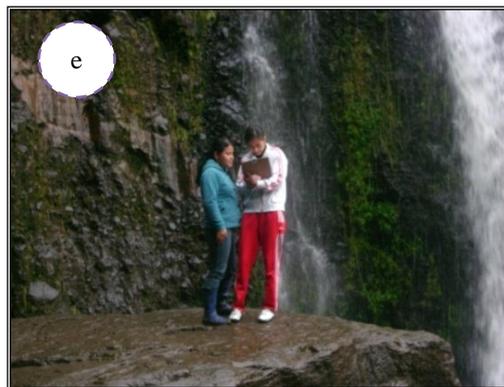
a3



b



Fotografía 19. Talleres de capacitación en temas ambientales estudiantes de la Brigada de Educación Ambiental: a) en la institución - a1) Áreas Protegidas, a2) control del ruido y a3) ahorro de agua; b) en el campo - Área protegida Cerro Blanco



Fotografía 20. Evaluación de indicadores ambientales en las fuentes de agua: a) San Francisco; b) Punguguayco; c) Quinde-Pogyo; d) Torouco; e) Cascada de Taxopamba y f) Rosas-Pogyo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

**ESCUELA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES
RENOVABLES**

**“PLAN DE PROTECCIÓN DE DIEZ FUENTES DE AGUA UTILIZANDO
ESPECIES NATIVAS EN EL CANTÓN OTAVALO, PROVINCIA DE
IMBABURA”**

AUTORAS: Estefanía Karla Haro Vaca
Ruth Viviana Ruiz Flores

DIRECTOR: Ing. Germánico Chacón

ASESORES: Ing. Fabián Burbano
Ing. Oscar Rosales
Blgo. Galo Pabón

AÑO: 2012

LUGAR DE INVESTIGACIÓN: Cantón Otavalo, provincia de Imbabura

BENEFICIARIOS:

PARROQUIAS	INSTITUCIONES
Urbano -San Luís -El Jordán	-Unidad Educativa Jaime Burbano A. -Instituto Alfredo Pérez Guerrero -Brigada de Educación Ambiental
Rural -Eugenio Espejo (Comunidad Chuchuqui) -San Juan de Ilumán (Comunidades: Ángel Pamba y San Luís de Agualongo)	-Banco ProCredit -Asociación de Carpinteros de Otavalo -Transportes 8 de septiembre -Trabajadores: GAD Municipal de Otavalo -Escuelas: Sarance y Valle del Amanecer

HOJA DE VIDA DE LA INVESTIGADORA



APELLIDOS: HARO VACA

NOMBRES: ESTEFANÍA KARLA

C. CIUDADANIA: 100381750-7

TELEFONO CONVENCIONAL: 062 915-881

TELEFONO CELULAR: 097861849

E-mail: stefyta28@yahoo.es

DIRECCION: Imbabura-Cotacachi-Quiroga, calles Vacas Galindo y María Auxiliadora

DEFENSA DE TESIS: 13 de julio del 2012

Municipio de Otavalo- Jefatura de Gestión Ambiental: 062 920-460 ext. 182

HOJA DE VIDA DE LA INVESTIGADORA



APELLIDOS: RUIZ FLORES

NOMBRES: RUTH VIVIANA

C. CIUDADANIA: 100347167-7

TELEFONO CONVENCIONAL: 062 916-599

TELEFONO CELULAR: 099319685

E-mail: rutcita_vivi@yahoo.com

DIRECCION: Imbabura-Cotacachi- Quiroga- Barrio la Victoria- Sector la Loma

DEFENSA DE TESIS: 13 de julio del 2012

Municipio de Otavalo- Jefatura de Gestión Ambiental: 062 920-460 ext. 182

PROBLEMA

Uno de los principales problemas es la introducción de especies exóticas debido a que están distantes a sus límites naturales, éstas pueden alterar el carácter ecológico, causando la muerte de animales, plantas y otros organismos por medio de enfermedades y plagas, otro inconveniente es la falta de interés de comunidades en la protección de las fuentes de agua, se da principalmente por los bajos niveles de educación, pobreza y porque los directivos no incentivan a la sociedad. Igualmente esta situación podría suceder por la falta de apoyo técnico y en muchos casos por la ausencia de políticas ambientales y generalmente por el desconocimiento de las comunidades en los derechos del Sumak kausay "buen vivir".

JUSTIFICACIÓN

Al restablecer e incrementar la cobertura arbórea con especies nativas, implica proteger los recursos naturales de gran importancia, principalmente el recurso agua, dando como prioridad en el mejoramiento de la calidad y cantidad del agua reconociendo que el agua es indispensable para la vida, como reconoce la Constitución de la República del Ecuador en el Art. 12, la utilización de especies nativas fue necesaria e importante, debido a que éstas se encuentran cercanas a los límites naturales, garantizando el equilibrio y funcionamiento del ecosistema, fue favorable el desarrollo de este trabajo porque permitió involucrar a personas de distintas edades y se incentivó en la conservación y protección de los recursos naturales.

OBJETIVOS

Objetivo General

Diseñar y ejecutar un Plan de Protección de diez fuentes de agua utilizando especies nativas en el cantón Otavalo.

Objetivos específicos

- Diagnosticar y delimitar, mediante la herramienta SIG, las áreas a proteger con especies nativas y realizar recorridos y giras de observación en el campo con los pobladores de las comunidades beneficiarias.
- Evaluar la calidad y cantidad del agua en varias fuentes hídricas y establecer una propuesta de monitoreo para los beneficiarios.
- Reforestar las áreas seleccionadas, con 40.000 plantas nativas.
- Socializar el Plan de Protección de varias fuentes de agua utilizando especies nativas y a la vez concientizar a los beneficiarios para alcanzar la sustentabilidad ambiental, económica y social.

METODOLOGÍA

Diagnóstico: para el componente biótico se realizó recorridos, giras de observación en el campo y se complementó con revisiones bibliográficas para el componente abiótico se realizaron mapas temáticos a escala 1:75:000 y para el componente social se aplicó el programa INEC: CVP Ecuador 2010. Para la evaluación de la calidad se realizó de 2 maneras: i) obtención de datos directos utilizando el pHmetro con ello se determinó cinco parámetros y ii) para el análisis en el laboratorio se colecto muestras en envases nuevos y etiquetados éstos fueron trasladados en una caja al laboratorio de del GAD municipal de Otavalo para la evaluación de diez parámetros, los datos obtenidos de i) y ii) fueron comparados y estos fueron similares por lo cual se aplicó la media aritmética y finalmente éstos se compararon con los límites permisibles del TULAS; para la cantidad del agua se realizó mediante tres procedimientos (método volumétrico, estudios existentes con caudalímetro y datos obtenidos por el presidente de la junta de agua), y

se elaboró una propuesta de monitoreo, para la reforestación lo primero que se realizó fue la selección de las plántulas para ello se consideró altitud, para la adquisición de las 82.000 plántulas, la Jefatura de Gestión Ambiental del GAD Municipal de Otavalo, realizó el proceso a través del Portal de Compras públicas esta adquisición fue adjudicada al Sr. Juan Alpusig propietario del vivero forestal "Belisario Quevedo", las pre mingas se realizaron un día antes de la plantación, se trasladaron las plántulas en camiones desde el vivero hasta los sitios más cercanos a cada fuente de agua. En la ejecución de las once mingas de reforestación se aplicaron los sistemas de plantación tresbolillos y marco real. Para la socialización y concienciación del plan de protección se desarrolló 2 tipos de talleres, en las instituciones se realizó únicamente de manera teórica y en el campo teórica y práctica, en los 2 tipos de talleres se realizó una evaluación oral esta consistió en realizar preguntas sobre el taller dictado. La evaluación con indicadores de sustentabilidad se adaptó a la metodología desarrollada por Masera, V. et al., (2000) del Marco de Evaluación de Recursos Naturales incorporando indicadores de sustentabilidad, para la evaluación de los indicadores sociales y ambientales, se tomó en cuenta la valoración: alta o buena (3), media o regular (2) y baja (1) y se procedió a calificar con un valor numérico de 1, 2 o 3 respectivamente. Análisis multivariado, se realizó cuatro grupo E1, E2, E3 y E4 debido a que se encontraron medianamente cerca y presentan características similares, para la codificación de los caracteres y la construcción de la matriz de datos se procedió a evaluar los caracteres ecológicos y estos datos se transformaron de cualitativos a cuantitativos y los valores numéricos se ingresaron a una hoja de Excel y estos al paquete STATISTICA V.5 y de esta manera se obtuvo el dendrograma de distancia Euklidiana siendo éste diferente a la similaridad.

MATERIALES

Campo: plántulas forestales, flexómetro de 50 m, botas de caucho, ponchos de agua, mochilas de asfalto, martillos, recipientes para muestras, palas de desfonde, azadones, azadillas, fundas de cáñamo, hoyadoras, libreta de campo, caja fría, baldés de 6 y 16 l, etiquetas,

Oficina: material de escritorio, recursos financieros, formulario de campo, retroproyector, trípticos, banner, software (ArcView 9.3), cartas topográficas a escala 1:50.000.

RESULTADOS

-Diagnóstico y delimitación: componente biótico: 69 especies florísticas y 37 faunísticas y el componente abiótico de acuerdo a los mapas temáticos las 10 fuentes de agua presentan diferentes tipos de pendientes desde planos hasta escarpados, los rangos de temperatura desde 6 hasta 22 °C, la precipitación de 750 a 1.000 mm, el tipo de suelo de orden Inceptisol, la cobertura vegetal de páramo y cultivo de ciclo corto, con diferentes zonas de vida (3) y las fuentes de agua son aptas 9 para la conservación y 1 para agricultura.

-En la cantidad del agua se obtuvo altos valores de caudales.

-En la calidad del agua se evaluó 10 parámetros: 8 físico-químicos y 2 microbiológicos.

-La propuesta de monitoreo contiene acciones y actividades fáciles de aplicar, ésta fue entregada a los líderes de las comunidades y a la Jefatura de Gestión Ambiental del GAD Municipal de Otavalo.

-Se protegieron de 10 fuentes de agua con 82.000 especies nativas.

-En la socialización y concientización del Plan de protección y en temas de educación ambiental participaron comunidades, instituciones educativas, públicas y privadas.

-Se evaluó indicadores de sustentabilidad: 5 sociales y 7 ambientales, estos permitieron conocer el progreso del proyecto.

-En el análisis multivariado con 14 caracteres ecológico de la EER, 9 fuentes de agua presentan características homogéneas en la mayoría de caracteres y una fuente de agua presentan mínimos caracteres similares.

CONCLUSIONES

1. En el diagnóstico de las áreas seleccionadas, a través del Sistema de Información Geográfica y salidas de campo, muestran que las fuentes de agua en estudio, poseen características óptimas de componentes bióticos por la diversidad y abióticos por su conservación-protección, excepto la fuente de agua del río El Tejar.
2. El análisis de la calidad del agua realizado con diez parámetros básicos refleja que nueve fuentes de agua (Mojanda, Punyaro, Magdalena, Cascada de Taxopamba, San Francisco, Torouco, Punguguyco, Rosas Pogyo Quinde Pogyo), se encuentran dentro de los límites permisibles para el criterio consumo humano, por lo tanto para los demás criterios como agricultura-riego, pecuario y prevención para la protección de flora y fauna se pueden usar y aprovechar sustentablemente. En el caso del río El Tejar únicamente está dentro de los límites permisibles para el criterio pecuario.
3. Según la evaluación de la cantidad del recurso hídrico, mediante el método volumétrico, estudios existentes con caudalímetro (2010) y datos obtenidos por la Junta de Agua (2011), nueve fuentes de agua presentan valores de caudales suficientes para abastecer y sustentar a la población actual de éstas, excepto la del río El Tejar que tiene otra finalidad.
4. Gracias a la decidida participación activa de 5.080 personas, se logró realizar 11 mingas de reforestación; su trabajo oportuno y dedicado fue fundamental para superar la meta propuesta de trasplantar 40.000 a 82.000 plántulas forestales nativas, dando un área protegida de alrededor de 91 hectáreas.
5. Se ejecutó 53 talleres con la participación de 2.779 personas, de los cuales fueron distribuidos: 17 talleres de socialización y concientización del plan de protección dirigidos a las instituciones y comunidades participantes y 36 talleres de capacitación en temas de educación ambiental que lleva el GAD Municipal de Otavalo a los estudiantes de la Brigada de Educación Ambiental 2011-2012: (9) en ahorro de agua, (9) en control de ruido, (9) en Áreas protegida y (9) en el Área protegida "Cerro Blanco".
6. La evaluación de indicadores sociales y ambientales permitió medir y analizar el progreso del proyecto: a corto plazo los logros obtenidos, los errores cometidos y los retos pendientes durante el proceso de ejecución, la mayoría de éstos obtuvieron sustentabilidad alta con el 90.55% y sustentabilidad media con el 9.45%, con ello garantiza que el proyecto fue sustentable.
7. El análisis multivariado permitió conocer la similaridad existente entre los grupos: **E1** (Mojanda, Punyaro, La Magdalena y la Cascada de Taxopamba), **E2** (San Francisco, Torouco y Punguguayco), **E3** (Rosas-Pogyo y Quinde-Pogyo), éstos presentan 78% de similaridad y el grupo **E4** (río El Tejar) el 18% de similaridad.

RECOMENDACIONES

1. Generar información a más detalle, manejando y utilizando la herramienta SIG para el componente abiótico (mapas temáticos) y salidas de campo para el biótico (flora-fauna), para conocer con certeza las características presentes en cada fuente de agua.
2. Complementar el análisis de la calidad de todos los parámetros físico-químicos y microbiológicos establecidos por el (TULAS) para el criterio consumo humano, para conocer con exactitud los parámetros que se encuentran dentro y fuera de los límites permisibles y tomar medidas preventivas y correctivas.
3. Monitorear el caudal del agua, poniendo en práctica las acciones y actividades establecidas para la cantidad del recurso hídrico.
4. Motivar e involucrar principalmente a los actores directos representantes de cabildos, presidentes o autoridades y a los participantes, para que ellos sientan y se apoderen de los proyectos en ejecución, para lograr y superar las metas propuestas, pese a dificultades internas o externas.
5. Realizar talleres de socialización y concienciación en proyectos de ejecución, con el fin de que conozcan las ventajas y desventajas como también apliquen lo aprendido; en las comunidades el técnico debe conocer y entender conceptos básicos de kichwa, debido a que los mayores no entienden bien el castellano o no les gusta expresarse mediante este idioma.
6. Utilizar indicadores de sustentabilidad que se adapten a la realidad que sean claros, concretos y específicos, medibles fácilmente y a bajo costo; para conocer los retos pendientes se sugiere llegar a acuerdos con gobiernos seccionales y comunidades beneficiadas para que estos sean los responsables de llevar a cabo los seguimientos de los trabajos realizados.
7. Utilizar el paquete estadístico STATISTICA V.5., para conocer la situación actual de la similaridad entre las agrupaciones E1, E2 y E3 y con ello saber si en el transcurso del tiempo siguen constantes o han cambiado y para el grupo E4 saber si posee mejores características o se mantiene.

BIBLIOGRAFÍA

1. ACOSTA SOLÍS, M. 1971. Los bosques del Ecuador y en su reserva energética.
2. AÑAZCO, M. 1996. El aliso. *Alnus acuminata*. Proyecto de Desarrollo Forestal Campesino en los Andes del Ecuador. Quito-Ecuador.
3. BRANDBYGE, J. 1992. Reforestación de los Andes Ecuatorianos con Especies Nativas. Primera edición, Quito-Ecuador, CESA.
4. CAÑADAS, L. 1983 El Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador MAG-PRONAREG. Quito
5. CARRERE, R. 1997. Deforestación y Monocultivos en el Ecuador. Quito, EC.
6. CARLSON, P.J. 1985. El aliso (*Allnus jorullensis*) para sistemas agroforestales en la sierra del Perú. Tarma, Perú, Jornadas agrícolas en la sierra peruana.

7. CAVELIER, J. 1991. El ciclo del agua en los bosques montanos. Cap 4. Pp. 69-83 En: Uribe, C. (Ed.). Bosques de Niebla de Colombia. Banco de Occidente. Bogotá.
8. CESA, 1992. Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas.
9. CHAPMAN, G.W. y T.G. ALLAN. 1978. Técnicas de establecimiento de plantaciones forestales, Roma, colección FAO: Montes.
10. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR, 2008.
11. CÓDIGO ORGÁNICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL, AUTONOMÍA Y DESCENTRALIZACIÓN, 2010.
12. FASSBENDER, H. 1978. Agroforestería; Establecimiento de plantaciones. CAMAREN, Quito –Ecuador.
13. FLINTA, C.M. 1980. Prácticas de plantaciones forestales en América Latina. Roma FAO: Cuaderno de fomento forestal N 15.
14. GALLOWAY, G. 1986. Guía sobre la Repoblación Forestal en la Sierra Ecuatoriana. Primera Edición, Ecuador, Mayo.
15. GARRIDO, F. y VITA, A. 1977. El efecto de la preparación d suelo sobre la mortalidad y el crecimiento del eucalipto común. Chile, Facultad de ciencias forestales, Universidad de Chile.
16. GUERRERO, O. 1995. Análisis de la situación del desarrollo forestal sostenido en el grupo andino. Memoria del seminario del Desarrollo Sustentable de la Industria. Forestal en el Grupo de los Países Andinos. Quito. INEFAN/ITTO.
17. HOFSTEDE, R. 2003. Los Páramos del Mundo, Ecociencia, Quito-Ecuador.
18. HOFSTEDE, R. LIPS, J. JONGSMA, W. 1998. Geografía, Ecología y Forestación de la sierra alta del Ecuador. Quito. Abya – Yala. 242p
19. HOLM-NIELSEN et., al. 1987. Reforestación de los Andes Ecuatorianos con Especies Nativas. Quito, 118.
20. JARAMILLO, A. 2011. Manual de manejo de flora.Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador.
21. KENNY–JORDÁN, CB. 1985. Desarrollo rural: Un mundo nuevo para los ingenieros forestales, un reto para los Ingenieros forestales, Lima Proyecto FAO/Holanda/INDOR. Documento de trabajo.
22. LAUER, W. 1979 "La posición de los páramos en la estructura del paisaje de los Andes tropicales". En: El medio ambiente páramo, M. L. Salgado-Laboriau, editor, págs. 29-45. Mérida, Venezuela, Centro de Estudios Avanzados y UNESCO.

23. LOJAN, L. 1977. Curso de Dasometría. Dep. De Publicaciones, Facultad de Ciencias Agronómicas, Escuela de Ingeniería Forestal, Loja-Ecuador.
24. MUÑOZ, V. 2004. Determinación de métodos para producción de mortiño, con fines de propagación y producción comercial. Quito- Ecuador. consultado en: www.03/02/2012
25. NORMA TÉCNICA 2004. Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS), disponible en:
26. www.miliarium.com/Paginas/Leyes/Internacional/Ecuador/General/TextoUnificado/LibroNI,AnexoI.doc.
27. OYHANTÇABAL, G. 2010. Evaluación de la sustentabilidad de la producción familiar de cerdos a campo: un estudio de seis casos en la zona sur del Uruguay.
28. PRETELL, J. 1982. Tipos y preparación de hoyos y formación de capataces forestales. Cajamarca, CICAFOR.
29. PROYECTO GRAN SUMACO, RED AGROFORESTAL ECUATORIANA E INEFAN. 1997. Manual de agroforestería para el desarrollo sustentable. Segunda edición. Quito – Ecuador.
30. RIDEOUT, R. 1978. Planting landscape trees. St. Minnesota, agricultural extension service, University of Minnesota.
31. SÁNCHEZ, J. CAMPOVERDE, O. 2005. Recuperar la cobertura vegetal con especies nativas en las microcuencas y vertientes es generar cantidad y calidad de agua para las presentes y futuras generaciones, Loja-Ecuador.
32. SÁNCHEZ J; CAMPOVERDE O. 2005. Lecciones del Reforestador
33. SÁNCHEZ GOMES, J. y GILLIS M. 1982. Los árboles, el bosque y los campesinos. Cajamarca, CICAFOR.
34. SARMIENTO, F. 1986. Diccionario Ecológico Energético Ecuatoriano, Ediciones culturales, UNP, Quito-Ecuador.
35. SPIER, H.P. y BIEDERBICK, C. 1980. Árboles y leñosas para reforestar las tierras altas de la región interandina del Ecuador, Ambato, cuaderno de capacitación popular.
36. SUÁREZ, S., CONEJO, R. Y COLABORADORES. 2009. Inventario de Flora y Fauna del Taita Imbabura. Municipios de Otavalo y Antonio Ante.
37. TOBÓN, C. 2009. Los bosques andinos y sus ciclo hidrológico, Quito –Ecuador.
38. VAN DAM, C.E. y A. HERRERA. 1985. Proyecto comunal de reforestación; Lineamientos metodológicos para su formulación. Lima, Proyecto FAO/Holanda/INFOR.
41. **YAGUACHE, R. y CARRIÓN, R.** 2000. Agroforestería; Establecimiento de plantaciones. CAMAREN, Quito –Ecuador

RESUMEN

En el presente estudio se ejecutó la protección de diez fuentes de agua con especies nativas, éste fue financiado por: Gobierno Autónomo descentralizado (GAD) Municipal de Otavalo y las comunidades e instituciones educativas, públicas y privadas con la mano de obra. El diagnóstico biofísico se realizó con la herramienta SIG (componente abiótico: mapas temáticos a escala 1:75.000); con información recopilada y salidas de campo (componente biótico: flora y fauna) esto permitió conocer que las diez fuentes de agua poseen características excepcionales y óptimas por su diversidad, conservación y protección; y con el programa INEC del Censo de Población y Vivienda-CPV 2010 (componente social). Además se efectuó la evaluación de la cantidad de agua con mediciones de caudal (método volumétrico, estudios existentes y datos obtenidos por las Juntas de Agua de las comunidades) y la calidad de agua contiene el análisis físico-químico y microbiológico de diez parámetros básicos, de esta manera reflejando sus características y determinando posibilidades de uso según los criterios de la calidad de agua. En la reforestación se superó la meta propuesta de 40.000 plántulas a 82.000, se seleccionó 7 especies nativas (aliso, yagual, sacha capulí, laurel de cera, pumamaqui, quishuar y mortiño) y se realizó el contrato y adquisición de plántulas del vivero forestal "Belisario Quevedo" de la ciudad de Latacunga. Las plántulas se transportaron del vivero al cantón, luego el transporte desde el cantón al sitio más cercano y accesible para ello se desarrolló una pre- minga un día antes de la reforestación con los líderes de las instituciones y comunidades respectivamente, al día siguiente se ejecutó la reforestación en cada una de las diez fuentes de agua (Mojanda, Punyaro, cascada de Taxopamba, La Magdalena, San Francisco, Torourco, Punguguayco, Quinde-Pogyo, Rosas-Pogyo y río El Tejar). Después de 2, 3, 4 y 8 meses se realizó el monitoreo para la evaluación de 12 indicadores de sustentabilidad: 5 sociales y 7 ambientales, cada uno de éstos tiene una valoración: buena (3), media (2) y baja(1) de acuerdo a las condiciones se da la calificación, en los indicadores sociales se obtuvo el 84.00% sustentabilidad buena y 16.00% sustentabilidad media dando un total del 100% y los indicadores ambientales 97.10% sustentabilidad buena y 2.90% sustentabilidad media con los resultados se realizó los gráficos de cada indicador. El plan de protección se complementó con la socialización y concienciación, para ello se ejecutaron 17 talleres visuales y didácticos (15 en las instituciones y 2 en el campo) dirigidos a 2.284 participantes de las instituciones y comunidades, y 36 talleres en temas de educación ambiental que lleva el GAD Municipal de Otavalo: (18 en el Centro Intercultural Comunitario "Colibrí, 9 en la Casa de la Juventud y 9 en el Área protegida Cerro Blanco) éstos fueron dirigidos a 2.779 estudiantes de la Brigada de Educación Ambiental 2011-2012. Y finalmente se realizó el análisis estadístico (análisis multivariado), las diez fuentes de agua fueron unidas en cuatro grupos por la razón de encontrarse medianamente cercanas: grupo E1 (Mojanda, Punyaro, Magdalena y la Cascada de Taxopamba), E2 (San Francisco, Torouco y Punguguayco) y E3 (Rosas Pogyo y Quinde Pogyo) obtienen 78% de similaridad, debido a que poseen iguales características de la mayoría de caracteres, mientras que el grupo E4 correspondiente al río El Tejar presenta 18% de similaridad, por la razón de no poseer características similares a los otros grupos.

SUMMARY

In the present study, which was funded by the Gobierno Autónomo descentralizado (GAD) Municipal de Otavalo with physical labor provided by public and private community organizations and educational institutions, the protection of ten water sources was carried out with the use of native plant species. The biophysical diagnostic was performed with the SIG tool (abiotic component: thematic maps at scale 1:75.000), as well as with data collection and fieldwork (biotic component: flora and fauna)—which demonstrated the ten water sources to have optimal characteristics relating to diversity, conservation, and

protection—and with the Censo de Población y Vivienda-CPV 2010's program INEC (social component). Further, the quantity of water was evaluated with measurements of water flow (volumetric method, existing studies, and data obtained from the Juntas de Agua of the communities). Water quality was obtained by a physical-chemical analysis and a basic ten parameter microbiological evaluation, which revealed its basic characteristics and determined its suitable uses according to water quality. In the preservation and reforestation project, the planting of 82.000 specimens surpassed the original proposal of 40.000 plants; seven native species (alder, yagual, sacha cherry tree, wax laurel, pumamaqui, quishuar and blueberry) were selected for the projected. The plants were acquired from the nursery Belisario Quevedo, located in Latacunga. The plants were transported from the nursery to the project region, and from there to the closest, most accessible site for a pre-work party a day before the planting, attended by leaders from educational and community organizations. The following day reforestation was carried out at each of the ten water sources (Mojando, Punyaro, Cascada de Taxopamba, La Magdalena, San Fransisco, Torourco, Punguguayco, Quine-Pogyo, Rosas-Pogyo and river El Tejar). At two, three, four, and eight months after planting, field monitoring was completed in order to evaluate 12 indicators of sustainability: five social and seven environmental, each one with a rating of good (3), average (2), and low (1) according to the conditions of the given qualification. In the social indicators, 84% "good" sustainability was and 16% "average" sustainability was obtained, giving a total value of 100%. In the environmental indicators, 97.10% "good" sustainability and 2.90% "average" sustainability were obtained. These results were used to create graphs of each indicator. The environmental protection plan was supplemented with socialization and awareness raising projects. For this aim, 17 workshops (15 in institutions and two in the communities) were carried out for 2.284 participants from the schools and communities. Additionally, 36 workshops on environmental education (18 en el Centro Intercultural Comunitario "Colobri", nine in the Casa de la Juventud, and nine in the protected area Cerro Blanco) put on by the GAD Municipal de Otavalo were performed for 2.779 students of the Environmental Education Brigade 2011-2012. Finally, a statistical analysis (multivariate analysis) was performed. The ten water sources were placed in four groups, based on location. Group E1 (Mojanda, Punyaro, Magdalena and the Cascada de Taxopamba), group E2 (San Francisco, Torouco and Punguguayco), and group E3 (Rosas Pogyo and Quinde Pogyo) returned 78% similarity, as they display similar characteristics in the majority of areas, while group E4, representing the river El Tejar, returned 18% similarity, as it does not have similar characteristics to the other groups.