

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

Trabajo de fin de carrera titulado:

**“INDICADORES DE LA GESTION AMBIENTAL EN LAS
MICROCUENCAS APORTANTES A LOS SISTEMAS DE AGUA
POTABLE ADMINISTRADOS POR LA EPMAPS”**

Realizado por:

AMPARITO GUADALUPE FLORES RON

Director del proyecto:

MSc. FABIO VILLALBA

Como requisito para la obtención del título de:

MAGISTER EN GESTION AMBIENTAL EN LA INDUSTRIA

Quito, 10 de Julio de 2014

DECLARACION JURAMENTADA

Yo, AMPARITO GUADALUPE FLORES RON, con cédula de identidad # 170587187-7, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



Amparito Guadalupe Flores Ron

C.C.: 170587187-7

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**“INDICADORES DE LA GESTION AMBIENTAL EN LAS MICROCUENCAS
APORTANTES A LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE ADMINISTRADOS POR
LA EPMAPS”**

Realizado por:

AMPARITO GUADALUPE FLORES RON

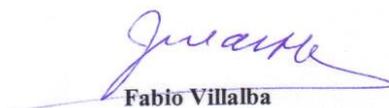
como Requisito para la Obtención del Título de:

MAGISTER EN GESTION AMBIENTAL EN LA INDUSTRIA

ha sido dirigido por el profesor

FABIO VILLALBA

quien considera que constituye un trabajo original de su autor



Fabio Villalba

DIRECTOR

LOS PROFESORES INFORMANTES

Los Profesores Informantes:

KATTY CORAL

KARLA LAVANDA

Después de revisar el trabajo presentado,
lo han calificado como apto para su defensa oral ante
el tribunal examinador



Katty Coral



Karla Lavanda

Quito, 8 de Julio de 2014

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de investigación a José, Camila y Luciano, amores de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Al profesor Fabio Villalba por su acertada dirección, su profesionalismo y entrega que fueron determinantes a la hora de conformar el presente documento de tesis.

A las profesoras Katty Coral y Karla Lavanda, quienes con sus lecturas aportaron una visión diferente e integradora de mi investigación.

A Juan Carlos Romero, Ex – Gerente de Ambiente, Seguridad y Responsabilidad de la EPMAPS

A Homero Castanier, Jefe de Gestión Ambiental Empresarial de la EPMAPS.

A la Universidad Internacional SEK, por su contribución al desarrollo nacional con la formación de profesionales íntegros.

Tabla de Contenido

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	El Problema de Investigación.....	1
1.1.1	Planteamiento del problema.....	1
1.1.2	Formulación del Problema.....	5
1.1.3	Sistematización del Problema.....	5
1.1.4	Objetivo General.....	6
1.1.5	Objetivos Específicos.....	6
1.1.6	Justificaciones.....	7
1.2	Marco Teórico.....	8
1.2.1	Estado actual del conocimiento sobre el tema.....	8
1.2.2	Adopción de una perspectiva teórica.....	38
1.2.3	Marco Conceptual.....	41
1.2.4	Hipótesis.....	43
1.2.5	Identificación y Caracterización de las Variables.....	43
2	MÉTODO	45
2.1	Tipo de estudio.....	45
2.2	Modalidad de investigación.....	45
2.3	Método.....	46
2.4	Población y Muestra.....	47
2.5	Selección de instrumentos de Investigación.....	47
2.6	Validez y Confiabilidad de los Instrumentos.....	48
2.7	Operacionalización de variables.....	48
2.8	Procesamiento de Datos.....	49
3	RESULTADOS	50
3.1	Levantamiento de datos / información.....	50
3.1.1	Gestión del Agua en El Distrito Metropolitano de Quito.....	50
3.2	Presentación y análisis de resultados.....	197
3.2.1	Síntesis de los problemas, causas y efectos ambientales comunes en las microcuencas de captación de los principales sistemas de agua potable para Quito.....	198

3.2.2	Identificación de macrovectores comunes en las microcuencas de captación de agua para Quito y sus impactos ambientales	215
3.2.3	Estructura del Plan de Gestión Ambiental Integrado de las Microcuencas de captación de agua para Quito (PGAI MAPQ)	231
3.3	Aplicación práctica.....	323
3.3.1	Sistematización de los Indicadores de Gestión Ambiental en las Microcuencas de Captación de los principales Sistemas de Agua Potable de la EPMAPS.....	323
3.3.2	Alcance y limitaciones del SIA EPMAPS	324
3.3.3	Ventajas y beneficios del SIA EPMAPS	327
3.3.4	Identificación de grupos de indicadores, y usuarios	329
3.3.5	Administración del Sistema de Indicadores.....	330
3.3.6	Difusión de los indicadores.....	332
4	DISCUSIÓN	333
4.1	Conclusiones	333
4.2	Recomendaciones.....	339
	Trabajos citados	342
	Anexo.....	348

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.-Ejemplos de indicadores para asuntos ambientales relevantes.....	17
Tabla 2. Ejemplo de indicadores por tema (Comisión de Desarrollo Sostenible).....	27
Tabla 3.-Ejemplo de Indicadores de Desarrollo Sostenible en México.....	31
Tabla 4.-Ejemplo PEIR en el marco de la calidad del agua.....	32
Tabla 5.-Ejemplo de Ficha con el contenido básico que define un indicador	34
Tabla 6.- Preceptos en torno al recurso hídrico	62
Tabla 7.-Lineamientos de la Política Ambiental Nacional y estrategias para su cumplimiento.	68
Tabla 8.- Proyectos formulados para el cumplimiento de los objetivos estratégicos	71
Tabla 9.-Índices de Cobertura de agua potable y alcantarillado.....	77
Tabla 10.-Programas para el cumplimiento del objetivo estratégico 1	80
Tabla 11.-Programas para el cumplimiento de objetivo estratégico relacionado al sistema metropolitano de protección ecológica	84
Tabla 12.-Población y densidad máxima calculada de acuerdo a la normativa del PUOS, 2008. Por uso principal del suelo	95
Tabla 13.-Población y densidad máxima calculada de acuerdo a la normativa del PUOS, 2008. Por zonas administrativas municipales	98
Tabla 14.-Proyecciones Demográficas para el DMQ	100
Tabla 15.-Tasas de crecimiento DMQ	100
Tabla 16.-Proyección Demográfica Alta. Distribución de la Población por Parroquias 2010- 2040.....	102
Tabla 17.-Proyección Demográfica Alta. Densidades por Parroquias 2010-2040	103
Tabla 18.- Proyección Demográfica Alta 2010 - 2040. Población por Sistemas de Distribución de Agua Potable en la Zona Urbana de Quito.....	109
Tabla 19.- Proyección Demográfica Alta 2010 - 2040. Población por Sistemas de Distribución de Agua Potable en la Zona Urbana de Quito.....	110

Tabla 20.- Objetivos y sus políticas del PNVB que contempla la EPMAPS en su modelo de gestión	113
Tabla 21.- Perspectivas y objetivos estratégicos de la EPMAPS a los que contribuye la gestión del agua en las microcuencas aportantes	117
Tabla 22.- Indicadores Estratégicos existentes para medir el objetivo estratégico 2.....	126
Tabla 23.- Indicadores Estratégicos existentes para medir el objetivo estratégico 15.....	127
Tabla 24.- Caudales de las fuentes del Sistema Atacazo	130
Tabla 25.- Caudales Promedio de las fuentes del Sistema Lloa	130
Table 26.- Caudales Promedio de las fuentes del Sistema Pichincha.....	131
Tabla 27.- Caudales de las fuentes del Sistema Noroccidente.....	133
Tabla 28.- Caudales de la fuente del Sistema Pita	135
Tabla 29.- Caudales de agua cruda, tratada y de procesos de Puengasí, promedios 2007 – 2008.....	137
Tabla 30.- Caudales adjudicados por el CNRH concesión, Sistema Papallacta	139
Table 31.- Caudales agua cruda Papallacta I – Bombeo.....	139
Tabla 32.- Caudales adjudicados por el CNRH concesión, Optimización Ramal Norte.....	140
Tabla 33.- Caudales agua cruda optimización Papallacta.....	141
Tabla 34.- Datos Técnicos Represa Salve Faccha	142
Tabla 35.- Datos técnicos del dique Sucus	144
Tabla 36.- Datos Técnicos Represa Mogotes	144
Tabla 37.- Volúmenes de producción Planta Bellavista	145
Tabla 38.- Caudales de las fuentes del Sistema La Mica.....	147
Tabla 39.- Datos Técnicos de la represa La Mica.....	148
Tabla 40.- Síntesis de los componentes de los principales sistemas de agua potable del DMQ	150
Tabla 41.- Leyenda de la cobertura vegetal encontrada en Atacazo.....	155

Tabla 42.- Leyenda de la cobertura vegetal encontrada en LLoa-Pichincha.....	157
Tabla 43.- Leyenda de la cobertura vegetal encontrada en Pugnahua-Chimborazo.....	158
Tabla 44.- Calidad de agua cruda al ingreso de las plantas Placer y Toctiuco	164
Tabla 45.- Calidad de agua cruda de las microcuencas del Sistema Noroccidente	174
Tabla 46.- Áreas protegidas relacionadas con la microcuenca del río Pita	178
Tabla 47.- Tipos de hidrozonas en la microcuenca del Pita	179
Tabla 48.- Resumen de caudales concesionados aguas arriba de la bocatoma del sistema Pita	181
Tabla 49.- La calidad del agua cruda en el Sistema Pita (entrada a la Planta Puengasí).....	182
Tabla 50.- Porcentaje del área de la cuenca ocupado por tipo de vegetación.....	186
Tabla 51.- Caudales promedios anuales que ingresan a los embalses del sistema Papallacta (m ³ /s).....	186
Tabla 52.- Calidad del agua cruda tomada al ingreso de la planta de Bellavista.....	191
Tabla 53.- principales problemas causas y efectos ambientales existentes en las microcuencas aportantes al Sistema Noroccidente	198
Tabla 54.- Síntesis de los principales problemas causas y efectos ambientales existentes en las microcuencas aportantes al Sistema Centro Occidente	202
Tabla 55.- Síntesis de los principales problemas causas y efectos ambientales existentes en las microcuencas aportantes al Sistema Pita	204
Tabla 56.- Síntesis de los principales problemas causas y efectos ambientales existentes en las microcuencas aportantes al Sistema Pita	208
Tabla 57.- Síntesis de los principales problemas causas y efectos existentes en las microcuencas aportantes al Sistema La Mica	212
Tabla 58.- Sistematización General de los Macrovectores, Problemas, Efectos e Impactos Ambientales de las Zonas Aportantes a los principales sistemas de Agua Potable para Quito	223
Tabla 59.- Correlación Macro vectores vs Estructura Programática	231

Tabla 60.- Indicadores de Gestión Ambiental en las microcuencas aportantes a los principales Sistemas de Agua Potable de la EPMAPS.....	264
Tabla 61.- Ficha Metodológica del Indicador de gestión ambiental de las microcuencas de captación de los principales sistemas de agua potable de la EPMAPS	268
Tabla 62.- Funciones de los subíndices (I) y ponderaciones de los parámetros (W) para el Cálculo Del ICA Dinius(1987)	307
Tabla 63.- Objetivos, políticas y estrategias de los componentes de la Gestión de la EPMAPS, que se pueden verificar con el SIA EPMAPS.....	331

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.-Modelo Presión – Estado - Respuesta.....	28
Figura 2.- Modelo Fuerzas motrices – Presión – Estado- Impacto- Respuesta	29
Figura 3.-Mapa de Elementos estructurantes para la integración regional del DMQ- PANE.	88
Figura 4.- Mapa de Uso del Suelo Actual, 2008.....	97
Figura 5.-Mapa de Proyección Demográfica Alta. Densidades de Población por Parroquias 2010.....	104
Figura 6.-Mapa de Proyección Demográfica Alta. Densidades de Población por Parroquias 2040.....	105
Figura 7.-Mapa de Sistemas de Distribución de Agua Potable en la Zona Urbana De Quito	107
Figura 8.-Mapa de Sectores (zonas) de Agua potable en el Área Urbana de Quito	108
Figura 9.-Componentes de Gestión de la EPMAPS	112
Figura 10.- Procesos de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento	118
Figura 11.- Modelo general de Macro Procesos EPMAPS.....	119
Figura 12.- Estructura general de los procesos de Gestión de Agua Potable	121
Figura 13.- Estructura general de los subprocesos de Gestión de Recursos Hídricos	122
Figure 14.- Estructura general del subproceso Gestión de recursos hídricos superficiales ...	123
Figura 15.- Mapa del objetivo estratégico No. 2	125
Figure 16.- Mapa del objetivo estratégico No. 3	126
Figura 17.- Mapa del objetivo estratégico No. 15	127
Figura 18.- Fotografía de la Captación del Sistema Pita	136
Figura 19.- Componentes del Sistema Optimización Papallacta	142
Figura 20.- Fotografía de la presa Salve Faccha.....	143
Figura 21.- Fotografía de la presa La Mica.....	146
Figura 22.- Fotografía de la Planta El Troje	149
Figura 23.- Esquema General del Sistema de Agua Potable Quito	152
Figura 24.- Mapa de Ubicación de las microcuencas aportantes al Sistema Centro Occidente	154
Figura 25.- Fotografía que muestra pastos en asocio con matorral	155
Figura 26.- Fotografía que muestra bosques cultivados de pino y eucalipto.....	156
Figura 27.- Mapa de Microcuencas y caudales del Sistema Noroccidente	166
Figura 28.- Zona de recepción del Río Mindo.....	168
Figura 29.- Zonas de pastoreo y cultivos en la microcuenca del río Alambi.....	169

Figura 30.- Deslizamientos puntuales en la zona de las microcuencas Noroccidente.....	173
Figura 31.- Mapa de la Cuenca Hidrográfica del Pita	176
Figura 32.- Mapa de las Microcuencas Sistema Papallacta Integrado.....	185
Figura 33.- Estado trófico de los embalses Salve Faccha, Mogotes y Sucus, en el sistema de distribución probabilístico	188
Figura 34.- Mapa de las Microcuencas de captación del Sistema La Mica.....	195
Figura 35.- Distribución de la tenencia de la tierra en las microcuencas del Sistema la Mica	197
Figura 36.- Mapa de cobertura actual del suelo en las microcuencas del Sistema Noroccidente	201
Figura 37.- Ejemplo del análisis gráfico de un indicador	321
Figura 38.- Ejemplo del análisis gráfico de un indicador	322

RESUMEN

El presente trabajo presenta una síntesis de la exploración a través de los diferentes elementos de la Gestión Ambiental en torno al aprovechamiento sostenible del recurso agua en el Distrito Metropolitano de Quito, DMQ, como son el marco legal, la institucionalidad, las políticas y la planificación. Resume las principales características de los sistemas de agua potable para Quito: Papallacta, La Mica, Pita, Centro y Noroccidente, así como de sus microcuencas de captación incluyendo sus problemas ambientales y sus causas. Finalmente, propone un conjunto estructurado de Indicadores Ambientales para la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento EPMAPS, administradora de dichos sistemas. Al ser los indicadores variables que resumen o de alguna manera simplifican información importante, vuelven visibles o perceptibles fenómenos de interés, y cuantifican, miden y comunican información relevante, permitirán a la EPMAPS sintetizar y agregar tanto la información existente como la que se generará a futuro en las microcuencas de los referidos sistemas tras la implementación de sus planes de manejo y los diferentes programas de monitoreo que mantiene, de tal manera que pueda evaluar en el mediano y largo plazos, los cambios positivos y negativos en las variables ambientales de los ecosistemas oferentes de la materia prima a los citados sistemas de agua potable, y esa información sea usada para la toma de decisiones oportunas, así como para su difusión a la comunidad.

Palabras claves: indicadores ambientales, variables, evaluación, ecosistemas, agua.

SUMMARY

This investigation presents a summary of the exploration through the different elements of the Environmental Management on sustainable utilization of the water resource in the Metropolitan District of Quito, MDQ, such as the legal framework, institutionalality, policies and planning. It summarizes the main characteristics of the drinking water systems for Quito: Papallacta, La Mica, Pita, Center and Northwest, as well as its micro catchment basins including its environmental problems and their causes. Finally, it proposes a structured set of Environmental Indicators for the Metropolitan State Company for Drinking Water and Sanitation EPMAPS, which manages such systems. Being the indicators variables which summarize or somehow simplify important information, phenomena of interest become more visible or perceptible, and quantify, measure and communicate relevant information, they will enable EPMAPS to synthesize and add existing information as well as the one which will be generated in the future by the mentioned above systems' watersheds after the implementation of their management plans and various monitoring programs maintained so as to assess in the medium and long term, the positive and negative changes in the environmental variables of the ecosystems which supply the raw material to said drinking water systems, and that information is to be used for timely decision making and community outreach.

Key words: Environmental indicators, variables, evaluation, ecosystems, water

CAPÍTULO I

1 INTRODUCCIÓN

1.1 El Problema de Investigación

1.1.1 Planteamiento del problema

En el Ecuador en general, existe un escaso reconocimiento y manejo de la información ambiental. Este hecho, junto con los limitados presupuestos nacionales, impide que muchas instituciones dediquen recursos suficientes a actividades relacionadas con la recopilación de datos y la formulación de indicadores como instrumentos de control y evaluación de su gestión. Aún en países donde se reconoce la importancia de contar con información ambiental, todavía es un desafío mantener el nivel requerido de interés y de fondos para recopilar datos primarios, establecer indicadores que faciliten la vigilancia de las tendencias ambientales y del desarrollo sostenible. La labor de recopilar datos y elaborar indicadores está dirigida frecuentemente a propósitos puntuales, vinculados con iniciativas temporales y objetivos limitados que conducen a la aplicación de diferentes metodologías. Bajo tales circunstancias, ha sido difícil establecer un punto de referencia para la formulación de indicadores que permitan el control programas de gestión ambiental. Para el caso de la

Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento, EPMAPS, en cambio, cuenta con una buena cantidad de información ambiental, producto de diferentes estudios realizados con diferentes fines antes y durante la operación de sus sistemas de agua potable, como es el caso último de los planes de gestión ambiental de las microcuencas aportantes a los principales sistemas de agua potable para Quito, sin embargo, dicha información, no ha sido sintetizada, sigue dispersa, lo que no permite el control y la evaluación de la planificación ambiental en favor del manejo sustentable de su materia prima, el agua, y por ende limitando a los responsables la toma de decisiones oportunas y precisas.

1.1.1.1 Diagnóstico del problema

El desarrollo de indicadores ambientales como instrumentos de control y evaluación de la planificación ambiental, se inicia a finales de la década de los años 80, entre 1988 y 1989, cuando el “Grupo de los siete, integrado por Alemania, Francia, Italia, Japón, Reino Unido, Canadá y EEUU”, solicita a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico OCDE, el establecimiento de indicadores ambientales en el contexto de la toma de decisiones, considerando factores ambientales y económicos (Environment Canada, citado en Karem & Zerpa, 2003).

En el Ecuador, la Ley de Gestión Ambiental (1999) plantea la exigencia de la formulación y la implementación de una Política Ambiental Nacional (PAN). Para este efecto consigna algunos artículos dirigidos a la gestión, planificación, información y desarrollo de las políticas ambientales. Además, faculta al Ministerio del Ambiente, MAE, a la recopilación de información ambiental como instrumento de planificación, educación y control, y obliga a la aplicación de instrumentos de apoyo para la gestión ambiental. La Constitución Política (2008), ratifica los tres objetivos ambientales fundamentales para alcanzar el desarrollo sostenible:

- Proteger la salud humana y el bienestar general de la población
- Garantizar el aprovechamiento sustentable de los recursos
- Conservar la integridad de los ecosistemas.

Adicionalmente, las normas de control interno de la Contraloría General del Estado, 200-02, Administración estratégica, establecen que “Las entidades del sector público y las personas jurídicas de derecho privado que dispongan de recursos públicos, implantarán, pondrán en funcionamiento y actualizarán el sistema de planificación, así como el establecimiento de indicadores de gestión que permitan evaluar el cumplimiento de los fines, objetivos y la eficiencia de la gestión institucional”.

Como se observa, en el país se ha empezado a dar los primeros pasos para satisfacer esta necesidad, instituciones como el Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC han tomado la iniciativa conformando la “Comisión de Estadísticas Ambientales”, con la finalidad de unificar las estadísticas ambientales de presión, estado y respuesta, así como las metodologías y fuentes para la generación de indicadores ambientales, estableciendo criterios y acuerdos que permitan evidenciar y evaluar la gestión ambiental del país. La Comisión ha sido integrada con representantes del INEC, la Secretaría Nacional del Agua SENAGUA, el MAE, la Secretaría Nacional de Planificación SENPLADES, el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca MAGAP, y el Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos, quienes han estado trabajando desde inicios del año 2011, y al presente cuentan con una plataforma en la web denominada “Estadísticas ambientales” que dispone de Información Ambiental Económica en Empresas, pero todavía con datos muy generales. También existen propuestas de la Secretaría de Ambiente del Distrito Metropolitano de Quito SA DMQ, formuladas en el 2008, y del MAE, entidad que ha formulado un conjunto de indicadores asociados a los seis lineamientos de la Política Ambiental Nacional PAN (MAE,

2011), falta entonces la decisión de empezar con la recopilación y procesamiento de la información para el cálculo de dichos indicadores.

En lo que respecta al sector de servicios de agua potable, y saneamiento ambiental en el DMQ, responsabilidades de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento, EPMAPS, se ha avanzado institucionalizando la gestión ambiental con la creación de la Gerencia de Ambiente, Seguridad y Responsabilidad, y con la formulación de los planes de manejo ambiental de las microcuencas aportantes a los principales sistemas de agua potable para Quito, se cuenta y se seguirá generando buena información ambiental, faltando justamente, el diseño de indicadores ambientales que le permitan evaluar el cumplimiento de los objetivos y la eficacia de la gestión ambiental institucional.

1.1.1.2 Pronóstico

Sin un manejo adecuado de la información que se ha generado y que se genera en la actualidad, producto de la implementación de la planificación del manejo ambiental en las microcuencas aportantes a los sistemas de agua para Quito, no se podrá controlar la eficacia de esa planificación, ni la eficiencia del uso de los recursos, tampoco se podrá comparar la información de la realidad contra patrones de referencia técnicos, ni contra patrones de referencia valorativos, no se podrá decir, si las medidas son buenas o malas, si sirven o no y si responden o no a los objetivos nacionales, municipales e institucionales.

1.1.1.3 Control del Pronóstico

Se propone realizar un control a esta carencia a través del diseño de indicadores ambientales como una herramienta que sintetice, y sistematice la información ambiental de las microcuencas aportantes de la materia prima a los principales sistemas de agua para

Quito, de tal manera que la misma sea de fácil uso y acceso especialmente para los tomadores de decisiones y para el público en general.

1.1.2 Formulación del Problema.

Con el fin de facilitar la evaluación de la gestión ambiental de la EPMAPS en sus cuencas aportantes a favor de garantizar la calidad y cantidad del agua para Quito, en el presente trabajo se formulará un conjunto de indicadores ambientales, que reflejan en forma sintética el cumplimiento de la responsabilidad ambiental de la Empresa en torno al uso del recurso agua, los cuales se anhela sirvan de base cualitativa y cuantitativa en los procesos de toma de decisiones, y respondan a la preocupación social de tener garantizado el servicio de agua potable y saneamiento.

El proceso se pretende desarrollar relacionando la toma de medidas en función del estado de las microcuencas utilizando ciertos parámetros como calidad del agua, uso y ocupación del suelo, el estado de los ecosistemas y de los recursos que proveen, entre otros.

1.1.3 Sistematización del Problema

Para sistematizar el problema planteado se considerará las siguientes preguntas directrices:

- ¿Qué tipos de indicadores se pueden aplicar?
- ¿Qué parámetros se deberían incluir en los diversos indicadores?
- ¿Qué limitaciones y restricciones tendrían los indicadores?
- ¿Cómo se pueden sistematizar los indicadores?
- ¿Cuál sería el procedimiento para generar, procesar, actualizar, la información que alimenta los indicadores?
- ¿Cuál sería la mejor forma de presentar los indicadores?

1.1.4 Objetivo General

Formular un Sistema de Indicadores ambientales que permita monitorear, evaluar y controlar la Gestión Ambiental de la EPMAPS en torno al uso del recurso hídrico de las microcuencas aportantes a sus principales Sistemas de Agua Potable.

1.1.5 Objetivos Específicos

- Sintetizar la línea base ambiental de las microcuencas aportantes desde las cuales se ha iniciado la gestión ambiental para la operación de los Sistemas de Agua Potable administrados por la EPMAPS.
- Sintetizar los principales aspectos e impactos ambientales producto del uso del recurso hídrico a través de los Sistemas de Agua Potable que abastecen al DMQ.
- Formular un Plan de Gestión Ambiental del Recurso Hídrico en las microcuencas aportantes a los principales Sistemas de Agua Potable para Quito, administrados por la EPMAPS, optimizando los Planes y Programas formulados por la EPMAPS y por otras instituciones afines (Municipio del DMQ, SA DMQ, SENAGUA, MAE) para la Gestión del recurso hídrico.
- Identificar los elementos que intervienen en la gestión ambiental de las microcuencas aportantes y de su recurso agua como son decisiones políticas, bases jurídicas, aspectos institucionales, instrumentos administrativos, etc., y que deben ser parte de un sistema articulado e integrado de indicadores que permita la medición y la evaluación de las políticas, los programas y los proyectos, en escalas y coberturas que dependan de las necesidades sociales, administrativas y técnicas que justifiquen su existencia y su permanencia en el tiempo.
- Formular, integrar y articular bajo un enfoque sistémico los diferentes grupos de indicadores a ser usados por la EPMAPS para medir el cumplimiento de su misión

y objetivos, hacer seguimiento, y evaluar la gestión ambiental en las microcuencas aportantes del recurso hídrico al DMQ.

1.1.6 Justificaciones.

El presente trabajo se sustenta en las siguientes justificaciones:

Teórica.

- Pues servirá para reafirmar la validez del uso de indicadores para describir el estado de un sistema en general, así como para tener la facilidad de medir o verificar las reacciones del sistema cuando se modifican determinadas variables.

Metodológica.

- La generación de un procedimiento metodológico de formulación de indicadores en las microcuencas aportantes de agua para Quito, puede ser tomado como guía para la formulación de indicadores en otras áreas.

Práctica.

- Contar con indicadores de gestión ambiental brindará a la EPMAPS la ventaja de contar con una herramienta que le permita, entre otras, la toma de decisiones oportunas, y acertadas.
- El proceso de generación de indicadores ayuda a sistematizar en general toda la información, generando una base de datos que puede tener múltiples aplicaciones.

Relevancia Social.

- Controlar que se está llevando a cabo una gestión ambiental adecuada en las microcuencas de aportación a los principales sistemas de agua potable, garantizará la dotación del servicio de agua potable para la población de la ciudad de Quito.

1.2 Marco Teórico.

1.2.1 Estado actual del conocimiento sobre el tema.

En el país se ha empezado a dar los primeros pasos para satisfacer esta necesidad de contar con indicadores que permitan controlar y evaluar la gestión de los diversos organismos. Instituciones como el Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC han tomado la iniciativa conformando la “Comisión de Estadísticas Ambientales”, con la finalidad de unificar las estadísticas ambientales de presión, estado y respuesta, así como las metodologías y fuentes para la generación de indicadores ambientales, estableciendo criterios y acuerdos que permitan evidenciar y evaluar la gestión ambiental del país. La Comisión ha sido integrada con representantes del INEC, la Secretaría Nacional del Agua SENAGUA, el MAE, la Secretaría Nacional de Planificación SENPLADES, el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca MAGAP, y el Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos, quienes han estado trabajando desde inicios del año 2011, formulándose algunos indicadores sobre la temática, como el caso del INEC, que cuenta con una plataforma informática que muestra indicadores o más bien índices a nivel de desagregación nacional, relativos al gasto en protección y gestión ambiental, al uso y procedencia de agua, tratamiento de aguas residuales, manejo de residuos sólidos, emisión de gases que contribuyen a la disminución de la capa de ozono en empresas tanto públicas como privadas. La información se recabó desde el 2009 y fue actualizada hasta el 2012.

El MAE, cuenta con indicadores formulados, conforme los objetivos y estrategias y metas de su política ambiental nacional (PAN, 2011), pero no están desagregados, ni caracterizados.

La Ex Dirección Metropolitana de Medio Ambiente, hoy Secretaría de Ambiente del DMQ, en el 2008, formuló un sistema de indicadores ambientales en torno a las principales

áreas temáticas (agua, atmósfera, suelo y biodiversidad). En relación al agua planteó indicadores para mostrar la calidad del agua en cauces, la calidad de agua servidas, la contaminación de agua por acción de la industria, la calidad y cantidad de agua en reserva, incluyó un formato de hoja metodológica. Este proyecto se realizó una sola vez.

En otros países como Colombia y España se ha avanzado significativamente en este tema. Colombia ha creado las denominadas Corporaciones Autónomas Regionales que son establecimientos públicos del orden nacional adscritos al Departamento Nacional de Planeación, que entre sus principales funciones está la de promover el desarrollo económico y social de la región comprendida bajo su jurisdicción, mediante la utilización de todos los recursos humanos, naturales y económicos, es así que cuentan con Planes de Gestión Ambiental a un horizonte de 10 años con sus respectivos instrumentos de control evaluación, los indicadores ambientales. Esto se pudo evidenciar en el Plan de Gestión Ambiental Regional 2001 – 2010 de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR – Colombia, que contiene una buena descripción de la elaboración del sistema de indicadores ambientales, que les permite analizar y evaluar la realidad ambiental en las regiones que abarca esta Corporación.

La Corporación Autónoma Regional de Risaralda – CARDER (2010), cuenta con un Manual del Sistema de Indicadores Ambientales que es una buena guía metodológica, ya que describe en detalle todos los pasos que son aconsejables seguir para la formulación de indicadores ambientales.

Para el caso de España se observó el Banco público de indicadores ambientales del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, a través de su página Web www.magrama.gob.es, como un buen ejemplo de estructuración de indicadores ambientales.

Para el caso de la EPMAPS, cuenta con su Planificación Estratégica y con indicadores por perspectivas y objetivos. Para la perspectiva “De los Procesos Internos Innovación Expansión y Responsabilidad Social”, y para el objetivo estratégico, “Mejorar el estado de conservación de cuencas y microcuencas y la legalización de fuentes abastecedoras”. Se cuenta con dos indicadores. Adicionalmente se cuenta con un par de indicadores para el cumplimiento de los objetivos del macro proceso Gestión de Agua Potable, y sus subprocesos, Gestión de Recursos Hídricos y Gestión de Recursos Hídricos Superficiales. Estos dos modelos de planificación pueden ser complementados con la propuesta de indicadores del presente trabajo.

Con estos antecedentes y como elemento necesario para proceder a formular la propuesta de indicadores ambientales para la gestión ambiental de las microcuencas de captación de los principales sistemas de agua potable de la EPMAPS se ha procedido a investigar el marco teórico que sustenta la formulación de indicadores ambientales, en los siguientes aspectos:

1.2.1.1 Definición

De acuerdo a Gallopín (1997, 2006), los indicadores deseables son variables que resumen o de alguna manera simplifican información importante, vuelven visibles o perceptibles fenómenos de interés, y cuantifican, miden, y comunican información relevante.

El mismo autor indica que es importante considerar quienes son las personas que han de utilizarlo y los propósitos de esa utilización, adicionalmente debe establecerse la periodicidad con que deben hacerse los levantamientos de la información necesaria para el cálculo o la cualificación del mismo, los métodos a usarse para el caso, los responsables de esta aplicación y de la transmisión de los resultados a quienes deben hacer uso de los mismos con determinados propósitos de gestión.

Finalmente señala que el aspecto más importante de los indicadores en comparación con otras formas de información es su relevancia para la toma de decisiones (políticas, empresariales, personales), y para su difusión al público en general.

1.2.1.2 Funciones de los indicadores ambientales

Las principales funciones de los indicadores, modificadas de Tunstall (1992, 1994) por Gallopín (2006) son:

- Apreciar condiciones y tendencias
- Comparar entre lugares y situaciones
- Evaluar condiciones y tendencias en relación a metas y objetivos
- Permitir una alerta temprana
- Anticipar condiciones y tendencias futuras

1.2.1.3 Atributos

A un determinado nivel de agregación o de percepción (local, global, etc.), se pueden definir indicadores que son variables *individuales* o bien que son una *función* de otras variables. Esta función puede ser tan sencilla como un *cociente* o razón (como el caso de un *número índice*, que mide los cambios en los valores de una variable relativos a algún valor base), un *índice* (un número que es una función simple de dos o más variables), a menudo una suma ponderada de dos o más variables o subíndices, una multiplicación, o una operación de máximo o mínimo (Ott, 1978, citado por Gallopín, 2006), o tan compleja como el resultado del cálculo de un complejo *modelo de simulación* (ej. El indicador de temperatura promedio del planeta bajo calentamiento climático).

Los valores de los indicadores pueden ser observados o medidos directamente al nivel de agregación requerido para la toma de decisiones. Sin embargo, en la mayor parte de los casos los indicadores se obtienen a partir de datos primarios que son procesados (sumados,

promediados, etc.) y analizados para estimar los valores de variables más agregadas que son entonces utilizadas como indicadores. Por ejemplo, un indicador de la contaminación del aire de una ciudad está basado en un número de mediciones individuales que son sumadas y promediadas, y normalmente también corregidas por inconsistencias y vacíos; no es medido directamente a la escala de la ciudad (Gallopín, 2006).

En la mayoría de los casos, los indicadores son variables que representan funciones más o menos complicadas de los datos primarios. Los índices son funciones simples de variables de menor nivel a veces denominadas subíndices (Ibíd.).

Las *metas*, por otra parte, aluden explícitamente a intenciones, representando un valor (o conjunto de valores) a ser alcanzados. La meta se establece en el contexto de un proceso de toma de decisiones y se entiende que es alcanzable. El progreso hacia la meta debe ser medible u observable. Algunos usan meta y objetivo en forma intercambiable, pero tanto en el uso general como en el uso en el contexto de las teorías de las organizaciones, los *objetivos* son términos más bien cualitativos que indican una dirección general más que un estado específico, el fin que marca la dirección de los esfuerzos (Gallopín, 2006).

1.2.1.4 Características de los indicadores

1.2.1.4.1 Indicadores cualitativos y cuantitativos

Para la mayoría de autores, las definiciones de indicadores de desarrollo sostenible e indicadores ambientales descartan la posibilidad de indicadores cualitativos, al restringir, explícita o implícitamente, el concepto de indicadores a variables numéricas (OCDE, 1993; Adrianse, 1993; Hammond, et al., 1995; World Bank, 1995; Ott, 1978; Holling, et ál., 1978; Bakkes, et al, 1994; Winograd, 1995, citados por Gallopín, 2006). Más aún, se considera que una de las funciones esenciales de los indicadores es cuantificar.

Sin embargo, el mismo autor indica que en principio un indicador puede ser una variable cualitativa (nominal), una variable de rango (ordinal), o una variable cuantitativa (cardinal). Un indicador cualitativo clásico es la “especie indicadora” (Braun Blanquet, 1932, citado por Gallopín, 2006) que ha sido muy usada en ecología, y que denota una especie tan estrechamente asociada a una condición ambiental particular. Además señala que este tipo de indicadores, aunque de naturaleza cualitativa, son lógicamente rigurosos.

Los indicadores cualitativos pueden ser preferible a los indicadores cuantitativos en por lo menos tres casos: cuando no hay disponibilidad de información cuantitativa; cuando el atributo de interés es no cuantificable (como ocurre con muchas variables de tipo cultural o político); y cuando las consideraciones de costos se vuelven determinantes (Gallopín, 2006).

1.2.1.4.2 Indicadores a diferentes escalas

Gallopín (2006), analizó que a diferentes escalas, diferentes indicadores pueden pasar a ser relevantes o dejar de serlo. Es así como un indicador definido para una escala determinada puede no tener sentido en otras escalas superiores o inferiores. Adicionalmente señala que a diferentes niveles en la jerarquía de usuarios se requieren diferentes indicadores del desempeño de los sistemas, por lo que la agregación de los indicadores a través de niveles no siempre es posible o tiene sentido.

1.2.1.4.3 Los indicadores pueden ser escalares o vectoriales

Un “perfil de calidad ambiental” ha sido definido por Ott (1978), citado en Gallopín (2006) como un conjunto de indicadores presentados simultáneamente (pero no agregados en un único indicador). Un perfil así definido (sea de calidad ambiental, o de sostenibilidad, según se definirá posteriormente) es un vector. El concepto de vector es una generalización

natural del concepto de variable. Por el contrario, un índice es un escalar (un número individual generado por la agregación de dos o más valores).

La diferencia entre índices y perfiles es también aparente cuando se la mira desde el punto de vista de los usuarios. Algunos usuarios prefieren recibir los datos en la forma más completa posible (perfil) pero deben estar dispuestos a aceptar la consecuente complejidad explícita del indicador; otros usuarios prefieren ver los datos en la forma más simple posible (índices) pero deben estar dispuestos a aceptar las distorsiones introducidas por el proceso de simplificación (Gallopín, 2006, pp. 16 – 17).

1.2.1.5 Tipos de indicadores en relación con la temática ambiental

En el ámbito ambiental existen diferentes tipos de indicadores según la orientación y el alcance del estudio en el cual estén enmarcados. Por ejemplo, el Ministerio de Ambiente, Colombia, citado por Suárez Olave (2003) ha definido los siguientes tipos de indicadores:

a. Indicadores Biofísicos: están orientados hacia el estudio de las condiciones naturales (atmosféricas, geo esféricas, etc.), los recursos naturales, los ecosistemas y las funciones ecosistémicas de un territorio, que en su conjunto se asocian a su oferta natural o “patrimonio natural”.

b. Indicadores Ambientales: Su objeto de estudio trasciende el de los indicadores biofísicos, en tanto que considera aspectos o problemáticas resultantes de la interacción entre el sistema sociocultural y el patrimonio natural. Este tipo de indicadores cobija temáticas propias de los hábitos y modos antrópicos de producción y consumo, tales como demanda y uso de recursos naturales, generación y aprovechamiento de residuos sólidos y líquidos (locales y globales), contaminación acústica, las tecnologías y los tipos de energía utilizados en la producción de bienes y servicios (industriales y agropecuarios) y sus problemas concomitantes (cambio climático, adelgazamiento de la capa de ozono, entre otros).

De igual forma se consideran como indicadores ambientales los asociados con la gestión ambiental orientada hacia el uso racional de los recursos y del medio ambiente: conservación in-situ y ex-situ, educación e investigación ambiental, entre otros.

c. Indicadores de Sostenibilidad Ambiental: Estos indicadores son los mismos que fueron definidos como “ambientales”, pero potenciados con un valor agregado tendiente a establecer y monitorear la sostenibilidad de la relación hombre-naturaleza. Para ello, pueden utilizar variados parámetros de comparación y contraste para monitorear y evaluar la evolución de sus valores en el tiempo (lecturas reales o por modelación), como los siguientes: capacidad de carga de los ecosistemas, resiliencia o capacidad de dilución de una corriente o los estándares o valores fijados nacional o internacionalmente, como referentes válidos de un “uso sostenible” o de una gestión adecuada de los recursos naturales y del medio ambiente en general.

d. Indicadores de Desarrollo Sostenible: Este tipo de indicadores dan cuenta de las cuatro dimensiones tradicionalmente asociadas al concepto de desarrollo sostenible: la ambiental, la económica, la social y la institucional. No obstante existir un amplio acuerdo en que estas son las dimensiones que se deben incluir en la definición y medición del desarrollo sostenible, no existe aún un camino suficientemente compartido para identificar y modelar las múltiples y complejas interrelaciones entre ellas y generar a partir de ellas una expresión sintética y agregada que exprese el avance obtenido en la construcción del desarrollo sostenible.

Es frecuente encontrarse con una clasificación de los indicadores que propone denominar los indicadores ambientales y de sostenibilidad como de “primera generación”, los indicadores de desarrollo sostenible como de “segunda generación” y a los agregados o índices que integran dimensiones como de “tercera generación”.

1.2.1.5.1 Indicadores de estado y evaluaciones de impacto ambiental

Una de las etapas más importantes del proceso de EIA, sobre todo en lo que respecta a los organismos públicos y de control, es la conocida como Plan de Gestión Ambiental (PGA) o Plan de Manejo Ambiental (PMA).

El PGA contiene clara y explícitamente los impactos que se generan, y las medidas de mitigación, remediación y compensación, así como el programa de monitoreo. En la estructura lógica el monitoreo debe garantizar que se pueda evaluar el resultado de las medidas planteadas. El monitoreo y control son la manera (y el compromiso) mediante los cuales estas predicciones sean corroboradas, incluyendo además en el PGA las acciones y procedimientos de contingencia en caso de detectarse impactos no previstos. En general, los programas de monitoreo son complejos, con muchos parámetros a medir y alto costo, por esa razón es que hace años se definen y comienzan a utilizar los primeros tipos de indicadores “ambientales y de impacto ambiental”, ligados a los procesos de control y gestión ambiental de los proyectos. Este grupo de indicadores típicamente representan “el estado” del ambiente, y por esa razón se los denomina “indicadores de estado” (Martín, 2010 c).

Todo estudio o evaluación ambiental parte de la determinación de un “estado cero” e intenta predecir los impactos posibles de una actividad dada; la predicción se puede hacer de muy distintas maneras, que van desde la simple aplicación de experiencias similares o del conocimiento básico de la dinámica de los sistemas ambientales hasta sofisticadas herramientas de modelado y simulación ambiental que combinan complejos modelos físicos y matemáticos con métodos numéricos de resolución en computadoras, Martín (2010 c).

1.2.1.5.2 Indicadores ambientales de impacto y de monitoreo

Si queremos medir el estado de un ambiente específico o alguno de sus parámetros, es aplicable un indicador ambiental, si queremos específicamente medir el impacto producido

por un proyecto o acción sobre uno o más factores del medio, se requiere construir un indicador de impacto ambiental; pero si ya hemos evaluado los impactos y diseñado políticas o acciones de mitigación, entonces es necesario contar con indicadores de monitoreo (Echechuri, H., Ferraro, R. y Bengoa, G., 2003).

Los indicadores ambientales sirven para: a) informar sobre el estado del medio ambiente, b) conocer las relaciones entre las presiones que imponen las diversas actividades humanas sobre la calidad de los componentes del medio ambiente, y c) elaborar respuestas para enfrentar las presiones de deterioro. En este sentido, los indicadores ambientales pueden ser vistos como equivalentes a los indicadores de bienestar social o de desarrollo económico, los cuales son ampliamente aceptados por la comunidad internacional (Espinoza, 2002). Este mismo autor ha formulado un grupo de indicadores ambientales de estado; de ellos se ha seleccionado, como ejemplo, los que tienen relación con el factor ambiental considerado para el presente trabajo, el agua (Tabla 1).

Tabla 1.-Ejemplos de indicadores para asuntos ambientales relevantes

Parámetro Problema	Ejemplos de indicadores de Causa	Ejemplos de indicadores de Estado
Contaminación del agua	Intensidad de uso de los recursos de agua. Extracción anual de agua superficial y subterránea Consumo doméstico per cápita de agua Descargas domésticas e industriales en cuerpos de agua	Frecuencia, duración y extensión de los períodos de escasez de agua Concentración de Pb, Cd, Hg y pesticidas en cuerpos de agua dulce. Concentración de coliformes fecales en cuerpos de agua Temperatura de las aguas
Eutrofización	Emisiones de N y P en agua y suelos Uso de N y P en fertilizantes y alimentos para ganado	Demanda biológica de Oxígeno disuelto. Concentraciones de N y P en aguas continentales y en aguas marinas.
Acidificación del agua y de los suelos	Índice de sustancias acidificantes Emisiones de Sox y NOx	Excedencia de valores críticos de PH en agua y suelos Concentraciones de precipitación ácida

Fuente: Espinoza (2002)

En cambio, un indicador de impacto ambiental, aunque está muy relacionado con el anterior (a veces puede ser el mismo) tiene otro objetivo cual es medir la calidad del ambiente con y sin proyecto. Un indicador de impacto ambiental es, entonces, “la expresión mensurable de un impacto, aquella variable simple o expresión más o menos compleja que mejor representa la alteración” (Martín, 2010 c).

Este tipo de indicadores, según Gómez Orea (1999), pueden ser:

Directos: cuando el factor alterado es directamente cuantificable y el impacto viene representado por la alteración del propio factor (por ejemplo, el impacto sobre el confort sonoro en un determinado lugar puede ser medido directamente en decibeles).

Indirectos: cuando el impacto no viene representado por la variación directa de un factor ambiental, sino indirectamente por índices medibles que expresen el efecto y permitan estimarlo de forma cuantificada (en el mismo ejemplo anterior, el impacto sonoro puede ser representado por el porcentaje de población que será afectado por un nivel de ruido superior al máximo aceptable).

De acuerdo a Espinoza (2002), la aplicación de indicadores en la evaluación de impacto ambiental se da en distintas etapas:

- a) En la etapa de descripción de los impactos de una acción sobre los atributos físicos, biológicos y humanos que representan al medio ambiente.
- b) En la etapa de identificación y valorización de los componentes del medio ambiente que puedan ser afectados.
- c) En la comparación del medio ambiente impactado con referencia a uno estándar, lo que incluye preferencias individuales y colectivas, criterios de decisión y representación.

- d) En la etapa de establecimiento de medidas de mitigación y seguimiento de las actividades del proyecto y los impactos ambientales.

En cualquier caso, la búsqueda de indicadores de impacto ambiental es relevante para predecir la magnitud de los impactos.

Los indicadores de monitoreo, en cambio, son específicos, responden a la necesidad de monitorear en el tiempo las medidas de mitigación y/o compensación adoptadas en el plan de manejo de una Evaluación de Impacto Ambiental. En ese sentido, pueden ser indicadores biológicos, cuando se trate de monitorear la calidad de las aguas; sociales, si lo que se intenta es “seguir” variables sociales en el tiempo en relación directa con acciones de mitigación planteadas, etc. (Martín, 2010 c).

1.2.1.6 Propiedades y requisitos de los indicadores ambientales

Martín (2010 a), sintetizó los siguientes ocho criterios básicos que debe cumplir un indicador:

1. Validez científica: Los indicadores deben estar basados en el conocimiento científico, siendo su significado claro e inequívoco, respondiendo al dominio que se pretende evaluar.
2. Disponibilidad y fiabilidad de los datos: Los datos necesarios para el diseño de los indicadores deben ser accesibles y estar basados en estadísticas fiables.
3. Representatividad: Los indicadores deben estar fuertemente asociados a las propiedades que ellos mismos describen y argumentan.
4. Sensibilidad a cambios: El indicador debe responder a los cambios que se producen en el medio, reflejando las tendencias y posibilitando la predicción de situaciones futuras.

5. Sencillez: Los indicadores deben ser medibles y cuantificables con relativa facilidad. A su vez, tienen que ser claros, simples y específicos, facilitando su comprensión por no especialistas que vayan a hacer uso de los mismos.
6. Relevancia y utilidad: Los indicadores no sólo tienen que ser relevantes a nivel científico, sino también a nivel político, ya que deben ser útiles en la toma de decisiones.
7. Comparabilidad: La información que aporten los indicadores debe permitir la comparación a distintas escalas territoriales y temporales.
8. Razonable relación costo/beneficio: El coste de obtención de información debe estar compensado con la utilidad de la información obtenida.

1.2.1.7 Resumen de aplicaciones y potencialidades de los indicadores ambientales

Los indicadores ambientales, hoy por hoy, son herramientas de las que no se ha aprovechado toda su potencialidad. Von Schiller, et ál. (2003), han determinado las siguientes aplicaciones más importantes para los indicadores ambientales:

a. Evaluación: herramientas para evaluar la situación y las presiones a las que está sometido el medio ambiente. Permiten el desarrollo de medidas y prioridades, y la identificación de alternativas y aspectos críticos. Además permiten evaluar los efectos de las medidas aplicadas por los gestores y la evolución de la conciencia ambiental de la población. Los tomadores de decisiones y los políticos buscan cada vez con mayor frecuencia instrumentos que les permitan evaluar las actuaciones que están llevando a cabo en relación con iniciativas internacionales tales como el Convenio sobre la Diversidad Biológica, el Protocolo de Kioto, etc.

b. Integración de aspectos ambientales en la toma de decisiones: La inquietud por la sostenibilidad en el uso de los recursos naturales, que se ha puesto de manifiesto en el orden mundial, ha dado lugar a una mayor integración de las consideraciones de tipo medioambiental en las políticas sectoriales e institucionales. Sin embargo, los sistemas contables actuales y sus indicadores derivados no son de utilidad a la hora de evaluar los costes ambientales asociados a las actividades de producción y consumo humanos. Por lo tanto, los indicadores ambientales se constituyen en una herramienta de gran utilidad para conseguir elevar los criterios ambientales al mismo nivel que otros criterios en el campo de la toma de decisiones.

c. Divulgación: Los indicadores son útiles para la difusión de información medioambiental a la opinión pública, gestores y políticos. Facilitan el acceso a información relevante y aseguran su transparencia.

d. Protección y mejora del medio ambiente: La información sintética que proporcionan los indicadores es de gran utilidad para el manejo y conservación de los ecosistemas. Permiten establecer los aspectos más críticos, facilitando la optimización de los recursos en el ámbito de la conservación.

e. Seguimiento: Los indicadores sirven para informar sobre los cambios temporales, ya que son medidas repetibles y contrastables. El seguimiento permite comprobar la eficacia de dichas medidas. Por otro lado, también es necesario para valorar la utilidad de los indicadores actuales y sugerir el desarrollo de nuevos indicadores, para los cuales todavía no existen datos.

f. Predicción: Por su propia definición, un cambio en el estado de un indicador puede informar sobre el estado futuro del fenómeno al que se asocia. Esta es una de las aplicaciones

más importantes para elaborar las estrategias de gestión ya que predice el resultado de las mismas.

g. Comparación a nivel internacional: Si existen criterios básicos consensuados a nivel internacional, los indicadores pueden ser elementos de información comparables a escala global. Esto abre nuevas perspectivas para la aplicación de los objetivos propuestos en los Convenios Internacionales relacionados con la protección de la naturaleza.

h. Herramientas para la ciencia: Los indicadores nacen a partir del conocimiento científico, y a través de la información que aportan se pueden establecer nuevas líneas de investigación centrandose los estudios en aquellos sectores que requieren una alta prioridad de intervención debido a la influencia de los problemas ambientales. La importancia a nivel científico radica en que son un práctico instrumento para conocer el funcionamiento de los ecosistemas y sus relaciones.

1.2.1.8 Criterios para la Selección de Indicadores Simples

Como lo señala Martín (2010 d), la mayoría de los criterios empleados para la selección de indicadores coinciden en que el primer filtro lo constituye la definición de componentes, temas o áreas de interés de acuerdo al modelo de análisis seleccionado.

El mismo autor indica que el siguiente paso es definir una serie de indicadores que se puedan medir de acuerdo a su estado o categoría. Por ejemplo, si el objetivo es medir la calidad ambiental urbana, donde uno de sus componentes es el medio ambiente urbano; un tema sería el aire, y una posible medida o indicador podría ser *microgramos de partículas en suspensión, NO_x, CO₂, etc.*

En general en la selección de los indicadores, aun en un mismo modelo de análisis existe una amplia variedad de criterios, quizá respondiendo a lo que se anotaba al comienzo de este

tema, y es que los indicadores son esencialmente variables dotadas de significado social y técnico, por ello responden al interés de las sociedades o de las entidades que los definen.

Resumiendo lo que indica la literatura revisada, los siguientes criterios genéricos permiten hacer una primera lista de filtros para la definición de un sistema de indicadores:

- Deben describir un resultado final que atañe a la preocupación social.
- Deben describir situaciones de interés público, es decir, que sean susceptibles de mejorar mediante la gestión social.
- Deben estar referidos a un campo de aplicación temporal y espacial definido, de forma que permita la comparación inter temporal e inter sectorial.
- Deben tener la posibilidad de agregación y desagregación, lo cual plantea un desarrollo que sea independiente de las instituciones que proporcionan la información.
- Deben estar integrados en sus definiciones, especificaciones, directrices estadísticas y categorías clasificatorias, con otros sistemas de estadísticas sociales, demográficas y económicas, con las cuales se puedan relacionar.
- Deben basarse en la validez científica. Es decir, el conocimiento científico de las relaciones de causalidad, sus atributos y su significado deben estar bien fundamentados.
- Debe ser sensible a cambios, en la medida que deben señalar cambios de tendencia en las situaciones que representan, preferiblemente en el corto plazo.

1.2.1.9 Sistemas de Indicadores Ambientales

Un Sistema de Indicadores Ambientales se concibe como un subsistema de un Sistema de Información Empresarial, creado con el propósito de integrar y articular bajo un

enfoque sistémico los diferentes grupos de indicadores utilizados por la entidad para medir el cumplimiento de su misión y objetivos, hacer seguimiento, evaluar la gestión. (Gómez Alvira, 2010)

Los sistemas de indicadores pueden diseñarse para brindar información de la calidad ambiental en escalas muy distintas. Podemos “indicar” desde la calidad del aire en una fábrica hasta la calidad de la atmósfera de una ciudad, región o país. Siempre, a mayor extensión geográfica mayor complejidad del diseño del sistema.

Los sistemas de indicadores se diseñan para que brinden información respecto a una situación de interés, que siempre está asociada a impactos ambientales, de manera que la determinación de estos posibles impactos es casi un prerrequisito para el diseño del sistema de indicadores.

Los indicadores ambientales, actualmente, no se limitan a aquellos de monitoreo o estado del ambiente, sino que se enmarcan en sistemas de alcance más amplio como el modelo Presión-Estado-Respuesta (PER), lo que les brinda una mayor potencialidad para distintas aplicaciones preventivas y evaluativas (Quiroga, 2001).

Un sistema de indicadores ambientales representa un conjunto de problemas ambientales, descrito mediante variables de síntesis cuyo objetivo es proveer una visión totalizadora de los intereses predominantes relativos al ambiente (Cifrián, E., Muñoz, Y., Coz, A., Viguri, J. y Andrés, A., 2006).

1.2.1.9.1 Marcos Ordenadores de Indicadores de Desarrollo

Sostenible

Gallopín (2006), manifiesta que los indicadores son muchos más útiles si se los organiza en un marco metodológico coherente, que si son seleccionados individualmente

como una colección de elementos desorganizados. Los marcos ordenadores son especialmente importantes en el caso de los indicadores de desarrollo sostenible, ya que éste abarca muchos temas y dimensiones.

Según la UNEP-DPCSD, citados por Martín (2010 d) la utilización de marcos organizativos favorece para:

- Organizar los indicadores en forma coherente
- Compatibilizar los distintos indicadores
- Guiar la recolección de información
- Comunicar una síntesis a los tomadores de decisiones
- Sugerir agrupamientos lógicos para integrar la información relacionada
- Identificar huecos de información
- Distribuir la carga de generación de informes

En general al diseñar un *sistema de indicadores ambientales* se lo suele dividir por áreas temáticas, como por ejemplo:

- Problemas ambientales: los principales problemas ambientales son identificados y sirven de marco para el desarrollo de la lista de indicadores; por ejemplo, destrucción de la capa de ozono, cambio climático, pérdida de suelo, pérdida de especies y ecosistemas, contaminación de las aguas, etc.
- Sistemas ambientales: el ambiente se divide en distintos medios; por ejemplo, atmósfera, costas, aguas continentales, bosques, suelos, recursos naturales, etc.
- Áreas sectoriales: los diferentes sectores de explotación de los recursos naturales sirven de marco de análisis; por ejemplo, agricultura, transporte, minería, energía, etc.

Sistemas de indicadores como los antes mencionados, organizados por áreas temáticas, no requieren mayores explicaciones debido a que los “principios” que rigen su

organización son suficientemente claros. En la tabla 2, podemos observar a modo de ejemplo un Marco Ordenador de este tipo, basado en dimensiones, temas y subtemas (Quiroga, 2001).

Tabla 2. Ejemplo de indicadores por tema (Comisión de Desarrollo Sostenible)

CEPAL - SERIE Manuales		Nº 16
Cuadro 2		
MARCO DE INDICADORES POR TEMA COMISIÓN DE DESARROLLO SOSTENIBLE		
Social		
Tema	Subtema	Indicadores
Equidad	Pobreza (3)	Porcentaje de población viviendo bajo la línea de la pobreza Índice de Gini de distribución del ingreso Tasa de desempleo
	Equidad de Género (24)	Relación del salario promedio femenino/salario promedio masculino
Salud (6)	Estado Nutricional	Estado Nutricional de Niños
	Mortalidad	Tasa de mortalidad bajo los cinco años Esperanza de vida al nacer
	Sanitarios	Porcentaje de población con disposición adecuada de aguas servidas
	Agua para Beber	Población con acceso a agua limpia para beber
	Provisión de Salud	Porcentaje de la población con acceso al cuidado de la salud primaria. Inmunización contra enfermedades infantiles infecciosas Tasa de prevalencia de anticoncepción
Educación (36)	Nivel Educativo	Tasa de escolarización a nivel primario o secundario completo
	Alfabetismo	Tasa de alfabetismo de adultos
Vivienda (7)	Condiciones de la vivienda	Superficie de suelo habitacional por persona
Seguridad	Crimen (36, 24)	Número de crímenes reportados por cada 100,000 habitantes
Población (5)	Cambio poblacional	Tasa de crecimiento de la población Población en asentamientos humanos formales e informales
Ambiental		
Atmósfera (9)	Cambio climático	Emisiones de gases de efecto invernadero
	Adelgazamiento de la capa de ozono	Consumo de sustancias agotadoras de la capa de ozono
	Calidad de aire	Concentración de contaminación atmosférica en áreas urbanas
Tierra (10)	Agricultura (14)	Área permanente de cultivo y arables
		Uso de fertilizantes
		Uso de pesticidas en la agricultura
	Forestal (11)	Área forestal como porcentaje de suelo Intensidad de explotación maderera
	Desertificación (12)	Suelos afectados por la desertificación
Océanos, mares y costas (17)	Urbanización (7)	Área de asentamientos humanos urbanos formales e informales
Agua potable (18)	Zona Costera	Concentración de algas en aguas costeras Porcentaje del total de población viviendo en áreas costeras
	Pesca	Captura anual de especies mayores
	Cantidad de agua	Extracción anual de aguas subterránea y superficie como porcentaje total del total de agua disponible
Biodiversidad (15)	Calidad de agua	Demanda biológica de oxígeno en el agua Concentración de coliformes fecales en agua fresca
	Ecosistema	Área de ecosistemas claves seleccionados
Especies		Áreas protegidas como porcentaje del área total Abundancia de especies claves seleccionadas
Económica		
Estructura económica (2)	Desempeño económico	PIB per cápita Proporción de la Inversión en el PIB
	Comercio	Balance de comercio en bienes y servicios
	Nivel financiero (33)	Proporción de deuda en relación al PIB Total de asistencia oficial para el desarrollo dado o recibido como porcentaje del PIB

Fuente: Traducido de: United Nations Department of Economic and Social Affairs, *Testing the CDS Indicators of Sustainable Development*; and United Nations Department of Economic and Social Affairs, *UN CDS Theme Framework and Indicators of Sustainability*. (Traducción propia).

a/ Los números entre paréntesis indican los capítulos relevantes de la agenda 21.

Actualmente, los sistemas de indicadores ambientales basados en el principio de causalidad son los de mayor difusión, ya que estudian las relaciones causa-efecto, como el sistema Presión-Estado-Respuesta (PER) o el modelo Fuerzas Motrices-Presión-Estado-Impacto-Respuesta (FPEIR o DSPIR en inglés), que son los más utilizados para las nuevas generaciones de indicadores como los de desarrollo sostenible (Martín, 2010 d).

1.2.1.9.2 Modelos PER y FPEIR

De acuerdo al análisis de Aguirre (2002) y Cifrián, et al. (2006), el modelo PER (Presión – Estado – Respuesta), que fue desarrollado por la OCDE, y el FPEIR (Fuerzas Motrices – Presión – Estado – Impacto – Respuesta), es una versión extendida del primero, desarrollada por la Agencia Europea de Medio Ambiente AEMA.

El modelo PER (figura 1), supone que las actividades humanas ejercen una presión sobre el medio, que hacen que éste registre cambios en su estado, ante lo cual la sociedad responde mediante la adopción de medidas que tratan de mantener los equilibrios ecológicos que le parecen adecuados. Para cada una de las acciones contempladas se desarrollan indicadores de presión, de estado y de respuesta (Martín, 2010 d).

Figure 1.-Modelo Presión – Estado - Respuesta

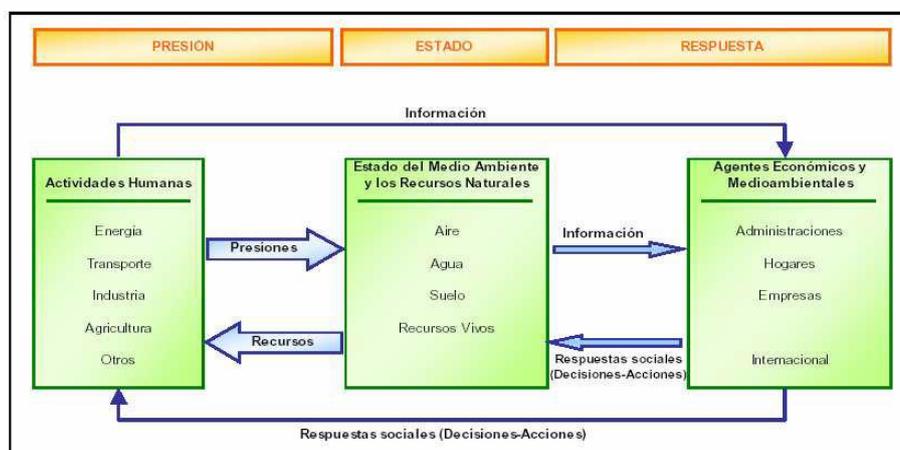
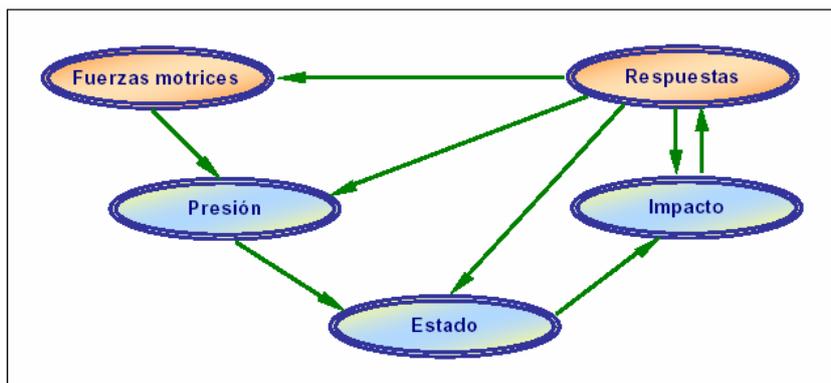


Figura 1. Modelo - Presión - Estado - Respuesta.

Fuente: Martín (2010 d)

Para el modelo FPEIR (DSPIR) las actividades humanas (**fuerzas motrices**) ejercen **presión** sobre el medio físico, y como consecuencia su **estado** cambia, lo que produce **impactos** sobre la salud humana, los ecosistemas y los recursos (figura 2). Esta situación da lugar a **respuestas** de las sociedades humanas, incidiendo en las fuerzas motrices, en las presiones, o en el estado o los impactos directamente (Martín, 2010 d).

Figure 2.- Modelo Fuerzas motrices – Presión – Estado- Impacto- Respuesta



Fuente: Martín (2010 d)

Según Aguirre (2002), los Indicadores de *Fuerzas Motrices* describen los desarrollos sociales, demográficos y económicos y los correspondientes cambios en los estilos de vida, principalmente niveles de consumo y modos de producción. A través de estos cambios en la producción y consumo, las fuerzas motrices ejercen presión en el medio. Es así como los indicadores de *Presión* describen procesos como la liberación o emisión de sustancias, agentes físicos y biológicos, el uso de los recursos o el uso del suelo por las actividades humanas. Estas presiones ejercidas por la sociedad se manifiestan como cambios en las condiciones ambientales.

El mismo autor señala que los indicadores de *Estado* describen, cuantitativa y cualitativamente, un fenómeno físico (como la temperatura), biológico (como la reserva

marina) y químico (como la concentración de CO₂ en la atmósfera) en una cierta área del medio. Debido a la presión sobre el medio, el estado del mismo cambia. Estos cambios provocan impactos sobre las funciones del medio, como la salud humana y de los ecosistemas, la disponibilidad de los recursos y la biodiversidad. Es así que los indicadores de *Impacto* son usados para describir cambios en estas condiciones del medio. Finalmente, los indicadores de *Respuesta* describen los esfuerzos sociales y políticos para prevenir, compensar, aminorar o adaptarse a los cambios en el estado del medio.

Como puede observarse, este modelo incorpora al anterior de **P-E-R** las tendencias sectoriales sociales y económicas ambientalmente relevantes que son responsables de la situación (fuerzas motrices), así como los efectos adversos de los cambios de estado detectados en la salud y comportamiento humanos, el medio ambiente, la economía y la sociedad (*impactos*). Estos modelos permiten plantear sistemas de indicadores coherentes que contemplen de forma íntegra la problemática ambiental analizada con todas las vinculaciones e interrelaciones entre el origen de los problemas y sus consecuencias.

En las tablas 3 y 4 se presentan un conjunto de indicadores ambientales estructurados con los modelos PER y FPEIR (DSPIR).

Tabla 3.-Ejemplo de Indicadores de Desarrollo Sostenible en México

Cuadro 4

INDICADORES DE DESARROLLO SOSTENIBLE EN MÉXICO

Indicador	P-E-R	Categoría
Relación entre salarios medios de hombres y mujeres	Presión	Social
Tasa Neta de Matrícula Escolar en Primaria	Presión	Social
Niños que alcanzan el quinto grado de primaria	Estado	Social
Esperanza de vida escolar	Estado	Social
Porcentaje del PIB destinado a educación	Respuesta	Social
Esperanza de vida al nacer	Estado	Social
Peso suficiente al nacer	Estado	Social
Tasa de mortalidad materna	Estado	Social
Tasa de Crecimiento de la Población Urbana	Presión	Social
Consumo de Combustible Fósil por habitante en vehículos motor	Presión	Social
Pérdidas Humanas y Económicas debidas a Desastres Naturales	Presión	Social
Porcentaje de Población que vive en zonas urbanas	Estado	Social
Producto interno neto ajustado ambientalmente por habitante	Estado	Económica
Consumo anual de energía por habitante	Presión	Económica
Participación de las industrias intensivas en RRNN no renovables en valor agregado manufacturero	Presión	Económica
Reservas probadas de fuentes energéticas fósiles	Estado	Económica
Duración de las reservas probadas de energía	Estado	Económica
Participación del consumo de recursos energéticos renovables sobre consumo final energético	Estado	Económica
Gasto en protección ambiental como % del PIB	Respuesta	Económica
Participación de Bienes de Capital Ambientalmente limpios en la importación total de bienes de capital	Estado	Económica
Estrategias de Desarrollo Sostenible (en desarrollo)	Respuesta	Institucional
Programa de Cuentas Económicas y Ecológicas Integradas (ed.)	Respuesta	Institucional
Evaluación por mandato legal del impacto ambiental (ed.)	Respuesta	Institucional
Consejos Nacionales para el Desarrollo Sostenible (ed.)	Respuesta	Institucional
Científicos e Ingenieros en investigación y desarrollo experimental por millón de habitantes	Respuesta	Institucional
Gasto en Investigación y Desarrollo experimental como % del PIB	Respuesta	Institucional
Extracción Anual de agua subterránea y superficial	Presión	Ambiental
Consumo doméstico de agua por habitante	Presión	Ambiental
Concentración coliformes fecales en agua dulce	Estado	Ambiental
Demanda Bioquímica de Oxígeno en cuerpos de agua	Estado	Ambiental
Crecimiento de Población en Areas costeras	Presión	Ambiental
Cambios en el uso del suelo	Presión	Ambiental
Cambios en la condición de las tierras	Respuesta	Ambiental
Indice nacional de precipitación Pluvial Mensual	Estado	Ambiental
Tierras afectadas por desertificación	Estado	Ambiental
Uso de Pesticidas Agrícolas	Presión	Ambiental
Uso de Fertilizantes	Presión	Ambiental

Fuente: Martín (2010 d)

Tabla 4.-Ejemplo PEIR en el marco de la calidad del agua

Towards a new DSPIR Framework for Water Quality of Surface and Groundwater Ecosystems					
Service and Use (Drivers)	Human Health Drinking Water	Agriculture	Municipal/ Industrial, Energy	Ecosystem Stability, Structure & Health	Tourism & Recreation
Pressures	Pollution	Run-off, Pollution from fertilizer and pesticide use.	Pollution from effluents Construction and other supporting infrastructural impacts	Human activities Climate change and variability	Pollution
Parameter (state)	Total Coliform Faecal Coliform Pathogens POPs DOC Chlorophyll A Turbidity	Salinity Nutrients Chlorophyll A Pathogens Pesticides Suspended solids	Nutrients Temperature Oxygen Pathogens Organic contaminants. Other contaminants such as metals. BOD and COD Heavy Metals (particularly in Sediment)	Temperature pH Conductivity Major ions Oxygen Nitrogen Phosphorus Suspended Solids Biodiversity*	Parasites Pathogens Chlorophyll A Nutrients
(Impact)	Gastrointestinal outbreaks, potential death especially to the vulnerable Lost productivity and economic losses.	Eutrophication, and pesticide and faecal contamination of receiving waters.	Thermal and contaminant pollution of receiving waters affect food chains, biological productivity and species composition.	Loss of species. Altered food webs Increased/decreased biological productivity	Closed beaches, leisure boating restrictions, and effects on other water uses.
Response	Water guidelines and standards Treatment plants.	Green belts and riparian buffer strips. Prevention of direct inputs of contaminants Appropriate practices to minimize impacts through agricultural best management practices Constructed wetlands.	Guidelines and standards. Treatment facilities Polluter-pays principal.	Appropriate treatment facilities for point sources but limited responses for climate change and variability.	Guidelines and standards Water use advisories.

Fuente: EPA (2007)

La tabla anterior corresponde a un ejemplo de marco para calidad del recurso agua, donde se utiliza un modelo Presión, Estado, Impacto y Respuesta, y planteado de acuerdo a los distintos servicios y usos previstos para el agua.

1.2.1.10 Presentación y contenido de la información de los Indicadores

El formato de presentación del contenido de los indicadores es uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta ya que el éxito y el grado de comunicación que se pretende con ellos depende de la información que se suministre y de cómo se organice la misma. Por tanto, es necesario establecer un contenido mínimo indispensable para presentar los indicadores, ya que éstos son sometidos habitualmente al análisis y validación de la

información que contienen. Esto exige disponer de información muy concreta y concisa sobre los mismos, con el fin de evitar ambigüedades en su interpretación. (Aguirre, 2002)

Existe gran variedad de posibles formatos de presentación de los indicadores, modificándose su contenido en función de la información que se pretende ofrecer. A su vez, distintas entidades tienen establecidos formatos y contenidos distintos basados en las características y tipos de informes que desarrollan. La tabla 5 desarrollada por Aguirre (2002), presenta un contenido básico, que, por supuesto, debe sufrir las modificaciones oportunas en función de las necesidades y disponibilidad de información.

Tabla 5.-Ejemplo de Ficha con el contenido básico que define un indicador

<p>Título del indicador</p>
<p>1. <i>Descripción y ámbito del indicador</i></p>
<hr/> <p>Definición del indicador.</p> <hr/>
<hr/> <p>Objetivo para el que se plantea el indicador.</p> <hr/>
<hr/> <p>Gráfico o diagrama que debe contener información sobre: años, unidades de medida, leyenda asociada, fuente de información y notas aclaratorias.</p> <hr/>
<hr/> <p>Mensaje clave describiendo sucintamente la conclusión que puede obtenerse del análisis de la información presentada en el gráfico y la tendencia ofrecida por el indicador.</p> <hr/>
<hr/> <p>Tipo de indicador, dentro del marco de referencia en el que se desarrolla el sistema al que pertenece.</p> <hr/>
<hr/> <p>Ámbito del indicador: cobertura geográfica y temporal.</p> <hr/>

<p>2. <i>Análisis y evaluación de la información ofrecida por el indicador</i></p> <hr/> <p>Definición del problema ambiental al que se refiere y relevancia del mismo para analizar el problema. Amplía el objetivo para el que se desarrolla el indicador presentado en punto 1.</p> <hr/> <p>Evaluación de la información ofrecida por el indicador en relación con el problema con el que se asocia.</p> <hr/>
<p>3. <i>Datos base</i></p> <hr/> <p>Presentación de la tabla de datos que permite la elaboración del gráfico inicial.</p> <hr/>
<p>4. <i>Datos complementarios e información técnica</i></p> <hr/> <p>Fuente de datos. Descripción de los datos. Cobertura geográfica y temporal de los datos básicos. Metodología y frecuencia de captura de datos. Metodología de tratamiento de datos. Análisis de las metodologías empleadas y posibilidad de comparación (cuando sean distintas).</p> <hr/> <p>Trabajos pendientes o futuros desarrollos que mejorarían la información.</p> <hr/> <p>Marco legislativo o normativa vinculada al indicador con especificación de valores límite.</p> <hr/> <p>Notas aclaratorias, observaciones, etc.</p> <hr/>
<p>5. <i>Indicadores complementarios y subindicadores</i></p> <p>Siempre que se considere necesario pueden <i>desarrollarse indicadores derivados o complementarios</i> al indicador principal con el fin de ampliar la información que este suministra o matizar aspectos específicos.</p>

Tabla 5. (Cont.). Fuente: Aguirre (2002)

1.2.1.11 Procedimiento para la elaboración de un sistema de indicadores

Aguirre (2002), recomienda aprovechar la experiencia internacional en el tema de los indicadores ambientales. Para ello, es interesante analizar cuáles son algunas de las etapas necesarias para la elaboración (a nivel inicial) de un sistema de indicadores ambientales. El procedimiento seguido en la elaboración de la propuesta inicial del Sistema Español de Indicadores Ambientales, puede considerarse como ejemplo en este tipo de trabajos y consiste en los siguientes pasos:

Fase 1: *estudio de las iniciativas similares desarrolladas por otras entidades, tanto nacionales como internacionales.* De forma paralela, también debe realizarse una revisión de las obligaciones de suministro de información que, con base legal, están establecidas en nuestro país, ya que una de las condiciones de un buen indicador ambiental es la posibilidad real de cálculo.

Fase 2: *estudio de la problemática ambiental, estableciendo las áreas clave relacionadas con el medio ambiente y analizando, para cada una de ellas, su estado general y los factores que lo condicionan, junto con las relaciones causa-efecto que se producen en cada ámbito.*

Fase 3: *elaboración de una propuesta inicial para ser puesta a consideración de los usuarios de dichos indicadores.* Esta tercera fase permite una primera aproximación al conocimiento del estado y de la problemática más significativa del medio ambiente a gestionar, permitiendo así desarrollar una lista provisional de los indicadores que la describen.

Una vez definidos éstos y comprobada la disponibilidad de información para su cálculo, se formula la lista de la propuesta de indicadores definitiva.

Además de este procedimiento de análisis, en la elaboración del Sistema de Indicadores Ambientales se tendrá en cuenta, como acabamos de señalar, no sólo la experiencia de otras entidades, sino también la metodología más difundida, contrastada y de mayor implantación en los organismos internacionales. Respecto a la aportación internacional a la elaboración de Sistemas de indicadores, se ha llevado a cabo la revisión de las principales iniciativas existentes hasta la fecha. Entre ellas, destaca el estudio de los trabajos desarrollados por la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), la Unión Europea y la Comisión Económica para Europa de Naciones Unidas (CEPE).

Desde el punto de vista metodológico, es necesario destacar el marco de análisis elegido para la estructuración del sistema de indicadores, que generalmente es el denominado “Presión- Estado-Respuesta (PER)”, que se lo describió en el numeral 1.2.9.2. La selección de los indicadores se la realiza identificando, en primer lugar, los principales problemas o preocupaciones ambientales asociadas a cada una de las áreas ambientales contempladas. De esta forma, se dispone de una visión de la problemática del medio ambiente y de una forma de evaluación o seguimiento de la evolución de estos problemas mediante los indicadores adoptados.

Aunque una de las condiciones para elegir un indicador ambiental, es la disponibilidad de información para poder calcularlo, en muchas ocasiones la información con que se debería contar para este propósito no se encuentra disponible a corto o medio plazo. Cuando esto sucede se puede incluirlo en el Sistema, considerando que de este modo es posible potenciar su desarrollo y elaboración en el futuro.

1.2.2 Adopción de una perspectiva teórica.

Luego de la revisión del estado actual del conocimiento sobre el tema y el marco teórico aplicable se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones para la formulación de los **indicadores**:

Entre las funciones principales de los indicadores estarán:

- Evaluar condiciones y tendencias en relación a metas y objetivos planteados en los diferentes programas de los planes de manejo de las microcuencas de captación de los principales sistemas de agua potable para Quito.
- Anticipar condiciones y tendencias futuras de tal manera que permitan una alerta temprana

En cuanto a sus atributos

- Se considerará, que los valores de los indicadores puedan ser observados o medidos directamente al nivel de agregación requerido para la toma de decisiones.

Como principal característica de los Indicadores

- Se considerará que, son variables cuantificables, pero que también pueden ser variables cualitativas, como una “especie indicadora” que se usan mucho en ecología.

Tipos de Indicadores en relación con la temática

- La temática principal de los indicadores es el agua, con los subtemas relativos a la cantidad y calidad. Como temas secundarios incluirán el suelo, los ecosistemas y su estado de conservación, los aspectos o problemáticas resultantes de la interacción entre el sistema sociocultural y el patrimonio natural.

Propiedades y Requisitos de los Indicadores Ambientales

Se observará que los indicadores cumplan al menos los siguientes requisitos:

- Disponibilidad y fiabilidad de los datos: Los datos necesarios para el diseño de los indicadores deben ser accesibles y estar basados en estadísticas fiables.
- Sensibilidad a cambios: El indicador debe responder a los cambios que se producen en el medio, reflejando las tendencias y posibilitando la predicción de situaciones futuras.
- Sencillez: Los indicadores deben ser medibles y cuantificables con relativa facilidad. A su vez, tienen que ser claros, simples y específicos, facilitando su comprensión por no especialistas que vayan a hacer uso de los mismos.
- Relevancia y utilidad: Los indicadores no sólo tienen que ser relevantes a nivel científico, sino también a nivel político, ya que deben ser útiles en la toma de decisiones.
- Comparabilidad: La información que aporten los indicadores debe permitir la comparación a distintas escalas territoriales y temporales.
- Razonable relación costo/beneficio: El coste de obtención de información debe estar compensado con la utilidad de la información obtenida.

En relación a las aplicaciones y potencialidades de los Indicadores

Se considerará:

- Que su principal aplicación sea como herramienta de **Evaluación** de los efectos de las medidas aplicadas a través de los planes de manejo ambiental de las microcuencas de captación de los principales sistemas de agua potable para Quito.

- Que sean instrumentos de **Integración** de aspectos ambientales en la toma de decisiones, permitiendo elevar los criterios ambientales al mismo nivel que otros criterios en el campo de la toma de decisiones.
- Que se usen para la difusión de información medioambiental a la opinión pública
- Que la información sintética que proporcionen los indicadores sea de utilidad para el manejo y conservación de los ecosistemas.
- Que los indicadores permitan informar sobre los cambios temporales, ya que serán formulados en base a medidas repetibles y contrastables. Que el seguimiento de las mismas permita comprobar la eficacia de dichas medidas.
- Que un cambio en el estado de un indicador debe poder informar sobre el estado futuro del fenómeno al que se lo asocia.
- Que los indicadores nacen a partir del conocimiento científico, y a través de la información que aportan se pueden establecer nuevas líneas de investigación centrando los estudios en aquellos sectores que requieren una alta prioridad de intervención debido a la influencia de los problemas ambientales.

Para la **sistematización** de los indicadores se tomarán en cuenta lo planteado por Gómez Alvira, (2010)

- Un Sistema de Indicadores ambientales se concibe como un subsistema de un Sistema de Información Empresarial, creado con el propósito de integrar y articular bajo un enfoque sistémico los diferentes grupos de indicadores utilizados por la entidad para medir el cumplimiento de su misión y objetivos, hacer seguimiento, evaluar la su gestión.

Marcos Ordenadores de Indicadores de Desarrollo Sostenible

- Una vez formulados los indicadores se identificará con que marco ordenador se identifican mejor, para su sistematización. Puede ser el modelo PER, pues es el que considera que las actividades humanas ejercen una presión sobre el medio, que hacen que éste registre cambios en su estado, ante lo cual la sociedad responde mediante la adopción de medidas que tratan de mantener los equilibrios ecológicos que le parecen adecuados.

Presentación y contenido de la información de los Indicadores

- El formato de presentación del contenido de los indicadores se realizará a través de una ficha metodológica en la que se incluya, las recomendaciones de la bibliografía revisada y las necesidades propias de la Empresa en función de los informes que desarrolla.

Procedimiento para la elaboración de un sistema de indicadores

- El procedimiento para la formulación de los indicadores partirá de los estudio de la problemática ambiental, identificada en las microcuencas de captación de los principales sistemas de agua potable para Quito, y los factores que la condicionan, junto con las relaciones causa-efecto que se producen en cada ámbito.

1.2.3 Marco Conceptual.

A continuación se detallan los principales conceptos que serán utilizados en el desarrollo del trabajo que aportarán elementos para una adecuada comprensión de los lectores del documento.

1.2.3.1 Gestión Ambiental

La Gestión Ambiental se la define como el conjunto de políticas, normas, actividades operativas y administrativas de planeamiento, financiamiento y control estrechamente vinculadas, que deben ser ejecutadas por el Estado y la sociedad para garantizar el desarrollo sustentable y una óptima calidad de vida, Ley de Gestión Ambiental (1999).

1.2.3.2 Impactos ambientales

Sintetizando de varios autores, Martín (2007) dice que hay impacto ambiental cuando una acción o actividad, antrópica o no, produce una alteración favorable o desfavorable en el medio o en alguno de los componentes (factores ambientales). Esta acción puede ser, dentro de los antrópicos, un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, una ley, una disposición administrativa con implicaciones ambientales, o bien un terremoto, una inundación o un tsunami como fenómenos “naturales”.

Un impacto ambiental no implica negatividad, ya que éstos pueden ser tanto positivos como negativos.

1.2.3.3 Indicador ambiental

Para Gallopín (1996, 2006), en su sentido más general, un indicador es un signo. En Semiótica (la ciencia general de los signos), un signo es todo lo que se refiere a otra cosa (referente) y que sirve para comunicar.

Los indicadores deseables son variables que resumen o de alguna manera simplifican información importante, vuelven visibles o perceptibles fenómenos de interés, y cuantifican, miden, y comunican información relevante.

1.2.3.4 Sistemas de indicadores

Un Sistema de Indicadores ambientales se concibe como un subsistema de un Sistema de Información Empresarial, creado con el propósito de integrar y articular bajo un enfoque sistémico los diferentes grupos de indicadores utilizados por la entidad para medir el cumplimiento de su misión y objetivos, hacer seguimiento, evaluar la su gestión. (Gómez Alvira, 2010).

1.2.4 Hipótesis

Al ser una investigación de tipo exploratoria y correlacional, en base documental, no necesita que se formule una hipótesis.

1.2.5 Identificación y Caracterización de las Variables

Los indicadores que se formularán a través del presente trabajo, en si son variables que sintetizarán o de alguna manera simplificarán información importante, en torno al estado de factores ambientales como la calidad del agua, del suelo y de la biodiversidad en las microcuencas de captación de los principales sistemas de agua potable de la EPMAPS. Dichas variables dependerán para su cálculo de la variación de los indicadores de línea base que se enlistan a continuación, mismos que han sido definidos a partir de datos obtenidos en los estudios de diagnóstico de las microcuencas consideradas para este trabajo. Los nuevos datos previo a su uso en el cálculo de los indicadores deben ser procesados, sumados, promediados, etc. Hasta configurar la información que representa la variable.

- Número total de actores en las microcuencas de captación
- Superficie total afectada por quemas
- Superficie total con conflicto de uso de suelo
- Superficie total con cultivos tradicionales en todas las microcuencas

- Índice anual de productividad cultivos papa
- Superficie total afectada por ingreso de turistas
- Superficie total de páramo con ganado en libre pastoreo
- Superficie total de páramo en área protegida
- Superficie total de áreas degradadas
- Superficie total de taludes desprotegidos e inestables en microcuencas aferentes a los sistemas de AP para Quito
- Superficie total de cultivos o pastizales ubicados en suelos no aptos recuperados a través de reforestación y/o revegetación y mantenimiento.
- Superficie total de cobertura boscosa y vegetación nativa en áreas aferentes a los sistemas de AP de Quito.
- Superficie total con cobertura boscosa y vegetación nativa de propiedad privada en microcuencas aferentes a los sistemas de AP para Quito.
- Calidad de la cobertura de los bordes de los ríos y quebradas, misma que garantiza la estabilidad de los taludes, evita la erosión, y contribuye directamente con la calidad del agua.
- Concentración de sólidos suspendidos
- Concentración de DBO
- Concentración de fósforo, de nitratos, cloruros, de coliformes totales
- De la temperatura, de la alcalinidad, de la conductividad, pH, dureza,
- Monto total de inversión en acciones de protección y mantenimiento en las microcuencas de todos los sistemas de AP para Quito
- Volumen de agua almacenada en los embalse.

CAPITULO II

2 MÉTODO

2.1 Tipo de estudio.

Exploratorio y Correlacional

Exploratorio: para la realización del trabajo se explorará la bibliografía relacionada al tema.

Correlacional: la propuesta de indicadores que se genere debe mostrar su relación con la planificación de la gestión ambiental en las microcuencas de captación.

2.2 Modalidad de investigación

Documental: en razón de que se amplia y profundiza el conocimiento sobre indicadores ambientales, con apoyo predominante de documentos impresos, y electrónicos.

Proyecto de Desarrollo: la temática a desarrollar está basada en la necesidad particular de la EPMAPS de contar con una herramienta de control y evaluación de su planificación de manejo ambiental en sus microcuencas de captación. Su resultado será una propuesta práctica de indicadores de aplicación específica, en las microcuencas aportantes a sus principales sistemas de agua potable con plena viabilidad de ejecución.

2.3 Método

El trabajo a realizar se identifica con el **Método Histórico-Lógico**, en razón de que requiere en primer término de la investigación de los elementos que intervienen en la gestión ambiental del agua, como son, el marco legal e institucional, las políticas, las estrategias, la planificación de cada una de las dependencias con responsabilidad sobre el tema, su evolución, desenvolvimiento y conexiones históricas entre los elementos relacionados con el tema propuesto a desarrollar.

Luego, requiere conocer datos relativos a las características de los sistemas de agua potable seleccionados para este trabajo, así como, la variabilidad y disponibilidad de los recursos hídricos superficiales con que cuentan para satisfacer la demanda de agua potable de la población de Quito.

A través del método lógico, se analizará y sintetizará la línea base ambiental desde la cual se ha iniciado la gestión ambiental de las microcuencas de los Sistemas de Agua Potable incluidos en el alcance del presente trabajo

Se discriminará y sintetizará los principales aspectos, problemas e impactos ambientales comunes en las microcuencas de los principales sistemas de agua para Quito, y se estructurará un Plan de Gestión Ambiental Integrado de estos aspectos, problemas e impactos ambientales, con la identificación de los planes, programas y medidas aplicables para este fin, y su optimización mediante la reestructura de estas últimas en un formato que permite una mejor caracterización de las mismas, y la inclusión de los indicadores ambientales, que serán formulados conforme los lineamientos dictados por la perspectiva teórica adoptada.

Se caracterizarán los indicadores ambientales a través de fichas metodológicas.

Finalmente se sistematizará los indicadores, con las consideraciones planteadas en el numeral 1.1.3.- Sistematización del problema, y de acuerdo a los lineamientos de la perspectiva teórica adoptada (numeral 1.2.2).

2.4 Población y Muestra.

Población: Sistemas de agua potable, Papallacta, La Mica, Pita, Centro y Noroccidente administrados por la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento.

Muestra: Características físicas, bióticas y socioeconómicas de las microcuencas de captación de los sistemas, Papallacta, La Mica, Pita, Centro y Noroccidente.

2.5 Selección de instrumentos de Investigación

Los instrumentos en los que se basa la realización del presente trabajo son:

1. Gavilanes, X., Suárez, R., Martínez, A., Amores, J. (2011). *Diagnóstico y Plan de Manejo de las Microcuencas Hidrográficas Del Sistema Noroccidente*. EPMAPS. Quito.
2. Escobar, R., Lozano, P., Coello, X., Cajas, L., Gavilanes, L., Corti, N. (2011). *Diagnóstico y Plan De Manejo de Las Microcuencas Hidrográficas que abastecen al Sistema Centro Occidente. Aducciones Atacazo - Lloa-Pichincha*. EPMAPS. QUITO.
3. COSTECAM, Cía. Ltda. (2006 a). *Diagnóstico y Plan de Manejo de la cuenca y subcuencas hidrográficas de captación para el Sistema Papallacta*, EPMAPS, Quito.
4. COSTECAM, Cía. Ltda. (2006 b). *Diagnóstico y Plan der Manejo de la cuenca y subcuencas hidrográficas de captación para el Sistema La Mica*, EPMAPS, Quito, Ecuador.

5. Tufiño, P., et ál. (2011b). Plan de Manejo del Embalse La Mica y sus microcuencas aportantes. EPMAPS. Quito
6. Tufiño P., et ál. (2011a). *Elaboración del Plan de Manejo de los Embalses, Salve Faccha, Sucus y Mogotes del Sistema Papallacta*. EPMAPS, Quito.
7. MAE (2012). *Estudio de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático del sistema de agua potable Pita – Puengasí y sus cuencas abastecedoras. Caracterización ecológica microcuenca del Pita*.
8. Tucci, C.E.M. (2009). *Plan de Manejo Integrado de los Recursos Hídricos en la Cuenca Alta del Río Guayllabamba*. Banco Interamericano de Desarrollo Económico BID y Fondo para la Protección del Agua, FONAG. 1437p
9. Hazen & Sawyer, P.C. (2009 b). *Estudios de actualización del Plan Maestro Integrado de Agua Potable y Alcantarillado del DMQ*. Fase 1. Sección 3. Recursos Hídricos. Ex - EMAAP-Q.
10. Hazen & Sawyer, P.C. (2009 c). *Estudios de actualización del Plan Maestro Integrado de Agua Potable y Alcantarillado del DMQ*. Fase 1. Sección 4. Agua Potable. Ex - EMAAP-Q.

2.6 Validez y Confiabilidad de los Instrumentos

Los instrumentos base para la formulación del presente trabajo son estudios elaborados a través de contratos de consultoría, por la EPMAPS, mismos que fueron aprobados por las instancias correspondientes, lo cual les confiere validez y confiabilidad.

2.7 Operacionalización de variables

Las variables que permitirán operativizar los indicadores proceden de información existente generada a través de los estudios de diagnóstico de las microcuencas consideradas

en este trabajo y de programas de monitoreo en marcha y lo que se hará es usar esas variables para integrarlas a indicadores cualitativos y cuantitativos. Algunos valores de variables serán obtenidos a través de programas propios y permanentes de monitoreo de la empresa como los siguientes:

- Monitoreo de la calidad física, química y biológica del agua de las captaciones de los diferentes sistemas y de los embalses
- Monitoreo hidrológico y meteorológico
- Aforos de gasto líquido
- Monitoreo del estado trófico de los embalses

En tanto que otros indicadores serán de carácter cualitativo y se generarán en base a necesidades puntuales a través de contratos o convenios con terceros.

La operativización de los indicadores se realizará mediante el cumplimiento de los requisitos establecidos en una ficha metodológica.

2.8 Procesamiento de Datos.

Los datos para la mayoría de indicadores de línea base, han sido procesados durante la ejecución de los estudios usados como instrumentos para el presente trabajo, en tanto que para los nuevos indicadores los datos generados a través de la ejecución de las medidas ambientales de los diferentes programas de los PMAs de las microcuencas, y de los programas de monitoreo que realiza la Empresa, serán recogidos por el responsable de calcular el indicador, quien debe depurarlos y procesarlos previo al uso en el cálculo del indicador.

CAPITULO III.

3 RESULTADOS

3.1 Levantamiento de datos / información

3.1.1 Gestión del Agua en El Distrito Metropolitano de Quito

Conforme el orden metodológico propuesto, en el presente acápite, se presenta una descripción de los principales aspectos considerados en la gestión de los recursos hídricos en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) y a nivel nacional, como son el marco legal e institucional, las políticas existentes, la organización y responsabilidades establecidas en el país entorno a la gestión del agua de entidades como (la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA), el Ministerio del Ambiente (MAE), el Gobierno Autónomo Descentralizado del Distrito Metropolitano de Quito (GAD DMQ) y la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS), y los criterios que estas dependencias considerarán en su planificación para llevar a cabo las funciones asignadas.

3.1.1.1 Marco Legal e Institucional

Byron Real López en 2007, a través de contrato de consultoría con el Fondo para la protección del Agua para Quito (FONAG), realiza el estudio denominado: “Análisis del

Marco Institucional, Legal y de Políticas y Lineamientos para la GIRH en la Hoya de Quito” y de su informe se ha extraído y adaptado el contenido de este tema.

En el Ecuador, en torno a la Gestión del Agua se han promulgado las siguientes leyes: la Ley de Aguas, la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre, la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, Ley de Gestión Ambiental, Ley de Desarrollo Agrario, etc., muchas de las cuales aún no han sido actualizadas de acuerdo a los lineamientos de la Constitución del (2008). En las referidas leyes existen aspectos aislados de gestión del agua, pero no se puede decir que todo ese conjunto normativo constituya un sistema legislativo dirigido a ese recurso y menos que promueva una plataforma institucional para la gestión del mismo.

La Constitución de La República del Ecuador (2008), señala lo siguiente:

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

Art. 264: “Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas, sin perjuicio de otras que determine la ley. Numerales:

1. Planificar el desarrollo cantonal y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial, de manera articulada con la planificación nacional, regional, provincial y parroquial, con el fin de regular el uso y la ocupación del suelo urbano y rural.
2. Ejercer el control sobre el uso y ocupación del suelo en el cantón.
3. Planificar, construir y mantener la vialidad urbana.

4. Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

Art. 276: “El régimen de desarrollo tendrá los siguientes objetivos:

Numeral 4: “Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural”.

Art. 318.- “... el agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, prohibiendo toda forma de privatización”; y,

Art. 411.- “El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos”.

La Ley de Aguas (1972)

El marco legal actual para la gestión del agua es la Ley de Aguas (1972), que ha sido actualizada mediante una codificación realizada en el año 2004. Otro cuerpo normativo que regula un aspecto de la gestión del agua es la Ley de Creación del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (Decreto Supremo No. 1232, del 25 de octubre de 1972). La Ley de Aguas es el cuerpo normativo más integral respecto de los recursos hídricos del país, abordando los siguientes aspectos:

- Conservación y contaminación de las aguas
- Adquisición de derechos de aprovechamiento de los usos de aguas y prelación
- Concesiones del derecho de aprovechamiento de aguas para uso doméstico y de saneamiento
- Concesiones del derecho de aprovechamiento para riego
- Aguas para fines energéticos, industriales y mineros
- Concesión de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas

- Aguas minerales, termales y medicinales
- Concesión de los derechos de aprovechamiento de aguas remanentes
- Riego y saneamiento del suelo
- Estudios y obras
- Servidumbres
- Aprovechamientos comunes, de los directorios de aguas y de las juntas administradoras de agua potable
- Infracciones y penas
- Jurisdicción y procedimiento

Los aspectos más relevantes de la Ley de Aguas son la declaratoria de las aguas como bienes nacionales de uso público, estipulada en los artículos 3 y 4. El establecimiento de un “derecho de aprovechamiento de aguas” vinculado a un predio; Art.5. Para el caso de la concesión y planes de manejo de las “fuentes (de agua) y cuencas hídricas”, la contemplación de aspectos culturales relacionados a las poblaciones indígenas y locales, Art. artículo 20, inciso segundo.

A pesar de que la administración del aprovechamiento del agua es regulada con integridad, la Ley de Aguas es débil en el establecimiento de regulaciones para las interacciones ecológicas del agua. La única referencia en este sentido, es respecto de las cuencas hidrográficas, que son áreas de importancia sustantiva para los recursos hídricos, sin embargo su gestión es encarada de una manera vaga y parcial en la citada ley.

Solamente dos normas de la ley establecen, de una manera inconexa con el resto del cuerpo legal, la necesidad de proteger y desarrollar las cuencas hidrográficas, se trata del artículo 13, literal e) y del artículo 20.

Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre, (LFCANVS)
(1981)

En la legislación forestal, la relación de los suelos, bosques y los recursos hídricos se los vincula en el contexto de las cuencas hidrográficas. La Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre, LFCANVS en su Art. 107, define a una cuenca hidrográfica como una “área enmarcada en límites naturales, cuyo relieve permite la recepción de las corrientes de aguas superficiales y subterráneas que se vierten a partir de las líneas divisorias o de cumbre”.

Como una forma de proteger a las cuencas hidrográficas, en esta ley se establecen los denominados bosques y vegetación protectores, que son “las formaciones vegetales, naturales o cultivadas, que cumplan con uno o más de los siguientes requisitos:

- Estar situados en áreas que permitan controlar fenómenos pluviales torrenciales o la preservación de cuencas hidrográficas, especialmente en las zonas de escasa precipitación pluvial;
- Ocupar cejas de montaña o áreas contiguas a las fuentes, corrientes o depósitos de agua;
- Hallarse en áreas de investigación hidrológica – forestal, Art. 5, literales b), c) y e).

Esta ley también regula sobre ciertos recursos de carácter hídrico como son los bosques y las cuencas hidrográficas, desde una perspectiva territorial. En este sentido, otorga al MAE, su entidad de aplicación, atribuciones directas para establecer un ordenamiento territorial mediante la creación de tres tipos de áreas en todo el territorio nacional: el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, los Bosques y Vegetación Protectores y el Patrimonio Forestal del Estado. Estos tres tipos de áreas, que generalmente involucran total o parcialmente a cuencas y micro cuencas hidrográficas, alcanzan una superficie de casi nueve millones de hectáreas, que corresponde al 34,78% del territorio nacional, lo cual da una idea de la enorme influencia que la ley citada puede ejercer sobre las cuencas y otros recursos hídricos.

Además, esta ley establece que el MAE es la entidad encargada de aplicar la LFCANVS, junto a otras entidades relacionadas, y está obligado a determinar las medidas y valores que los ejecutores de proyectos u obras de desarrollo rural o industriales, construcción de carreteras, obras de regadío, hidroeléctricas u otras, que pudieren originar deterioro de los recursos naturales renovables, deban efectuar o asignar, para evitar dicho deterioro o para la reposición de tales recursos, Art. 102. Igualmente, dicho ministerio, debe obligar a que los propietarios de predios rurales colindantes con cursos naturales de agua o que se hallen cruzados por estos, planten árboles en los costados de los mismos, a fin de protegerlos, Art. 106.

Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) (2010)

Aunque no está orientada a los recursos hídricos, la legislación para la gestión territorial tiene una enorme influencia en ellos. Esta influencia ocurre principalmente debido a que las decisiones político-administrativas que se toman en función de esta ley, pueden influenciar directamente a los recursos hídricos. Esta ley determina ciertas normas de gestión territorial a favor de los gobiernos seccionales. Dicha ley faculta a los entes de aplicación correspondientes a intervenir de manera directa o indirecta en las cuencas hidrográficas, que constituyen el marco ecológico más integral de los recursos hídricos.

Es así que el COOTAD en su Art. 466, dice: "Corresponde a los gobiernos autónomos descentralizados municipales y metropolitanos, el control sobre el uso y ocupación del suelo en el territorio del cantón..."; Inciso primero: "El plan de ordenamiento territorial orientará el proceso urbano del cantón o distrito para lograr un desarrollo armónico sustentable y sostenible a través de la mejor utilización de los recursos naturales, la organización del espacio...".

Adicionalmente, forman parte de la legislación relativa a los recursos hídricos del país, las normas para la calidad del agua y las normas de control de los usos de agua.

Ley de Gestión Ambiental (1999)

La Ley de Gestión Ambiental instituyó que la autoridad ambiental nacional “será ejercida por el Ministerio del ramo, que actuará como instancia rectora, coordinadora y reguladora del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental, sin perjuicio de las atribuciones que dentro del ámbito de sus competencias y conforme las leyes que las regulan, ejerzan otras instituciones del Estado” (Art. 8). En cuanto al recurso agua, dicha ley establece que corresponde al citado ministerio “la coordinación con los organismos competentes, de sistemas de control para la verificación del cumplimiento de las normas de calidad ambiental referente al aire, agua, suelo, ruido, desechos y agente contaminantes” (artículo 9, literal j). Esto significa que en cuanto a la calidad del agua el MAE actuará como ente verificador del cumplimiento de las normas existentes, siendo el Ministerio de Salud, a través de los jefes provinciales de salud, el que aún tiene la jurisdicción administrativa para sancionar los casos de contaminación del agua. El Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), por su parte, constituye una autoridad coadyuvante en materia de contaminación del agua, pues la aplicación de la norma que prohíbe la contaminación de las aguas, deberá hacerlo “en colaboración con el Ministerio de Salud Pública y las demás entidades estatales” (Art. 22 de la Ley de Aguas).

Otros casos de normativas específicas que crean subsistemas de gestión de los recursos hídricos en función de preservar la calidad ambiental del agua, se encuentran en los sectores petrolero (Reglamento Ambiental para las Actividades Hidrocarburíferas, 2001), minero (Reglamento Ambiental para las Actividades Mineras, 1997) y eléctrico (Reglamento Ambiental para las Actividades Eléctricas, modificado en el 2008).

Adicionalmente la Ley de Gestión Ambiental señala:

Art. 14: “Los organismos encargados de la planificación nacional y seccional incluirán obligatoriamente en sus planes respectivos, las normas y directrices contenidas en el Plan Ambiental Ecuatoriano (PAE)”.

“Los planes de desarrollo, programas y proyectos incluirán en su presupuesto los recursos necesarios para la protección y uso sustentable del medio ambiente. El incumplimiento de esta disposición determinará la inejecutabilidad de los mismos”.

Art. 17: “La formulación del Plan Nacional de Ordenamiento Territorial la coordinará el Ministerio encargado del área ambiental, conjuntamente con la institución responsable del sistema nacional de planificación y con la participación de las distintas instituciones que, por disposición legal, tienen competencia en la materia, respetando sus diferentes jurisdicciones y competencias”.

Ordenanza 213 del DMQ (2007)

Esta Ordenanza dedica el Capítulo VII “Para la protección de las cuencas hidrográficas que abastecen al Municipio del Distrito Metropolitano de Quito”, Sección II, “De las Medidas de Control y Prevención para la Protección de las Fuentes de Agua”, y establece ciertos lineamientos de la política municipal en relación a esta forma de gestión de recursos naturales.

Art. 11.383.4.- PROTECCIÓN DE CUENCAS: “La protección y rehabilitación de las fuentes y cursos de agua se fundamentarán en programas de intervención a largo plazo, que busquen la rehabilitación y preservación del ambiente, en especial de los medios bióticos y abióticos ligados a la captación, almacenamiento y transporte de agua”.

Art. 11.383.5.- GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS: “Se impulsarán espacios de gestión de los recursos hídricos basados en la participación ciudadana, con representación pública y privada, que de manera democrática transparente y técnica, busquen optimizar su gestión”

Al momento, la Ordenanza 213, es el único cuerpo normativo del país que en forma expresa aborda la gestión integral de los recursos hídricos.

Un aspecto fundamental de este instrumento, es la ratificación de la decisión del Municipio del DMQ, de contribuir con el 1% del valor recaudado por la EPMAPS, ex EMAAP-Q, para constituir el, FONAG.

En un plazo de cuatro años, desde su creación, este fondo se incrementará hasta el 2% de dichas recaudaciones. La disposición citada muestra la decisión del Municipio de Quito tendiente a implementar la GIRH, para lo cual ha establecido un ente operativo, el FONAG, que es el organismo técnico que deberá traducir la voluntad política municipal expresada en la Ordenanza 213, en los mecanismos técnicos, normativos, sociales e institucionales que sean necesarios para lograr la gestión integral del agua y sus recursos asociados.

A pesar de que estos cuerpos legales son totalmente pertinentes y útiles para regular los aspectos para los que fueron promulgados, sin embargo en las dos últimas décadas se han generado fenómenos socioeconómicos que se encuentran presionando a los recursos naturales en general, de tal manera que éstos han sido afectados en su cantidad y/o calidad. Tal es el caso de los ecosistemas que proveen agua para Quito, en donde debido a la concentración demográfica y económica, existe una gran demanda de agua. Poblaciones cada vez más numerosas, actividades socioeconómicas de usos intensivos de agua (plantaciones florícolas y otras no-tradicionales, por ejemplo), mayor demanda de recursos naturales (bosques) y expansión de la frontera agrícola o cambios de uso del suelo en ciertos ecosistemas críticos

como los páramos, han alterado el escenario de relativo equilibrio ecológico previamente existente, lo cual está comprometiendo la disponibilidad de agua para usos humanos y productivos.

Para contrarrestar la problemática expuesta, se ha desarrollado un nuevo concepto de gestión del agua y los recursos asociados, que se denomina “gestión integrada de recursos hídricos”, (GIRH), y que está siendo promovida internacionalmente por varias agencias de cooperación multilateral, organismos internacionales ONGs, entre otras entidades. A nivel nacional también existe una tendencia en ese sentido, que es propugnada a través de procesos participativos como el denominado Foro del Agua. En pocas palabras, la técnica de GIRH propone un manejo socialmente participativo de todos los recursos naturales que directa o indirectamente intervengan en los ciclos del agua, en el contexto de las cuencas hidrográficas. Esto conlleva a la participación de los actores públicos, privados y comunitarios que tienen un interés concreto en la gestión o uso del agua y otros recursos naturales como los bosques, el suelo, etc. De esta manera la GIRH constituye un concepto integrador y armonizador de los conjuntos normativo y social ya expuestos.

Los Objetivos del Milenio ODM (2000)

Siendo el Ecuador parte de los 189 países signatarios de la Declaración, está obligado a velar por el cumplimiento de los 8 objetivos de desarrollo del milenio ODM. El tema del presente trabajo se alinea con el objetivo No. 7 “GARANTIZAR LA SOSTENIBILIDAD DEL MEDIO AMBIENTE, la Meta 9: Incorporar los principios del desarrollo sostenible en las políticas y los programas nacionales e invertir la pérdida de recursos del medio ambiente, y contribuye a los indicadores: *Cobertura vegetal remanente, y Relación entre zonas protegidas para mantener la diversidad biológica y la superficie total.*

Plan Nacional del Buen Vivir (PNVB 2013 - 2017)

La Política Ambiental Nacional, PAN, se basa en el enfoque de sostenibilidad que establece el Plan Nacional del Buen Vivir, en su Objetivo 7 (Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global) donde la expresión sostenibilidad se ve profundizada dando fuerza a las dimensiones ambiental, económica, social e institucional. La PAN se ha formulado observando fundamentalmente las políticas y lineamientos estratégicos para el cumplimiento de este objetivo de los cuales se citan los que guardan relación directa con la gestión del agua son:

7.2. Conocer, valorar, conservar y manejar sustentablemente el patrimonio natural y su biodiversidad terrestre, acuática continental, marina y costera, con el acceso justo y equitativo a sus beneficios; y

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

Y sus lineamientos:

- a. Armonizar el marco normativo e institucional del patrimonio hídrico como bien público, para fortalecer su rectoría, regulación, control técnico, gestión, planificación, coordinación y evaluación de manera coordinada, desconcentrada y descentralizada.
- b. Establecer mecanismos integrales y participativos de conservación, preservación, manejo sustentable, restauración y reparación integral de la funcionalidad de las cuencas hidrográficas, con criterios de equidad social, cultural y económica.
- c. Establecer incentivos para aumentar la eficiencia en el uso de las fuentes hídricas y mejorar la sustentabilidad de los reservorios de aguas subterráneas y superficiales.
- d. Fortalecer el ordenamiento territorial basado en el manejo integral y sistémico de las cuencas hidrográficas, a fin de garantizar la provisión de agua para el consumo

humano, el riego, los caudales ecológicos, las actividades productivas y la hidroelectricidad.

- e. Desarrollar e implementar un inventario hídrico nacional dinámico, que considere aguas superficiales y subterráneas, y su respectivo sistema de evaluación, para caracterizar y cuantificar la oferta y demanda de agua según sus usos socioeconómicos y caudales ecológicos por cuencas hidrográficas
- f. Fortalecer la regulación, la cooperación y la coordinación para mejorar el control técnico de las actividades que afecten la calidad y cantidad del agua, especialmente en las fuentes y zonas de recarga de agua.
- g. Establecer un registro de descargas de aguas residuales por sectores, en afluentes, para regular, controlar y sancionar la contaminación del recurso hídrico, así como desarrollar acciones específicas para su tratamiento y reposición de agua de calidad.
- h. Fortalecer las capacidades pública y comunitaria para la prevención, el manejo y la resolución de conflictos socioambientales en torno a la gestión del patrimonio hídrico.
- i. Consolidar y fortalecer la integración territorial binacional e internacional para la gestión integral del patrimonio hídrico y la resolución de conflictos socioambientales.

El mejor modo de tratar las cuestiones ambientales es con la participación de todos los ciudadanos interesados, en el nivel que corresponda. En el plano nacional, toda persona deberá tener acceso adecuado a la información sobre el medio ambiente de que dispongan las autoridades públicas, incluida la información sobre los materiales y las actividades que encierran peligro en sus comunidades, así como la oportunidad de participar en los procesos de adopción de decisiones. Los Estados deberán facilitar y fomentar la sensibilización y la participación de la población poniendo la información a disposición de todos. Deberá

proporcionarse acceso efectivo a los procedimientos judiciales y administrativos, entre éstos el resarcimiento de daños y los recursos pertinentes.

3.1.1.2 Organización y responsabilidades de la Gestión del Recurso

Hídrico

La Nueva Constitución de la República, aprobada el 20 de octubre de 2008, establece los siguientes preceptos en torno al recurso hídrico (tabla 6):

Tabla 6.- Preceptos en torno al recurso hídrico

PRECEPTO	CONTENIDO
DEBER DEL ESTADO	Garantizar sin discriminación alguna el goce del agua para sus habitantes
DERECHOS DEL BUEN VIVIR	El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable.
EL AGUA COMO SECTOR ESTRATEGICO	El agua constituye patrimonio nacional estratégico, de uso público, inalienable, imprescriptible, INEMBARGABLE y esencial para la vida
AUTORIDAD UNICA DEL AGUA- SECRETARIA NACIONAL DEL AGUA, SENAGUA	Planificación y gestión de los recursos hídricos: consumo humano, soberanía alimentaria, caudal ecológico y actividades productivas
GESTIÓN SOCIAL DEL AGUA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Prohíbe el monopolio y potencia la participación ciudadana 2. Plazo de 2 años para revisar el acceso al agua de riego con el fin de reorganizar el otorgamiento de las concesiones, evitar el abuso y las inequidades en las tarifas de uso y garantizar una distribución más equitativa, en especial a los pequeños y medianos productores agropecuarios 3. Auditoría financiera, jurídica, ambiental y social de las delegaciones de servicios públicos de agua y saneamiento a empresas privadas 4. Se condona a los usuarios y usuarias en extrema pobreza las deudas de consumo humano.
PROPIEDAD DEL AGUA	Autorización para el aprovechamiento del agua con fines productivos: sectores público, privado y de economía popular y solidaria
DERECHOS AL SERVICIO DEL AGUA	No reconoce ningún tipo de acaparamiento ni privatización. Exclusividad del Estado la provisión de servicios públicos de agua potable, riego y saneamiento básico
MECANISMOS QUE ASEGUREN LOS DERECHOS DE LA NATURALEZA	Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable.

PRECEPTO	CONTENIDO
SOBRE LA CONSERVACIÓN DE FUENTES HÍDRICAS, CALIDAD DEL AGUA Y EFICIENCIA	El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y CAUDALES ECOLÓGICOS asociados al ciclo hidrológico.
CUENCAS HIDROGRÁFICAS	Se define la gestión de recursos hídricos por cuencas hidrográficas, su ordenamiento y la creación de Consejos de Cuenca, para la gestión integrada del agua y los ecosistemas relacionados
RELACIÓN ENTRE GOBIERNOS REGIONALES, PROVINCIALES Y SECCIONALES RESPECTO AL AGUA	Clarifica las responsabilidades y atribuciones en todos los niveles de gobierno.
RELACIONES INTERNACIONALES	<ol style="list-style-type: none"> 1. Precautela la soberanía nacional en litigios que comprometan el patrimonio natural y en especial el agua, la biodiversidad y su patrimonio genético. 2. Privilegia la Integración con países Latinoamericanos y del Caribe como un objetivo estratégico del Estado 3. Se compromete en todos los procesos de integración a: <ul style="list-style-type: none"> • Estrategias conjuntas de manejo sustentable del patrimonio natural en especial la regulación de actividades extractivas; • Cooperación y complementación energética sustentable; • Conservación de la biodiversidad, ecosistemas y el agua; • La investigación, el desarrollo científico y el intercambio de conocimiento y tecnología; y, • La implementación de estrategias coordinadas de soberanía alimentaria.

Tabla 6 (Cont.). Elaborado por: Recalde (2008)

3.1.1.2.1 La Secretaría Nacional del Agua, SENAGUA

El 15 de mayo de 2008, el Presidente de la República firma el Decreto Ejecutivo 1088 de creación de la SENAGUA.

La Secretaría fue creada con el rango de Ministerio de Estado, adscrita a la Presidencia de la República, y en reemplazo del ex Consejo Nacional de Recursos Hídricos.

Su misión es conducir y regir los procesos de gestión del agua de una manera integrada y sustentable en los ámbitos de cuencas hidrográficas (Art. 3).

Sus principales objetivos son:

- Ejercer la rectoría nacional en la gestión y administración de los recursos hídricos.
- Desarrollar la gestión integral e integrada de los recursos hídricos, con una visión ecosistémica y sustentable.
- Fomentar en las políticas sectoriales y su regulación criterios de preservación, conservación, ahorro y usos sustentables del agua para garantizar el derecho humano al acceso mínimo al agua limpia y segura, mediante una administración eficiente que tome en consideración los principios de equidad, solidaridad y derecho ciudadano al agua.
- Promover la protección de las cuencas hidrográficas dando énfasis a la conservación de páramos y bosques nativos, para preservar los acuíferos y la buena calidad del agua en sus fuentes.
- Implementar políticas, estrategias y normas para prevenir, controlar y enfrentar la contaminación de los cuerpos de agua.
- Promover la gestión social de los recursos hídricos.
- Mitigar los riesgos generados por causas hídricas.

Ejes estratégicos

- Incrementar la cobertura y eficiencia en el uso y aprovechamiento del recurso hídrico.
- Incrementar la redistribución y la equidad del recurso agua.
- Incrementar la calidad del agua.
- Incrementar la eficiencia operacional de la Secretaría Nacional del Agua.
- Incrementar el desarrollo del talento humano de la Secretaría Nacional del Agua.

Políticas para la Gestión del Agua

A continuación se describen las principales políticas desarrolladas por la SENAGUA, para la gestión del recurso agua:

- Desarrollar una gestión integral y sustentable de los recursos hídricos con una visión que priorice el ser humano.
- Garantizar el derecho humano al acceso mínimo al agua limpia y segura, considerando en la Tarifa los principios de equidad, solidaridad y derecho ciudadano al agua.
- Promover la protección de cuencas, los acuíferos y la calidad del agua.
- Incentivar y difundir una cultura del buen uso de los recursos hídricos.
- Integrar y aplicar criterios de preservación, conservación, ahorro y uso sustentable del agua en todos los usos y actividades que dependen del agua.
- Fomentar el conocimiento, la información, el monitoreo y la construcción de capacidades para la gestión y el manejo científico del agua.
- Articular en forma integrada, entre los niveles de gobierno nacional y local, la gestión del agua y del territorio considerando a la cuenca hidrográfica como unidad básica de planificación.
- Generar y liderar instancias, procesos participativos y de control social por parte de la ciudadanía.
- Exigir responsabilidad, eficiencia y transparencia en el uso de los recursos públicos destinados a la gestión del agua.

3.1.1.2.2 El Ministerio del Ambiente

El presente numeral se estructura con información tomada de la Planificación Estratégica del MAE (2009).

El MAE, fue creado el 4 de octubre de 1996 mediante Decreto Ejecutivo No. 195 publicado en el Suplemento- Registro Oficial No.40 de 4 de Octubre de 1996.

Con Decreto Ejecutivo No. 505, de enero 22 de 1999, publicado en el Registro Oficial No. 118 de 28 del mismo mes y año, se fusiona en una sola entidad, el MAE y el Instituto Ecuatoriano Forestal y de Áreas Naturales y Vida Silvestre- INEFAN- la entidad resultante de la fusión fue el MAE.

Con Decreto Ejecutivo No. 3, de enero 23 del 2000, publicado en Registro Oficial No.3de enero 26 de 2000, se reforma el Estatuto del Régimen Jurídico Administrativo de la Función Ejecutiva, estableciéndose que en la organización de dicha Función consta el Ministerio de Turismo y Ambiente, entre otros.

Mediante Decreto Ejecutivo No. 26 de enero 28 de 2000, publicado en el Registro Oficial No.11 de febrero 7 de 2000, se dispone que bajo la denominación de Ministerio de Turismo y Ambiente se fusiona en una sola entidad la Subsecretaria de Turismo que pertenecía al Ministerio de Comercio Exterior Industrialización, Pesca y Turismo y el Ministerio del Ambiente.

En abril del 2000 con Decreto Ejecutivo N.259 se deroga el Decreto N.26, se separan turismo y ambiente, creándose con total independencia jurídica, financiera y administrativa, el Ministerio del Ambiente.

Misión

Ejercer de forma eficaz y eficiente la rectoría de la gestión ambiental, garantizando una relación armónica entre los ejes económicos, social, y ambiental que asegure el manejo sostenible de los recursos naturales estratégicos.

Visión

Lograr que el Ecuador use sustentablemente sus recursos naturales estratégicos para alcanzar el Buen Vivir.

Relacionamiento Institucional

El Ministerio del Ambiente se encuentra bajo la supervisión del Ministerio Coordinador de Patrimonio, además de reportar los avances de su gestión a corto y mediano plazo a la Secretaría General de la Administración Pública y a la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, respectivamente.

En lo referente a su relacionamiento con las demás Carteras de Estado, establece lazos de cooperación con SENAGUA, Ministerio de Turismo, Secretaría Nacional de Pueblos, Movimientos Sociales y Participación Ciudadana, Ministerio de Educación, Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos y Ministerio de Industrias y Productividad con los cuales puede emprender programas, proyectos y acciones conjuntas de acuerdo a sus competencias.

Por otra parte, y cumpliendo con su rol de AUTORIDAD AMBIENTAL NACIONAL, tiene a su haber la regulación y el control (licenciamiento ambiental) de los proyectos que lleven a cabo los ministerios de Recursos No Renovables, de Transporte y Obras Públicas, Ministerio de Electrificación y Energía Renovable, Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca y Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, así como de aquellos proyectos desarrollados por los Gobiernos Autónomos Descentralizados y particulares que de acuerdo a la ley lo requiriesen.

Finalmente, depende del Ministerio de Economía y Finanzas en cuanto a la asignación de recursos, y de las disposiciones del Ministerio de Relaciones Internacionales, Comercio

Exterior y Competitividad para asumir una posición de país frente a los diferentes temas de la Agenda Ambiental Internacional.

Lineamientos de Política Institucional

La Política Ambiental Nacional PAN (2011), pretende ir más allá de las visiones tradicionales que del ambiente se manejan, la “conservacionista” (según la cual los espacios naturales deben mantenerse completamente apartados de la dinámica social), y la “utilitaria” (que considera la naturaleza como un insumo para la producción), pues ninguna de estas perspectivas ha permitido mantener los recursos naturales y generar beneficios para la sociedad de una manera sustentable. En un país como Ecuador, que depende aún de los productos primarios y cuya la principal riqueza (además de ventaja comparativa) es la biodiversidad, la valoración de los recursos naturales estratégicos renovables y sus servicios (agua, aire, suelo y biodiversidad), en los términos expuestos en la Política Ambiental Nacional, permitirá una sólida vinculación de la economía, el ambiente y la sociedad para alcanzar el Buen Vivir.

De los seis lineamientos establecidos se citan tres en la tabla 7, los cuales tienen relación directa con el objetivo del presente trabajo.

Tabla 7.-Lineamientos de la Política Ambiental Nacional y estrategias para su cumplimiento.

POLÍTICA AMBIENTAL	ESTRATEGIAS PARA SU CUMPLIMIENTO
No. 1 Articular el acuerdo nacional para la sustentabilidad económica y ambiental	<ul style="list-style-type: none"> · Incorporar la variable ambiental en el modelo económico y en las finanzas públicas · Implementar mecanismos de extracción sustentable de recursos renovables y no renovables. · Incentivar actividades productivas rentables de bajo impacto ambiental
No. 2 Usar eficientemente los recursos estratégicos	<ul style="list-style-type: none"> · Manejar integralmente los ecosistemas.

para el desarrollo sustentable: agua, aire, suelo, biodiversidad y patrimonio genético	· Conservación y uso sustentable del Patrimonio Natural, basado en la distribución justa y equitativa de sus beneficios.
No. 5 Insertar la dimensión social en la temática ambiental para asegurar la participación ciudadana..	· Manejar integralmente la conflictividad socio-ambiental. · Fortalecer capacidades ciudadanas para el manejo sustentable de los recursos naturales.

Tabla 7 (Cont.). Fuente: MAE (2011)

Objetivos Estratégicos

Los objetivos estratégicos están directamente articulados a los objetivos, indicadores y metas (pertinentes) propuestos en los Objetivos del Milenio y en el Plan Nacional del Buen Vivir 2013.- 2017, los lineamientos y estrategias de la Política Ambiental Nacional, los Equipos Funcionales de Implementación, la Agenda Sectorial, la Cartera de Proyectos y la Agenda de Cooperación Ambiental Nacional. Bajo este marco, se han diseñado 7 objetivos estratégicos de los cuales se señalan los que guardan relación con el presente trabajo y que son:

- Incorporar los costos y beneficios ambientales y sociales en los indicadores económicos, que permitan priorizar actividades productivas de menos impacto y establecer mecanismos de incentivo adecuados.
- Generar información sobre la oferta de recursos naturales estratégicos renovables por ecosistema para su manejo integral.

Ejes Estratégicos

El Art. 275 de la Constitución, en su acápite segundo, respecto a este tema indica: “El Estado planificará el desarrollo del país para garantizar el ejercicio de los derechos, la consecución de los objetivos del régimen de desarrollo y los principios consagrados en la

Constitución 2008. La planificación propiciará la equidad social y territorial, promoverá la concertación, y será participativa, descentralizada, desconcentrada y transparente”. El gran desafío es, construir una institucionalidad ambiental innovadora articulada con la Constitución de República y las disposiciones que el Gobierno Ecuatoriano, a través de la SENPLADES, ha visto conveniente desarrollar en pos del bienestar de todos los ecuatorianos.

En este marco el MAE ha formulado la Política Ambiental Nacional (PAN), política sectorial que rige para la Gestión Ambiental a nivel nacional y su Plan Estratégico 2010-2014, documento en el que se plasman las acciones concretas que la PAN propone: valorizar los recursos naturales estratégicos renovables para que Estado, Sociedad y Economía reconozcan su justa importancia.

El Plan fue formulado bajo un análisis crítico de la institucionalidad y del sector ambiente, identificando elementos positivos y negativos de la gestión, con la finalidad de impulsar un efectivo proceso de cambio institucional que contribuya al mejor desempeño del sector, y su aporte al desarrollo del país en concordancia con las “Fases de la nueva estrategia de acumulación y redistribución en el largo plazo”, que forma parte del Plan Nacional para el Buen Vivir.

El documento constituye el primer instrumento de planificación de la gestión del MAE.

En la tabla 8, se muestran los proyectos formulados para los objetivos estratégicos seleccionados para los fines de este trabajo con las metas planteadas al 2014 y los indicadores de impacto y gestión que también se alinean a los objetivos del presente documento.

Tabla 8.- Proyectos formulados para el cumplimiento de los objetivos estratégicos

OBJETIVO ESTRATÉGICO	EN VIGENCIA	POR EJECUTAR	RECOMENDADO	META 2014	INDICADOR DE IMPACTO	INDICADOR DE GESTIÓN
Incorporar los costos y beneficios ambientales y sociales en los indicadores económicos, que permitan priorizar actividades productivas de menor impacto y establecer mecanismos de incentivo adecuados.	1. Sistema de Información Ambiental (SUIA) – PIB VERDE 2. Socio Bosque	1. Conservación de ecosistemas, generación de bio-conocimiento y desarrollo de la industria basada en los bienes y servicios ecosistémicos para el Buen Vivir.	1. Desarrollo e implementación de incentivos para el uso eficiente de los recursos naturales 2. Fortalecimiento del control de la minería industrial y artesanal/Asistencia técnica para prevenir y mitigar impactos de minería artesanal	Hasta el año 2014 las Carteras de Estado identificadas incorporan los costos y beneficios ambientales y sociales en sus indicadores económicos (gestión e impacto) para priorizar actividades productivas de menor impacto y establecer mecanismos de incentivo adecuados	Cuantificación de la degradación del medio ambiente* 5. Proyectos productivos de bajo impacto ambiental en ejecución* 6. Mecanismos de incentivo sustentables en ejecución*	
Generar información sobre la oferta de Recursos Naturales Estratégicos no renovables por ecosistema para su manejo integral	1. Programa de Conservación de Bosques - Socio Bosque. 2. Sistema Nacional de Control Forestal.	1. Programa de apoyo al Sistema Nacional de Áreas Protegidas. 2. Sostenibilidad Financiera para el Sistema Nacional de Áreas Protegidas.	1. Medidas de conservación de especies bandera (tiburones, tortugas marinas, oso de anteojos, cóndor, águila arpía, albatros, tapir amazónico). 2. Medidas para	Se ha generado el inventario nacional de recursos naturales estratégicos renovables por ecosistema determinando su cantidad, calidad, prioridad y valoración, como	Proporción de superficie deforestada 6. Proporción de superficie reforestada con fines de protección y conservación 7. Superficie cubierta por	Superficie total de Áreas Protegidas para mantenerla diversidad biológica

			control y erradicación de especies exóticas invasoras (tilapia, caracoles, ranas).	herramienta para su manejo integral	bosques y vegetación protectores 8. Superficie cubierta por bosques 9. Superficie de ecosistemas frágiles Variación de uso de suelo* Ecosistemas priorizados con Planes de Manejo*	
--	--	--	--	-------------------------------------	--	--

Tabla 8 (Cont.). Fuente: MAE (2009)

3.1.1.2.3 El Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (MDMQ)

3.1.1.2.3.1 Estructura territorial metropolitana.

El Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), se ubica en la Provincia de Pichincha, República del Ecuador. El DMQ, tiene un área de 4 228 km²; incluye la ciudad de Quito, dividida en 32 parroquias urbanas, y la zona rural constituida por 33 parroquias.

La organización territorial del DMQ, condicionada por las características físicas del sitio de ubicación, se expresa como una estructura de carácter metropolitano que tiene como núcleo fundamental el conglomerado compuesto por la ciudad de Quito. El DMQ en su conjunto cuenta con 2 239 191 habitantes en el año 2010, según datos del INEC. La población urbana representa el 72% de la población del Distrito (1 619 146 habitantes), mientras que la población en las áreas rurales alcanza el 28% del total 620 045 habitantes (MDMQ/STHV, 2011).

Como lo señala el Plan Metropolitano de Ordenamiento Territorial (2012 – 2022), en el período 2001-2010, la tasa de crecimiento del área suburbana casi triplica la tasa de crecimiento de la ciudad (4,1% respecto a 1,5%), lo cual se manifiesta en un proceso de periurbanización hacia los valles próximos que inició en los años 1990. Este proceso corresponde a un modelo expansivo y disperso de urbanización y a la incorporación de actividades económicas intensivas vinculadas a la agro exportación en los valles orientales (zona del nuevo aeropuerto).

Las proyecciones de las tendencias de crecimiento al 2022 en cada parroquia, anuncian que se mantendrá esta dinámica y distribución territorial de crecimiento poblacional, anunciando aumentos poblacionales particularmente en las parroquias de Quitumbe, Solanda, Puengasí, La Argelia, Guamaní y Turubamba al sur y el Condado, Calderón, Cochapamba, y San Isidro del Inca al norte. Adicionalmente, se prevén

crecimientos poblacionales en las parroquias rurales de La Merced y Checa. Por otro lado, la población se reducirá notablemente en las parroquias urbanas Mariscal Sucre, Itchimbía, Centro Histórico, La Magdalena y Chimbacalle (MDMQ/STHV, 2011).

3.1.1.2.3.2 Planificación

Un factor importante con que cuenta la Municipalidad del DMQ para enfrentar las transformaciones urbano - espaciales, es la creación en 1993 del Distrito Metropolitano de Quito, como ámbito legal y administrativo específico que le otorgó mayores atribuciones a la Municipalidad tanto para el control del uso del suelo, protección ambiental, planificación y gestión del transporte, así como para la descentralización y desconcentración de funciones (Hazen & Sawyer, P.C. 2009 a).

3.1.1.2.3.2.1 El Plan Metropolitano de Desarrollo del DMQ 2012 – 2022 (PMD)

El presente numeral se ha estructurado con párrafos extraídos y adaptados del Plan de Desarrollo 2012-2022, elaborado por el MDMQ (2011).

El PMD identifica las líneas principales de intervención municipal en el territorio para superar progresivamente las disparidades que persisten en el Distrito y que continúan limitando la capacidad de brindar a sus habitantes, en sus respectivas localidades, acceso a la salud, a la educación, a la vivienda y a la vialidad. Establece claramente la actual orientación municipal de priorizar la recuperación del espacio público como lugar de encuentro, de seguridad, de convivencia pacífica y solidaria. Define la visión del cabildo para garantizar el límite del crecimiento urbano y preservar las reservas naturales, así como para evitar la especulación con el suelo y promover su uso sustentable y democrático.

En este plan se plasma la visión del desarrollo del nuevo Quito, sus grandes proyectos para la vialidad y movilidad para los siguientes 10 años; la profunda renovación urbanística, la salida del aeropuerto del hiper centro, la operación del nuevo aeropuerto, la construcción del metro, la incorporación de corredores verdes, y nuevos parques distritales; pasando por la proyección de nuevas infraestructuras y equipamientos para la salud y la educación. Hacen parte de este plan también los programas y proyectos para la protección de los recursos naturales y de la biodiversidad, así como la visión de un Quito productivo con cadenas democráticas de generación de valor distribuidas a lo largo del espacio distrital.

De entre sus cinco principios rectores se transcribe el tercero: Quito Sustentable

“La sostenibilidad y calidad ambiental, así como la gestión integral para la prevención, atención y mitigación de los impactos de los desastres naturales serán principios rectores de la gestión distrital y componentes transversales de sus actuaciones. Este principio se orienta a consolidar un modelo territorial que permita el ejercicio de los derechos ciudadanos y la gestión administrativa en torno a centralidades y desarrolla estrategias territoriales para superar las dificultades de acceso a los servicios básicos y sociales, garantizando su calidad. Propende a conservar el patrimonio natural y paisajístico y los recursos vitales como agua y suelo, al mejoramiento de la calidad del aire y la reducción de la huella ecológica distrital”, pues tiene relación directa con el presente trabajo.

Ejes estratégicos (EE)

Los ejes estratégicos del Plan permiten estructurar de manera integral, articulada, sistémica y correspondiente con los diagnósticos de situación, las proyecciones de desarrollo del Distrito hacia el 2022, con objetivos, políticas, metas y programas, así como determinar las responsabilidades de gestión de los mismos por parte de la institucionalidad Municipal.

Se transcriben los ejes estratégicos que guardan relación con el presente trabajo, que son:

EE - Quito para los ciudadanos

En ese eje se aborda el derecho a la ciudad, como derecho colectivo que implica el disfrute de un conjunto de derechos ciudadanos articulados, con características de universalidad, accesibilidad y sinergia: los derechos al agua, a la vida digna, al acceso a bienes y servicios públicos, de libertad, integridad personal, a la salud, a la educación y los derechos de las personas y grupos de atención prioritaria. Por eso, aquí se describe cómo en esta década Quito avanzará para mejorar los servicios públicos, la seguridad ciudadana, la salud, la educación y la inclusión social, teniendo como centro al ser humano para el cumplimiento del *sumak kawsay*.

Diagnóstico

El diagnóstico desarrollado en este punto se refiere a la situación actual del Distrito en la cobertura de servicios básicos, como agua, electricidad, recolección de residuos, TICs y sociales, como seguridad ciudadana, salud, educación e inclusión social; da cuenta de las principales problemáticas y factores sobre los cuales la Municipalidad debe actuar para posibilitar el ejercicio de los derechos, del buen vivir, de la libertad en general y de modo específico, de las personas y grupos de atención prioritaria. En resumen el diagnóstico se refiere a:

- Servicios Públicos Básicos (derecho al agua, a la vida digna, al acceso a bienes y servicios públicos)
- Cobertura y calidad de servicios de agua potable, saneamiento, energía eléctrica y recolección de residuos sólidos y tecnologías de información y comunicación.

Servicios básicos

Agua Potable y Saneamiento

El DMQ es el cantón cuya población goza de la mejor cobertura de servicios de agua potable y alcantarillado del país e índices de continuidad superiores al 95%, como se observa en la tabla 9.

Tabla 9.-Índices de Cobertura de agua potable y alcantarillado

COBERTURA DE AGUA POTABLE	
DMQ	98,41%
Ciudad	99,82%
Parroquias rurales	94,89%
COBERTURA DE ALCANTARILLADO	
DMQ	92,46%
Ciudad	96,66%
Parroquias rurales	81,99%

Fuente: EPMAPS

Los servicios han sido prestados y gestionados por la Municipalidad a través de Empresas Públicas desde 1960. A partir de abril 2010 se creó la EPMAPS que asumió las competencias de la antigua EMAAP-Q, siendo uno de los cambios más notorios el incorporar un concepto más amplio de saneamiento, en lugar del de alcantarillado que se manejaba anteriormente. A continuación se presenta una breve descripción del estado del servicio de agua potable en el DMQ.

Agua Potable:

Los principales sistemas de abastecimiento de agua potable del DMQ, que sirven a más del 70% de la población del Distrito, son cuatro: Papallacta, Puengasí, La Mica-Quito

Sur y El Placer, aunque existen otros sistemas dispersos, que abastecen principalmente a parroquias rurales y sectores en proceso de consolidación urbana. Estos sistemas, en lo técnicamente posible han sido sustituidos por soluciones regionales como es el caso de la Planta de Tratamiento de Paluguillo, diseñada para servir a siete parroquias rurales.

Frente a la demanda de caudal diario requerido por el DMQ, de $9,04 \text{ m}^3/\text{segundo}$, el sistema en su conjunto cuenta con una capacidad operativa de producción de agua potable de $9,4 \text{ m}^3/\text{segundo}$, lo que indica que está cubierta la demanda actual del distrito; sin embargo, con base en las proyecciones de población de los años 2020 y 2040, se estima que existirá una demanda del $10,9 \text{ m}^3/\text{s}$ y de $13 \text{ m}^3/\text{s}$ respectivamente, lo cual supera la actual capacidad de producción e implica que se deban desarrollar de inmediato nuevos proyectos de abastecimiento.

La principal debilidad del sistema de agua potable constituye la dependencia de fuentes de abastecimiento cada vez más lejanas y extra-distritales. Las fuentes de agua potable del Distrito, actualmente, provienen de las cuencas de los ríos que nacen en los páramos circundantes de los volcanes Antisana y Cotopaxi (Sistemas Papallacta, Mica-Quito-Sur y Pita).

El sistema de distribución está constituido por 340 tanques y 5 340 km de redes.

Un aspecto que debe ser considerado para efectos de diferimiento de inversiones y gestión eficiente del recurso, es el índice de pérdidas, conocido como índice de agua no contabilizada, que actualmente es cercano al 30%, más bajo que la media latinoamericana, pero cuya composición es de 22,6% en las parroquias urbanas y de 45,2% en las parroquias rurales, siendo este último el que merece mayor atención para su reducción.

Dentro de los parámetros para analizar el uso eficiente del recurso agua se debe considerar el consumo per cápita de los usuarios de la capital, que se encuentra en valor promedio cercano a los 26,5 m³/conexión y por mes, el cual es considerado alto comparado con otras capitales de la región; en este sentido el cambio en los patrones de consumo y el incentivo a la reutilización del recurso constituye una medida necesaria, que se debe efectuar durante los próximos años. Adicionalmente, se deben tomar medidas para la conservación de las fuentes abastecedoras de agua al DMQ, para lo cual se han adquirido 14 000 Ha de terreno en dos de los principales sistemas de agua, Pita-Puengasí y La Mica-Quito Sur.

Objetivos Estratégicos

Frente a las problemáticas detalladas en el diagnóstico precedente, para el 2022 se plantean los siguientes objetivos estratégicos, que se operativizarán a través de programas y metas (de resultado) específico:

Servicios básicos

- 1. Garantizar el acceso, disponibilidad y calidad de los servicios de agua potable y saneamiento a los ciudadanos del DMQ.*
- 2. Alcanzar y mantener la sostenibilidad de los servicios de agua potable y saneamiento con Equidad Social.*

Políticas, Metas y Programas

Las políticas que guiarán la gestión del “Quito para los ciudadanos” hasta el 2022 así como el detalle de programas con sus objetivos y metas, en concordancia con los objetivos estratégicos, son las siguientes:

Servicios básicos

Políticas

- *Gestión de los servicios de agua y saneamiento hacia la satisfacción de la ciudadanía con equidad territorial y énfasis en la población de atención prioritaria.*
- *Modelo de gestión de servicios que garantice el derecho humano al agua, la accesibilidad a los mismos, el consumo eficiente y la sostenibilidad en el tiempo.*

Programas, objetivos y metas

En la tabla 10, se presentan los programas y metas con que cuenta el Plan de Desarrollo 2012 – 2022, para el cumplimiento de su objetivo estratégico 1 que guarda relación con la presente investigación, “*Garantizar el acceso, disponibilidad y calidad de los servicios de agua potable y saneamiento a los ciudadanos del DMQ*”.

Tabla 10.-Programas para el cumplimiento del objetivo estratégico 1

PROGRAMA	OBJETIVOS	METAS AL 2022
Programa de satisfacción de la demanda de agua potable del DMQ (captación, conducción y tratamiento)	Garantizar que los sistemas de abastecimiento de agua potable permitan satisfacer la demanda de la población del DMQ, en el mediano y largo plazo	Incremento de capacidad de 1700 l/s en captación, conducción y tratamiento para agua potable
Programa de universalización de cobertura del servicio de agua potable	Satisfacer la demanda de agua potable a través de redes y conexiones domiciliarias, en las áreas urbanas, en proceso de consolidación y rurales	99% de cobertura de servicio de agua potable en el DMQ
Programa de reducción de agua no contabilizada	Reducir las pérdidas técnicas y comerciales, contribuyendo al diferimiento de inversiones e incrementando la capacidad de utilización del recurso agua.	Reducción de 10 puntos porcentuales de pérdidas, alcanzando un valor de 20% en el DMQ
Programa de reducción de consumos de agua potable y adaptación al cambio climático	Optimizar el uso y la utilización integral del recurso agua, para la preservación de reservas que satisfagan necesidades de las generaciones futuras.	Disminución del consumo doméstico promedio de agua potable en 6,5 m ³ /conexión y por mes, alcanzando un valor promedio de 20 m ³ / conexión / mes

Fuente: MDMQ (2011)

EE - Quito verde

La conversión de Quito en un Distrito sustentable, modelo de desarrollo sostenible es el principal elemento del eje, que se desagrega para conocer hacia donde se llegará en el 2022, para preservar, mantener, proteger el patrimonio natural, mejorar la calidad ambiental y contribuir para paliar los efectos del cambio climático.

Diagnóstico

El diagnóstico considera tres elementos prioritarios: el patrimonio natural, la calidad ambiental y el cambio climático. Pero se transcribe el que guardan relación con el presente trabajo, que es el patrimonio natural.

Patrimonio natural

El territorio del Distrito alberga 17 ecosistemas, con un alto nivel de endemismo y biodiversidad. Estudios recientes registran 21490 especies de plantas, 111 especies de mamíferos (29% del total nacional) y 540 especies de aves (33,4% del total nacional) (MECN, 2010, citado por MDMQ, 2011); muchas de estas especies se encuentran severamente amenazadas y en peligro de extinción.

Esta importante biodiversidad se refleja en dos áreas protegidas del Patrimonio de Áreas Naturales del Ecuador: la Reserva Geobotánica Pululahua y el Parque Nacional Cayambe Coca, juntas cubren una superficie de 13263 ha del Distrito. Además existen 23 bosques protectores, que abarcan un área de 19 605 ha (MAE, 2011). A nivel distrital, en el sector noroccidental se encuentra la primera área de conservación metropolitana, que protege 17 157 ha de las micro cuencas de los ríos Mashpi, Guaycuyacu y Sahuangal.

El patrimonio natural del DMQ no ha sido suficientemente reconocido, a pesar que 317 901Ha, equivalentes al 75% de todo el territorio del DMQ, corresponde a vegetación

natural e intervenida, frente al 7,6% de la superficie que ocupa la mancha urbana. Este patrimonio se encuentra sometido a diversas presiones de orden social y económico.

Entre las principales amenazas a la integridad del patrimonio natural del DMQ se destacan las siguientes: a) Cambio en el uso del suelo para cubrir la demanda habitacional y la ampliación de la frontera agrícola, especialmente monocultivos; b) Deforestación de bosques nativos y fragmentación de hábitats; c) Construcción de infraestructura en ecosistemas frágiles, orientada a proyectos de desarrollo y para abastecer la demanda del recurso agua; d) Contaminación y presión sobre acuíferos, cauces hídricos y suelo, e) Contaminación industrial y domiciliaria; f) Actividades mineras dentro de ecosistemas con alta biodiversidad; g) Cacería y tráfico de especies silvestres; h) Variabilidad climática que ha originado una reducción de los caudales naturales y de la calidad del agua.

Estos factores han ocasionado una importante pérdida de territorios rurales y recursos no renovables. Así, entre 1986 y 2009 se registra una pérdida de la cobertura boscosa de 33 518Ha, mientras que para el mismo período la mancha urbana pasó de 7 060 ha a 23 846 ha (MDMQ, 2011).

De mantenerse la tendencia actual de pérdida de hábitats y especies, las consecuencias incluyen un deterioro de la calidad de vida de los habitantes, limitaciones para el desarrollo económico, y aumento de la vulnerabilidad ante eventos catastróficos como incendios forestales, sequías, inundaciones y deslaves.

En este sentido, la garantía de la dotación de agua es uno de los problemas urbanos a futuro en el DMQ, debido al incremento en la demanda, el cambio climático y la degradación de páramos y bosques protectores que son las principales fuentes abastecedoras del recurso. El total distrital de cobertura de agua potable es de 96% (INEC, 2011, citado por MDMQ, 2011). Sin embargo, sabemos que en la actualidad, de cada 7,2 m³/s de agua que consume

Quito, 5 m³/s provienen de la Amazonía del (FONAG, 2009), lo que demuestra una alta dependencia, sobre todo de las cuencas orientales.

Objetivos Estratégicos

Se menciona el que guarda relación con el presente trabajo que es:

Consolidar un sistema metropolitano de áreas de protección ecológica que promueva la recuperación de ecosistemas y el uso sustentable del patrimonio natural del DMQ.

Este objetivo contempla la conservación de los ecosistemas más frágiles y amenazados (páramos, humedales, bosques secos); la consolidación de un subsistema distrital de áreas protegidas; la protección de la vida silvestre; la promoción del uso sustentable de los recursos naturales; la forestación y reforestación con fines de recuperación de la vegetación natural; el manejo de las fuentes abastecedoras de agua y la consolidación de una red de corredores verdes que integren áreas naturales como bosques y quebradas, parques metropolitanos y áreas verdes urbanas.

Políticas

- *Reconocimiento, conservación, protección, recuperación y uso sustentable del patrimonio natural del DMQ, a través de la incorporación de criterios de sustentabilidad en el ordenamiento territorial, el desarrollo productivo y la conservación de la biodiversidad y ecosistemas. Se prioriza una gestión integradora del patrimonio natural urbano y rural del Distrito, como garantía del cumplimiento de los derechos de la naturaleza y el desarrollo humano con equidad social.*

Programas, objetivos y metas

En la tabla 11, se presentan los programas y metas con que cuenta el Plan de Desarrollo 2012 – 2022, para el cumplimiento de su objetivo estratégico en torno consolidar un sistema metropolitano de áreas de protección ecológica que promueva la recuperación de ecosistemas y el uso sustentable del patrimonio natural del DMQ.

Tabla 11.-Programas para el cumplimiento de objetivo estratégico relacionado al sistema metropolitano de protección ecológica

PROGRAMA	OBJETIVOS	METAS AL 2022
Conservación de fuentes de agua	Proteger y manejar las principales fuentes abastecedoras de agua para el DMQ	Se protegen y manejan las micro cuencas del Antisana, Pita, Papallacta, Oyacachi y San Pedro

Fuente: MDMQ (2011)

3.1.1.2.3.2.2 El Plan Metropolitano de Ordenamiento

Territorial 2012 – 2022 (PMOT)

El PMOT está definido como: “el instrumento de la planificación del desarrollo del Distrito Metropolitano de Quito, que tiene por objeto ordenar, compatibilizar y armonizar las decisiones del PMD, respecto de los asentamientos humanos, las actividades económico–productivas y el manejo de los recursos naturales en función de las cualidades territoriales”.

Acorde al marco legal, el ordenamiento territorial debe asegurar la racionalidad y sostenibilidad de las intervenciones públicas, privadas o municipales sobre el territorio, en función de los objetivos de la planificación económica, social y ambiental determinados en el PMD, por lo tanto, constituye la principal directriz para la gestión del MDMQ y contiene las

orientaciones de las labores institucionales públicas y privadas en todo el territorio, con una perspectiva de futuro en todos los ámbitos de su intervención, con el fin único e inaplazable del bienestar de quienes habitan el Distrito.

Objetivos estratégicos:

De los objetivos estratégicos de este documento aquí se plasman los que guardan relación con el presente trabajo y que son:

- Promover la integralidad regional del DMQ mediante el planeamiento y la gestión territorial coordinada con otros niveles de gobierno mediante el planeamiento y la articulación de un modelo sustentable, participativo e incluyente en el territorio regional inmediato reconociendo y potenciando los roles e interdependencias territoriales entre el DMQ y los cantones vecinos;
- Consolidar la estructura ambiental principal del DMQ a través del Sistema de Áreas Protegidas y Corredores Ecológicos;
- Regular y gestionar un desarrollo urbano y rural equilibrado, sustentable y seguro que frene el crecimiento horizontal de la mancha urbana y promueve la consolidación y compactación del suelo urbano servido;

O.E: Integralidad regional del DMQ y gestión territorial coordinada

Modelo Territorial

Reconocer y potenciar las interdependencias territoriales.

El Distrito enfrenta múltiples desafíos en el desarrollo y ordenamiento territorial: lograr un crecimiento urbano sostenible y ordenado, promover la protección ambiental y utilización sustentable de los recursos naturales, fomentar el desarrollo productivo y la soberanía alimentaria, optimizar e integrar los sistemas de movilidad y transporte público,

mejorar la dotación y calidad de los servicios sociales, consolidar la cobertura y calidad de redes y servicios de agua, saneamiento ambiental y desechos sólidos, combatir los efectos del cambio climático e institucionalizar una gestión de riesgos eficiente.

La Ciudad - Capital y el Distrito-Región se conciben como una aglomeración urbana compuesta por una ciudad central y municipios vecinos, más un área rural que se caracteriza por estrechas relaciones de orden físico-ambiental, económico y social. En este orden de ideas, el DMQ impulsa de manera decisiva el desarrollo social y económico de la región y del país, y cumple las siguientes funciones esenciales en el sistema nacional de centralidades urbanas:

- La función de decisión y control relacionada con la alta concentración de equipamientos y servicios políticos y económicos de nivel nacional, como dependencias del gobierno nacional, sedes matrices de empresas nacionales y sucursales de empresas internacionales, representaciones diplomáticas y de organizaciones internacionales;
- La función de innovación y competitividad, debido a su rol como motor del desarrollo social, cultural y tecnológico individual y colectivo;
- La función de interface o bisagra para facilitar el intercambio de conocimientos e información por su proximidad, conectividad y accesibilidad desde otras metrópolis nacionales e internacionales;
- La función simbólica debida al alto grado de significado histórico, político, cultural y urbanístico reconocido nacional e internacionalmente, concentrado en la imagen urbana, el centro histórico Patrimonio Cultural de la Humanidad y las edificaciones y áreas que albergan las funciones mencionadas anteriormente.

Las tendencias a la conurbación y dispersión urbana, las crecientes interdependencias funcionales y ambientales entre el DMQ y su entorno regional, y los desequilibrios territoriales existentes en el DMQ y la región colindante, representan un desafío para el ordenamiento territorial que supera la gobernabilidad individual de los gobiernos autónomos descentralizados – Gobiernos parroquiales, cantones vecinos, Concejo Provincial- y requieren de agendas compartidas basadas en los principios de consenso, corresponsabilidad, solidaridad y reciprocidad.

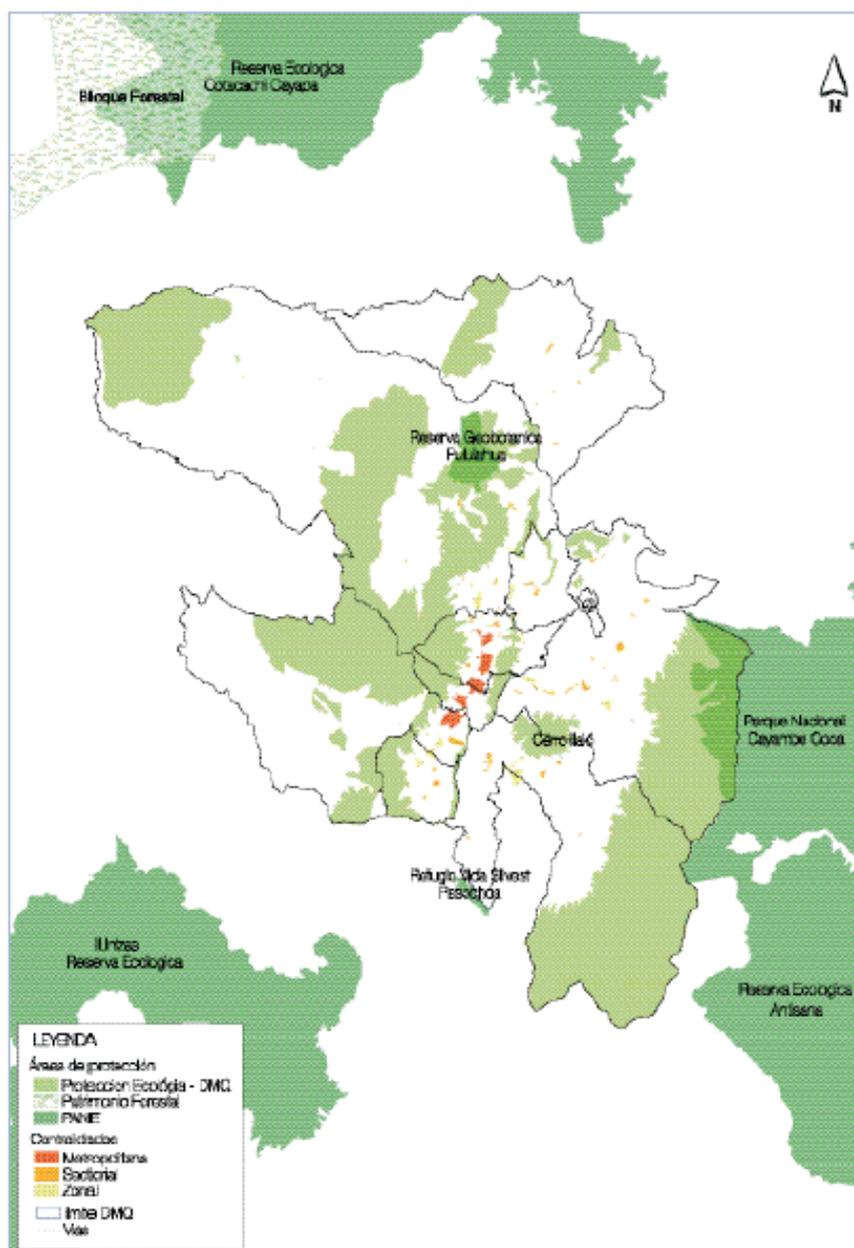
A escala del DMQ y su entorno inmediato se han planteado varios elementos estructuradores de las interrelaciones territoriales de los cuales se toma el que se relaciona con el trabajo:

- La Red Regional de Corredores Ecológicos, compuesta por áreas protegidas pertenecientes al Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (PANE) en la región y las áreas protegidas distritales, que genera la interrelación de ecosistemas distritales y regionales.

La Estrategia Territorial Nacional del PNBV asigna al DMQ y los cantones vecinos al sur el rol de nodo de articulación internacional.

Este sistema regional de nodos y conexiones en el que se inserta el DMQ cubre áreas de vocación agro-productiva que abastecen la demanda de alimentos del Distrito y generan materia prima para la industria de procesamiento de alimentos y manufacturera. Sobre esta red de nodos, conexiones y áreas productivas a nivel regional se sobrepone el PANE con el área protegida Cotacachi-Cayapas, Coca-Cayambe, Antisana e Illinizas (Figura 3). El sistema municipal de áreas protegidas, configura Corredores Ecológicos y escalones de conexión entre los componentes del PANE.

Figura 3.-Mapa de Elementos estructurantes para la integración regional del DMQ-PANE



Fuente: SA-MDMQ (2011).

Al 2022 se pondrán en operación agendas y convenios con los cantones vecinos de Mejía y Rumiñahui así como con dependencias del gobierno nacional (Educación, Salud) dirigidos a coordinar las actuaciones públicas sobre programas y proyectos cuya prioridad

haya sido consensuada entre los actores. Abarcarán un amplio abanico de mecanismos y espacios de cooperación intercantonal e intergubernamental, que incluyen formas de cooperación informal o formas de cooperación basadas en el derecho público, para lograr objetivos relativos a planeación y gestión territorial; integración económica, proyección y planeación para el desarrollo sistémico del sector productivo e integración, optimización y consolidación de los sistemas de movilidad, conectividad y accesibilidad entre el DMQ y la región; la conservación y recuperación del patrimonio natural regional, los sistemas hídricos regionales y la contaminación de los ríos. A continuación, se mencionan los que se alinean con el presente trabajo y son:

- Consensos sobre indicadores y metas ambientales, así como regulación coordinada de áreas protegidas en red para la conservación del patrimonio natural, de la calidad ambiental y del acceso y de la apropiación de recursos naturales limitados;
- Eficiencia y eficacia de los servicios básicos, monitoreo y seguimiento coordinado de la cobertura y calidad con criterio de sostenibilidad ambiental, social y económica.

Programas

- Conservar coordinadamente el patrimonio natural regional;
- Controlar la contaminación de los ríos;
- Articular y potenciar los recursos naturales y culturales tangibles e intangibles.

Metas al 2022

- Tres ríos recuperados Machángara, San Pedro, y Guayllabamba;
- Tres corredores regionales protegidos con Plan de Manejo;
- Tres circuitos turísticos en operación: Sur-Haciendas, Norte-Flores y Noroccidental-Ecológico;
- Ordenanzas regionales en aplicación.

O. E: Sistema de áreas protegidas y corredores ecológicos

Modelo territorial

En el DMQ, se ha identificado la existencia de 17 ecosistemas, algunos de los cuales se encuentran bajo amenaza de desaparición al interior de los límites del Distrito. Se considera entonces necesario establecer una nueva red de áreas de conservación que preserve el paisaje ecológico del Distrito, puesto que no todos los ecosistemas amenazados se encuentran representados en las áreas designadas por el PANE.

Por otra parte, se pretende que estas nuevas áreas a declarar no tengan en su totalidad un carácter de conservación estricto, sino que puedan ser manejadas de manera sustentable por la comunidad asentada en ella o en sus alrededores a través de planes específicos.

En este orden de ideas se han definido los siguientes componentes del Sistema Distrital de Protección Ecológica /Corredores ecológicos:

Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (PANE): Son las áreas protegidas oficialmente declaradas por el MAE a nivel Nacional. Estas áreas son:

- La Reserva Geobotánica Pululahua, y
- El Parque Nacional Cayambe-Coca.

Bosques y Vegetación Protectora:

Formaciones vegetales, naturales o cultivadas, que tengan como función principal la conservación del suelo y la vida silvestre; están situados en áreas que permitan controlar fenómenos pluviales torrenciales o la preservación de cuencas hidrográficas. Actualmente existen 25 bosques protectores en el DMQ.

Áreas de conservación o Subsistema Metropolitano de Áreas Protegidas: Velan por la representatividad ecológica y conectividad de los ecosistemas y la diversidad

biológica asociada y presente en el territorio y los servicios ambientales que prestan.

Están conformadas por:

- Santuarios de Vida Silvestre: Sujetas a alta protección y restricciones de uso;
- Áreas de protección de humedales
- Áreas de Conservación y Uso Sustentable (ACUS).

Estas áreas permitirán la adopción de prácticas de conservación, uso y manejo sustentable de ecosistemas y recursos naturales, de desarrollo agroforestal sostenible, en algunos casos, protegerá muestras significativas del patrimonio cultural.

Áreas de Intervención Especial y Recuperación:

Son áreas de propiedad pública, privada o comunitaria que por sus condiciones biofísicas y socioeconómicas, previenen desastres naturales, tienen connotaciones histórico-culturales, disminuyen la presión hacia las Áreas de Conservación, posibilitan la funcionalidad, integridad y conectividad con la Red de Áreas Protegidas y la Red Verde Urbana (corredores verdes) y constituyen referentes para la ciudad. Por sus características deben ser objeto de un manejo especial. Estas áreas son:

- Ilaló,
- Laderas (Pichincha-Atacazo)
- Casitagua
- Catequilla
- Lumbisí
- Turubamba (Parque Metropolitano del Sur)
- Amaguaña (Conectividad con Pasochoa)
- Quebradas Vivas.

Políticas

La sustentabilidad del Patrimonio Natural Metropolitano implica desarrollar políticas y acciones que auspicien la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio natural mediante el uso racional y responsable de los recursos naturales renovables y no renovables. Así mismo, la promoción del Buen Vivir y de la soberanía alimentaria en las áreas rurales del DMQ supone políticas públicas de redistribución y sustentabilidad para que la inversión pública, los servicios básicos, infraestructuras, y equipamientos se distribuyan equitativamente en el territorio y generen nuevas centralidades que potencien el desarrollo y la integración a través de la recuperación de la producción local de alimentos; del fomento de un modelo de agro-producción sobre la base de la asociatividad que procure adicionalmente un adecuado financiamiento y comercialización.

Para la implementación del Sistema de Áreas Protegidas y Corredores Ecológicos se proponen las siguientes políticas:

- Delimitar, regular y gestionar la conservación, protección, recuperación y uso sustentable de las áreas de protección ecológica incorporando en estas el sistema de quebradas en área urbana y rural.
- Reducir la vulnerabilidad al cambio climático y contribuir a la reducción de sus causas y consecuencias a través de una respuesta efectiva frente a sus impactos en sectores estratégicos como el abastecimiento de agua potable, el manejo y conservación de cuencas hídricas, la gestión integral de riesgos climáticos, los programas de biodiversidad, infraestructura y seguridad alimentaria.

Deberán también consolidarse los corredores ecológicos distritales, que son franjas de alto valor ambiental que utilizan los recursos geográficos, ecológicos y paisajísticos del

territorio para conectar macro sistemas ecológicos, preservar la biodiversidad urbana y frenar la ocupación dispersa del suelo.

Esta red comprende el establecimiento de tres tipos de corredores según el ámbito de su impacto: regional, metropolitano y urbano, diferenciándose este último en dos entramados: con potencial ecológico y recreativo-ornamental.

A través del territorio del DMQ, los corredores ecológicos regionales articulan las áreas de reserva natural de importancia nacional establecidas en la región. Así, la Reserva Geobotánica Pululahua, ubicada dentro de los límites del DMQ, quedará vinculada con las Reservas Ecológicas Cotacachi-Cayapas y Cayambe-Coca. Los corredores ecológicos metropolitanos articulan las áreas naturales de protección establecidas al interior del Distrito, mayormente a través de las redes hidrológicas conformadas por ríos y quebradas abiertas que se constituyen en refugios de la fauna silvestre.

Programas

Planeamiento territorial y gestión ambiental del Sistema Distrital de Protección Ecológica / Corredores ecológicos, a través de:

- La actualización y articulación de la normativa de régimen de suelo y ambiental para delimitar y normar el uso y la ocupación del suelo en el Sistema Metropolitano de Áreas de conservación y ecosistemas frágiles a fin de implementar acciones de uso sustentable de los recursos naturales con las poblaciones locales por medio de planes de gestión ambiental;
- Acuerdos sobre agendas ambientales intercantonales e intergubernamentales dirigidos a consolidar el Sistema Regional de Corredores Ecológicos y promover la gestión integral y mancomunada de cuencas hidrográficas en base a esquemas de corresponsabilidad ciudadana;

- El levantamiento de inventarios y monitoreo de la situación actual de los ecosistemas para sustentar y precisar las delimitaciones y regulaciones correspondientes.

Metas

- Planes de Gestión Ambiental formulados participativamente y aprobados para las Áreas de Conservación y Uso Sustentable, ACUS, determinadas en el PMOT;
- 290 000 Ha se conservan en el DMQ como áreas de protección ecológica;
- 20 000 Ha de vegetación recuperadas en el DMQ;
- Se protegen y manejan las micro cuencas del Antisana, Pita, Papallacta, Oyacachi y San Pedro;
- La huella ecológica de quiteños y quiteñas ha disminuido en 20%.

3.1.1.2.3.2.3 Plan de uso y ocupación del suelo (PUOS)

El PUOS que forma parte del PMOT como anexo 11, tiene establecidas 10 categorías de uso principal: residencial, múltiple, patrimonial, industrial, equipamiento, agrícola residencial, protección ecológica, recursos naturales renovables (RNR), recursos naturales no renovables (RNNR), áreas de promoción. A partir de estas categorías se planifican los usos principales para todo el territorio del DMQ., (Tabla 12).

Tabla 12.-Población y densidad máxima calculada de acuerdo a la normativa del PUOS, 2008. Por uso principal del suelo

USO PRINCIPAL	SUPERFICIE ha.	%	NUMERO VIVIENDAS	HABITANTES ESTIMADOS	DENSIDAD
Agrícola Resid.	7420,86	1,75	29478	103165	13,90
Agrícola Resid. U	1227,23	0,29	43818	153356	124,96
Área promoción	976,74	0,23	110188	385656	394,84
Equipamiento	6744,06	1,59	0,00	0,00	0,00
Industrial 2	643,39	0,15	6781	23726	36,88
Industrial 3	626,29	0,15	3542	12392	19,79
Industrial 4	444,24	0,11	0,00	0,00	0,00
Múltiple	2768,84	0,65	206469	725268	261,94
Patrimonial	86,25	0,02	0,00	0,00	0,00
Prot ecológica	180128,19	42,58	9362,00	32752,00	0,18
Protec Beaterio	22,83	0,01			
Residencial1	13230,70	3,13	544609	1906094	144,07
Residencial1A	151,87	0,04	4349	15221	100,23
Residencial 2	10786,35	2,55	746732	2626506	243,50
Residencial 3	5197,14	1,23	380893	1342427	258,30
RNNR	13541,09	3,20	0,00	0,00	0,00
RNR	179058,66	42,33	6051	21163	0,12
TOTAL	423054,74	100	2092272	7347726	17,37

Fuente: Hazen & Sawyer, P.C. (2009 a)

Los estudios realizados para la elaboración de este plan, establecieron, en términos generales, lo siguiente:

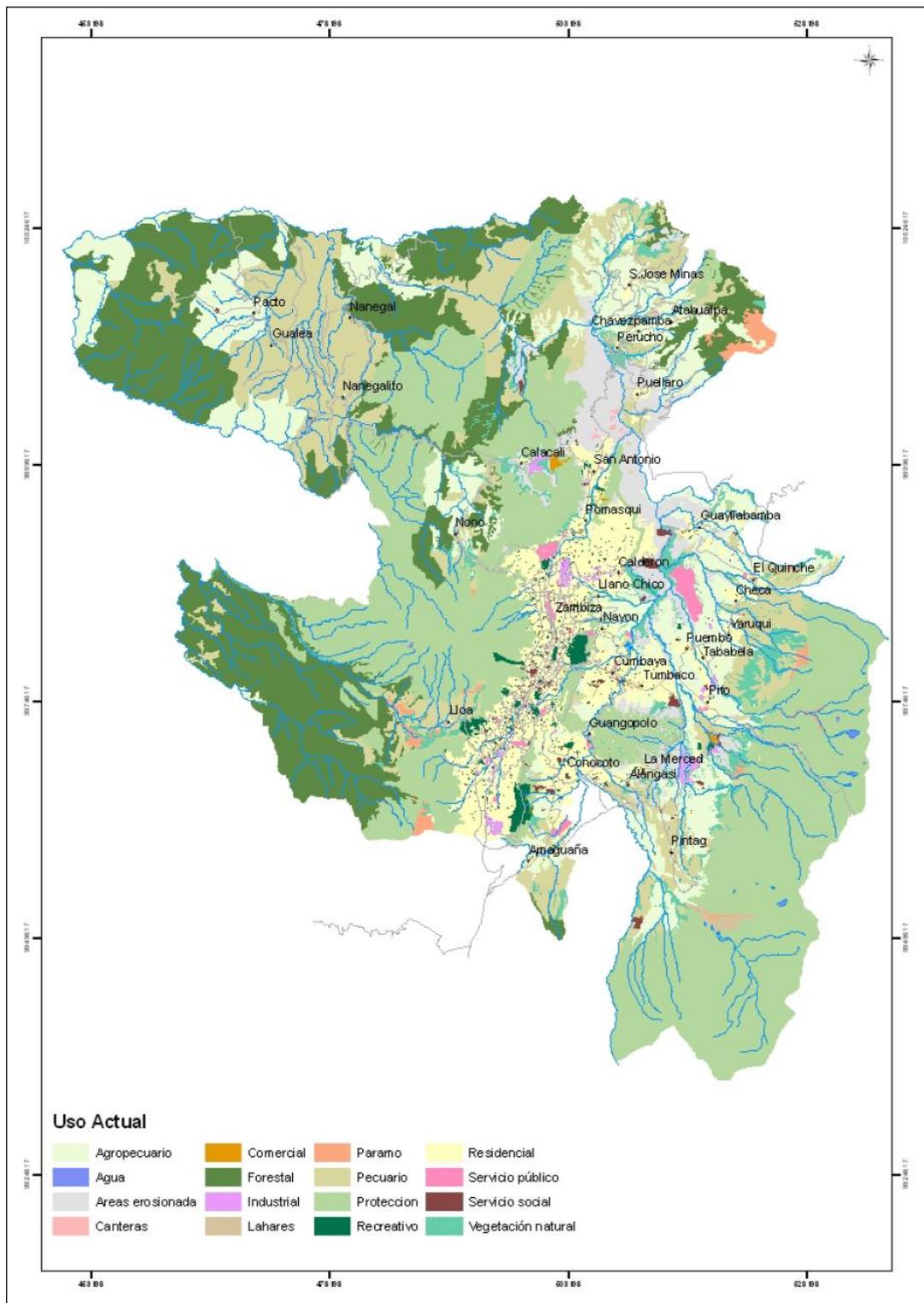
Más del 90% del área jurisdiccional del DMQ se encuentra cultivada y/o cubierta de vegetación natural y con porcentajes significativos de cubiertas de bosques, pastos y agricultura.

Existen en el DMQ los tradicionales tipos de usos del suelo: agrícola, pecuario y forestal y los característicos de las zonas andinas como la vegetación de páramo y matorrales. Las zonas de protección ecológica corresponden a 32,17% del uso del suelo; si a esto se

añaden las áreas forestales, de páramo y de vegetación natural, las áreas naturales estarían en el orden del 56%. Esta cobertura es significativa abarcando una superficie de 237 620 ha.

Según Hazen & Sawyer, (2009 d), las áreas agropecuarias y pecuarias conformarían un segundo grupo de usos con un 28,27% cubriendo una superficie de 119 550 ha, mientras las áreas de usos propiamente urbanas conformarían un 10,33%, aproximadamente una superficie de 43 000 ha. Finalmente, se ha identificado que un 5% de las áreas corresponden a suelos altamente erosionados y canteras (Figura 4).

Figure 4.- Mapa de Uso del Suelo Actual, 2008



Fuente: Hazen & Sawyer, P.C. (2009 d).

Población del DMQ

Esta información ha sido extraída del Estudio de Proyecciones y Distribución de la Población del DMQ, contratado por la EMAAP-Q, del Plan de Uso y Ocupación del Suelo (PUOS), vigente, y de la nueva información proporcionada por Hazen & Sawyer, P.C (2009a), en su Informe Fase 1, Sección 2, Planificación Urbana y Rural.

El PUOS para el DMQ, vigente señala una capacidad máxima de albergar 7'347'726 habitantes, considerando que en todo el territorio del DMQ se utilizaría el COS TOTAL máximo permitido. Esto, si bien se muestra como un ejercicio conceptual, indica los altos valores de densidad que las diferentes zonificaciones del PUOS tienen actualmente. Entre las parroquias más densas se han identificado a la Mariscal Sucre con una densidad promedio de 376 hab/ha y una densidad máxima de 444,36 hab/ha, seguido por Chimbacalle con 295 hab/ha y la Kennedy con 244 hab/ha. En la Tabla 13, se puede observar también la población máxima por zonas administrativas.

Tabla 13.-Población y densidad máxima calculada de acuerdo a la normativa del PUOS, 2008. Por zonas administrativas municipales

ZONA ADMINISTRATIVA	SUPERFICIE ha.	NÚMERO VIVIENDAS	HABITANTES ESTIMADOS	DENSIDAD
AEROPUERTO	60206,38	113135	395952	6,58
CALDERÓN	8683,82	188597	660079	76,01
CENTRO	4779,10	133870	493450	103,25
CHILLOS	66759,19	239913	839654	12,58
ELOY ALFARO	58839,68	232813	814827	13,85
LA DELICIA	155856,60	288653	1010243	6,48
NORTE	49847,51	402624	1409118	28,27
QUITUMBE	8865,08	363374	1271791	143,46
TUMBACO	9217,36	129293	452512	49,09
TOTAL	423054,74	2092272	7347626	17,37

Fuente: Hazen & Sawyer, P.C. (2009 a)

En términos generales, las densidades de saturación obtenidas en el PUOS son altas y permiten visualizar que el modelo de ocupación pretende densificar la ciudad central compacta, dejando el modelo de asentamiento disperso en las zonas de los valles aledaños a Quito, lo que permitirá hacer más eficiente el uso de las inversiones en infraestructuras y áreas verdes (Hazen & Sawyer, P.C., 2009 a).

Proyección de la población del DMQ

La persistencia expansiva en la última década ha producido la disminución de 395 ha de protección ecológica.

También se ha producido la pérdida de 10 754 ha de cobertura vegetal boscosa y áreas semi-naturales, y el incremento de 6 413 ha cultivadas en áreas de protección.

La persistencia expansiva de la ciudad también ha ocasionado una alta dependencia del Distrito de las fuentes hídricas extraterritoriales; altos índices de agua no contabilizada; alto consumo de agua por habitante (240 litros/día); un incremento de la contaminación industrial y domiciliaria sobre cuerpos de agua; el aumento de la presión sobre acuíferos, cauces hídricos y suelo así como contaminación acústica y del aire.

Esta situación es preocupante por el incremento de nodos de desarrollo urbano como el Nuevo Aeropuerto; las conurbaciones entre los cantones vecinos, las parroquias suburbanas y el área central de Quito, y por la informalidad de la urbanización que en adversas condiciones topográficas generan un importante factor de deterioro ambiental y riesgos antropogénicos (MDMQ/STHV, 2011).

Hazen & Sawyer, P.C. (2009 a), analizaron tres variantes de la proyección global de la población del DMQ, mismas que corresponden, con ligeras diferencias, a las tres proyecciones institucionales (MDMQ, EMAAP-Q e INEC). Ver tabla 14.

Tabla 14.-Proyecciones Demográficas para el DMQ

AÑOS	ALTA	MEDIA	BAJA
2001	1.893.641	1.893.641	1.893.641
2005	2.104.904	2.100.289	2.096.460
2010	2.385.605	2.362.121	2.343.761
2015	2.673.037	2.614.831	2.570.543
2020	2.962.601	2.852.607	2.770.320
2025	3.261.383	3.080.272	2.945.001
2030	3.575.829	3.301.014	3.093.381
2035	3.900.947	3.507.351	3.205.860
2040	4.227.304	3.688.549	3.272.296

Elaborado por: Hazen & Sawyer, P.C. (2009 a)

Considerando que para el caso de la EPMAPS se trata de identificar la población demandante de un servicio, Hazen & Sawyer, P.C. (2009 a), proponen utilizar la proyección de tendencia alta por la siguiente consideración:

La proyección con la alternativa de crecimiento más alta muestra una mejor consistencia en el comportamiento de las tasas; pues según se ve en el cuadro siguiente (tabla 15), en el largo plazo las alternativas de media y baja muestran tasas menores a 1.

Tabla 15.-Tasas de crecimiento DMQ

AÑOS	ALTA	MEDIA	BAJA
2001	2,65	2,65	2,65
2005	2,58	2,48	2,41
2010	2,39	2,19	2,05
2015	2,15	1,87	1,67
2020	1,96	1,62	1,35
2025	1,86	1,45	1,11
2030	1,78	1,3	0,86
2035	1,67	1,11	0,58
2040	1,53	0,91	0,27

Elaborado por: Hazen & Sawyer, P.C. (2009 a)

Adicionalmente, prevén que el retorno de los migrantes incrementará la urbanización, y que en el largo plazo, la población urbana alcance más del 80% de la población total del DMQ, sea por incorporación de la población actualmente rural como por efecto de la migración originada en otras regiones de Ecuador.

La decisión municipal de que un suelo sea urbanizable, propicia su anulación como suelo agrícola, forestal o natural y se dispone a recibir inversiones inmobiliarias que se inician con la apertura de calles y la instalación de obras de infraestructura. Se demandará agua potable, alcantarillado, energía eléctrica, etc. y las empresas respectivas deberán atender esa demanda, calculada en función de su capacidad edificable, aunque ese espacio no se lo ocupe en su totalidad.

Proyección Demográfica Alta, Distribución de la Población por Parroquias

En la Tabla 16, se presenta la distribución de la población estimada por Hazen & Sawyer, P.C. (2009 a) para los años 2010, 2020, 2030 y 2040, para las parroquias del DMQ.

En la Tabla 17, se exponen las densidades de población anuales, mismas que se presentan en iguales periodos que la distribución de población, 2010 – 2040. Se puede constatar el notable incremento que tendrán algunas parroquias como: Centro Histórico, Kennedy, La Magdalena, Cotocollao, Solanda y San Bartolo, que tendrán densidades superiores a 200 habitantes por hectárea, en el año 2040.

Este incremento poblacional es notorio en las Figuras 5 y 6 de densidades de población que para los años 2010 y 2040 se presentan a continuación, notándose las modificaciones más importantes en el área urbana de la ciudad de Quito y en los valles de Tumbaco, Los Chillos y Pomasqui y San Antonio.

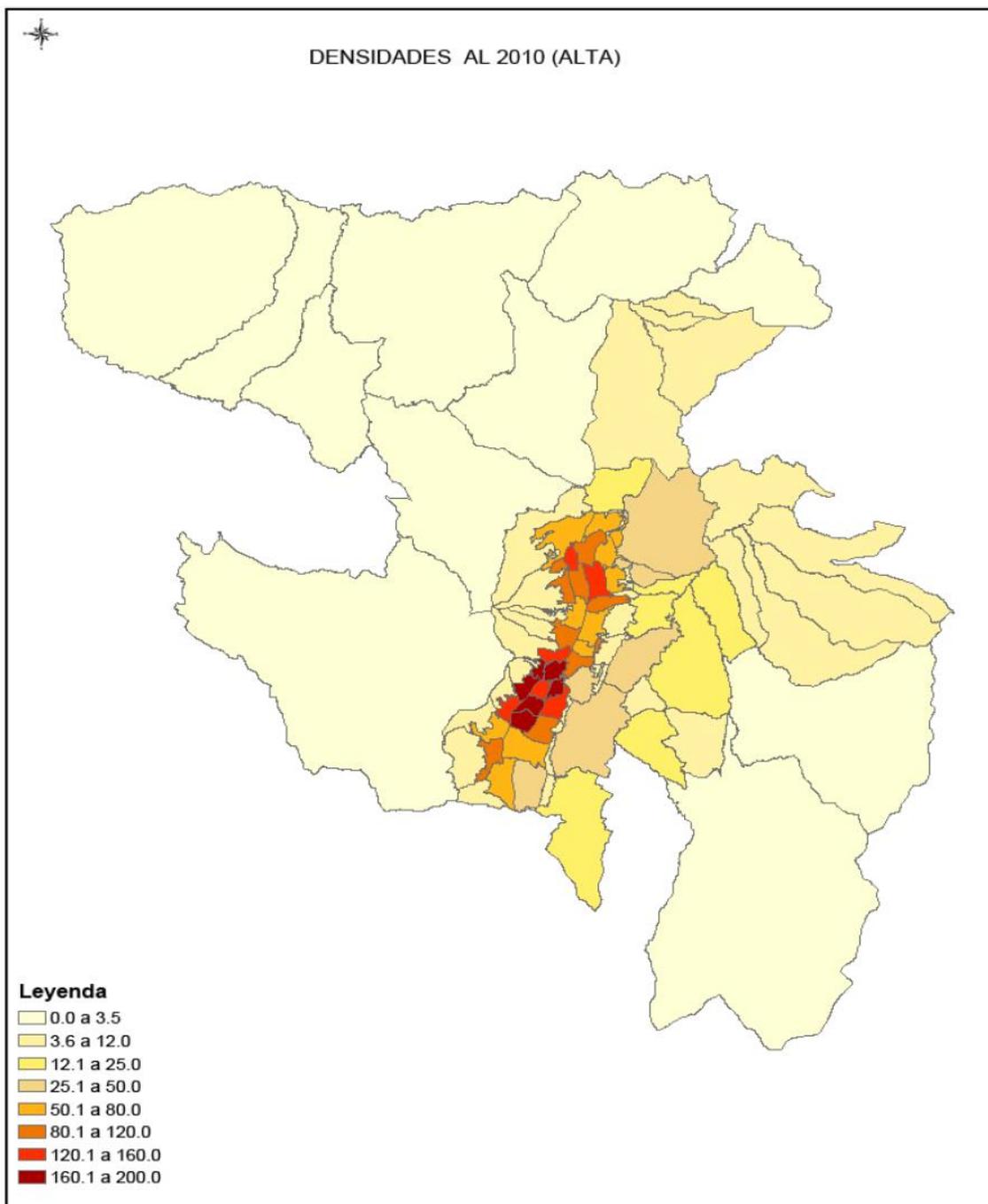
Tabla 16.-Proyección Demográfica Alta. Distribución de la Población por Parroquias 2010-2040

Parroquias	Superficie Total	2.001	2.010	2.020	2.030	2.040
Alangasi	2.942,89	17.806	27.340	41.171	49.582	58.466
Amaguaña	6.033,00	24.619	37.805	56.923	68.554	80.840
Atahualpa	8.630,20	1.918	2.337	2.723	3.277	3.863
Belisario Queved	1.348,53	49.940	52.091	70.857	85.329	100.621
Calacali	18.304,41	3.727	5.203	7.051	8.490	10.011
Calderon	7.928,17	88.657	129.251	185.202	230.133	279.717
Carcelen	964,75	40.469	56.511	76.556	92.206	108.726
Centro Historico	373,09	52.674	56.774	57.690	69.165	81.249
Chavezpamba	1.228,24	889	1.083	1.262	1.517	1.792
Checa	8.835,61	7.538	11.856	18.538	22.489	26.719
Chilibulo	856,18	49.014	68.447	92.726	111.686	131.686
Chillogallo	1.536,43	44.167	53.813	62.666	75.466	88.994
Chimbacalle	241,63	44.895	48.422	49.248	59.310	69.945
Cochapamba	2.335,89	46.546	56.714	66.039	79.535	93.788
Comite del Puebl	511,34	37.495	41.878	44.456	52.369	60.537
Concepcion	520,65	38.484	46.886	54.600	65.738	77.533
Conocoto	4.806,65	55.338	84.124	125.592	151.243	178.347
Cotocollao	276,63	33.387	40.683	47.370	57.054	67.269
Cumbaya	2.645,17	21.750	32.033	47.607	57.325	67.591
El Condado	5.467,89	59.979	83.748	113.468	136.653	161.148
El Quinche	7.313,64	13.229	18.465	25.027	30.127	35.532
Gualea	12.092,18	2.180	2.400	2.500	3.017	3.567
Guamani	1.809,24	41.124	57.404	77.794	93.660	110.464
Guangopolo	1.000,30	2.348	3.604	5.428	6.535	7.706
Guayllabamba	5.542,74	12.568	18.579	27.172	32.644	38.428
Iniaquito	1.504,91	41.906	51.040	59.456	71.568	84.410
Itchimbia	1.017,76	42.458	45.785	46.577	56.076	66.143
Jipijapa	622,63	36.544	44.523	51.850	62.436	73.627
Kennedy	668,00	72.574	88.190	102.412	123.371	145.513
La Argelia	715,07	49.306	60.076	69.959	84.249	99.348
La Ecuatoriana	2.411,34	41.325	50.332	58.624	70.576	83.244
La Ferroviaria	636,94	68.255	73.627	74.884	90.031	106.024
La Libertad	264,88	29.303	31.575	32.069	38.380	45.001
La Magdalena	291,51	32.599	39.712	46.249	55.692	65.675
La Mena	869,43	38.272	46.632	54.303	65.396	77.118
La Merced	3.163,06	6.303	9.677	14.574	17.549	20.696
Llano Chico	753,55	7.994	12.276	18.483	22.260	26.248
Lloa	54.387,56	1.471	1.561	1.548	1.470	1.376
Mariscal Sucre	278,73	15.915	17.165	17.461	21.019	24.792
Nanegal	34.920,05	4.113	5.011	5.836	7.021	8.284
Nanegalito	12.514,41	2.543	3.096	3.610	4.343	5.124
Nayon	1.576,18	9.781	12.453	15.305	18.424	21.732
Nono	21.399,02	1.802	2.195	2.558	3.079	3.632
Pacto	34.745,82	4.955	6.038	7.030	8.466	9.984
Perucho	973,07	808	984	1.148	1.378	1.630
Pifo	25.584,36	12.678	20.670	33.312	40.094	47.302
Pintag	48.838,30	14.892	18.145	21.130	25.451	30.010
Pomasqui	2.324,10	21.539	30.056	40.749	49.050	57.854
Ponceano	665,02	54.083	65.894	76.738	92.400	108.960
Puellaro	7.237,91	5.882	7.167	8.344	10.048	11.853
Puembo	3.174,98	11.264	17.700	27.752	33.358	39.287
Puengasi	1.130,46	49.869	53.774	54.714	65.877	77.704
Quitumbe	1.379,83	40.912	57.111	77.397	93.189	109.902
Rumipamba	1.037,00	30.773	37.488	43.659	52.572	61.994
S.Isidro del Inc	620,33	30.388	37.023	43.115	51.916	61.227
S.Jose de Minas	20.494,57	6.213	7.569	8.814	10.616	12.517
San Antonio	11.641,17	20.369	28.201	37.933	45.652	53.795
San Bartolo	389,75	62.810	77.619	92.934	115.529	140.436
San Juan	1.895,21	63.646	68.654	69.825	84.083	99.157
Solanda	445,62	79.640	89.690	96.019	114.692	134.291
Tababela	2.532,63	2.341	3.502	5.275	6.363	7.528
Tumbaco	6.564,73	39.573	64.558	103.976	125.228	147.664
Turubamba	1.720,16	30.597	37.260	43.410	52.244	61.630
Yaruqui	7.221,59	14.178	19.902	28.177	34.690	41.926
Zambiza	766,13	3.026	4.223	5.726	6.889	8.127
Total	422.923,17	1.893.641	2.385.605	2.962.601	3.575.829	4.227.304

Tabla 17.-Proyección Demográfica Alta. Densidades por Parroquias 2010-2040

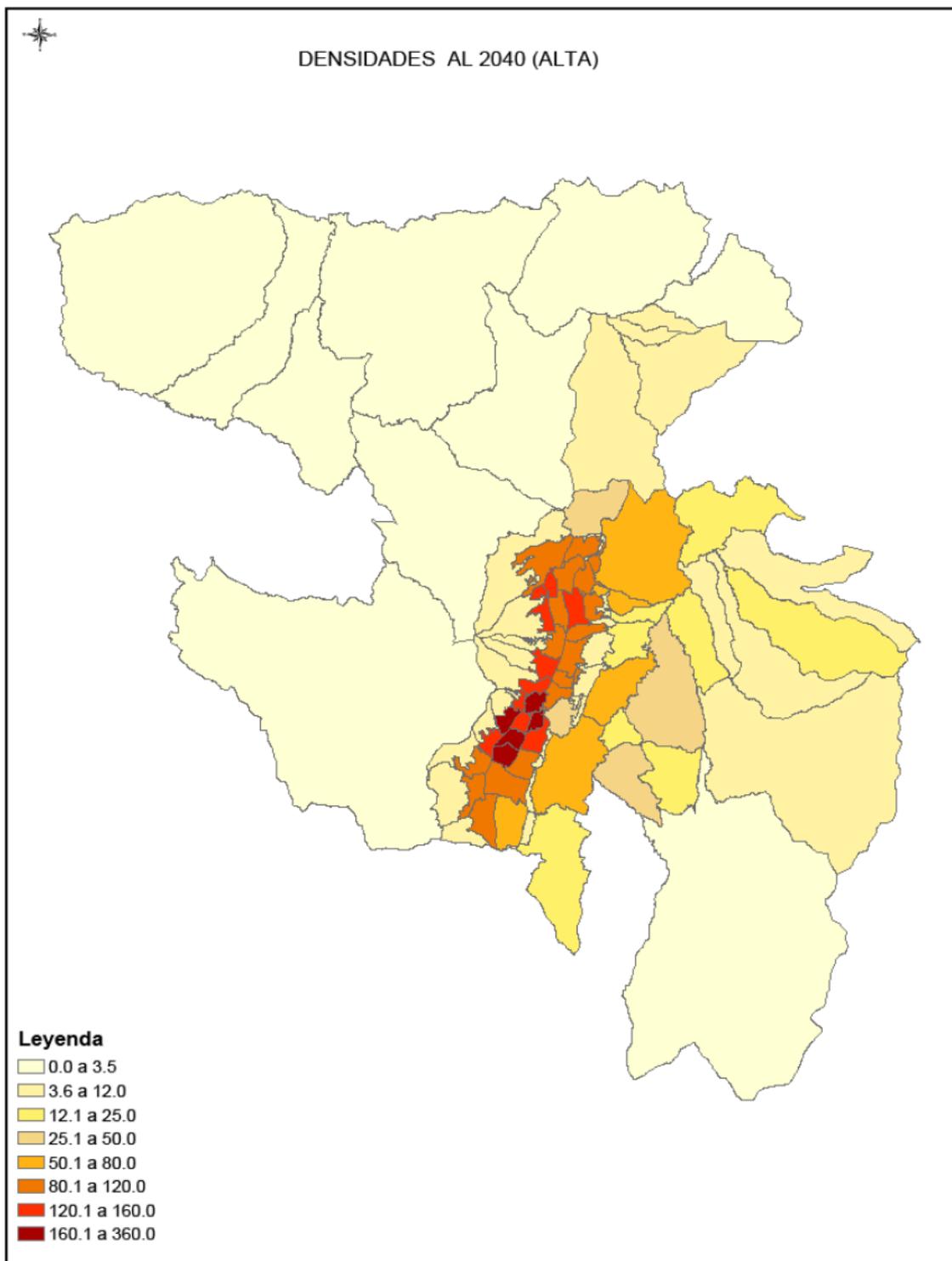
Parroquia	2.001	2.010	2.020	2.030	2.040
Alangasi	6,05	9,29	13,99	16,85	19,87
Amaguania	4,08	6,27	9,44	11,36	13,40
Atahualpa	0,22	0,27	0,32	0,38	0,45
Belisario Queved	37,03	38,63	52,54	63,28	74,62
Calacali	0,20	0,28	0,39	0,46	0,55
Calderon	11,18	16,30	23,36	29,03	35,28
Carcelen	41,95	58,58	79,35	95,57	112,70
Centro Historico	141,18	152,17	154,63	185,39	217,78
Chavezpamba	0,72	0,88	1,03	1,24	1,46
Checa	0,85	1,34	2,10	2,55	3,02
Chilibulo	57,25	79,94	108,30	130,45	153,81
Chillogallo	28,75	35,02	40,79	49,12	57,92
Chimbacalle	185,80	200,40	203,82	245,46	289,48
Cochapamba	19,93	24,28	28,27	34,05	40,15
Comite del Puebl	73,33	81,90	86,94	102,42	118,39
Concepcion	73,91	90,05	104,87	126,26	148,91
Conocoto	11,51	17,50	26,13	31,47	37,10
Cotocollao	120,69	147,07	171,24	206,25	243,17
Cumbaya	8,22	12,11	18,00	21,67	25,55
El Condado	10,97	15,32	20,75	24,99	29,47
El Quinche	1,81	2,52	3,42	4,12	4,86
Gualea	0,18	0,20	0,21	0,25	0,29
Guamani	22,73	31,73	43,00	51,77	61,06
Guangopolo	2,35	3,60	5,43	6,53	7,70
Guayllabamba	2,27	3,35	4,90	5,89	6,93
Iniaquito	27,85	33,92	39,51	47,56	56,09
Itchimbia	41,72	44,99	45,76	55,10	64,99
Jipijapa	58,69	71,51	83,28	100,28	118,25
Kennedy	108,64	132,02	153,31	184,69	217,83
La Argelia	68,95	84,01	97,84	117,82	138,94
La Ecuatoriana	17,14	20,87	24,31	29,27	34,52
La Ferroviaria	107,16	115,59	117,57	141,35	166,46
La Libertad	110,63	119,21	121,07	144,90	169,89
La Magdalena	111,83	136,23	158,65	191,05	225,29
La Mena	44,02	53,63	62,46	75,22	88,70
La Merced	1,99	3,06	4,61	5,55	6,54
Llano Chico	10,61	16,29	24,53	29,54	34,83
Lloa	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Mariscal Sucre	57,10	61,58	62,64	75,41	88,95
Nanegal	0,12	0,14	0,17	0,20	0,24
Nanegalito	0,20	0,25	0,29	0,35	0,41
Nayon	6,21	7,90	9,71	11,69	13,79
Nono	0,08	0,10	0,12	0,14	0,17
Pacto	0,14	0,17	0,20	0,24	0,29
Perucho	0,83	1,01	1,18	1,42	1,68
Pifo	0,50	0,81	1,30	1,57	1,85
Pintag	0,30	0,37	0,43	0,52	0,61
Pomasqui	9,27	12,93	17,53	21,10	24,89
Ponceano	81,33	99,09	115,39	138,94	163,84
Puellarro	0,81	0,99	1,15	1,39	1,64
Puembo	3,55	5,57	8,74	10,51	12,37
Puengasi	44,11	47,57	48,40	58,27	68,74
Quitumbe	29,65	41,39	56,09	67,54	79,65
Rumipamba	29,68	36,15	42,10	50,70	59,78
S.Isidro del Inc	48,99	59,68	69,50	83,69	98,70
S.Jose de Minas	0,30	0,37	0,43	0,52	0,61
San Antonio	1,75	2,42	3,26	3,92	4,62
San Bartolo	161,16	199,15	238,45	296,42	360,33
San Juan	33,58	36,23	36,84	44,37	52,32
Solanda	178,72	201,27	215,47	257,37	301,36
Tababela	0,92	1,38	2,08	2,51	2,97
Tumbaco	6,03	9,83	15,84	19,08	22,49
Turubamba	17,79	21,66	25,24	30,37	35,83
Yaruqui	1,96	2,76	3,90	4,80	5,81
Zambiza	3,95	5,51	7,47	8,99	10,61
Total	4,48	5,64	7,01	8,46	10,00

Figura 5.-Mapa de Proyección Demográfica Alta. Densidades de Población por Parroquias 2010



Elaborado por: Hazen & Sawyer, P.C. (2009 a)

Figura 6.-Mapa de Proyección Demográfica Alta. Densidades de Población por Parroquias 2040



Elaborado por: Hazen & Sawyer, P.C. (2009 a)

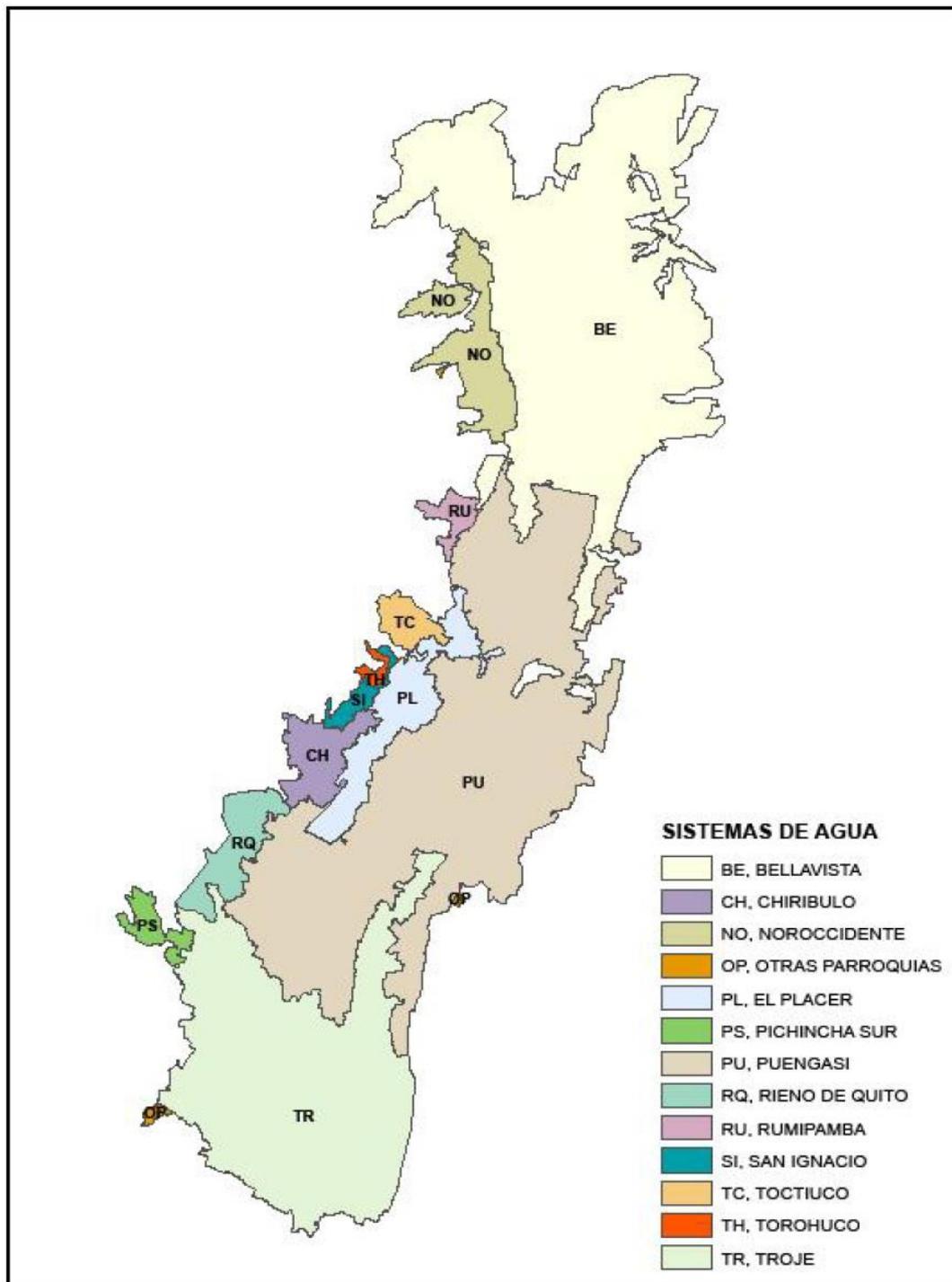
Esta distribución espacial de la población permitirá proyectar a la EPMAPS las obras de infraestructura de agua potable y saneamiento para todo el Distrito y con especial interés en aquellas parroquias de mayor crecimiento y que actualmente se encuentran en franco proceso de crecimiento y consolidación.

Proyección Demográfica Alta, Población por Sistemas y Sectores de Distribución de Agua Potable en la Zona Urbana de Quito.

En la figura 7, se muestran los trece sistemas de distribución de agua potable dentro del área urbana de la ciudad de Quito; existen tres grandes sistemas: Pita, Papallacta y La Mica; cuatro intermedios: Centro, Noroccidente, Reino de Quito y Chilibulo; y, seis sistemas menores.

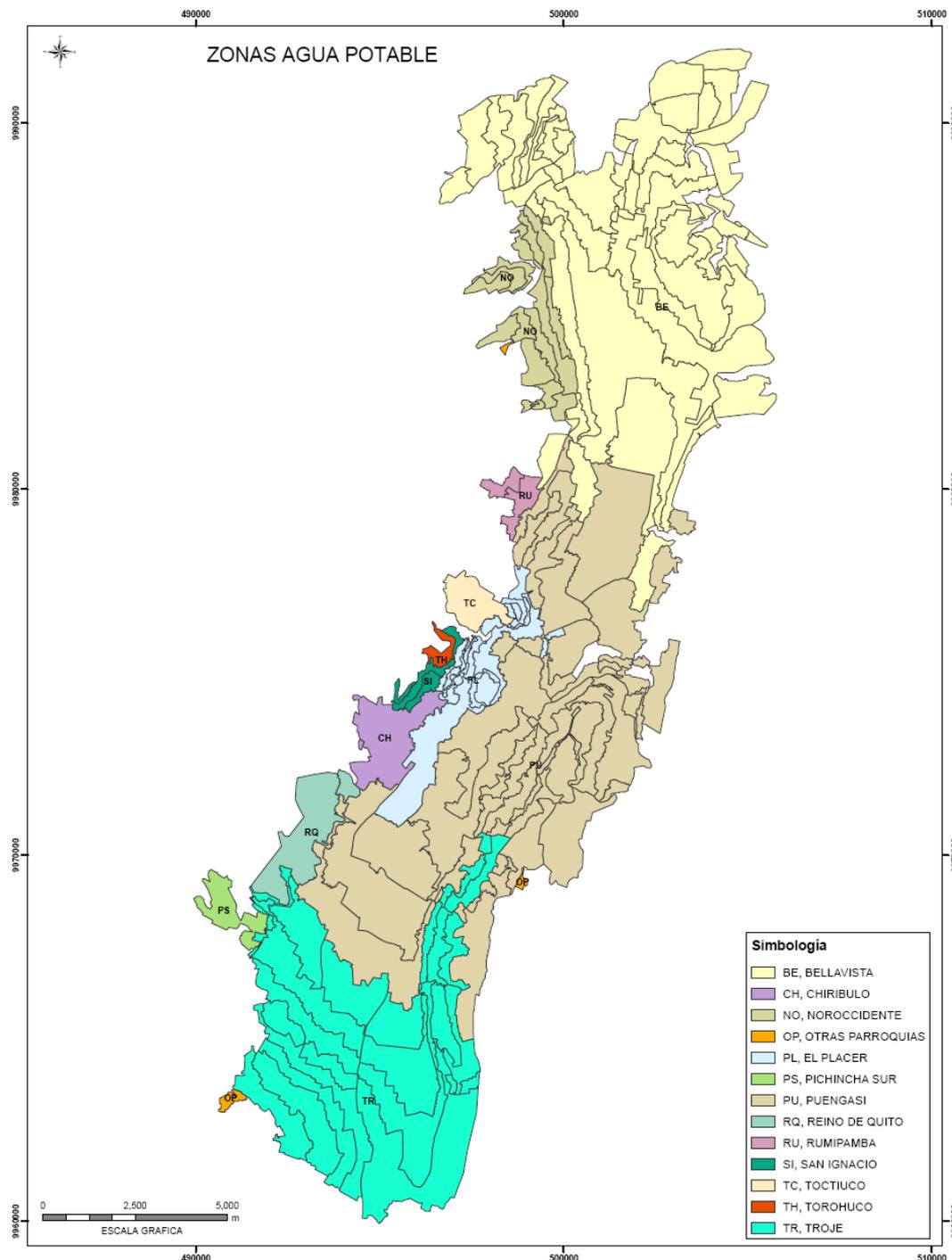
En la figura 8, se muestran los sectores de agua al interior de cada uno de los trece sistemas de distribución, son 163 sectores (zonas).

Figura 7.-Mapa de Sistemas de Distribución de Agua Potable en la Zona Urbana De Quito



Elaborado por: Hazen & Sawyer, P.C. (2009 a)

Figura 8.-Mapa de Sectores (zonas) de Agua potable en el Área Urbana de Quito



Elaborado por: Hazen & Sawyer, P.C. (2009 a)

A partir de la proyección demográfica alta seleccionada y de la distribución de la población por parroquias, en este caso dentro del área urbana de Quito, a través de

coeficientes de proporcionalidad, Hazen & Sawyer, P.C. (2009 a) calcularon la población dentro de los sistemas de distribución de agua potable; igual procedimiento de coeficientes de proporcionalidad aplicó para el cálculo dentro de los sectores pequeños.

En las Tablas 18 y 19, se determinan las superficies, la distribución de la población y las densidades de cada uno de los sistemas de distribución de agua potable dentro del área urbana, entre los años 2010 y 2040. En ellas se puede visualizar con mucha objetividad los incrementos poblacionales y obviamente de las densidades de población por hectárea de superficie.

Tabla 18.- Proyección Demográfica Alta 2010 - 2040. Población por Sistemas de Distribución de Agua Potable en la Zona Urbana de Quito

SISTEMAS DE AGUA	Superficie Ha.	POBLACION POR SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN EN LA ZONA URBANA DE QUITO									
		2001	%	2010	%	2020	%	2030	%	2040	%
BELLAVISTA	6009,34	402037	29,11	497601	30,14	592413	30,85	714869	30,82	842635	30,76
CHIRIBULO	368,45	35823	2,59	49191	2,98	65585	3,41	79035	3,41	93223	3,40
NOROCCIDENTE	686,08	48310	3,50	59085	3,58	68990	3,59	84730	3,65	100274	3,66
OTRAS PARROQUIAS	35,06	1228	0,09	1503	0,09	1757	0,09	2123	0,09	2511	0,09
EL PLACER	702,81	100802	7,30	116527	7,06	130155	6,78	157840	6,81	187395	6,84
PICHINCHA SUR	160,14	9296	0,67	11366	0,69	13267	0,69	16014	0,69	18917	0,69
PUENGASI	6159,06	552298	39,99	629103	38,10	699578	36,43	846245	36,49	1000130	36,51
RIENO DE QUITO	405,51	22804	1,65	27832	1,69	32446	1,69	39116	1,69	46167	1,69
RUMIPAMBA	125,20	9674	0,70	10236	0,62	13786	0,72	16631	0,72	19638	0,72
SAN IGNACIO	104,67	13355	0,97	16001	0,97	18637	0,97	22388	0,97	26335	0,96
TOCTIUCO	171,66	23733	1,72	25644	1,55	26091	1,36	31530	1,36	37281	1,36
TOROHUCO	41,98	2537	0,18	2732	0,17	2774	0,14	3316	0,14	3884	0,14
TROJE	3961,07	159201	11,53	204256	12,37	253088	13,18	305317	13,17	360638	13,17
TOTAL SISTEMAS	18931,03	1381098	100	1651077	100,00	1920587	100,00	2319154	100,00	2739028	100,00

Fuente: Hazen & Sawyer, P.C. (2009 a)

Tabla 19.- Proyección Demográfica Alta 2010 - 2040. Población por Sistemas de Distribución de Agua Potable en la Zona Urbana de Quito

SISTEMAS DE AGUA	Superficie Ha.	DENSIDADES DE POBLACION POR SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN				
		2001	2010	2020	2030	2040
BELLAVISTA	6009,34	66,90	82,80	98,58	118,96	140,22
CHIRIBULO	368,45	97,23	133,51	178,00	214,51	253,01
NOROCCIDENTE	686,08	70,41	86,12	100,56	123,50	146,15
OTRAS PARROQUIAS	35,06	35,03	42,87	50,11	60,55	71,62
EL PLACER	702,81	143,43	165,80	185,19	224,58	266,64
PICHINCHA SUR	160,14	58,05	70,98	82,85	100,00	118,13
PUENGASI	6159,06	89,67	102,14	113,59	137,40	162,38
RIENO DE QUITO	405,51	56,24	68,63	80,01	96,46	113,85
RUMIPAMBA	125,20	77,27	81,76	110,11	132,84	156,85
SAN IGNACIO	104,67	127,59	152,87	178,05	213,89	251,60
TOCTIUCO	171,66	138,26	149,39	151,99	183,68	217,18
TOROHUCO	41,98	60,43	65,08	66,08	78,99	92,52
TROJE	3961,07	40,19	51,57	63,89	77,08	91,05
TOTAL SISTEMAS	18931,03	72,95	87,22	101,45	122,51	144,68

Fuente: Hazen & Sawyer, P.C. (2009 a)

3.1.1.2.4 Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento, EPMAPS.

Desde 1960 (Ordenanza Municipal No. 933 del 23 de junio de 1960) las políticas municipales de la ciudad de Quito para la dotación del líquido vital estaban reguladas por la Empresa Municipal de Agua Potable, EMAP, como organismo autónomo. A partir de 1993 (Ordenanza N° 3057 del 26 de octubre de 1993), el organismo se constituyó en la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Quito, EMAAP-Q, teniendo como funciones no sólo la prestación de servicios de agua potable y alcantarillado, sino también la protección de las fuentes hídricas que abastecen a la capital. Conforme los nuevos lineamientos constitucionales a partir de 2010, la EMAAP-Q, se transforma en la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento, EPMAPS, con las mismas responsabilidades de la Ex EMAAPQ más la gestión del agua en el Distrito Metropolitano de Quito, desde la

captación en las fuentes hasta el manejo de las aguas residuales urbanas pasando por todo el proceso de conducción, potabilización, distribución y recolección de las aguas servidas.

Adicionalmente, entre sus objetivos se menciona “la investigación de nuevas fuentes de provisión de agua” encaminadas a ampliar el sistema de distribución del líquido vital a la ciudad así como a las parroquias rurales del Distrito Metropolitano de Quito.

Desde la creación de la Empresa hasta la fecha ha entregado importantes obras al DMQ, dentro de sus productos de servicio de suministro de agua potable.

A la fecha administra y opera 23 sistemas de agua potable de los cuales los más grandes son:

El Sistema Pita- Tambo que alimenta la planta de Puengasí y sirve al centro y parte del sur de la ciudad, aportando con el 30% de la demanda.

El proyecto la Mica - Quito Sur, cuyas aguas son potabilizadas en la planta de El Troje y sirve al sur de la ciudad, cubriendo el 14% de la demanda.

El Sistema Integrado Papallacta, que lleva el agua cruda hasta la planta de Bellavista y sirve de abastecimiento al norte de la ciudad y a los valles de Tumbaco y Cumbayá, aportando con el 33% de la demanda.

Los Sistemas Centro y Noroccidente que cubren el 12% de la demanda.

Cincuenta años después de su creación, la Empresa dota del servicio de agua potable al 96% de la población del distrito metropolitano.

Su servicio de evacuación y disposición de aguas residuales y pluviales (Sistema de alcantarillado) en la ciudad supera el 97% y el 80% en las parroquias. Adicionalmente, aporta con Generación de Energía Eléctrica y ha empezado con las primeras etapas para el tratamiento y disposición final de aguas residuales.

3.1.1.2.4.1 Modelo de Gestión

Sobre la base del mandato constitucional que propugna el Buen Vivir y dentro del nuevo enfoque de gestión que propone la actual administración municipal, la Empresa actual –EPMAPS busca mediante su planificación estratégica integral implementar buenas prácticas, de buen gobierno corporativo, a través de una gestión ética y participativa con responsabilidad social y ambiental (EPMAPS, 2013).

Componentes

La figura 9, representa el modelo de Gestión de la EPMAPS con sus respectivos componentes.

Figure 9.-Componentes de Gestión de la EPMAPS



Fuente y elaboración: EPMAPS (2013)

La Gestión de la EPMAPS, observa los lineamientos establecidos en la Constitución, El Plan Nacional para El Buen Vivir, El Plan Metropolitano de Desarrollo y El Plan Metropolitano de Ordenamiento Territorial del DMQ.

Constitución

Art.12.- que establece que el agua es un derecho humano fundamental e irrenunciable;

Art. 314.- que garantiza la universalidad, eficiencia, accesibilidad, continuidad y calidad del servicio, así como que los precios y tarifas de estos servicios sean equitativos, estableciendo su regulación y control;

Plan Nacional del Buen Vivir PNBV 2013-2017

Además del objetivo 7, y sus lineamientos 7.2 y 7.6 descritos en el numeral 3.1.1.1 de este capítulo, relativos a la gestión del agua, la Gestión General de la EPMAPS considera el objetivo 3, y su política 3.10, así como el lineamiento 7.10 del objetivo 7, como se observa en la tabla 20.

Tabla 20.- Objetivos y sus políticas del PNVB que contempla la EPMAPS en su modelo de gestión

OBJETIVO	POLITICAS Y LINEAMIENTOS
OBJETIVO 3: Mejorar la calidad de vida de la población	3.10. Garantizar el acceso universal, permanente, sostenible y con calidad a agua segura y a servicios básicos de saneamiento, con pertinencia territorial, ambiental, social y cultural.
OBJETIVO 7: Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global	7.6. Gestionar de manera sustentable y participativa el patrimonio hídrico, con enfoque de cuencas y caudales ecológicos para asegurar el derecho humano al agua. 7.10. Implementar medidas de mitigación y adaptación al cambio climático para reducir la vulnerabilidad económica y ambiental con énfasis en grupos de atención prioritaria.

Fuente: SENPLADES (2013)

Plan General de Desarrollo Territorial del DMQ (PGDT)

Ver tablas 10 y 11, respectivamente que contiene los programas para el cumplimiento de los objetivos estratégicos:

- Garantizar el acceso, disponibilidad y calidad de los servicios de agua potable y saneamiento a los ciudadanos del DMQ.
- Consolidar un sistema metropolitano de áreas de protección ecológica que promueva la recuperación de ecosistemas y el uso sustentable del patrimonio natural del DMQ.

El Plan Metropolitano de Ordenamiento Territorial del DMQ (PMOT)

Se apunta principalmente al cumplimiento de los Objetivos Estratégicos descritos con mayor detalle en el numeral 3.1.1.2.3.2.2.

- Promover la integralidad regional del DMQ mediante el planeamiento y la gestión territorial coordinada con otros niveles de gobierno mediante el planeamiento y la articulación de un modelo sustentable, participativo e incluyente en el territorio regional inmediato reconociendo y potenciando los roles e interdependencias territoriales entre el DMQ y los cantones vecinos
- Sistema de áreas protegidas y corredores ecológicos
- Regular y gestionar un desarrollo urbano y rural equilibrado, sustentable y seguro que frene el crecimiento horizontal de la mancha urbana y promueve la consolidación y compactación del suelo urbano servido.

Existen dos instancias municipales con las cuales la EPMAPS tiene una estrecha coordinación que son la Secretaría de Ambiente y la de Territorio, Hábitat y Vivienda. La primera constituye la autoridad ambiental del DMQ, y considerando que el sector agua potable y saneamiento tiene un gran componente ambiental, debe establecer acciones conjuntas de preservación, remediación y control de las afectaciones ambientales causadas

por sus procesos. Y la segunda ejerce la rectoría en el Ordenamiento Territorial del DMQ, por lo tanto es necesario articular esfuerzos de coordinación, con el fin de que la dotación de servicios de agua potable y saneamiento, esté en función del uso y ocupación del suelo establecido y de la regularización de los distintos barrios y asentamientos urbanos, así como de las zonas definidas como de expansión urbana.

Adicionalmente considera en su gestión del recurso hídrico, el apoyo del Fondo Ambiental para la protección de las Cuencas y Agua FONAG, Fideicomiso Mercantil creado por el MDMQ, el 25 de enero del 2000, cuyo ámbito de aplicación, conforme lo estipula el Art. 11.383 de la Ordenanza 213 son las cuencas altas y medias de las fuentes hídricas superficiales, áreas de recarga de acuíferos y subcuencas y microcuencas que abastecen de agua al DMQ. Las acciones que se formulen para la protección, conservación, recuperación, revalorización de las cuencas hidrográficas, son coordinadas con la EPMAPS de tal manera de procurar el suministro de agua en cantidad, calidad y acceso en los diferentes usos (doméstico, industrial, agrícola, recreación y ecológico).

La Vinculación entre la Planificación Estratégica, Técnica y Financiera de la EPMAPS

La EPMAPS cuenta con un Sistema de Planificación que integra los componentes (estratégicos, técnicos y financieros).

La planificación técnica responde a la estrategia organizacional definida en la Planificación Estratégica, y los programas y proyectos contemplados en los planes plurianuales y anuales cuentan con el debido financiamiento. Como un elemento fundamental del proceso de planificación, la EPMAPS cuenta con su Plan Maestro de Agua Potable y Alcantarillado (actualizado en el 2010) formulado con un horizonte de planificación hasta el

año 2040, el que establece los proyectos de inversión sobre los cuales debe caminar la Gestión Técnica Empresarial.

3.1.1.2.4.2 Planificación Estratégica

La Planificación Estratégica de la EPMAPS está basada en el modelo de gestión de la estrategia EXECUTION PREMIUM, de los autores Kaplan y Norton, el cual es un referente internacional de buenas prácticas para gestionar la estrategia empresarial.

Este sistema de gestión de la estrategia integra los niveles estratégicos y operativos y permite de una manera sistemática, lógica, y coherente, implementar la planificación y gestión de una empresa como la EPMAPS, en los niveles estratégico y operativo (EPMAPS, 2013).

Misión

Proveer servicios de agua potable y saneamiento con eficiencia y responsabilidad social y ambiental

Visión

Empresa pública sostenible y eficiente que provee servicios con responsabilidad social y ambiental y contribuye al buen vivir

Políticas

- Orientar la gestión hacia la satisfacción de la ciudadanía.
- Desarrollar una gestión exigible, verificable y observable.
- Promover la participación ciudadana en la prestación de servicios.
- Enmarcar la gestión en la optimización y uso responsable de recursos públicos.
- Respetar los derechos del cliente.
- Promover la participación efectiva y el compromiso del personal.

Perspectivas y Objetivos Estratégicos

La Tabla 21, se estructura con las perspectivas y objetivos estratégicos formulados por la EPMAPS que, a criterio de la autora del presente trabajo, contribuyen la gestión del agua en las microcuencas aportantes.

Tabla 21.- Perspectivas y objetivos estratégicos de la EPMAPS a los que contribuye la gestión del agua en las microcuencas aportantes

PERSPECTIVAS	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS
COMUNIDAD	Asegurar la disponibilidad de los servicios
FINANCIERA	Alcanzar la sostenibilidad de la Empresa con Equidad Social
PROCESOS INTERNOS	Reducir el agua no contabilizada
	Reducir el consumo por conexión doméstica en servicio
	Mejorar el estado de conservación de cuencas, microcuencas y legalización de fuentes hídricas abastecedoras

Fuente: EPMAPS (2013). Elaborado: Flores (2014)

3.1.1.2.4.3 Planificación por Procesos

Partiendo de la Cadena de Valor, y conociendo que la Estrategia se ejecuta a través de Programas y Procesos, la Empresa cuenta con un Manual de Procesos institucionales que favorece una gestión moderna y eficiente, y constituye una herramienta básica y necesaria para una incursión de carácter tecnológico que permita la informatización de los procesos relevantes y agregadores de valor en los servicios que presta la EPMAPS. Según se sintetiza en la figura 10.

La gestión de los procesos hacia su eficacia y eficiencia, se fundamenta en:

- El alcance entradas y salidas de los procesos están claramente establecidas
- El propósito de cada proceso está formalizado

- Las responsabilidades globales y las internas están definidas
- Los procedimientos para su aplicación, definiendo los controles aplicables al proceso
- Cada proceso cuenta con medidas, indicadores o métodos de evaluación de su eficacia y eficiencia
- Cada proceso tiene un propietario, responsable de su gestión.

Cadena de Valor

Figura 10.- Procesos de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento

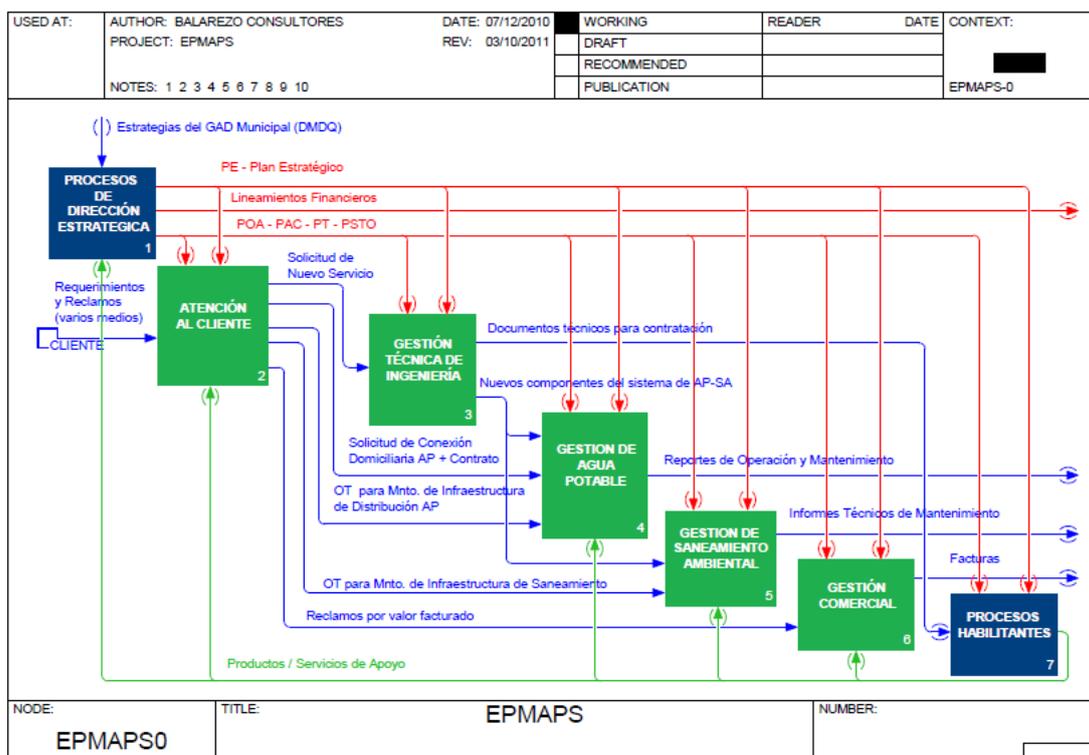


Fuente: EPMAPS (2013).

El Manual de Procesos documenta los parámetros arriba indicados. Los procedimientos e instrucciones de trabajo de cada proceso son documentos separados que se encuentran en el listado de documentos internos del Sistema de Gestión ISO 9001 que controla el Departamento de Gestión de Procesos y Calidad.

El manual comprende los macroprocesos y procesos claves alineados a los objetivos estratégicos de la Empresa y el Sistema Integrado de Gestión (calidad, ambiente, seguridad y salud). Los macroprocesos están representados en la Figura 11.

Figure 11.- Modelo general de Macro Procesos EPMAPS



Fuente: EPMAPS (2012)

Macro procesos de la dirección estratégica:

- Direccionamiento Institucional
- Direccionamiento Financiero

Macro procesos agregadores de valor

- Gestión de atención al cliente
- Gestión Técnica de Ingeniería

- Gestión de Agua Potable
- Gestión de Saneamiento Ambiental
- Gestión Comercial de Agua Potable y Alcantarillado

Macro procesos habilitantes

Procesos habilitantes de asesoría

- Comunicación Social
- Gestión Legal
- Desarrollo y Aseguramiento de Sistema Integrado de Gestión

Procesos habilitantes de ejecución y control Financiero

Procesos habilitantes de apoyo

- Gestión de Tecnología de Información
- Gestión del Talento Humano
- Administración del sistema de información georeferencial - SGAPSA
- Cadena de Abastecimiento

De este grupo de macroprocesos a continuación se presenta la desagregación de aquellos procesos y subprocesos a los que contribuye el presente trabajo.

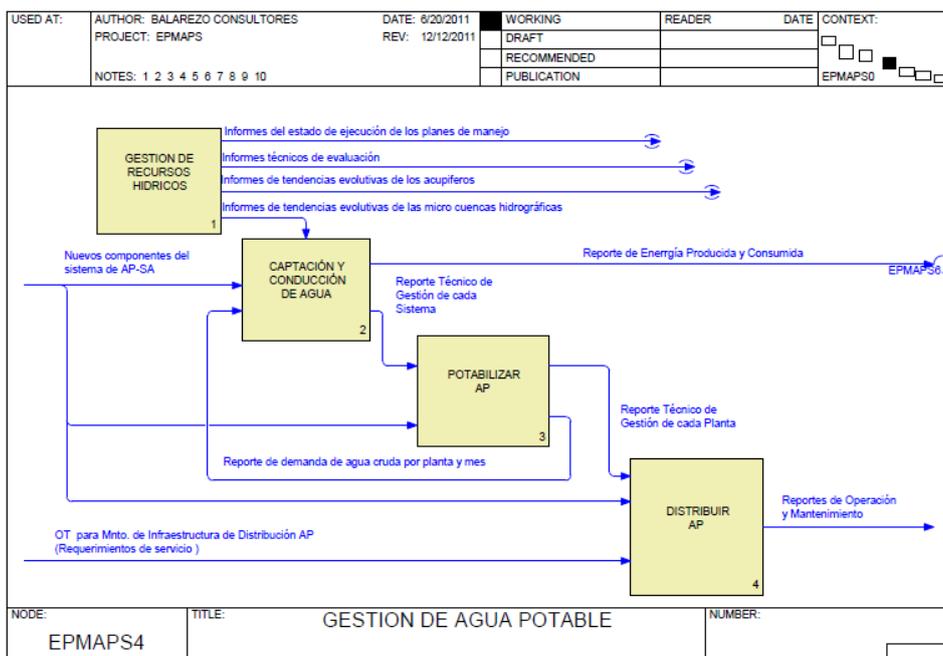
3.1.1.2.4.3.1 Macroproceso Gestión de Agua Potable

Objeto y alcance:

Producir y entregar agua potable en cantidad necesaria para satisfacer la demanda y cumpliendo la norma de calidad de producto, vigente en el país.

Estructura general de sus Procesos: Se muestra en la figura 12

Figure 12.- Estructura general de los procesos de Gestión de Agua Potable

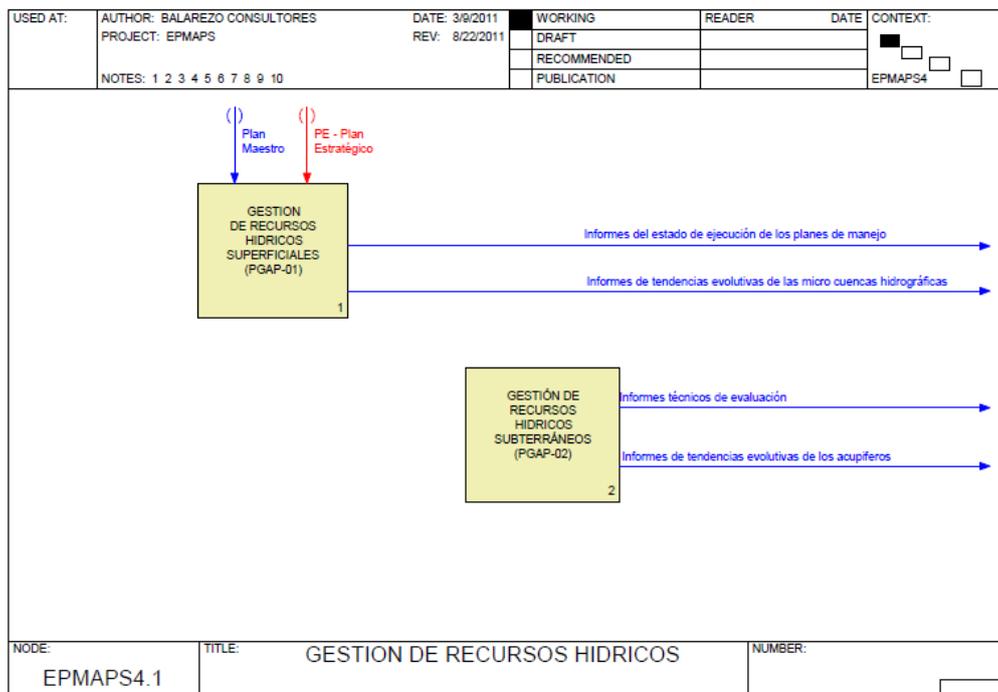


Fuente: EPMAPS (2012)

Proceso de Gestión de Recursos Hídricos

La figura 13, muestra los subprocesos que lo conforman.

Figure 13.- Estructura general de los subprocesos de Gestión de Recursos Hídricos

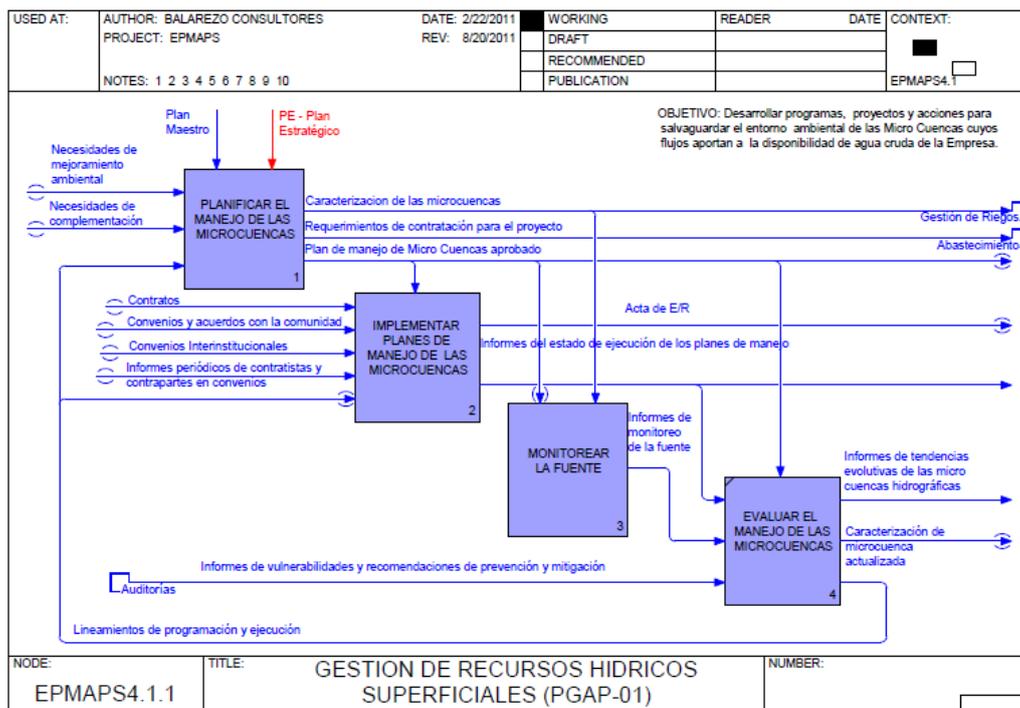


Fuente: EPMAPS, (2012)

Subproceso Gestión de Recursos Hídricos Superficiales

La figura 14, muestra la estructura general de los componentes de este subproceso.

Figure 14.- Estructura general del subproceso Gestión de recursos hídricos superficiales



Fuente: EPMAPS, (2012)

Objeto y alcance:

Tiene por objeto desarrollar programas, proyectos y acciones para salvaguardar el entorno ambiental de las Micro Cuencas cuyos flujos aportan a la disponibilidad de agua cruda de la Empresa.

Está conformado por las principales actividades:

- Planificar el manejo de las Micro Cuencas
- Implementar planes de manejo de las Micro Cuencas
- Monitorear la fuente; y
- Evaluar el manejo de las Micro Cuencas

Estrategias

La planificación estratégica cuenta con dos estrategias:

La competitiva y la de gestión. De estas se desagrega la estrategia de gestión.

La estrategia de gestión, está constituida por 3 elementos:

- Disminución de la Dependencia de Ingresos no Operacionales
- Disminución de Costos y Gastos
- Tratamiento de Cambio Climático y Estrategias.

De ellos se enfoca únicamente el “Tratamiento de Cambio Climático y Estrategias”, pues guarda relación directa con la gestión de los recursos hídricos, insumo para este trabajo.

Sus objetivos son:

- Mantener un monitoreo de las fuentes en términos de calidad y cantidad del recurso.
- Contar con un Plan Operativo de los Embalses, con el fin de regular los cambios estacionales que pudiere generar el cambio climático.
- Establecer Planes de Manejo Ambiental en las cuencas abastecedoras del DMQ; y de ser necesario, adquirir los terrenos ubicados en las cuencas como el caso de la Hacienda Mudadero y la Reserva Antisana.
- Impulsar acciones y medidas relacionadas con la racionalización de consumos y reducción de pérdidas.
- Tomar acciones que reduzcan la vulnerabilidad de los sistemas respecto de eventos naturales o climáticos que pudieren ocurrir.

Por otro lado, la Empresa ha diseñado medidas de adaptación planificadas al cambio climático, incorporando esta variable en sus acciones de gestión del agua. Estas medidas son:

- Plan de Manejo Adaptativo de la Cuenca alta del Río Pita.
- Fortalecimiento de capacidades institucionales para manejo de información hidrometeorológica en la cuenca alta del Pita (modelamiento hidrológico).
- Intercambio / provisión / procesamiento de información (énfasis en páramo y cambio en el uso del suelo - MODELOS).
- Modelación hidráulica (Infowork) / sectorización de la ciudad de acuerdo a la cantidad de precipitación y características de la cuenca urbana.
- Optimización del sistema de drenaje.
- Manejo activo del sistema de alcantarillado, laminación y trasvase de caudal.

- Promoción de la infiltración a fin de reducir la escorrentía a través de la conformación de depresiones artificiales, jardines, áreas verdes comunales, la no impermeabilización en las nuevas construcciones (cuando sea posible y necesario), construcción de techos verdes y ecoarquitectura.

Mapa estratégico

La estrategia definida por la Empresa que le permitirá alcanzar la visión planteada incluye un conjunto de hipótesis vinculadas (relaciones causa-efecto), se encuentra sintetizada en un mapa estratégico, del cual se presentan a continuación los fragmentos que guardan relación directa con la gestión de los recursos hídricos:

Indicadores Estratégicos por Perspectiva y por Objetivo

Perspectiva de la Comunidad

Figura 15.- Mapa del objetivo estratégico No. 2



Fuente: EPMAPS (2013)

Indicadores

Tabla 22.- Indicadores Estratégicos existentes para medir el objetivo estratégico 2

OBJETIVO ESTRATEGICO	INDICADORES DE GESTION				
	CODIGO	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	SIGLA	FORMULA
Asegurar la disponibilidad de los servicios de AP	IG02	Cobertura de Agua Potable en el DMQ	%	CAP=	$(\text{Población Servida con AP} / \text{Población Total en el área de responsabilidad de EPMAPS}) \times 100$
	IG04	Índice de Continuidad del servicio	%	ICS =	$(\text{Recursos hídricos concesionados legalizados} / \text{total de recursos hídricos})$
	IG05	Índice de la Calidad del Agua	%	ICA =	$(((\%IP \text{ de PC} \times 4) + (\%IP \text{ de PPS} \times 3) + (\%IP \text{ de PO} \times 2) + (\%IP \text{ de PNS} \times 1)) / 1000) \times 100$

Fuente: EPMAPS (2013)

Perspectiva Financiera

Figure 16.- Mapa del objetivo estratégico No. 3



Fuente: EPMAPS (2013)

Indicadores

No se cuenta con indicadores para este objetivo.

Perspectiva de los Procesos Internos Innovación Expansión y Responsabilidad Social

Figure 17.- Mapa del objetivo estratégico No. 15

INNOVACIÓN Y EXPANSIÓN; Y, RESPONSABILIDAD SOCIAL



Fuente: EPMAPS (2013)

Indicadores

Tabla 23.- Indicadores Estratégicos existentes para medir el objetivo estratégico 15

OBJETIVO ESTRATEGICO	INDICADORES DE GESTION				
	CODIGO	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	SIGLA	FORMULA
Mejorar el estado de conservación de cuencas y microcuencas y legalización de fuentes hídricas	IG-32	Porcentaje de superficie intervenida en cuencas y microcuencas según planes de manejo	hectáreas	IPM =	(hectáreas intervenidas/hectáreas que requieren intervención)*100
	IG-33	Índice de legalización de recursos hídricos	%	ILRH =	(Recursos hídricos concesionados legalizados/total de recursos hídricos)

Fuente: EPMAPS (2013)

3.1.1.2.4.4 Características de los principales sistemas de agua potable para Quito

Siguiendo el orden metodológico planteado, el objetivo del presente acápite es mostrar las características de los sistemas de agua potable seleccionados para este trabajo, así como, la variabilidad y disponibilidad de los recursos hídricos superficiales con que cuentan para satisfacer la demanda de agua potable de la población de Quito. La información que se presenta ha sido sintetizada de los Estudios de actualización del Plan Maestro Integrado de Agua Potable y Alcantarillado del DMQ. Fase 1. Secciones 3.- Recursos Hídricos y 4.- Agua Potable, contratados por la Ex - EMAAP-Q.

3.1.1.2.4.4.1 Sistema Centro Occidente

El sistema, está ubicado en la Provincia de Pichincha en la zona rural sur occidental de la ciudad de Quito, en las Laderas Orientales del Pichincha, en la vertiente occidental de la cordillera de los Andes.

Los sistemas Centro Occidentales que alimentan principalmente a la planta de El Placer están conformados por varios subsistemas, que han sido incorporados por la EMAAP-Q a lo largo de varios años, de acuerdo al crecimiento de la demanda de la ciudad, destacándose que se encuentran entre las montañas Pichincha y el Atacazo en la zona de Lloa, captando las aguas que forman parte de la cuenca del río Esmeraldas (Hazen & Sawyer, P.C. 2009 b).

Los Sistemas Centro Occidentales son además los sistemas con mayor antigüedad dentro del servicio, conformando los siguientes subsistemas:

- Atacazo
- Lloa

- Pichincha

Estos subsistemas aprovechan las aguas de las cabeceras de los ríos Saloya y Cinto entre las cotas 3000 y 3500 msnm.

Los ríos Cinto y Saloya nacen en el volcán Pichincha a 4784 msnm y en el cerro Atacazo a 4457 msnm, respectivamente y son afluentes del río Blanco, que forma parte del sistema hidrográfico Quinindé – Esmeraldas. Las cuencas de aprovechamiento se caracterizan por un relieve fuertemente accidentado, con cubierta vegetal de páramo en la parte alta, así como de formaciones rocosas; su temperatura media es de 11°C, con extremos puntuales máximos de 18°C a 23°C y mínimos inferiores a 0°C; la humedad relativa media es de 80% y la nubosidad de 6/8. Las lluvias medias anuales van de 1500 a 2000 mm. Se presentan con claro régimen occidental con valores mayores en marzo y abril y períodos secos entre julio y agosto (Hazen & Sawyer, P.C. 2009 b).

Subsistema Atacazo

El sistema Atacazo aprovecha las aguas de las cabeceras del río Saloya sobre la cota de los 3100 m.s.n.m. Construido hace unos 50 años, recolecta las aguas de vertientes y de las quebradas Atacazo, Cerro Negro y Cristal que alimenta el canal Atacazo y, las captaciones del Zapallar, Huashpa Chico, Huaspa Grande, Carachas, Platas, Tundal 1 y 2, que son conducidas por el canal Romolerux, (Escobar, et ál., 2011).

Las captaciones de las cuatro fuentes superficiales están constituidas por diques pequeños y cajones recolectores. Los caudales de estas fuentes se presentan en la tabla 24.

Tabla 24.- Caudales de las fuentes del Sistema Atacazo

Fuente	Área de Drenaje (km ²)	Caudal Medio (L/s)	Caudal 95% (L/s)	Caudal captado 2008 (L/s)
Cristal	3.1	19	17	
Cerro Negro	1.2	10	9	
Q. Atacazo	4.0	62	53	
Canal Romoleroux	10.2	127	109	
TOTAL	18.6	218	188	240.30

Fuente: Hazen & Sawyer, P.C. (2009 c).

Subsistema Lloa

El sistema Lloa capta aguas de las cabeceras del río Cinto, a 3000 msnm, mediante 9 captaciones, de las cuales 7 corresponden a aguas subterráneas que afloran en vertientes. Está operando desde hace más de 50 años. El sistema está compuesto por una serie de captaciones, canales, túneles, tuberías y dos estaciones de bombeo, la una ubicada en Santa Rosa y la otra en Cotogyacu. Las fuentes se ubican en la zona del Valle de Lloa y están compuestas en su mayoría por galerías y tanques recolectores. La capacidad de las captaciones se muestra en la tabla 25.

Tabla 25.- Caudales Promedio de las fuentes del Sistema Lloa

Captaciones	Q diseño (L/s)	TIPO	Cotas m.s.n. m.	Caudal captado 2008 L/s	Q 95 % L/s
El Chazo	23	Vertiente	3256		16
Cuchicorral	25	Vertiente	3153		29
Pugnagua	28	Vertiente			28
Cotogyacu		Vertiente	3000		25
Subtotal	111			334	98
Chimborazo	25	Superficiales	3076		23
Tambillo	76	Superficiales	3154		41
Estación Santa Rosa	59	Superficiales	2990		59
Subtotal	160				123
Total	271				221

Fuente: Hazen & Sawyer, P.C. (2009 c).

El caudal medio anual en 2008 de este sistema fue de 334 L/s. Por la calidad y caudales de las aguas de vertiente que no presentan grandes variaciones, ni siquiera en los estiajes más severos por tratarse de afloramientos de aguas subterráneas. Estas aguas son conducidas por medio de dos tuberías a presión a los tanques Reino de Quito y Santa Rosa. La otra fuente es de aguas superficiales, las que son conducidas mediante tuberías y canales hasta la planta de tratamiento de El Placer (Hazen & Sawyer, P.C. 2009 c).

Subsistema Pichincha

El Sistema Pichincha aprovecha las vertientes ubicadas en el sector del cerro Padre Encantado, ubicado en las faldas orientales del Rucu Pichincha, dando un caudal aproximado de 60 L/s que es conducido por tubería a presión hasta el tanque San Ignacio Alto cuya capacidad es de 500 m³, y está en la cota 3160 msnm. La capacidad de las captaciones se muestra en la tabla 26.

Table 26.- Caudales Promedio de las fuentes del Sistema Pichincha

Fuente	Cota (m.sn.m)	Caudal captado 2008 L/s
Quebrada Llugllchas	3808	65.90
Quebrada Verde Cocha	3779	
Quebrada Ladrillo 1	3746	
Quebrada Ladrillo 2	3746	
Quebrada Ladrillo 3	3719	
Quebrada Arco Cucho 1	3646	
Quebrada Arco Cucho 2	3633	
Quebrada Las Palmas	3632	

Fuente: Hazen & Sawyer, P.C. (2009 c).

El caudal medio anual en 2008 fue de 65,90 L/s. El caudal captado de estos manantiales en épocas lluviosas puede llegar a 150 L/s y, en verano disminuye hasta 15 L/s. Existe además una línea de conducción construida recientemente, desde el Sistema Atacazo-

Lloa, para adicionar 30 L/s a la Planta de Tratamiento de Toctiuco (Hazen & Sawyer, P.C. 2009 c).

La conducción entre Llugllucha (3901 msnm) y La Chorrera (3227 msnm) tiene una longitud de 13017 m y se realiza mediante un canal trapezoidal con solera de tierra construido en la década de 1950, que originalmente conducía las aguas hacia la Planta de Tratamiento El Placer. Actualmente entrega sus aguas a la planta de Toctiuco y el remanente a la planta de El Placer (Ibíd).

Planta de tratamiento El Placer

La planta de tratamiento de El Placer, trata alrededor de 526,65 L/s los cuales corresponden a las fuentes de los sistemas Centro occidentales (Atacazo, Lloa y Pichincha) y parte de las aguas crudas que entran a la planta de tratamiento de Puengasí.

Esta planta comenzó a operar en el año 1954 y se ubica al occidente del centro histórico de la ciudad. Su cota promedio es 2945 msnm.

3.1.1.2.4.4.2 Sistema Noroccidente

Conforme lo señalan los Estudios de actualización del Plan Maestro Integrado de Agua Potable y Alcantarillado del DMQ., realizados por Hazen & Sawyer, P.C. (2009 a y b). El sistema Noroccidente está conformado por varias captaciones del sector Noroccidental procedentes de los fluentes de los ríos Mindo y Alambi en las cotas 3580 y 3520 y msnm. Cuenta con cuatro captaciones, de las cuales las más importantes son las dos procedentes del río Mindo denominadas Payacucho y Taurichupa, la captación Pichán en el río Alambi y la Santa Ana de la cuenca alta del Monjas. La disponibilidad hídrica del Sistema de abastecimiento es evaluada en 147 L/s en el 95 % de los casos.

La conducción se hace con tubería de RPVC de 18” de diámetro y 8,9 km de longitud, cuya capacidad según diseño es de 228 L/seg. A lo largo de este tramo existen cuatro túneles, con una longitud total de 585 m, dentro de los cuales se ha colocado la tubería.

En el trayecto hasta el tanque de recolección Pichán se incorporan caudales adicionales provenientes de otras captaciones menores, y en el tanque mismo se agrega el agua procedente de la captación Pichán que es la que sigue en importancia a las del río Mindo.

El tramo Río Pichán - Planta Noroccidente de 12 700 m de longitud tiene capacidad para conducir 425 L/s. A la entrada de la planta de tratamiento y para aprovechar la carga hidráulica de la conducción cuenta con una pequeña Central Hidroeléctrica.

El sistema se complementa con conducción de agua tratada y tanques de almacenamiento para abastecer las redes de distribución de la zona alta del noroccidente de la ciudad de Quito. La capacidad de las fuentes de captación, se muestran en la tabla 27.

Tabla 27.- Caudales de las fuentes del Sistema Noroccidente

Fuente	Área drenaje (km ²)	Q 95% (L/s)	Q medio 2008 (L/s)
Río Mindo (Esta fuente actualmente no es aprovechada)	6,69		
Quebrada Pichán	7	50	
Quebrada Taurichupa	2,3	10	
Quebrada Santa Ana	2,7	18	
Varias Captaciones de Quebradas Pequeñas (No. 11, 12, 6 y 7)			
TOTAL	18	147	166,2

Elaborado por: Hazen & Sawyer, P.C. (2009 c)

Planta de Tratamiento Noroccidente

Esta planta se inauguró en el año 1992, se ubica en la cota 3030 msnm, en el sector de La Pulida al Noroccidente de Quito. El caudal de diseño original y para el cual fue construido, fue de 350 L/s, actualmente trabaja con un caudal de 148,35 L/s en invierno y 83,09 L/s en verano.

La planta es de tipo convencional y cuenta con los procesos de floculación, sedimentación, filtración rápida y desinfección con cloro gas. El ciclo productivo de la planta de tratamiento termina en un tanque de alimentación (TOD1) que tiene una capacidad de 2900 m³ y una cota de fondo de 3030 msnm.

El agua cruda llega directamente a una turbina y de aquí pasa a un vertedero Creager que solo sirve de disipador de energía, luego pasa a una canaleta Parshall equipada con un medidor ultrasónico.

3.1.1.2.4.4.3 Sistema Pita

El presente tema ha sido estructurado con datos e información obtenida de los Estudios de actualización del Plan Maestro Integrado de Agua Potable y Alcantarillado del DMQ., realizadas por Hazen & Sawyer, P.C. (2009 c).

Este sistema Pita opera desde 1975, la fuente de agua cruda es el río Pita al que confluyen el Río Mudadero formado por las vertientes del Sincholagua, y el Río Gualpaloma proveniente de la Cordillera de Alumís. La captación se ubica en la cota 3321 msnm y está conformada por una toma directa tipo caucasiana, un desripiador, desarenador y aliviadero. Sus aguas son conducidas por gravedad a través de canales, sifones y acueductos en una longitud aproximada de 48 Km, hasta la Planta de Tratamiento de Puengasí.

El río nace de los deshielos del Cotopaxi, y hasta el sitio de toma, drena un área de 194,9 km². Los caudales del río Pita son conducidos en canal abierto y túneles hasta la central hidroeléctrica Pasochoa (4,5 Mw) de la Empresa Eléctrica Quito S.A., previamente se deriva parte del caudal hacia la acequia San José (40 L/s), para servicio doméstico, abrevadero y riego. Finalmente llega a su tratamiento en la Planta Puengasí.

Previo al ingreso de las aguas hacia la planta de tratamiento se tienen dos derivaciones, una desde el canal hacia la Planta de Tratamiento de Conocoto de 200 L/s y una conducción con capacidad para transportar 350 L/s hacia la Planta de El Placer.

El sistema Pita, está dimensionado para conducir hasta 3300 L/s ya que, la concepción original del Proyecto fue que el río Tambo alimente al río Pita con un caudal promedio de 1500 L/s, por lo que al sistema también se lo denomina Pita –Tambo.

Los caudales en la captación del río Pita están influenciados por las derivaciones aguas arriba como son: acequia San José, - 40 L/s (cota 3 320 m); Acequia Güitig – 231 L/s, cota 3 560 m; y Acequia Patichubamba - 30 L/s, cota 3640 m (Chungandro, 2000, citado en Hazen & Sawyer, P.C., 2009 b). Aguas abajo se localizan las 3 captaciones de Taxohurco que aprovechan la infraestructura del canal Pita – Tambo.

El caudal medio es 2,39 m³/s y el caudal 95 % es 1,46 m³/s, lo cual establece que la relación caudal 95% / caudal medio es 0,61.

La capacidad de la fuente del sistema se muestra en la tabla 28.

Tabla 28.- Caudales de la fuente del Sistema Pita

	Área de drenaje (km ²)	Altitud (m.s.n.m)	Q medio L/s	Q máximo L/s	Q mínimo L/s	Q 95% L/s	Q captado 2008 L/s
Pita en la toma	195	3321	2230	7325	1347	1152	1554,5

Elaborado por: Hazen & Sawyer, P.C. (2009 c)

La figura 18 muestra una fotografía del sitio de captación del Sistema Pita

Figure 18.- Fotografía de la Captación del Sistema Pita



Fuente: Becerra (2006).

Planta de Tratamiento de Puengasí

Esta planta forma parte del Sistema Pita que utiliza las aguas del río Pita y del sistema Mica Quito Sur, se ubica en la loma de Puengasí, al sur oriente de la ciudad con una altitud media de 2986,20 msnm a nivel de los filtros. La planta entró en funcionamiento en 1977.

El agua ingresa por el canal de aducción se reparte a dos estanques de agua cruda con una capacidad aproximada de 147000 m³, entre los dos, de aquí el agua cruda pasa al proceso de tratamiento convencional.

La planta fue diseñada para tratar 2400 L/s, pero en la actualidad está operando con alrededor de 2100 L/s, de los cuales unos 900 L/s son aportes del sistema Mica Quito-Sur.

Durante los años 2007 y 2008 los caudales de agua cruda, procesados y los que se utilizan en la operación de cada uno de los procesos fueron:

Tabla 29.- Caudales de agua cruda, tratada y de procesos de Puengasí, promedios 2007 – 2008

Año	Q captado (L/s)	Q entrada (L/s)	Q salida (L/s)	Q para procesos (L/s)
2007	2 454,5	2163 2	141.7	21,31
2008	2 454,5	2 256,5	2224.11	32,40

Elaborado por: Hazen & Sawyer, P.C. (2009 c)

Del cuadro se puede apreciar que para las labores de lavado de los diversos procesos, especialmente de filtros y, del agua que es utilizada para consumo humano es menor al 1,5 % del agua cruda.

La diferencia de caudales que entra a la planta y lo que están suministrando los sistemas es debido a que en el canal se derivan los caudales a la planta de tratamiento de Conocoto y, desde la planta de Puengasí se manda agua cruda a la Planta de El Placer. El total de agua cruda que se entrega a las plantas mencionadas es de 438 L/s.

3.1.1.2.4.4.4 Sistema Papallacta

A continuación se presentan las características más relevantes del Sistema Papallacta, tomadas de Hazen & Sawyer (2009 c).

Las fuentes del Sistema están ubicadas en la provincia de Napo, en los sectores de Oyacachi y Papallacta. El sistema está conformado por subsistemas que se han ido incorporando desde su inicio de operación en 1989 hasta la fecha, así tenemos el sistema Papallacta I –Bombeo que fue el original, para transportar 3000 L/s a la zona norte de Quito y el sistema de optimización denominado Papallacta ramal Norte a gravedad que entró en funcionamiento parcialmente en 1999 y a plenitud en 2003, con el fin de reemplazar los

caudales de bombeo por caudales entregados a gravedad. Mediante éste sistema se captan las aguas de los ríos que conforman el sistema a bombeo a cotas superiores, pero se integran en uno solo, con la flexibilidad de operación conjunta o individualmente. A continuación se describe el sistema dividiéndolo en los anteriores subsistemas para su mayor comprensión.

Sistema Papallacta I – Bombeo

Este sistema capta las aguas de los ríos Tuminguína (3150 msnm), Blanco Chico (3181 msnm) y Papallacta (3122 msnm), los cuales forman parte de la cuenca Quijos-Coca-Napo. Nacen en la vertiente noroccidental del Antisana y están localizados a aproximadamente 50 km del DMQ. Con este sistema se empieza a trasvasar las aguas desde la vertiente oriental a la vertiente occidental, mediante un túnel.

El sistema está compuesto por las captaciones de los mencionados ríos y sus conducciones hasta la estación elevadora N° 1 (ubicada en el poblado de Papallacta sobre la cota de 3 122 msnm) la cual eleva el caudal 50 m para dar carga a la primera estación de bombeo Booster N°1, que eleva 300 m un caudal de 3 000 L/s a una segunda estación de bombeo, Booster No. 2, que eleva igual altitud e igual caudal a la entrada del túnel de trasvase de 6 km denominado Quito (ubicado sobre la cota 3 725 msnm). Desde la salida del túnel se cuenta con un desnivel de 600m que es aprovechado por una estación recuperadora de energía de 16 MV de potencia con la cual se recupera parte de la energía requerida por las estaciones elevadoras y Booster. Desde esta Central hidroeléctrica se tiene el tramo final de conducción que incluye un sifón invertido que cruza el valle de los Chillos Norte para llegar a la loma de Bellavista donde se ubica la planta de tratamiento del mismo nombre.

Capacidad del Sistema en las Fuentes

En la tabla 30, se presentan los caudales adjudicados por el Ex INERHI hoy SENAGUA, a la Ex EMAAP-Q el 22 de septiembre de 1987, antes del inicio de las obras del

Proyecto Papallacta, marcándose en el cuadro los ríos, los caudales y las cotas de aprovechamiento.

Tabla 30.- Caudales adjudicados por el CNRH concesión, Sistema Papallacta

Río	Caudal (l/s)	Cotas (m.s.n.m.) Concesión 22-09-1987
Tuminguina	2200	3200
Papallacta	1700	3190
Blanco Chico	900	3250
Chalpi Grande	3200	3195
Total	8000	

Fuente: Recursos Hídricos EMAAP-Q

Elaborado por: Hazen & Sawyer, P.C. (2009 b)

Los caudales de agua cruda de acuerdo al estudio hidrológico desarrollado por el PRO (2005), citado por Hazen and Sawyer (2009 b), se presentan en la tabla 31.

Table 31.- Caudales agua cruda Papallacta I – Bombeo

	Tuminguina	Blanco Chico	Papallacta	Total caudal captado 2008 l/s
Caudal medio (l/s)	2520	1549	2782	
Caudal máx (l/s)	1483	4966	6201	
Caudal mín (l/s)	272	636	1360	
Caudal 95% (l/s)	2338	1063	2065	571
Área de drenaje (km ²)	68,10	245	72	

Fuente: UEPRO-EMAAP-Q

Elaborado por: Hazen & Sawyer, P.C. (2009 b)

Conducciones

Las aguas captadas son conducidas mediante tuberías de acero hacia el sistema de pre tratamiento y estación elevadora y sistemas de bombeo Booster.

Papallacta – Optimización Ramal norte – gravedad

Este proyecto tuvo como objetivo disminuir los costos de bombeo y aumentar la capacidad del proyecto original. Utiliza los recursos hídricos de las cabeceras de las cuencas de los ríos Oyacachi, Chalpi, Quillugsha, Mogotes y Sucus – San Juan. Los caudales adjudicados por el CNRH en concesión, para el subsistema Optimización Ramal Norte, se presentan en la tabla 32.

Tabla 32.- Caudales adjudicados por el CNRH concesión, Optimización Ramal Norte

Afluentes del Chalpi	Caudal (L/s)	Afluentes del Tuminguina	Caudal (L/s)	Afluentes del Oyacachi	Caudal (L/s)
Chalpi Norte	281	San Juan	325	Salvefaccha	1135
Quillugsha	164	Sucus	348	Guambicocha	230
Bandurria	44	Tambo Norte	150		
Laguna Mogotes	647	Tambo Sur	693		
Guaytaloma	181	Tuminguina	778		
TOTAL	1317		3671		1365

Elaborado por: Hazen & Sawyer, P.C. (2009 b)

Los caudales medio, máximo y mínimo para el período 1992 – 2005, de acuerdo al estudio hidrológico efectuado por PRO (2005), se presentan en la Tabla 33, al igual que el caudal captado en el año 2008.

Tabla 33.- Caudales agua cruda optimización Papallacta

	Q medio l/s	Qmáx l/s	Q mín l/s	Q 95% l/s	Área (km ²)	Q captado 2008 l/s
Río Sucus (desarenador)	223,4	646,5	29,1			
Río San Juan (desarenador)	171,5	610,5	36,0	256		
R. Desaguadero Guaytaloma	104,6	469,2	2,0		2,3	
R Quillugsha	64,0	402,0	0,8		3,9	
R. Chalpi Norte (captación)	271,3	1.153,9	21,1		5,4	
Mogotes (captación)	532,4	963,0	64,1			
Venado (captación)	34,7	100,0	8,0		10,6	
Entrada Presa Salve Faccha 1	256,6	1.065,0	27,1			1.716,0
Entrada Presa Salve Faccha 2	143,6	1.234,9	30,1	1.120,0		
Entrada Presa Salve Faccha 3	114,8	607,7	9,8			
Entrada Presa Salve Faccha 4	47,2	384,0	7,3			
Entrada Presa Salve Faccha 5	66,6	315,8	9,0			
Entrada Presa Salve Faccha 6	101,8	492,1	23,2			
Q. Gonzalito	74,2	257,2	14,8		22,6	
TOTAL	2.206,7	8.701,8	282,3	1.376,0	44,9	1.716,0

Elaborado por: Hazen & Sawyer, P.C. (2009 b)

Este sistema permite entregar las aguas a gravedad con un caudal 95% de 1376 L/s, correspondientes a los ríos que son parte del sistema Papallacta original, y de 600 L/s del embalse Salve Faccha, por lo que a gravedad se tendría un caudal de 1976 L/s con un Q del 95%. Ver figura 19.

Figura 19.- Componentes del Sistema Optimización Papallacta



Elaborado por: Flores F. (2006)

Embalse Salve Faccha.

La presa Salve Faccha tiene por objeto embalsar y regular las aguas del río Cunuyacu, con una capacidad de 10 500 000 m³ e incrementar en 1000 L/s el caudal del sistema Papallacta y aportar con este recurso hídrico para la generación de 15 000 Kv.

En la tabla 34, se muestran las características técnicas de la represa Salva Faccha. La estructura de toma trabaja sumergida, para una capacidad máxima de 1450 L/s.

Tabla 34.- Datos Técnicos Represa Salve Faccha

Característica	Valor
Nivel máximo de operación:	3890.90 msnm
Nivel mínimo de operación	3882.60 msnm
Área de inundación	144 ha
Volumen total de embalse	12 500 000 m ³

Volumen útil de embalse	10 500 000 m ³
Caudal regulado	600 L/s.

Tabla 34 (Cont.). Fuente: www.aguaquito.gob.ec. [Consulta 12 junio 2012]

Figure 20.- Fotografía de la presa Salve Faccha



Fuente: www.aguaquito.gob.ec. [Consulta 12 junio 2012]

Embalse Sucus.

El dique Sucus se encuentra implementado en el antiguo lecho del desaguadero natural de la laguna Sucus, en una zona modelada fundamentalmente por el volcanismo y la glaciación, que han colaborado en la formación de lagunas y humedales. En la tabla 35 se muestran las características técnicas del dique Sucus.

Tabla 35.- Datos técnicos del dique Sucus

CARACTERISTICA	VALOR
Nivel máximo de operación	4.64 m
Nivel mínimo de operación	0.90 m
Volumen útil de embalse	2 000 000 m ³
Caudal regulado	330 L/s.

Fuente: www.aguaquito.gob.ec. [Consulta 12 junio 2012]

Embalse Mogotes.

El dique Mogotes es una pequeña represa de hormigón de 10 metros de altura, que permite almacenar aproximadamente 4 150 000 m³ de agua, está construido en el antiguo lecho del desaguadero natural de la laguna Mogotes.

El embalse Mogotes se encuentra operando desde 1998 y permite captar un caudal de 394 L/s. En la tabla 36, se muestran las características técnicas de la represa Mogotes.

Tabla 36.- Datos Técnicos Represa Mogotes

CARACTERÍSTICA	VALOR
Nivel máximo de operación	3982.20 msnm
Nivel mínimo de operación	3972.95 msnm
Altura del dique	10 m
Volumen útil de embalse	4 000 000 m ³
Caudal regulado	400 L/s.

Fuente: www.aguaquito.gob.ec. [Consulta 12 junio 2012]

Planta de tratamiento de Bellavista

La Planta de Tratamiento de Bellavista, se sitúa en la zona nor-oriental de la Ciudad de Quito, en el sector Bellavista, zona 04 norte, parroquia Chaupicruz, en el interior del Parque Metropolitano ubicado a 2960 msnm.

La Planta de Tratamiento de Bellavista fue inaugurada en mayo de 1990. El producto tratado en esta planta, abastece de agua a todo el sector norte de la ciudad desde la Av. Patria hasta las parroquias ubicadas en la periferia norte y nor oriente de Quito. La tabla 37, muestra los volúmenes de producción de la planta Bellavista.

Tabla 37.- Volúmenes de producción Planta Bellavista

INDICADOR	Valor promedio mensual m ³	%
Volumen de agua cruda ingresada	5529412	100
Consumo interno	123	0,002
Lavado de Filtros	195024	3,5
Volumen entregado a Distribución	5334266	96,5
Caudal Promedio de Tratamiento	2107 L/s	

Fuente: www.aguaquito.gob.ec. [Consulta 12 junio 2012]

3.1.1.2.4.4.5 Sistema La Mica

El presente tema se estructura con información sintetizada de los estudios de Hazen & Sawyer, P.C. (2009 b y c).

El sistema está conformado por una presa de almacenamiento que realiza la regulación multi-anual de los caudales producidos en la laguna de la Mica y del conjunto de ríos que son captados en las estribaciones del volcán Antisana a la cota 3900 msnm, ubicados a 42 km al Suroriente de la ciudad de Quito. Ver figura 21.

El sistema cuenta con una conducción de tubería de acero de diámetros desde 1,08 a 0,914m con juntas soldadas, con una capacidad de transportar 1700 L/s de agua cruda, que trasvasan el agua de la vertiente oriental a la occidental, llegando al extremo sur de la Ciudad, y finalmente a la Planta de tratamiento ubicada en la loma del Troje a los 3 154 msnm.

Todo el sistema de captación y conducción de agua cruda, opera por gravedad y aprovecha el desnivel existente para generar energía eléctrica, mediante una turbina y un generador de 9,5 Mw, ubicada en el sitio El Carmen a 21,9 km de las captaciones, en la cota 3305 msnm.

Desde la planta de tratamiento de El Troje, se cuenta con un sistema de almacenamiento y conducciones de agua tratada para las diferentes zonas de servicio del extremo sur de la Ciudad. Se estima que la planta atiende a 4 000 hectáreas, con una capacidad de abastecer de agua potable a 600 000 habitantes. También se tiene la posibilidad de entregar agua tratada a parte de la zona de servicio del sistema Puengasí.

Figure 21.- Fotografía de la presa La Mica



Fuente: www.aguaquito.gob.ec. [Consulta 12 junio 2012]

Capacidad del Sistema en las Fuentes

El Sistema La Mica, se provee de agua del río Antisana y sus afluentes los ríos Jatunhuaycu, río Desaguadero de la laguna de La Mica, río Diguchi, en las cotas 3900 msnm.

La variabilidad de caudal de las captaciones se asegura con las aguas del embalse artificial denominado “La Mica”. Los caudales medios, máximos y mínimos en L/s, se presentan en la tabla 38.

Tabla 38.- Caudales de las fuentes del Sistema La Mica

	Q med (L/s)	Qmáx (L/s)	Q 95 % (L/s)	Área (km2)	Caudal Captado 2008 (L/s)
Desaguadero la Mica	700	5470	1500	27	674,9
Antisana	730	3840		46,4	461,5
Jatunhuayco	322,22	1251		41.1	207.5
Diguchi	101	600		6,5	60,9
Total			1500		1404,8

Elaborado por: Hazen & Sawyer, P.C. (2009 c),

Los caudales expuestos en la tabla anterior son los caudales regulados mediante el embalse de la laguna de la Mica, y la forma en la que opera el sistema de conducción del proyecto que se detalla más adelante. A la fecha se han incorporado los caudales de los ríos I, J, con lo cual el caudal 95% aprovechable de la zona es de 1700 L/s.

Presa de Regulación

La presa La Mica con 23,2 millones de m³ de volumen útil, regula el escurrimiento de los ríos Alambrada, Sarpache y Moyas, sus afluentes principales, y tiene un caudal de suministro al sistema de 1,7 m³/s. Respecto a las obras hidráulicas sobre los ríos Antisana, Jatunhuaycu y Diguchi los valores de las captaciones son de 1,5, 0,4, y 0,15 m³/s respectivamente.

Los datos técnicos de la represa La Mica se presentan en la tabla 39.

Tabla 39.- Datos Técnicos de la represa La Mica

Característica	Valor
Cota de fondo de la laguna	3 892 msnm
Nivel máximo de operación:	3 917msnm
Nivel mínimo de operación	3 909,75msnm
Área de inundación	144 Ha
Volumen total de embalse	27 400 000 m ³
Volumen útil de embalse	23 200 000 m ³
Caudal regulado	750L/s.

Fuente: www.aguaquito.gob.ec. [Consulta 12 junio 2012]

Planta de tratamiento El Troje

Esta planta está ubicada, al sur este de la ciudad de Quito, en la loma denominada El Troje, que divide los valles de los Chillos y Guamaní, en la cota 3 153 msnm, lo que permite el abastecimiento de agua potable, por gravedad, a casi la totalidad del sector sur de la ciudad. Ver figura 22.

La capacidad de diseño de la planta potabilizadora es de 1,70 m³/s y en la primera etapa se construyó el Módulo 1 para el 50% de su capacidad (850 L/s).

Los procesos de tratamiento están conformados por floculadores hidráulicos de flujo horizontal con tres zonas de velocidad, sedimentadores de alta tasa de flujo ascendente con seditubos y recolección superior en tuberías perforadas, filtros rápidos dobles de doble capa, arena y antracita, de tasa declinante escalonada con retrolavado con carga de las otras unidades (lavado mutuo) y además se cuenta con lavado auxiliar con agua.

La planta cuenta con desinfección con cloro y un tanque de contacto que permite la mejor acción del mismo. Los procesos de medición de caudal, lavado de los filtros se realizan de forma automática con un sistema SCADA que se integra al sistema de control de la

Conducción y de la Central El Carmen. También se pueden realizar los procesos de forma manual.

Figura 22.- Fotografía de la Planta El Troje



Fuente: www.aguaquito.gob.ec. [Consulta 12 junio 2012]

En la tabla 40, se sintetiza los componentes de los principales sistemas de agua potable del DMQ.

Por lo general, cada Sistema de Distribución alimenta una área bien definida; sin embargo, puede existir transferencia de agua de un sistema a otro. La Figura 13, es una esquematización del sistema general de abastecimiento de agua de Quito. El esquema revela la dependencia recíproca entre los cuatro sistemas principales y sus respectivas zonas de abastecimiento.

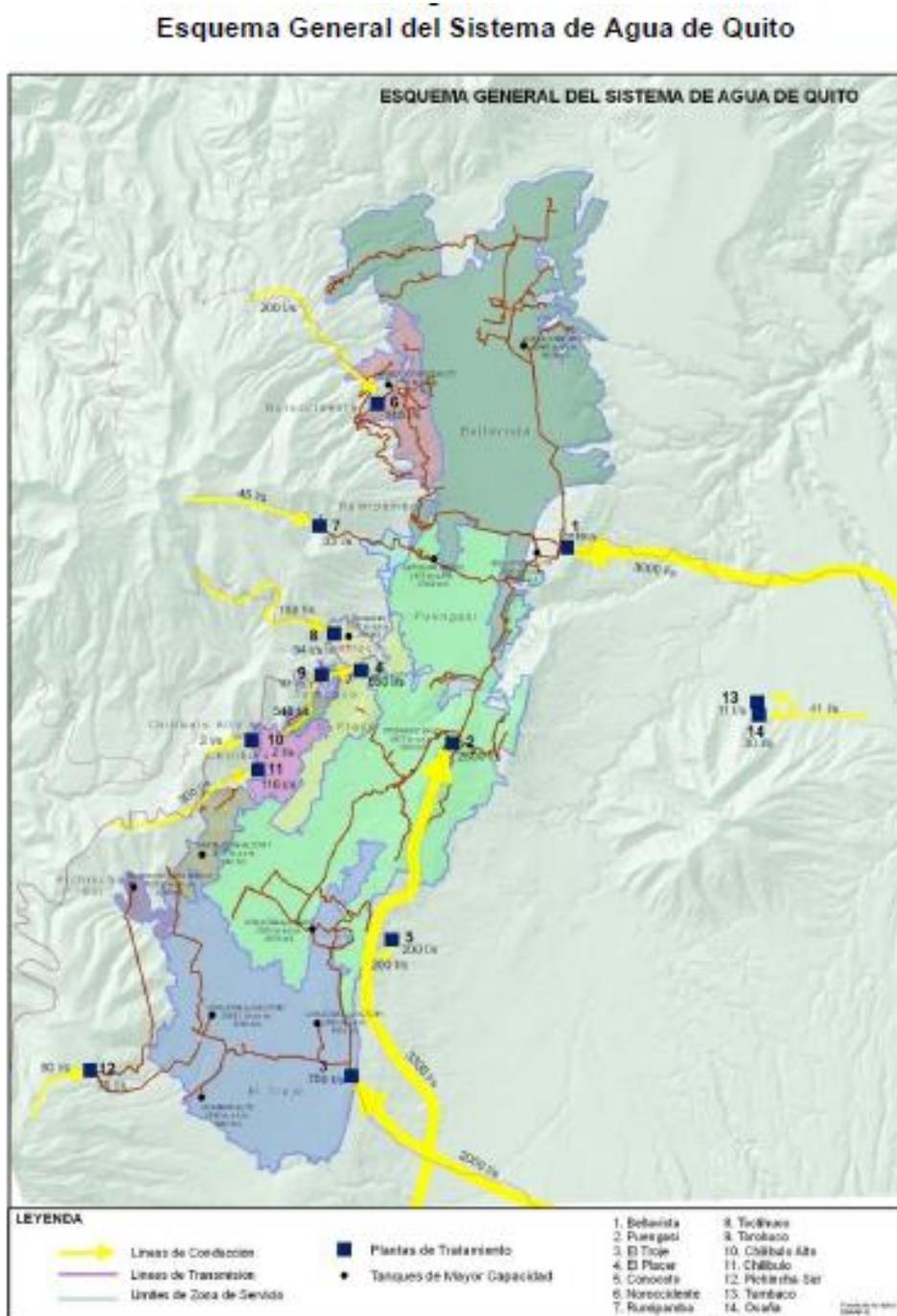
Tabla 40.- Síntesis de los componentes de los principales sistemas de agua potable del DMQ

SISTEMAS PRINCIPALES	SUBSISTEMAS	FUENTES	CONDUCCION		PLANTAS TRATAM. ABASTECIDAS			OBSERVACIONES
			Fuente	Agua cruda	Planta	(L/s)	Máxima	
			Q 95% (L/s)	Q max (L/s)				
Papallacta	Papallacta Bombeo	Ríos Blanco, Tuminguina y Papallacta	3.092	3.000	Bellavista	3.000	2.403	
	Optimización Ramal Norte	Salvefaccha, Mogotes, Quillugsha, Chalpi, Guaytaloma, Sucus, S Juan	1.376	3.000	Bellavista Paluguillo			
Pita - Puengasí		Río Pita	2.110	3.300	Puengasí	2.400	2.347	PP también abastecida por S La Mica
					Conocoto**	200	215	
					El Placer	600	634	Ha llegado a producir 800 L/s
La Mica Quito Sur		Ríos La Mica, Antisana, Jatunhuaycu, Diguchi	1.500	2.000	El Troje	750	430	Primer Módulo Funcionamiento
					Puengasi	*	*	
Centro Occidentales	Lloa	Quebradas El Chazo, Cuchicorral, Río El Cinto, Punagua, Chimborazo	315	350	El Placer	*		
					Reino de Quito		25.8	Sólo se clora
					Sta. Rosa		43.7	Sólo se clora
					Chilibulo Alto	2	2.24	
					Chilibulo	60	167.9	
	Atacazo	Quebradas Atacazo, Cristal, Cerro Negro, Canal Romoleroux	188	350	El Placer	600*	164.3	La capacidad máxima de conducción es común a Lloa y Atacazo
					Virgen de la Plata		2.5	
				Torohurco	5	6.9		

	Pichincha	Llullugchas, Verdecocha, Ladrillos	111	150	El Placer	*	*	
					Toctiuco	60	57.77	
Noroccidente		Quebradas Pichán, Taurichupa, Santa Ana, Capt. 7, 12 y 12	147	340	Noroccidente	350	225	
Pichincha Sur			87	90	Pichincha Sur	60	92	
Rumipamba			32	40	Rumipamba	40	44.5	
Conocoto Amaguaña (Tesalia)	El Sena	Vertientes Qda, la Plata						
Otros	Acuífero Centro Norte	Galerías de Infiltración, pozos de Acuífero Centro - Norte						
TOTAL			1.490	9.620		1.521	6.791	

Tabla 40 (Cont.). Fuente: Hazen & Sawyer, P.C. (2009 b y c). Elaborado por: Flores, A. (2014)

Figura 23.- Esquema General del Sistema de Agua Potable Quito



Fuente: Hazen & Sawyer, P.C. (2009 c)

3.1.1.2.4.5 Principales Características físicas, bióticas y socioeconómicas de las microcuencas de captación.

Siguiendo con la metodología a continuación se presenta una síntesis del estado de los componentes físicos, bióticos y socioeconómicos de las microcuencas de captación de los sistemas de agua referidos. La información ha sido sintetizada de los Estudios de diagnóstico de las microcuencas de estos sistemas, mismos que fueron citados como instrumentos base para el desarrollo del presente trabajo.

3.1.1.2.4.5.1 Características de las microcuencas aportantes al Sistema Centro Occidente

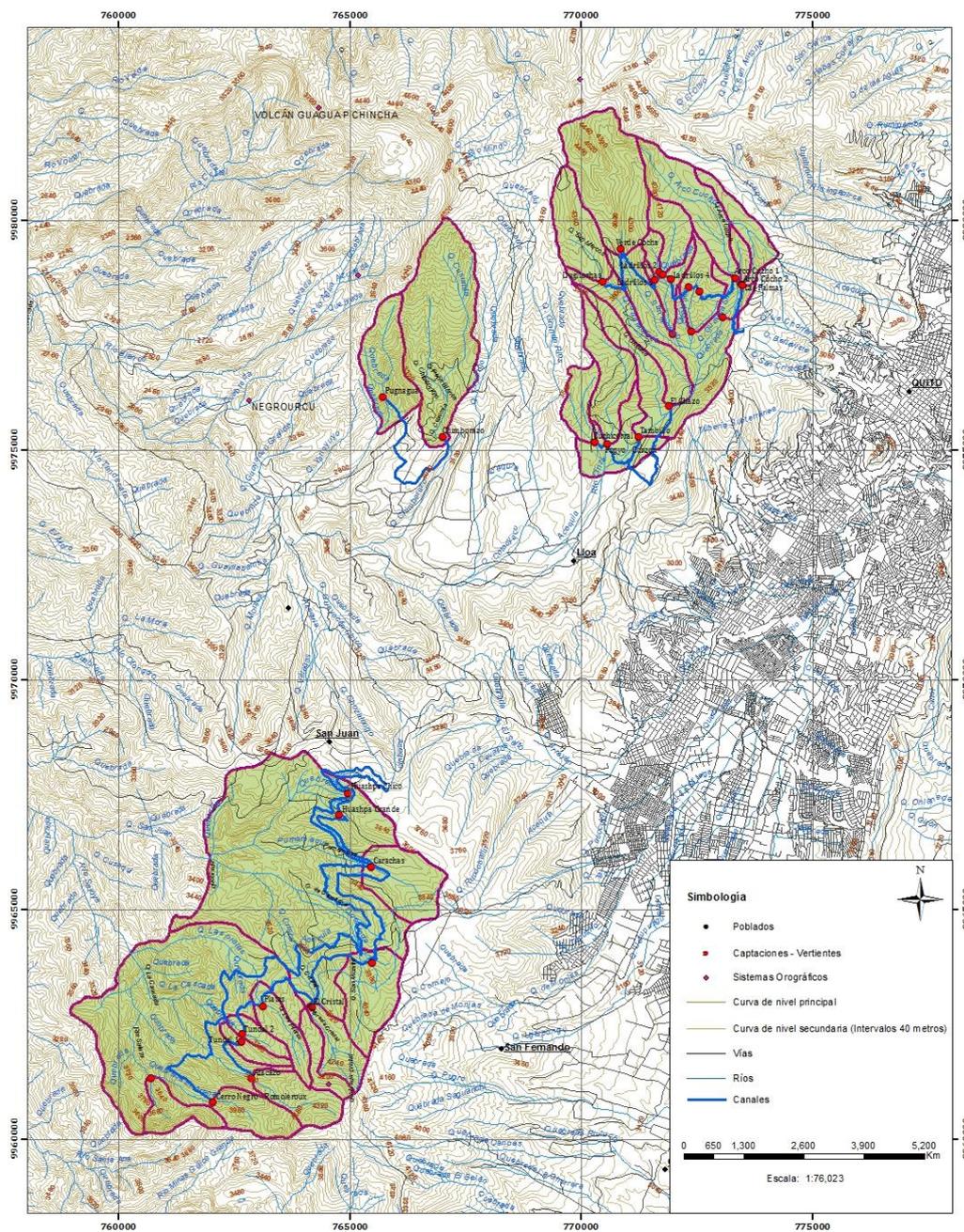
La microcuenca Atacazo se ubica en la cabecera del Río Saloya, contribuye al sistema con varias vertientes y captaciones que están ubicadas en el páramo entre los 3100 y 3400 msnm. Ver Figura 24.

Los estudios del Plan de Manejo de las Microcuencas Hidrográficas que abastecen al Sistema Centro Occidente, Aducciones Atacazo- Lloa-Pichincha realizados por Escobar, et al. (2011) evidenciaron que esta zona ha tenido graves procesos de ruptura de la vegetación nativa. Iniciando con la tala de árboles ya sea para madera y/o energéticos, luego la quema del monte, para proceder con el establecimiento principalmente de pasturas, y de cultivos de altura como papa, haba y la siembra de maíz. En menor escala ha sido reemplazada por plantaciones de pino, ciprés y eucalipto.

Los mismos estudios identificaron en esta cuenca 16 formaciones o tipos de cobertura vegetal, de ellas, 12 corresponden a áreas de formaciones naturales desde los bosques naturales con sus diferentes asociaciones hasta los páramos y super páramos. El páramo y superpáramo con sus diferentes asociaciones representa la mayor superficie, seguido de bosque natural y matorral bajo y medio, adicionalmente se encuentran los pastos entre

naturales y cultivados con sus diferentes asociados de cultivos que representan la menor cantidad de hectáreas y finalmente los boques cultivados con unas pocas hectáreas. Ver tabla 41 y figuras 25 y 26.

Figura 24.- Mapa de Ubicación de las microcuencas aportantes al Sistema Centro Occidente



Elaborado por: Escobar, et al. (2011)

Tabla 41.- Leyenda de la cobertura vegetal encontrada en Atacazo

CUENCA ATACAZO				
Nomenclatura	Descripción	ha	%	Símbolo
Bn/Ma/Pn	BOSQUE NATURAL/MATORRAL BAJO A MEDIO/PASTO NATURAL	508	12,35	
P	PARAMO	717	17,43	
Bn	BOSQUE NATURAL	179	4,35	
Pm	PARAMO CON ARBUSTOS DISPERSOS	54	1,31	
Ma	MATORRAL BAJO A MEDIO	471	11,45	
Pm/Ma	PARAMO CON ARBUSTOS DISPERSOS/MATORRAL BAJO	499	12,13	
Pm/Pn	PARAMO CON ARBUSTOS DISPERSOS/PASTO NATURAL	339	8,24	
Pm/Ma/Pn	PARAMO CON ARBUSTOS DISPERSOS/MATORRAL BAJO A MEDIO/PASTO NATURAL	309	7,51	
Pn	PASTO NATURAL	3	0,07	
Bn/Ma	BOSQUE NATURAL/MATORRAL BAJO A MEDIO	145	3,52	
Pc	PASTO CULTIVADO	26	0,63	
P/Pn	PARAMO/PASTO NATURAL	211	5,13	
Pc/Ca	PASTO CULTIVADO/CULTIVOS ANUALES	34	0,83	
Pn/Pc/Ca	PASTO NATURAL/PASTO CULTIVADO/CULTIVOS ANUALES	181	4,40	
Pn/Ma/Pc	PASTO NATURAL/MATORRAL BAJO A MEDIO/PASTO CULTIVADO	51	1,24	
Bc	BOSQUE CULTIVADO	20	0,49	
A/Ma	ARENAL/MATORRAL BAJO A MEDIO	121	2,94	
SP	SUPERPARAMO	246	5,98	
		4114	100	

Elaborado por: Escobar, et ál. (2011)

Figura 25.- Fotografía que muestra pastos en asocio con matorral



Fuente: Escobar, et ál. (2011)

Figure 26.- Fotografía que muestra bosques cultivados de pino y eucalipto



Fuente: Escobar, et ál. (2011)

Escobar, et al. (2011), constataron que en el área de influencia directa no existen asentamientos humanos, solamente 4 haciendas que se dedican mayoritariamente a la ganadería de carne, leche y algunas cabezas de ganado de lidia. Cada hacienda cuenta, en promedio con dos personas que laboran como cuidadores. La hacienda San Carlos es la que cubre la mayor extensión del páramo.

Para la definición de la zona de influencia indirecta se ha considerado las poblaciones cercanas a las zonas de las microcuencas, en un radio menor a siete kilómetros. Es así que en esta área se ubica el barrio de San Juan de Chillogallo, que pertenece a la parroquia Chillogallo.

Los vecinos de San Juan, los propietarios de las 4 haciendas, así como de once propiedades más pequeñas ubicadas debajo de la microcuenca, utilizan el páramo para el pastoreo del ganado vacuno y de algunos caballos.

Características de las Microcuencas aportantes a los Sistemas Pichincha - Lloa

La microcuenca Pichincha Lloa está conformada por las captaciones y vertientes de Cuchicorral, Pugyo-Garzón, Tambillo y El Chazo en la parte baja. En la zona alta están las captaciones de Loma Gorda, Las Palmas, Ladrillos 1, Ladrillos 2, Ladrillos 3, Ladrillos 4, Verde Cocha, Lluglluchas, Arco Cucho 1, Arco Cucho 2, que contribuyen al Sistema Lloa (Escobar, et al., 2011).

La microcuenca se encuentra en las laderas desde los 3100 hasta los 3500 metros sobre el nivel del mar, en la actualidad no hay gente que viva en esta zona (Escobar, et al., 2011). Existe una gran presencia de páramo y super páramo seguido de pastos naturales y cultivados así como cultivos tradicionales, no hay presencia significativa de bosques nativos ni tampoco plantados como se ve en la tabla 42.

Tabla 42.- Leyenda de la cobertura vegetal encontrada en LLoa-Pichincha

CUENCA LLOA PICHINCHA				
Nomenclatura	Descripción	ha	%	Símbolo
P	PARAMO	1120	43,85	
Pn	PASTO NATURAL	226	8,85	
Pc	PASTO CULTIVADO	44	1,72	
Ma	MATORRAL BAJO A MEDIO	91	3,56	
Pn/Pc/Ca	PASTO NATURAL/PASTO CULTIVADO/CULTIVOS ANUALES	181	7,09	
SP	SUPERPARAMO	892	34,93	
		2554	100	

Elaborado por: Escobar, et al. (2011)

En esta zona hay siete haciendas, cinco de ellas ubicadas en la parte baja y las dos restantes en la parte alta.

En esta microcuenca existen tres asentamientos humanos cercanos: el barrio San Luis de Lloa, la cabecera parroquial de Lloa y el barrio San Francisco de Cruzloma.

Pugnagua - Chimborazo

Resumiendo del estudio realizado por Escobar, et al. (2011), esta microcuenca está conformada por las captaciones de Pugnagua y Chimborazo, las que se encuentran en los predios de la comunidad Urauco, un barrio de Lloa. Las dos captaciones se ubican en quebradas y rodeadas por remanentes de bosques andinos.

La zona posee en su gran mayoría de superficie la composición de Páramo y Superpáramo, seguido de pasto natural y pasto cultivado. Las dos quebradas captadas de esta microcuenca están rodeadas por remanentes de bosque natural andino y matorral bajo a medio como se observa en la tabla 43.

Tabla 43.- Leyenda de la cobertura vegetal encontrada en Pugnagua-Chimborazo

CUENCA PUGNAGUA CHIMBORAZO				
Nomenclatura	Descripción	ha	%	Símbolo
Pn/Pc	PASTO NATURAL/PASTO CULTIVADO	199	24,78	
SP	SUPERPARAMO	269	33,50	
Bn/Ma	BOSQUE NATURAL/MATORRAL BAJO A MEDIO	28	3,49	
Pn/Pc/Ca	PASTO NATURAL/PASTO CULTIVADO/CULTIVOS ANUALES	20	2,49	
Ma	MATORRAL BAJO A MEDIO	84	10,46	
Pn/Mr	PASTO NATURAL/MATORRAL EN REGENERACION	25	3,11	
P	PARAMO	178	22,17	
		803	100	

Elaborado por: Escobar, et al. (2011)

El acceso a las captaciones es restringido por las condiciones propias del terreno y el ganado tiene dificultades para llegar hasta ellas por lo estrecho del sendero.

La comunidad Urauco es propietaria de 1006 hectáreas desde el centro poblado hasta el páramo. El territorio comunitario está asignado a los socios y es utilizado para sus tareas productivas como el pastoreo de ganado.

A pesar de que en la zona en la que se realizan las captaciones no hay habitantes, se ha considerado al barrio Urauco como parte de la zona de influencia directa, debido a que sus moradores son los propietarios de la zona en la que se ubica la microcuenca.

La población es dispersa en estas microcuencas, con excepción de San Luis. Las actividades que realizan son similares, siendo básicamente la agricultura para subsistencia y para la venta, cultivos de papas, mellocos, habas, chochos, cebollas, así como ganadería principalmente de ganado lechero.

Adicionalmente, existen asociaciones de queseros y obreros de la construcción. También se desarrollan actividades de comercio, servicios y turísticas, principalmente relacionadas con el Guagua Pichincha y en menor cantidad con las aguas termales de Urauco.

Uso actual del suelo en la zona de las microcuencas del sistema Centro - Occidente

En el estudio realizado por Escobar, et al. (2011) para formular el PMA de las microcuencas aportantes al Sistema Centro – Occidente, se identificó que la cobertura vegetal nativa es la dominante. El pajonal solo o con arbustos y matorrales dispersos ocupa aproximadamente el 34% del área total en estudio, los bosques nativos el 10%, el matorral de

diferentes tamaños ocupa un 27%, los pastos naturales el 18%, los pastos cultivados el 6%, los cultivos un 4% y los bosques cultivados el 1%.

Se concluyó que el uso actual agropecuario ocupa un bajo porcentaje y por tanto los recursos naturales están en buen estado. En los tres sectores el área de páramo solo o asociado con arbustos y matorrales dispersos más los bosques nativos y matorrales, ocupan al menos el 80% del área total de las microcuencas.

Para tener una idea cabal de la situación de los recursos naturales han analizado la forma y las estrategias que utilizan los propietarios o usuarios de las tierras para proveerse su sustento. En este sentido han discriminado los siguientes tres tipos principales de propietarios:

Propietarios privados que tienen grandes extensiones de tierra pero no es su fuente principal de sustento y no viven permanentemente allí. Estas grandes extensiones de tierras en su mayoría no son aptas para utilización agropecuaria, pues su vocación es de protección. Esto es especialmente cierto cuando nos referimos a las superficies de estas propiedades que se hallan sobre o cerca de las cotas de las captaciones de las aducciones Atacazo, Pugnahua- Chimborazo y Pichincha, es decir sobre los 3400 metros. Sin embargo, se han podido evidenciar sobre estas cotas y en vegetación de páramo, cría de ganado bovino de lidia (principalmente en Atacazo), cría de ganado bovino para producción de leche (principalmente en Pichincha y Pugnahua - Chimborazo, pero también en Atacazo), ganado ovino (principalmente en Atacazo), ganado caballar en Pichincha y Atacazo.

También concluyeron que el ganado bovino y caballar es de propiedad de estos grandes propietarios privados, y que el manejo del ganado es totalmente extensivo, pues al ganado bravo se lo deja libre en el páramo, al ganado de leche y el ovino se lo sube al páramo todos los días a pastar, pero sin ningún manejo. Cuando la vegetación (pajonal) está muy seca

o madura y ya no es apetecible por el ganado, se la quema para aprovechar los rebrotes, causando en ocasiones grandes incendios y por tanto la destrucción de la microflora y microfauna, impidiendo que los nutrientes del suelo sean asimilables para las plantas, se compacta el suelo disminuyendo la infiltración y aumentando el escurrimiento superficial y la erosión, se destruye la materia orgánica que es la responsable del alto nivel de almacenamiento de esos suelos. Si a esto se suma la destrucción de la vegetación de matorral y bosque nativo con fines agropecuarios, la cantidad de agua disponible, especialmente en la época seca, disminuye sensiblemente.

El ganado criado de manera extensiva busca el agua en los drenajes naturales y naturalmente en los tramos abiertos de los canales (Sistemas Pichincha y Atacazo), en esas condiciones el agua que se conduce con fines de consumo humano, es contaminado, lo que naturalmente dificulta y encarece su tratamiento. El agua también se contamina por las cenizas y los sedimentos acarreados de las partes más altas por el agua y el viento.

Propietarios privados que tienen medianas y grandes extensiones de tierra, la actividad agropecuaria es su fuente principal de sustento y viven permanentemente allí.

Especialmente en las partes más bajas de Atacazo y Lloa- Pichincha se encuentra fincas y haciendas principalmente ganaderas que tienen diferentes niveles de tecnología. Las del sector de Lloa tienen un mejor manejo del ganado, utilizan cercas eléctricas para regular el pastoreo, cultivan mezclas forrajeras adecuadas para una mejor nutrición, los potreros generalmente están en pendientes onduladas a fuertemente onduladas, etc., y dentro del área de estudio ocupan en general áreas reducidas.

Las propiedades que se encuentran en las áreas más bajas del sector Atacazo (hacia el sur de la vía a Chiriboga), se encuentran en pendientes más fuertes que en Lloa, el manejo del ganado es mucho más precario, las evidencias de sobrepastoreo y de erosión son claras. Más

aún, en esas condiciones se cultivan productos agrícolas como papas, habas, etc. que son cultivos limpios y por tanto menos protectores. Por ventaja se encuentra en cotas inferiores a los canales Atacazo y Romoleroux.

Propietarios privados y comuneros con derechos de uso de tierras de reducidas dimensiones, ocupan áreas pequeñas sobre las cotas de las captaciones Pugnahua y Chimborazo y bajo las cotas de las captaciones del sistema Pichincha. Cultivan papas, habas y otras especies agrícolas en pequeñas parcelas. A pesar de que los niveles tecnológicos son bajos, es importante anotar que la mayoría de ellos hace los surcos en contra de la pendiente, lo que es ya un avance para evitar la erosión acelerada. Sin embargo persiste la costumbre de cultivar en pendientes superiores al 50%, lo que afectará la sostenibilidad de esas actividades debido a la disminución paulatina de la productividad y la posterior pérdida de la tierra agrícola.

Por lo señalado, concluyen que es necesario manejar de mejor manera los recursos suelo y vegetación para asegurar una óptima calidad y una distribución más equilibrada del agua a lo largo del año.

Adicionalmente sugieren gestión sobre varios bosquetes de *Pinus pátula* y *Pinus radiata* plantados dentro del matorral en pendientes de más del 100%, así como dentro del pajonal. Debido a que en las condiciones anotadas (especialmente en el pajonal) la medida no es la mejor porque el alto consumo de agua que tienen esas especies y porque poco a poco favorecen la pérdida del suelo orgánico que forman las especies del páramo y con ello la capacidad de almacenamiento y de captura de CO₂ que tienen esos suelos.

Conflictos de uso de suelo en la microcuencas del sistema Centro - Occidente

Comparando el uso potencial que tienen las tierras de estas microcuencas con el uso actual, Escobar, et al. (2011) han determinado la adaptación de los usos actuales a las

potencialidades de las mismas. Así han determinado que en el área de estudio total existen aproximadamente 2595 ha fuertemente sobreutilizadas, o sea el 35,58% del área, y que en el sector que existe mayor fuerte sobreutilización es el Atacazo. En cuanto a las áreas moderadamente sobreutilizadas, éstas suman 3667 ha, que representan el 50,29% del área total de estudio; esta moderada sobreutilización se definió principalmente en las áreas de páramo de los tres sectores que están actualmente sometidas a un pastoreo muy extensivo y con baja carga animal; también se han definido como áreas moderadamente sobreutilizadas a aquellas de relieve fuertemente ondulado, en altitudes menores con pastoreo más o menos intensivo, pero con temperaturas bastante bajas, suelos de drenaje lento y otras limitaciones.

La superficie bien utilizada se limita a sectores de bosque, matorral nativo y pajonal asociado con matorrales en las partes altas de los sectores Atacazo y Pughahua-Chimborazo, los que se mantienen en muy buen estado de conservación. Cubren 606 ha (8,32%).

Otra categoría identificada, es la de superficies erosionadas, las que ocupan las áreas de mayor altitud de las microcuencas, las que están compuestas por afloramientos rocosos y arenales. El área de tierras erosionadas es de 425 ha, que corresponden al 5,83% del área total.

Vulnerabilidad de las microcuencas aportantes al sistema Centro - Occidente

Por otro lado, con los estudios referidos, se concluyó que la totalidad del área de influencia de esta zona es de alto riesgo frente a amenazas sísmicas y volcánicas, debido a su ubicación geográfica en las faldas de los volcanes Atacazo y Guagua Pichincha.

Otras amenazas fuertes a las zonas de captación son el pastoreo de ganado, seguida por la expansión de la frontera agrícola y la degradación del suelo debido a la acción humana como las quemadas de pajonales que aún se registran.

El nivel de vulnerabilidad social es alto debido principalmente a las condiciones de vida de los pobladores de la zona, cuyo acceso a los servicios básicos es deficiente, lo cual es agravado por la dinámica presente entre las comunidades y las autoridades.

Adicionalmente, se identificó que uno de los riesgos latentes encontrados en la zona, se deriva de las instalaciones mineras abandonadas tanto en la Parroquia de Lloa (zona de influencia indirecta) como en la cantera que se ubica en la Hacienda San Carlos, que está dentro de la zona de influencia directa. Se ha evidenciado un nivel alto de vulnerabilidad en una parte de la infraestructura del Sistema Centro Occidente, principalmente en los canales de conducción, ya que en varios tramos están descubiertos.

Calidad del Agua Cruda

Según el Estudio “Diagnóstico de las microcuencas aportantes a Sistema Centro Occidente el Placer”, y en base al análisis de los datos proporcionados por la EPMAPS, correspondientes al periodo comprendido entre el año 2000 y 2011, en general la calidad del agua cruda de los tres subsistemas que ingresa a las plantas de tratamiento de El Placer y Toctiuco, es la que se presenta en la tabla 44.

Tabla 44.- Calidad de agua cruda al ingreso de las plantas Placer y Toctiuco

Parámetro	Rango
Temperatura °C	9,72 – 16,40
PH	7,40 – 7,63
Índice de Langelier	-1,81 a -1,22
Color UC	28 - 60
Turbiedad UNT	5,20 – 13,20
Hierro total (Fe ³⁺)	0,55 – 0,85
Alcalinidad total como (CaCO ₃)	47 - 59
Dureza total como (CaCO ₃)	44 – 55
Sólidos Totales Disueltos	118 - 138
Índice Coliforme Fecal NMP/100 ml	76 - 315

Fuente: Escobar, et al. (2011)

Debido a que estas fuentes se encuentran en zonas de páramo con usos consuntivos muy restringidos para usos agropecuarios, esta agua, a excepción de las concentraciones altas de color y de hierro, cumplen con la normativa para su aprovechamiento en sistemas públicos de abastecimiento (Escobar R, et al., 2011).

3.1.1.2.4.5.2 Características de las Microcuencas aportantes del sistema Noroccidente

Este tema se estructura con datos y conclusiones del estudio del Plan de Manejo Ambiental para las microcuencas aportantes al sistema Noroccidente, realizado por Gavilánez, et ál., (2011).

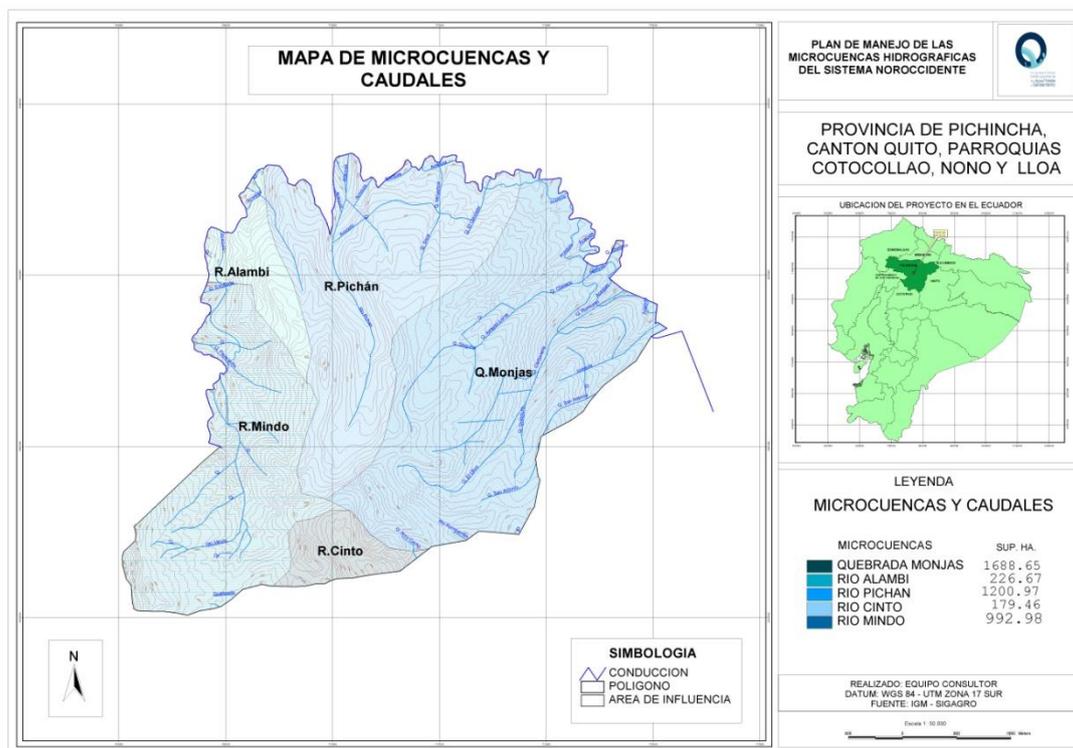
Las microcuencas se forman en las estribaciones nor occidentales del volcán Pichincha, en las cuencas altas de los ríos Mindo, Nambillo, Nono, tributarios del Blanco–Quinindé y Alambi afluente del Guayllabamba–Esmeraldas. Ver Figura 27.

La temperatura media es de 10° C y la humedad relativa superior al 85%; la nubosidad es de 7/8, con presencia constante de neblina, las lluvias medias anuales en la cota de “pie de monte” a 1 000 msnm, son superiores a los 2500 mm /año en promedio multianual.

En general gran parte del área está protegida desde 1997, bajo la categoría Bosque Protector. En ella se incluye una amplia diversidad de ecosistemas, desde el páramo del Pichincha hasta los bosques piemontanos bajo la población de Mindo. Incluye además varias reservas privadas pequeñas (Bellavista, Puyucunapi, Tandayapa, Yanacocha, Verdecocha, Las Tangaras, Sacha Tamia, Sacha Urcu) y el Bosque Protector Mindo-Nambillo (19200 ha).

El río Pichán (Alambi) nace en el Rucu Pichincha a 4321 msnm, y el río Mindo en el volcán Guagua Pichincha a 4784 msnm.

Figura 27.- Mapa de Microcuencas y caudales del Sistema Noroccidente



Fuente: Gavilanes, et ál., (2011)

Las cuencas son de relieve escarpado y de fuertes pendientes, compuestas por materiales volcánicos con suelos poco profundos que sustentan vegetación de paja y chaparro. Ver figura 28.

Todavía existe una notable extensión de bosque nublado en la estribación occidental del Pichincha, tanto dentro del Bosque Protector Mindo-Nambillo como en pequeñas reservas privadas y en áreas no protegidas.

En la parte alta del área (región de Nono- Yanacocha) existen parches de bosque altoandino, mientras que hacia la parte media (valle de Tandayapa, B. P. Mindo-Nambillo) el bosque nublado es más extenso. En la parte baja nuevamente el nivel de alteración es algo mayor, con dominancia de cultivos frutales, pastos para ganado y criaderos de truchas (Palacios, 1997, Kirwan y Marlow, 1996 citados por Hazen and Sawyer, 2009 d). Alrededor de las poblaciones y vías de acceso, existen pastizales para ganado y tierras agrícolas en menor proporción.

La creación de reservas privadas ha sido una iniciativa notable en el área, lo cual ha controlado de manera importante el avance de la deforestación.

Existe una cobertura vegetal variada especialmente por zonas de páramo, bosques húmedos, matorrales, pastos y cultivos asentados sobre zonas de vida húmedas de altura que presentan una biodiversidad significativa que le da características particulares de valor ecológico, científico y escénico por su característico paisaje natural.

Microcuenca del Río Mindo

Está ubicada entre los 3580 msnm y los 4260 msnm, esta zona comprende el frente noroccidental del volcán Rucu Pichincha con una ubicación geográfica S 00°09.383´ y W 078°34.764´.

Figure 28.- Zona de recepción del Río Mindo



Fuente: Gavilanes, et ál. (2011)

Gran parte de ésta microcuenca está ocupada por la reserva Yanacocha, la cual fue creada para la conservación tanto de la flora como de la fauna. En relación a los sistemas de producción, en ninguno de los dos pisos (superpáramo, pajonal), existe algún tipo de producción y más bien está orientada a la conservación. Hace unos 20 años atrás una buena parte del bosque fue talado por extranjeros que tenían una empresa y elaboraban alquitrán vegetal, una vez cerrada esta fábrica el bosque se ha recuperado.

Microcuenca del Río Alambi

Está ubicada entre los 3200 msnm (captación Pichán) y los 4600 msnm, recorriendo esta región, existen explotaciones ganaderas y agrícolas.

Las nacientes del río Alambi propiamente dicho están rodeadas de pastizales y cultivos, es un área de gran presión productiva, sin embargo en el piso más cercano a la zona de captación que son las nacientes del río Verde Cocha alto, no existe ningún tipo de explotación ganadera, minera ni forestal. En tanto que en el río Verde Cocha bajo existe un

alto índice de explotaciones ganaderas y agrícolas. La parte media del río Alambi, es una zona netamente ganadera, estando dedicada casi en un 80% de su extensión a la crianza de ganado lechero como Holstein Friesian, Brown Swiss; mestizas y en especial ganado criollo. Las tierras que no están dedicadas a la ganadería, están siendo utilizadas para cultivos transitorios de papa, habas, mellocos, cebolla. Ver figura 29.

Figure 29.- Zonas de pastoreo y cultivos en la microcuenca del río Alambi



Fuente: Gavilanes, et ál. (2011)

Uso y cobertura del suelo

Los suelos de las microcuencas altas de los ríos Pichán, Mindo, Las Monjas y Alambi son suelos superficiales conformados por arena limo, arcilla, con incrustaciones calcáreas, típicos de zonas cercanas a los volcanes dentro de la región centro norte de los andes ecuatorianos. Son suelos que en su condición natural se podrían catalogar para la producción agropecuaria pero en un uso intensivo pueden perder muy rápidamente su productividad.

Están cubiertos por pajonales nativos como la paja festuca e inician desde los 3800 msnm, hasta los 4300 msnm. Hace aproximadamente 10 años fueron utilizados para el pastoreo extensivo de ganado y en la actualidad se encuentran mantenidos por los propietarios de las haciendas del lugar (campesinos-colonos) y la Fundación Jocotoco que administra la reserva Yanacocha.

Esta parte de las microcuencas es visitada por una gran cantidad de turistas especializados en la fauna y flora del lugar, además es el paso que va desde la reserva Yanacocha hacia el volcán Pichincha, en el sector del río Pichán y Mindo, y por el lado de la microcuenca alta del río Monjas, es utilizada por motociclistas y carros especializados en el deporte de aventura conocido como 4x4, actividad nociva para el mantenimiento de la flora y fauna de páramo por la destrucción de una gran cantidad de pajonal y especies arbustivas del lugar.

Existe otra zona con una cobertura importante dentro del área de las microcuencas aportantes que está cubierta por pastos introducidos como pasto azul, milin, trébol, y pasto natural como la orejuela, que se comporta como un pasto artificial por su agresividad comprobada dentro de los suelos que antiguamente eran pajonales y/o bosque nativo andino. Las zonas de pasto introducidos son aprovechados por ganado. La cantidad de pasto introducido dentro de la zona aportante, está distribuida en diferentes formas de tenencia de la tierra, es decir desde las grandes haciendas que vienen desde el tiempo de la colonia, pasando por los campesinos “colonos”, que se han establecido en el lugar, especialmente en las microcuencas de Singuna, Pichán y Mindo.

Los suelos que están bajo la producción agrícola son relativamente pocos, dada la altitud y escasa mano de obra. La agricultura presente en el área de influencia está

produciendo papa, habas, cebolla y mellocos. La frontera agrícola y pecuaria es muy alta, es decir los cultivos llegan hasta los 3600 msnm, y la ganadería cerca de los 4000 msnm, lo que es preocupante dentro de la conservación de las fuentes de agua.

Dentro del área aportante se encuentra bosques destinados a la producción de madera, como bosques de eucalipto, y en pocas extensiones bosques de pino. La densidad de siembra es de 1100 árboles por hectárea, sin manejo, es decir sin el raleo adecuado para que el rendimiento del bosque sea de óptima calidad. Se nota que el bosque ya ha sido explotado y que los actuales árboles son producto de los rebrotes, los mismos que al igual que las plantaciones no han sido manejados. La tenencia de los bosques de eucalipto es de propiedad privada.

Los bosques de eucalipto aunque han reemplazado los sitios donde se encontraban los bosques nativos, están supliendo las ventajas de tener bosque, donde muchas especies de aves y mamíferos nativos se han adaptado a las condiciones de éste monocultivo, por ausencia de bosques con alta diversidad florística. En éste sentido se debería evitar la explotación con fines comerciales y declararlos como bosques protectores de las laderas y albergue de fauna nativa, la cual está en peligro de extinguirse.

Se debe mencionar que el bosque nativo fue utilizado o aprovechado por personas del lugar para la elaboración de carbón y de alquitrán vegetal, y en esta última práctica se utilizó gran cantidad de madera del árbol de yagual (*Polylepissp.*), que casi llegó a la extinción. En la actualidad esta práctica ha sido abolida dando lugar a una recuperación de la flora arbórea y en especial la especie *Polylepissp.* Varios hacendados y agricultores de la zona aún emplean madera para la implementación de cercas dentro de los potreros, lo que demuestra que sigue explotando los bosques nativos, sin embargo por intervención de la fundación

Jocotoco, se ha iniciado el uso del lechero como postes vivos, lo cual es importante de cara a la conservación de los árboles y arbustos nativos.

En la cuenca alta del río Pichán la Ex EMAAP-Q ha realizado plantaciones con especies forestales nativas (*Polylepis racemosa*), más conocida como yagual peruano, con características de crecimiento más rápido que las especies ecuatorianas. El problema de las plantaciones con yagual peruano es el monocultivo, ya que no existe la diversidad florística que poseen los bosques nativos, y además necesita lugares con poca exposición al frío extremo o vientos helados. La utilización de vegetación propia del lugar pasa por dos disyuntivas importantes: a) la falta de propagación o producción de especies arbóreas propias del lugar como el pumamaqui, yagual, piquil, chachacoma, hace que se provean de plantas de especies que están fuera de su hábitat natural, pero que son de fácil reproducción y b) la práctica aconsejable para las áreas de recepción del sistema Noroccidente, es la de dejar que el mismo bosque vaya repoblando los sitios que antiguamente cubría y un ejemplo práctico es el que se está presentando en la cuenca de los ríos Pichán y Mindo, donde las áreas que antiguamente eran aprovechadas con ganadería actualmente están repoblándose con vegetación nativa fruto del abandono de las prácticas extractivistas.

Uso del recurso hídrico.

Las aguas provenientes de las diferentes vertientes del complejo volcánico, todas están altamente comprometidas para el consumo humano, son muy pocas las aguas libres de la línea de conducción del sistema Noroccidente.

Vulnerabilidad

Vulnerabilidad física, dada por la geomorfología de la zona que da lugar a frecuentes deslaves producidos por varios motivos (presencia de sismicidad, sobresaturación de los suelos, actividades antrópicas de alto impacto) en este sentido lo más peligroso son los posibles taponamientos de los cauces naturales de los ríos y quebradas que pueden represar gran cantidad de agua y que dadas las pendientes de las cuencas aguas abajo pueden ocasionar daños de gran magnitud, ver figura 30. En el caso concreto de las quebradas Santa Ana y Singuna, que en la ciudad de Quito han sido embauladas, el peligro se eleva.

Figura 30.- Deslizamientos puntuales en la zona de las microcuencas Noroccidente



Fuente: Gavilanes, et ál. (2011)

Vulnerabilidad ecológica, ésta se manifiesta en la destrucción de los ecosistemas locales, si bien en este caso y en los actuales momentos esta vulnerabilidad se ve reducida, no es menos cierto que en el pasado inmediato esta zona ha sido de una alta presión a los

ecosistemas locales, así el páramo ha sido transformado en potreros con especies introducidas, el bosque de *Polylepis* fue usado para la producción de alquitrán natural, el resto de especies forestales para carbón y madera, lo que alteró completamente los ecosistemas locales que en la actualidad podemos observar una lenta recuperación.

Vulnerabilidad social, las características comunitarias y de organización en general de la zona se las puede calificar de poco eficientes para enfrentar posibles desastres dado que es muy poco el esfuerzo que sus pobladores han realizado para mantenerse atentos a cualesquier conato de desastre.

Calidad del Agua Cruda

La calidad de las aguas presenta concentraciones altas de color y poca agresividad conforme se puede apreciar en la tabla 45:

Tabla 45.- Calidad de agua cruda de las microcuencas del Sistema Noroccidente

Parámetro	Rango
Temperatura °C	10,80 – 12,98
PH	6,67 – 7,79
Índice de Langelier	-3,11 a -1,22
Color UC	22.5 – 45
Turbiedad UNT	3,20 – 8,28
Cloruros (Cl ⁻)	1,31 – 11
Hierro total (Fe ³⁺)	0,39 – 1,00
Alcalinidad total como (CaCO ₃)	19.75 - 45
Dureza total como (CaCO ₃)	21,65 - 100
Sólidos Totales Disueltos	78 - 105
Índice Coliforme Fecal NMP/100 ml	5 – 347

Fuente: EPMAPS / Departamento de Producción

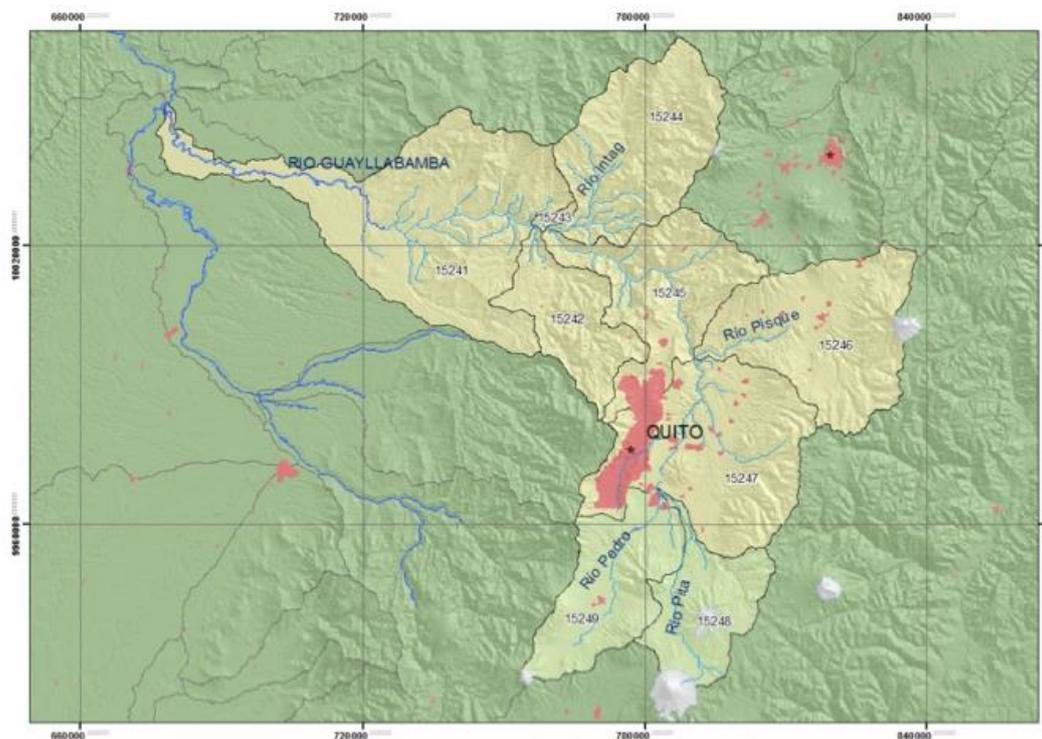
3.1.1.2.4.5.3 Características de la microcuenca aportante al Sistema Pita

El tema ha sido estructurado con los siguientes datos y conclusiones tomados del Estudio de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático del sistema de agua potable Pita – Puengasí y sus cuencas abastecedoras, Caracterización ecológica microcuenca del Pita, realizado por MAE (2012).

La cuenca de captación del sistema Pita es una unidad hidrográfica que se ubica en la parte superior de la cuenca del río Guayllabamba, la cual es a su vez una de las cuencas que se ubican al interior de la cuenca del río Esmeraldas que desemboca en el Océano Pacífico. La unidad hidrográfica del Pita está delimitada al sur por la unidad hidrográfica del río Pastaza, al norte por la microcuenca del río Chiche, al este por la microcuenca del río Tamboyacu, parte alta de la UH del río Napo y al oeste por la cuenca del río San Pedro (MAE, 2012). Ver Mapa 10.

La microcuenca se encuentra al Sureste de Quito, entre los 3320 y 5970 msnm, entre el Sincholagua, Cotopaxi, Rumiñahui y Pasochoa. Comprende fundamentalmente la vertiente de Alumíes y el río Pita.

Figura 31.- Mapa de la Cuenca Hidrográfica del Pita



Fuente.- MAE (2012)

El río Pita nace de los deshielos del volcán Cotopaxi, el área de drenaje de la cuenca hasta la captación es 195 km² (TAHAL, IDCO, 1997, citado por MAE, 2012); los suelos son de origen volcánico y la cubierta vegetal corresponde a páramo, que se desarrolla principalmente entre los 3000 y 4000 msnm; a mayor altitud la vegetación es escasa y por sobre los 4500 msnm se tiene la presencia de roca y nieve.

Siendo la altura media de la cuenca 3810 msnm, la temperatura media es de 6,7 °C., la precipitación anual para la altura media de la cuenca (3810 msnm) para un período multianual promedio sería de 1313 mm/año.

Esta cuenca presenta áreas de vegetación perturbada con pastizales destinados al pastoreo intensivo, cultivos de ciclo corto y poblados. También presenta áreas con vegetación original, la que se encuentran principalmente en la zona de páramo y de bosque andino.

Según la clasificación Zoogeográfica del Ecuador de Albuja, et al., (1980), citado por MAE, (2012), el área de implantación del sistema Pita pertenece a los Pisos Templado y Alto Andino, encontrándose el piso Templado entre los 1800 y los 3000 m de altitud, y el piso Alto Andino conocido comúnmente como páramo, sobre los 2800 y 3000 m de altitud hasta el límite nival, presentando un clima frío de altura.

Los bosques de las estribaciones andinas y los humedales de altura presentan un valor ecológico y social muy alto ya que de estos ecosistemas se utiliza el agua para consumo doméstico en las grandes ciudades.

Las Zonas de vegetación natural Alto Andinas están en un equilibrio ecológico frágil, es decir, cualquier alteración puede ocasionar consecuencias graves para estos ecosistemas.

El turismo en las áreas protegidas relacionadas con la microcuenca

En la microcuenca del río Pita confluyen, incluso traslapándose, tres áreas con diversas categorías de protección: el Parque Nacional Cotopaxi, con una extensión total de 34000 ha del cual un 15,72% (5 345 ha) está dentro de la zona de captación; el Bosque Protector de la Subcuenca del Río Pita, con una extensión de 59434 ha, con un 19,99% (11880 ha) dentro de la zona de captación; y la hacienda Mudadero, recientemente adquirida por la EPMAPS, con un área de 7389,4 ha de las cuales, un 59,59% (4403 ha) está dentro de la zona de captación. Aunque su extensión es menor que la de las áreas mencionadas anteriormente, es de gran importancia porque en ella están los humedales que dan origen a los principales aportantes del río Pita (Ver Tabla 46).

Tabla 46.- Áreas protegidas relacionadas con la microcuenca del río Pita

Categoría de manejo	Extensión total (ha)	Extensión dentro de la zona de captación	
Parque Nacional Cotopaxi	34.000	5.345	15,72%
Bosque Protector de la Subcuenca del Río Pita	59.434	11.880	19,99%
Hacienda Mudadero	7.389,4	4.403	59,59%
Total	100.823,4	21.628	21,45%

Fuente: MAE (2012)

El territorio cubierto por estas áreas protegidas es mayor que la extensión de la zona de captación (19011 ha).

Entre el año 2000 y el 2011 (sin datos del 2010), al Parque Nacional Cotopaxi ingresaron 954 708 visitantes de los cuales, el 58,6% (559 477) fueron nacionales. Durante el último feriado de carnaval (5 al 8 de marzo de 2012) el número de visitantes se incrementó en un 50,77% con relación a años anteriores.

Lo negativo de la actividad es que muchos lo hacen en vehículos 4 x4. El paso de vehículos 4x4 de los turistas daña la cobertura del páramo, dejando huellas profundas inclusive a los lados de las vías.

Uso del suelo

En la microcuenca del Pita existen 13 tipos de hidrozonas, predominan los páramos conservados, los cuales cubren 33% del área total de la microcuenca, los pastos cultivados también cubren un área importante (30%) al igual que los pastos naturales (15%) y las zonas erosionadas o degradadas (10%). Las hidrozonas que ocupan áreas inferiores al 1% son:

bosques remanentes o bosques secundarios, cuerpos de agua, súper páramo arenal, glaciares y zonas agrícolas, como se aprecia en la tabla 47.

Tabla 47.- Tipos de hidrozonas en la microcuenca del Pita

HIDROZONA	Área (Km2)	Porcentaje (%)
Bosques remanentes y bosques secundarios	0,09	0,01
Cuerpos de agua	0,89	0,15
Glaciares	3,60	0,61
Lava	8,68	1,48
Pasto Cultivado	179,22	30,57
Pasto Natural	93,30	15,91
Plantaciones Forestales	27,18	4,64
Páramos conservados	196,27	33,48
Páramos intervenidos	8,92	1,52
Súper Páramo Arenal	1,89	0,32
Zonas agrícolas	3,63	0,62
Zonas erosionadas o degradadas	59,99	10,23
Zonas urbanas	2,60	0,44
TOTAL	586,25	100,00

Fuente: Secretaría General de la Comunidad Andina, MAE y FONAG (2011)

Conflictos de uso de suelo

El análisis de conflictos entre aptitud (i.e. ecosistemas frágiles) y uso actual de suelo (i.e. sobreutilización para pastoreo extensivo de ganado vacuno y camélidos) muestra que es sobre este territorio que más incongruencia hay en 2005, mayoritariamente en los flancos del Sincholagua, al margen derecho del río Pita (CLIRSEN-EMAAP-Q, 2006, citado por MAE, 2012).

El pisoteo del ganado causa compactación del suelo y el fenómeno de pie de vaca, reduciendo la capacidad de infiltración, aumentando la proporción escurrida y haciendo que el suelo sea más propenso a erosión hídrica. Si bien los riesgos fueron considerados como bajos, la extensión del área es considerable (41% del total del área de captación del sistema Pita).

Creciente construcción de obras como vías, canales, zanjas de drenaje, vivienda o infraestructura turística, han alterado y reducido la cobertura vegetal, y aumentado los riesgos de procesos de remoción en masa (CLIRSEN-EMAAP-Q, 2006, citados por MAE, 2012). Existen numerosas zanjas en la cuenca, se han construido para drenar zonas de pastos, pero alteran los procesos hidrológicos, bióticos y paisajísticos del páramo.

Uso del recurso agua

En la tabla 48, se resume los caudales concesionados aguas arriba de la bocatoma. El análisis permite concluir que hay cuatro acequias aguas arriba de la bocatoma del sistema Pita que dependen del agua de la cuenca alta, tres de las cuales captan directamente del río Pita y sus tributarios.

El agua derivada en las acequias es usada para abrevadero, riego y recientemente para uso piscícola, en su mayor parte fuera de la propia microcuenca, en las partes altas de Machachi.

El caudal total a ser derivado desde el río Pita por estas tres acequias es formalmente 284 L/s. Sumando el caudal de la acequia San José, la demanda formalizada de agua para riego y abrevadero arriba de la bocatoma del sistema Pita es de 324 L/s.

Si bien el nivel de conflictividad actualmente es bajo (poco perceptible) en la microcuenca del río Pita, crecientes demandas de agricultura, turismo y urbanización pueden a futuro cambiar eso.

Tabla 48.- Resumen de caudales concesionados aguas arriba de la bocatoma del sistema Pita

Nombre del sistema	Caudal concesionado (l/s)	Cota	Referencia
Acequia San José	40,00	3780	Proceso no. 300, 14 de abril 1982
Acequia Patichupamba	30,00	3640	
Acequia Guitig	236,00	3560	
Acequia Chilcapamba / Comunidad Loreto Pedregal	18,12	3550	Proceso no. 096-95 del 4 de octubre 1996 a favor de Directorio Loreto Pedregal y dos propietarios individuales
TOTAL aguas arriba	324,12		
Acequia Taxohurco	118,40	antigua toma era 3555, desde 1987 via bocatoma Sistema Pita	20 de mayo 1987 por convenio entre EMAAP-Q y usuarios de la Acequia, se baja caudal concesionado de 296 a 118,38 l/s
Sistema Pita	2.200,00	3320	
TOTAL en bocatoma	2.318,40		

Fuente.- MAE (2012)

El crecimiento poblacional de las zonas servidas por el sistema Pita Puengasí se correlacionaría directamente con una tendencia al incremento en el consumo de agua.

El Sistema Pita-Puengasí tiene una capacidad máxima de transporte de 3000 L/s; recibe aguas del sistema Mica – Quito Sur (900 L/s, 50% de su agua cruda) y entrega agua a los regantes de Taxohurco (118 L/s), a la planta procesadora de Conocoto (200 L/s), a la planta de tratamiento de El Placer (350 L/s) y a la planta de tratamiento de Puengasí (2100

L/s) (Hazen y Sawyer, 2009 d). Es decir, el consumo dentro de la red de distribución Puengasí es en buena medida dependiente del sistema Pita, aunque no exclusivamente. Esta red sirve a 86 000 usuarios.

Calidad del agua cuenca del Pita

La calidad química del agua proveniente de la zona de captación está dentro de lo permisible, salvo la concentración de hierro total, que supera el valor de referencia (Hazen and Sawyer, 2009 d).

Otro factor de contaminación del agua del río Pita es la presencia de coliformes. El nivel de contaminación aumenta en la medida que el canal se acerca y pasa por zonas pobladas (en proceso de crecimiento) y con actividad agrícola, lo cual se complica porque el canal es abierto (Hazen and Sawyer, 2009 d).

Los demás parámetros del análisis físico-químico están generalmente dentro de lo aceptable, como se aprecia en la Tabla 49.

Tabla 49.- La calidad del agua cruda en el Sistema Pita (entrada a la Planta Puengasí)

Parámetro	Rango
Temperatura °C	12,43 – 15,20
PH	7,73 – 8,17
Índice de Langelier	-1,10 a -0,40
Color UC	28 - 79
Turbiedad UNT	5,10 – 18,90
Cloruros (Cl ⁻)	5,80 – 9,50
Hierro total (Fe ³⁺)	0,74 – 1,24
Manganeso (Mn ²⁺)	0 - 0
Flúor (F ⁻)	0,28 - 0,30
Alcalinidad total como (CaCO ₃)	67 - 82
Dureza total como (CaCO ₃)	58 - 77
Sólidos Totales Disueltos	155 - 179
Índice Coliforme Fecal NMP/100 ml	40 - 307

Fuente: EPMAPS / Laboratorio de Calidad
de las Aguas

Vulnerabilidad

Según el Estudio de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático del sistema de agua potable Pita – Puengasí y sus cuencas abastecedoras. Caracterización ecológica microcuenca del Pita, elaborado por MAE (2012), el ecosistema más importante de esta zona es el páramo, por el área que cubre (en 2007 el páramo ocupó 65% o 11240 ha) de la zona receptora, y por sus funciones reguladoras de la escorrentía superficial. Un posible aumento de temperatura media anual con 1°C al 2039 es probablemente el riesgo climático más importante a considerar por, a) el efecto desencadenante que tiene; y b) el nivel de coincidencia con proyecciones a nivel mundial, lo cual le da un mayor grado de probabilidad. El segundo estímulo climático es la precipitación, que para algunos meses podría ser menor hasta en un 6% que la precipitación mensual en el periodo referencial 1979 – 2000, y para otros meses podría ser mayor en hasta 6%.

En cuanto a los Riesgos Sísmico y volcánico, el referido estudio, ha ratificado que son altos, como ya lo han reportado varios estudios. Del riesgo volcánico, los lahares que se generarían por una erupción del Cotopaxi, representan el mayor peligro para los habitantes del valle de Los Chillos y la infraestructura del sistema, éstos podrían causar grandes afectaciones a lo largo de los cauces de los ríos Santa Clara y San Pedro.

3.1.1.2.4.5.4 Características de las Microcuencas aportantes al Sistema Papallacta

El presente tema ha sido estructurado con información y datos relevantes, aplicables para este trabajo, procedentes de los estudios para la elaboración del Plan de Manejo de los embalses Salve Faccha, Sucus y Mogotes del Sistema Papallacta, elaborado por Tufiño, P. et ál., (2011a) y de los estudios de Diagnóstico y Plan de Manejo de la cuenca y subcuencas

hidrográficas de captación para el Sistema Papallacta, elaborados por COSTECAM, Cia. Ltda. (2006a).

El Sistema Papallacta se encuentra en la microcuenca Papallacta con aproximadamente 243 km², entre los 3000 y 4 500 msnm, es parte del Parque Nacional Cayambe Coca, capta aguas de los páramos de los sectores Guamaní, Papallacta, Chalpi, Oyacachi y Antisana.

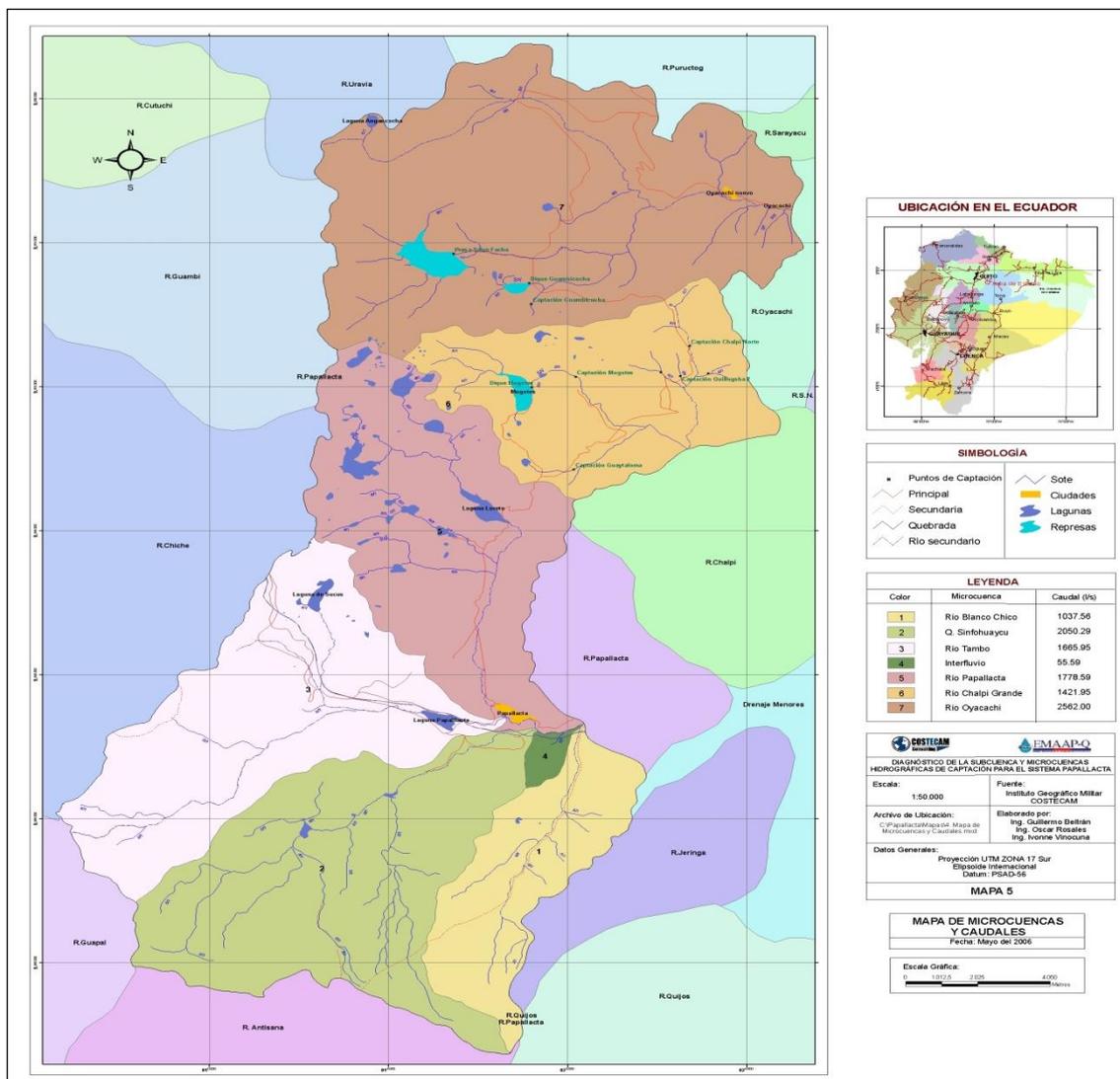
La calidad del agua de cada embalse depende en gran medida de la calidad del agua de sus tributarios. Por eso en los estudios referidos se han determinado los usos del suelo en las microcuencas aportantes; encontrándose que no hay actividades agrícolas y el pastoreo, aunque extensivo, es comparativamente poco. Por lo tanto, han concluido que la calidad del agua de los embalses, se debe sobre todo a las características geológicas del área y de los suelos en las microcuencas de cada uno de los tributarios.

Adicionalmente, gracias a estos estudios se cuenta con los balances hídricos climáticos, edáficos e hidrológicos en la cuenca de los embalses.

Se ha calculado el balance de masa para cada uno de los parámetros físicos y químicos de la carga proveniente de cada tributario a los embalses, y la carga de salida de los embalses. En general, la diferencia entre la carga de entrada menos la carga de salida, es lo que permanece en los embalses (se transforma y/o sedimenta). Se ha analizado el nivel trófico de cada uno de los embalses, estimando la concentración promedio de fósforo total en los mismos, a partir de la carga de fósforo, la profundidad media y el tiempo de detención (retención hidráulica). Se analizó el estado del Fitoplancton y Zooplancton, de la composición florística de las plantas acuáticas de los embalses (macrofitas). Se ha evaluado el estado de los macro invertebrados acuáticos. Y se ha evaluado la ictiofauna y la avifauna.

La captación del Sistema Papallacta se encuentra dividida en seis microcuencas de forma oval oblonga y un interfluvio, y pertenece a la Subcuenca del río Quijos (Figura 32).

Figura 32.- Mapa de las Microcuencas Sistema Papallacta Integrado



Fuente: COSTECAM, (2006 a)

Descripción de los Ecosistemas y Formaciones Vegetales en las microcuencas de los embalses.

A. Salve Faccha.

El área actual del embalse, originalmente estaba formada por terrenos pantanosos, con algunas vertientes termales y minerales. La cobertura vegetal predominante de la cuenca de 22 km² es páramo arbustivo, que abarca el 61% del área y pajonal el 38% (Tabla 50).

Tabla 50.- Porcentaje del área de la cuenca ocupado por tipo de vegetación

Cobertura	Salve Faccha (%)	Mogotes (%)	Sucus (%)
Pajonal	38	30	70
Páramo arbustivo	61	70	19
Área cuenca (km ²)	20,85	10,04	2,84

Fuente: Tufiño, et ál. (2011a)

El río principal de la cuenca del embalse Salve Faccha es el Cunuyacu, que recibe aportes de seis quebradas. El caudal medio de los tributarios del embalse Salve Faccha del 2007 al 2010 fue de 620 L/s (Tabla 51).

Tabla 51.- Caudales promedios anuales que ingresan a los embalses del sistema

Papallacta (m3/s)

Año	Salve Faccha	Mogotes	Sucus
2007	0,605	0,525	0,307
2008	0,650	0,445	0,398
2009	0,742	0,470	0,356
2010	0,483	0,365	0,293
Promedio	0,620	0,451	0,339

Fuente: Tufiño, et al., (2011a)

B. Embalse Mogotes:

Este embalse se construyó en el antiguo lecho del desaguadero natural de la laguna Mogotes y la cobertura vegetal predominante, al igual que en Salve Faccha, es el páramo arbustivo, mismo que abarca el 70% de la cuenca, y el restante 30% es pajonal. La cuenca del embalse cubre unos 9,2 km² (Tufiño, et ál., 2011a).

El caudal medio de los tributarios al embalse Mogotes del 2007 al 2010 fue de 451 L/s (Tufiño, et ál., 2011a).

C. Embalse Sucus.

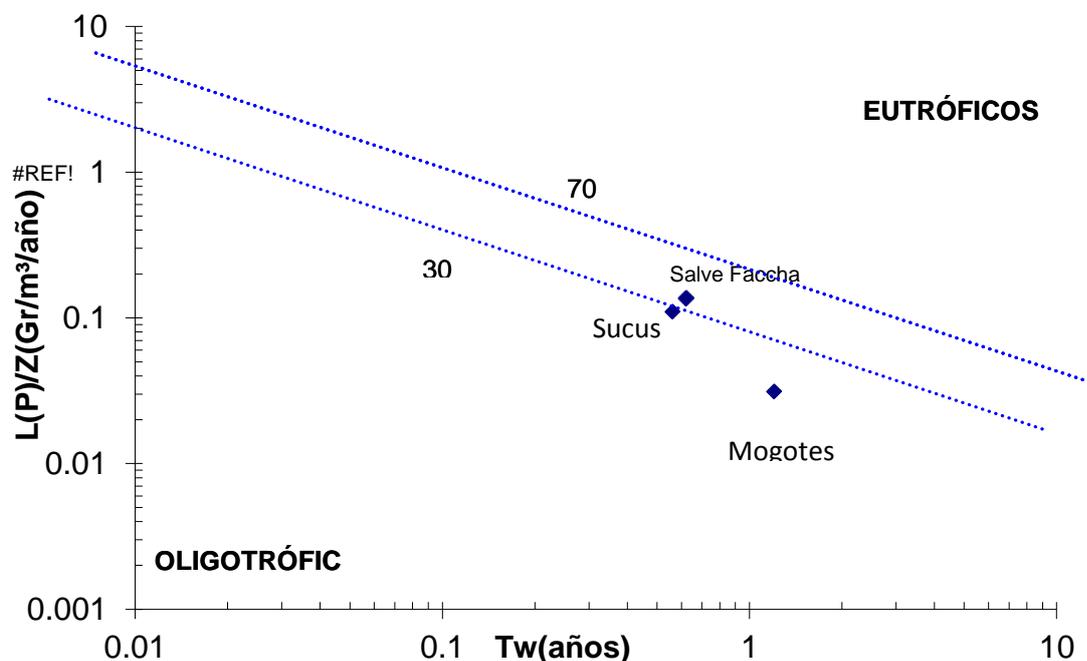
Se construyó en el antiguo lecho de la laguna de Sucus y la cobertura vegetal predominante en su cuenca de 3,2 km² es pajonal, con un 70% del área, a diferencia de Salve Faccha y Mogotes que es el páramo. Este tipo de cobertura abarca el 19% del área de la cuenca Sucus. Además, hay un porcentaje del área de la cuenca cubierta por bosque de Polylepis y páramo arbustivo sobre este tipo de bosque (Tufiño, et ál., 2011a).

El caudal medio de los tributarios al embalse Sucus del 2007 al 2010 fue de 339 L/s (Tabla 51).

Nivel Trófico de los embalses del Sistema Papallacta

En la Figura 33, se muestra la ubicación de cada uno de los tres embalses en el sistema de distribución probabilística de niveles de fósforo. Los embalses Salve Faccha y Sucus están en la línea de ser mesotróficos y Mogotes puede considerarse oligotrófico.

Figura 33.- Estado trófico de los embalses Salve Faccha, Mogotes y Sucus, en el sistema de distribución probabilístico



Fuente: Tufiño, P., et ál., (2011a)

Según Tufiño, et al., (2011a), el estado trófico de los embalses del Sistema Papallacta, después de 13 años de su formación, están en el rango entre oligotrófico y mesotrófico. La posible razón porque se mantiene aún en el mismo estado trófico el embalse Salve Faccha, podría ser por la mezcla diaria de toda la columna de agua, característica de un cuerpo de agua a la altura y latitud en el que se ubica (polimíctico). En el caso de Sucus, a pesar que existe anoxia en el fondo, por la comparativa mejor calidad de las aguas de sus tributarios, se encuentra en mejor estado trófico que Salve Faccha; mientras que Mogotes, si bien se encuentra en un estado oligotrófico, al parecer se encuentra iniciando un proceso que lo está llevando hacia un estado mesotrófico, que si bien es cierto aún goza de buena calidad de

agua, ya existen indicios, principalmente de la fauna pelágica y bentónica, de que la dinámica del sistema está cambiando.

Principales usuarios del recurso agua

Tufiño, et ál., (2011a), identificó los siguientes usuarios del recurso agua en las microcuencas de captación del Sistema Papallacta:

- EPMAPS y el proyecto Papallacta
- Proyecto Hidroeléctrico, de la HCJB con el aprovechamiento de la subcuenca del río Papallacta.
- Proyectos Turísticos, de empresas privadas, que ofrecen servicios de piscinas termales bajo concesiones de uso del recurso con el ex INERHI, hoy CNRH.
- Proyectos Productivos, en las partes altas de la cuenca, existe la presencia de criaderos de truchas y proyectos de agricultura generalmente para autoconsumo. Además existen pequeñas plantaciones de plantas frutales, café y chonta.

Factores Socioeconómicos

Las Reservas Ecológicas REA y RECA Y cubren una superficie de 27 709,37 ha dentro de la subcuenca, por otro lado la Hacienda Antisana 1 737,41 ha y las zonas de amortiguamiento 4 476,77 ha, siendo estos los más representativos (Tufiño, et ál., 2011a).

Los embalses Salve Faccha, Mogotes y Sucus, y sus microcuencas aportantes, están ubicados en tierras privadas dentro del Parque Nacional Cayambe Coca, por lo que el desarrollo de actividades productivas ha sido limitado, predominando la ganadería extensiva. Por lo que el impacto de esta actividad en la cantidad y calidad del agua es comparativamente bajo.

La regulación hidrológica a través de los embalses al captar y almacenar temporalmente los caudales, así como otros efectos debidos a la operación y mantenimiento de los embalses, como el desfogue de sedimentos del embalse Salve Faccha, no influye en las actividades sociales y productivas de usuarios aguas abajo (Tufiño, et ál., 2011a).

Riesgos y vulnerabilidades

Como parte de los estudios de Diagnóstico y Plan de Manejo de los Embalses, contratados por la EPMAPS, se hizo un análisis de los informes existentes en el país sobre los efectos del cambio climático, y cuyos resultados se describen a continuación.

De acuerdo con el informe “Analizando el cambio climático a partir de los glaciares del Ecuador” (Francou, et al. 2011, citado por Tufiño, et ál. 2011a), el aporte de los glaciares de Cotopaxi y Antisana es de aproximadamente el 4% al agua que se consume en la ciudad de Quito, sin mencionar el hecho de que se desconoce el aporte de los mismos a los acuíferos de la zona.

Lamentablemente, en los casos de los estudios llevados a cabo hasta el momento, la falta de información suficiente (períodos largos de tiempo) y confiable, no ha hecho posible que los mismos puedan llegar a conclusiones más concretas respecto de la tendencia de los cambios climáticos en el Ecuador, ni siquiera en los últimos 64 años, y por lo tanto mucho menos aún a futuro, dejando entrever un alto nivel de incertidumbre respecto de lo que podría ocurrir (Encalada, 2008, citado por Tufiño, et ál. 2011a).

Calidad del agua cruda del Sistema Papallacta

La calidad de las aguas, en lo que se refiere a sus parámetros físicos, químicos y bacteriológicos de las fuentes en general, se detallan en la tabla 52.

Tabla 52.- Calidad del agua cruda tomada al ingreso de la planta de Bellavista

Parámetro	Rango
Temperatura °C	9.5 – 10.63
PH	7,31 - 7,71
Índice de Langelier	-2,35 a -1,42
Color UC	23.75 -44
Turbiedad UNT	2,73 - 5,40
Bicarbonatos (HCO ₃ ⁻)	67,10 - 86,60
Cloruros (Cl ⁻)	2.34 - 9.80
Hierro total (Fe ³⁺)	0,35 – 1.28
Manganeso (Mn ²⁺)	0 - 0
Flúor (F ⁻)	0,10 - 0,10
Alcalinidad total como (CaCO ₃)	27 - 44
Dureza total como (CaCO ₃)	24- 43
Sólidos Totales Disueltos	59 - 92
Índice Coliforme Fecal NMP/100 ml	0 - 294

Elaborado por: Hazen & Sawyer, P.C. (2009 c)

Como se puede apreciar, las aguas son aptas para poder ser aprovechadas en sistemas de agua potable previo tratamiento, especialmente en lo concerniente a la remoción de color.

La EMAAPS cuenta con un programa de monitoreo y un laboratorio acreditado según ISO 17025:2005, que realiza 132 parámetros, la mayoría de ellos certificados incluyendo los básicos para monitorear el estado trófico de los embalses del Sistema Papallacta, lo cual es determinante para vigilar el estado trófico de los embalses.

Conforme la presente propuesta de indicadores, será necesario realizar además un balance de aguas en los embalses, para lo cual falta determinar los caudales de las microcuencas aportantes y los aportes de agua subterránea.

Estos ecosistemas aun poseen aguas cristalinas y oligotróficas, ya que tienen la capacidad de auto depurarse por estar dentro de un medio natural muy poco intervenido y sin fuentes de contaminación aledañas (Tufiño, et ál., 2011a).

3.1.1.2.4.5.5 Características de las microcuencas aportantes al Sistema la Mica

El presente tema ha sido estructurado con información y datos relevantes, aplicables para este trabajo, procedentes de los estudios para la elaboración del Plan de Manejo del Embalse La Mica y sus microcuencas aportantes, realizados por Tufiño, et ál. (2011b), y de los estudios de Diagnóstico y Plan de Manejo de la cuenca y subcuencas hidrográficas de captación para el Sistema La Mica, elaborado por COSTECAM, Cia. Ltda. (2006 b).

Los ríos Antisana, Jatunhuaycu y Diguchi, las lagunas de Micacocha y Santa Lucía, el río Ramón Guañuna pertenecen al sistema Hidrográfico Quijos-Coca-Napo. Desde su nacimiento en los deshielos del nevado Antisana a 5738 msnm hasta los puntos de aprovechamiento 4 000 msnm, conforman la microcuenca del Antisana con una superficie aproximada de 328 km² y se encuentra dentro de la Reserva Ecológica del mismo nombre (REA). Entre la vegetación predominan entre extensos pajonales, las formaciones vegetales de almohadillas, chuquiraguas (*Chuquiraga jussieui*) y musgos. Se trata de vegetación herbácea y arbustiva con plantas bien adaptadas a fuertes vientos, cambios drásticos de temperatura e intensa radiación solar (Tufiño, et ál., 2011b).

Los suelos de la cuenca son volcánicos, predominando limos, cubiertos por vegetación típica de páramo del piso climático de 4 000 msnm, con gran capacidad de retención de humedad.

El clima, definido por los parámetros medidos en la estación meteorológica La Mica, tiene las siguientes características: la temperatura media anual es de 3,9°C, humedad relativa

media de 65%; la precipitación media anual de 780 mm/año (datos de 1988 a 1992), y el brillo solar medio es de 4,2 horas/día.

Las precipitaciones registran poca variación mensual, destacándose un período con lluvias mayores entre marzo y septiembre; el mes más seco es enero. Las lluvias máximas en 24 horas rara vez superan los 50 mm (COSTECAM, 2006 b).

Calidad de agua cruda que ingresa a la Planta El Troje

La calidad de las aguas crudas de la mezcla y reportadas a la entrada a la planta de tratamiento de El Troje, dan colores altos con concentraciones promedio de 52,35 UC Pt-Co y turbiedades promedio de 18,51 UT, llegando a registrarse valores máximos de 127,6 UT. Se estima que el exceso de turbiedad está presente debido al arrastre de suelos en deshielo del Antisana que afecta principalmente al río Antisana que es el mayor aporte de caudal.

La laguna La Mica está ubicada en la zona del páramo al sudoeste del volcán Antisana, a 3900 msnm, tiene una superficie de 222 ha y una profundidad máxima de 25 m. Los ríos Sarpache y el Alambrado son los dos afluentes más importantes.

El único uso de la laguna era la pesca deportiva de truchas, hasta que en los últimos años, la Empresa Municipal de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS) construyó un embalse para abastecimiento de agua al sur de la ciudad de Quito, ocasionando que el espejo de agua suba 15 m.

Las concentraciones promedio de la calidad del agua en la laguna son: $PO_4^{3-}P = 0,067$ mg/l (reacciones estándar $\delta = 0,013$ mg/l); $NO_3-N = 0,6$ mg/l (reacciones estándar $\delta = 0,08$ mg/l); $NH_4+-N = 0,248$ mg/l (reacciones estándar $\delta = 0,15$ mg/l).

La relación N/P se encuentra entre 10:1 y 15:1, por lo que la concentración de fósforo podría actuar como factor limitante en la producción primaria. La transparencia con disco

Secchi se encuentra entre 2 y 4 m. En esta laguna no se presentan estratificaciones. El carácter polimíctico de la misma impide que se produzcan condiciones anaerobias.

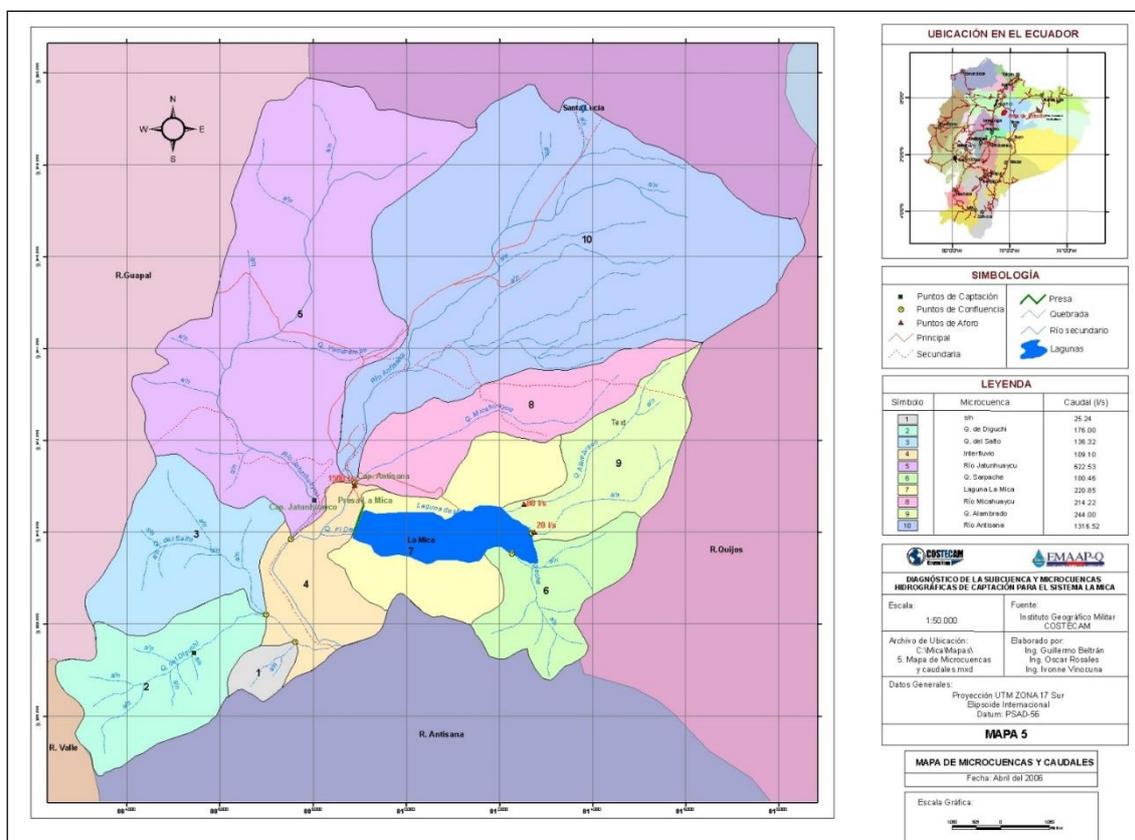
Los sedimentos de la zona litoral de la laguna La Mica, son de carácter orgánico. La relación N total/P total es variable y oscila entre 6:1 y 49:1. En el sedimento de la laguna, el fósforo podría ser el factor limitante para el desarrollo de la vegetación.

Existen zonas de vegetación densa, sobre todo en la región del desaguadero. La profundidad máxima a la cual se desarrollan las macrófitas oscila entre 3.1-6.5 m y tiene un valor medio de 5 m. *M. quitense* domina las zonas poco profundas en toda la laguna hasta los 2 m y forma un espeso colchón vegetal. *E. matthewsii* domina la vegetación acuática en profundidades de 2 m a 6 m (biomasa máxima entre 2-3 m), sin embargo está ausente de la orilla del desaguadero. *E. matthewsii* crece en grandes cantidades en la zona del afluente, en esta zona sólo existen ejemplares aislados de otras macrófitas. *P. illinoensis* se desarrolla en todas las zonas de la Laguna La Mica, aunque ligeramente en la zona del afluente. Esta última especie muestra una distribución irregular porque en la región del desaguadero crece en profundidades entre 0.3 - 3.5 m, mientras que en otros sitios se la encuentra solo sobre los 0.5 m. Otras dos especies se pueden observar solamente en pocos lugares: *P. striatus* que crece en profundidades de hasta 4.3 m, y *Callitriche sp.*, como se puede observar en zonas poco profundas de hasta 1 m.

Tufiño, et ál. (2011b), concluyen que el embalse La Mica se encuentra en estado mesotrófico. Sus aguas son aptas para ser aprovechadas para consumo humano previo el tratamiento de las mismas. Los estudios hidrológicos realizados para el proyecto determinaron que los caudales de los ríos a captarse son muy variables, razón por la que se construyó la presa para regular los mismos.

La captación del Sistema La Mica, pertenece a la Subcuenca Antisana, la misma que está compuesta por microcuencas de forma oval oblonga. Ver figura 34.

Figure 34.- Mapa de las Microcuencas de captación del Sistema La Mica



Fuente: COSTECAM (2006 b)

Vale mencionar que los estudios de diagnóstico realizados por Tufiño, et ál., (2011b) determinaron que existe un sensible deterioro de las poblaciones de macrobentos en las microcuencas aportantes del embalse muy probablemente, debido a la alta densidad de truchas registradas.

En cuanto a la avifauna, es conocido que La Mica es un sitio importante de reproducción para la población del Chupil o Zambullidor Plateado, una especie catalogada como vulnerable en Ecuador. Sin embargo, no se conoce el estado actual de las poblaciones

que residen y visitan el embalse. Por tanto, se hace necesario estudios que evidencien el estado de sus poblaciones, la afectación a las mismas a causa de las fluctuaciones del nivel del agua.

Principales usuarios del recurso agua

A la presente fecha los principales usuarios del agua de la microcuenca del Antisana son:

- EPMAPS y el proyecto: La Mica – Quito Sur que abastece a más de 87 000 habitantes del sur de la ciudad de Quito.
- Proyecto Hidroeléctrico Quijos: A cargo de la empresa eléctrica Quito con el aprovechamiento de la cuenca alta del río Quijos.

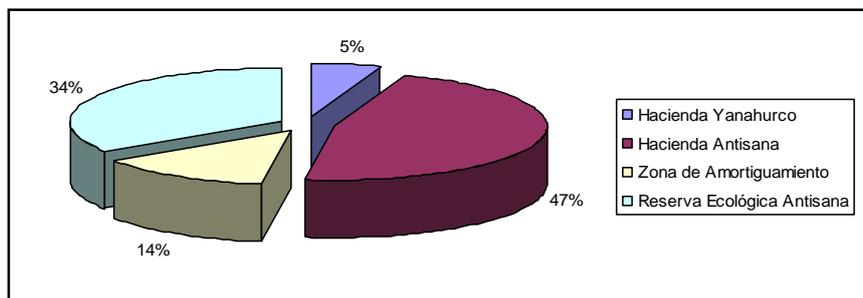
Actividades Económicas

Desde el año 2010 se abrió la entrada libre a la Reserva Ecológica Antisana, REA, con fines de turismo ecológico, especialmente a la zona del embalse. Acuden visitantes en gran número, especialmente los fines de semana y feriados.

Tenencia de la Tierra

Las haciendas Antisana (ahora de propiedad de la EPMAPS) y Yanahurco cubren una superficie de 6 524,178 ha y 714,675 ha, respectivamente ubicadas dentro de la subcuenca, por otro lado la REA posee una superficie de 4 734,942 ha y su Zona de Amortiguamiento ocupa una superficie de 1 869,944 ha. Ver figura 35.

Figure 35.- Distribución de la tenencia de la tierra en las microcuencas del Sistema la Mica



Fuente: COSTECAM, (2006 b)

Vulnerabilidad

El sistema La Mica es medianamente vulnerable a la ocurrencia de sismos y eventos volcánicos como flujo de lodos y escombros (lahar) provenientes de los volcanes Cotopaxi, Antisana. (COSTECAM, 2006 b).

En conclusión, actualmente, el abastecimiento del DMQ se apoya en cuatro sistemas principales, estructurados alrededor de cuatro plantas de tratamiento, las mismas que proveen más del 70% de la producción del DMQ, y de varios sistemas menores. Los sistemas principales abastecen a la ciudad de Quito y los sistemas menores, con caudales bajos, sirven a las parroquias rurales.

3.2 Presentación y análisis de resultados

Con el conocimiento de la información expuesta en los acápite anteriores, y siguiendo la metodología se procedió a realizar una síntesis general de los principales problemas e

impactos ambientales en cada una de las microcuencas seleccionadas, y seguidamente anclar esta información a los macrovectores, definidos al final del proceso.

Con estos elementos se pasa a formular el Plan de Gestión Ambiental Integrado, optimizando la estructura de programas y subprogramas de los Planes de Manejo de las microcuencas, ahora bajo el enfoque ecosistémico, “cuyo objetivo es considerar la interacción sociedad-naturaleza de una manera integral permitiendo el análisis interdisciplinario de las causas e impactos ambientales de esta interacción, abriendo las perspectivas hacia una Gestión Ambiental de tipo preventivo, y actuando al mismo tiempo de manera remedial sobre problemas ambientales específicos” (Zamalloa y Díaz, 2005).

3.2.1 Síntesis de los problemas, causas y efectos ambientales comunes en las microcuencas de captación de los principales sistemas de agua potable para Quito.

3.2.1.1 Microcuencas del Sistema Noroccidente

La información se sintetiza desde los estudios de diagnóstico y PMA para las microcuencas hidrográficas del Sistema de AP Noroccidente, elaborado por Gavilanes, X. et al. (2011), a través de contrato de consultoría con la EPMAPS.

En la tabla 53, se sintetizan los principales problemas, causas y efectos ambientales que se identificaron en las microcuencas aportantes a este Sistema.

Tabla 53.- principales problemas causas y efectos ambientales existentes en las microcuencas aportantes al Sistema Noroccidente

PROBLEMAS PRINCIPALES	CAUSA	EFECTO
Ocurrencia de quemas de vegetación de pajonal y matorral	Falta de educación y sensibilización ambiental de habitantes y autoridades	Disminución y deterioro de las superficies de bosques primarios y pajonales

Deterioro de las condiciones naturales del suelo,	Uso de agroquímicos y de tecnologías inapropiadas en la explotación agrícola.	La productividad muy baja de los cultivos, que amenazan ampliar la frontera agrícola y pecuaria
Reemplazo de pajonal y matorral por pastizales y cultivos tradicionales	Falta de capacitación en uso y manejo sostenible de las tierras	Uso limitado de los recursos y servicios ambientales que ofrecen
Baja productividad de los cultivos agrícolas	La actividad se desarrolla a altitudes superiores a 3400 m donde el uso de suelo no es para agricultura	Deterioro de los ecosistemas. La actividad no representa ganancias
Manejo extensivo de ganado bobino (bravo), ovino y equino en el páramo	Falta de ordenamiento del suelo en función de su vocación	Afecta muy significativamente a la contaminación hídrica por descarga de materia orgánica proveniente del pastoreo extensivo de ganado.
Perturbación de especies de flora y fauna silvestres (especialmente anfibios)	Presencia de ganado vacuno, ovino y equino	Disminución de las poblaciones
Rompimiento del drenaje natural	Apertura de vías	Pérdida de humedad y marchitamiento de vegetación en las áreas bajo el corte de vía
Baja productividad de las explotaciones ganaderas extensivas	La actividad se desarrolla a altitudes superiores a 3400 m donde no hay suficiente alimento y el ganado tiene que dispersarse en grandes extensiones de páramo haciendo menos eficiente su reproducción y engorde.	Se pierde el control sobre su número y ubicación
Conflicto de intereses entre los actores	Existe una población concreta de 20 familias que viven en base a la producción agropecuaria	Continúa el conflicto por el uso del suelo
Disminución de los bosques primarios de la parte alta	No hay control de la deforestación ni del avance de la frontera agrícola	Pérdida de áreas de bosque primario y aumento del secundario
Pérdida de cobertura vegetal pérdida del edafón y su capacidad productiva debido a que son suelos de formación reciente y poco agregada.	Agricultura y ganadería ubicados en zonas de ladera sin prácticas adecuadas para el manejo de los suelos,	Erosión del suelo e inestabilidad de taludes.
Entrada ilimitada de turistas	Falta planificación y control del desarrollo de las actividades turísticas	Deterioro de la cobertura vegetal. Contaminación por basura. Perturbación de especies silvestres
Introducción de especies exóticas como ciprés	Plantaciones en linderos de los terrenos	Afectación a la calidad visual del paisaje
Falta de ejecución de proyectos de conservación y protección	Falta de coordinación entre actores	Incremento de áreas deforestadas
Desconocimiento de datos meteorológicos	Falta de estaciones meteorológicas para monitorear el clima	No se puede realizar estudios hidrológicos
Habrán un incremento o disminución en los caudales afluentes a los sistemas de AP	Períodos más prolongados de sequía y períodos con mayor cantidad de lluvias	Que conllevaría a afectaciones en la calidad del agua debido a un mayor escurrimiento, erosión y arrastre de sedimentos, así como de cualquier elemento contaminante. Y en época de escasez racionamiento a las poblaciones

Tabla 53 (Cont.). Fuente: Gavilanes, X. et ál. (2011). Realizado: Flores, A. (2014)

Según concluyen Gavilanes, X., et ál. (2011), la zona de aportación al sistema Noroccidente cuenta con un ambiente muy favorable para la conservación de los ecosistemas, dado por la invaluable labor que han desarrollado organizaciones ligadas a la conservación como es el caso de la Fundación Jocotoco, y la EPMAPS.

En general, a los ecosistemas de estas cuencas se los puede considerar con una buena salud, dado los niveles de regulación que tienen respecto de la cantidad de agua que se mantiene al interior de los ecosistemas, y forman la reserva para las épocas de verano, sin embargo es importante entrar en un nivel de diálogo y acuerdos con el sector de las haciendas con la finalidad de controlar el avance de la frontera agrícola que es el factor que puede desbalancear en el futuro mediano los niveles actuales de conservación.

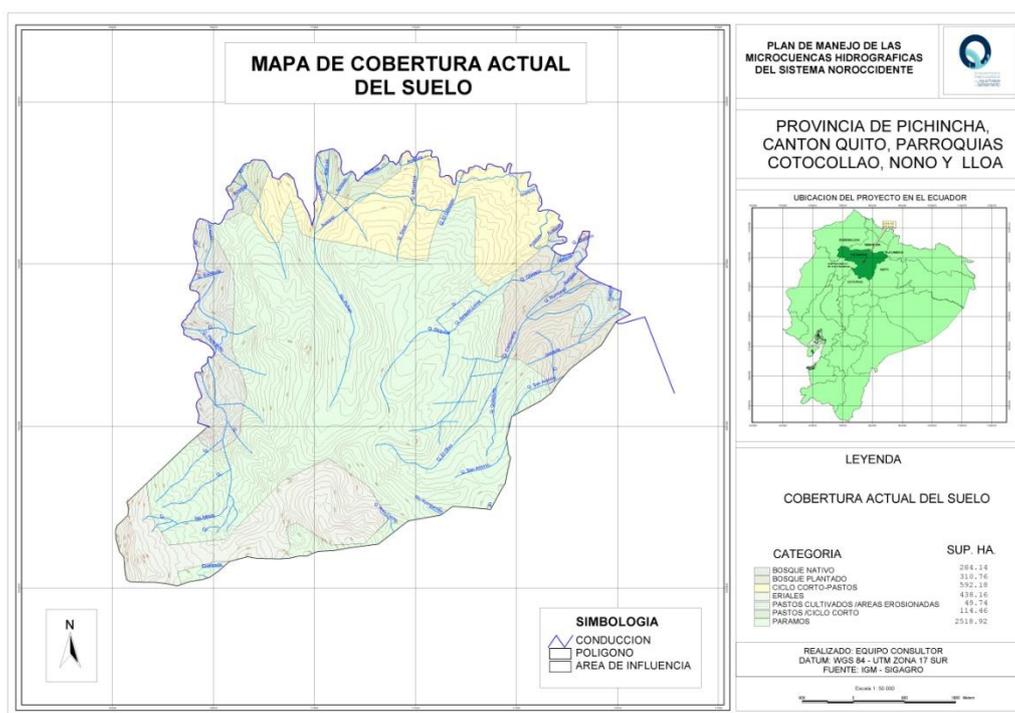
Los suelos que están bajo la producción agrícola son relativamente pocos, dada la altitud y mano de obra, es decir que la agricultura es una actividad de menos cuidado que la ganadería, y si tomamos en cuenta que muchos de los agricultores de las cuencas del Alambi, Mindo, y Pichan son personas que viven en las zonas más bajas y además trabajan en la ciudad de Quito, lo que limita ésta actividad. Sin embargo, la frontera agrícola y pecuaria en estas microcuencas es muy alta, es decir los cultivos llegan hasta los 3 600 msnm, y la ganadería cerca de los 4000 msnm, lo que es preocupante dentro de la conservación de las fuentes de agua.

La **parte alta del Rio Monjas**, la constituyen las quebradas Santa Ana y Singuna, donde se observa un claro ejemplo de la relación de la zona de provisión con el urbanismo, de allí que los estudios referidos, indican que el trabajo debe estar orientado a crear una legislación del distrito metropolitano, orientada a precautelar los ecosistemas de donde en los actuales momentos se está captando el agua para poder servir a la misma ciudad, esto implica

ser muy rigurosos en la planificación del territorio, la regulación del uso del suelo, así como en el control del avance de la frontera agrícola, de la urbanización y del turismo.

El uso actual del suelo en las microcuencas del Sistema Noroccidente se encuentra distribuido como se muestra la figura 36, cubriendo una superficie total de 4 288,36 ha.

Figure 36.- Mapa de cobertura actual del suelo en las microcuencas del Sistema Noroccidente



Fuente: Gavilanes, X. et ál. (2011)

3.2.1.2 Microcuencas del Sistema Centro Occidente

La información que se describe en los párrafos siguientes se ha sintetizado de los estudios realizados para formular el Plan de Manejo de las Microcuencas Hidrográficas que abastecen al Sistema Centro Occidente, aducciones Atacazo – Lloa - Pichincha, realizados por Escobar, R. et ál. (2011), a través de contrato de consultoría con la EPMAPS.

Entre los **principales problemas** relacionados con la degradación de los recursos naturales que afectan a la cantidad y calidad del agua requerida para la operación adecuada del Sistema Centro Occidente, se encuentran los que se presentan en la tabla 54.

Tabla 54.- Síntesis de los principales problemas causas y efectos ambientales existentes en las microcuencas aportantes al Sistema Centro Occidente

PROBLEMAS PRINCIPALES	CAUSA	EFECTO
Ocurrencia de quemas de vegetación de pajonal y matorral	Falta de educación y sensibilización ambiental de habitantes y autoridades	Disminución y deterioro de las superficies de bosques primarios y pajonales
Pérdida de cobertura vegetal pérdida del edafón y su capacidad productiva debido a que son suelos de formación reciente y poco agregada.	Agricultura y ganadería ubicados en zonas de ladera sin prácticas adecuadas para el manejo de los suelos,	Erosión del suelo e inestabilidad de taludes.
Disminución de los bosques primarios de la parte alta	No hay control de la deforestación ni del avance de la frontera agrícola	Pérdida de áreas de bosque primario y aumento del secundario
Incremento de áreas cubiertas de vegetación indicadora de disturbio ambiental	Retiro o deterioro de las cubiertas vegetales originales	Deterioro de los ecosistemas y su oferta ambiental
Baja productividad de los cultivos agrícolas	La actividad se desarrolla a altitudes superiores a 3400 m donde el uso de suelo no es para agricultura	Deterioro de los ecosistemas. La actividad no representa ganancias
Sobrepastoreo	No se controla la capacidad de carga animal	Compactación del suelo y arrastre de sedimentos y contaminación biológica por escorrentía pluvial.
Reemplazo de pajonal y matorral por pastizales y cultivos tradicionales	Falta de capacitación en uso y manejo sostenible de las tierras	Uso limitado de los recursos y servicios ambientales que ofrecen
Disecación de humedales	Pérdida de vegetación natural	Pérdida de la capacidad reguladora de la escorrentía pluvial
Rompimiento del drenaje natural	Apertura de vías	Pérdida de humedad y marchitamiento de vegetación en las áreas bajo el corte de vía
Deforestación de los remanentes de bosque natural	Avance de la frontera agrícola, y la ampliación de pastizales	Pérdida del bosque primario, limitando la infiltración de agua y produciendo mayor escorrentía. Disminución de la regulación de caudales
Manejo extensivo de ganado bobino (bravo), ovino y equino en el páramo	Falta de ordenamiento del suelo en función de su vocación	Afecta muy significativamente a la contaminación hídrica por descarga de materia orgánica proveniente del pastoreo extensivo de ganado.
Contaminación del agua	Ganado bebe el agua en los tramos de canales de aducción descubiertos o pasta aguas arriba de las captaciones	Mayores costos de tratamiento
Introducción de especies exóticas como ciprés	Plantaciones en linderos de los terrenos	Afectación a la calidad visual del paisaje
Deterioro de las condiciones naturales del suelo,	Uso de agroquímicos y de tecnologías inapropiadas en la explotación agrícola	La productividad muy baja de los cultivos, que amenazan ampliar la frontera agrícola y pecuaria

Perturbación de especies de flora y fauna silvestres (especialmente anfibios)	Presencia de ganado vacuno, ovino y equino	Disminución de las poblaciones
Conflicto de intereses entre los actores	Falta de concertación entre actores que desarrollan actividades productivas	Continúa el conflicto por el uso del suelo
Ausencia de proyectos de ecoturismo ejecutados por la comunidad que beneficien a los actores	No existen iniciativas para fomentar ecoturismo	Escasos ingresos económicos en la población del área de influencia
Falta de ejecución de proyectos de conservación y protección	Falta de coordinación entre actores	Incremento de áreas deforestadas
Ausencia de señalización y falta de educación ambiental para los turistas	Escasa planificación de actividades ecoturísticas	Turismo desordenado que impacta al ecosistema
Influencia de infraestructura a cargo de otras instituciones (OCP, SOTE)	Los acueductos que traen agua de la cuenca amazónica se han visto obligados de tomar los mismos trazados del OCP y SOTE	Riesgo de contaminación por rompimiento de tubería
Desconocimiento de datos meteorológicos	Falta de estaciones meteorológicas para monitorear el clima	No se puede realizar estudios hidrológicos
Habrà un incremento o disminuci3n en los caudales afluentes a los sistemas de AP	Períodos más prolongados de sequía y períodos con mayor cantidad de lluvias	Que conllevaría a afectaciones en la calidad del agua debido a un mayor escurrimiento, erosión y arrastre de sedimentos, así como de cualquier elemento contaminante. Y en época de escasez racionamiento a las poblaciones

Tabla 54 (Cont.). Fuente: Escobar, R. et ál. (2011).Elaborado: Flores, A. (2014)

Concluyendo, cabe resaltar que en las microcuencas abastecedoras al Sistema Centro Occidente se han identificado problemas de diferente índole, ocasionados por procesos naturales, por diversas formas e intensidades de aprovechamiento y explotación de los recursos naturales, por intereses y conflictos de los diversos actores sociales, y otros. Problemas que sumados y combinados han dado como resultado importantes sectores de las microcuencas y sus recursos naturales con diferente grado de degradación, cultivos agrícolas con baja productividad, destrucción de la vegetación natural, la erosión de los suelos, contaminación del agua, organizaciones campesinas debilitadas, e instituciones cuyo apoyo es muy limitado en cuanto a la gestión para la conservación de los recursos naturales en estas microcuencas.

La superficie de las microcuencas, para el caso del sistema Centro Occidente asciende a un total de 7 292 hectáreas.

3.2.1.3 Microcuenca del Sistema Pita

La información que se presenta ha sido sintetizada de los estudios de Diagnóstico del Plan Maestro de Agua Potable y Alcantarillado de DMQ y del Estudio de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático del sistema de agua potable Pita – Puengasí y sus cuencas abastecedoras contratados por la EPMAPS (2009) y por el MAE y la Secretaría General de la Comunidad Andina (2012), respectivamente.

Los principales problemas ocasionados por diferentes causas y que estarían afectando la calidad y cantidad del recurso hídrico, se muestran en la tabla 55.

Tabla 55.- Síntesis de los principales problemas causas y efectos ambientales existentes en las microcuencas aportantes al Sistema Pita

PROBLEMAS PRINCIPALES	CAUSA	EFECTO
Reemplazo de pajonal y matorral por pastizales y cultivos tradicionales	Falta de capacitación en uso y manejo sostenible de las tierras	Uso limitado de los recursos y servicios ambientales que ofrecen
Ocurrencia de quemas de vegetación de pajonal y matorral	Falta de educación y sensibilización ambiental de habitantes y autoridades	Disminución y deterioro de las superficies de bosques primarios y pajonales
Deterioro de las condiciones naturales del suelo	Uso de agroquímicos y de tecnologías inapropiadas en la explotación agrícola	La productividad muy baja de los cultivos, que amenazan ampliar la frontera agrícola y pecuaria
Disecación de humedales	Pérdida de vegetación natural	Pérdida de la capacidad reguladora de la escorrentía pluvial
Rompimiento del drenaje natural	Apertura de vías	Pérdida de humedad y marchitamiento de vegetación en las áreas bajo el corte de vía
Baja productividad de los cultivos agrícolas	La actividad se desarrolla a altitudes superiores a 3400 m donde el uso de suelo no es para agricultura	Deterioro de los ecosistemas. La actividad no representa ganancias
Deforestación	Ampliación de áreas de pastizales	Evita la infiltración de agua y produce mayor escorrentía Disminución de caudales
Sobrepastoreo	No se controla la capacidad de carga animal	Compactación del suelo y arrastre de sedimentos y contaminación biológica por escorrentía pluvial.
Pérdida de cobertura vegetal	Manejo intensivo de ganado lechero	Compactación del suelo pérdida de su estructura que favorece su erosión.
Existe gran cantidad de ganado disperso "sin dueño" en pastoreo.	Falta de ordenamiento del suelo en función de su vocación	Afecta muy significativamente a la contaminación hídrica por descarga de materia orgánica proveniente del pastoreo extensivo de ganado.
Entrada ilimitada de turistas	Falta mayor control de las actividades turísticas	Deterioro der la cobertura vegetal. Contaminación por basura. Perturbación de especies silvestres

Ausencia de señalización y falta de educación ambiental para los turistas	Escasa planificación de actividades ecoturísticas	Turismo desordenado que impacta al ecosistema
En ninguna derivación existen regletas para que las partes puedan medir y visualizar el caudal efectivamente derivado.	Falta control y gestión de la autoridad administradora del agua.	Disputa y conflictos por el uso del recurso en época de estiaje. Se agudizará el problema en los próximos años
Se capta todo el caudal del río en época de estiaje.	El uso del recurso sin conciencia ambiental ni social por parte de los usuarios aguas arriba de la captación.	Conflictos de intereses entre todos los usuarios del recurso en la cuenca.
Contaminación de agua	Ganado pasta aguas arriba de las captaciones causando contaminación del agua	Mayores costos de tratamiento
Ausencia de proyectos de ecoturismo que beneficien a los actores	No existen iniciativas consensuadas para fomentar ecoturismo	Proyectos aislados en función de intereses particulares
Falta de formulación y ejecución de proyectos de conservación y protección	Falta de coordinación entre actores	Incremento de áreas deterioradas
Disecación de humedales	Pérdida de vegetación natural	Desplazamiento de especies primarias
Perturbación de especies de flora y fauna silvestres (especialmente anfibios)	Presencia de ganado vacuno, ovino y equino	Disminución de las poblaciones
Pesca y caza ilegal con uso de mecanismos y productos perjudiciales.	Falta de control de parte de las autoridades	Ahuyentamiento y disminución de especies que tienen como hábitat permanente o temporal el ecosistema de páramo.
Zonas de Bosque de pinos explotado presentan un serio deterioro del suelo (secamiento del suelo y de la vegetación nativa, con pérdida importante de la capacidad de retención de agua)	Introducción de especies exóticas de árboles en el páramo (pinos)	Afectación negativa al equilibrio hidrológico y ecológico
Degradación de la cobertura vegetal de páramo	Circulación de vehículos a través de senderos abiertos en el pajonal	Alteración del equilibrio ecológico Y de las zonas de vida
Presencia de gran cantidad de material suelto en la cuenca	Derrames de arenas volcánicas	Contaminación del agua por sedimentos
Falta de interés de los actores en ejecución de proyectos de conservación	No existe participación de actores	Disminución de ingresos económicos
La EPMAPS con limitada capacidad de decisión sobre la gestión de conservación de la cuenca	Influencia de otras instituciones como el MAE, SENAGUA y gobiernos de otros cantones y provincias	Falta de integración de actores. No están conformada las unidades de cuencas
Influencia de infraestructura a cargo de otras instituciones (OCP, SOTE)	Los acueductos que traen agua de la cuenca amazónica se han visto obligados de tomar los mismos trazados del OCP y SOTE	Riesgo de contaminación por rompimiento de tubería
Desconocimiento de datos meteorológicos	Falta de estaciones meteorológicas para monitorear el clima	No se puede realizar estudios hidrológicos
Habrà un incremento o disminución en los caudales afluentes a los sistemas de AP	Períodos más prolongados de sequía y períodos con mayor cantidad de lluvias	Que conllevaría a afectaciones en la calidad del agua debido a un mayor escurrimiento, erosión y arrastre de sedimentos, así como de cualquier elemento contaminante. Y en época de escasez racionamiento a las poblaciones

Tabla 55 (Cont.). Fuente: MAE. (2012).Elaborado: Flores, A. (2014)

Concluyendo, se puede mencionar que en la zona de la microcuenca del río Pita, los problemas más significativos se relacionan con el pastoreo de ganado vacuno (sin dueño aparente) y la incursión de turistas y pescadores furtivos. La presencia de ganado y el pisoteo de la zona de pastos naturales y páramo, afectan a la vegetación natural y el suelo, alterando sus características de regulación hídrica. Por otro lado contribuyen a la contaminación de las nacientes de agua por coliformes, producto de las deposiciones del ganado en forma directa o por escurrimiento luego de las lluvias.

La presencia de un sinnúmero de vías carrozables y senderos para acceso de los pobladores locales, de los operadores de la empresa, de los operadores de los canales, de los turistas y cazadores en la parte alta de la cuenca, es un problema crítico porque recorren la parte interna del Parque Nacional y el área de páramo de almohadillas. Estas vías, que tienen un ancho de tres a cuatro metros, son abiertas por diferentes frentes y corren paralelas al supuesto camino principal, lo cual le impregna además del daño por compactación al ecosistema natural páramo, un impacto visual negativo.

Actualmente, la vigilancia sobre estas incursiones es muy baja. Los cuidadores de la hacienda Mudadero, contratados por la EPMAPS, hacen esfuerzos pero su capacidad es limitada. Los guardaparques del MAE vigilan la entrada de turistas pero no tienen la capacidad de cuidar los límites del Parque Nacional Cotopaxi para evitar la entrada de ganado.

También existen amenazas originadas en presiones antrópicas sobre los ecosistemas de la cuenca. La agricultura, el exceso de pastoreo, la quema y plantación de especies exóticas de árboles en el páramo han afectado negativamente el equilibrio hidrológico (menos precipitaciones, más evapotranspiración), así como la hidrología interna de suelo, habiéndose reducido su capacidad de esponja.

Por otro lado, la calidad del agua se ve afectada por la presencia de derrames de arenas volcánicas, principalmente del volcán Cotopaxi. La EPMAPS, en coordinación con el Parque Nacional Cotopaxi, construyen muros de contención y de desvío del agua contaminada hacia otros drenajes que no aportan al río Pita, no deja de ser una solución temporal, costosa y no necesariamente durable, puesto que los muros soportan los embates de la escorrentía y, en caso de erupción volcánica, de flujos piroclásticos o lahares. Otras medidas complementarias para prevenir la contaminación del agua con material volcánico son los puentes y embaulados sobre los canales de agua (en especial del canal Alumíes).

Las áreas explotadas de pinos presentan un serio deterioro (secamiento del suelo y de la vegetación nativa, con pérdida importante de la capacidad de retención de agua) de ahí que existe una gran preocupación, sobre todo de los operadores del sistema, sobre nuevas iniciativas privadas de continuar plantando pino.

Finalmente, otro problema relevante lo constituye la falta de un mecanismo para repartir la escasez. En época de estiaje cada usuario procura captar “parte” lo cual es más fácil para los que están aguas arriba, según lo indica la EPMAPS. Sin embargo, otros usuarios afirman que cada año, en periodos de estiaje, el sistema Pita Puengasí capta toda el agua del río Pita, secándole por completo hasta unos 400 metros aguas abajo de la bocatoma. En este tramo se seca una cascada, lo cual produce reclamos por el mantenimiento de un caudal ecológico, sobre todo de los operadores turísticos (especialmente los relacionados con la cascada aguas abajo de la bocatoma del sistema Pita).

La superficie de gestión en esta microcuenca, corresponde al área de captación del sistema Pita-Puengasí, es decir, la zona receptora de drenaje por encima del punto de bocatoma del sistema Pita-Puengasí que abarca 19 010,97 hectáreas (CLIRSEN-EMAAP-Q, 2006, citado en MAE, 2012).

3.2.1.4 Microcuencas del Sistema Papallacta

La información que se presenta en los párrafos siguientes se ha sintetizado de los estudios de Diagnóstico y Plan de Manejo de la cuenca y subcuencas hidrográficas de captación para el Sistema Papallacta y de Diagnóstico y PMA de los Embalses, Salve Faccha, Succus y Mogotes, realizados por COSTECAM. (2006 a) y Tufiño, P., et ál., (2011 a), respectivamente.

En la tabla 56, se sintetizan los problemas identificados en las microcuencas de este sistema.

Tabla 56.- Síntesis de los principales problemas causas y efectos ambientales existentes en las microcuencas aportantes al Sistema Pita

PROBLEMAS PRINCIPALES	CAUSA	EFECTO
Deforestación en las zonas bajas de las cuencas	Ampliación de áreas de pastizales	Evita la infiltración de agua y produce mayor escorrentía Disminución de caudales
Sobrepastoreo	No se controla la capacidad de carga animal	Compactación del suelo y arrastre de sedimentos y contaminación biológica por escorrentía pluvial.
Ocurrencia de quemas de vegetación de pajonal y matorral	Falta de educación y sensibilización ambiental de habitantes y autoridades	Disminución y deterioro de las superficies de bosques primarios y pajonales
Descomposición de materia orgánica proveniente de la vegetación y organismos circundantes a las lagunas	Cambios estacionales en el nivel de agua de los embalses	Deterioro de la calidad del agua
Disminución apreciable de especies de flora y fauna acuática original	La inundación de las zonas que antes no estaban inundadas, caso de Mogotes	Desequilibrio del ecosistema acuático
Pérdida de conectividad entre los ecosistemas acuáticos	La presencia de la infraestructura del embalse sin una estructura adecuada para mitigar este problema	Interrupción del flujo genético
Rompimiento del drenaje natural	Apertura de vías	Pérdida de humedad y marchitamiento de vegetación en las áreas bajo el corte de vía
Interrupción de los corredores ecológicos	Barreras geográficas constituidas por la implantación de las captaciones, presas y vías.	Afectación a los procesos de dispersión e intercambio genético para las poblaciones de peces y otros organismos asociados a los ecosistemas acuáticos y terrestres.
Permanente variación de nivel de agua que soportan las lagunas represadas	Regulación del flujo de agua que abastece a las poblaciones	Alteración de los hábitats de la avifauna
Existe una fuente importante de nutrientes al embalse	Podrían ser las heces de las truchas, las cuales son abundantes particularmente en Salve Faccha y Mogotes	Deterioro de la calidad del agua y disminución de la vida útil del embalse

No se puede realizar una valoración más precisa del estado trófico de los embalses	No se cuenta con el balance de masas de los principales parámetros, incluyendo el fósforo La información referente a caudales y calidad del agua de los afluentes a los embalses, así como de salida de los mismos no son suficientes y tampoco periódicos. No se cuenta con información para determinar la dinámica de los sedimentos a los embalses ni sobre una caracterización de los mismos.	Cambios perniciosos paulatinos en la calidad del agua de los embalses y en sus poblaciones biológicas, que podrían interferir significativamente en la utilización de dicha fuente.
Inicio lento de procesos de eutrofización (enriquecimiento de nutrientes en aguas superficiales)	Entrada de nutrientes y materia orgánica a través de los tributarios del embalse	Deterioro paulatino de la calidad del agua y disminución de la vida útil del embalse
Existe gran cantidad de ganado disperso "sin dueño" en pastoreo.	Falta de ordenamiento del suelo en función de su vocación	Afecta muy significativamente a la contaminación hídrica por descarga de materia orgánica proveniente del pastoreo extensivo de ganado.
Contaminación de las fuentes	Ganado pasta aguas arriba de las captaciones y accede fácilmente a los cauces a beber. Dispersión de materia orgánica con la escorrentía pluvial	Mayores costos de tratamiento
Disecación de humedales	Pérdida de vegetación natural	Pérdida de la capacidad reguladora de la escorrentía pluvial
Perturbación de especies de flora y fauna silvestres (especialmente anfibios)	Presencia de ganado vacuno, ovino y equino	Disminución de las poblaciones
Entrada ilimitada de turistas	Falta mayor control de las actividades turísticas	Deterioro de la cobertura vegetal. Contaminación por basura. Perturbación de especies silvestres
Ausencia de señalización y falta de educación ambiental para los turistas	Escasa planificación de actividades ecoturísticas	Turismo desordenado que impacta al ecosistema
Pesca y caza ilegal con uso de mecanismos y productos perjudiciales.	Falta de control de parte de las autoridades	Ahuyentamiento y disminución de especies de aves residentes y migrantes que tienen como hábitat permanente o temporal el ecosistema lagunares y terrestres.
Conflicto de intereses entre los actores	Falta de concertación entre actores	Continúa el conflicto por el uso del suelo
Ausencia de proyectos de ecoturismo que beneficien a los actores	No existen iniciativas consensuadas para fomentar ecoturismo	Proyectos aislados en función de intereses particulares
Falta de formulación y ejecución de proyectos de conservación y protección	Falta de coordinación entre actores	Incremento de áreas afectadas
La EPMAPS con limitada capacidad de decisión sobre la gestión de conservación de la cuenca	Influencia de otras instituciones como el MAE, SENAGUA y gobiernos de otros cantones y provincias	Falta de integración de actores. No están conformada las unidades de cuencas
Influencia de infraestructura a cargo de otras instituciones (OCP, SOTE)	Los acueductos que traen agua de la cuenca amazónica se han visto obligados de tomar los mismos trazados del OCP y SOTE	Riesgo de contaminación por rompimiento de tubería
Desconocimiento de datos meteorológicos	Falta de estaciones meteorológicas para monitorear el clima	No se puede realizar estudios hidrológicos
Falta de delimitación de las tierras de propiedad comunal	Falta de normativas que regulen la tenencia de la tierra en el parque NCAY	Conflicto entre la comunidad, PNCAY y EPMAPS
Habrà un incremento o disminución en los caudales afluentes a los sistemas de AP	Períodos más prolongados de sequía y períodos con mayor cantidad de lluvias	Que conllevaría a afectaciones en la calidad del agua debido a un mayor escurrimiento, erosión y arrastre de sedimentos, así como

		de cualquier elemento contaminante, y en época de escasez, racionamiento a las poblaciones
--	--	--

Tabla 56 (Cont.). Fuente: COSTECAM. (2006 a) y Tufiño, P., et ál., (2011). Elaborado: Flores, A. (2014)

Concluyendo, se puede mencionar que, entre las mayores preocupaciones en el caso de este sistema están sus embalses, y su vinculación a los procesos de eutrofización (enriquecimiento de nutrientes en aguas superficiales) los que según resultados preliminares analizados en base a datos de monitoreo de parámetros físicos, químicos, microbiológicos y biológicos del agua, recabados por más de 10 años por la EPMAPS, revelan que los embalses del Sistema Papallacta se encuentran, en mayor o menor grado, en un avance progresivo, lento de su estado trófico, consecuencia de factores tanto antrópicos como naturales. (Tufiño, P., et ál., 2011a). Al respecto se requiere un análisis más profundo del grado trófico de los embalses, para lo cual hace falta levantar más información. Realizar un balance de masas de los principales parámetros, incluyendo el fósforo; levantar la información referente a caudales y calidad del agua de los afluentes, así como de los efluentes de los embalses.

Tampoco se cuenta con información para determinar la dinámica de los sedimentos a los embalses ni sobre una caracterización de los mismos. Aunque en la operación del embalse Salve Faccha, los sedimentos son extraídos por las compuertas de fondo para prevenir que sean transportados hacia la Planta Potabilizadora Bellavista.

Existe una fuente importante de nutrientes al embalse que podrían ser las heces de las truchas, las cuales son abundantes particularmente en Salve Faccha y Mogotes.

En cuanto a las macrófitas, los estudios llevados a cabo por Esteban Terneus (2011) citado por Tufiño, et ál. (2011a) muestran que todos los ecosistemas represados han sufrido

deterioros paulatinos de su salud ambiental, provocados principalmente por la permanente variación de nivel de agua que soportan las lagunas represadas para regular el flujo del agua que abastece a las poblaciones

Por otro lado, están los problemas que fueron provocados por la implantación de la presa, como son los procesos de descomposición de la materia orgánica que fue inundada, y la consecuente afectación a la flora y fauna relacionadas. Las lagunas de Loreto y Mogotes ubicadas dentro del Parque Nacional Cayambe-Coca, actualmente interconectadas al sistema de captación de agua Papallacta, tenían un promedio de 10–12 especies de plantas acuáticas vasculares. En la actualidad estas lagunas se han convertido en gigantescos estanques de almacenamiento de agua con una disminución apreciable de su vegetación acuática original (Terneus, 2011, citado por Tufiño, et ál. 2011a).

Las represas en general actúan como barrera geográfica en los procesos de dispersión e intercambio genético para las poblaciones de peces y otros organismos asociados. La población de la especie acuática *Myriophyllum quitense*, cuyo rango de distribución espacial en la zona de influencia de este sistema está restringida únicamente a la zona litoral de la lagunilla contigua a Mogotes y sus afluentes, es un ejemplo de aislamiento genético por efectos del represamiento.

Por último se encuentran los problemas relacionados con los efectos del cambio climático que podrían afectar a los recursos hídricos en cuanto a la calidad y cantidad. Estos problemas se deberían a deficiencias del recurso en épocas de estiaje, por lo tanto menor capacidad de proveer agua a los usuarios; así como también por precipitaciones más intensas y prolongadas en épocas de lluvias, lo que acarrearía un incremento de deslizamientos, desbordamientos de ríos e inundaciones. El incremento en los caudales conllevaría también afectaciones a la calidad del agua debido a un mayor escurrimiento y arrastre de sedimentos,

así como de cualquier elemento contaminante (Doornbos, 2009 citado por Tufiño et ál 2011a).

El área total de estas microcuencas es de aproximadamente 37 000 ha.

3.2.1.5 Microcuencas del Sistema La Mica

El presente numeral se ha estructurado con información sintetizada de los estudios de Diagnóstico y Plan de Manejo de la cuenca y subcuencas hidrográficas de captación para el Sistema La Mica y del Diagnóstico y PMA del Embalse La Mica, realizados por COSTECAM, (2006 b) y Tufiño P., et ál., (2011b).

En síntesis los principales problemas identificados en las microcuencas del sistema la Mica se muestran en la tabla 57.

Tabla 57.- Síntesis de los principales problemas causas y efectos existentes en las microcuencas aportantes al Sistema La Mica

PROBLEMAS PRINCIPALES	CAUSA	EFEECTO
Ocurrencia de quemas de vegetación de pajonal y matorral	Falta de educación y sensibilización ambiental de habitantes y autoridades	Disminución y deterioro de las superficies de bosques primarios y pajonales
Existe gran cantidad de ganado disperso "sin dueño" en pastoreo.	Falta de ordenamiento del suelo en función de su vocación	Afecta muy significativamente a la contaminación hídrica por descarga de materia orgánica proveniente del pastoreo extensivo de ganado.
Perturbación de especies de flora y fauna silvestres (especialmente anfibios)	Presencia de ganado vacuno, ovino y equino	Disminución de las poblaciones
Rompimiento del drenaje natural	Apertura de vías	Pérdida de humedad y marchitamiento de vegetación en las áreas bajo el corte de vía
Contaminación de las fuentes	Ganado pasta aguas arriba de las captaciones y accede fácilmente a los cauces a beber. Dispersión de materia orgánica con la escorrentía pluvial	Mayores costos de tratamiento
Descomposición de materia orgánica proveniente de la vegetación y organismos circundantes a las lagunas	Cambios estacionales en el nivel de agua de los embalses	Deterioro de la calidad del agua
Disminución apreciable de especies de flora y fauna acuática original	La inundación de las zonas que antes no estaban inundadas	Desequilibrio del ecosistema acuático
Pérdida de conectividad entre los ecosistemas acuáticos.	La presencia de la infraestructura de captación, embalse y vías sin una estructura adecuada para	Interrupción del flujo genético

	mitigar este problema	
Interrupción de los corredores ecológicos	Barreras geográficas constituidas por la implantación de las captaciones, presas y vías.	Afectación a los procesos de dispersión e intercambio genético para las poblaciones de peces y otros organismos asociados a los ecosistemas acuáticos y terrestres.
Permanente variación de nivel de agua que soportan las lagunas represadas	Regulación del flujo de agua que abastece a las poblaciones	Alteración de los hábitats de la avifauna
Existe una fuente importante de nutrientes al embalse	Podrían ser las heces de las truchas, las cuales son particularmente abundantes en la Mica	Deterioro de la calidad del agua y disminución de la vida útil del embalse
Disecación de humedales	Pérdida de vegetación natural	Desplazamiento de especies primarias
No se puede realizar una valoración más precisa del estado trófico de los embalses	No se cuenta con el balance de masas de los principales parámetros, incluyendo el fósforo La información referente a caudales y calidad del agua de los afluentes a los embalses, así como de salida de los mismos no son suficientes y tampoco periódicos. No se cuenta con información para determinar la dinámica de los sedimentos a los embalses ni sobre una caracterización de los mismos.	Cambios perniciosos paulatinos en la calidad del agua de los embalses y en sus poblaciones biológicas, que podrían interferir significativamente en la utilización de dicha fuente.
Inicio lento de procesos de eutrofización (enriquecimiento de nutrientes en aguas superficiales)	Entrada de nutrientes y materia orgánica a través de los tributarios del embalse	Deterioro de la calidad del agua y disminución de la vida útil del embalse
Entrada ilimitada de turistas	Falta mayor control de las actividades turísticas	Deterioro de la cobertura vegetal. Contaminación por basura. Perturbación de especies silvestres
Pesca y caza ilegal con uso de mecanismos y productos perjudiciales.	Falta de control de parte de las autoridades	Ahuyentamiento y disminución de especies de aves residentes y migrantes que tienen como hábitat permanente o temporal el ecosistema lagunares y terrestres.
Falta de formulación y ejecución de proyectos de conservación y protección	Falta de coordinación entre actores	Incremento de áreas afectadas
La EPMAPS con limitada capacidad de decisión sobre la gestión de conservación de la cuenca	Influencia de otras instituciones como el MAE, SENAGUA y gobiernos de otros cantones y provincias	Falta de integración de actores. No están conformada las unidades de cuencas
Influencia de infraestructura a cargo de otras instituciones (OCP, SOTE)	Los acueductos que traen agua de la cuenca amazónica se han visto obligados de tomar los mismos trazados del OCP y SOTE	Riesgo de contaminación por rompimiento de tubería
Habrà un incremento o disminución en los caudales afluentes a los sistemas de AP	Períodos más prolongados de sequía y períodos con mayor cantidad de lluvias	Que conllevaría a afectaciones en la calidad del agua debido a un mayor escurrimiento, erosión y arrastre de sedimentos, así como de cualquier elemento contaminante. Y en época de escasez racionamiento a las poblaciones

Tabla 57 (Cont.). Fuente: COSTECAM, (2006 b) y Tufiño, P., et ál., (2011). Elaborado por: Flores, A. (2014)

Concluyendo para el caso de las microcuencas del Sistema La Mica, vale indicar que el uso de la propiedad privada para fines de beneficio público, trajo como consecuencia conflictos de uso del suelo, que se originaron por los intereses contrapuestos entre los actores involucrados, así, la EPMAPS, para garantizar el funcionamiento del proyecto La Mica-Quito Sur y el abastecimiento futuro de agua para 600 000 habitantes de la zona sur de Quito, tiene la necesidad de preservar los recursos naturales que se encuentran dentro de la cuenca de La Mica.

La cuenca de la Mica cuenta con 4 735 ha dentro de la Reserva Ecológica Antisana (REA); parte de este territorio fue de propiedad privada de la familia Delgado, quien tuvo la potestad de decidir sobre el ingreso de personas a la zona, así como sobre la actividad económica que desarrollaban en su Hacienda Antisana, que comprendió la crianza de alrededor de 8 000 ovejas y 2 000 cabezas de ganado bovino.

El rebaño de ganado ovino, estaba dividido en cuatro manadas las cuales se criaban bajo el sistema de producción extensiva, por lo que el pastoreo se realizaba por sectores y la permanencia del ganado en cada sector dependía de la cantidad de alimento apreciable por los pastores y el tiempo de rotación era de alrededor de 5 meses, lo que dio origen a: i) degradación del pajonal debido a la baja disponibilidad de pastos en la zona; y, ii) compactación del suelo y la pérdida de la cobertura vegetal por el excesivo pisoteo.

El manejo inadecuado de los rediles (corrales móviles), que son los lugares en los que se confina a los animales en la noche, alteró la cobertura vegetal, presentándose procesos de sustitución de las especies nativas de páramo.

Como consecuencia de la actividad pecuaria existen ahora, zonas completamente degradadas (arenales), las que se caracterizan por presentar afloramientos pétreos y la pérdida total de la cobertura vegetal.

Las 2 000 cabezas de ganado bovino bravo, se encuentran dispersas de manera libre y natural dentro y fuera de la Reserva Antisana. La presencia del ganado sin control permite que los animales consuman alimento y agua a voluntad, produciéndose a más de la pérdida de agua, la degradación del pajonal y la alteración de la calidad del agua por el deterioro de las comunidades vegetales de almohadillas, ocasionando una alteración del ecosistema.

En definitiva los problemas descritos que fueron causados por conflictos de usos e intereses, han pasado a constituirse en pasivos ambientales que la EPMAPS debe gestionar, ahora que es propietaria de la Hacienda Antisana.

3.2.2 Identificación de macrovectores comunes en las microcuencas de captación de agua para Quito y sus impactos ambientales

Todas las actividades humanas producen impactos sobre el ambiente, cuya magnitud e intensidad dependerán del tipo de actividad que se trate y de las características propias de los ecosistemas. Estas variables han sido denominadas "Macrovectores", entendiendo el concepto de macrovector como la actividad socioeconómica que por su importancia tiene la capacidad de generar cambios a gran escala y modificar la estructura territorial. Para el caso de las microcuencas de captación se ha seleccionado las siguientes actividades socioeconómicas que de acuerdo a la información levantada en el diagnóstico, generan las mayores repercusiones sobre el uso del suelo y el recurso agua (Zamalloa y Díaz, 2005).

Construcción de infraestructura civil para usos de agua – captaciones

Según COSTECAM (2006 a y b), las captaciones para los diversos usos de agua como el consumo doméstico, afectan significativamente al balance hídrico natural y el ciclo hidrológico del agua debido a la disminución o pérdida del caudal ecológico de los cauces naturales de los ríos bajo las obras de captación, lo cual provoca la desaparición por muerte o migración de las especies, a causa de la destrucción y alteración de su hábitat natural, y dando

cabida a especies nocivas al medio transformándose en un problema controlable. A la fecha no han sido evaluados estos impactos

Este impacto es posiblemente uno de los más significativos y de importancia en los sistemas de AP de la EPMAPS, debido a que en la última década y de acuerdo con datos históricos hidrometeorológicos, en tiempos de baja pluviosidad medianamente prolongados, como los inmediatamente transcurridos durante el fenómeno de El Niño 1992 y 1993, al igual que en el año 2001, fuentes superficiales de primer orden como el río Pita, trabajó con caudales mínimos pues, abastece el acueducto del Sistema Puengasí, quedando casi seco su cauce en los periodos referidos.

Construcción de infraestructura civil para usos de agua – embalses de regulación

Por otro lado, la implantación de presas provoca interrupción de los corredores biológicos y por ende del flujo genético, lo cual genera un desequilibrio ecológico, dado por la pérdida de biodiversidad tanto faunística como florística, ahuyentamiento y migración de especies faunísticas y la introducción de especies florísticas y faunísticas que cambian las condiciones naturales y hábitos de las poblaciones y comunidades originales. A la fecha no ha sido evaluado este impacto, sin embargo, se pueden establecer como indicadores para un análisis no exacto (Hazen & Sawyer, PC., 2009 d).

Las presas con una calidad de impacto altamente significativo, son afectadas por la sedimentación, que se genera por la erosión eólica o hídrica, transformándose en un problema corregible (CAR, 2004).

Construcción de infraestructura civil para usos de agua – vías

La Construcción de infraestructura civil para usos de agua –vías, y demás facilidades causan impactos principalmente por la interrupción de corredores biológicos impidiendo el

flujo genético, lo cual genera un desequilibrio ecológico, por la pérdida de biodiversidad tanto faunística como florística (COSTECAM, 2006 a y b).

Ganadería bajo manejo extensivo

COSTECAM (2006 a y b), sostiene que la presión que ejerce la crianza de ovinos y vacunos a los pajonales del páramo trae consecuencias sobre este ecosistema, con la destrucción de especies reguladoras de la captación, almacenamiento y escurrimiento del agua dada por el constante pisoteo del ganado, así como en la erosión.

Por otro lado, afecta significativamente a la contaminación hídrica por arrastre de coliformes fecales, pudiendo provocar la pérdida una fuente de agua, o implicar mayores costos tanto de tratamiento como de mantenimiento.

La pérdida de una fuente, implica también la pérdida de la inversión en las instalaciones de bocatoma, bombeo y conducción que se abastecían de dicha fuente, obligando a las administraciones municipales a buscar otras fuentes, por lo general distantes, que implican mayores inversiones.

Y qué decir cuando esta contaminación puede llegar a embalses y lagunas acelerando los procesos de eutrofización (proliferación de algas y plantas superiores acuáticas y su acumulación en cantidades excesivas) que conducen a cambios perniciosos en la calidad del agua y en sus poblaciones biológicas, lo cual interfiere significativamente con la utilización por el hombre de dicha fuente.

Expansión de la frontera agrícola, preparación de suelo a través de quema y labranza

MAE (2012), indica que la expansión de la frontera agrícola es una actividad común en las zonas de captación, pero el principal problema consiste en la tala de bosques o vegetación nativa y el uso de las quemadas para la preparación del suelo.

La expansión de la frontera agrícola, se realiza por la necesidad de los habitantes de estas zonas de obtener nuevas áreas de cultivos y pastos. Estas prácticas agrícolas se las realiza sin planificación afectando significativamente a las zonas de captación por la pérdida de ecosistemas frágiles y de cobertura vegetal, así como por alteración de la estructura del suelo dada por la salinización producida por las constantes quemadas.

Agricultura y ganadería tradicional con - uso de tecnologías inapropiadas

Son actividades económicas comunes en las microcuencas de captación, pero la forma y tecnologías son inapropiadas afectando significativamente las condiciones naturales del suelo e incluyendo una posible contaminación de las aguas, por el uso de agroquímicos.

A su vez, el sistema de crianza de ganado intensivo, con una calidad de impacto moderado acciona la erosión, por el sobre pastoreo y debilitamiento de la capa vegetal, transformándose en un problema mitigable.

Agricultura y ganadería tradicional en suelos con diferente vocación y aptitud

Escobar, et ál. (2011), Señalan que la agricultura tradicional y la ganadería son actividades comunes en las microcuencas de captación, pero conllevan sus afectaciones al ambiente, en razón de que tienen lugar zonas de ladera sin prácticas adecuadas para el manejo de los suelos, lo cual favorece la erosión, la pérdida del edafón y su capacidad productiva,

debido a que en el caso de las microcuencas aplicables al presente trabajo están conformadas por suelos de formación reciente y poco agregada.

Con estas prácticas también está relacionada la deforestación, llevada a cabo para cambiar el bosque nativo por pastizales, y parcelaciones, generando gran presión en el ecosistema florístico lo cual contribuye a la disminución de los relictos boscosos facilitando los procesos erosivos y la disminución de la biodiversidad. Afecta además al ciclo hidrológico pues deterioran o eliminan la vegetación que favorece la regulación hídrica, aumentando la escorrentía, y disminuyendo la evapotranspiración y la infiltración.

Turismo ecológico sin planificación ni control, asociado a escenarios naturales privilegiados (miradores naturales, páramos, bosques, ríos, lagunas).

Si bien la actividad turística es una alternativa económica importante para los habitantes y administradores de zonas con alto valor paisajístico como los humedales y páramos ecuatorianos, la falta de control y normas sobre cómo, cuándo y dónde realizarla es un problema, es así que esta actividad se lleva a cabo en las microcuencas de captación pero ha dado lugar a la acumulación de basura, a la fragmentación de la cobertura vegetal debido al tráfico incontrolado de los visitantes, al aumento de los factores de ignición y, por ende, de la frecuencia de conatos e incendios forestales, al deterioro de la calidad del agua, la calidad paisajística y la destrucción de ecosistemas valiosos que es más grave, en la medida en que la actividad suele concentrarse en escenarios naturales de alta fragilidad y baja capacidad de carga. Finalmente, vale considerar los problemas sanitarios, asociados al mal manejo de aguas servidas y residuos sólidos.

Aspectos climáticos y procesos geodinámicos

Si bien es cierto estos aspectos no son actividades socioeconómicas, pero su ocurrencia podrían causar afectación sobre éstas y sobre el medio ambiente donde se

desarrollan. Para el presente caso, aunque el balance hídrico del sistema hidrográfico de todos los sistemas de agua administrados por la EPMAPS es positivo, resulta imperioso el establecimiento de medidas preventivas y/o de mitigación a los efectos del cambio climático que implican una posible escasez del recurso por períodos largos de ausencia de lluvias y que se verán amplificadas por la constante necesidad de la ciudad de Quito de acceder a más fuentes de agua.

De igual forma podrían darse estaciones muy lluviosas que de igual forma pongan en riesgo la infraestructura instalada ya sea por inundaciones, altas tasas de erosión, inestabilidad de taludes y acarreo de grandes cantidades de sedimentos a los cauces (MAE, 2012).

Presión sobre zonas protegidas y otras zonas ambientalmente valiosas por expansión de actividades agrícolas y ganaderas y uso de los recursos de sus ecosistemas.

Los impactos más significativos y comunes sobre las zonas ambientalmente valiosas y por ello protegidas son los debidos a la expansión de los cultivos tradicionales como la papa a zonas de páramo, que emplean grandes cantidades de agroquímicos afectando los suelos y las aguas, la explotación ilegal de madera de los escasos remanentes de bosques primarios y secundarios, la ganadería bajo manejo extensivo, la cacería y el comercio ilegal de especies que afectan la fauna y flora silvestres (CAR, 2004).

Cuatro de los principales sistemas de agua potable que abastecen a Quito, tienen sus captaciones en zonas que merecen mayor protección y cuidado debido a su importancia como productoras de agua y otros servicios ambientales y que son: la Reserva Ecológica Antisana, el Parque Nacional Cayambe Coca, el Bosque Protector Mindo - Nambillo y el parque Nacional Cotopaxi. Ventajosamente tienen un amparo legal para su manejo y gestión, por lo

tanto no es necesario crear nuevas normativas para las microcuencas. Por otro lado el uso de agua para consumo humano está regido por la Ley de Aguas.

La conservación y la protección de los humedales es otra tarea a desarrollar. Las amenazas que se ciernen sobre los embalses Salve Faccha, Sucus, Mogotes, y La Mica ameritan una intervención decidida, así como la protección de pequeños cuerpos de agua de especial significado, como la Laguna de Secas, Papallacata y los humedales de páramo, deben ser un objetivo fundamental.

La urbanización

Los aspectos relevantes del desarrollo social – económico y ambiental están relacionados con la principal concentración urbana que es Quito. En esta área se concentra 15% de la población del país. El proceso de urbanización ocurre en una cuenca con riesgos a desastres naturales, limitada disponibilidad hídrica y conflictos de demanda de agua entre uso para consumo humano y riego, que aumentan aún más importantes impactos ambientales potenciales (Tucci, C.E.M., 2009).

Al aumentar la urbanización también aumenta la competencia por los recursos naturales (aire, suelo y agua) y la presión sobre el medio natural. El ambiente natural y la población son seres vivos y dinámicos que producen efectos interconectados, que sin control pueden llevar a las sociedades al caos.

Según Tucci, C.E.M., (2009), los principales problemas relacionados con la urbanización son los siguientes:

- Gran concentración de población urbana en pequeños espacios;
- Migración y crecimiento sin control en las márgenes de las ciudad y áreas irregulares (informales) y pobres;
- Planificación urbana sólo para las áreas formales;

- Limitada capacidad institucional y fragmentada gestión de los recursos naturales e infraestructura urbana.

Mientras que, los principales problemas en la Gestión Integrada de las Aguas Urbanas, según el mismo autor son:

- Conflicto por el uso del agua entre riego y otros sectores;
- Aumento de la demanda de agua para consumo humano;
- Deterioro de calidad del agua de los ríos y contaminación de las fuentes de agua subterránea.
- Falta de tratamiento de las aguas servidas;
- Aumento de la frecuencia de las crecidas urbanas debido a la impermeabilización del suelo;
- Aumento de la erosión y basura que producen áreas degradadas.

De allí que, la Gestión integrada de los recursos hídricos debe tener como principal objetivo, el aprovechamiento sustentable del recurso, la prevención de desastres naturales y antrópicos y la gestión descentralizada.

Sistematización General de los Macrovectores, Problemas, Efectos e Impactos Ambientales en las Zonas aportantes a los principales sistemas de Agua Potable para Quito.

La tabla 58, muestra un resumen general de lo indicado en los puntos anteriores.

Tabla 58.- Sistematización General de los Macrovectores, Problemas, Efectos e Impactos Ambientales de las Zonas Aportantes a los principales sistemas de Agua Potable para Quito

MACROVECTOR	PROBLEMA	SISTEMA							CAUSA	EFECTO	IMPACTO	
		1	1E	2	2E	3	4	5				
AGRICULTURA Y GANADERIA TRADICIONAL CON - USO DE TECNOLOGÍAS INAPROPIADAS	Deterioro de las condiciones naturales del suelo,					X	X	X	Uso de agroquímicos y de tecnologías inapropiadas en la explotación agrícola	La productividad muy baja de los cultivos, que amenazan ampliar la frontera agrícola y pecuaria	Afecta significativamente por el deterioro de las condiciones naturales del suelo y la posible contaminación de las aguas, por el uso de agroquímicos. El sistema de crianza de ganado intensivo, con una calidad de impacto moderado acciona la erosión, por el sobre pastoreo y debilitamiento de la capa vegetal, transformándose en un problema mitigable	
	Sobrepastoreo	X		X		X	X	X	No se controla la capacidad de carga animal	Compactación del suelo y arrastre de sedimentos y contaminación biológica por escorrentía pluvial.		
	Baja productividad de los cultivos agrícolas	X					X	X	X	La actividad se desarrolla a altitudes superiores a 3400 m donde el uso de suelo no es para agricultura		Deterioro de los ecosistemas. La actividad no representa ganancias
AGRICULTURA Y GANADERIA TRADICIONAL EN SUELOS CON DIFERENTE VOCACIÓN Y APTITUD	Pérdida de cobertura vegetal pérdida del edafón y su capacidad productiva debido a que son suelos de formación reciente y poco agregada			X			X	X	Agricultura y ganadería ubicados en zonas de ladera sin prácticas adecuadas para el manejo de los suelos	Erosión del suelo, Inestabilidad de taludes	Agricultura y ganadería en zonas de ladera sin prácticas adecuadas para el manejo de los suelos, lo cual favorece la erosión, la pérdida del edafón y su capacidad productiva debido a que en el caso de las microcuencas aplicables al presente trabajo están conformadas por suelos de formación reciente y poco agregada. La deforestación para cambiar el bosque nativo por pastizales, y parcelaciones, generan gran presión en el ecosistema florístico lo cual contribuye a la disminución de los relictos boscosos facilitando los procesos erosivos y la disminución de la biodiversidad. Afecta además al ciclo hidrológico del agua pues deteriora o elimina la vegetación que favorece la regulación hídrica, aumentando la escorrentía, y	
	Introducción de especies exóticas como ciprés						X	X	Plantaciones en linderos de los terrenos	Afectación a la calidad visual del paisaje		
	Deforestación de los remantes de bosque natural	X					X	X	X	No hay control de la deforestación ni del avance de la frontera agrícola		Pérdida del bosque primario, limitando la infiltración de agua y produciendo mayor escorrentía. Disminución de la regulación de caudales
	Reemplazo de pajonal y matorral por pastizales y cultivos tradicionales						X	X	X	Falta de capacitación en uso y manejo sostenible de las tierras		Uso limitado de los recursos y servicios ambientales que ofrecen

MACROVECTOR	PROBLEMA	SISTEMA							CAUSA	EFECTO	IMPACTO
		1	1E	2	2E	3	4	5			
	Zonas de Bosque de pinos explotado presentan un serio deterioro del suelo (secamiento del suelo y de la vegetación nativa, con pérdida importante de la capacidad de retención de agua)					X			Introducción de especies exóticas de árboles en el páramo (pinos)	Afectación negativa al equilibrio hidrológico y ecológico	disminuyendo la evapotranspiración y la infiltración.
	Incremento de áreas cubiertas de vegetación indicadora de disturbio ambiental			X			X	X	Retiro o deterioro de las cuberturas vegetales originales	Deterioro de los ecosistemas y su oferta ambiental	
	Conflicto de intereses entre los actores	X	X	X	X	X	X	X	Falta de concertación entre actores que realizan actividades productivas	Continúa el conflicto por el uso del suelo	
EXPANSIÓN DE LA FRONTERA AGRÍCOLA, PREPARACIÓN DE SUELO A TRAVÉS DE QUEMA Y LABRANZA.	Ocurrencia de quemas de vegetación de pajonal y matorral	X		X		X	X	X	Falta de educación y sensibilización de habitantes y autoridades	Disminución y deterioro de las superficies de bosques primarios y pajonales	Afecta significativamente a la capa orgánica por el establecimiento de cultivos en áreas no adecuadas, existen pérdidas de ecosistemas frágiles y de cobertura vegetal, transformándose en un problema corregible. Afecta significativamente a la estructura del suelo por la salinización producida por las constantes quemas
GANADERÍA BAJO MANEJO EXTENSIVO	Manejo extensivo de ganado bobino, ovino y equino en el páramo.	X				X	X	X	Falta de ordenamiento del suelo en función de su vocación	Contaminación hídrica por descarga de materia orgánica proveniente del pastoreo extensivo de ganado.	Afecta moderadamente la infiltración en los suelos por el constante pisoteo, aumentando el nivel de escorrentía, transformándose en un problema corregible.
	Contaminación del agua de las fuentes	X		X		X	X	X	Ganado bebe el agua en los tramos de canales de aducción descubiertos o pasta aguas arriba de las captaciones causando contaminación del agua	Mayores costos de tratamiento	Afecta muy significativamente a la contaminación hídrica por descarga de materia orgánica proveniente del pastoreo extensivo de ganado. Pérdida una fuente de agua cercana, que podría ser abundante, limpia y permanente para el abastecimiento del consumo humano y productivo en áreas urbanas, suburbanas y rurales.
	Existe gran cantidad	X		X		X			Falta de ordenamiento	Afecta muy	

MACROVECTOR	PROBLEMA	SISTEMA							CAUSA	EFECTO	IMPACTO
		1	1E	2	2E	3	4	5			
	de ganado disperso "sin dueño" en pastoreo.								del suelo en función de su vocación	significativamente a la contaminación hídrica por descarga de materia orgánica proveniente del pastoreo extensivo de ganado.	Pérdida de la inversión en las instalaciones de bocatoma, bombeo y conducción de los acueductos municipales que se abastecían de dicha fuente, obligando a las administraciones municipales a buscar otras fuentes, por lo general distantes, que implican mayores inversiones. Sobrecosto para el mantenimiento de bocatoma, bombeo y conducción. Sobrecosto por los procesos de tratamiento de esas aguas. Afecta, en general, moderadamente a la demanda de agua por el deterioro de los ecosistemas de páramo donde pastan, transformándose en un problema controlable. Deterioro de los ecosistemas de páramo.
	Baja productividad de las explotaciones ganaderas extensivas			X		X	X	X	La actividad se desarrolla a altitudes superiores a 3400 m donde no hay suficiente alimento y el ganado tiene que dispersarse en grandes extensiones de páramo haciendo menos eficiente su reproducción y engorde.	Se pierde el control sobre su número y ubicación	
	Perturbación de especies de flora y fauna silvestres (especialmente anfibios)	X		X		X	X	X	Presencia de ganado vacuno, ovino y equino	Disminución de las poblaciones	
CONSTRUCCION DE INFRAESTRUCTURA CIVIL PARA USOS DE AGUA – EMBALSES DE REGULACION URBANIZACION	Descomposición de materia orgánica proveniente del material vegetal circundante a los embalses		X		X				Cambios estacionales en el nivel de agua de los embalses	Deterioro de la calidad del agua	La ubicación de la presa reguladora y de las obras de captación, establecidas de manera general entre el tercio superior y el tercio medio de todo el sistema hidrográfico, promueven la existencia de un área condicional de escurrimiento aguas debajo de la infraestructura hidráulica construida. En este contexto, sobre esta área condicional, se produce una variación en el régimen de escurrimiento y su distribución anual, cuyo efecto más notorio es una reducción de los caudales debido precisamente a las obras de captación y derivación que funcionan con un 95% de garantía. Por lo tanto, el efecto ambiental más nocivo está en esta área condicional. A la fecha
	Disminución apreciable de especies de flora y fauna acuática original		X		X				La inundación de las zonas que antes no estaban inundadas caso de Mogotes	Desequilibrio del ecosistema acuático	
	Pérdida de conectividad entre los ecosistemas acuáticos,		X		X				La presencia de la infraestructura del embalse sin una estructura adecuada para mitigar este problema	Interrupción del flujo genético	
	Permanente variación de nivel de agua que		X		X				Regulación del flujo de agua que abastece	Alteración de los hábitats de la avifauna	

MACROVECTOR	PROBLEMA	SISTEMA							CAUSA	EFECTO	IMPACTO
		1	1E	2	2E	3	4	5			
	soportan las lagunas represadas								a las poblaciones		no ha sido evaluado este impacto
	Disecación de humedales	X		X		X	X	X	Pérdida de vegetación natural	Pérdida de la capacidad reguladora de la escorrentía pluvial	La regulación de aguas arriba de la cortina de la presa y la regulación de aguas abajo de la cortina de la presa afecta con una calidad de impacto significativo a la diversidad de flora, y fauna por la acumulación y mala regulación de caudales ecológicos; transformándose en un problema irreversible. A la fecha no ha sido evaluado este impacto Las presas con una calidad de impacto altamente significativo; son afectadas por la sedimentación, que se genera por la erosión eólica o hídrica; transformándose en un problema corregible. A la fecha no ha sido evaluado este impacto
GANADERÍA BAJO MANEJO EXTENSIVO EN LAS ZONAS DE LOS EMBALSES	No se puede realizar una valoración más precisa del estado trófico de los embalses		X		X				No se cuenta con el balance de masas de los principales parámetros, incluyendo el fósforo. La información referente a caudales y calidad del agua de los afluentes a los embalses, así como de salida de los mismos no son suficientes y tampoco periódicos. No se cuenta con información para determinar la dinámica de los sedimentos a los embalses ni sobre una caracterización de los mismos.	Cambios perniciosos paulatinos en la calidad del agua de los embalses y en sus poblaciones biológicas, que podrían interferir significativamente en la utilización de dicha fuente.	Procesos de eutrofización dados por la proliferación de algas y plantas superiores acuáticas y su acumulación en cantidades excesivas en las lagunas y embalses que conducen a cambios perniciosos en la calidad del agua y en sus poblaciones biológicas, lo cual interfiere significativamente con la utilización por el hombre de dicha fuente. Afectación a especies de vertebrados e invertebrados tanto acuáticos como terrestres. La Laguna La Mica alberga especies en peligro de extinción como es el caso del pez comúnmente conocido como capitán: <i>Eremophilus mutisii</i>
	Inicio lento de procesos de		X		X				Entrada de nutrientes y materia orgánica a	Deterioro paulatino de la calidad del agua y	

MACROVECTOR	PROBLEMA	SISTEMA							CAUSA	EFECTO	IMPACTO
		1	1E	2	2E	3	4	5			
	eutrofización (enriquecimiento de nutrientes en aguas superficiales)								través de los tributarios del embalse	disminución de la vida útil del embalse	
	Existe una fuente importante de nutrientes en los embalses		X		X				Podrían ser las heces de las truchas, las cuales son abundantes particularmente en Salve Faccha, Mogotes y La Mica	Deterioro de la calidad del agua y disminución de la vida útil de los embalses	
CONSTRUCCION DE INFRAESTRUCTURA CIVIL PARA USOS DE AGUA – CAPTACION – REGULACION – CONDUCCION – VIAS URBANIZACION	Rompimiento del drenaje natural	X		X		X	X	X	Apertura de vías	Pérdida de humedad y marchitamiento de vegetación en las áreas bajo el corte de vía	Interrupción de los corredores biológicos flujo genético, lo cual genera un desequilibrio ecológico, dado por la pérdida de biodiversidad tanto faunística como florística, ahuyentamiento de la fauna, alteración de cauces, pérdida de la regulación de los ciclos hidrológicos, y la introducción de especies florísticas y faunísticas que cambian las condiciones naturales y hábitos de las poblaciones y comunidades. A la fecha no ha sido evaluado este impacto, sin embargo, se pueden establecer como indicadores para un análisis no exacto.
	Interrupción de los corredores ecológicos	X		X		X	X	X	Barreras geográficas constituidas por la implantación de las captaciones, presas y vías.	Afectación a los procesos de dispersión e intercambio genético para las poblaciones de peces y otros organismos asociados a los ecosistemas acuáticos y terrestres.	
	Falta implementar medidas de mitigación	X		X		X	X	X	Construcción de la infraestructura civil para el aprovechamiento del recurso	Pérdida de la calidad visual del paisaje	
CONSTRUCCION DE INFRAESTRUCTURA CIVIL PARA USOS DE AGUA – CAPTACIONES URBANIZACION	Desconocimiento de datos meteorológicos	X				X	X	X	Falta de estaciones meteorológicas para monitorear el clima	No se puede realizar estudios hidrológicos	Afecta significativamente a la precipitación y a la evapotranspiración restándole la cantidad de agua normal que fluye en la naturaleza e interrumpiendo el ciclo hidrológico natural del agua con una calidad de impacto significativo. Afecta significativamente al balance hídrico natural debido a la pérdida del agua generada en su captación, almacenamiento superficial y transporte por los acueductos, transformándose en un problema poco mitigable. Afecta significativamente a la
	No existen regletas para que las partes puedan medir y visualizar el caudal efectivamente derivado.					X			Falta control y gestión de la autoridad administradora del agua.	Disputa y conflictos por el uso del recurso en época de estiaje. Se agudizará el problema en los próximos años	
	Se capta todo el caudal del río en época de estiaje.					X			El uso del recurso sin conciencia ambiental ni social por parte de los usuarios aguas arriba de la captación.	Conflictos de intereses entre todos los usuarios del recurso en la cuenca.	

MACROVECTOR	PROBLEMA	SISTEMA							CAUSA	EFECTO	IMPACTO
		1	1E	2	2E	3	4	5			
											diversidad de flora y fauna, por disminución o pérdida del caudal de los cauces naturales de los ríos bajo las obras de captación, perdiendo importantes ecosistemas terrestres y acuáticos, y dando cabida a especies nocivas al medio transformándose en un problema controlable. A la fecha no han sido evaluados estos impactos
TURISMO ECOLOGICO SIN PLANIFICACION NI CONTROL, ASOCIADO A ESCENARIOS NATURALES PRIVILEGIADOS URNANIZACION	Entrada ilimitada de turistas	X		X		X		X	Falta planificación y control del desarrollo de las actividades turísticas	Deterioro der la cobertura vegetal. Contaminación por basura. Perturbación de especies silvestres	Da lugar a la acumulación de basura en escenarios naturales con un efecto más visual que de contaminación propiamente dicha. La fragmentación de la cobertura vegetal debido al tráfico incontrolado de los visitantes. El aumento de los factores de ignición y, por ende, de la frecuencia de conatos e incendios forestales. El deterioro de la calidad del agua, la calidad paisajística y la destrucción de ecosistemas valiosos es más grave, en la medida en que la actividad suele concentrarse en escenarios naturales de alta fragilidad / baja capacidad de carga. Problemas sanitarios en las localidades turísticas, asociados al mal manejo de aguas servidas y residuos sólidos. Afectación a la salud ambiental de los ecosistemas.
	Pesca y caza furtiva con uso de mecanismos y productos perjudiciales.	X		X		X	X	X	Falta de control de parte de las autoridades	Ahuyentamiento y disminución de especies de aves residentes y migrantes que tienen como hábitat permanente o temporal el ecosistema lagunares y terrestres.	
	Degradación de la cobertura vegetal de páramo	X		X		X			Circulación de vehículos a través de senderos abiertos en el pajonal	Alteración del equilibrio ecológico Y de las zonas de vida	
	Ausencia de proyectos de ecoturismo que beneficien a los actores	X		X		X	X	X	No existen iniciativas consensuadas para fomentar ecoturismo	Proyectos aislados en función de intereses particulares	
	Ausencia de señalización y falta de educación ambiental para los turistas	X					X	X	Escasa planificación de actividades ecoturísticas	Turismo desordenado que impacta al ecosistema	
ASPECTOS CLIMATICOS Y PROCESOS GEODINAMICOS	Habrá un incremento o disminución en los caudales afluentes a los sistemas de AP	X	X	X	X	X	X	X	Períodos más prolongados de sequía y períodos con mayor cantidad de lluvias	Que conllevaría a afectaciones en la calidad del agua debido a un mayor escurrimiento, erosión y	Aunque el balance hídrico del sistema hidrográfico de todos los sistemas de agua administrados por la EPMAPS es positivo, resulta imperioso el establecimiento de medidas preventivas

MACROVECTOR	PROBLEMA	SISTEMA							CAUSA	EFECTO	IMPACTO
		1	1E	2	2E	3	4	5			
										arrastre de sedimentos, así como de cualquier elemento contaminante. Y en época de escasez racionamiento a las poblaciones	y/o de mitigación a los efectos del cambio climático que implican una posible escasez del recurso por períodos largos de ausencia de lluvias y que se verán amplificados por la constante necesidad de la ciudad de Quito de acceder a más fuentes de agua.
	Presencia de gran cantidad de material suelto en la cuenca			X		X			Derrames de arenas volcánicas	Contaminación del agua por sedimentos	De igual forma podrían darse estaciones muy lluviosas que de igual forma pongan en riesgo la infraestructura instalada ya sea por inundaciones, altas tasas de erosión, inestabilidad de taludes y acarreo de grandes cantidades de sedimentos a los cauces.
PRESIÓN SOBRE ZONAS PROTEGIDAS Y OTRAS ZONAS AMBIENTALMENTE VALIOSAS POR EXPANSIÓN DE ACTIVIDADES AGRICOLAS, GANADERAS Y DE URBANIZACIÓN	Influencia de otros cantones y provincias	X		X		X			Falta de integración de actores No están conformada las unidades de cuencas	Toma de decisiones por parte de los cinco cantones y se logran consensos fácilmente.	Los impactos más significativos están dados por el empleo de agroquímicos en la agricultura tradicional, afectando los suelos y las aguas. También están originados en la explotación ilegal de madera de los escasos remanentes de bosques primarios y secundarios. Desde luego la fauna silvestre recibe un impacto muy directo debido a la presión que se ejerce sobre las zonas protegidas y otros ecosistemas importantes, como también por causa de la cacería y el comercio ilegal de especies.
	Influencia de infraestructura a cargo de otras instituciones (OCP, SOTE)	X		X		X	X		Los acueductos que traen agua de la cuenca amazónica se han visto obligados de tomar los mismos trazados del OCP y SOTE	Riesgo de contaminación por rompimiento de tubería	
	Falta de formulación y ejecución de proyectos de conservación y protección	X		X		X	X	X	Falta de coordinación entre actores	Incremento de áreas deterioradas	
	Falta de delimitación de las tierras de propiedad comunal			X				X	Falta de normativas que regulen la tenencia de la tierra en el parque NCAY	Conflicto entre la comunidad, PNCAY y EPMAPS	
	La EPMAPS con limitada capacidad de decisión sobre la gestión de conservación de la cuenca	X		X		X	X	X	Influencia de otras instituciones como el MAE, SENAGUA y gobiernos de otros cantones y provincias	Falta de integración de actores. No están conformada las unidades de cuencas	

1. LA MICA, 1E, EMBALSE	4. CENTRO OCCIDENTE
2. PAPALLACTA, 2E, EMBALSES	5. NOROCCIDENTE
3. PITA – PUENGASI	

Tabla 58 (Cont.). Fuente: Estudios de Diagnóstico de las microcuencas de los sistemas de agua potable para Quito. Elaborado por: Flores, A.

(2014

3.2.3 Estructura del Plan de Gestión Ambiental Integrado de las Microcuencas de captación de agua para Quito (PGAI MAPQ)

Para facilitar la incorporación de los indicadores ambientales, y la comprensión por parte del lector y de los usuarios, se estructura este instrumento, compilando los programas, subprogramas y medidas ambientales planteadas en los respectivos planes de manejo de cada sistema que incluye este trabajo, relativos a los macrovectores, impactos y problemas ambientales relevantes y comunes a estas microcuencas. Se ha optimizado el contenido de estos programas y subprogramas desde un punto de vista ecosistémico, gracias al cual la gestión ambiental mantiene la atención sobre el monitoreo del estado de los ecosistemas generadores de los recursos naturales especialmente del agua y el control sobre los impactos ambientales, generados por los procesos socioeconómicos (macrovectores) que generan dichos cambios, quedando el PGAI MAPQ, conformado por los siguientes programas:

- Programa de capacitación y educación ambiental
- Programa de control y vigilancia
- Programa de asistencia técnica agropecuaria
- Programa de conservación de los recursos naturales
- Programa de control de la contaminación del agua
- Programa de monitoreo de la calidad del agua y balance de la oferta y demanda
- Programa de manejo de la operación de los embalses
- Programa de monitoreo ambiental de los embalses
- Programa de compensación

La correlación entre los macrovectores y programas se presenta en la tabla 59.

Tabla 59.- Correlación Macro vectores vs Estructura Programática

MACROVECTORES DEL DIAGNOSTICO (PROCESOS)	ESTRUCTURA PROGRAMATICA
Construcción de infraestructura civil para usos de agua – Captaciones - Urbanización	Programa de monitoreo de la calidad del agua y balance de la oferta y demanda
Construcción de infraestructura civil para usos de agua – embalses de regulación - Urbanización	Programa de monitoreo de la calidad del agua y balance de la oferta y demanda Programa de manejo de la operación de los embalses Programa de monitoreo ambiental de Los embalses

	Subprograma de monitoreo hidroclimatológico Subprograma de monitoreo biológico
Construcción de infraestructura civil para usos de agua – vías y demás facilidades - Urbanización	Programa de monitoreo de la calidad del agua y balance de la oferta y demanda
Ganadería bajo manejo extensivo	Programa de control y vigilancia Programa de conservación de los recursos naturales Programa de control de la contaminación del agua
Expansión de la frontera agrícola, preparación de suelo a través de quema y labranza	Programa de capacitación y educación ambiental Programa de control y vigilancia Programa de asistencia técnica agropecuaria Programa de conservación de los recursos naturales
Agricultura y ganadería tradicional con - uso de tecnologías inapropiadas	Programa de capacitación y educación ambiental Programa de control de la contaminación del agua
Agricultura y ganadería tradicional en suelos con diferente vocación y aptitud	Programa de capacitación y educación ambiental Programa de conservación de los recursos naturales Programa de compensación
Turismo ecológico sin planificación ni control - Urbanización	Programa de control y vigilancia
Aspectos climáticos y procesos geodinámicos	Subprograma de monitoreo hidroclimatológico
Presión sobre zonas protegidas y otras zonas ambientalmente valiosas por expansión de actividades agrícolas y ganaderas y la urbanización	Programa de Conservación de los Recursos Naturales Programa de control de la Contaminación del Agua

Tabla 59 (Cont.). Elaborado por: Flores, A. (2014)

En torno a cada macrovector se organizan y actúan actores sociales e institucionales definidos en los diagnósticos de las microcuencas, localizados en áreas concretas.

3.2.3.1 Estratégica del (PGAI MAPQ).

La estrategia planteada se fundamenta en los principios que se acogen en las Políticas Ambientales para el Distrito Metropolitano de Quito, es decir los principios de sustentabilidad ambiental y justicia social.

Coordinación institucional

En esta estrategia se propone mantener una participación responsable mediante la coordinación permanente con todas las instancias involucradas, para el desarrollo de los programas propuestos. Esta estrategia debe concretarse a través de:

- Vincular las acciones de la EPMAPS con las que vienen realizando las entidades municipales tales como la Secretaría Ambiental y el Fondo para la Protección del Agua.
- Coordinar con la SENAGUA, en su rol de autoridad nacional encargada de definir la panificación y distribución de los recursos hídricos, a fin de articular el proceso local.
- Articular acciones con la sociedad civil.
- Capacitar los recursos humanos, con la perspectiva de fortalecer la capacidad de la gente y de las instituciones con asistencia que promueva la habilidad de monitorear el desempeño, mejores prácticas, información, conocimientos y experiencias relacionadas con las condiciones locales.

3.2.3.2 Componentes de los Programas del PGAI MAPQ

Como se ha indicado los nueve programas del PGAI MAPQ, contienen medidas formuladas en los PMA aprobados de cada microcuenca, en relación a los problemas, e impactos ambientales relevantes y comunes, cuya implementación puede generar información que alimente los indicadores con los que se las asocia.

La caracterización de cada una de las medidas incluye:

- Nombre de la medida
- Problema al que enfrenta
- Localización
- Objetivo
- Descripción de la medida
- Actividades
- Meta a alcanzarse a 3 y 5 años
- Indicador de estado
- Indicador de respuesta
- Momento de aplicación
- Responsable (s) y corresponsables

3.2.3.3 Presentación de los Programas

3.2.3.3.1 Programa de capacitación y educación ambiental

Objetivo: Promover cambios a nivel de percepción, representación, comunicación y prácticas en la relación de los distintos grupos sociales con el ambiente y los recursos naturales, en dirección al desarrollo armónico de la región en lo social, lo económico y lo ambiental.

MEDIDA 1: Educación ambiental dirigida a los pobladores y autoridades de las zonas de las microcuencas aportantes.

PROBLEMA AL QUE ENFRENTA	Quema de la vegetación nativa, especialmente de pajonal y matorral, la que realizan los pobladores locales en el pajonal con el fin de estimular el rebrote para que aproveche el ganado.
RELEVANCIA	La quema de la vegetación nativa tiene efectos perjudiciales al disminuir la protección del suelo contra la lluvia y el viento, facilitar el escurrimiento superficial y en consecuencia la erosión, acelerar la velocidad del agua.
INDICADOR DE LINEA BASE	<ul style="list-style-type: none"> · Superficie total afectada por quemas en las microcuencas en el 2011 · Tasa anual de quemas · Total de pobladores, agricultores, ganaderos, hacendados y autoridades vinculados a las microcuencas de los principales sistemas de AP de Quito.
DESCRIPCION DE LA MEDIDA	<p>Concientización y capacitación ambiental a pobladores y autoridades de las zonas aportantes de los Sistemas en los siguientes temas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beneficios potenciales de la quema, a los restantes recursos naturales • Perjuicios a la vegetación, al suelo y al agua • Alternativas a la quema • Manejo adecuado de los recursos naturales
OBJETIVO DE LA MEDIDA	Educar a pobladores y autoridades locales en los diferentes aspectos de las quemas y del manejo de los recursos naturales.
LOCALIZACIÓN DE LA MEDIDA	<p>Incluirá a pobladores, autoridades y otros actores vinculados a las zonas de captación de los Sistemas de Agua Potable.</p> <p>Sistema Centro Occidente: San Juan de Chillogallo, Urauco, San Luis de Lloa y San Francisco de Cruz Loma, Sistema Noroccidente Sistema Pita Sistema Papallacta.</p>
FRECUENCIA	Para los sistemas Centro y Noroccidente, Pita y Papallacta, se realizarán 8 talleres de cuatro horas de duración cada uno, en el primer año, dos por cada sitio; desde el segundo hasta el quinto año se realizarán cuatro talleres anuales, uno en cada sitio.

	Entonces anual.
META A (2 años)	Se establecerá conforme los planes operativos anuales de Unidad a cargo
META A (5 años)	Se replanteará conforme la planificación plurianual 2014 - 2019
INDICADOR DE RESPUESTA	<ul style="list-style-type: none"> · Índice de reducción de la tasa anual de quemas · Fortalecimiento de capacidades (Educación ambiental) · Organizaciones comunitarias o municipales que realizan actividades de cuencas (Juntas de agua)
RESPONSABLE (S) y CORRESPONSABLES	Gerencia de Ambiente, Seguridad y Responsabilidad en colaboración con el MAE, FONAG, SENAGUA y la Secretaría de Ambiente del MDMQ.

Los detalles relativos a costos y cronograma de implementación se los puede ver en los documentos del Plan de Manejo de las Microcuencas Hidrográficas que abastecen a cada sistema cuyos autores ya se han referido.

MEDIDA 2: Capacitación a los pobladores y autoridades locales en uso y manejo sostenible del suelo y agua.

PROBLEMA AL QUE ENFRENTA	Ocupación, uso y manejo de las tierras sin considerar su vocación.
RELEVANCIA	El sobreuso de los pajonales para el pastoreo extensivo o para la producción agrícola es especialmente grave, pues los pajonales, no deben ser usados en estas actividades, ya que constituyen un ecosistema muy frágil, de fácil deterioro, cuando se lo sobreexplota su recuperación es muy lenta; adicionalmente su función fundamental es almacenar agua y regular su provisión hacia aguas abajo para satisfacer los diferentes usos.
INDICADOR DE LINEA BASE	<p>En general se puede decir que las tierras de las zonas aportantes tiene algún grado de sobreutilización:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Superficie total de páramo con manejo extensivo de ganado · Superficie total de cultivos o pastizales en suelos con aptitud de conservación. · Superficie total en las microcuencas aportantes de agua para Quito con conflicto por el uso de suelo. · Total de agricultores o ganaderos en las 4 microcuencas.
DESCRIPCION DE LA MEDIDA	<p>Realización de talleres con los pobladores, hacendados, agricultores y autoridades vinculadas a las microcuencas aportantes de AP para Quito</p> <p>Entre los temas a tratar en estos talleres se encuentran los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limitaciones y potencialidades de las tierras del área

	<ul style="list-style-type: none"> • Aptitud y vocación de las tierras en las microcuencas • Planes de usos sostenibles en las diferentes zonas • Implantación de sistemas agroforestales <p>Los temas para el resto de los sistemas podrían ser los mismos.</p>
OBJETIVO DE LA MEDIDA	<p>Ordenar el uso del suelo en las microcuencas de acuerdo a su vocación a través de la concientización y educación a los usuarios de los recursos naturales y a los dirigentes y autoridades locales, los primeros porque son los que utilizan y manejan las tierras y los segundos porque controlan las actividades que se realizan en sus jurisdicciones de acuerdo a sus competencias.</p> <p>Reducir los procesos erosivos y mejorar la producción de los agricultores</p>
LOCALIZACIÓN DE LA MEDIDA	Para los agricultores y ganaderos o hacendados de las microcuencas de Centro y Noroccidente, del sistema Pita y Papallacta, y autoridades de acuerdo a su jurisdicción.
FRECUENCIA	Anual
METAS A (5 años)	Se replanteará conforme la planificación plurianual 2014 - 2019
INDICADOR DE RESPUESTA	<ul style="list-style-type: none"> · % Superficie de páramo en recuperación natural del manejo extensivo de ganado · % de Superficie de cultivos o pastizales ubicados en suelos no aptos recuperados a través de reforestación y/o revegetación y mantenimiento · % de reducción de Superficie con conflicto por el uso de suelo en las microcuencas aportantes de agua para Quito · % de participación de agricultores o ganaderos en actividades de capacitación y educación ambiental
RESPONSABLE (S) y CORRESPONSABLES	Gerencia de Ambiente, Seguridad y Responsabilidad en colaboración con el MAE, FONAG y la Secretaría de Ambiente del MDMQ.

MEDIDA 3: Capacitación técnica para la producción de cultivos anuales

PROBLEMA AL QUE ENFRENTA	<p>En las microcuencas de los sistemas Centro y Noroccidente, y Pita, existen áreas de producción de cultivos anuales que debido a baja tecnología utilizada alcanzan rendimientos bastante bajos. Esto hace que las inversiones en el cultivo superen a los ingresos brutos, es decir que los agricultores están perdiendo en sus cultivos,</p> <p>Los cultivos anuales en los sectores de estudio tienen productividades inferiores a la media nacional.</p> <p>En estas circunstancias es urgente capacitar a los agricultores para mejorar las labores de cultivo, los insumos y la manera de utilizarlos, el mejor aprovechamiento del mercado, etc.</p>
RELEVANCIA	De continuar con la tecnología actual los procesos erosivos se mantendrán y la capacidad de esos suelos para sustentar la producción agrícola disminuirá hasta que se

	agote el suelo y los agricultores tengan que destruir la vegetación nativa para dedicar nuevas tierras a la producción.
INDICADOR DE LINEA BASE	<ul style="list-style-type: none"> · Total de agricultores en las 4 microcuencas. · Índice promedio de productividad en cultivos tradicionales · Superficie total de las microcuencas con cultivos tradicionales
DESCRIPCION DE LA MEDIDA	<p>Para el Sistema Centro Occidente (8) talleres de capacitación, cuatro talleres en cada año y un taller anual en cada una de las poblaciones citadas las medidas 1 y 2.</p> <p>Los eventos tendrán cuatro horas de duración y tratarán temas que permitan desarrollar cultivos agrícolas sostenibles; los temas a tratar se referirán a los cultivos de la zona y serán los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Áreas adecuadas para cultivos anuales • Preparación y manejo del suelo • Selección y tratamiento de semillas • Deshierbas • Manejo orgánico de los cultivos • Cosecha • Postcosecha • Comercialización, y otros.
OBJETIVO DE LAS MEDIDAS	<p>Reducir los procesos erosivos y mejorar la producción agrícola</p> <p>Implantar en cada una de las unidades de producción las medidas adecuadas a sus particulares características.</p>
LOCALIZACIÓN DE LAS MEDIDAS	Para agricultores de las microcuencas de los 4 sistemas
FRECUENCIA	Anual.
META A (5años)	Se replanteará conforme la planificación plurianual 2014 - 2019
INDICADOR DE RESPUESTA	<ul style="list-style-type: none"> · % de participación de agricultores en actividades de capacitación y educación ambiental · Índice promedio de productividad de los suelos agrícolas · Índice de reducción de la tasa anual de quemas
RESPONSABLE (S) y CORRESPONSABLES	Es la Gerencia Ambiental y de Responsabilidad Social de la EPMAPS en colaboración con el MAGAP

3.2.3.3.2 Programa de control y vigilancia

Objetivo: Este programa tiene como fin reforzar las acciones de conservación a través de procesos de capacitación a los guarda parques del MAE, pero además, del propio personal

técnico de la empresa presente en el área; y en segundo lugar, llevar a cabo un control de los posibles desechos que pudieran provenir de actividades antrópicas, particularmente, la futura presencia de visitantes una vez que la reserva Cayambe Coca ha sido declarada recientemente un Parque Nacional con claros fines recreativos.

Este programa consta de las siguientes cuatro medidas:

MEDIDA 4: Control para la Conservación de la vegetación y fauna nativas

PROBLEMA AL QUE ENFRENTA	<p>Pérdida de áreas de matorral y pajonal causadas por quemas y el reemplazo por cultivos o pasto.</p> <p>Actividades turísticas sin control. Caza y pesca furtiva</p>
RELEVANCIA	<p>Como consecuencia de la degradación del pajonal y la degradación o pérdida de la vegetación arbustiva, hay también pérdidas de especies nativas y la consecuente degradación de la calidad y cantidad de agua.</p>
INDICADOR DE LINEA BASE	<ul style="list-style-type: none"> · Tasa anual de quemas · Superficie total afectada por quemas en las microcuencas en el 2011 · Superficie total afectada por ingreso ilimitado de turistas y otros.
DESCRIPCION DE LA MEDIDA	<ul style="list-style-type: none"> • Contar con personal para el sistema de control y vigilancia cuya responsabilidad sea el control en los sectores sensibles a quemas y al ingreso de cazadores furtivos • Zonificación del uso de los recursos dentro de cada cuenca aportante • Control para la conservación de la vegetación nativa • Fortalecer el sistema de control y vigilancia en las microcuencas que cuentan con el mismo • Ordenamiento de la actividad turística • Establecimiento de convenios con los actores involucrados sobre el uso de los recursos dentro de la cuenca • Formulación de reglamentos de uso de los recursos de la cuenca • Capacitación del personal y guardaparques • Seguimiento y monitoreo del sistema de control y vigilancia • Estudios multitemporales de la flora y fauna de las cuencas
OBJETIVO DE LAS MEDIDAS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Controlar a los pobladores locales de los que se supone ser los autores de las quemas. ▪ Normar, coordinar y ordenar las actividades turísticas. ▪ Controlar las actividades ilegales de caza y pesca que se desenvuelven en las cuencas especialmente de la Mica.
LOCALIZACIÓN DE LAS MEDIDAS	<p>La medida se aplicará en todos los sistemas, pero en especial en las áreas de pajonal y los sectores frecuentes de quemas y de ingreso de cazadores furtivos y turistas.</p>
FRECUENCIA	<p>Anual durante 3 años</p>

META A (5 años)	Se replanteará conforme la planificación plurianual 2014 - 2019
INDICADOR DE RESPUESTA	<ul style="list-style-type: none"> · Índice de reducción de tasa anual de quemas · % de reducción de la superficie afectada por quemas en las microcuencas en el 2011 · % de reducción de superficie afectada por ingreso ilimitado de turistas
RESPONSABLE (S) y CORRESPONSABLES	Gerencia de Ambiente, Seguridad y Responsabilidad en colaboración con el MAE, y el FONAG.

MEDIDA 5: Regulación del pastoreo en las partes altas de las microcuencas

PROBLEMA AL QUE ENFRENTA	Pastoreo extensivo de ganado bobino (bravo), ovino y equino en el páramo y matorral aguas arriba de las captaciones a más de 3400 msnm en donde las temperaturas varían entre 4 y 8°C, por tanto los usos agropecuarios no son adecuados.
RELEVANCIA	La función de ecosistemas de páramo y matorral es la regulación hidráulica que asegura la provisión de agua para múltiples usos. El uso inadecuado a su vocación que es mayoritariamente la protección conlleva paulatinamente a su degradación.
INDICADOR DE LINEA BASE	<ul style="list-style-type: none"> · Superficie total de páramo con presencia de ganado en libre pastoreo (2011) · Total de pobladores, agricultores, ganaderos, hacendados y autoridades vinculados a las microcuencas de los principales sistemas de AP de Quito.
DESCRIPCION DE LA MEDIDA	<ul style="list-style-type: none"> • Regulación del pastoreo en las partes altas de las microcuencas • Capacitación a los habitantes, hacendados y autoridades locales en uso y manejo sostenible de las tierras
OBJETIVO DE LAS MEDIDAS	Lograr que en la mayor parte de las zonas aportantes se utilice el suelo en función de su aptitud y vocación
LOCALIZACIÓN DE LAS MEDIDAS	Aguas arriba de las captaciones de la aducción de todos los sistemas.
FRECUENCIA	Anual
META A (5 años)	Se replanteará conforme la planificación plurianual 2014 - 2019
INDICADOR DE RESPUESTA	<ul style="list-style-type: none"> · % de Superficie de páramo con establecimiento de la capacidad de carga animal que soporta para un manejo sustentable · % de participación de habitantes, agricultores, ganaderos, hacendados y autoridades locales en actividades de capacitación y educación ambiental
RESPONSABLE (S) y CORRESPONSABLES	Gerencia de Ambiente, Seguridad y Responsabilidad en colaboración con el MAE, FONAG y la Secretaría de Ambiente del DMQ.

3.2.3.3.3 Programa de asistencia técnica agropecuaria

Objetivo: Evitar la expansión agrícola a costa de la destrucción de pajonales y bosques arbustivos.

Formarán parte de este programa las siguientes cuatro medidas:

MEDIDA 6: Asistencia técnica a los agricultores para aplicar medidas de conservación de suelos y aguas.

PROBLEMA AL QUE ENFRENTA	La aplicación de medidas de conservación de suelos y aguas es inexistente en las áreas agrícolas de las zonas aportantes a los acueductos del DMQ y se puede decir que el 100% de los agricultores ubicados en las zonas aportantes no aplican estas medidas.
RELEVANCIA	De continuar con la tecnología actual los procesos erosivos se mantendrán y la capacidad de esos suelos para sustentar la producción agrícola disminuirá hasta que se agote el suelo y los agricultores tengan que destruir la vegetación nativa para dedicar nuevas tierras a la producción.
INDICADOR DE LINEA BASE	<ul style="list-style-type: none"> · Total de agricultores en las 4 microcuencas · Total de superficie con cultivos tradicionales en todas las microcuencas aferentes a los sistemas de agua potable de Quito. · Índice de productividad de los suelos agrícolas
DESCRIPCION DE LA MEDIDA	<p>La medida propuesta consiste en la asistencia técnica que los agricultores recibirán en sus propias áreas de producción, posterior a un programa de capacitación</p> <p>Cada uno de los productores agrícolas recibirá asistencia técnica una vez cada mes durante seis meses.</p> <p>La medida se aplicará al segundo y tercer año, cuando los productores ya hayan recibido capacitación en este tema.</p>
OBJETIVO DE LAS MEDIDAS	<p>Reducir los procesos erosivos y mejorar la producción de los agricultores</p> <p>Evitar la expansión agrícola a costa de la destrucción de pajonales y bosques arbustivos.</p>
LOCALIZACIÓN DE LAS MEDIDAS	Zonas agrícolas de las microcuencas de los tres sistemas de AP señalados
FRECUENCIA	Anual
META A (5años)	Se replanteará conforme la planificación plurianual 2014 - 2019

INDICADOR DE RESPUESTA	<ul style="list-style-type: none"> · % de participación de agricultores en actividades de capacitación y educación ambiental · Índice de productividad de los suelos agrícolas · Índice de reducción de tasa anual de quemas
RESPONSABLE (S) y CORRESPONSABLES	Es la Gerencia Ambiental y de Responsabilidad Social de la EPMAPS en colaboración con el MAGAP, y la SA

3.2.3.3.4 Programa de Conservación de los Recursos Naturales

Objetivo: Mantener el equilibrio de los ecosistemas estratégicos a fin de garantizar sus servicios ambientales, particularmente del recurso hídrico.

MEDIDA 7: Adquisición de tierras sobre los 3400 msnm, es decir sobre las captaciones de los diferentes sistemas.

PROBLEMA AL QUE ENFRENTA	Pastoreo extensivo de ganado bobino (bravo), ovino y equino en el páramo y matorral aguas arriba de las captaciones a más de 3400 msnm en donde las temperaturas varían entre 4 y 8°C, por tanto los usos agropecuarios no son adecuados. Uso del suelo no conforme con su vocación.
RELEVANCIA	La función de ecosistemas de páramo y matorral es la regulación hidráulica que asegura la provisión de agua para múltiples usos. El uso inadecuado a su vocación que es mayoritariamente la protección conlleva paulatinamente a su degradación.
INDICADOR DE LINEA BASE	<ul style="list-style-type: none"> · Superficie total de páramo de las microcuencas de captación en área protegida · Superficie total de áreas degradadas en el 2011. · Superficie total de cobertura boscosa y vegetación nativa en áreas aferentes a los sistemas de AP de Quito. · Superficie total de cobertura de páramo en áreas aferentes a los sistemas de AP de Quito.
DESCRIPCION DE LA MEDIDA	El enfrentamiento del problema se realizará a través de la adquisición de tierras sobre los 3400 msnm, es decir sobre las captaciones de los diferentes sistemas y la MEDIDA 2 “Capacitación a los pobladores y autoridades locales en uso y manejo sostenible de las tierras”.
OBJETIVO DE LAS MEDIDAS	Lograr que en la mayor parte de la zona aportante se utilice el suelo en función de su aptitud y vocación.
LOCALIZACIÓN DE LAS MEDIDAS	La medida se aplicará especialmente a las áreas localizadas aguas arriba de las captaciones de los Sistemas de Agua potable especialmente en Centro Occidente, Pita y La Mica.

FRECUENCIA	Conforme la disponibilidad de recursos
META A (5 años)	Se replanteará conforme la planificación plurianual 2014 - 2019
INDICADOR DE RESPUESTA	<ul style="list-style-type: none"> · % de incremento Superficie de páramo en áreas protegidas. · % Superficie degradada recuperada naturalmente · % de Superficie degradada en recuperación a través de reforestación y/o revegetación y mantenimiento.
RESPONSABLE (S) y CORRESPONSABLES	Gerencia de Ambiente, Seguridad y Responsabilidad en colaboración con el MAE , Secretaría de Ambiente del MDMQ y Municipio del DMQ.

MEDIDA 8: Recuperación de la cobertura vegetal y áreas degradadas

PROBLEMA AL QUE ENFRENTA	La actividad pecuaria bajo el sistema de crianza extensivo ha provocado la disminución de la cobertura vegetal y la degradación del suelo, como consecuencia de la presión que ejerce el sobrepastoreo
RELEVANCIA	La cobertura vegetal es fundamental para la conservación y mantenimiento del recurso hídrico.
INDICADOR DE LINEA BASE	<ul style="list-style-type: none"> · Superficie total de áreas degradadas (humedales, pajonal y bosques matorral) por crianza extensiva de ganado, por quemas, cultivos improductivos, por ingreso ilimitado de turistas y otros en las microcuencas en el 2011. · Superficie total de cobertura boscosa y vegetación nativa en áreas aferentes a los sistemas de AP de Quito. · Superficie total de cobertura de páramo en áreas aferentes a los sistemas de AP de Quito.
DESCRIPCION DE LA MEDIDA	A partir del resultado de los estudios multitemporales de la cobertura vegetal, se iniciará un proceso de regeneración de la vegetación, según sea el caso, de manera natural o por medio del trasplante de plántulas de especies nativas que permitan repoblar las áreas que han sido alteradas por la presencia del ganado y otros.
OBJETIVO DE LAS MEDIDAS	Recuperar la cobertura vegetal alterada por la crianza extensiva del ganado, o por la acción de quemas y la introducción de cultivos.
LOCALIZACIÓN DE LAS MEDIDAS	Microcuencas aportantes a todos los Sistemas de agua potable, especialmente Cuenca alta de captación del sistema La Mica, Papallacta, Centro Occidente y Pita.
FRECUENCIA	Al primer año la EPMAPS decide comenzar los estudios multitemporales. Al quinto

	año tiene todos los estudios.
META A (5años)	Se replanteará conforme la planificación plurianual 2014 - 2019
INDICADOR DE RESPUESTA	<ul style="list-style-type: none"> · Presupuesto empresarial para acciones de mantenimiento, reparación, protección y remediación ambiental Áreas reforestadas y/o revegetadas naturalmente para la protección de cuencas abastecedoras. · Áreas reforestadas y/o revegetadas para la protección de cuencas abastecedoras, con mantenimiento. · % de Superficie degradada en recuperación · Índice de Calidad de las aguas superficiales de las microcuencas abastecedoras al DMQ.
RESPONSABLE (S) y CORRESPONSABLES	Será responsabilidad de la EPMAPS a través de la Gerencia de Ambiente, Seguridad y Responsabilidad con el apoyo del FONAG y el MAE.

MEDIDA 9: Declaratoria de Área de Conservación Municipal

PROBLEMA AL QUE ENFRENTA	La declaratoria de Bosques Protectores, en varios sectores de las microcuencas aferentes no ha sido efectiva para su conservación. En estas condiciones y debido a que actualmente existe la posibilidad legal de declarar Áreas Protegidas de Gobiernos Seccionales que formarían parte del Subsistema de Área Protegidas Municipales del SNAP, y que sería administrado por el Municipio bajo los lineamientos de la Autoridad Ambiental Municipal. Conflicto de uso de suelo
RELEVANCIA	La Declaratoria de Área de Conservación Municipal con fines de formar parte del Subsistema de Áreas Protegidas Municipales del SNAP, garantizaría el uso de acuerdo a su vocación del suelo cual es la protección de los ecosistemas.
INDICADOR DE LINEA BASE	<ul style="list-style-type: none"> · Superficie total de cobertura boscosa y vegetación nativa en áreas aferentes a los sistemas de AP de Quito. · Superficie total de cobertura de páramo en áreas aferentes a los sistemas de AP de Quito. · Superficie total de las microcuencas con conflicto de uso de suelo
DESCRIPCION DE LA MEDIDA	<p>Gestionar la Declaratoria de Área de Conservación Municipal con fines de formar parte del Subsistema de Áreas Protegidas Municipales del SNAP, para lo cual se desarrollaría un proceso que incluye las siguientes actividades</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Realizar el “Estudio de Alternativas de Manejo del área” b. Conseguir la aprobación de dichos estudios por el Concejo Municipal. mediante Resolución. c. Lograr la aprobación de los estudios en el MAE d. Elaborar el Plan de Manejo. e. Lograr la aprobación del Plan de Manejo y la incorporación del área al Subsistema

	de Área Protegidas Municipales del SNAP.
OBJETIVO DE LAS MEDIDAS	Lograr que en la mayor parte de la zona aportante se utilice el suelo en función de su aptitud y vocación
LOCALIZACIÓN DE LAS MEDIDAS	La medida se aplicará especialmente a las áreas localizadas aguas arriba de las captaciones del Sistema Centro Occidente.
FRECUENCIA	Conforme las metas establecidas en la planificación
META A (5 años)	Se replanteará conforme la planificación plurianual 2014 - 2019
INDICADOR DE RESPUESTA	<ul style="list-style-type: none"> · % de Superficie con cobertura boscosa y de vegetación nativa declarada en conservación · % de Superficie con cobertura (páramo), declarada en conservación. · % Superficie de las microcuencas con conflicto de uso de suelo que se rehabilitará de acuerdo a su vocación
RESPONSABLE (S) y CORRESPONSABLES	Gerencia de Ambiente, Seguridad y Responsabilidad en colaboración con el MAE, el FONAG y la Secretaría de Ambiente del DMQ.

MEDIDA 10: Inclusión de los propietarios de páramos, bosques y matorrales en el Programa Socio Bosque.

PROBLEMA AL QUE ENFRENTA	Los propietarios de las zonas que cuentan con superficies importantes de páramos, bosques nativos o plantados, matorrales, no tienen alternativas económicas que no sean utilizando los recursos naturales de sus propiedades, y dada la fragilidad de estos ecosistemas, su utilización afecta negativamente a tales recursos.
RELEVANCIA	Mantener el uso del suelo conforme su vocación es vital para la disponibilidad del recurso hídrico, pero para lograr este objetivo en tierras privadas se requiere de recursos económicos, con los cuales compensar a los propietarios locales.
INDICADOR DE LINEA BASE	<ul style="list-style-type: none"> · Superficie con cobertura de vegetación nativa (bosque o matorral) en las microcuencas aferentes a los principales sistemas de AP para Quito, en manos de propiedad privada. · Superficie con cobertura (páramo) en las microcuencas aferentes a los principales sistemas de AP para Quito, en manos de propiedad privada.
DESCRIPCION DE LA MEDIDA	<p>El programa Socio Bosque lleva adelante el MAE desde el 2008 y su Capítulo Socio Páramo se creó en junio de 2009. Pueden participar propietarios individuales, comunidades indígenas o campesinas y reconocen entre USD 30 y USD 4 por hectárea al año, dependiendo del área y otros factores.</p> <p>Esta medida requiere una campaña de explicación y convencimiento de las virtudes del</p>

	<p>programa y los beneficios que tendrían los propietarios, para lo que es necesaria la coordinación de la EPMAPS con el MAE.</p> <p>Las actividades generales serán las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> Coordinación de la EPMAPS y el MAE. Campaña de explicación y convencimiento de los responsables del Programa. Definición de interesados y cumplimiento de requisitos Firma de los acuerdos.
OBJETIVO DE LAS MEDIDAS	Este programa tiene el propósito de prevenir incendios forestales y proteger los recursos naturales dentro de las propiedades intervenidas por el programa.
LOCALIZACIÓN DE LAS MEDIDAS	Todas las tierras de pajonales, bosques y matorrales que se encuentran dentro de las microcuencas de captación.
FRECUENCIA	Conforme las metas establecidas
META A (5 años)	Al final de los cinco años de implantación del Plan el 50% de los propietarios de pajonales, bosques y matorrales están trabajando con el programa Socio Bosque del MAE.
INDICADOR DE RESPUESTA	<ul style="list-style-type: none"> · Fortalecimiento de capacidades (Educación ambiental) · % de Superficie privada con cobertura de vegetación nativa (bosque o matorral) incorporada al programa Socio Bosque · % de Superficie privada con cobertura (páramo) incorporada al programa Socio Bosque.
RESPONSABLE (S) Y CORRESPONSABLES	Gerencia de Ambiente, Seguridad y Responsabilidad con el apoyo del MAE

MEDIDA 11: Mejoramiento de la protección de los cauces

PROBLEMA AL QUE ENFRENTA	Muchos cauces de los drenajes naturales en los sectores intervenidos del sistema Centro Occidente han perdido gran parte de la protección vegetal de sus taludes, Esto se evidencia mayormente en las partes más altas cubiertas por pajonal y en las más bajas y con usos agropecuarios (sectores Atacazo y Pichincha-Lloa).
RELEVANCIA	La calidad de agua de los cauces depende en gran medida de la calidad de la cobertura de los bordes de los ríos y quebradas, misma que garantiza la estabilidad de los taludes, evita la erosión, y contribuye directamente con la calidad del agua.
INDICADOR DE LINEA BASE	<ul style="list-style-type: none"> · Superficie total de taludes de las microcuencas de captación degradados o en proceso por deterioro de su cobertura vegetal y otros

	<ul style="list-style-type: none"> · Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR) (Munné et al., 1998; 2003). · Índice de contaminación por materia orgánica y por sólidos suspendidos de los cauces con taludes desprotegidos e inestables
DESCRIPCION DE LA MEDIDA	<p>Determinación precisa de las áreas de los taludes de los drenajes naturales que están desprovistos de cobertura vegetal.</p> <p>Luego se mejorará la vegetación de las riveras de los drenajes naturales en los tramos ubicados. Según la altitud a la que se encuentren se definirán las especies a utilizar, pero siempre deberán ser especies nativas.</p> <p>En cada tramo, una vez realizada la revegetación, se cercará con alambre de púas para protegerla.</p>
OBJETIVO DE LAS MEDIDAS	Reducir los procesos erosivos y mejorar la calidad del agua de los cauces aportantes
LOCALIZACIÓN DE LAS MEDIDAS	Tramos de los drenajes naturales que se encuentran aguas arriba de las captaciones y de los que se ubican cerca de las áreas agrícolas y ganaderas en todos los sistemas
FRECUENCIA	Se aplicará entre el primero y el quinto año de ejecución del Plan.
META A (5años)	Se replanteará conforme la planificación plurianual 2014 - 2019
INDICADOR DE RESPUESTA	<ul style="list-style-type: none"> · % de Superficie de taludes revegetados y protegidos · Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR) (Munné et al., 1998; 2003) · Índice de contaminación por materia orgánica y por sólidos suspendidos de los cauces con taludes protegidos.
RESPONSABLE (S) y CORRESPONSABLES	La EPMAPS a través del Departamento de Gestión integral del agua, y en colaboración con el FONAG, el MAE y la Secretaría Ambiental del MDMQ.

MEDIDA 12: Implantación de sistemas agroforestales

PROBLEMA AL QUE ENFRENTA	Conflicto de uso de suelo en las microcuencas que abastecen a los Sistemas de agua potable.
RELEVANCIA	De continuar con la tecnología actual de cultivos, los procesos erosivos se mantendrán y la capacidad de esos suelos para sustentar la producción agrícola disminuirá hasta que se agote el suelo y los agricultores tengan que destruir la vegetación nativa para dedicar nuevas tierras a la producción.
INDICADOR DE LINEA BASE	<ul style="list-style-type: none"> · Superficie total de cultivos en suelos con pendientes superiores al 50%

	· Superficie total de las microcuencas con conflicto de uso de suelo
DESCRIPCION DE LA MEDIDA	<p>La incorporación de especies vegetales leñosas nativas en las tierras de más del 50% de pendiente permitirá ir “paso a paso” hacia la conservación de esas tierras. Los sistemas agroforestales permitirán la mejor utilización del espacio protegiendo de mejor manera al suelo y logrando mayor sostenibilidad de los recursos naturales.</p> <p>Con este cambio de uso las tierras que actualmente están siendo utilizadas para producción agrícola podrán ser permanentemente cultivadas bajo sistemas agroforestales.</p> <p>Para la implantación de esta medida en las 38 hectáreas cultivadas en pendientes mayores al 50%, los agricultores requieren apoyo técnico y financiero (para mano de obra y plantas). Pues se implantarán medidas culturales como utilización de semillas certificadas, siembra en contorno, etc; medidas mecánicas como canales de desviación, muros muertos, etc.; y medidas vegetativas como barreras vivas, bosquetes, árboles en linderos, etc.</p>
OBJETIVO DE LAS MEDIDAS	<p>Reducir los procesos erosivos y mejorar la producción de los agricultores de estas zonas.</p> <p>Implantar en cada una de las unidades de producción las medidas adecuadas a sus particulares características.</p>
LOCALIZACIÓN DE LAS MEDIDAS	Microcuencas de captación de los sistema Centro y Noroccidente y Pita
FRECUENCIA	Conforme las metas establecidas en la planificación
META A (5años)	Se replanteará conforme la planificación plurianual 2014 - 2019
INDICADOR DE RESPUESTA	<ul style="list-style-type: none"> · % de Superficie con cultivos en suelos con pendientes superiores al 50% con implantación de sistemas agroforestales · % Superficie de las microcuencas con conflicto de uso de suelo que se rehabilitará con sistemas agroforestales
RESPONSABLE (S) Y CORRESPONSABLES	La responsable es la EPMAPS a través del Departamento de Gestión Integral del Agua, en colaboración con el MAGAP y el MAE

3.2.3.3.5 Programa de control de la Contaminación del Agua

Objetivo: Implementar medidas tendientes al control de las causas de contaminación del agua y al mejoramiento de la calidad de la misma en las microcuencas.

MEDIDA 13: Construcción de abrevaderos arriba y abajo del canal Pichincha y 3 abrevaderos en los canales de la aducción Atacazo. Contribuyen también al cumplimiento del objetivo del presente programa las medidas 4, 7, 8, 9, 10 y 11

PROBLEMA AL QUE ENFRENTA	Debido a que algunos tramos de los canales de las aducciones Pichincha y Atacazo se encuentran descubiertos, el ganado que pastorea en las cercanías bebe agua directamente del canal, pero lo grave es que deposita sus orines y heces en el agua y el pisoteo incorpora sedimentos al agua. En estas circunstancias la calidad del agua disminuye por efecto de la contaminación.
RELEVANCIA	La calidad de agua de los cauces que alimentan a los acueductos del DMQ, está directamente relacionada con el costo del tratamiento de potabilización, de ahí la importancia que se persiga mejorar la calidad de la materia prima a ser procesada.
INDICADOR DE LINEA BASE	<ul style="list-style-type: none"> · No. De abrevaderos inadecuados para el ganado · Inversiones realizadas para acciones de mantenimiento, protección y remediación ambiental · Índice de contaminación de las aguas por materia orgánica y sólidos suspendidos
DESCRIPCION DE LA MEDIDA	Construcción de abrevaderos de cemento armado, de 2 metros de largo por 0.8 m, de ancho y 0.4 metros de profundidad. El agua se captará y se conducirá a través de una manguera hacia el abrevadero, contará con una llave para evitar pérdidas de agua.
OBJETIVO DE LAS MEDIDAS	Mantener el nivel óptimo en la calidad de agua de las fuentes
LOCALIZACIÓN DE LAS MEDIDAS	En las microcuencas donde se han identificado estos sitios
FRECUENCIA	Conforme las metas establecidas en la planificación
META A (5años)	Se replanteará conforme la planificación plurianual 2014 - 2019
INDICADOR DE RESPUESTA	<ul style="list-style-type: none"> · Inversiones realizadas para acciones de mantenimiento, reparación, protección y remediación ambiental · % de sitios en las captaciones o canales con acceso para el ganado gestionados. · Índice de calidad de las aguas de los cauces gestionados (contaminación materia orgánica y por sólidos suspendidos),
RESPONSABLE (S) Y CORRESPONSABLES	Será la EPMAPS a través de la Jefatura de los Sistemas de AP, la Unidad de captaciones y aducciones, la Gerencia Técnica, y la Gerencia de Ambiente, Seguridad y Responsabilidad

MEDIDA 14: Protección de captaciones

PROBLEMA AL QUE ENFRENTA	Actualmente la captación del agua en las aducciones Atacazo y Pichincha se realizan en quebradas, en los alrededores pastorea ganado bravo, caballos y ovejas, las que beben el agua de algunas captaciones que son accesibles para el ganado y que no están protegidas, por tanto la calidad del agua puede verse seriamente afectada.
RELEVANCIA	La calidad de agua de los cauces que alimentan a los acueductos del DMQ, está directamente relacionada con el costo del tratamiento de potabilización, de ahí la importancia que se persiga la mejor calidad de la materia prima a ser procesada.
INDICADOR DE LINEA BASE	<ul style="list-style-type: none"> · No. De captaciones en las microcuencas que son accesibles para el ganado · Índice de calidad de agua de esas captaciones
DESCRIPCION DE LA MEDIDA	Proteger las captaciones con la construcción de protecciones de malla de alambre sobre una base (un muro de hormigón) que sobresale del suelo unos 0.30 m., con una puerta de malla con marco de hierro, asegurada con candado.
OBJETIVO DE LAS MEDIDAS	Mantener el nivel óptimo en la calidad de agua de las fuentes
LOCALIZACIÓN DE LAS MEDIDAS	En todas las microcuencas donde se ubique este problema
FRECUENCIA	Conforme amerite la planificación
META A (5años)	Se replanteará conforme la planificación plurianual 2014 - 2019
INDICADOR DE RESPUESTA	<ul style="list-style-type: none"> · % de sitios en las captaciones o canales con acceso para el ganado gestionados · Índice de calidad de las aguas de las captaciones gestionadas
RESPONSABLE (S) Y CORRESPONSABLES	Será la EPMAPS a través de la Jefatura de los Sistemas de AP, a través de Unidad de captaciones y aducciones, la Gerencia Técnica, y la Gerencia de Ambiente, Seguridad y Responsabilidad.

MEDIDA 15: Mantenimiento de las captaciones

PROBLEMA AL QUE ENFRENTA	Los muros y cajones construidos no operan adecuadamente, incluso algunos tubos en el canal Atacazo no recogen el agua sino que esta se escurre por otros lados. En estas condiciones no se está captando toda el agua que es posible captar y podría haber contaminación de la misma.
RELEVANCIA	Es importante que se capte el 100% del agua concesionada en cada una de las fuentes

	aportantes, por lo tanto, la infraestructura instalada debe tener un mantenimiento permanente.
INDICADOR DE LINEA BASE	<ul style="list-style-type: none"> · No. Total de Captaciones de todos los sistemas. · Longitud total de acueducto en canal abierto · Índice de calidad del agua que ingresa a la Planta El Placer
DESCRIPCION DE LA MEDIDA	La medida consiste en entubar los tramos actualmente descubiertos de los canales Pichincha, Romoleroux y Atacazo, que son accesibles para el ganado y que son susceptibles de derrumbes y deslizamientos y mantenimiento y reparación de captaciones
OBJETIVO DE LAS MEDIDAS	<p>Evitar que los procesos erosivos que afectan los acueductos de canal abierto deterioren la calidad del agua.</p> <p>Evitar pérdidas durante la captación y conducción</p> <p>Optimizar la Gestión Operacional y la Gestión del Mantenimiento de la Infraestructura y el Equipamiento de los Sistemas de Agua Potable"</p>
LOCALIZACIÓN DE LAS MEDIDAS	Captaciones especialmente de los sistemas Centro y Noroccidente, canales abiertos de Centro Occidente y Pita.
FRECUENCIA	Conforme se establezca en la planificación anual
META A (5años)	Se replanteará conforme la planificación plurianual 2014 - 2019
INDICADOR DE RESPUESTA	<ul style="list-style-type: none"> · % de captaciones en perfecto estado de funcionamiento. · % Longitud de canal abierto que ha sido entubado · Índice de Calidad del agua que ingresa a la Planta El Placer · Presupuesto empresarial para acciones de mantenimiento, reparación, protección y remediación ambiental
RESPONSABLE (S) Y CORRESPONSABLES	Será responsabilidad de la EPMAPS a través de la jefatura del Sistema Centro Occidente, a través de Unidad de captaciones y aducciones.

3.2.3.3.6 Programa de monitoreo de la calidad del agua y balance de la Oferta y Demanda – PMCAAG - BOD

Objetivo: Disponer de información continua y consistente sobre la oferta y demanda en calidad y cantidad del recurso hídrico superficial y subterráneo en el DMQ, como

herramienta para evaluar la efectividad y eficacia de las acciones tendientes a su recuperación de tal manera que permita mejorar continuamente la capacidad de la EPMAPS como responsable de garantizar los servicios de agua potable con el aprovechamiento y sostenibilidad del agua.

MEDIDA 16: Monitoreo mensual de la calidad y cantidad de agua en todas las captaciones de los sistemas de agua del DMQ.

<p>PROBLEMA AL QUE ENFRENTA</p>	<p>El programa de monitoreo que actualmente se lleva a cabo la EPMAPS sin duda alguna ha generado importante información, pero no la suficiente, ya que no ha sido posible determinar el balance de masas de los principales parámetros, incluyendo el fósforo; los caudales puntuales y calidad del agua de ríos de las microcuencas aportantes, a las captaciones de los principales sistemas de AP, a sus embalses, así como del agua en la salida del embalse. Finalmente, los muestreos no han sido realizados en el mismo período a lo largo del tiempo.</p>
<p>RELEVANCIA</p>	<p>Calidad del agua es un factor que puede reducir la oferta potencial a una oferta neta pues la alteración restringe sus usos aguas abajo. Las fuentes de contaminación de las aguas captadas para el DMQ son: la presencia de ganado en pastoreo extensivo e intensivo en los páramos y la presencia de cultivos sobre los 3400 msnm que usan agroquímicos, y favorecen la erosión. Las microcuencas cercanas a zonas urbanas tienen amenaza de contaminación por residuos sólidos domésticos y los vertimientos de aguas servidas.</p>
<p>INDICADOR DE LINEA BASE</p>	<ul style="list-style-type: none"> · % de captaciones con buena calidad de agua al 2011 · Total de captaciones realizadas por los principales sistemas · Oferta hídrica total de las microcuencas aportantes a los sistemas de AP para Quito · Índices de contaminación trófica de cada uno de los embalses · Reservas de agua embalsada
<p>DESCRIPCION DE LA MEDIDA</p>	<p>Como ha venido realizando desde hace algunos años la EPMAPS, deberá continuar con las campañas de muestreo de aguas y sus consiguientes análisis de laboratorio. Esto debe ser complementado con la medida de caudales.</p>
<p>OBJETIVO DE LAS MEDIDAS</p>	<p>Disponer de información continua y consistente sobre la oferta del recurso hídrico superficial para la ciudad de Quito, como herramienta para evaluar la efectividad y eficacia de las acciones tendientes a garantizar los servicios de agua potable con el aprovechamiento y sostenibilidad del agua.</p>
<p>LOCALIZACIÓN DE LAS MEDIDAS</p>	<p>Microcuencas abastecedoras de los sistemas de AP para Quito</p>
<p>FRECUENCIA</p>	<p>Se realizará al menos con una frecuencia bimestral.</p>

META A (5años)	Se replanteará conforme la planificación plurianual 2014 - 2019
INDICADOR DE RESPUESTA	<ul style="list-style-type: none"> · % de captaciones de los principales sistemas con buena calidad de agua · % de captaciones legalizadas · Oferta hídrica neta de las microcuencas aportantes a los sistemas de AP para Quito · índices de contaminación trófica de cada uno de los embalses · Reservas de agua embalsada
RESPONSABLE (S) y CORRESPONSABLES	Departamento de Conducciones y Aducciones de la Gerencia de Operaciones y el área de Hidrología en coordinación con la Gerencia de Ambiente.

3.2.3.3.7 Programa de Manejo de la Operación de los Embalses

Objetivo: Mantener en óptimas condiciones de operación los embalses de propiedad de la EPMAPS, con el fin de regular crecientes, garantizar el abastecimiento permanente a la población y mantener el equilibrio ambiental de las cuencas.

MEDIDA 17: Mantener un programa permanente de mantenimiento de los embalses.

PROBLEMA AL QUE ENFRENTA	<p>Se desconoce el aporte que generan las fuentes de aguas termales subterráneas,</p> <p>Se desconoce el aporte de agua al embalse por parte de cada uno de los ríos de las microcuencas aportantes, un aspecto importante en el manejo ambiental del sistema.</p> <p>Las compuertas de vaciado de sedimentos de los embalses se abren en promedio cada 20 días, pero no existe un registro de los caudales que salen así como de estudios respecto de la calidad y cantidad de tales sedimentos.</p>
RELEVANCIA	El manejo ambiental de las operaciones de los embalses del Sistema Papallacta (Salve Faccha, Sucus y Mogotes) y La Mica, garantiza la continuidad en el abastecimiento de agua potable a la población del DMQ.
INDICADOR DE LINEA BASE	<ul style="list-style-type: none"> · Índice de contaminación por materia orgánica y por sólidos suspendidos de los tributarios a los embalses · Oferta hídrica de los tributarios · Índice de contaminación trófica y de sólidos suspendidos de los embalses · Reservas de agua embalsada · Volumen de sedimentos que se retiene anualmente en cada embalse.
DESCRIPCION DE LA MEDIDA	Realizar un estudio para determinar la dinámica de los sedimentos que ingresan en cada

	<p>uno de los embalses y la caracterización de su condición física, química y biológica.</p> <p>Determinar la Tasa de erosión Realizar el balance de masas para cada uno de los parámetros Determinar el volumen necesario a embalsar para suplir la demanda. Llevar a cabo un estudio con la finalidad de determinar el aporte de agua que constituyen las aguas termales subterráneas (cantidad y calidad).</p> <p>Continuar con el vaciado de sedimentos de los embalses hasta tanto se determine la dinámica de los sedimentos y se realice el balance de masas de todos los parámetros. Para lo cual se debe registrar los caudales de entrada y salida de los embalses.</p>
OBJETIVO DE LAS MEDIDAS	<p>Establecer cuáles deberían ser los niveles máximos, con la finalidad de disminuir peligros de inundaciones</p> <p>Definir la gradualidad de las variaciones de los niveles, con el objeto de Optimizar el uso del recurso hídrico; su calidad y finalmente la conservación de la flora y fauna acuática</p> <p>Prolongar la vida útil de los embalses, y precautelar la calidad y cantidad del agua regulada.</p>
LOCALIZACIÓN DE LAS MEDIDAS	Embalses del Sistema Papallacta (Salve Faccha, Sucus y Mogotes) y La Mica.
FRECUENCIA	Se realizará al menos con una frecuencia semestral.
META A (5años)	Se replanteará conforme la planificación plurianual 2014 - 2019
INDICADOR DE RESPUESTA	<ul style="list-style-type: none"> · Índice de contaminación por materia orgánica y por sólidos suspendidos de los tributarios a cada uno de los embalses. · Oferta hídrica de los tributarios a cada embalse · Índice de contaminación trófica y de sólidos suspendidos de los embalses Reservas de agua embalsada · Volumen de sedimentos que se retiene anualmente en cada embalse
RESPONSABLE (S) Y CORRESPONSABLES	Gerencia de Operaciones, Departamento de Captaciones y Conducciones

3.2.3.3.8 Programa de Monitoreo Ambiental de Los Embalses

Objetivo: Obtener una comprensión lo más completa posible de la limnología de los embalses Disponer de la información necesaria que les permita generar los indicadores

requeridos para la toma de decisiones, y así lograr la conservación y manejo adecuado de los embalses

Plantear acciones y estrategias congruentes con los objetivos de conservación, y con el análisis de amenazas.

Orientar más eficientemente los recursos humanos, materiales y económicos en favor de la conservación del recurso hídrico.

Subprograma de monitoreo hidroclimatológico

Los parámetros como radiación solar, evaporación, velocidad y dirección del viento, precipitación, temperatura, humedad, tienen efectos importantes sobre las condiciones tanto físicas como bióticas de un embalse y más aún, como parte del proceso de comprensión de la limnología del mismo. Por lo tanto, deben ser recolectados de manera efectiva y oportuna (Tufiño, et ál. 2011).

MEDIDA 18: Monitoreo climatológico

<p>PROBLEMA AL QUE ENFRENTA</p>	<p>El hecho es que el clima varía de un año, una década o un milenio a otro por múltiples causas, por un lado, debido a las variaciones generadas por forzamientos externos periódicos, tales como los ciclos anual y diurno de insolación y otros, los cuales dan lugar a oscilaciones climáticas auto-reguladas, complicadas de predecir como por ejemplo: temperatura y vapor de agua, hielo-nieve, etc.</p>
<p>RELEVANCIA</p>	<p>El entendimiento de la variabilidad climática es uno de los temas más relevantes no solo en las ciencias geofísicas, sino en la búsqueda de soluciones a los problemas cotidianos que derivan del mismo.</p>
<p>INDICADOR DE LINEA BASE</p>	<p>Promedios anuales o mensuales de:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Precipitación · Temperatura máxima · Temperatura mínima · Temperatura promedio

	<ul style="list-style-type: none"> · Humedad · Velocidad y dirección del viento · Radiación · Evaporación · Oferta hídrica superficial de los afluentes a cada uno de los embalses · Reservas de agua embalsada
DESCRIPCION DE LA MEDIDA	<p>Monitorear los siguientes parámetros:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Precipitación · Temperatura máxima · Temperatura mínima · Temperatura promedio · Humedad · Velocidad y dirección del viento · Radiación · Evaporación <p>Procesar los datos y elaborar Informes mensuales con valores diarios y promedios, generados de cada uno de los parámetros antes descritos. Estos informes deberán ser generados por la unidad o departamento que administra la central climatológica y entregada por los medios formales con que cuenta la empresa, a los responsables del seguimiento al cumplimiento del presente Plan de Manejo.</p>
OBJETIVO DE LAS MEDIDAS	<p>Contar con la información climatológica necesaria para el adecuado control del estado trófico y gestión de los embalses.</p>
LOCALIZACIÓN DE LAS MEDIDAS	<p>Existen estaciones meteorológica establecidas por la EPMAPS junto al embalse de La Mica, y junto al Embalse Salve Facha por lo tanto debe mantenerse la posición de las mismas.</p> <p>Con la finalidad de mejorar la estimación de la evaporación se recomienda colocar unas estaciones dentro de los embalses, las cuales podrían funcionar de manera experimental a fin de comparar y correlacionar con las estaciones de superficie.</p>
FRECUENCIA	<p>Los resultados del monitoreo climatológico deberán ser reportados mensualmente a través de un boletín o informe oficial por parte del Departamento de Información Hidrometeorológico del EPMAPS, particularmente, al Departamento de Gestión Integral del Agua para su inclusión en los análisis respectivos.</p>
META A (5años)	<p>Se replanteará conforme la planificación plurianual 2014 - 2019</p>
INDICADOR DE RESPUESTA	<ul style="list-style-type: none"> · Variación de la Precipitación · Variación de la Temperatura máxima · Variación de la Temperatura mínima · Variación de la Temperatura promedio · Variación de la Humedad · Variación de la Velocidad y dirección del viento · Variación de la Radiación

	<ul style="list-style-type: none"> · Variación de la Evaporación · Reservas de agua embalsada · Oferta hídrica superficial de los tributarios a cada embalse
RESPONSABLE (S) Y CORRESPONSABLES	La Gerencia de Operaciones a través de la Unidad Hidrología.

MEDIDA 19: Monitoreo hidrológico

PROBLEMA AL QUE ENFRENTA	El programa de monitoreo ha generado importante información pero no la suficiente, ya que no ha sido posible determinar el balance de masas de los principales parámetros, incluyendo el fósforo; los caudales y calidad del agua de los ríos de las microcuencas aportantes, de los ríos trasvasados y de salida del embalse no son suficientes, ni son realizados en el mismo período.
RELEVANCIA	La determinación de los caudales de los tributarios, así como de las descargas y captaciones (trasvases), servirá para establecer el balance hidrológico de los embalses, el mismo que, al contrarrestarlos con la información de calidad del agua permitirá establecer el balance de masas. Toda esta información es importante para la comprensión de la limnología de los embalses.
INDICADOR DE LINEA BASE	<ul style="list-style-type: none"> · Oferta hídrica de los tributarios de cada uno de los embalses · Volumen de sedimentos que se retienen anualmente en cada embalse · Volumen de agua subterránea (Balance de agua en los embalses)
DESCRIPCION DE LA MEDIDA	<p>Instalación de estaciones hidrométricas, a tiempo real y en escalas, ubicadas en los principales tributarios de las microcuencas aportantes y trasvasados a los embalses, de manera que sea posible cuantificar los caudales de entrada al sistema. Al poder estimar estos caudales, será posible además calcular de manera indirecta los aportes de agua subterránea.</p> <p>Obtener los datos de calidad del agua de los caudales de los tributarios de las microcuencas aportantes, también de los trasvasados y de salida.</p> <p>Realizar el estudio de sedimentos en los tributarios de las microcuencas aportantes a los embalses.</p> <p>Profundizar en las investigaciones sobre la dinámica de aporte y de fuga de aguas subterráneas principalmente en el embalse La Mica, así como la calidad de sus aguas.</p> <p>Realizar otra batimetría del embalse La Mica, con la finalidad de compararla con aquella realizada en el 2007.</p>
OBJETIVO DE LAS MEDIDAS	Generar la información hidrométrica necesaria para el adecuado seguimiento y control del estado trófico del embalse.

LOCALIZACIÓN DE LAS MEDIDAS	Microcuencas y embalses de los sistemas Papallacta y La Mica.
FRECUENCIA	Los resultados del monitoreo hidrológico serán reportados anualmente al Departamento de Gestión Integral del Agua para su inclusión en los análisis respectivos.
META A (5años)	Se replanteará conforme la planificación plurianual 2014 - 2019
INDICADOR DE RESPUESTA	<ul style="list-style-type: none"> · Oferta hídrica de los tributarios de cada uno de los embalses · Volumen de sedimentos que se retienen anualmente en cada embalse · Volumen de agua subterránea (Balance de agua en los embalses)
RESPONSABLE (S) y CORRESPONSABLES	La Gerencia de Operaciones a través del Departamento Captaciones y Conducciones y el Departamento de Gestión del Agua

Subprograma de monitoreo biológico

MEDIDA 20: Monitoreo de las poblaciones exóticas de peces y otros componentes bióticos de los sistema ecológicos de ríos y embalses

PROBLEMA AL QUE ENFRENTA	<p>No se conoce la composición de la ictiofauna existente en las microcuencas aportantes.</p> <p>No se ha realizado una evaluación y caracterización de los refugios de las especies existentes.</p>
RELEVANCIA	La determinación de los especies de peces existentes en los tributarios, servirá para establecer la salud de las microcuencas aportantes al contrarrestarlos con la información de calidad del agua.
INDICADOR DE ESTADO	<ul style="list-style-type: none"> · índice IBICAT · Indicador de Riqueza de Especies
DESCRIPCION DE LA MEDIDA	<p>Monitorear las poblaciones de peces existentes en los sistemas, lo cual debe llevarse a cabo teniendo en cuenta las épocas de lluvias y estiaje.</p> <p>Los muestreos deben llevarse a cabo durante los meses de diciembre o enero y julio o agosto. Estableciendo una estación de muestreo en los ríos permanentes de las microcuencas aportantes.</p>
OBJETIVO DE LAS MEDIDAS	Mantener un control periódico sobre la composición y estructura de los diferentes componentes bióticos que constituyen el sistema ecológico del Embalses.

LOCALIZACIÓN DE LAS MEDIDAS	Microcuencas e embalses de los Sistemas Papallacta y La Mica
FRECUENCIA	Semestral
META A (5años)	Se replanteará conforme la planificación plurianual 2014 - 2019
INDICADOR DE RESPUESTA	<ul style="list-style-type: none"> · índice IBICAT · Variación Indicador de Riqueza de Especies
RESPONSABLE (S) y CORRESPONSABLES	La Gerencia de Ambiente, Seguridad y Responsabilidad a través del Departamento de Gestión del Agua.

MEDIDA 21: Monitoreo de fitoplancton

Se define como fitoplancton la comunidad de microorganismos, en su mayoría fotosintéticos (micro algas, cianobacterias, flagelados heterótrofos y otros grupos sin clorofila) que vive suspendidos en la masa de agua.

La composición y abundancia del fitoplancton en lagos y embalses depende de diversos factores, entre los que resaltan:

- Condiciones físicas e hidrológicas: luz, temperatura, turbulencia/estabilidad del agua, tiempo de residencia del agua y tasa de sedimentación del plancton.
- Composición química del agua: nutrientes y materia orgánica, mineralización (compuestos de proporcionalidad constante) y pH, oligoelementos, etc.
- Factores biológicos

Dentro de estos últimos se consideran depredadores por parte de filtradores planctófagos (zooplancton y peces) y relaciones entre especies (efectos alelopáticos y toxicidad inducida por algunas especies).

Parasitismo fúngico. Infecciones por parte de hongos y cromistas heterótrofos flagelados capaces de reducir densas poblaciones fitoplanctónicas.

PROBLEMA AL QUE ENFRENTA	No se cuenta con una caracterización de los microorganismos fotosintéticos (diversidad y densidad, particularmente de microalgas y cianobacterias) en los principales embalses, lo cual es de suma importancia para identificar el estado ecológico y trófico de los mismos.
RELEVANCIA	El estudio de las comunidades de fitoplancton constituye una de las líneas metodológicas a seguir para la caracterización de los diferentes tipos de lagos y embalses, y para la obtención de parámetros para evaluar su estado ecológico y trófico.
INDICADOR DE LINEA BASE	<ul style="list-style-type: none"> · Índice (IBMR) · índice IPS. · Índice de contaminación trófica de los embalses
DESCRIPCION DE LA MEDIDA	<p>Analizar conforme la metodología indicada muestras de agua tomadas en la superficie y en diferentes profundidades. No obstante, en estas muestras no aparecen suficientemente representadas las algas de mayor tamaño, para las que se realiza un muestreo complementario con red.</p> <p>En seis puntos de muestreo en cada embalse se realizará la toma de agua a niveles diferentes, hasta llegar a la profundidad máxima en cada punto. Los niveles para la toma de agua serían: 0.5 m, 5 m, 10 m, 15 m, 20 m, 25 m (dependiendo de la profundidad máxima de los embalses).</p> <p>La recogida de muestras de fitoplancton se realizará, preferiblemente, en los mismos puntos en los que se tomen muestras fisicoquímicas y otras muestras biológicas, para tener la máxima información posible.</p>
OBJETIVO DE LAS MEDIDAS	Identificar el estado ecológico de los embalses y establecer las directrices metodológicas para las operaciones de muestreo.
LOCALIZACIÓN DE LAS MEDIDAS	Se seleccionará puntos en la desembocadura de los ríos tributarios que alimentan a los embalses Salve Faccha, Mogotes, Sucus y La Mica y que corresponden a la zona litoral, otros puntos serían en los dique y que también corresponde al litoral. En cuanto a la zona limnética se recomienda muestrear en el centro de los embalses. Adicionalmente en las captaciones de las microcuencas aportantes a estos dos sistemas.
FRECUENCIA	Se sugiere que los muestreos se mantengan con la periodicidad de 6 veces al año, igual a los muestreos de calidad del agua y que se señala en el documento Procedimiento para la Toma, Manejo y Preservación de Muestras para Agua Cruda en Fuentes, Captaciones y Embalses, EPMAPS 2010.
META A (5años)	Se replanteará conforme la planificación plurianual 2014 - 2019
INDICADOR DE RESPUESTA	<ul style="list-style-type: none"> · Índice (IBMR) · índice IPS. · Índice de contaminación trófica de los embalses

RESPONSABLE (S) Y CORRESPONSABLES	La Gerencia de Ambiente, Seguridad y Responsabilidad a través del Departamento de Gestión del Agua.
--	---

MEDIDA 22: Monitoreo de macrobentos acuáticos

PROBLEMA AL QUE ENFRENTA	No se cuenta con una caracterización de los microorganismos fotosintéticos (diversidad y densidad, particularmente de microalgas y cianobacterias) en los principales embalses, lo cual es de suma importancia para identificar el estado ecológico y trófico de los mismos.
RELEVANCIA	Los macrobentos acuáticos son ampliamente utilizados como bioindicadores del estado ambiental de los cuerpos de agua, particularmente en ríos. Para lo cual se han desarrollado diferentes índices, los mismos que han demostrado ser útiles al reflejar el estado ambiental global de un sistema, evidenciando los diferentes impactos que pudieran estar ocurriendo.
INDICADOR DE LINEA BASE	<ul style="list-style-type: none"> · índice IBMWP · Indicador de Riqueza de Especies
DESCRIPCION DE LA MEDIDA	Realizar muestreos según la metodología establecida de los organismos tanto en los tributarios como en los embalses.
OBJETIVO DE LAS MEDIDAS	Monitorear el índice biológico de calidad de los embalses y sus tributarios mediante el análisis de los macrobentos acuáticos.
LOCALIZACIÓN DE LAS MEDIDAS	Las estaciones para este método deben ser las mismas utilizadas para los muestreos de peces y calidad del agua, tanto en los tributarios como en los embalses
FRECUENCIA	De igual manera, se recomienda que el muestreo de estos organismos se lleve a cabo con la misma frecuencia con se muestrea los peces, es decir semestral.
META A (5años)	Se replanteará conforme la planificación plurianual 2014 - 2019
INDICADOR DE RESPUESTA	<ul style="list-style-type: none"> · índice IBMWP · Variación Indicador de Riqueza de Especies
RESPONSABLE (S) Y CORRESPONSABLES	La Gerencia de Ambiente, Seguridad y Responsabilidad a través del Departamento de Gestión del Agua, MAE.

MEDIDA 23: Monitoreo de la avifauna

El subprograma conservación de la avifauna, servirá para preservar las poblaciones de aves acuáticas en general pero particularmente, las del Zambullidor Plateado. Para lo cual se sugiere la implementación conjunta, entre la empresa y una organización especializada en el tema, de estudios específicos sobre la biología y ecología de ésta y otras especies.

PROBLEMA AL QUE ENFRENTA	<p>No se conoce el estado de conservación de las poblaciones de Chupiles en el embalse La Mica, así como si ciclo reproductivo.</p> <p>No se han planteado acciones concretas para la conservación de esta especie en el área.</p>
RELEVANCIA	<p>El embalse La Mica brinda un espacio interesante donde emprender actividades de educación ambiental e involucramiento público, con un potencial para iniciar un cambio de actitud con respecto a la conservación de los recursos naturales, no solo por el recurso agua, sino en relación a la avifauna existente.</p>
INDICADOR DE LINEA BASE	<p>· Índices de diversidad y densidad de individuos en cada sitio de monitoreo (aves)</p>
DESCRIPCION DE LA MEDIDA	<p>Monitorear la población de chupiles en los meses de anidación, una vez que estos hayan sido determinados en estudios previos.</p> <p>Censar trimestralmente la población de chupiles en el embalse.</p> <p>Monitorear periódicamente (trimestralmente), el estado de los islotes artificiales colocados en el embalse. Llevar un registro adecuado de nidos, individuos, polluelos, etc.</p>
OBJETIVO DE LAS MEDIDAS	<p>Determinar el estado de las poblaciones de avifauna presentes en el embalse La Mica y sus alrededores</p>
LOCALIZACIÓN DE LAS MEDIDAS	<p>Embales Salve Faccha, Mogotes y La Mica</p>
FRECUENCIA	<p>Trimestral</p>
META A (5años)	<p>Se replanteará conforme la planificación plurianual 2014 - 2019</p>
INDICADOR DE RESPUESTA	<p>Variación de Índices de diversidad y densidad de individuos en cada sitio de monitoreo (aves)</p>
RESPONSABLE (S) Y CORRESPONSABLES	<p>La Gerencia de Ambiente, Seguridad y Responsabilidad a través del Departamento de Gestión del Agua, MAE, ONGs</p>

3.2.3.3.9 Programa de compensación

Objetivo: en función de las competencias de la Empresa, dotar de agua segura al total de hogares ubicados en las áreas de influencia directa de las captaciones de la EPMAPS.

Consta de una sola medida y es la que sigue:

MEDIDA 24: Diseño e implantación de sistemas de agua potable para pobladores asentados en las zonas de aportación.

PROBLEMA AL QUE ENFRENTA	La EPMAPS ha venido captando aguas de varias microcuencas ubicadas en la vertiente occidental y oriental desde hace varios años, lo que es de vital importancia para la ciudad de Quito, sin embargo no se considera justo que los pobladores que están dentro o muy cerca de las áreas de captación, no dispongan de agua adecuada para uso humano, pues en el mejor de los casos es agua entubada.
RELEVANCIA	Es responsabilidad de la Empresa dotar del servicio al menos de agua segura a los hogares ubicados en el área de influencia directa de las captaciones para los sistemas de agua potable.
INDICADOR DE LINEA BASE	· No. de pobladores permanentes en las microcuencas que carecen de agua apta para consumo humano
DESCRIPCION DE LA MEDIDA	La medida consiste en proveer de agua potable (o al menos clorada) y en cantidad suficiente a los pobladores ubicados en las zonas de aportación. Esta constituye más que una medida una recomendación que sería positivo analizarla por parte de la EPMAPS. Para ello la Empresa deberá realizar un estudio que permita conocer la situación actual de la provisión de agua, los sistemas necesarios de construir, la estimación de los costos, etc.
OBJETIVO DE LAS MEDIDAS	Dotar de agua segura al total de hogares ubicados en las áreas de influencia directa de las captaciones de la EPMAPS
LOCALIZACIÓN DE LAS MEDIDAS	Habitantes permanentes de las microcuencas de captación de los sistemas Centro y Noroccidente
FRECUENCIA	Al primer año la EPMAPS decide comenzar los estudios para construir o mejorar los sistemas de agua potable actuales de cuatro de los barrios. Al tercer año tiene todos los estudios.

META A (5años)	Se replanteará conforme la planificación plurianual 2014 - 2019
INDICADOR DE RESPUESTA	<ul style="list-style-type: none"> · Presupuesto empresarial para acciones de protección y remediación ambiental · % Cobertura de agua segura a los pobladores de las áreas de influencia directa de las captaciones.
RESPONSABLE (S)	Será responsabilidad de la EPMAPS a través de la Gerencia de la Gerencia Técnica y de la Gerencia de Ambiente, Seguridad y Responsabilidad.

3.2.3.4 Indicadores ambientales

La formulación de los indicadores se basó en las consideraciones establecidas en la perspectiva teórica adoptada, descrita en el numeral 1.2.2, de donde se recalca que una de las funciones principales de los indicadores será la de evaluar condiciones y tendencias en relación a metas y objetivos, cuantificado, midiendo y simplificando la información relevante procedente de la ejecución de las diferentes medidas ambientales establecidas en el PGAI MAPQ; y de los programas de monitoreo que mantiene la EPMAPS.

Considerando que los indicadores sirven para mostrar sobre cambios temporales, ya que son producto de la información que se genera de la ejecución de medidas repetibles y contrastables y su seguimiento permite comprobar la eficacia de dichas medidas, se parte de la formulación de los indicadores de línea base, sin los cuales no se podría calcular los indicadores de respuesta o de gestión.

Los indicadores de línea base cuentan al momento con los datos necesarios para su cálculo, en pocos casos será necesario ejecutar las medidas recomendadas en los PMAs. Estos datos fueron procesados en los estudios de diagnóstico de la microcuencas en referencia. Para los indicadores de respuesta los datos se irán generado con la

implementación de las medidas de los PMAs y de los programas de monitoreo de la EPMAPS.

En conclusión la lista de indicadores que presenta a continuación se pretende que sirva para: a) informar sobre el estado de los ecosistemas generadores del agua, b) conocer las relaciones entre las presiones que imponen las diversas actividades humanas sobre la calidad y cantidad de agua en las microcuencas de captación, y c) elaborar medidas de respuesta estableciendo prioridades para enfrentar las presiones de deterioro.

3.2.3.4.1 Lista propuesta de indicadores ambientales

Los indicadores ambientales planteados para las medidas de los diferentes programas, que permitirán su seguimiento y evaluación, a fin de garantizar el aprovechamiento sustentable del recurso agua, se despliegan en la tabla 60.

Tabla 60.- Indicadores de Gestión Ambiental en las microcuencas aportantes a los principales Sistemas de Agua Potable de la EPMAPS

INDICADORES DE LINEA BASE	INDICADORES DE GESTIÓN O DE RESPUESTA
PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL - PC	
<ul style="list-style-type: none"> · Superficie total afectada por quemas en las microcuencas en el 2011 · Tasa anual de quemas · Total de pobladores, agricultores, ganaderos, hacendados y autoridades vinculadas a las microcuencas de los principales sistemas de AP de Quito 	<ul style="list-style-type: none"> · % de reducción de Superficie afectada por quemas · Índice de reducción de tasa anual de quema · Fortalecimiento de capacidades (Educación ambiental) · Organizaciones comunitarias o municipales que realizan actividades de cuencas (Juntas de agua)
<ul style="list-style-type: none"> · Superficie total de páramo con manejo extensivo de ganado · Superficie total de cultivos o pastizales en suelos con aptitud de conservación · Superficie total en las microcuencas aportantes de agua para Quito con conflicto por el uso de suelo. · Total de agricultores o ganaderos en las 4 microcuencas. 	<ul style="list-style-type: none"> · % Superficie de páramo en recuperación natural del manejo extensivo de ganado · % de Superficie de cultivos o pastizales ubicados en suelos no aptos recuperados a través de reforestación y/o revegetación y mantenimiento · % de Reducción de superficie con conflicto por el uso de suelo en las microcuencas aportantes de agua para Quito · % de Participación de agricultores o ganaderos en actividades de capacitación y educación ambiental

<ul style="list-style-type: none"> · Total de agricultores en las 4 microcuencas. · Índice promedio de productividad en cultivos tradicionales · Superficie total de las microcuencas con cultivos tradicionales 	<ul style="list-style-type: none"> · % de Participación de agricultores en actividades de capacitación y educación ambiental · Fortalecimiento de capacidades (Educación ambiental) · Índice promedio de productividad de cultivos tradicionales · % de Incremento de las superficies con cultivos tradicionales
PROGRAMA DE CONTROL Y VIGILANCIA - PCOV	
<ul style="list-style-type: none"> · Tasa anual de quemas · Superficie total afectada por quemas en las microcuencas en el 2011 · Superficie total afectada por ingreso ilimitado de turistas y otros. 	<ul style="list-style-type: none"> · Índice de reducción de tasa anual de quemas · % de Reducción de la superficie afectada por quemas en las microcuencas en el 2011 · % de Reducción de superficie afectada por ingreso ilimitado de turistas
<ul style="list-style-type: none"> · Superficie total de páramo con presencia de ganado en libre pastoreo (2011) · Total de pobladores, agricultores, ganaderos, hacendados y autoridades vinculados a las microcuencas de los principales sistemas de AP de Quito. 	<ul style="list-style-type: none"> · % de Superficie de páramo con establecimiento de la capacidad de carga animal que soporta para un manejo sustentable · % de Participación de habitantes, agricultores, ganaderos, hacendados y autoridades locales en actividades de capacitación y educación ambiental
PROGRAMA DE ASISTENCIA TÉCNICA AGROPECUARIA - PATA	
<ul style="list-style-type: none"> · Total de agricultores en las 4 microcuencas · Total de superficie con cultivos tradicionales en todas las microcuencas aferentes a los sistemas de agua potable de Quito. · Índice de productividad de los suelos agrícolas 	<ul style="list-style-type: none"> · % de Participación de agricultores en actividades de capacitación y educación ambiental · Índice promedio de productividad de los suelos agrícolas. · Índice de reducción de tasa anual de quemas
PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES - PCONRN	
<ul style="list-style-type: none"> · Superficie total de páramo de las microcuencas de captación en áreas protegidas. 	<ul style="list-style-type: none"> · % de incremento Superficie de páramo en áreas protegidas.
<ul style="list-style-type: none"> · Superficie total de áreas degradadas en el 2011. · Superficie total de cobertura boscosa y vegetación nativa en áreas aferentes a los sistemas de AP de Quito. · Superficie total de cobertura de páramo en áreas aferentes a los sistemas de AP de Quito. 	<ul style="list-style-type: none"> · Presupuesto empresarial para acciones de protección y remediación ambiental · % Superficie degradada en recuperación natural · % de Superficie degradada en recuperación a través de reforestación y/o revegetación y mantenimiento.
<ul style="list-style-type: none"> · Superficie total de cobertura boscosa y vegetación nativa en áreas aferentes a los sistemas de AP de Quito. · Superficie total de cobertura de páramo en áreas aferentes a los sistemas de AP de Quito. · Superficie total de las microcuencas con conflicto de uso de suelo 	<ul style="list-style-type: none"> · % de Superficie con cobertura boscosa y de vegetación nativa declarada en conservación · % de Superficie con cobertura (páramo), declarada en conservación. · % Superficie de las microcuencas con conflicto de uso de suelo que se rehabilitará de acuerdo a su vocación
<ul style="list-style-type: none"> · Superficie con cobertura de vegetación nativa (bosque o matorral) en las microcuencas aferentes a los principales sistemas de AP para Quito, en manos de propiedad privada. · Superficie con cobertura (páramo) en las microcuencas aferentes a los principales sistemas de AP para Quito, en manos de propiedad privada. 	<ul style="list-style-type: none"> · Fortalecimiento de capacidades (Educación ambiental) · % de Superficie privada con cobertura de vegetación nativa (bosque o matorral) incorporada al programa Socio Bosque · % de Superficie privada con cobertura (páramo) incorporada al programa Socio Bosque.
<ul style="list-style-type: none"> · Superficie total de taludes de las microcuencas de 	<ul style="list-style-type: none"> · % de Superficie de taludes revegetados y protegidos

<ul style="list-style-type: none"> · captación degradados o en proceso por deterioro de su cobertura vegetal. · Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR) (Munné et al., 1998; 2003), · Índice de contaminación por materia orgánica y por sólidos suspendidos de los cauces con taludes desprotegidos e inestables 	<ul style="list-style-type: none"> · Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR) (Munné et al., 1998; 2003), · Índice de contaminación por materia orgánica y por sólidos suspendidos de los cauces con taludes protegidos.
<ul style="list-style-type: none"> · Superficie total de cultivos en suelos con pendientes superiores al 50% · Superficie total de las microcuencas con conflicto de uso de suelo 	<ul style="list-style-type: none"> · % de Superficie con cultivos en suelos con pendientes superiores al 50% con implantación de sistemas agroforestales · % Superficie de las microcuencas con conflicto de uso de suelo que se rehabilitará con sistemas agroforestales
PROGRAMA DE CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA - PCCONAG	
<ul style="list-style-type: none"> · No. De abrevaderos inadecuados para el ganado · Inversiones realizadas para acciones de protección y remediación ambiental · Índice de contaminación de las aguas por materia orgánica y solidos suspendidos 	<ul style="list-style-type: none"> · % de sitios en las captaciones o canales con acceso para el ganado gestionados · Inversiones realizadas para acciones de protección y remediación ambiental · Índice de contaminación de las aguas por materia orgánica y solidos suspendidos
<ul style="list-style-type: none"> · No. de captaciones en las microcuencas que son accesibles para el ganado · Calidad de agua de esas captaciones 	<ul style="list-style-type: none"> · % de sitios en las captaciones o canales con acceso para el ganado gestionados · Calidad de las aguas de las captaciones gestionadas
<ul style="list-style-type: none"> · No. total de Captaciones de todos los sistemas. · Longitud total de acueductos en canal abierto · Calidad del agua que ingresa a la Planta El Placer 	<ul style="list-style-type: none"> · % de captaciones en perfecto estado de funcionamiento. · % Longitud de canal abierto que ha sido entubado · Calidad del agua que ingresa a la Planta El Placer · Presupuesto empresarial para acciones de mantenimiento, reparación, protección y remediación ambiental
PROGRAMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA Y BALANCE DE LA OFERTA Y DEMANDA - PMCAAG - BOD	
<ul style="list-style-type: none"> · % de captaciones con buena calidad de agua al 2011 · Total de captaciones realizadas por los principales sistemas · Oferta hídrica total de las microcuencas aportantes a los sistemas de AP para Quito · índices de contaminación trófica de cada uno de los embalses · Reservas de agua embalsada 	<ul style="list-style-type: none"> · % de captaciones de los principales sistemas con buena calidad de agua · % de captaciones legalizadas · Oferta hídrica neta de las microcuencas aportantes a los sistemas de AP para Quito · índices de contaminación trófica de cada uno de los embalses · Reservas de agua embalsada
PROGRAMA DE MANEJO DE LA OPERACIÓN DE LOS EMBALSES - PMOE	
<ul style="list-style-type: none"> · Índice de contaminación por materia orgánica y por sólidos suspendidos de los tributarios a cada uno de los embalses · Índice de contaminación trófica y de sólidos suspendidos de los embalses. · Reservas de agua embalsada · Volumen de sedimentos que se retienen anualmente en cada embalse 	<ul style="list-style-type: none"> · Índice de contaminación por materia orgánica y por sólidos suspendidos de los tributarios a cada uno de los embalses · Oferta hídrica de los tributarios a cada embalse · Índice de contaminación trófica y de sólidos suspendidos de los embalses · Reservas de agua embalsada · Volumen de sedimentos que se retienen anualmente en cada embalse
PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL DE LOS EMBALSES - PMAE	
Promedios mensuales/anuales de:	· Variación de la Precipitación

<ul style="list-style-type: none"> · Precipitación · Temperatura máxima · Temperatura mínima · Temperatura promedio · Humedad · Velocidad y dirección del viento · Radiación · Evaporación · Oferta hídrica de los tributarios a cada embalse · Reservas de agua embalsada 	<ul style="list-style-type: none"> · Variación de la Temperatura máxima · Variación de la Temperatura mínima · Variación de la Temperatura promedio · Variación de la Humedad · Variación de la Velocidad y dirección del viento · Variación de la Radiación · Variación de la Evaporación · Reservas de agua embalsada · Oferta hídrica superficial de los tributarios a cada embalse
<ul style="list-style-type: none"> · Oferta hídrica de los tributarios de cada uno de los embalses · Volumen de sedimentos que se retienen anualmente en cada embalse · Volumen de agua subterránea (Balance de agua en los embalses) 	<ul style="list-style-type: none"> · Oferta hídrica de los tributarios de cada uno de los embalses · Volumen de sedimentos que se retienen anualmente en cada embalse · Volumen de agua subterránea (Balance de agua en los embalses)
<ul style="list-style-type: none"> · índice IBICAT · Índice de Riqueza de Especies 	<ul style="list-style-type: none"> · índice IBICAT · Variación Índice de Riqueza de Especies
<ul style="list-style-type: none"> · Índice (IBMR) · índice IPS. · Índice de contaminación trófica de los embalses 	<ul style="list-style-type: none"> · Índice (IBMR) · índice IPS. · Índice de contaminación trófica de los embalses
<ul style="list-style-type: none"> · índice IBMWP · Indicador de Riqueza de Especies 	<ul style="list-style-type: none"> · índice IBMWP · Variación Indicador de Riqueza de Especies
<ul style="list-style-type: none"> · Índices de diversidad y densidad de individuos en cada sitio de monitoreo (aves) 	<ul style="list-style-type: none"> · Variación Índices de diversidad y densidad de individuos en cada sitio de monitoreo (aves)
PROGRAMA DE COMPENSACIÓN - PCOM	
<ul style="list-style-type: none"> · No. de pobladores permanentes en las microcuencas de captación que carecen de agua de buena calidad 	<ul style="list-style-type: none"> · Presupuesto empresarial para acciones de protección y remediación ambiental · % Cobertura de agua segura a los pobladores de las áreas de influencia directa de las captaciones

Tabla 60 (Cont.). Elaborado por: Flores A. (2014)

3.2.3.4.2 Caracterización de los indicadores ambientales

Existe gran variedad de posibles formatos de presentación de indicadores, modificándose su contenido en función de la información que se pretende ofrecer. Es así que, distintas entidades como se mencionó en el numeral 1.2.1, tienen establecidos formatos y contenidos distintos basados en las características y tipos de informes que desarrollan. La tabla 61, presenta un contenido que ha sido adaptado de diferentes posibilidades que ofrece la

bibliografía consultada, a las necesidades y disponibilidad de información de la EPMAPS, y será denominada, ficha metodológica del indicador.

Tabla 61.- Ficha Metodológica del Indicador de gestión ambiental de las microcuencas de captación de los principales sistemas de agua potable de la EPMAPS

NOMBRE	Define el indicador
DESCRIPCIÓN Y AMBITO DEL INDICADOR	
ID	Número de identificación o código del indicador, facilita relacionarlo con otras bases de datos de la Empresa.
OBJETIVO DEL INDICADOR	Expresa lo que se busca medir con el indicador, su razón de ser.
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	Explica los conceptos técnicos asociados al indicador
RELEVANCIA AMBIENTAL	Describe la importancia de la información a mostrar
AMBITO TERRITORIAL DE APLICACION	Describe el lugar geográfico de aplicación
CARACTERISTICAS DE LOS DATOS BASE	
INDICADOR DE LINEA BASE	Estado basal o inicial de un indicador en el tiempo en que se empezó a medir.
DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE DE LOS DATOS INICIALES	Expresa dónde se originan los datos o dónde están almacenados, ya sea al interior o exterior de la entidad.
COBERTURA GEOGRÁFICA Y TEMPORAL DE LOS DATOS BASE	Ámbito geográfico de donde provienen los datos
FORMULA	Relación matemática de las variables para obtener el resultado que se desea medir
VARIABLES QUE INTERVIENEN	Describe las variables que intervienen en el cálculo
UNIDAD DE MEDIDA	Unidad básica con la cual se expresa el resultado integral del indicador.
DATOS COMPLEMENTARIOS E INFORMACION TÉCNICA REQUERIDA PARA EL INDICADOR DE RESPUESTA	
META anual o a 5 años	Valor del indicador que se espera obtener, para cumplir con los objetivos propuestos en un tiempo definido. No existe el dato para todos los indicadores, pero se podría levantarlo
FUENTE DE NUEVOS DATOS	Describe de donde proceden los nuevos datos
METODOLOGÍA DE TRATAMIENTO DE NUEVOS DATOS	Describe la forma como deben ser procesados los nuevos datos
TRABAJOS PENDIENTES	Describe los trabajos pendientes o futuros desarrollos que facilitarían la información
FORMULA	Relación matemática de las variables para obtener el resultado que se desea medir
VARIABLES QUE INTERVIENEN	Describe las variables que intervienen en el cálculo

UNIDAD DE MEDIDA	Unidad básica con la cual se expresa el resultado integral del indicador.
ANALISIS Y EVALUACION DE LA INFORMACION OFRECIDA POR EL INDICADOR	
RESULTADO DE LA MEDICIÓN	Es el dato de la medición del indicador. Dato a incorporarse en el futuro
PROBLEMA CON EL QUE SE RELACIONA	Describe de forma sintética y clara el problema que se gestiona
EVALUACION DE LA INFORMACION OFRECIDA POR EL INDICADOR	Se interpreta el resultado: ¿Qué nos está mostrando? ¿Qué significa?, en relación con el problema que enfrenta.
MARCO LEGAL O NORMATIVA VINCULADA	En el caso de que se requiera controles de valores límites para parámetros establecidos por la normativa para diferentes factores de calidad.
FORMA DE PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	Describe las formas como la información podría presentarse tablas, gráficas de barras o mapas, etc.
ACCIÓN CORRECTIVA, PREVENTIVA Y DE MEJORA	Expresa si el indicador requiere de una acción preventiva, correctiva o de mejora teniendo en cuenta el cumplimiento de la meta. Dato a incorporarse una vez implementado el SIA EPMAPS
RESPONSABLE	Funcionario encargado de la medición y análisis del indicador
FRECUENCIA	Periodicidad para medir cada una de las variables involucradas.
RESTRICCIONES DEL INDICADOR	Señala los aspectos que no se pueden medir o interpretar con los resultados del indicador, así como las consideraciones técnicas que no son cubiertas por el mismo
INDICADORES COMPLEMENTARIOS Y SUBINDICADORES	Si se considera necesario puede desarrollarse indicadores derivados o complementarios al indicador principal con el fin de ampliar la información que este suministra o matizar aspectos específicos
FECHA DE ACTUALIZACION	Señala la fecha de la última actualización
CRITERIOS DE PERTENENCIA O ARTICULACIÓN	
GRUPOS DE INDICADORES:	Clasifica los indicadores de acuerdo al grupo al que pertenecen (mínimos de gestión, gerenciales, sistema de planificación).
PLANIFICACION NACIONAL	Describe el objetivo del PNBV al que contribuye
PLANIFICACION MUNICIPAL	Describe el programa del PGD territorial al que contribuye
PLANIFICACION ESTRATEGICA	Describe el objetivo estratégico al que contribuye
PROCESO INSTITUCIONAL	Clasifica los indicadores en el proceso al que pertenecen según el mapa de procesos de la entidad
ARTICULACIÓN PLAN DE GESTION AMBIENTAL INTEGRADO DE LAS MICROCUENCAS EPMAPS	Identifica el programa y proyecto del plan de manejo integrado de la EPMAPS asociado al indicador

Tabla 61 (Cont.). Elaborado por: Flores A. (2014)

3.2.3.4.2.1 Fichas Metodológicas de los Indicadores de la Gestión Ambiental en las Microcuencas aportantes a los Sistemas de Agua Potable Administrados por la EPMAPS

NOMBRE	% de Reducción de superficie afectada por quemas
DESCRIPCIÓN Y AMBITO DEL INDICADOR	
ID	IGA001PC
OBJETIVO DEL INDICADOR	Mostrar la eficiencia de la medida ambiental
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	Calcula el % de reducción de la superficie afectada por quemas, según las metas establecidas en el Plan de Acción, en las medidas relacionadas con Educación ambiental.
RELEVANCIA AMBIENTAL	La quema de la vegetación nativa tiene efectos perjudiciales al disminuir la protección del suelo contra la lluvia y el viento, facilitar el escurrimiento superficial y en consecuencia la erosión, acelerar la velocidad del agua.
AMBITO TERRITORIAL DE APLICACION	Microcuencas de captación de los sistemas Papallacta, Pita, Centro y Noroccidente
CARACTERISTICAS DE LOS DATOS BASE	
INDICADOR DE LINEA BASE	Superficie total afectada por quemas en las microcuencas en el 2011
DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE DE LOS DATOS INICIALES	Estudios de diagnóstico de las microcuencas de captación de los sistemas de agua potable Papallacta, Pita, Centro y Noroccidente.
COBERTURA GEOGRÁFICA Y TEMPORAL DE LOS DATOS BASE	Microcuencas de captación
FORMULA	$STq(2011) = \sum Sqmp, Sqmpi, Sqmco, Sqmno$
VARIABLES QUE INTERVIENEN	$STq(2011) =$ Superficie total afectada por quemas $Sqmp =$ superficie quemada microcuenca Papallacta $Sqmpi =$ superficie quemada microcuenca Pita $Sqmco =$ superficie quemada microcuenca Centro occidente $Sqmno =$ superficie quemada microcuenca Noroccidente
UNIDAD DE MEDIDA	Hectáreas
DATOS COMPLEMENTARIOS E INFORMACION TÉCNICA REQUERIDA PARA EL INDICADOR DE RESPUESTA	
META anual o 5 años	Se replanteará conforme la planificación plurianual 2014 - 2019
FUENTE DE NUEVOS DATOS	Captura de datos en campo o mediante análisis multitemporal de imágenes satelitales.
METODOLOGÍA DE TRATAMIENTO DE NUEVOS DATOS	Una vez que se alimentan los indicadores, el funcionario encargado del Sistema de Información Geográfica debe elaborar y/o actualizar los mapas
TRABAJOS PENDIENTES	Elaboración de mapa temático base
FORMULA	$\% \text{ Reducción } Sq = STq(\text{meta}) / STq(2011) \times 100$
VARIABLES QUE INTERVIENEN	$STq(\text{meta}) =$ Superficie total afectada por quemas según meta $STq(\text{meta}) = \sum Sqmp, Sqmpi, Sqmco, Sqmno$ $Sqmp =$ superficie quemada microcuenca Papallacta

	<p>Sqmp = superficie quemada microcuena Pita</p> <p>Sqmco= superficie quemada microcuena Centro occidente</p> <p>Sqmno= superficie quemada microcuena Noroccidente</p> <p>STq (meta) = Superficie total afectada por quemas según meta</p>
UNIDAD DE MEDIDA	%
ANALISIS Y EVALUACION DE LA INFORMACION OFRECIDA POR EL INDICADOR	
RESULTADO DE LA MEDICIÓN	Es el dato de la medición del indicador. Dato a incorporarse en el futuro
PROBLEMA CON EL QUE SE RELACIONA	Quema de la vegetación nativa, especialmente de pajonal y matorral, la que realizan los pobladores locales en el pajonal con el fin de estimular el rebrote para que aproveche el ganado.
EVALUACION DE LA INFORMACION OFRECIDA POR EL INDICADOR	Se interpretará el resultado: ¿Qué nos está mostrando? ¿Qué significa?, en relación con el problema que enfrenta.
MARCO LEGAL O NORMATIVA VINCULADA	Puede incluirse de ser necesario.
FORMA DE PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	Mapas y cuadros
ACCIÓN CORRECTIVA, PREVENTIVA Y DE MEJORA	Dato a incorporarse una vez implementado el SIA EPMAPS
RESPONSABLE	Identifican el evento guardaparques, levantan datos, funcionarios de Gestión del Agua de EPMAPS Gerencia de Ambiente, Seguridad y Responsabilidad en colaboración con el MAE, SENAGUA.
FRECUENCIA	Periodicidad de acuerdo a la meta
RESTRICCIONES DEL INDICADOR	Puede no incluir áreas pequeñas de propiedad privada
INDICADORES COMPLEMENTARIOS Y SUBINDICADORES	<ul style="list-style-type: none"> · Tasa anual de quemas · Índice de reducción de tasa anual de quema
FECHA DE ACTUALIZACION	Se realizará conforme lo acordado en la planificación
CRITERIOS DE PERTENENCIA O ARTICULACIÓN	
NIVEL DE GESTIÓN/ GRUPOS DE INDICADORES:	Gerenciales, y del sistema de planificación
PLANIFICACION NACIONAL	Objetivos 3 y 7 del PNBV
PLANIFICACION MUNICIPAL	Objetivo 1 PGDT y 3 del PMOT
PLANIFICACION ESTRATEGICA	Objetivos estratégicos 2, y 15
PROCESO/SBPROC INSTITUCIONAL	GESTION DE AGUA POTABLE, Gestión de Recursos hídricos superficiales
ARTICULACIÓN PLAN DE GESTION AMBIENTAL INTEGRADO DE LAS MICROCUENCAS EPMAPS	Programa de Capacitación y educación ambiental

NOMBRE	
Fortalecimiento de capacidades (Educación ambiental)	
DESCRIPCIÓN Y AMBITO DEL INDICADOR	
ID	IGA002PC
OBJETIVO DEL INDICADOR	Mostrar las actividades realizadas por la Empresa encaminadas a la concientización ambiental
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	Calcula el % de cumplimiento de metas del Plan de Acción relacionadas con Educación ambiental.
RELEVANCIA AMBIENTAL	Las entidades públicas juegan un importante papel a la hora de lograr un desarrollo sostenible a través del compromiso alcanzado con las comunidades ubicadas en las zonas de influencia directa de las obras de infraestructura de los sistemas de AP que abastecen al DMQ
AMBITO TERRITORIAL DE APLICACION	Microcuencas de captación de los sistemas Papallacta, Pita, Centro y Noroccidente
CARACTERISTICAS DE LOS DATOS BASE	
INDICADOR DE LINEA BASE	Total de pobladores, agricultores, ganaderos, hacendados y autoridades vinculadas a las microcuencas de los principales sistemas de AP de Quito
DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE DE LOS DATOS INICIALES	Estudios de diagnóstico de las microcuencas de captación de los sistemas de agua potable Papallacta, Pita, Centro y Noroccidente.
COBERTURA GEOGRÁFICA Y TEMPORAL DE LOS DATOS BASE	Microcuencas de captación
FORMULA	$NTamc(2011) = \sum Actmp, Actmpi, Actmco, Actmno$
VARIABLES QUE INTERVIENEN	<p>$NTamc(2011)$ = Número total de actores en las microcuencas de captación</p> <p>$Actmp$ = actores microcuencas Papallacta</p> <p>$Actmpi$ = actores microcuencas Pita</p> <p>$Actmco$ = actores microcuencas Centro occidente</p> <p>$Actmno$ = actores microcuencas Noroccidente</p>
UNIDAD DE MEDIDA	Unidad
DATOS COMPLEMENTARIOS E INFORMACION TÉCNICA REQUERIDA PARA EL INDICADOR DE RESPUESTA	
META a anual o 5 años	Se replanteará conforme la planificación plurianual 2014 - 2019
FUENTE DE NUEVOS DATOS	Captura de datos en campo mediante registros de asistentes a programas de capacitación
METODOLOGÍA DE TRATAMIENTO DE NUEVOS DATOS	Ingreso a la base de datos
TRABAJOS PENDIENTES	Establecer programación y metas para el resto de sistemas se cuenta solo para Centro Occidente.
FORMULA	$\% \text{ de cumplimiento de metas del Plan de Acción} = Ace / ApEA \times 100$
VARIABLES QUE INTERVIENEN	<p>Ace = Actividades de capacitación ejecutadas = $\sum Acemp, Acempi, Acemco, Acemno$</p> <p>$Acemp$ = Actividades de capacitación ejecutadas en cada una de las microcuencas</p>

	ApEA= Actividades programadas de educación ambiental según meta
UNIDAD DE MEDIDA	%
ANALISIS Y EVALUACION DE LA INFORMACION OFRECIDA POR EL INDICADOR	
RESULTADO DE LA MEDICIÓN	Es el dato de la medición del indicador. Dato a incorporarse en el futuro
PROBLEMA CON EL QUE SE RELACIONA	Quema de la vegetación nativa, especialmente de pajonal y matorral, la que realizan los pobladores locales en el pajonal con el fin de estimular el rebrote para que aproveche el ganado.
EVALUACION DE LA INFORMACION OFRECIDA POR EL INDICADOR	Se interpreta el resultado: ¿Qué nos está mostrando? ¿Qué significa?, en relación con el problema que enfrenta. Se realizará una vez implementado el sistema.
MARCO LEGAL O NORMATIVA VINCULADA	Puede incluirse de ser necesario.
FORMA DE PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	Cuadros de datos, diagramas de barras
ACCIÓN CORRECTIVA, PREVENTIVA Y DE MEJORA	Dato a incorporarse una vez implementado el SIA EPMAPS
RESPONSABLE	funcionarios asignados de la Gerencia de Ambiente, Seguridad y Responsabilidad en colaboración con el MAE, SENAGUA y SA
FRECUENCIA	Periodicidad de acuerdo a la meta
RESTRICCIONES DEL INDICADOR	Falta de voluntad y compromiso de actores de las microcuencas
INDICADORES COMPLEMENTARIOS Y SUBINDICADORES	<ul style="list-style-type: none"> · Tasa anual de quemas · Índice de reducción anual de quema · Organizaciones comunitarias o municipales que realizan actividades de cuencas (Juntas de agua)
FECHA DE ACTUALIZACION	Se realizará conforme lo acordado en la planificación
CRITERIOS DE PERTENENCIA O ARTICULACIÓN	
NIVEL DE GESTIÓN/ GRUPOS DE INDICADORES:	Operacional/Sistema de planificación,
PLANIFICACION NACIONAL	Objetivos 3 y 7 del PNBV
PLANIFICACION MUNICIPAL	Objetivo 1 PGDT y 1 y 3 del PMOT
PLANIFICACION ESTRATEGICA	Objetivos estratégicos 2, y 15
PROCESO/SBPROC INSTITUCIONAL	GESTION DE AGUA POTABLE, Gestión de Recursos hídricos superficiales
ARTICULACIÓN PLAN DE GESTION AMBIENTAL INTEGRADO DE LAS MICROCUENCAS EPMAPS	Programa de capacitación y educación ambiental

NOMBRE	% de Reducción de superficie con conflicto por el uso de suelo en las microcuencas aportantes de agua para Quito
DESCRIPCIÓN Y AMBITO DEL INDICADOR	
ID	IGA003PC
OBJETIVO DEL INDICADOR	Mostrar la eficacia de las medidas en el afán de ordenar el uso del suelo en las microcuencas de acuerdo a su vocación a través de la concientización y educación a los usuarios de los recursos naturales y a los dirigentes y autoridades locales.
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	Establece el cambio multitemporal en la superficie de las microcuencas aportantes con conflicto producto de la discrepancia entre el uso actual y el uso potencial del suelo Calcula % de reducción de superficie con conflicto por el uso de suelo en las microcuencas aportantes de agua para Quito, conforme las metas del Plan de Acción relacionadas con Educación ambiental.
RELEVANCIA AMBIENTAL	El sobreuso de los pajonales para el pastoreo extensivo o para la producción agrícola es especialmente grave, pues los pajonales, no deben ser usados en estas actividades, ya que constituyen un ecosistema muy frágil, de fácil deterioro, cuando se lo sobreexplota su recuperación es muy lenta; adicionalmente su función fundamental es almacenar agua y regular su provisión hacia aguas abajo para satisfacer los diferentes usos.
AMBITO TERRITORIAL DE APLICACION	Microcuencas de captación de los sistemas Papallacta, Pita, Centro y Noroccidente
CARACTERISTICAS DE LOS DATOS BASE	
INDICADOR DE LINEA BASE	Superficie total en las microcuencas Papallacta, Pita, Centro y Noroccidente con conflicto por el uso de suelo. Incluye pajonales con pastoreo extensivo de ganado, pastizales y cultivos en suelos con diferente vocación. Pero se puede calcular indicadores individuales.
DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE DE LOS DATOS INICIALES	Mapas de zonificación del uso del suelo en las microcuencas de captación elaborados en los Estudios de diagnóstico de las microcuencas de captación de los sistemas de agua potable Papallacta, Pita, Centro y Noroccidente.
COBERTURA GEOGRÁFICA Y TEMPORAL DE LOS DATOS BASE	Microcuencas de captación
FORMULA	$ST_{cus} (2011) = \sum Scusmp, Scusmpi, Scusmco, Scusmno$
VARIABLES QUE INTERVIENEN	$ST_{cus} (2011)$ = Superficie total con conflicto de uso de suelo $Scusmp$ = superficie con conflicto de uso de suelo Papallacta $Scusmpi$ = superficie con conflicto de uso de suelo Pita $Scusmco$ = superficie con conflicto de uso de suelo Centro occidente $Scusmno$ = superficie con conflicto de uso de suelo Noroccidente
UNIDAD DE MEDIDA	Hectáreas
DATOS COMPLEMENTARIOS E INFORMACION TÉCNICA REQUERIDA PARA EL INDICADOR DE RESPUESTA	
META a anual o 5 años	Se replanteará conforme la planificación plurianual 2014 - 2019

FUENTE DE NUEVOS DATOS	Reportes de responsables de implementar las medidas, levantamiento en campo.
METODOLOGÍA DE TRATAMIENTO DE NUEVOS DATOS	Una vez que se alimentan los indicadores, el funcionario encargado del Sistema de Información Geográfica debe elaborar y/o actualizar los mapas
TRABAJOS PENDIENTES	Se requiere que se desarrollen estudios detallados (escalas entre 1:5 000 a 1:2.000) para zonas de alto riesgo, de acuerdo con las características locales.
FORMULA	% Reducción Scus = $STcus (meta) / STcus (2011) \times 100$
VARIABLES QUE INTERVIENEN	<p>STcus (meta) = Superficie total afectada por conflicto de uso de suelo gestionada según meta</p> <p>$STcus (meta) = \sum Scusmp, Scusmpi, Scusmco, Scusmno$</p> <p>Scusmp = superficie con conflicto de uso de suelo gest. Papallacta</p> <p>Scusmp = superficie con conflicto de uso de suelo gest. Pita</p> <p>Scusmco= superficie con conflicto de uso de suelo gest. Centro occidente</p> <p>Scusmno= superficie con conflicto de uso de suelo gest Noroccidente</p> <p>STcus (2011) = Superficie total afectada por con conflicto de uso de suelos</p>
UNIDAD DE MEDIDA	%
ANALISIS Y EVALUACION DE LA INFORMACION OFRECIDA POR EL INDICADOR	
RESULTADO DE LA MEDICIÓN	Es el dato de la medición del indicador. Dato a incorporarse en el futuro
PROBLEMA CON EL QUE SE RELACIONA	Ocupación, uso y manejo de las tierras sin considerar su vocación.
EVALUACION DE LA INFORMACION OFRECIDA POR EL INDICADOR	Se interpretará el resultado: ¿Qué nos está mostrando? ¿Qué significa?, en relación con el problema que enfrenta.
MARCO LEGAL O NORMATIVA VINCULADA	Puede incluirse de ser necesario.
FORMA DE PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	Mapas y cuadros comparativos, diagramas de barras
ACCIÓN CORRECTIVA, PREVENTIVA Y DE MEJORA	Dato a incorporarse una vez implementado el SIA EPMAPS
RESPONSABLE	Funcionarios de Gestión del Agua de EPMAPS, Gerencia de Ambiente, Seguridad y Responsabilidad en colaboración con el MAE, SENAGUA, SA
FRECUENCIA	Periodicidad de acuerdo a la meta
RESTRICCIONES DEL INDICADOR	El indicador no mide ni la calidad ni la pertinencia de las zonificaciones realizadas, tampoco indica el nivel de detalle, análisis, importancia, alcance o resolución de las zonificaciones realizadas, solamente señala si la zonificación presentada fue revisada y avalada por el responsable
INDICADORES COMPLEMENTARIOS Y SUBINDICADORES	<p>Índice de reducción anual de quema</p> <ul style="list-style-type: none"> · % Superficie de páramo en recuperación natural del manejo extensivo de ganado. · % de Superficie de cultivos o pastizales ubicados en suelos no aptos recuperados a través de reforestación y/o revegetación y mantenimiento.

	% de participación de agricultores o ganaderos en actividades de capacitación y educación ambiental.
FECHA DE ACTUALIZACION	Se realizará conforme lo acordado en la planificación
CRITERIOS DE PERTENENCIA O ARTICULACIÓN	
NIVEL DE GESTIÓN/ GRUPOS DE INDICADORES:	Operacional, Gerenciales / sistema de planificación
PLANIFICACION NACIONAL	Objetivos 3 y 7 del PNBV
PLANIFICACION MUNICIPAL	Objetivo 1 PGDT y 1 y 3 del PMOT
PLANIFICACION ESTRATEGICA	Objetivos estratégicos 2 y 15
PROCESO/SBPROC INSTITUCIONAL	GESTION DE AGUA POTABLE, Gestión de Recursos hídricos superficiales
ARTICULACIÓN PLAN DE GESTION AMBIENTAL INTEGRADO DE LAS MICROCUENCAS EPMAPS	Programa de Capacitación y educación ambiental

NOMBRE	% de participación de agricultores o ganaderos en actividades de capacitación y educación ambiental
DESCRIPCIÓN Y AMBITO DEL INDICADOR	
ID	IGA004PC
OBJETIVO DEL INDICADOR	Mostrar el índice de participación de agricultores y ganaderos de las microcuencas en los programas de educación y concientización ambiental
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	Calcula el % de participación de agricultores y ganaderos en los programas de Educación ambiental según las metas del Plan de Acción
RELEVANCIA AMBIENTAL	Las entidades públicas juegan un importante papel a la hora de lograr un desarrollo sostenible a través del compromiso alcanzado con las comunidades ubicadas en las zonas de influencia directa de las obras de infraestructura de los sistemas de AP que abastecen al DMQ
AMBITO TERRITORIAL DE APLICACION	Microcuencas de captación de los sistemas Papallacta, Pita, Centro y Noroccidente
CARACTERISTICAS DE LOS DATOS BASE	
INDICADOR DE LINEA BASE	Total de agricultores, ganaderos, establecidos en las microcuencas de los principales sistemas de AP de Quito
DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE DE LOS DATOS INICIALES	Estudios de diagnóstico de las microcuencas de captación de los sistemas de agua potable Papallacta, Pita, Centro y Noroccidente.
COBERTURA GEOGRÁFICA Y TEMPORAL DE LOS DATOS BASE	Microcuencas de captación
FORMULA	$NTAG (2011) = \sum AGmp, AGmpi, AGmco, AGmno$
VARIABLES QUE INTERVIENEN	NTAG (2011) = Número total de agricultores y ganaderos en las microcuencas de captación AGmp = No. agricultores y ganaderos en microcuenca Papallacta AGmpi = No. agricultores y ganaderos en microcuenca Pita AGmco= No. agricultores y ganaderos en microcuenca Centro occidente AGmno= No. agricultores y ganaderos en microcuenca Noroccidente
UNIDAD DE MEDIDA	Unidad
DATOS COMPLEMENTARIOS E INFORMACION TÉCNICA REQUERIDA PARA EL INDICADOR DE RESPUESTA	

META a anual o 5 años	Se replanteará conforme la planificación plurianual 2014 - 2019
FUENTE DE NUEVOS DATOS	Captura de datos en campo mediante registros de asistentes a programas de capacitación
METODOLOGÍA DE TRATAMIENTO DE NUEVOS DATOS	Ingreso a la base de datos
TRABAJOS PENDIENTES	Establecer programación y metas para el resto de sistemas se cuenta solo para Centro Occidente.
FORMULA	% de participación de agricultores o ganaderos en actividades de capacitación y educación ambiental = $AGp (meta) / NTAG (2011) \times 100$
VARIABLES QUE INTERVIENEN	AGp (meta)= Agricultores y ganaderos que participan según meta = $\sum AGpmp, AGpmpl, AGpmco, AGpmno$ AGpmp= Agricultores y ganaderos de cada una de las microcuencas que participan NTAG (2011)= Actividades programadas de educación ambiental según meta
UNIDAD DE MEDIDA	%
ANALISIS Y EVALUACION DE LA INFORMACION OFRECIDA POR EL INDICADOR	
RESULTADO DE LA MEDICIÓN	Es el dato de la medición del indicador. Dato a incorporarse en el futuro
PROBLEMA CON EL QUE SE RELACIONA	Ocupación, uso y manejo de las tierras sin considerar su vocación.
EVALUACION DE LA INFORMACION OFRECIDA POR EL INDICADOR	Se interpreta el resultado: ¿Qué nos está mostrando? ¿Qué significa?, en relación con el problema que enfrenta. Se realizará una vez implementado el sistema.
MARCO LEGAL O NORMATIVA VINCULADA	Puede incluirse de ser necesario.
FORMA DE PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	Cuadros de datos, diagramas de barras
ACCIÓN CORRECTIVA, PREVENTIVA Y DE MEJORA	Dato a incorporarse una vez implementado el SIA EPMAPS
RESPONSABLE	Funcionarios asignados de la Gerencia de Ambiente, Seguridad y Responsabilidad en colaboración con el MAE, SENAGUA y SA
FRECUENCIA	Periodicidad de acuerdo a la meta
RESTRICCIONES DEL INDICADOR	No mide el nivel de aplicación de los conocimientos adquiridos
INDICADORES COMPLEMENTARIOS Y SUBINDICADORES	<ul style="list-style-type: none"> · Índice de reducción anual de quema · % Superficie de páramo en recuperación natural del manejo extensivo de ganado · % de Superficie de cultivos o pastizales ubicados en suelos no aptos recuperados a través de reforestación y/o revegetación y mantenimiento · Organizaciones comunitarias o municipales que realizan actividades de cuencas (Juntas de agua)
FECHA DE ACTUALIZACION	Se realizará conforme lo acordado en la planificación
CRITERIOS DE PERTENENCIA O ARTICULACIÓN	
NIVEL DE GESTIÓN/ GRUPOS DE INDICADORES:	Operacionales /Sistema de planificación
PLANIFICACION NACIONAL	Objetivos 3 y 7 del PNBV
PLANIFICACION MUNICIPAL	Objetivo 1 PGDT y 1 y 3 del PMOT
PLANIFICACION ESTRATEGICA	Objetivos estratégicos 2 y 15
PROCESO/SBPROC INSTITUCIONAL	GESTION DE AGUA POTABLE, Gestión de Recursos hídricos superficiales
ARTICULACIÓN PLAN DE GESTION AMBIENTAL INTEGRADO DE LAS MICROCUENCAS EPMAPS	Programa de Capacitación y educación ambiental

NOMBRE		Índice promedio de productividad en cultivos tradicionales
DESCRIPCIÓN Y AMBITO DEL INDICADOR		
ID	IGA005PC	
OBJETIVO DEL INDICADOR	Mostrar el aumento de índice de productividad en los cultivos tradicionales principalmente de papa que se desarrollan en las microcuencas aportantes de agua para Quito, luego de la implementación de las medidas	
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	Calcula la cantidad de producto cosechado por hectárea cultivada y por el año de gestión	
RELEVANCIA AMBIENTAL	De continuar con la tecnología actual los procesos erosivos se mantendrán o incrementarán y la capacidad de esos suelos para sustentar la producción agrícola disminuirá hasta que se agote el suelo y los agricultores tengan que destruir la vegetación nativa para dedicar nuevas tierras a la producción.	
AMBITO TERRITORIAL DE APLICACION	Microcuencas de captación de los sistemas Papallacta, Pita, Centro y Noroccidente	
CARACTERISTICAS DE LOS DATOS BASE		
INDICADOR DE LINEA BASE	Superficie total de las microcuencas con cultivos tradicionales	
DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE DE LOS DATOS INICIALES	Estudios de diagnóstico de las microcuencas de captación de los sistemas de agua potable Papallacta, Pita, Centro y Noroccidente.	
COBERTURA GEOGRÁFICA Y TEMPORAL DE LOS DATOS BASE	Microcuencas de captación	
FORMULA	$ST_{tct} (2011) = \sum S_{ctmp}, S_{ctmpi}, S_{ctmco}, S_{ctmno}$	
VARIABLES QUE INTERVIENEN	$ST_{tct} (2011)$ = Superficie total con cultivos tradicionales en todas las microcuencas S_{ctmp} = superficie con cultivos tradicionales Papallacta S_{ctmpi} = superficie con cultivos tradicionales Pita S_{ctmco} = superficie con cultivos tradicionales Centro occidente S_{ctmno} = superficie con cultivos tradicionales Noroccidente	
UNIDAD DE MEDIDA	Hectáreas	
DATOS COMPLEMENTARIOS E INFORMACION TÉCNICA REQUERIDA PARA EL INDICADOR DE RESPUESTA		
META a anual o 5 años	Se replanteará conforme la planificación plurianual 2014 - 2019	
FUENTE DE NUEVOS DATOS	Captura de datos en campo	
METODOLOGÍA DE TRATAMIENTO DE NUEVOS DATOS	Ingreso a la base de datos	
TRABAJOS PENDIENTES	Establecer programación y metas para el resto de sistemas se cuenta solo para Centro Occidente.	
FORMULA	$IP_p = P_{Tap} / ST_{acp}$, esto para cada microcuenca donde se cultiva	
VARIABLES QUE INTERVIENEN	IP_p = Índice anual de productividad cultivos papa P_{Tap} = Producción total anual de papa en cada microcuenca	

	STacp= Superficie total anual cultivada para cada microcuenca
UNIDAD DE MEDIDA	t/ha
ANALISIS Y EVALUACION DE LA INFORMACION OFRECIDA POR EL INDICADOR	
RESULTADO DE LA MEDICIÓN	Es el dato de la medición del indicador. Dato a incorporarse en el futuro
PROBLEMA CON EL QUE SE RELACIONA	En las microcuencas de los sistemas Centro y Noroccidente, y Pita, existen áreas de producción de cultivos anuales que debido a baja tecnología utilizada alcanzan rendimientos bastante bajos. Esto hace que las inversiones en el cultivo superen a los ingresos brutos, es decir que los agricultores están perdiendo en sus cultivos
EVALUACION DE LA INFORMACION OFRECIDA POR EL INDICADOR	Se interpreta el resultado: ¿Qué nos está mostrando? ¿Qué significa?, en relación con el problema que enfrenta. Se realizará una vez implementado el sistema.
MARCO LEGAL O NORMATIVA VINCULADA	Puede incluirse de ser necesario.
FORMA DE PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	Cuadros de datos comparativos, diagramas de barras
ACCIÓN CORRECTIVA, PREVENTIVA Y DE MEJORA	Dato a incorporarse una vez implementado el SIA EPMAPS
RESPONSABLE	Funcionarios asignados de la Gerencia de Ambiente, Seguridad y Responsabilidad en colaboración con el MAGAP
FRECUENCIA	Periodicidad de acuerdo a la meta
RESTRICCIONES DEL INDICADOR	No existe exigencia de reportar la producción de parte de los agricultores
INDICADORES COMPLEMENTARIOS Y SUBINDICADORES	<ul style="list-style-type: none"> · % de participación de agricultores en actividades de capacitación y educación ambiental · Fortalecimiento de capacidades (Educación ambiental) · % de incremento de las superficies con cultivos tradicionales
FECHA DE ACTUALIZACION	Se realizará conforme lo acordado en la planificación
CRITERIOS DE PERTENENCIA O ARTICULACIÓN	
NIVEL DE GESTIÓN/ GRUPOS DE INDICADORES:	Gerenciales /sistema de planificación
PLANIFICACION NACIONAL	Objetivos 3 y 7 del PNBV
PLANIFICACION MUNICIPAL	Objetivo 1 PGDT y 1 y 3 del PMOT
PLANIFICACION ESTRATEGICA	Objetivos estratégicos 2 y 15
PROCESO/SBPROC INSTITUCIONAL	GESTION DE AGUA POTABLE, Gestión de Recursos hídricos superficiales
ARTICULACIÓN PLAN DE GESTION AMBIENTAL INTEGRADO DE LAS MICROCUENCAS EPMAPS	Programa de capacitación y educación ambiental

NOMBRE		% de reducción de Superficie afectada por ingreso ilimitado de turistas
DESCRIPCIÓN Y AMBITO DEL INDICADOR		
ID	IGA006PCOV	
OBJETIVO DEL INDICADOR	Mostrar la eficacia de las medidas formuladas con el fin de ordenar la actividad turística y controlar el ingreso indiscriminado de turistas.	
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	Calcula el % de reducción de superficie afectada por el ingreso de turistas, conforme las metas del Plan de Acción relacionadas con Control y vigilancia	
RELEVANCIA AMBIENTAL	Como consecuencia de la degradación del pajonal y la degradación o pérdida de la vegetación arbustiva, hay también pérdidas de especies nativas y la consecuente degradación de la calidad y cantidad de agua.	
AMBITO TERRITORIAL DE APLICACION	La medida se aplicará en todos los sistemas, pero en especial en las áreas de pajonal y los sectores frecuentes de quemas y de ingreso de cazadores furtivos y turistas.	
CARACTERISTICAS DE LOS DATOS BASE		
INDICADOR DE LINEA BASE	Superficie total en las microcuencas, Pita, y La Mica con afectación por el ingreso indiscriminado de turistas.	
DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE DE LOS DATOS INICIALES	Mapa de zonificación de áreas degradadas por turismo de los Estudios de diagnóstico de las microcuencas de captación de los sistemas de agua potable La Mica y Pita.	
COBERTURA GEOGRÁFICA Y TEMPORAL DE LOS DATOS BASE	Microcuencas de captación	
FORMULA	$ST_{ait} (2011) = \sum Saitmm, Saitmpi$	
VARIABLES QUE INTERVIENEN	$ST_{ait} (2011)$ = Superficie total afectada por ingreso de turistas $Saitmm$ = superficie afectada por ingreso de turistas La Mica $Saitmpi$ = superficie afectada por ingreso de turistas Pita	
UNIDAD DE MEDIDA	Hectáreas	
DATOS COMPLEMENTARIOS E INFORMACION TÉCNICA REQUERIDA PARA EL INDICADOR DE RESPUESTA		
META a anual o 5 años	Se replanteará conforme la planificación plurianual 2014 - 2019	
FUENTE DE NUEVOS DATOS	Captura de datos en campo o mediante análisis multitemporal de imágenes satelitales.	
METODOLOGÍA DE TRATAMIENTO DE NUEVOS DATOS	Una vez que se alimentan los indicadores, el funcionario encargado del Sistema de Información Geográfica debe elaborar y/o actualizar los mapas	
TRABAJOS PENDIENTES	Implementación de las medidas	
FORMULA	$\% \text{ ReducciónSait} = ST_{ait}(meta) / ST_{ait}(2011) \times 100$	
VARIABLES QUE INTERVIENEN	$ST_{ait} (meta)$ = Superficie total afectada por ingreso de turistas según meta $ST_{ait} (meta) = \sum Saitmm, Saitmpi$ $Saitmm$ = superficie afectada por ingreso de turista microcuenca la Mica $Saitsmpi$ = superficie afectada por ingreso de turista microcuenca Pita $ST_{ait} (2011)$ = Superficie total afectada por con conflicto de uso de suelo	

UNIDAD DE MEDIDA	%
ANALISIS Y EVALUACION DE LA INFORMACION OFRECIDA POR EL INDICADOR	
RESULTADO DE LA MEDICIÓN	Es el dato de la medición del indicador. Dato a incorporarse en el futuro
PROBLEMA CON EL QUE SE RELACIONA	Pérdida de áreas de matorral y pajonal causadas por quemas y el reemplazo por cultivos o pasto. Actividades turísticas sin control. Caza y pesca furtiva
EVALUACION DE LA INFORMACION OFRECIDA POR EL INDICADOR	Se interpretará el resultado: ¿Qué nos está mostrando? ¿Qué significa?, en relación con el problema que enfrenta.
MARCO LEGAL O NORMATIVA VINCULADA	Puede incluirse de ser necesario.
FORMA DE PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	Mapas y cuadros comparativos, diagramas de barras
ACCIÓN CORRECTIVA, PREVENTIVA Y DE MEJORA	Dato a incorporarse una vez implementado el SIA EPMAPS
RESPONSABLE	Funcionarios de Gestión del Agua de EPMAPS, Gerencia de Ambiente, Seguridad y Responsabilidad en colaboración con el MAE
FRECUENCIA	Periodicidad de acuerdo a la meta
RESTRICCIONES DEL INDICADOR	No se podrá cumplir el objetivo sin el apoyo de las autoridades del MAE para ejercer control sobre el turismo en áreas protegidas.
INDICADORES COMPLEMENTARIOS Y SUBINDICADORES	<ul style="list-style-type: none"> · Índice de reducción anual de tasa de quema · Índice anual de reducción de quemas · % de reducción de la Superficie afectada por quemas en las microcuencas en el 2011.
FECHA DE ACTUALIZACION	Se realizará conforme lo acordado en la planificación
CRITERIOS DE PERTENENCIA O ARTICULACIÓN	
NIVEL DE GESTIÓN/ GRUPOS DE INDICADORES:	Operacional, Gerenciales / sistema de planificación
PLANIFICACION NACIONAL	Objetivos 3 y 7 del PNBV
PLANIFICACION MUNICIPAL	Objetivo 1 PGDT y 1 y 3 del PMOT
PLANIFICACION ESTRATEGICA	Objetivos estratégicos 2 y 15
PROCESO/SBPROC INSTITUCIONAL	GESTION DE AGUA POTABLE, Gestión de Recursos hídricos superficiales
ARTICULACIÓN PLAN DE GESTION AMBIENTAL INTEGRADO DE LAS MICROCUENCAS EPMAPS	Programa de Control y vigilancia

NOMBRE	% de Superficie de páramo con establecimiento de la capacidad de carga animal que soporta un manejo sustentable
DESCRIPCIÓN Y AMBITO DEL INDICADOR	
ID	IGA007PCOV
OBJETIVO DEL INDICADOR	Mostrar la eficacia de las medidas formuladas con el fin de aprovechar el ecosistema de páramos de manera sustentable.
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	Calcula el % de la superficie de páramo que tendrá un manejo sustentable con el establecimiento de la capacidad de carga animal en libre pastoreo, conforme las metas de planificación.
RELEVANCIA AMBIENTAL	La función de ecosistemas de páramo y matorral es la regulación hidráulica que asegura la provisión de agua para múltiples usos. El uso inadecuado a su vocación que es mayoritariamente la protección conlleva paulatinamente a su degradación.
AMBITO TERRITORIAL DE APLICACION	La medida se aplicará en todas las microcuencas donde existe manejo extensivo de ganado en las zonas de páramo.
CARACTERISTICAS DE LOS DATOS BASE	
INDICADOR DE LINEA BASE	Superficie total de páramo con presencia de ganado en libre pastoreo (2011)
DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE DE LOS DATOS INICIALES	Estudios de diagnóstico de las microcuencas de captación de los sistemas de agua potable Papallacta, la Mica, Pita, Centro y Noroccidente.
COBERTURA GEOGRÁFICA Y TEMPORAL DE LOS DATOS BASE	Microcuencas de captación
FORMULA	$STp_{glp} (2011) = \sum Sp_{glp}$ de todos los sistemas
VARIABLES QUE INTERVIENEN	$STp_{glp} (2011) =$ Superficie total de páramo con ganado en libre pastoreo Ej: $Sp_{glpmm} =$ superficie de páramo con ganado en libre pastoreo La Mica
UNIDAD DE MEDIDA	Hectáreas
DATOS COMPLEMENTARIOS E INFORMACION TÉCNICA REQUERIDA PARA EL INDICADOR DE RESPUESTA	
META a anual o 5 años	Se replanteará conforme la planificación plurianual 2014 - 2019
FUENTE DE NUEVOS DATOS	Captura de datos en campo
METODOLOGÍA DE TRATAMIENTO DE NUEVOS DATOS	Una vez que se alimentan los indicadores, el funcionario encargado del Sistema de Información Geográfica debe elaborar y/o actualizar los mapas
TRABAJOS PENDIENTES	Estudios correspondientes a fin de aplicar la medida
FORMULA	$\% \text{ de } Sp_{cca} = Sp_{cca} (\text{meta}) / STp_{glp} (2011) \times 100$
VARIABLES QUE INTERVIENEN	$Sp_{cca} (\text{meta}) =$ Superficie de páramo con establecimiento de carga animal según meta $Sp_{cca} (\text{meta}) = \sum Sp_{cca}$ en cada una de las microcuencas Ej. $Sp_{ccamm} =$ superficie de páramo con establecimiento de carga animalmicrocuenca la Mica $STp_{glp} (2011) =$ Superficie total afectada por con conflicto de uso de

	suelo s
UNIDAD DE MEDIDA	%
ANALISIS Y EVALUACION DE LA INFORMACION OFRECIDA POR EL INDICADOR	
RESULTADO DE LA MEDICIÓN	Es el dato de la medición del indicador. Dato a incorporarse en el futuro
PROBLEMA CON EL QUE SE RELACIONA	Pastoreo extensivo de ganado bovino (bravo), ovino y equino en el páramo y matorral aguas arriba de las captaciones a más de 3400 msnm en donde las temperaturas varían entre 4 y 8°C, por tanto los usos agropecuarios no son adecuados.
EVALUACION DE LA INFORMACION OFRECIDA POR EL INDICADOR	Se interpretará el resultado: ¿Qué nos está mostrando? ¿Qué significa?, en relación con el problema que enfrenta.
MARCO LEGAL O NORMATIVA VINCULADA	Puede incluirse de ser necesario.
FORMA DE PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	Mapas y cuadros comparativos, diagramas de barras
ACCIÓN CORRECTIVA, PREVENTIVA Y DE MEJORA	Dato a incorporarse una vez implementado el SIA EPMAPS
RESPONSABLE	Funcionarios de Gestión del Agua de EPMAPS, Gerencia de Ambiente, Seguridad y Responsabilidad en colaboración con el MAE y del MAGAP
FRECUENCIA	Periodicidad de acuerdo a la meta
RESTRICCIONES DEL INDICADOR	No se podrá calcular si no se realizan los estudios correspondientes
INDICADORES COMPLEMENTARIOS Y SUBINDICADORES	<ul style="list-style-type: none"> · Tasa anual de quemas · Índice de reducción anual de quema · % de participación de habitantes, agricultores, ganaderos, hacendados y autoridades locales en actividades de capacitación y educación ambiental. · % Superficie de páramo en recuperación natural del manejo extensivo de ganado.
FECHA DE ACTUALIZACION	Se realizará conforme lo acordado en la planificación
CRITERIOS DE PERTENENCIA O ARTICULACIÓN	
NIVEL DE GESTIÓN/ GRUPOS DE INDICADORES:	Operacional, Gerenciales / sistema de planificación
PLANIFICACION NACIONAL	Objetivos 3 y 7 del PNBV
PLANIFICACION MUNICIPAL	Objetivo 1 PGDT y 1 y 3 del PMOT
PLANIFICACION ESTRATEGICA	Objetivos estratégicos 2 y 15
PROCESO/SBPROC INSTITUCIONAL	GESTION DE AGUA POTABLE, Gestión de Recursos hídricos superficiales
ARTICULACIÓN PLAN DE GESTION AMBIENTAL INTEGRADO DE LAS MICROCUENCAS EPMAPS	Programa de Control y vigilancia

NOMBRE	% de incremento de superficie de páramo en áreas protegidas
DESCRIPCIÓN Y AMBITO DEL INDICADOR	
ID	IGA008PCONRN
OBJETIVO DEL INDICADOR	Mostrar el incremento de la superficie de páramo en protección a través de la adquisición de áreas de pajonales en manos de hacendados y con presencia de ganado en libre pastoreo
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	Establece el cambio multitemporal en la superficie de las microcuencas aportantes con ecosistemas de páramo en protección Calcula % de incremento de superficie de páramo protegido en las microcuencas aportantes de agua para Quito, conforme las metas de planificación.
RELEVANCIA AMBIENTAL	La función de ecosistemas de páramo y matorral es la regulación hidráulica que asegura la provisión de agua para múltiples usos. El uso inadecuado a su vocación que es mayoritariamente la protección conlleva paulatinamente a su degradación.
AMBITO TERRITORIAL DE APLICACION	La medida se aplicará especialmente a las áreas localizadas aguas arriba de las captaciones de los Sistemas de Agua potable Centro Occidente, Pita y La Mica.
CARACTERISTICAS DE LOS DATOS BASE	
INDICADOR DE LINEA BASE	Superficie total de páramo de las microcuencas de captación en áreas protegidas
DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE DE LOS DATOS INICIALES	Mapas de zonificación de cobertura vegetal elaborados en los Estudios de diagnóstico de las microcuencas de captación de los sistemas de agua potable Pita, Centro occidente y La Mica.
COBERTURA GEOGRÁFICA Y TEMPORAL DE LOS DATOS BASE	Microcuencas de captación
FORMULA	$ST_{pp} (2011) = \sum Spp_{mpi}, Spp_{mco}, Spp_{mmi}$
VARIABLES QUE INTERVIENEN	$ST_{pp} (2011)$ = Superficie total de páramo en área protegida Spp_{mmi} = superficie de páramo en área protegida en microcuenca La Mica Spp_{mpis} = superficie de páramo en área protegida en microcuenca Pita Spp_{mco} = superficie de páramo en área protegida en microcuenca Centro occidente.
UNIDAD DE MEDIDA	Hectáreas
DATOS COMPLEMENTARIOS E INFORMACION TÉCNICA REQUERIDA PARA EL INDICADOR DE RESPUESTA	
META a anual o 5 años	Se replanteará conforme la planificación plurianual 2014 - 2019
FUENTE DE NUEVOS DATOS	Responsables de adquisiciones previstas.
METODOLOGÍA DE TRATAMIENTO DE NUEVOS DATOS	Una vez que se alimentan los indicadores, el funcionario encargado del Sistema de Información Geográfica debe elaborar y/o actualizar los mapas
TRABAJOS PENDIENTES	Actualizar los mapas en función de las Haciendas adquiridas por la EPMAPS
FORMULA	$\% \text{ incremento}_{Spp} = ST_{pp} (\text{meta}) / ST_{pp} (2011) \times 100$
VARIABLES QUE INTERVIENEN	$ST_{pp} (\text{meta})$ = Superficie total de páramo para protección según meta

	$ST_{pp}(\text{meta}) = \sum S_{ppm_{mi}}, S_{ppm_{pi}}, S_{ppm_{co}}$ Ej: $S_{ppm_{mi}}$ = superficie adquirida de páramo en microcuenca La Mica. $ST_{pp}(2011)$ = Superficie total de páramo en área protegida
UNIDAD DE MEDIDA	%
ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA INFORMACIÓN OFRECIDA POR EL INDICADOR	
RESULTADO DE LA MEDICIÓN	Es el dato de la medición del indicador. Dato a incorporarse en el futuro
PROBLEMA CON EL QUE SE RELACIONA	Pastoreo extensivo de ganado bovino (bravo), ovino y equino en el páramo y matorral aguas arriba de las captaciones a más de 3400 msnm en donde las temperaturas varían entre 4 y 8°C, por tanto los usos agropecuarios no son adecuados. Uso del suelo no conforme con su vocación.
EVALUACIÓN DE LA INFORMACIÓN OFRECIDA POR EL INDICADOR	Se interpretará el resultado: ¿Qué nos está mostrando? ¿Qué significa?, en relación con el problema que enfrenta.
MARCO LEGAL O NORMATIVA VINCULADA	Puede incluirse de ser necesario.
FORMA DE PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	Mapas y cuadros comparativos, diagramas de barras
ACCIÓN CORRECTIVA, PREVENTIVA Y DE MEJORA	Dato a incorporarse una vez implementado el SIA EPMAPS
RESPONSABLE	Funcionarios de Gestión del Agua de EPMAPS, Gerencia de Ambiente, Seguridad y Responsabilidad en colaboración con el MAE, SA
FRECUENCIA	Periodicidad de acuerdo a la meta
RESTRICCIONES DEL INDICADOR	No variará el indicador de línea base si no se ejecutan las acciones de compra.
INDICADORES COMPLEMENTARIOS Y SUBINDICADORES	<ul style="list-style-type: none"> · Índice de reducción de tasa anual de quemas · % Superficie de páramo en recuperación natural del manejo extensivo de ganado · % de Superficie de cultivos o pastizales ubicados en suelos no aptos recuperados a través de reforestación y/o revegetación y mantenimiento.
FECHA DE ACTUALIZACIÓN	Se realizará conforme lo acordado en la planificación
CRITERIOS DE PERTENENCIA O ARTICULACIÓN	
NIVEL DE GESTIÓN/ GRUPOS DE INDICADORES:	Operacional, Gerenciales / sistema de planificación
PLANIFICACIÓN NACIONAL	Objetivos 3 y 7 del PNBV
PLANIFICACIÓN MUNICIPAL	Objetivo 1 PGDT y 1 y 3 del PMOT
PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA	Objetivos estratégicos 2 y 15
PROCESO/SBPROC INSTITUCIONAL	GESTIÓN DE AGUA POTABLE, Gestión de Recursos hídricos superficiales
ARTICULACIÓN PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL INTEGRADO DE LAS MICROCUENCAS EPMAPS	Programa de Conservación de recursos naturales

NOMBRE		% Superficie degradada recuperada naturalmente	
DESCRIPCIÓN Y AMBITO DEL INDICADOR			
ID	IGA009PCONRN		
OBJETIVO DEL INDICADOR	Mostrar la eficacia de las medidas formuladas con el fin de recuperar los ecosistemas de páramo.		
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	Calcula el % de la superficie degradada en la microcuencas que está recuperándose naturalmente, conforme las metas de planificación.		
RELEVANCIA AMBIENTAL	La cobertura vegetal de los ecosistemas de páramo es fundamental para la conservación y mantenimiento del recurso hídrico.		
AMBITO TERRITORIAL DE APLICACION	La medida se aplicará en todas las microcuencas donde existe áreas degradadas por diferentes causas.		
CARACTERISTICAS DE LOS DATOS BASE			
INDICADOR DE LINEA BASE	Superficie total de áreas degradadas (humedales, pajonal y bosques matorral) por crianza extensiva de ganado, por quemas, cultivos improductivos, por ingreso ilimitado de turistas y otros en las microcuencas en el 2011.		
DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE DE LOS DATOS INICIALES	Mapas de zonificación de los Estudios de diagnóstico de las microcuencas de captación de los sistemas de agua potable Papallacta, La Mica, Pita, Centro y Noroccidente.		
COBERTURA GEOGRÁFICA Y TEMPORAL DE LOS DATOS BASE	Microcuencas de captación		
FORMULA	$STad(2011) = \sum Sadmde$ todos los sistemas		
VARIABLES QUE INTERVIENEN	$STad(2011) =$ Superficie total de áreas degradadas Ej: $Sadmm =$ superficie de área degradada en microcuenca La Mica		
UNIDAD DE MEDIDA	Hectáreas		
DATOS COMPLEMENTARIOS E INFORMACION TÉCNICA REQUERIDA PARA EL INDICADOR DE RESPUESTA			
META a anual o 5 años	Se replanteará conforme la planificación plurianual 2014 - 2019		
FUENTE DE NUEVOS DATOS	Captura de datos en campo o análisis multitemporal de imágenes satelitales		
METODOLOGÍA DE TRATAMIENTO DE NUEVOS DATOS	Una vez que se alimentan los indicadores, el funcionario encargado del Sistema de Información Geográfica debe elaborar y/o actualizar los mapas		
TRABAJOS PENDIENTES	Continuar proceso de regeneración de la vegetación ya iniciado		
FORMULA	$\% \text{ de } SadRN = SadRN(\text{meta}) / STad(2011) \times 100$		
VARIABLES QUE INTERVIENEN	$SadRN(\text{meta}) =$ Superficie de área degradada recuperada naturalmente según meta $SadRN(\text{meta}) = \sum SadRNmm$ en cada una de las microcuencas Ej. $SadRNmm =$ superficie de área degradada recuperada naturalmente microcuenca la Mica $STad(2011) =$ Superficie total de áreas degradadas en 2011.		
UNIDAD DE MEDIDA	%		
ANALISIS Y EVALUACION DE LA INFORMACION OFRECIDA POR EL INDICADOR			

RESULTADO DE LA MEDICIÓN	Es el dato de la medición del indicador. Dato a incorporarse en el futuro
PROBLEMA CON EL QUE SE RELACIONA	La actividad pecuaria bajo el sistema de crianza extensivo ha provocado la disminución de la cobertura vegetal y la degradación del suelo, como consecuencia de la presión que ejerce el sobrepastoreo
EVALUACION DE LA INFORMACION OFRECIDA POR EL INDICADOR	Se interpretará el resultado: ¿Qué nos está mostrando? ¿Qué significa?, en relación con el problema que enfrenta.
MARCO LEGAL O NORMATIVA VINCULADA	Puede incluirse de ser necesario.
FORMA DE PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	Mapas, cuadros comparativos, diagramas de barras
ACCIÓN CORRECTIVA, PREVENTIVA Y DE MEJORA	Dato a incorporarse una vez implementado el SIA EPMAPS
RESPONSABLE	Funcionarios de Gestión del Agua de EPMAPS, Gerencia de Ambiente, Seguridad y Responsabilidad en colaboración con el MAE y del MAGAP
FRECUENCIA	Periodicidad de acuerdo a la meta
RESTRICCIONES DEL INDICADOR	La degradación de suelos como la erosión, compactación o quemas pueden ser evaluados, pero todo dependerá de la información disponible o recursos para medirlos.
INDICADORES COMPLEMENTARIOS Y SUBINDICADORES	<ul style="list-style-type: none"> · Tasa anual de quemas · Índice de reducción anual de quema · % de participación de habitantes, agricultores, ganaderos, hacendados y autoridades locales en actividades de capacitación y educación ambiental. · % Superficie de páramo en recuperación natural del manejo extensivo de ganado.
FECHA DE ACTUALIZACION	Se realizará conforme lo acordado en la planificación
CRITERIOS DE PERTENENCIA O ARTICULACIÓN	
NIVEL DE GESTIÓN/ GRUPOS DE INDICADORES:	Operacional, Gerenciales / sistema de planificación
PLANIFICACION NACIONAL	Objetivos 3 y 7 del PNBV
PLANIFICACION MUNICIPAL	Objetivo 1 PGDT y 1 y 3 del PMOT
PLANIFICACION ESTRATEGICA	Objetivos estratégicos 2 y 15
PROCESO/SBPROC INSTITUCIONAL	GESTION DE AGUA POTABLE, Gestión de Recursos hídricos superficiales
ARTICULACIÓN PLAN DE GESTION AMBIENTAL INTEGRADO DE LAS MICROCUENCAS EPMAPS	Programa de Conservación de recursos Naturales

Los siguientes indicadores tanto de línea base como de respuesta tienen relación con el mismo programa, medida, y problema ambiental, que el indicador que los precede. Su

ficha metodológica, fórmula y cálculos son similares, razón por la cual quedan únicamente identificados.

NOMBRE	% de Superficie degradada en recuperación a través de reforestación y/o revegetación y mantenimiento
DESCRIPCIÓN Y AMBITO DEL INDICADOR	
ID	IGA010PCONRN
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	Calcula el % de la superficie degradada en la microcuencas que está recuperándose a través de reforestación y/o revegetación y mantenimiento

NOMBRE	% Superficie de páramo en recuperación natural del manejo extensivo de ganado
DESCRIPCIÓN Y AMBITO DEL INDICADOR	
ID	IGA011PCONRN
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	Calcula el % de la superficie degradada de paramo por manejo extensivo de ganado en la microcuencas que está recuperándose naturalmente, conforme las metas de planificación.

NOMBRE	% de Superficie de cultivos o pastizales ubicados en suelos no aptos recuperados a través de reforestación y/o revegetación y mantenimiento.
DESCRIPCIÓN Y AMBITO DEL INDICADOR	
ID	IGA012PCONRN
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	Calcula el % de la superficie cultivos o pastizales ubicados en suelos no aptos recuperados a través de reforestación y/o revegetación y mantenimiento.

NOMBRE	% de Superficie con cobertura boscosa y vegetación nativa declarada en conservación
DESCRIPCIÓN Y AMBITO DEL INDICADOR	
ID	IGA013PCONRN
OBJETIVO DEL INDICADOR	Mostrar la eficacia de las medidas formuladas con el fin de preservar los ecosistemas generadores del agua.
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	Calcula el % de la superficie cobertura boscosa y de vegetación nativa declarada en conservación, según las metas de planificación.

RELEVANCIA AMBIENTAL	La Declaratoria de Área de Conservación Municipal con fines de formar parte del Subsistema de Áreas Protegidas Municipales del SNAP, garantizaría el uso de acuerdo a su vocación del suelo cual es la protección de los ecosistemas.
AMBITO TERRITORIAL DE APLICACION	La medida se aplicará especialmente a las áreas localizadas aguas arriba de las captaciones de los Sistemas Centro y Noroccidente por estar dentro de la jurisdicción del DMQ.
CARACTERISTICAS DE LOS DATOS BASE	
INDICADOR DE LINEA BASE	Superficie total de cobertura boscosa y vegetación nativa en áreas aferentes a los sistemas de AP de Quito.
DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE DE LOS DATOS INICIALES	Mapas de zonificación de los Estudios de diagnóstico de las microcuencas de captación de los sistemas de agua potable Papallacta, la Mica, Pita, Centro y Noroccidente.
COBERTURA GEOGRÁFICA Y TEMPORAL DE LOS DATOS BASE	Microcuencas de captación
FORMULA	$ST_{cbvn} (2011) = \sum Scbvn_{mm}$ de las microcuencas de cada uno de los sistemas.
VARIABLES QUE INTERVIENEN	$ST_{cbvn} (2011)$ = Superficie total con cobertura boscosa y vegetación nativa en microcuencas aferentes a los sistemas de AP para Quito Ej: $Scbvn_{mm}$ = superficie cobertura boscosa y vegetación nativa en microcuenca La Mica
UNIDAD DE MEDIDA	Hectáreas
DATOS COMPLEMENTARIOS E INFORMACION TÉCNICA REQUERIDA PARA EL INDICADOR DE RESPUESTA	
META a anual o 5 años	Se replanteará conforme la planificación plurianual 2014 - 2019
FUENTE DE NUEVOS DATOS	Responsables de la Gestión.
METODOLOGÍA DE TRATAMIENTO DE NUEVOS DATOS	Una vez que se alimentan los indicadores, el funcionario encargado del Sistema de Información Geográfica debe elaborar y/o actualizar los mapas
TRABAJOS PENDIENTES	Implementar las acciones de la medida correspondiente del PGA.
FORMULA	$\% \text{ de } ScbvnDP = ScbvnDP(\text{meta}) / ST_{cbvn} (2011) \times 100$
VARIABLES QUE INTERVIENEN	$ScbvnDP(\text{meta})$ = Superficie de con cobertura boscosa y vegetación nativa declarada en protección según meta $ScbvnDP (\text{meta}) = \sum ScbvnDP_{mm}$ en cada una de las microcuencas Ej. $ScbvnDP_{mm}$ = superficie de cobertura boscosa y vegetación nativa declarada en protección en microcuenca la Mica $ST_{cbvn} (2011)$ = Superficie total de cobertura boscosa y vegetación nativa en 2011.
UNIDAD DE MEDIDA	%
ANALISIS Y EVALUACION DE LA INFORMACION OFRECIDA POR EL INDICADOR	
RESULTADO DE LA MEDICIÓN	Es el dato de la medición del indicador. Dato a incorporarse en el futuro
PROBLEMA CON EL QUE SE RELACIONA	La declaratoria de Bosques Protectores, en varios sectores de las microcuencas aferentes no ha sido efectiva para su conservación. En estas condiciones y debido a que actualmente existe la posibilidad legal de declarar Áreas Protegidas de Gobiernos Seccionales que formarían parte

	del Subsistema de Área Protegidas Municipales del SNAP, y que sería administrado por el Municipio bajo los lineamientos de la Autoridad Ambiental Municipal.
EVALUACION DE LA INFORMACION OFRECIDA POR EL INDICADOR	Se interpretará el resultado: ¿Qué nos está mostrando? ¿Qué significa?, en relación con el problema que enfrenta.
MARCO LEGAL O NORMATIVA VINCULADA	Puede incluirse de ser necesario.
FORMA DE PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	Mapas, diagrama de barras
ACCIÓN CORRECTIVA, PREVENTIVA Y DE MEJORA	Dato a incorporarse una vez implementado el SIA EPMAPS
RESPONSABLE	Funcionarios de Gestión del Agua de EPMAPS, Gerencia de Ambiente, Seguridad y Responsabilidad en colaboración con el MAE y SA
FRECUENCIA	Periodicidad de acuerdo a la meta
RESTRICCIONES DEL INDICADOR	No toma en cuenta zonas privadas o zonas del estado.
INDICADORES COMPLEMENTARIOS Y SUBINDICADORES	<ul style="list-style-type: none"> · Índice de reducción de tasa anual de quemas · % de participación de habitantes, agricultores, ganaderos, hacendados y autoridades locales en actividades de capacitación y educación ambiental. · % de Superficie con cobertura (páramo), declarada en conservación. · % Superficie de las microcuencas con conflicto de uso de suelo que se rehabilitará de acuerdo a su vocación.
FECHA DE ACTUALIZACION	Se realizará conforme lo acordado en la planificación
CRITERIOS DE PERTENENCIA O ARTICULACIÓN	
NIVEL DE GESTIÓN/ GRUPOS DE INDICADORES:	Operacional, Gerenciales / sistema de planificación
PLANIFICACION NACIONAL	Objetivos 3 y 7 del PNBV
PLANIFICACION MUNICIPAL	Objetivos 1,2 PGDT y 1 y 3 del PMOT
PLANIFICACION ESTRATEGICA	Objetivos estratégicos 2 y 15
PROCESO/SBPROC INSTITUCIONAL	GESTION DE AGUA POTABLE, Gestión de Recursos hídricos superficiales
ARTICULACIÓN PLAN DE GESTION AMBIENTAL INTEGRADO DE LAS MICROCUENCAS EPMAPS	Programa de Conservación de recursos Naturales

El siguiente indicador tanto de línea base como de respuesta tiene relación con el mismo programa, medida, y problema ambiental, que el indicador que lo precede. Su ficha metodológica, fórmula y cálculo son similares, razón por la cual queda únicamente identificado.

NOMBRE	% de Superficie con cobertura (páramo), declarada en conservación.
DESCRIPCIÓN Y AMBITO DEL INDICADOR	
ID	IGA014PCONRN
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	Calcula el % de la superficie con cobertura de paramo declarada en conservación.

NOMBRE	% de Superficie privada con cobertura de vegetación nativa (bosque o matorral) incorporada al programa Socio Bosque
DESCRIPCIÓN Y AMBITO DEL INDICADOR	
ID	IGA015PCONRN
OBJETIVO DEL INDICADOR	Mostrar la eficacia de las medidas formuladas con el fin de preservar los ecosistemas generadores del agua.
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	Calcula el % de la superficie con cobertura de vegetación nativa (bosque o matorral) privada incorporada al programa Socio Bosque conforme las metas de planificación.
RELEVANCIA AMBIENTAL	Mantener el uso del suelo conforme su vocación es vital para la disponibilidad del recurso hídrico, pero para lograr este objetivo en tierras privadas se requiere de recursos económicos, con los cuales compensar a los propietarios locales.
AMBITO TERRITORIAL DE APLICACION	Todas las zonas de pajonales, bosques y matorrales de las microcuencas que se encuentran dentro de propiedades privadas.
CARACTERISTICAS DE LOS DATOS BASE	
INDICADOR DE LINEA BASE	Superficie con cobertura de vegetación nativa (bosque o matorral) en las microcuencas aferentes a los principales sistemas de AP para Quito, de propiedad privada.
DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE DE LOS DATOS INICIALES	Mapas de zonificación de los Estudios de diagnóstico de las microcuencas de captación de los sistemas de agua potable Papallacta, la Mica, Pita, Centro y Noroccidente.
COBERTURA GEOGRÁFICA Y TEMPORAL DE LOS DATOS BASE	Microcuencas de captación
FORMULA	$ST_{cbvnPP} (2011) = \sum Sc_{bvnPPmm}$ de las microcuencas de cada uno de los sistemas.
VARIABLES QUE INTERVIENEN	<p>$ST_{cbvnPP} (2011)$ = Superficie total con cobertura boscosa y vegetación nativa de propiedad privada en microcuencas aferentes a los sistemas de AP para Quito</p> <p>Ej: $Sc_{bvnPPmm}$ = superficie con cobertura boscosa y vegetación nativa de propiedad privada en microcuenca La Mica</p>
UNIDAD DE MEDIDA	Hectáreas

DATOS COMPLEMENTARIOS E INFORMACION TÉCNICA REQUERIDA PARA EL INDICADOR DE RESPUESTA	
META a anual o 5 años	Se replanteará conforme la planificación plurianual 2014 - 2019
FUENTE DE NUEVOS DATOS	Responsables de la Gestión.
METODOLOGÍA DE TRATAMIENTO DE NUEVOS DATOS	Una vez que se alimentan los indicadores, el funcionario encargado del Sistema de Información Geográfica debe elaborar y/o actualizar los mapas
TRABAJOS PENDIENTES	Implementar las acciones de la medida correspondiente del PGA.
FORMULA	$\% \text{ de ScbvnSB} = \text{ScbvnSB (meta)} / \text{STcbvnPP (2011)} \times 100$
VARIABLES QUE INTERVIENEN	<p>ScbvnSB(meta) = Superficie con cobertura boscosa y vegetación nativa incorporada al programa Socio Bosque según meta.</p> <p>ScbvnSB (meta) = \sum ScbvnSBmm de cada una de las microcuencas de los sistemas de AP para Quito</p> <p>Ej. ScbvnSBmpi = superficie concobertura boscosa y vegetación nativa incorporada al programa socio Bosque en microcuenciaPita</p> <p>STcbvnPP (2011) = Superficie total concobertura boscosa y vegetación nativa de propiedad privada en 2011.</p>
UNIDAD DE MEDIDA	%
ANALISIS Y EVALUACION DE LA INFORMACION OFRECIDA POR EL INDICADOR	
RESULTADO DE LA MEDICIÓN	Es el dato de la medición del indicador. Dato a incorporarse en el futuro
PROBLEMA CON EL QUE SE RELACIONA	Los propietarios de las zonas que cuentan con superficies importantes de páramos, bosques nativos o plantados, matorrales, no tienen alternativas económicas que no sean utilizando los recursos naturales de sus propiedades, y dada la fragilidad de estos ecosistemas, su utilización afecta negativamente a tales recursos.
EVALUACION DE LA INFORMACION OFRECIDA POR EL INDICADOR	Se interpretará el resultado: ¿Qué nos está mostrando? ¿Qué significa?, en relación con el problema que enfrenta.
MARCO LEGAL O NORMATIVA VINCULADA	Puede incluirse de ser necesario.
FORMA DE PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	Mapas, cuadros comparativos, diagramas de barras
ACCIÓN CORRECTIVA, PREVENTIVA Y DE MEJORA	Dato a incorporarse una vez implementado el SIA EPMAPS
RESPONSABLE	Funcionarios de Gestión del Agua de EPMAPS, Gerencia de Ambiente, Seguridad y Responsabilidad en colaboración con el MAE y SA
FRECUENCIA	Periodicidad de acuerdo a la meta
RESTRICCIONES DEL INDICADOR	Depende de la decisión de los propietarios.
INDICADORES COMPLEMENTARIOS Y SUBINDICADORES	<ul style="list-style-type: none"> · Índice de reducción anual de quema · % de participación de habitantes, agricultores, ganaderos, hacendados y autoridades locales en actividades de capacitación y educación ambiental. · % de Superficie con cobertura (páramo), declarada en conservación. · % de Superficie con cobertura (páramo) privada incorporada al programa Socio Bosque.
FECHA DE ACTUALIZACION	Se realizará conforme lo acordado en la planificación

CRITERIOS DE PERTENENCIA O ARTICULACIÓN	
NIVEL DE GESTIÓN/ GRUPOS DE INDICADORES:	Gerenciales / sistema de planificación
PLANIFICACION NACIONAL	Objetivos 3 y 7 del PNBV
PLANIFICACION MUNICIPAL	Objetivo 1 PGDT y 1 y 3 del PMOT
PLANIFICACION ESTRATEGICA	Objetivos estratégicos 2 y 15
PROCESO/SBPROC INSTITUCIONAL	GESTION DE AGUA POTABLE, Gestión de Recursos hídricos superficiales
ARTICULACIÓN PLAN DE GESTION AMBIENTAL INTEGRADO DE LAS MICROCUENCAS EPMAPS	Programa de Conservación de recursos Naturales

El siguiente indicador tanto de línea base como de respuesta tiene relación con el mismo programa, medida, y problema ambiental, que el indicador que lo precede. Su ficha metodológica, fórmula y cálculo son similares, razón por la cual queda únicamente identificado.

NOMBRE	% de Superficie con cobertura (páramo) privada incorporada al programa Socio Bosque.
DESCRIPCIÓN Y AMBITO DEL INDICADOR	
ID	IGA016PCONRN
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	Calcula el % de la superficie con cobertura de páramo privada que se incorpora al programa socio bosque

NOMBRE	% de la superficie taludes revegetadas y protegidos
DESCRIPCIÓN Y AMBITO DEL INDICADOR	
ID	IGA017PCONRN
OBJETIVO DEL INDICADOR	Mostrar la eficacia de las medidas formuladas con el fin de preservar los ecosistemas de riveras.
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	Calcula el % de la superficie de taludes revegetados y protegidos
RELEVANCIA AMBIENTAL	La calidad de agua de los cauces depende en gran medida de la calidad de la cobertura de los bordes de los ríos y quebradas, misma que garantiza la estabilidad de los taludes, evita la erosión, y contribuye directamente con

	la calidad del agua.
AMBITO TERRITORIAL DE APLICACION	Microcuencas de captación
CARACTERISTICAS DE LOS DATOS BASE	
INDICADOR DE LINEA BASE	Superficie total de taludes de los cauces de captación degradados o en proceso por deterioro de su cobertura vegetal y de rivera
DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE DE LOS DATOS INICIALES	Mapas temáticos que deben elaborarse a escalas 1:500 hasta 1:2000
COBERTURA GEOGRÁFICA Y TEMPORAL DE LOS DATOS BASE	Tramos de los drenajes naturales que se encuentran aguas arriba de las captaciones y de los que se ubican cerca de las áreas agrícolas y ganaderas en todos los sistemas
FORMULA	$STtdi(2011) = \sum Stdim$ de los cauces de cada uno de los sistemas.
VARIABLES QUE INTERVIENEN	$STtdi(2011)$ = Superficie total de taludes desprotegidos e inestables en microcuencas aferentes a los sistemas de AP para Quito Ej: $Stdim$ = superficie de taludes desprotegidos e inestables en microcuenca La Mica
UNIDAD DE MEDIDA	Hectáreas
DATOS COMPLEMENTARIOS E INFORMACION TÉCNICA REQUERIDA PARA EL INDICADOR DE RESPUESTA	
META a anual o 5 años	Se replanteará conforme la planificación plurianual 2014 - 2019
FUENTE DE NUEVOS DATOS	Responsables de la Gestión.
METODOLOGÍA DE TRATAMIENTO DE NUEVOS DATOS	Una vez que se alimentan los indicadores, el funcionario encargado del Sistema de Información Geográfica debe elaborar y/o actualizar los mapas
TRABAJOS PENDIENTES	Determinación precisa de las áreas de los taludes de los drenajes naturales que están desprovistos de cobertura vegetal..
FORMULA	$\% de STtrp = Strp(meta) / STtdi(2011) \times 100$
VARIABLES QUE INTERVIENEN	$Strp(meta)$ = Superficie de taludes revegetados y protegidos según meta. $Strp(meta) = \sum Strpmm$ de cada una de las microcuencas de los sistemas de AP para Quito Ej. $Strpmpi$ = superficie de talud revegetado y protegido en microcuenca Pita $STtdi(2011)$ = Superficie total de taludes desprotegidos e inestables en 2011.
UNIDAD DE MEDIDA	%
ANALISIS Y EVALUACION DE LA INFORMACION OFRECIDA POR EL INDICADOR	
RESULTADO DE LA MEDICIÓN	Es el dato de la medición del indicador. Dato a incorporarse en el futuro
PROBLEMA CON EL QUE SE RELACIONA	Muchos cauces de los drenajes naturales en los sectores intervenidos del sistema Centro Occidente han perdido gran parte de la protección vegetal de sus taludes, Esto se evidencia mayormente en las partes más altas cubiertas por pajonal y en las más bajas y con usos agropecuarios (sectores Atacazo y Pichincha-Lloa).
EVALUACION DE LA INFORMACION OFRECIDA POR EL INDICADOR	Se interpretará el resultado: ¿Qué nos está mostrando? ¿Qué significa?, en relación con el problema que enfrenta.

MARCO LEGAL O NORMATIVA VINCULADA	Puede incluirse de ser necesario.
FORMA DE PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	Mapas, cuadros comparativos, diagramas de barras
ACCIÓN CORRECTIVA, PREVENTIVA Y DE MEJORA	Dato a incorporarse una vez implementado el SIA EPMAPS
RESPONSABLE	Funcionarios de Gestión del Agua de EPMAPS, y Departamento de Captaciones y Conducciones
FRECUENCIA	Periodicidad de acuerdo a la meta
RESTRICCIONES DEL INDICADOR	Depende de las condiciones climáticas.
INDICADORES COMPLEMENTARIOS Y SUBINDICADORES	<ul style="list-style-type: none"> · Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR) (Munné et al., 1998; 2003, citado por Tufiño, 20011b) · Índice de calidad del agua de los cauces con taludes protegidos.
FECHA DE ACTUALIZACION	Se realizará conforme lo acordado en la planificación
CRITERIOS DE PERTENENCIA O ARTICULACIÓN	
NIVEL DE GESTIÓN/ GRUPOS DE INDICADORES:	Operacional, Gerenciales / sistema de planificación
PLANIFICACION NACIONAL	Objetivos 3 y 7 del PNBV
PLANIFICACION MUNICIPAL	Objetivo 1 PGDT y 1 y 3 del PMOT
PLANIFICACION ESTRATEGICA	Objetivos estratégicos 2 y 15
PROCESO/SBPROC INSTITUCIONAL	GESTION DE AGUA POTABLE, Gestión de Recursos hídricos superficiales
ARTICULACIÓN PLAN DE GESTION AMBIENTAL INTEGRADO DE LAS MICROCUENCAS EPMAPS	Programa de Conservación de recursos Naturales

El siguiente indicador tiene relación con el mismo programa, medida, y problema ambiental, que el indicador que lo precede. Queda planteado, más su ficha metodológica y cálculo podría realizarse con datos obtenidos de estudios realizados a través de convenios.

NOMBRE	Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR) (Munné et al., 1998; 2003)
DESCRIPCIÓN Y AMBITO DEL INDICADOR	
ID	IGA018PCONRN
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	Calcula el Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR) (Munné et al., 1998; 2003, citado por Tufiño, et al., 2011b) considerando que la vegetación es un elemento estructural de gran importancia para determinar las características espaciales de los ecosistemas, y además condiciona la fauna y la estructura del paisaje.

Valores del QBR	Valor QBR	Nivel de Calidad	Color
	95 – 100	Sin alteraciones, estado natural. Calidad muy buena.	Azul
	75 – 90	Bosque ligeramente perturbado. Calidad buena.	Verde
	55 – 70	Inicio de alteración importante. Calidad moderada	Amarillo
	30 – 50	Alteración fuerte. Calidad deficiente.	Naranja
	0 – 25	Degradación extrema. Calidad mala.	Rojo

NOMBRE	Índice de Contaminación por Materia Orgánica de los cauces protegidos
DESCRIPCIÓN Y AMBITO DEL INDICADOR	
ID	IGA019PCONRN
OBJETIVO DEL INDICADOR	Mostrar la eficacia de las medidas formuladas con el fin de proteger los taludes deteriorados de los canales y microcuencas de los sistemas aportantes de agua para Quito.
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	Calcula el grado de contaminación del agua a la fecha del muestreo y está expresado como porcentaje del agua pura; así, agua altamente contaminada tendrá un ICA cercano o igual a cero por ciento, en tanto que en el agua en excelentes condiciones el valor del índice será cercano a 100%. (Universidad del Cauca, s.f.).
RELEVANCIA AMBIENTAL	La calidad de agua de los cauces depende en gran medida de la calidad de la cobertura de los bordes de los ríos y quebradas, misma que garantiza la estabilidad de los taludes, evita la erosión, y contribuye directamente con la calidad del agua.
AMBITO TERRITORIAL DE APLICACION	Tramos de los drenajes naturales que se encuentran aguas arriba de las captaciones y de los que se ubican cerca de las áreas agrícolas y ganaderas en todos los sistemas
CARACTERISTICAS DE LOS DATOS BASE	
INDICADOR DE LINEA BASE	Contaminación por materia orgánica y solidos suspendidos de los cauces antes de la intervención
DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE DE LOS DATOS INICIALES	Unidad de monitoreo de la calidad del agua
COBERTURA GEOGRÁFICA Y TEMPORAL DE LOS DATOS BASE	Microcuencas de captación
FORMULA	<p>Es el valor promedio de los índices de cada una de las 3 variables elegidas, las cuales se definen en un rango de 0 a 1; valores muy bajos cercanos a cero reflejan baja contaminación por materia orgánica y cercanos a uno lo contrario.</p> $ICOMO = \frac{1}{3} (I_{DBO} + I_{Coliformes\ totales} + I_{Oxigeno\%})$ <p>Para el cálculo de cada una de las variables tenemos:</p>

	$I_{DBO} = -0.05 + 0.70 \text{ Log}_{10} \text{ DBO (mg/L)}$ <p>Para esta variable debemos tener en cuenta que: DBO mayores a 30 mg/L tienen un valor de uno. DBO menores a 2 mg/L tienen un valor de cero</p> $I_{Col,tot.} = -1.44 + 0.56 \text{ Log}_{10} \text{ Col totales (NMP/100mL)}$ <p>Para esta variable de debe tener en cuenta que: Coliformes totales mayores a 20.000 NMP/100mL se les asigna un valor de uno Coliformes totales menores a 500 NMP/100 mL tienen un valor de cero</p> $I_{Oxígeno\%} = 1 - 0.01 \text{ Oxígeno \%}$ <p>Donde: Oxígenos (%) mayores a 100% tienen un valor de cero (Universidad del Cauca, s.f)</p>
VARIABLES QUE INTERVIENEN	Se seleccionaron DBO y coliformes totales, ya que estas reflejan fuentes diferentes de contaminación por materia orgánica, así como el porcentaje de saturación de oxígeno que indica la respuesta o capacidad ambiental del sistema ante este tipo de polución (UNIVERSIDAD DEL CAUCA, s.f)
UNIDAD DE MEDIDA	adimensional
DATOS COMPLEMENTARIOS E INFORMACION TÉCNICA REQUERIDA PARA EL INDICADOR DE RESPUESTA	
META a anual o 5 años	Se replanteará conforme la planificación plurianual 2014 - 2019
FUENTE DE NUEVOS DATOS	Reporte del responsable del programa de monitoreo
METODOLOGÍA DE TRATAMIENTO DE NUEVOS DATOS	El responsable del monitoreo obtiene los resultados y calcula el indicador
TRABAJOS PENDIENTES	Implementar las acciones de la medida correspondiente del PGA.
FORMULA	Igual que del indicador de línea base
VARIABLES QUE INTERVIENEN	Igual que del indicador de línea base
UNIDAD DE MEDIDA	adimensional
ANALISIS Y EVALUACION DE LA INFORMACION OFRECIDA POR EL INDICADOR	
RESULTADO DE LA MEDICIÓN	Es el dato de la medición del indicador. Dato a incorporarse en el futuro
PROBLEMA CON EL QUE SE RELACIONA	procesos erosivos y aporte de materia orgánica por la presencia de ganado
EVALUACION DE LA	Se interpretará el resultado: ¿Qué nos está mostrando? ¿Qué significa?, en

INFORMACION OFRECIDA POR EL INDICADOR	relación con el problema que enfrenta.
MARCO LEGAL O NORMATIVA VINCULADA	Puede incluirse de ser necesario.
FORMA DE PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	Cuadros comparativos, diagrama de barras
ACCIÓN CORRECTIVA, PREVENTIVA Y DE MEJORA	Dato a incorporarse una vez implementado el SIA EPMAPS
RESPONSABLE	Funcionarios de Gestión del Agua de EPMAPS, responsable del monitoreo de la calidad del agua.
FRECUENCIA	Periodicidad de acuerdo al programa de monitoreo
RESTRICCIONES DEL INDICADOR	La principal falencia del ICA, está constituida en el hecho de concentrarse en un único valor de calidad de un cuerpo de agua, produciendo una gran pérdida de información y enmascaramiento de las condiciones reales del sistema.
INDICADORES COMPLEMENTARIOS Y SUBINDICADORES	<ul style="list-style-type: none"> · % de superficie de taludes protegidos · Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR) (Munné et ál., 1998; 2003 citado por Tufiño, et ál. 2011).
FECHA DE ACTUALIZACION	Se realizará conforme lo acordado en la planificación
CRITERIOS DE PERTENENCIA O ARTICULACIÓN	
NIVEL DE GESTIÓN/ GRUPOS DE INDICADORES:	Operacional, Gerenciales / sistema de planificación
GRUPOS DE INDICADORES:	Gerenciales, y del sistema de planificación
PLANIFICACION NACIONAL	Objetivos 3 y 7 del PNBV
PLANIFICACION MUNICIPAL	Objetivo 1 PGDT y 3 del PMOT
PLANIFICACION ESTRATEGICA	Objetivos estratégicos 2 y 15
PROCESO/SBPROC INSTITUCIONAL	GESTION DE AGUA POTABLE, Gestión de Recursos hídricos superficiales
ARTICULACIÓN PLAN DE GESTION AMBIENTAL INTEGRADO DE LAS MICROCUENCAS EPMAPS	Programa de Conservación de recursos Naturales

NOMBRE	Índice de contaminación por sólidos suspendidos en cauces protegidos
DESCRIPCIÓN Y AMBITO DEL INDICADOR	
ID	IGA020PCONRN
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	Calcula el Índice de calidad por sólidos suspendidos, determinado mediante la concentración de los sólidos suspendidos (Universidad del Cauca, s.f)
FORMULA	

	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> ICOSUS = - 0.02 + 0.003 Sólidos suspendidos (mg/L). </div> <p>Para este índice sólidos suspendidos con valores mayores a 340 mg/L tienen un valor de uno</p> <p>Sólidos suspendidos menores a 10 mg/L tienen un valor de cero</p> <p>(Universidad del Cauca, s.f)</p>
VARIABLES	Sólo utiliza una variable para su cálculo que es el valor de los sólidos suspendidos

La caracterización del siguiente indicador es muy similar a los que se han desarrollado anteriormente, razón por la cual se exponen únicamente las características relevantes.

NOMBRE	% de Superficie con cultivos en suelos con pendientes superiores al 50% con implantación de sistemas agroforestales
DESCRIPCIÓN Y AMBITO DEL INDICADOR	
ID	IGA021PCONRN
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	Calcula el % de la superficie con cultivos en suelos con pendientes superiores al 50% que han sido reemplazados por sistemas agroforestales
RELEVANCIA	De continuar con la tecnología actual de cultivos, los procesos erosivos se mantendrán y la capacidad de esos suelos para sustentar la producción agrícola disminuirá hasta que se agote el suelo y los agricultores tengan que destruir la vegetación nativa para dedicar nuevas tierras a la producción.
RESTRICCIONES DEL INDICADOR	Terrenos de propiedad privada que antes de implantar la medida debería suscribirse acuerdos y convenios.

NOMBRE	Inversiones realizadas para acciones de protección y remediación ambiental
DESCRIPCIÓN Y AMBITO DEL INDICADOR	
ID	IGA022PCCONAG
OBJETIVO DEL INDICADOR	Mostrar las inversiones realizadas con el fin de garantizar la calidad de las aguas que ingresan a las Plantas de tratamiento
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	Calcula el monto total de Inversiones realizadas para acciones de

	protección y remediación ambiental
RELEVANCIA AMBIENTAL	La calidad de agua de los cauces que alimentan a los acueductos del DMQ, está directamente relacionada con el costo del tratamiento de potabilización, de ahí la importancia que se persiga mejorar la calidad de la materia prima a ser procesada.
AMBITO TERRITORIAL DE APLICACION	Microcuencas de captación
CARACTERISTICAS DE LOS DATOS BASE	
INDICADOR DE LINEA BASE	Monto total de Inversiones realizadas para acciones de protección y remediación ambiental al inicio de la gestión 2011
DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE DE LOS DATOS INICIALES	Administradores del presupuesto de la Gerencia de Ambiente y de la Gerencia de Operaciones
COBERTURA GEOGRÁFICA Y TEMPORAL DE LOS DATOS BASE	Microcuencas de captación
FORMULA	$MIPA(2011) = \sum MIPAm$ de las microcuencas de cada uno de los sistemas.
VARIABLES QUE INTERVIENEN	MIPA (2011) = Monto total de inversión en acciones de protección y mantenimiento en las microcuencas de todos los sistemas de AP para Quito Ej: MIPAm = Monto de inversión en acciones de protección ambiental y mantenimiento en microcuenca La Mica
UNIDAD DE MEDIDA	USD \$
DATOS COMPLEMENTARIOS E INFORMACION TÉCNICA REQUERIDA PARA EL INDICADOR DE RESPUESTA	
META a anual o 5 años	Se replanteará conforme la planificación plurianual 2014 - 2019
FUENTE DE NUEVOS DATOS	Responsables de la Gestión.
METODOLOGÍA DE TRATAMIENTO DE NUEVOS DATOS	Una vez que se alimentan los indicadores, el funcionario encargado del Sistema de Información Geográfica debe elaborar y/o actualizar los mapas
TRABAJOS PENDIENTES	Alimentar la base de datos, calcular los indicadores para el 2012 y 2013
FORMULA	Igual que indicador de línea base
VARIABLES QUE INTERVIENEN	Igual que indicador de línea base
UNIDAD DE MEDIDA	USD \$
ANALISIS Y EVALUACION DE LA INFORMACION OFRECIDA POR EL INDICADOR	
RESULTADO DE LA MEDICIÓN	Es el dato de la medición del indicador. Dato a incorporarse en el futuro
PROBLEMA CON EL QUE SE RELACIONA	Debido a que algunos tramos de los canales de las aducciones Pichincha y Atacazo se encuentran descubiertos, el ganado que pastorea en las cercanías bebe agua directamente del canal, pero lo grave es que deposita sus orines y heces en el agua y el pisoteo incorpora sedimentos al agua. En estas circunstancias la calidad del agua disminuye por efecto de la contaminación.
EVALUACION DE LA INFORMACION OFRECIDA POR EL INDICADOR	Se interpretará el resultado: ¿Qué nos está mostrando? ¿Qué significa?, en relación con el problema que enfrenta.
MARCO LEGAL O NORMATIVA VINCULADA	Puede incluirse de ser necesario.

FORMA DE PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	Cuadros comparativos, diagramas de barras
ACCIÓN CORRECTIVA, PREVENTIVA Y DE MEJORA	Dato a incorporarse una vez implementado el SIA EPMAPS
RESPONSABLE	Funcionarios de Gestión del Agua de EPMAPS, y Departamento de Captaciones y Conducciones
FRECUENCIA	Anual
RESTRICCIONES DEL INDICADOR	No tiene restricciones
INDICADORES COMPLEMENTARIOS Y SUBINDICADORES	<ul style="list-style-type: none"> · % de sitios con acceso para el ganado gestionadas · Índice de calidad de las aguas de los cauces gestionados (contaminación materia orgánica y por sólidos suspendidos).
FECHA DE ACTUALIZACION	Se realizará conforme lo acordado en la planificación
CRITERIOS DE PERTENENCIA O ARTICULACIÓN	
NIVEL DE GESTIÓN/ GRUPOS DE INDICADORES:	Gerenciales / sistema de planificación
GRUPOS DE INDICADORES:	Gerenciales, y del sistema de planificación
PLANIFICACION NACIONAL	Objetivos 3 y 7 del PNBV
PLANIFICACION MUNICIPAL	Objetivo 1 PGDT y 1 y 3 del PMOT
PLANIFICACION ESTRATEGICA	Objetivos estratégicos2 y 15
PROCESO/SBPROC INSTITUCIONAL	GESTION DE AGUA POTABLE, Gestión de Recursos hídricos superficiales
ARTICULACIÓN PLAN DE GESTION AMBIENTAL INTEGRADO DE LAS MICROCUENCAS EPMAPS	Programa de Control de la contaminación del agua

NOMBRE	% de sitios en las captaciones o canales con acceso para el ganado gestionados
DESCRIPCIÓN Y AMBITO DEL INDICADOR	
ID	IGA023PCCONAG
OBJETIVO DEL INDICADOR	Hacer seguimiento y controlar el cumplimiento de las metas previstas en los POAs
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	Calcula el % de sitios inadecuados de bebederos del ganado gestionados.
RELEVANCIA AMBIENTAL	La gestión repercute directamente sobre la calidad de agua de los cauces que alimentan a los acueductos del DMQ, y sobre el costo de potabilización, de ahí la importancia que se persiga mejorar la calidad de la materia prima a ser procesada.
AMBITO TERRITORIAL DE APLICACION	Microcuencas de captación de los sistemas Centro y Noroccidente
CARACTERISTICAS DE LOS DATOS BASE	

INDICADOR DE LINEA BASE	No. De abrevaderos inadecuados para el ganado.
DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE DE LOS DATOS INICIALES	Estudios de diagnóstico de las microcuencas de captación de los sistemas de agua potable Centro y Noroccidente.
COBERTURA GEOGRÁFICA Y TEMPORAL DE LOS DATOS BASE	Microcuencas de captación
FORMULA	$NTAbvinad(2011) = \sum Abvinadmco, Abvinadmno$
VARIABLES QUE INTERVIENEN	<p>$NTabvbinad(2011) = No. T$ de abrevaderos inadecuados para el ganado.</p> <p>$Abvinadmco = No.$ Abrevaderos inadecuados en microcuenca Centro occidente</p> <p>$Abvinadmno = No.$ Abrevaderos inadecuados en microcuenca Noroccidente</p>
UNIDAD DE MEDIDA	Unidad
DATOS COMPLEMENTARIOS E INFORMACION TÉCNICA REQUERIDA PARA EL INDICADOR DE RESPUESTA	
META a anual o 5 años	Se replanteará conforme la planificación plurianual 2014 - 2019
FUENTE DE NUEVOS DATOS	Funcionario responsable del Departamento de Captaciones y conducciones Occidentales
METODOLOGÍA DE TRATAMIENTO DE NUEVOS DATOS	Ingreso a la base de datos
TRABAJOS PENDIENTES	<p>Construcción de abrevaderos de cemento armado, de 2 metros de largo por 0.8 m, de ancho y 0.4 metros de profundidad. El agua se captará y se conducirá a través de una manguera hacia el abrevadero, contará con una llave para evitar pérdidas de agua.</p> <p>Proteger las captaciones con la construcción de protecciones de malla de alambre sobre una base (un muro de hormigón) que sobresale del suelo unos 0.30 m., con una puerta de malla con marco de hierro, asegurada con candado.</p>
FORMULA	$\% \text{ de sitios en las captaciones o canales con acceso para el ganado gestionados} = N_{Abvg}(\text{meta}) / NTAbvinad(2011) \times 100$
VARIABLES QUE INTERVIENEN	<p>$N_{Abvg}(\text{meta}) = N$ de abrevaderos gestionados según meta = $\sum Abvgmco$ en las dos microcuencas</p> <p>Ej: $Abvgmco =$ abrevadero gestionado en la microcuenca Centro occidente</p> <p>$NTabvbinad(2011) = No. T$ de abrevaderos inadecuados para el ganado en 2011.</p>
UNIDAD DE MEDIDA	%
ANALISIS Y EVALUACION DE LA INFORMACION OFRECIDA POR EL INDICADOR	
RESULTADO DE LA MEDICIÓN	Es el dato de la medición del indicador. Dato a incorporarse en el futuro
PROBLEMA CON EL QUE SE RELACIONA	Debido a que algunos tramos de los canales de las aducciones Pichincha y Atacazo se encuentran descubiertos, el ganado que pastorea en las cercanías bebe agua directamente del canal, o de las captaciones, con el agravante que deposita sus orines y heces en el agua y el pisoteo incorpora sedimentos al agua. En estas circunstancias la calidad del agua disminuye por efecto de la contaminación.
EVALUACION DE LA INFORMACION OFRECIDA POR EL INDICADOR	Se interpreta el resultado: ¿Qué nos está mostrando? ¿Qué significa?, en relación con el problema que enfrenta. Se realizará una vez implementado

	el sistema.
MARCO LEGAL O NORMATIVA VINCULADA	Puede incluirse de ser necesario.
FORMA DE PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	Cuadros de datos, diagramas de barras
ACCIÓN CORRECTIVA, PREVENTIVA Y DE MEJORA	Dato a incorporarse una vez implementado el SIA EPMAPS
RESPONSABLE	Jefatura de la Unidad de captaciones y conducciones, la Gerencia Técnica, y la Gerencia de Ambiente, Seguridad y Responsabilidad
FRECUENCIA	Periodicidad de acuerdo a la meta
RESTRICCIONES DEL INDICADOR	Muestra únicamente el cumplimiento de la actividad
INDICADORES COMPLEMENTARIOS Y SUBINDICADORES	Inversiones realizadas para acciones de mantenimiento, reparación, protección y remediación ambiental. Índice de calidad de las aguas de los cauces gestionados (contaminación materia orgánica y por sólidos suspendidos),
FECHA DE ACTUALIZACION	Se realizará conforme lo acordado en la planificación
CRITERIOS DE PERTENENCIA O ARTICULACIÓN	
NIVEL DE GESTIÓN/ GRUPOS DE INDICADORES:	Operacionales, Gerenciales / sistema de planificación
GRUPOS DE INDICADORES:	Sistema de planificación, operativos
PLANIFICACION NACIONAL	Objetivos 3 y 7 del PNBV
PLANIFICACION MUNICIPAL	Objetivo 1 PGDT y 1 y 3 del PMOT
PLANIFICACION ESTRATEGICA	Objetivos estratégicos 2 y 15
PROCESO/SBPROC INSTITUCIONAL	GESTION DE AGUA POTABLE, Gestión de Recursos hídricos superficiales
ARTICULACIÓN PLAN DE GESTION AMBIENTAL INTEGRADO DE LAS MICROCUENCAS EPMAPS	Programa de Control de la contaminación del agua

Los siguientes indicadores tanto de línea base como de respuesta tiene relación con el mismo programa, medida, y problema ambiental, que el indicador que lo precede. Su ficha metodológica, fórmula y cálculo son similares, razón por la cual quedan únicamente identificados.

NOMBRE	% de captaciones en perfecto estado de funcionamiento.
DESCRIPCIÓN Y AMBITO DEL INDICADOR	
ID	IGA024PCCONAG
OBJETIVO DEL INDICADOR	Hacer seguimiento y controlar el cumplimiento de las metas previstas en los POAs
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	Calcula el % de captaciones en perfecto estado de funcionamiento con respecto al total de captaciones existentes

NOMBRE	% Longitud de canal abierto que ha sido entubado.
DESCRIPCIÓN Y AMBITO DEL INDICADOR	
ID	IGA025PCCONAG
OBJETIVO DEL INDICADOR	Hacer seguimiento y controlar el cumplimiento de las metas previstas en los POAs
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	Calcula el % de la longitud de canales abiertos que han sido entubados con respecto a la longitud total de canales abiertos existentes

NOMBRE	% de captaciones de los principales sistemas con buena calidad de agua
DESCRIPCIÓN Y AMBITO DEL INDICADOR	
ID	IGA026PMCAAG - BOD
OBJETIVO DEL INDICADOR	Establece el número de fuentes abastecedoras de los sistemas AP para Quito con índice de calidad de agua para consumo humano ICA de Dinius (1987) bueno o excelente
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	Calcula el % de captaciones con buena calidad de agua respecto al total de captaciones existentes.
RELEVANCIA AMBIENTAL	La calidad del agua es un factor que puede reducir la oferta potencial a una oferta neta pues la alteración restringe sus usos aguas abajo. Las fuentes de contaminación de las aguas captadas para el DMQ son: la presencia de ganado en pastoreo extensivo e intensivo en los páramos y la presencia de cultivos sobre los 3400 msnm que usan agroquímicos, y favorecen la erosión. Las microcuencas cercanas a zonas urbanas tienen amenaza de contaminación por residuos sólidos domésticos y los vertimientos de aguas servidas.
AMBITO TERRITORIAL DE APLICACION	Microcuencas de captación
CARACTERISTICAS DE LOS DATOS BASE	

INDICADOR DE LINEA BASE	% de captaciones con buena calidad de agua al 2011
DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE DE LOS DATOS INICIALES	Responsable del programa de monitoreo de captaciones y embalses.
COBERTURA GEOGRÁFICA Y TEMPORAL DE LOS DATOS BASE	Microcuencas de captación, durante los periodos establecidos de monitoreo.
FORMULA	$ICA_m = \prod_{i=1}^n I_i^{w_i}$ <p>(Reolon, 2010)</p>
VARIABLES QUE INTERVIENEN	<p>ICAm= Promedio geométrico ponderado</p> <p>Donde Wi= peso o % asignado al i-esimo parámetro</p> <p>Ii= subíndice del i-esimo parámetro. Ver la tabla 62 a continuación.</p>
UNIDAD DE MEDIDA	<p>Acorde con el índice obtenido, la calidad de un cuerpo de agua según el ICA queda definida como:</p> <p>Excelente: 91 – 100</p> <p>Buena: 71 – 90</p> <p>Regular: 51 – 70</p> <p>Mala: 26 – 50</p> <p>Pésima: 0 - 25</p>
DATOS COMPLEMENTARIOS E INFORMACION TÉCNICA REQUERIDA PARA EL INDICADOR DE RESPUESTA	
META a anual o 5 años	Se replanteará conforme la planificación plurianual 2014 - 2019
FUENTE DE NUEVOS DATOS	Responsable del programa de monitoreo de fuentes..
METODOLOGÍA DE TRATAMIENTO DE NUEVOS DATOS	Obtener, analizar y procesar los datos en el cálculo del ICA
TRABAJOS PENDIENTES	En el caso de disponer de series históricas consistentes sería importante recopilarlas para continuar el registro, será muy útil para análisis de predicciones y diseño de infraestructura hidráulica.
FORMULA	% de fuentes con ICA bueno o exc = N de fuentes con ICA bueno y exc / N total de fuentes de los sistemas de AP de Quito x 100
VARIABLES QUE INTERVIENEN	Igual que para el indicador de línea base
UNIDAD DE MEDIDA	Igual que para el indicador de línea base
ANALISIS Y EVALUACION DE LA INFORMACION OFRECIDA POR EL INDICADOR	
RESULTADO DE LA MEDICIÓN	Es el dato de la medición del indicador. Dato a incorporarse en el futuro
PROBLEMA CON EL QUE SE RELACIONA	El programa de monitoreo que actualmente se lleva a cabo la EPMAPS sin duda alguna ha generado importante información, pero no la suficiente, ya que no ha sido posible determinar el balance de masas de los principales parámetros, incluyendo el fósforo; los caudales puntuales y calidad del agua de ríos de las microcuencas aportantes, a las captaciones de los principales sistemas de AP, a sus embalses, así como del agua en la salida del embalse. Finalmente, los muestreos no han sido realizados en el mismo período a lo largo del tiempo.

EVALUACION DE LA INFORMACION OFRECIDA POR EL INDICADOR	Se interpretará el resultado: ¿Qué nos está mostrando? ¿Qué significa?, en relación con el problema que enfrenta.
MARCO LEGAL O NORMATIVA VINCULADA	Puede incluirse de ser necesario.
FORMA DE PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	Mapa, Cuadros comparativos, diagramas de barras
ACCIÓN CORRECTIVA, PREVENTIVA Y DE MEJORA	Dato a incorporarse una vez implementado el SIA EPMAPS
RESPONSABLE	Funcionario responsable del programa de monitoreo de fuentes superficiales
FRECUENCIA	De acuerdo al programa
RESTRICCIONES DEL INDICADOR	El indicador esta formulado en base de un índice que resume los datos. No proporciona la información completa sobre la calidad del agua. El indicador debe representar a por lo menos dos periodos importantes (verano e invierno), determinando los caudales promedios correspondientes.
INDICADORES COMPLEMENTARIOS Y SUBINDICADORES	% de captaciones legalizadas Oferta hídrica total de las microcuencas aportantes a los sistemas de AP para Quito índices de contaminación trófica de cada uno de los embalses Reservas de agua embalsada
FECHA DE ACTUALIZACION	Se realizará conforme lo acordado en la planificación
CRITERIOS DE PERTENENCIA O ARTICULACIÓN	
NIVEL DE GESTIÓN/ GRUPOS DE INDICADORES:	Operacionales, Gerenciales / sistema de planificación
GRUPOS DE INDICADORES:	Gerenciales, del sistema de planificación
PLANIFICACION NACIONAL	Objetivos 3 y 7 del PNBV
PLANIFICACION MUNICIPAL	Objetivo 1 PGDT y 1 y 3 del PMOT
PLANIFICACION ESTRATEGICA	Objetivos estratégicos 2 y 15
PROCESO/SBPROC INSTITUCIONAL	GESTION DE AGUA POTABLE, Gestión de Recursos hídricos superficiales
ARTICULACIÓN PLAN DE GESTION AMBIENTAL INTEGRADO DE LAS MICROCUENCAS EPMAPS	Programa de monitoreo de la calidad del agua y balance de la Oferta y Demanda – PMCAAG - BOD

Tabla 62.- Funciones de los subíndices (I) y ponderaciones de los parámetros (W) para el Cálculo Del ICA Dinius(1987)

Parámetro	Función del subíndice (I)	Peso relativo (W)
Coliformes Fecales	$I_{CafF} = 106 (CF)^{-0.1286}$	11.6
OD % Sat	$I_{OD} = 0.82(OD) + 10.56$	10.9
DBO ₅	$I_{DBO5} = 108 (DBO_5)^{-0.3184}$	9.7
Coliformes Totales	$I_{CafT} = 135 (CT)^{-0.1311}$	9.0
Nitratos	$I_{NO3} = 125 (NO_3)^{-0.2713}$	9.0
Conductividad	$I_{Cond} = 506 (Cond)^{-0.3315}$	7.9
Temperatura	$I_T = 10^{2.004 \cdot 0.0582 \cdot T}$	7.7
pH	Si pH < 6.9 ⊗ $I_{pH} = 10^{0.4803 \cdot 1.1155 (pH)}$ Si 6.9 ≤ pH ≤ 7.1 ⊗ $I_{pH} = 100$ Si pH > 7.1 ⊗ $I_{pH} = 10^{2.65 \cdot 0.2214 (pH)}$	7.7
Cloruros	$I_{Cl} = 391 (Cl)^{-1.3480}$	7.4
Dureza	$I_{Dur} = 552 (Dur)^{-0.4488}$	6.5
Alcalinidad	$I_{Alc} = 110 (Alc)^{-0.1342}$	6.3
Color	$I_{Color} = 127 (Color)^{-0.1238}$	6.3

Fuente: Reolon (2010)

NOMBRE	% de captaciones legalizadas
DESCRIPCIÓN Y AMBITO DEL INDICADOR	
ID	IGA027PCCONAG
OBJETIVO DEL INDICADOR	Este indicador permitirá conocer el esquema de gestión de la EPMAPS en el manejo del recurso hídrico en las cuencas que abastecen su jurisdicción.
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	Calcula el % de captaciones legalizadas respecto al universo de fuentes aprovechadas por la EPMAPS
RELEVANCIA AMBIENTAL	Cumplimiento de lo estipulado en la Ley de aguas arts 6, 7 y 39 respecto a concesiones.
AMBITO TERRITORIAL DE APLICACION	Microcuencas de captación de los sistemas de AP para Quito
CARACTERISTICAS DE LOS DATOS BASE	
INDICADOR DE LINEA BASE	No. Total de fuentes aprovechadas por la EPMAPS.
DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE DE LOS DATOS INICIALES	Departamento de Recursos Hídricos y Bienes Inmuebles
COBERTURA GEOGRÁFICA Y TEMPORAL DE LOS DATOS BASE	Microcuencas de captación

FORMULA	$NT_{capt} EPMAPS = \sum N_{captmm}$, Captaciones de cada uno de los sistemas
VARIABLES QUE INTERVIENEN	$NT_{capt} EPMAPS = No. T$ de captaciones aprovechadas por la EPMAPS Ejemplo. N_{captmm} = número de captaciones microcuenca La Mica
UNIDAD DE MEDIDA	Unidad
DATOS COMPLEMENTARIOS E INFORMACION TÉCNICA REQUERIDA PARA EL INDICADOR DE RESPUESTA	
META a anual o 5 años	Se replanteará conforme la planificación plurianual 2014 - 2019
FUENTE DE NUEVOS DATOS	Funcionario responsable del Departamento Recursos Hídricos y Bienes Inmuebles.
METODOLOGÍA DE TRATAMIENTO DE NUEVOS DATOS	Ingreso a la base de datos
TRABAJOS PENDIENTES	Completar el inventario de todas las fuentes superficiales aprovechadas
FORMULA	$\% \text{ de captaciones legalizadas (meta)} = N_{capl} \text{ (meta)} / NT_{cat} EPMAPS \times 100$
VARIABLES QUE INTERVIENEN	$N_{captL} \text{ (meta)} = N$ de captaciones legalizadas según meta = $\sum Capl_{mco}$ y demás sistemas Ej: $Capl_{mco}$ = captaciones legalizadas en la microcuenca Centro occidente $NT_{cat} = N$ total de fuentes aprovechadas por la EPMAPS
UNIDAD DE MEDIDA	%
ANALISIS Y EVALUACION DE LA INFORMACION OFRECIDA POR EL INDICADOR	
RESULTADO DE LA MEDICIÓN	Es el dato de la medición del indicador. Dato a incorporarse en el futuro
PROBLEMA CON EL QUE SE RELACIONA	Debido a que algunos tramos de los canales de las aducciones Pichincha y Atacazo se encuentran descubiertos, el ganado que pastorea en las cercanías bebe agua directamente del canal, o de las captaciones, con el agravante que deposita sus orines y heces en el agua y el pisoteo incorpora sedimentos al agua. En estas circunstancias la calidad del agua disminuye por efecto de la contaminación.
EVALUACION DE LA INFORMACION OFRECIDA POR EL INDICADOR	Se interpreta el resultado: ¿Qué nos está mostrando? ¿Qué significa?, en relación con el problema que enfrenta. Se realizará una vez implementado el sistema.
MARCO LEGAL O NORMATIVA VINCULADA	Puede incluirse de ser necesario.
FORMA DE PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	Cuadros de datos, que contenga, Cuenca a la que pertenece la captación, Captación reglamentada, Número y fecha de expedición del acto administrativo de reglamentación, Caudal promedio de la corriente captada, Caudal concedido de la captación reglamentada
ACCIÓN CORRECTIVA, PREVENTIVA Y DE MEJORA	Dato a incorporarse una vez implementado el SIA EPMAPS
RESPONSABLE	Responsable del Departamento de Recursos Hídricos y Bienes Inmuebles.
FRECUENCIA	Periodicidad de acuerdo a la meta
RESTRICCIONES DEL INDICADOR	Los trámites de legalización captaciones son largos
INDICADORES COMPLEMENTARIOS Y SUBINDICADORES	Oferta hídrica total de las microcuencas aportantes a los sistemas de AP para Quito

	índices Reservas de agua embalsada
FECHA DE ACTUALIZACION	Se realizará conforme lo acordado en la planificación
CRITERIOS DE PERTENENCIA O ARTICULACIÓN	
NIVEL DE GESTIÓN/ GRUPOS DE INDICADORES:	Operacionales, Gerenciales / sistema de planificación
GRUPOS DE INDICADORES:	Sistema de planificación, Gerenciales
PLANIFICACION NACIONAL	Objetivos 3 y 7 del PNBV
PLANIFICACION MUNICIPAL	Objetivo 1 PGDT y 1 y 3 del PMOT
PLANIFICACION ESTRATEGICA	Objetivos estratégicos 2 y 15
PROCESO/SBPROC INSTITUCIONAL	GESTION DE AGUA POTABLE, Gestión de Recursos hídricos superficiales
ARTICULACIÓN PLAN DE GESTION AMBIENTAL INTEGRADO DE LAS MICROCUENCAS EPMAPS	Programa de monitoreo de la calidad del agua y balance de la Oferta y Demanda – PMCAAG - BOD

NOMBRE	Oferta hídrica neta de las microcuencas aportantes a los sistemas de AP para Quito
DESCRIPCIÓN Y AMBITO DEL INDICADOR	
ID	IGA028PMCAAG - BOD
OBJETIVO DEL INDICADOR	Este indicador permitirá conocer el esquema de gestión de la EPMAPS en el manejo del recurso hídrico en las cuencas que abastecen su jurisdicción.
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	La oferta hídrica neta se calcula a partir de la oferta total a través de la fórmula que se indica a continuación:
RELEVANCIA AMBIENTAL	En los últimos años ha adquirido relevancia la gestión del agua por las especiales características climatológicas que se vienen suscitando y la repercusión en la calidad y cantidad de este recurso en gran parte del territorio. Esta situación se ha acentuado en los últimos años con el incremento del consumo derivado del desarrollo urbano, agrícola, industrial y turístico. El seguimiento de los recursos hídricos naturales permite prevenir situaciones de escasez que determinen la aplicación de las medidas necesarias para gestionar correctamente los recursos.
AMBITO TERRITORIAL DE APLICACION	Microcuencas abastecedoras de los sistemas de AP para Quito
CARACTERISTICAS DE LOS DATOS BASE	
INDICADOR DE LINEA BASE	Oferta hídrica total de las microcuencas de agua para Quito
DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE DE LOS DATOS INICIALES	Departamento de captaciones y conducciones – área de Hidrología – Responsable del programa de monitoreo
COBERTURA GEOGRÁFICA Y TEMPORAL DE LOS DATOS BASE	Microcuencas de captación

FORMULA	La oferta hídrica total está definida por el valor modal de los caudales promedio anuales. Esta magnitud representa el caudal anual promedio más probable y se extrae de la curva de densidad probabilística (CDP) de los caudales anuales. Esta curva se construye a partir de los registros en las estaciones hidrométricas que miden el flujo de agua de la fuente abastecedora (<i>Domínguez Calle, Rivera, Vanegas Sarmiento & Moreno, 2008</i>).
VARIABLES QUE INTERVIENEN	El volumen de oferta hídrica total se obtiene como: $O_t = Q_o * T$ Donde: Q_o = caudal modal de la fuente abastecedora [m ³ /s] y T = cantidad de segundos en un año.
UNIDAD DE MEDIDA	m ³ /año
DATOS COMPLEMENTARIOS E INFORMACION TÉCNICA REQUERIDA PARA EL INDICADOR DE RESPUESTA	
META a anual o 5 años	Se replanteará conforme la planificación plurianual 2014 - 2019
FUENTE DE NUEVOS DATOS	Programa de monitoreo de la calidad de agua en fuentes.
METODOLOGÍA DE TRATAMIENTO DE NUEVOS DATOS	Responsable obtiene, procesa, y calcula el indicador.
TRABAJOS PENDIENTES	Continuar con el Programa de monitoreo con las recomendaciones realizadas en los estudios de los PMA de las microcuencas. Instalar estaciones hidrométricas en todas las fuentes.
FORMULA	$O_n = O_t \times (1 - R_e - R_{it})$
VARIABLES QUE INTERVIENEN	Donde: O_t : Oferta hídrica superficial total [m ³]; R_e : Factor de reducción para mantener el régimen de estiaje; R_{it} : Factor de reducción por irregularidad temporal de la oferta hídrica. Para definir R_e <i>El R_e- se construye la curva de densidad probabilística (CDP) de los caudales de estiaje Q_{min} . De esta curva se extrae el caudal de estiaje con el 97.5% de probabilidad de excedencia Q_{min} 97,5% de modo que la reducción para mantener el régimen de estiaje de la fuente sería igual a:</i> $R_e[\%] = 100 \times Q_{min} 97,5\% / Q_o$ La reducción por irregularidad temporal de la oferta hídrica se debe estimar a través de un funcional de la forma $R_{it} = f(Q_o, C_v, C_s, \rho)$ Donde C_v, C_s, ρ : representan los coeficientes de variación y de asimetría de los caudales promedio anuales y el radio de correlación de los caudales diarios.

	<p><i>La estructura explícita del funcional (Rit) es de antemano desconocida, por ello como primera aproximación para obtener Rit se recomienda aplicar la siguiente tabulación:</i></p> <p><i>Escala de reducciones por irregularidad temporal de la oferta hídrica</i></p> <table border="1" data-bbox="643 421 1102 701"> <thead> <tr> <th>Cv</th> <th>Rit, (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 - 0,2</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>0,2 - 0,3</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>0,3 - 0,4</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>0,4 - 0,6</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>>0,6</td> <td>50</td> </tr> </tbody> </table> <p><i>(Domínguez Calle, Rivera, Vanegas Sarmiento, & Moreno, 2008)</i></p>	Cv	Rit, (%)	0 - 0,2	15	0,2 - 0,3	25	0,3 - 0,4	35	0,4 - 0,6	40	>0,6	50
Cv	Rit, (%)												
0 - 0,2	15												
0,2 - 0,3	25												
0,3 - 0,4	35												
0,4 - 0,6	40												
>0,6	50												
UNIDAD DE MEDIDA	m ³ /año												
ANÁLISIS Y EVALUACION DE LA INFORMACION OFRECIDA POR EL INDICADOR													
RESULTADO DE LA MEDICIÓN	Es el dato de la medición del indicador. Dato a incorporarse en el futuro												
PROBLEMA CON EL QUE SE RELACIONA	El programa de monitoreo que actualmente se lleva a cabo la EPMAPS sin duda alguna ha generado importante información, pero no la suficiente, ya que no ha sido posible determinar el balance de masas de los principales parámetros, incluyendo el fósforo; los caudales puntuales y calidad del agua de ríos de las microcuencas aportantes, a las captaciones de los principales sistemas de AP, a sus embalses, así como del agua en la salida del embalse. Finalmente, los muestreos no han sido realizados en el mismo período a lo largo del tiempo.												
EVALUACION DE LA INFORMACION OFRECIDA POR EL INDICADOR	Se interpreta el resultado: ¿Qué nos está mostrando? ¿Qué significa?, en relación con el problema que enfrenta. Se realizará una vez implementado el sistema.												
MARCO LEGAL O NORMATIVA VINCULADA	Puede incluirse de ser necesario.												
FORMA DE PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	Cuadros de datos, que contenga, Microcuenca aportante, la oferta neta, desglosada en: Modal (oferta normal), Con probabilidad de excedencia del 97,5% (año seco) y Promedio.												
ACCIÓN CORRECTIVA, PREVENTIVA Y DE MEJORA	Dato a incorporarse una vez implementado el SIA EPMAPS												
RESPONSABLE	Departamento de Conducciones y Aducciones de la Gerencia de Operaciones y el área de Hidrología en coordinación con la Gerencia de Ambiente.												
FRECUENCIA	Periodicidad de acuerdo a la meta												
RESTRICCIONES DEL INDICADOR	Los trámites de legalización captaciones son largos												
INDICADORES COMPLEMENTARIOS Y SUBINDICADORES	Oferta hídrica total de las microcuencas aportantes a los sistemas de AP para Quito índices Reservas de agua embalsada												

FECHA DE ACTUALIZACION	Se realizará conforme lo acordado en la planificación
CRITERIOS DE PERTENENCIA O ARTICULACIÓN	
NIVEL DE GESTIÓN/ GRUPOS DE INDICADORES:	Operacionales, Gerenciales / sistema de planificación
GRUPOS DE INDICADORES:	Sistema de planificación, Gerenciales
PLANIFICACION NACIONAL	Objetivos 3 y 7 del PNBV
PLANIFICACION MUNICIPAL	Objetivo 1 PGDT y 1 y 3 del PMOT
PLANIFICACION ESTRATEGICA	Objetivos estratégicos 2 y 15
PROCESO/SBPROC INSTITUCIONAL	GESTION DE AGUA POTABLE, Gestión de Recursos hídricos superficiales
ARTICULACIÓN PLAN DE GESTION AMBIENTAL INTEGRADO DE LAS MICROCUENCAS EPMAPS	Programa de monitoreo de la calidad del agua y balance de la Oferta y Demanda – PMCAAG - BOD

Para el siguiente indicador se deja a criterio del responsable por su experiencia, incorporar parámetros adicionales de considerar necesario, por las particularidades de los embalses de paramo.

NOMBRE	índices de contaminación trófica de cada uno de los embalses - ICOTRO
DESCRIPCIÓN Y AMBITO DEL INDICADOR	
ID	IGA029 PMCAAG - BOD
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	Se fundamenta en la concentración del fósforo total. (Universidad del Cauca, s.f)
FORMULA	A diferencia de los anteriores ICOMO, ICOSUS en los cuales se determina un valor entre cero y uno (0 y 1), en el ICOTRO, la concentración del fósforo otorga una calificación cualitativa así: Oligotrofia < 0.01 (mg/L) Mesotrofia 0.01 – 0.02 (mg/L) Eutrofia 0.02 – 1.00 (mg/L) Hipereutrofia >1.00 (mg/L) (Universidad del Cauca, s.f)
RESPONSABLE	Responsable del programa de monitoreo y area de Hidrologia

NOMBRE	Reservas de agua embalsada
DESCRIPCIÓN Y AMBITO DEL INDICADOR	
ID	IGA030PMCAAG - BOD
OBJETIVO DEL INDICADOR	Conocer de manera resumida el volumen en reserva con que cuenta la EPMAPS en sus embalses.
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	Calcula las reservas de agua disponible frente a la capacidad total de los embalses
RELEVANCIA AMBIENTAL	El indicador permite observar la evolución de la reserva de agua que se encuentra almacenada en los principales embalses, y es una variable clave para la gestión de los recursos hídricos ya que permite evaluar si se dispone de volúmenes suficientes para atender las demandas de agua de cada territorio. Los volúmenes de reserva de agua en embalses se emplean en el seguimiento de las condiciones de sequía como variable del indicador de estado hidrológico de los sistemas de explotación de los recursos hídricos en cada demarcación hidrográfica. El estado del indicador depende de las aportaciones de agua que se produzcan, lo cual es función de la climatología del periodo, de las detracciones que se hayan realizado para satisfacer las demandas de los distintos usos y de las salidas de los embalses para mantener un caudal ambiental en los ríos.
AMBITO TERRITORIAL DE APLICACION	Microcuencas de captación y embalses
CARACTERISTICAS DE LOS DATOS BASE	
INDICADOR DE LINEA BASE	Reservas de agua embalsada
DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE DE LOS DATOS INICIALES	Datos procedentes del Departamento de captaciones y conducciones, Unidad de Hidrología
COBERTURA GEOGRÁFICA Y TEMPORAL DE LOS DATOS BASE	Embalses de los Sistemas La Mica y Papallacta, escala temporal anual.
FORMULA	El indicador se calcula como la suma del volumen de agua almacenado en los embalses al final del año hidrológico.
VARIABLES QUE INTERVIENEN	El indicador se obtiene por presentación directa de los datos suministrados por la fuente.
UNIDAD DE MEDIDA	Millones de m ³
DATOS COMPLEMENTARIOS E INFORMACION TÉCNICA REQUERIDA PARA EL INDICADOR DE RESPUESTA	
META a anual o 5 años	N/A
FUENTE DE NUEVOS DATOS	Departamento de captaciones y conducciones, Unidad de Hidrología
METODOLOGÍA DE TRATAMIENTO DE NUEVOS DATOS	Indicador es directamente calculado por la fuente que suministra los datos
TRABAJOS PENDIENTES	Balance de agua de los embalses
FORMULA	Igual que indicador de línea base
VARIABLES QUE INTERVIENEN	Igual que indicador de línea base

UNIDAD DE MEDIDA	Millones de m ³
ANÁLISIS Y EVALUACION DE LA INFORMACION OFRECIDA POR EL INDICADOR	
RESULTADO DE LA MEDICIÓN	Es el dato de la medición del indicador. Dato a incorporarse en el futuro
PROBLEMA CON EL QUE SE RELACIONA	El programa de monitoreo que actualmente se lleva a cabo la EPMAPS sin duda alguna ha generado importante información, pero no la suficiente, ya que no ha sido posible determinar el balance de masas de los principales parámetros, incluyendo el fósforo; los caudales puntuales y calidad del agua de ríos de las microcuencas aportantes, a las captaciones de los principales sistemas de AP, a sus embalses, así como del agua en la salida del embalse. Finalmente, los muestreos no han sido realizados en el mismo período a lo largo del tiempo.
EVALUACION DE LA INFORMACION OFRECIDA POR EL INDICADOR	Se interpretará el resultado: ¿Qué nos está mostrando? ¿Qué significa?, en relación con el problema que enfrenta.
MARCO LEGAL O NORMATIVA VINCULADA	Puede incluirse de ser necesario.
FORMA DE PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	Cuadros comparativos, que incluyan la siguiente información: embalse, capacidad total del embalse, reserva, % reservas frente a la capacidad total (media a 5 años y a 10 años). Diagramas de barras o curvas.
ACCIÓN CORRECTIVA, PREVENTIVA Y DE MEJORA	Dato a incorporarse una vez implementado el SIA EPMAPS
RESPONSABLE	Departamento de Captaciones y Conducciones, Unidad de Hidrología
FRECUENCIA	Anual
RESTRICCIONES DEL INDICADOR	Depende de las condiciones climáticas.
INDICADORES COMPLEMENTARIOS Y SUBINDICADORES	<ul style="list-style-type: none"> · % de captaciones de los principales sistemas con buena calidad de agua · % de captaciones legalizadas · Oferta hídrica neta de las microcuencas aportantes a los sistemas de AP para Quito
FECHA DE ACTUALIZACION	Se realizará conforme lo acordado en la planificación
CRITERIOS DE PERTENENCIA O ARTICULACIÓN	
NIVEL DE GESTIÓN/ GRUPOS DE INDICADORES:	Operacionales, Gerenciales / sistema de planificación
GRUPOS DE INDICADORES:	Gerenciales, y del sistema de planificación
PLANIFICACION NACIONAL	Objetivos 3 y 7 del PNBV
PLANIFICACION MUNICIPAL	Objetivo 1 PGDT y 1 y 3 del PMOT
PLANIFICACION ESTRATEGICA	Objetivos estratégicos 2 y 15
PROCESO/SBPROC INSTITUCIONAL	GESTION DE AGUA POTABLE, Gestión de Recursos hídricos superficiales
ARTICULACIÓN PLAN DE GESTION AMBIENTAL INTEGRADO DE LAS MICROCUENCAS EPMAPS	Programa de monitoreo de la calidad del agua y balance de la Oferta y Demanda – PMCAAG - BOD

Los siguientes indicadores solo quedan identificados en razón de que ya se formularon fichas metodológicas similares.

NOMBRE	Índice de contaminación por materia orgánica y por sólidos suspendidos de los tributarios de cada uno de los embalses
DESCRIPCIÓN Y AMBITO DEL INDICADOR	
ID	IGA031 PMOE
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	Calcula el Índice de calidad del agua de los tributarios a los embalses mediante la contaminación de materia orgánica y por sólidos suspendidos. (Universidad del Cauca, s.f)
FORMULA	Igual que para los indicadores IGA019PCONRN, IGA020PCONRN (Universidad del Cauca, s.f)

NOMBRE	Oferta hídrica de los tributarios a cada embalse
DESCRIPCIÓN Y AMBITO DEL INDICADOR	
ID	IGA032PMOE
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	Calcula la oferta hídrica neta a partir de la oferta total
FORMULA	Igual que IGA028PCCONAG

El siguiente indicador queda identificado hasta tanto se decida realizar los estudios correspondientes.

NOMBRE	Volumen de sedimentos que se retienen anualmente en los embalses
DESCRIPCIÓN Y AMBITO DEL INDICADOR	
ID	IGA033 PMOE
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	Calcula el volumen de sedimentos que ingresan anualmente al embalse
FORMULA	Resultado del balance de masas de cada uno de los componentes que ingresa con el agua a los embalses
RESPONSABLE	Responsable del programa de monitoreo con el apoyo del area de Hidrologia.

El siguiente indicador queda identificado por no implicar complicación

NOMBRE	Variación de parámetros hidrometeorológicos
DESCRIPCIÓN Y AMBITO DEL INDICADOR	
ID	IGA034 PMAE
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	Calcula la variación de los parámetros hidrometeorológicos de las microcuencas de captación y de los embalses
FORMULA	Resultado de Informes meteorológicos de las microcuencas de cada sistema.
RESPONSABLE	Responsable del area de Hidrologia.

Los siguientes índices biológicos formulados para monitorear el estado de los ecosistemas principalmente acuáticos, de igual forma se formula únicamente si ID, en razón de que la información para su cálculo debe ser mayormente proporcionada por terceros, como ONGs, MAE, o estudios realizados a través de convenios con instituciones de educación superior.

NOMBRE	Índice (IPS).
DESCRIPCIÓN Y AMBITO DEL INDICADOR	
ID	IGA035 PMAE
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	Son indicadores de la calidad de los ecosistemas fluviales y lacustres en base a algas diatomeas.

NOMBRE	índice (IBMWP)
DESCRIPCIÓN Y AMBITO DEL INDICADOR	
ID	IGA036 PMAE
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	Son indicadores de la calidad de los ecosistemas lacustres basados en los macroinvertebrados.

NOMBRE	índice (IBICAT)
DESCRIPCIÓN Y AMBITO DEL INDICADOR	
ID	IGA037 PMAE
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	Son indicadores de la calidad de los ecosistemas fluviales y lacustres en base a peces

NOMBRE	Índice (IBMR)
DESCRIPCIÓN Y AMBITO DEL INDICADOR	
ID	IGA038 PMAE
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	Son indicadores de la calidad de los ecosistemas bordes de ríos y lagos en base a macrófitas.

NOMBRE	Índice riqueza de especies
DESCRIPCIÓN Y AMBITO DEL INDICADOR	
ID	IGA039 PMAE
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	Permite llevar a cabo la evaluación del estado de conservación, de un ecosistema en base a la abundancia de especies (Bode,1988, citado por Tufiño, et al. 2011)

NOMBRE	Índices de diversidad y densidad de individuos en cada sitio de monitoreo (aves)
DESCRIPCIÓN Y AMBITO DEL INDICADOR	
ID	IGA040 PMAE
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	Permite llevar a cabo la evaluación del estado de conservación de especies propias de un ecosistema (Bode,1988, citado por Tufiño, et al. 2011)

NOMBRE	% Cobertura de agua segura a los pobladores de las áreas de influencia directa de las captaciones.
DESCRIPCIÓN Y AMBITO DEL INDICADOR	
ID	IGA041PCOM
OBJETIVO DEL INDICADOR	Mostrar el % de Cobertura de agua segura a los pobladores de las áreas de influencia directa de las captaciones.
DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	Calcula el % de pobladores de las áreas de influencia de los sistemas que cuentan con agua segura.
RELEVANCIA AMBIENTAL	Es responsabilidad de la Empresa dotar del servicio al menos de agua segura a los hogares ubicados en el área de influencia directa de las captaciones para los sistemas de agua potable.
AMBITO TERRITORIAL DE APLICACION	Microcuencas de captación de los sistemas, Centro y Noroccidente
CARACTERISTICAS DE LOS DATOS BASE	
INDICADOR DE LINEA BASE	No. de pobladores permanentes en las microcuencas que carecen de agua apta para consumo humano
DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE DE LOS DATOS INICIALES	Estudios de diagnóstico de las microcuencas de captación de los sistemas de agua potable Centro y Noroccidente.
COBERTURA GEOGRÁFICA Y TEMPORAL DE LOS DATOS BASE	Microcuencas de captación
FORMULA	$NTPsas (2011) = \sum Psasmco, Psasmno$
VARIABLES QUE INTERVIENEN	NTPsas (2011) = Número total de pobladores sin agua segura en las microcuencas de captación Psasco= No. Pobladores sin agua segura en microcuenca Centro occidente Psasmno= No. Pobladores sin agua segura en microcuenca Noroccidente
UNIDAD DE MEDIDA	Unidad
DATOS COMPLEMENTARIOS E INFORMACION TÉCNICA REQUERIDA PARA EL INDICADOR DE RESPUESTA	
META a anual o 5 años	Se replanteará conforme la planificación plurianual 2014 - 2019
FUENTE DE NUEVOS DATOS	Departamento de captaciones y conducciones
METODOLOGÍA DE TRATAMIENTO DE NUEVOS DATOS	Ingreso a la base de datos
TRABAJOS PENDIENTES	Estudios de factibilidad correspondientes
FORMULA	$\% \text{ pobladores de microcuencas con agua segura} = Pcas (meta) / NTPsas (2011) \times 100$
VARIABLES QUE INTERVIENEN	Pcas (meta)= pobladores con agua segura según meta = $\sum Pcasmc$, Pcasmcno Ej: Pcasmc= pobladores con agua segura de cada una de las microcuencas que participan

	NTPsas (2011)= Pobladores sin agua segura en 2011
UNIDAD DE MEDIDA	%
ANALISIS Y EVALUACION DE LA INFORMACION OFRECIDA POR EL INDICADOR	
RESULTADO DE LA MEDICIÓN	Es el dato de la medición del indicador. Dato a incorporarse en el futuro
PROBLEMA CON EL QUE SE RELACIONA	La EPMAPS ha venido captando aguas de varias microcuencas ubicadas en la vertiente occidental y oriental desde hace varios años, lo que es de vital importancia para la ciudad de Quito, sin embargo no se considera justo que los pobladores que están dentro o muy cerca de las áreas de captación, no dispongan de agua adecuada para uso humano, pues en el mejor de los casos es agua entubada.
EVALUACION DE LA INFORMACION OFRECIDA POR EL INDICADOR	Se interpreta el resultado: ¿Qué nos está mostrando? ¿Qué significa?, en relación con el problema que enfrenta. Se realizará una vez implementado el sistema.
MARCO LEGAL O NORMATIVA VINCULADA	Puede incluirse de ser necesario.
FORMA DE PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	Cuadros de datos, diagramas de barras
ACCIÓN CORRECTIVA, PREVENTIVA Y DE MEJORA	Dato a incorporarse una vez implementado el SIA EPMAPS
RESPONSABLE	Departamento de captaciones y conducciones
FRECUENCIA	Periodicidad de acuerdo a la meta
RESTRICCIONES DEL INDICADOR	No mide el grado de satisfacción y compromiso de los pobladores a cambio
INDICADORES COMPLEMENTARIOS Y SUBINDICADORES	Presupuesto empresarial para acciones de protección y remediación ambiental
FECHA DE ACTUALIZACION	Se realizará conforme lo acordado en la planificación
CRITERIOS DE PERTENENCIA O ARTICULACIÓN	
NIVEL DE GESTIÓN/ GRUPOS DE INDICADORES:	Operacionales, Gerenciales / sistema de planificación
GRUPOS DE INDICADORES:	Sistema de planificación, gerenciales y operativos
PLANIFICACION NACIONAL	Objetivos 3 y 7 del PNBV
PLANIFICACION MUNICIPAL	Objetivo 1 PGDT y 1 y 3 del PMOT
PLANIFICACION ESTRATEGICA	Objetivos estratégicos 2 y 15
PROCESO/SBPROC INSTITUCIONAL	GESTION DE AGUA POTABLE, Gestión de Recursos hídricos superficiales
ARTICULACIÓN PLAN DE GESTION AMBIENTAL INTEGRADO DE LAS MICROCUENCAS EPMAPS	Programa de Compensación

3.2.3.4.3 Alimentación de los Indicadores

Para alimentar los indicadores, cada responsable debe conocer detalladamente la información que caracteriza al indicador en su ficha metodológica, como el objetivo, descripción, fórmula, unidad de medida, meta y restricción del indicador, etc. Con el resultado generado conforme la frecuencia de alimentación de datos, completará la sección ANALISIS Y EVALUACION DE LA INFORMACION OFRECIDA POR EL INDICADOR, que incluye el informe de análisis correspondiente, considerando los siguientes preceptos:

Análisis: Interpretación del resultado. ¿Qué dice el indicador sobre el tema ambiental que se está midiendo? Ejemplo: Las microcuencas de aporte al DMQ tienen 3 000 hectáreas bajo la figura de Área Protegida, lo que corresponde a un 20% de la superficie total, lo que obliga al DMQ y a la EPMAPS a seguir realizando una gestión coordinada con la Autoridad Ambiental Nacional para lograr que esta porción de la superficie de sus cuencas se mantenga protegida y en lo posible se incremente, asegurando la conservación de los ecosistemas y de los servicios ambientales que éstos ofrecen.

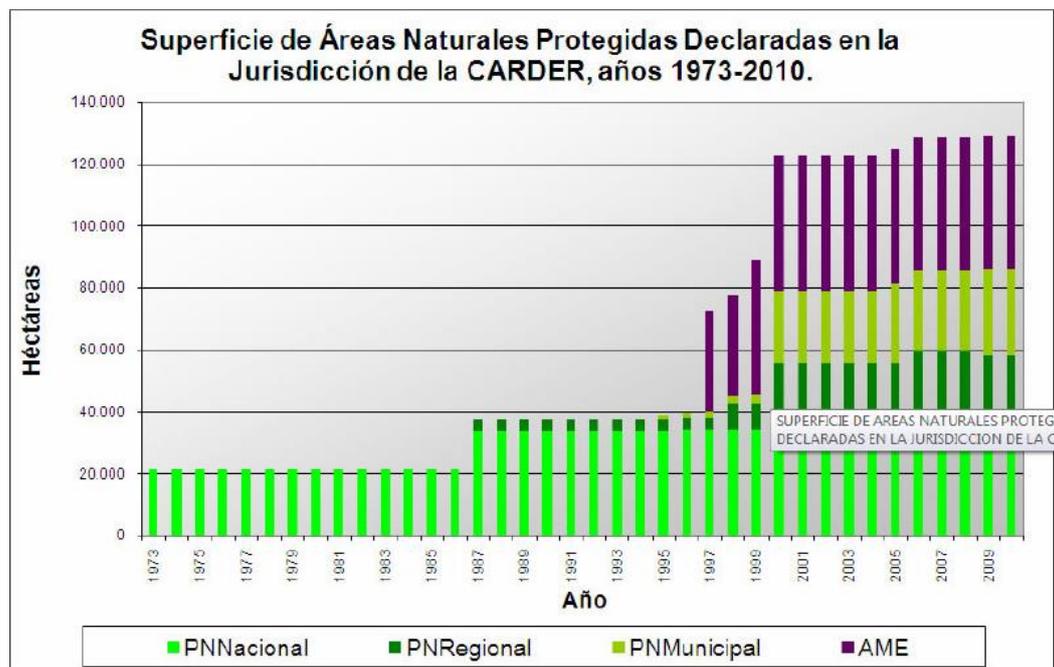
Acciones correctivas, preventivas y de mejora: Si el indicador cumple con la meta definida se escribe “N/A”. Cuando el indicador no cumple, el responsable debe sustentar la causa, y realizar gestiones y recomendaciones si algún insumo depende de terceros.

El reporte de análisis del indicador incluirá:

Gráficas

Las gráficas son una forma didáctica de mostrar el comportamiento de los indicadores en el tiempo y en el espacio, ver ejemplo en la figura 37.

Figure 37.- Ejemplo del análisis gráfico de un indicador



Fuente: Gómez Alvira (2010)

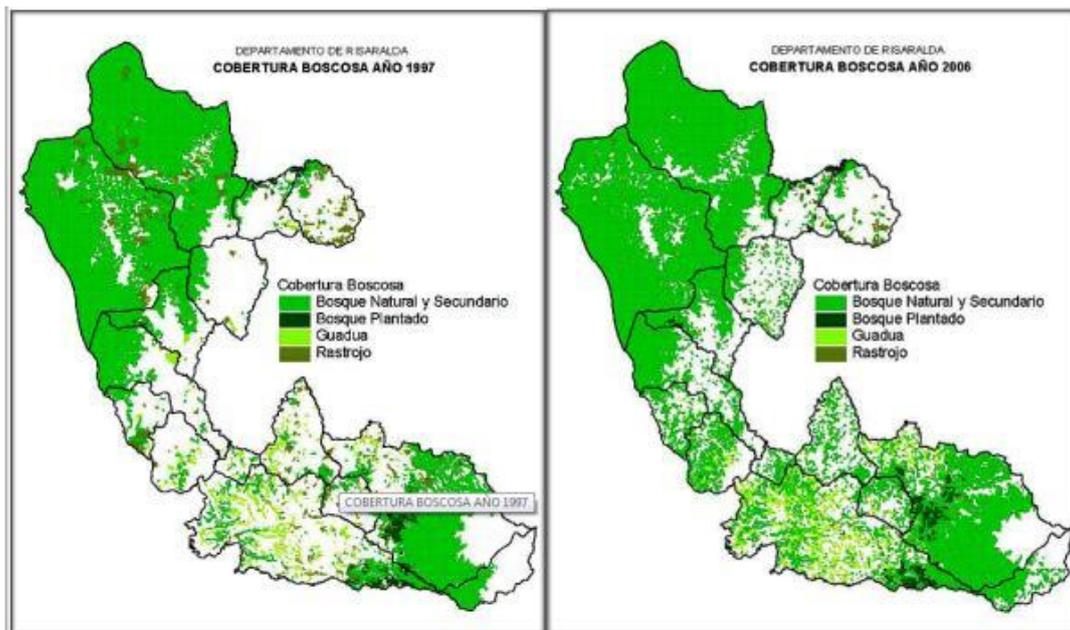
Mapas

Los mapas ayudan a visualizar la distribución espacial de los indicadores, como se muestra en el ejemplo de la figura 38.

En el presente trabajo se han identificado los indicadores para los cuales se aplica la espacialización por medio de mapas, Ver Fichas metodológicas.

Una vez que se alimentan los indicadores, el responsable debe remitirlos con la frecuencia establecida al Administrador del SIA EPMAPS, quien debe actualizar la base de datos.

Figure 38.- Ejemplo del análisis gráfico de un indicador



Fuente: Gómez Alvira (2010)

3.2.3.4.4 Validación de los Indicadores

Responsabilidad de los funcionarios con indicadores a cargo

Alimentar los indicadores a cargo, y enviar mediante correo interno al líder del proceso solicitando su revisión y validación.

Responsabilidad de los líderes de procesos

Revisar los indicadores a cargo de su proceso y realizar el análisis para determinar si se requiere implementar alguna acción o ajuste. Si es el caso, deben solicitar los ajustes necesarios a los responsables. Informar que los indicadores ya están validados.

3.3 Aplicación práctica

Partiendo de la lógica que un Sistema de Indicadores Ambientales debe ser un subsistema del Sistema de Información Empresarial, el cual tiene el propósito de integrar y articular bajo un enfoque sistémico los diferentes grupos de indicadores utilizados por la Entidad para medir el cumplimiento de su misión y objetivos, hacer seguimiento y evaluar su gestión, se propone que los indicadores formulados en el presente trabajo se integren al Sistema de Información de la EPMAPS, como el denominado Sistema de Indicadores de Gestión Ambiental de la EPMAPS (SIA EPMAPS), cuya aplicación por el momento es en el control y evaluación de la planificación de la Gestión Ambiental en las microcuencas aportantes a los principales sistemas de agua potable, Papallacta, La Mica, Pita, Centro y Noroccidente.

3.3.1 Sistematización de los Indicadores de Gestión Ambiental en las

Microcuencas de Captación de los principales Sistemas de Agua Potable de la EPMAPS

Conforme la perspectiva teórica adoptada, para la sistematización de los Indicadores formulados es necesario elegir un modelo que lo soporte, que para el presente caso se ajusta muy bien el denominado PER, detallado en el numeral 1.2.1, pues articula los indicadores de Presión, Estado y Respuesta, permitiendo asociar los efectos de un impacto ambiental con sus causas y con las acciones para su seguimiento y control.

Según lo menciona la bibliografía citada en dicho numeral, un Indicador Ambiental de Presión es aquel que permite unificar la intensidad de la intervención humana o natural sobre los ecosistemas existentes en un territorio, reflejadas en grados de afectación ambiental. Este indicador está relacionado con las causas generadoras de impactos y problemas ambientales

en las microcuencas aportantes de agua para Quito, que si bien están identificados en los estudios de diagnóstico, en el presente trabajo, no se ha definido la forma de cuantificarlos.

Un Indicador Ambiental de Estado es aquel que permite la medición de las características físico-bióticas existentes en un territorio dado, debidas a las formas de ocupación y apropiación del mismo y de sus recursos. Este tipo de indicador mide la calidad ambiental y la oferta ambiental en una unidad de tiempo definido, así como la situación o problema específico asociado con cada uno de los componentes ambientales: agua, aire, suelo o biodiversidad. En el presente trabajo este indicador ha sido denominado de “indicador de línea base”.

Un Indicador Ambiental de Respuesta, es aquel que permite cuantificar los efectos directos sobre la calidad y oferta ambiental de un recurso natural o una situación ambiental específica, asociados con acciones directas de control o mitigación de los impactos ambientales que se desean medir a corto, mediano y largo plazos, es decir las variaciones. A este tipo corresponden los indicadores formulados en el presente trabajo.

El SIA EPMAPS busca consolidar y administrar la información de la gestión ambiental institucional, los resultados e impactos logrados a partir de su ejecución, produciendo información útil, confiable, coherente, oportuna y de fácil acceso, que posibilite el seguimiento al estado y evolución de los ecosistemas generadores de su materia prima, el agua.

3.3.2 Alcance y limitaciones del SIA EPMAPS

El SIA EPMAPS está estructurado dentro del contexto técnico-operativo actual de la EPMAPS, de tal forma que el esfuerzo se dirigió a formular indicadores viables, sencillos y sobre todo útiles dentro de la situación ambiental actual de las microcuencas incluidas en el alcance de este trabajo. Sin embargo, puede haber limitaciones técnicas dadas por la

disponibilidad y calidad de la información requerida para el cálculo de cada indicador, misma que se generará con la ejecución de las diferentes medidas del PGAI MAPQ, y a través de los programas de monitoreo que se vienen efectuando, de allí que la adopción de Indicadores Ambientales implica compromiso institucional.

A continuación se describen algunas limitaciones que podrían tener sobre todo los indicadores que refieren a los siguientes factores:

Superficie de cobertura vegetal permanente

Estos indicadores deben representar el área de la cuenca que está cubierta por vegetación permanente: pajonales, bosques naturales, matorrales, áreas de conservación, zonas de regeneración natural, zonas reforestadas, sistemas agroforestales y/o cultivos permanentes. La elaboración de mapas será fundamental para este análisis, el resultado se expresa en porcentajes y puede presentarse en cuadros. Esta información es importante porque puede relacionarse con las pendientes y suelos de las microcuencas para inferir el grado de protección hidrológica de las mismas. Saber o determinar donde se encuentra la vegetación es una relación básica para establecer si esta protege o no a la cuenca.

Superficie de suelos degradados

Estos indicadores pueden tener diferentes posibilidades de representación, dependerán del uso del suelo y de los recursos naturales. La forma más directa de operativizarlos será mediante el análisis comparativo a través de mapas, entre la vocación del suelo y el uso actual, determinando las áreas sobre utilizadas por diferentes motivos, como sobre pastoreo de ganado, ingreso ilimitado de turistas, o cultivos en suelos inadecuados. El resultado se puede expresar en porcentajes y también en cuadros comparativos, pero todo dependerá de los recursos para medirlos.

Participación de actores

Para la implementación de estos indicadores si bien es cierto se han identificado las organizaciones, instituciones y demás actores y sus actividades, hace falta establecer los criterios para calificar no solo el porcentaje de participación, sino más bien el nivel de participación o el esfuerzo que realizan en favor de preservar las cuencas. El calificativo podría ser cualitativo (alto, medio o bajo).

Presupuesto empresarial para acciones de protección y remediación

Este indicador está representado por las inversiones en la cuenca por mantenimiento de la propia infraestructura de la EPMAPS, pero sería ideal que lo constituyera un fondo, en el cual se integren aspectos relacionados con adquisición de tierras de interés ecológico, aplicación de pagos por servicios ambientales, formación de eco empresas y/o financiamiento de proyectos de compensación.

Fortalecimiento de capacidades

Para el logro de este indicador se requiere la integración de varios elementos claves (recursos humanos capacitados a todos los niveles, planes y proyectos que ellos han elaborado y ejecutado, si tienen un sistema de información para la toma de decisiones, si utilizan herramientas e instrumentos de gestión). El fortalecimiento de capacidades es un pilar fundamental para la cogestión, la base social involucrada en estos procesos impulsarán los cambios esperados. Este es un indicador que representa el grado o nivel de esfuerzos conjuntos que por medio de la cooperación, coordinación, alianzas, convenios y/o solidaridad, logran la integración y coincidencia de esfuerzos para la gestión de las cuencas.

Hay un conjunto de indicadores de información hidrológica e hidrometeorológica que requieren la instalación de más estaciones, lo cual dependerá de los presupuestos institucionales.

Por otro lado se han formulado una serie de indicadores a base de índices biológicos, cuya información podrían obtenerse de estudios realizados a través de convenios interinstitucionales o con Centros de educación Superior. Si bien este tipo de índices ofrecen ventajas como la fácil interpretación de los datos por parte de los usuarios o permiten visualizar tendencias de la calidad del agua, de la cobertura vegetal o de la fauna, no proporcionan la información completa, y pueden no ser aplicables a condiciones ambientales de las microcuencas, por lo que deben ser usados como referencias, hasta realizar el análisis más profundo de la información.

Se esperaría que una vez adoptado el SIA EPMAPS, estas limitaciones se vayan superando paulatinamente en el futuro y se logre estructurar una base de datos, conteniendo mapas, tablas y registros de la información que se vaya generando. La importancia de los mapas es muy relevante en una línea de base, sobre todo en indicadores que se relacionan con aspectos espaciales, por esta razón se deberá organizar un base cartográfica con mapas de: red hídrica, topografía/relieve, pendientes, obras civiles, etc. (esto además de los mapas asociados a los indicadores evaluados).

Es posible que al implementar un indicador se identifique una mejor forma de medir el indicador, de ser así, esta modalidad se la debe establecer, y no se la debe cambiar, si la referencia es mal tomada o si el método no fue el adecuado, las siguientes mediciones no podrán servir para realizar comparaciones, ya que se tomó posiblemente una base inadecuada. De manera que esta descripción debe ser lo más técnica posible, ya que no siempre será la misma persona que realice esta medición, esta explicación debe ser sencilla y de fácil comprensión para el tipo de personal que realice el monitoreo.

3.3.3 Ventajas y beneficios del SIA EPMAPS

Contar con el SIA EPMAPS, ofrecerá las siguientes ventajas y beneficios a la Empresa:

- Podrá evaluar en el largo plazo, los cambios en las variables ambientales de las zonas aportantes a los principales sistemas de agua potable, generados por la ejecución de las diferentes medidas de su Plan de Gestión Ambiental.
- Permitirá mantener la suficiente y adecuada medición de variables ambientales, conducentes a reflejar de manera sintética y sistemática el desempeño de la gestión ambiental en torno al uso recurso hídrico.
- Instaure un proceso de desarrollo gradual del Sistema de Indicadores ambientales, que puede ir perfeccionándose en la medida en que su utilidad se vaya consolidando y se cuente con más y mejores capacidades de medición y toma de datos, así como de producción y manejo de información estadística ambiental.
- Permitirá identificar, formular y evaluar otros indicadores ambientales de estado inicial y de respuesta de manera que sean viables y sostenibles en el tiempo, mediante un esquema metodológico claro y sencillo.
- Los indicadores ambientales que conforman el SIA EPMAPS, permitirán obtener valiosa información de la calidad ambiental de los recursos naturales que se están monitoreando en una única central de información. Esto evitará la duplicidad de información, dará confiabilidad a la información requerida y permitirá el uso integral de los indicadores.
- La interpretación y análisis de los indicadores se podrá hacer de manera individual o de manera asociada. Cada uno expresa en su propio contexto, el estado o la respuesta sobre cada uno de los aspectos ambientales evaluados. Si se realiza un análisis global, se obtendrá una visión general del estado y los cambios del territorio gestionado.
- Genera la necesidad de la conformación de una unidad administradora del SIA EPMAPS para centralizar, procesar, presentar y difundir la información.

3.3.4 Identificación de grupos de indicadores, y usuarios

Como se ha indicado en el numeral 3.1, la Empresa viene utilizando algunos grupos de indicadores, relacionados con su Sistema de Planificación que, tiene dos componentes: el Modelo Estratégico y el Modelo de Operación por Procesos.

1) Modelo Estratégico: Soportado en la Planificación Estratégica, cuyos objetivos 2 y 15 “Asegurar la disponibilidad de los servicios”, y “Mejorar el estado de conservación de cuencas, micro-cuencas abastecedoras y legalización de fuentes hídricas”, respectivamente, conducen al Plan de Gestión Ambiental Integrado de las microcuencas aportantes, por consiguiente un grupo de los indicadores formulados permiten medir el cumplimiento de dichos objetivos estratégicos, siendo de interés de los niveles gerenciales.

2) Modelo de operación por procesos: tiene relación con los objetivos, metas, resultados y productos del macroproceso Gestión de Agua Potable, del proceso Gestión de Recursos Hídricos y del subproceso Gestión de Recursos Hídricos Superficiales “Producir y entregar agua potable en cantidad necesaria para satisfacer la demanda y cumpliendo la norma de calidad de producto, vigente en el país”, “Desarrollar programas, proyectos y acciones para salvaguardar el entorno ambiental de las Micro Cuencas cuyos flujos aportan a la disponibilidad de agua cruda de la Empresa”. Consecuentemente otro grupo de indicadores permite hacer seguimiento a los flujos del proceso y subproceso.

Según Gómez Alvira (2010), los objetivos del proceso apuntan a obtener unos resultados (el para qué del proceso) y unos productos (el cómo se logra), los cuales se cuantifican estableciendo las respectivas metas de resultado y de producto que se esperan cumplir en un período de tiempo determinado. Las primeras corresponden al nivel gerencial y las segundas al nivel funcional (líder del proceso). Una vez establecidas las metas a cumplir,

se calculan los indicadores que permiten verificar su cumplimiento, estableciendo una periodicidad para su aplicación.

La misma autora indica que las metas de producto que son del nivel funcional, forman parte de los Planes Operativos de las Dependencias (POAs), cuyo cumplimiento se mide a través de los indicadores de producto. A partir de los POA se formulan los planes de trabajo individual con actividades y metas a lograr por cada funcionario, las cuales se miden a través de indicadores operativos que podrían también ir incorporándose en el futuro.

Por las consideraciones señaladas, los indicadores formulados se articulan al Sistema de Planificación de la EPMAPS, tanto estratégico como por procesos y corresponden al grupo que Gómez Alvira (2010) denomina, Indicadores del Sistema de Planificación (ISP). Consecuentemente los Usuarios serían los niveles gerenciales, y líderes de proceso, pues verifican el cumplimiento de los objetivos para los dos modelos de planificación.

3.3.5 Administración del Sistema de Indicadores

Para facilitar el almacenamiento, manejo y acceso a los indicadores se podría estructurar una base en una matriz (tabla dinámica de Excel) que vaya compilando la información recabada de las fichas metodológicas de los indicadores y sea administrada por un responsable que puede ser un funcionario del Departamento de Gestión del Agua.

Esta matriz cumpliría la función de compilar información histórica y/o multitemporal, procedente de las fichas metodológicas de los indicadores, pero además permitiría visibilizar los indicadores por niveles de gestión (operativo, funcional, gerencial). En la tabla (Anexo A), se presenta una propuesta de matriz denominada BASE DE DATOS SINTESIS - SISTEMA DE INDICADORES DE LA GESTION AMBIENTAL EN LAS MICROCUENCAS DE CAPTACIÓN DE LOS PRINCIPALES SISTEMAS DE AGUA

POTABLE PARA QUITO, que ha sido adaptada del sistema de Indicadores formulado por Gómez Alvira (2010) para la CARDER.

Como anexo a la referida matriz y a fin de que su uso no sea inmanejable por su amplitud, vale recalcar que el sistema de indicadores formulado contribuye a todos los elementos de la planificación institucional, conforme consta en la tabla 63.

Tabla 63.- Objetivos, políticas y estrategias de los componentes de la Gestión de la EPMAPS, que se pueden verificar con el SIA EPMAPS

PLAN NACIONAL DEL BUEN VIVIR, OBJETIVO 3: Mejorar la calidad de vida de la población	3.10. Garantizar el acceso universal, permanente, sostenible y con calidad a agua segura y a servicios básicos de saneamiento, con pertinencia territorial, ambiental, social y cultural.
OBJETIVO PLAN NACIONAL DEL BUEN VIVIR: Objetivo 7.- (Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global)	7.2. Conocer, valorar, conservar y manejar sustentablemente el patrimonio natural y su biodiversidad terrestre, acuática continental, marina y costera, con el acceso justo y equitativo a sus beneficios; y 7.6. Gestionar de manera sustentable y participativa el patrimonio hídrico, con enfoque de cuencas y caudales ecológicos para asegurar el derecho humano al agua.
ESTRATEGIA TERRITORIAL NACIONAL PNBV: 8.6.	Garantizar la sustentabilidad del patrimonio natural mediante el uso racional y responsable de los recursos naturales renovables y no renovables. 8.6.2. Gestión de cuencas hidrográficas y recursos hídricos
DERECHOS DEL BUEN VIVIR	El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable.
POLÍTICAS PARA LA GESTIÓN DEL AGUA	Articular en forma integrada, entre los niveles de gobierno nacional y local, la gestión del agua y del territorio considerando a la cuenca hidrográfica como unidad básica de planificación
DIRECTRIZ DE LA POLÍTICA AMBIENTAL NACIONAL: Política 2	Uso Eficiente de Recursos Estratégicos para el Desarrollo Sustentable: Agua, Aire, Suelo, Biodiversidad y Forestal. E1: Manejar integralmente los ecosistemas. E2: Conservación y uso sustentable del Patrimonio Natural, basado en la distribución justa y equitativa de sus beneficios
PLAN QUITO SIGLO XXI:	Programa de Infraestructura y Servicios.- Sistema Integral de agua potable Programa de calidad ambiental.- Protección de áreas naturales.
OBJETIVO ESTRATÉGICO DEL PLAN GENERAL DE DESARROLLO TERRITORIAL 2012 – 2022	1.- Garantizar el acceso, disponibilidad y calidad de los servicios de agua potable y saneamiento a los ciudadanos del DMQ.

	Programa: Conservación de fuentes de agua
OBJETIVO ESTRATEGICO INSTITUCIONAL: Perspectiva de los procesos internos.	Mejorar el estado de conservación de cuencas, micro-cuencas y legalización de fuentes hídricas abastecedoras,
PROCESO INSTITUCIONAL 1 ER NIVEL:	4. Gestión de agua potable
SUBPROCESO 2DO NIVEL	4.1 Gestión de recursos hídricos
SUBPROCESO 3 ER NIVEL:	4.1.1 Gestión de recursos hídricos superficiales

Tabla 63 (Cont.). Elaborado por: Flores A. (2014)

3.3.6 Difusión de los indicadores

Uno de los objetivos de conformar un sistema de indicadores ambientales es precisamente facilitar la información de la gestión ambiental de la Empresa en torno al uso sustentable del recurso agua a la comunidad, de ahí que sería necesario implementar con este primer insumo un mecanismo para cumplir este objetivo que no incluye el alcance del presente trabajo.

La EPMAPS cuenta con varios canales de publicación de información como: página web, informes de gestión anual, informes de rendición de cuentas, informes de resultados por dependencia entre los principales, en los cuales se podría incluir esta información.

CAPITULO IV.

4 DISCUSIÓN

4.1 Conclusiones

Concluida la investigación documental para la realización del presente trabajo, se concluye:

Velar por el uso sustentable de los recursos naturales es una responsabilidad que debemos asumirla todos los seres humanos y más aún las organizaciones estatales o municipales creadas con la misión de dotar el servicio de agua potable a grandes conglomerados humanos, como es el caso de la EPMAPS. La garantía de contar con agua de calidad permanente se pone en tela de duda cuando hemos empezado a enfrentar fenómenos climáticos, causados por las presiones de las actividades socioeconómicas sobre los ecosistemas que proveen los recursos para el sustento de la vida como es el agua.

En este marco la EPMAPS, formula los Planes de Manejo de las microcuencas de captación de los principales sistemas de agua potable para Quito, sin embargo, éstos no incluyen una herramienta de control y evaluación, de allí que el sistema de indicadores ambientales producto del presente trabajo se propone como una alternativa para suplir esta carencia.

Al ser un tema que recién está cobrando importancia en el país, el trabajo empieza explorando el marco teórico existente en torno a indicadores ambientales y adoptando los principales lineamientos que ayuden a formular la herramienta conforme su definición “Los indicadores deseables son variables que resumen o de alguna manera simplifican información importante, vuelven visibles o perceptibles fenómenos de interés, y cuantifican, miden, y comunican información relevante”, y se satisfaga el problema de la EPMAPS. Entonces los lineamientos seleccionados fueron los que ayudarían a definir las funciones principales de los indicadores, sus atributos, sus principales características, los tipos de indicadores en relación con la temática, las propiedades y requisitos para su formulación, las aplicaciones y potencialidades de los mismos, la presentación y contenido de la información del indicador y el procedimiento para su sistematización.

Con el fin de dar una visión macro al lector del documento, y para mostrar la relación de los indicadores ambientales con todos los componentes de la gestión ambiental, especialmente en torno al agua, se exploró el marco legal aplicable, las instituciones con responsabilidad y corresponsabilidad sobre la misma, sus políticas, y su planificación. Encontrándose que para el presente caso, los principales instrumentos legales aplicables son, la Constitución de la República, la Ley de Aguas, la Ley de Gestión Ambiental, la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre, y la Ordenanza 213 del DMQ. En cuanto a las instituciones están relacionadas, la SENAGUA, el MAE, el GAD MDMQ y su Empresa de dotación de servicios de agua potable y saneamiento, EPMAPS.

La planificación de las instituciones señaladas en relación al agua, considera entre los principales elementos, el Objetivo 7 del Plan Nacional del Buen Vivir, “Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global”, sus lineamientos, 7.2. “Conocer, valorar, conservar y manejar sustentablemente el patrimonio

natural y su biodiversidad terrestre, acuática continental, marina y costera, con el acceso justo y equitativo a sus beneficios”; y 7.6. “Gestionar de manera sustentable y participativa el patrimonio hídrico, con enfoque de cuencas y caudales ecológicos para asegurar el derecho humano al agua”, al igual que la Política Ambiental Nacional, y los Objetivos del Milenio. En su programación de proyectos son relevantes los que tienen relación con el uso sostenible de los recursos naturales, como el agua.

Se exploró las características de los sistemas de agua potable que abastecen a Quito, en relación a sus principales componentes, como ubicación de sus captaciones, caudales que aprovechan, características de los embalses, capacidad de sus líneas de conducción y de sus plantas de tratamiento, zonas de Quito a las que abastecen. Destacándose que en orden de magnitud los sistemas son, Papallacta con el 33% de aporte, Pita con el 30%, La Mica con el 14%, Centro y Noroccidente con el 12% de aporte, que sus caudales captados suman en promedio $6.8 \text{ m}^3/\text{s}$, sus caudales tratados promedian $6.6 \text{ m}^3/\text{s}$ y caudales distribuidos $6.5 \text{ m}^3/\text{s}$. La capacidad de reserva de los embalses de los sistemas La Mica y Papallacta es de alrededor de 40 millones de m^3 , con lo cual la EPMAPS, satisface la demanda actual de aproximadamente 1'800000 personas y tendrá que garantizar la dotación a alrededor de 2'900 000 habitantes en el año 2040.

No se podía dejar de explorar el estado de las microcuencas de captación de los sistemas de agua potable mencionados, encontrándose que todas se ubican entre las cotas 3000 a 4500 msnm. Que las microcuencas de cuatro sistemas principales, forman parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del estado SNAP, así, las microcuencas del Sistema Papallacta están dentro del Parque Nacional Cayambe Coca, las del Sistema La Mica dentro de la Reserva Ecológica Antisana, la subcuenca aportante al Sistema Pita en el Parque Nacional Cotopaxí, gran parte de las microcuencas del Sistema Noroccidente forman parte

del Bosque Protector del flanco occidental Pichincha y de varias reservas privadas destacándose Tandayapa, Verdecocha, Yanacocha, y el Bosque Mindo Nambillo, lo cual ha favorecido parcialmente la conservación de los ecosistemas estratégicos de páramo generadores del agua. Sin embargo, esta no ha sido la situación de las microcuencas del sistema Centro Occidente, en las cuales si es notoria la intervención humana.

La cobertura vegetal dominante en todas las microcuencas es el páramo de pajonal y super páramo, seguida por el páramo de arbustos, bosques naturales/matorral, pasto natural, pasto cultivado, y cultivos anuales. Las principales actividades antrópicas son el pastoreo extensivo de ganado, los cultivos tradicionales anuales y el turismo, los cuales han generado una serie de problemas e impactos ambientales, siendo el principal el conflicto por el uso del suelo dado entre la aptitud de los suelos (mayoritariamente ecosistemas frágiles) y el uso actual de suelo (sobreutilización para pastoreo extensivo de ganado, cultivo de pastos y productos tradicionales). Este uso inadecuado del suelo está repercutiendo sobre el estado de conservación de los ecosistemas de estos pisos climáticos y sobre la calidad y cantidad de su oferta ambiental. Adicionalmente, el turismo no planificado, la caza y pesca ilegales y nuevamente la tenencia de ganado en libre pastoreo amenazan con el deterioro de la calidad trófica de los embalses de los sistemas Papallacta y La Mica.

Con fines prácticos para facilitar la inclusión de los indicadores ambientales, se agrupó los principales problemas, impactos y sus causas, así como los programas comunes de los planes de manejo de las microcuencas en un solo instrumento denominado Plan de Gestión Ambiental Integrado, el cual contiene nueve programas optimizados con la inclusión de los indicadores que permitirán mostrar la gestión sobre el problema y la afectación que enfrentan.

Para el diseño de los indicadores se observó la viabilidad de cálculo basada en la accesibilidad y sostenibilidad de los datos existentes al momento, que todavía no son suficientes, pero que van a ir mejorando y generándose en mayor cantidad, paulatinamente, tras la ejecución de las medidas de gestión ambiental de los programas de los planes de manejo de las microcuencas de captación, así como del monitoreo correspondiente.

Para los casos en los que no es fácil disponer de información cuantitativa, se proponen indicadores cualitativos, a formularse, con el uso de indicadores de calidad biológica basados en “especies indicadoras”, lo cual es común en ecología.

Son viables y permitirán evidenciar los cambios que se producen en el medio, volviendo perceptibles factores de interés, como la calidad y cantidad de agua, estado de la cobertura vegetal nativa y del suelo, estado de la diversidad de flora y fauna, la calidad trófica de los embalses, y la variación de los parámetros hidrometeorológicos entre los principales, con lo cual se podrán establecer tendencias posibilitando la predicción de situaciones futuras, que permitan la toma de decisiones oportunas. Finalmente, los indicadores facilitarán la difusión de la información ambiental disponible al público en general.

Los indicadores formulados corresponden al tipo “Indicadores Ambientales”, conforme los conceptos expuestos en el marco teórico, pues consideran aspectos o problemáticas resultantes de la interacción entre el sistema sociocultural y el patrimonio natural. Están asociados con la gestión ambiental orientada hacia el uso racional de los recursos naturales a través de la conservación in-situ y ex-situ, educación e investigación ambiental, entre otros. En conclusión se pretende que estas herramientas sirvan para: a) informar sobre el estado del ambiente, b) conocer las relaciones entre las presiones que imponen las diversas actividades humanas sobre la calidad de los componentes del medio

ambiente, y d) elaborar medidas de respuesta estableciendo prioridades para enfrentar las presiones de deterioro.

En cuanto a grupos de indicadores, planteados en el marco teórico con el fin de identificar los usuarios de los indicadores, la Empresa viene utilizando algunos grupos relacionados con su Sistema de Planificación que tiene dos componentes, el Modelo Estratégico y el Modelo de Operación por Procesos. El Modelo Estratégico está soportado en la Planificación Estratégica, y para el caso del presente trabajo se consideró los objetivos 2 y 15 “Asegurar la disponibilidad de los servicios”, y “Mejorar el estado de conservación de cuencas, micro-cuencas abastecedoras y legalización de fuentes hídricas”, respectivamente, mismos que han conducido a la formulación de los Planes de manejo de las microcuencas de captación, por consiguiente los indicadores formulados permitirá medir el cumplimiento de dichos objetivos estratégicos, correspondiendo al grupo de indicadores del Sistema de Planificación, nivel gerencial.

Para el Modelo de operación por procesos, el trabajo tiene relación con los objetivos, metas, resultados y productos del macroproceso Gestión de Agua Potable, del proceso Gestión de Recursos Hídricos y del subproceso Gestión de Recursos Hídricos Superficiales “Producir y entregar agua potable en cantidad necesaria para satisfacer la demanda y cumpliendo la norma de calidad de producto, vigente en el país”, “Desarrollar programas, proyectos y acciones para salvaguardar el entorno ambiental de las Micro Cuencas cuyos flujos aportan a la disponibilidad de agua cruda de la Empresa”. Los objetivos del proceso apuntan a obtener unos resultados (el para qué del proceso) y unos productos (el cómo se logra), los cuales se cuantifican estableciendo las respectivas metas de resultado y de producto que se esperan cumplir en un período de tiempo determinado. Las primeras corresponden al nivel gerencial y las segundas al nivel funcional (líder del proceso). Una vez

establecidas las metas a cumplir, se calcularán los indicadores que permiten verificar su cumplimiento. Correspondiendo a grupo de indicadores del sistema de planificación por procesos, que pueden desagregarse en los niveles gerenciales, funcionales y operacionales.

El SIA EPMAPS es la integración del grupo de indicadores al Sistema de Información Empresarial con el fin de consolidar y administrar la información de la gestión ambiental institucional, los resultados e impactos logrados a partir de su ejecución, produciendo información útil, confiable, coherente, oportuna y de fácil acceso, que posibilite el seguimiento al estado y evolución de los ecosistemas generadores de la materia prima para los sistemas de agua potable Papallacta, La Mica, Pita, Centro y Noroccidente.

El Sistema de Indicadores Ambientales de la EPMAPS, SIA EPMAPS está estructurado dentro del contexto técnico-operativo actual de la Empresa, sin embargo, puede haber limitaciones técnicas dadas por la disponibilidad y calidad de la información requerida para el cálculo de cada indicador de allí que la adopción de Indicadores Ambientales implica compromiso institucional.

4.2 Recomendaciones

Como se puede observar en las fichas metodológicas la información que se requiere, existe en muchos casos, y en otros la consecución es viable a través de la ejecución de las medidas formuladas en los diferentes programas del PGA de las microcuencas de los sistemas que abarca el alcance del presente trabajo, por lo que se recomienda la ejecución de dichas medidas.

Hay mayor requerimiento de información para el caso del manejo de los embalses que incluyen los sistemas de agua potable La Mica y Papallacta. Según las conclusiones de sus estudios de diagnóstico, se cuenta con importante información, pero no la suficiente. De allí

que en el corto plazo, se recomienda ejecutar los estudios y demás medidas por ellos planteados. Evidentemente el proceso será más complejo, y costoso pero justifica frente al beneficio de contar con la información que permita calcular los indicadores que quedan planteados, que a su vez posibilitarán evaluar el estado trófico de estos importantes elementos sin los cuales no se puede garantizar el servicio de agua potable para Quito para los próximos 40 años.

Se recomienda también instaurar un proceso de desarrollo gradual del Sistema de Indicadores ambientales, que se vaya perfeccionando en la medida en que su utilidad se vaya consolidando y se cuente con más y mejores capacidades de medición y toma de datos, así como de producción y manejo de información estadística ambiental.

Por otro lado, se recomienda establecer a través de la planificación correspondiente, las metas, la periodicidad con que debe levantarse los datos, estandarizar los métodos a usarse para el caso, los responsables de esta tarea y de la transmisión de los resultados a quienes deben hacer uso de los mismos con determinados propósitos de gestión.

Para facilitar el almacenamiento, manejo y acceso a los indicadores se recomienda estructurar una base datos en una matriz (por ejemplo una tabla dinámica de Excel) que vaya compilando la información recabada del análisis de los indicadores y sea administrada por un responsable que puede ser un funcionario del Departamento de Gestión del Agua.

Esta matriz cumpliría la función de compilar información histórica y/o multitemporal, procedente de las fichas metodológicas de los indicadores, pero además permitiría visibilizar los indicadores por niveles de gestión (operativo, funcional, gerencial).

Se recomienda observar algunas limitaciones que podrían tener sobre todo los indicadores que refieren a los siguientes factores: Superficie de cobertura vegetal permanente, Superficie de suelos degradados, Participación de actores, Presupuesto empresarial para

acciones de protección y remediación, Fortalecimiento de capacidades / educación ambiental, mismas que fueron detalladas en el tema Alcance y limitaciones del SIA EPMAPS.

Para el caso de indicadores a base de índices biológicos, cuya información podrían obtenerse de estudios realizados a través de convenios interinstitucionales o con Centros de Educación Superior. Se recomienda considerar que si bien este tipo de índices ofrecen ventajas como la fácil interpretación de los datos por parte de los usuarios o permiten visualizar tendencias de la calidad del agua, de la cobertura vegetal o de la fauna, no proporcionan la información completa, y pueden no ser aplicables a condiciones ambientales de las microcuencas, por lo que deben ser usados como referencias, hasta realizar el análisis más profundo de la información.

Trabajos citados

- Foro de Ministros del Medio Ambiente. (2003). *Informe del Seminario Indicadores de Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe, Indicadores Ambientales, XIV Reunión del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe*. Panama.
- Los Objetivos del Milenio*. (2000). Obtenido de <http://www.cinu.org.mx/ninos/html/odm.htm>
- Aguirre, M. (2002). "Los sistemas de indicadores ambientales y su papel en la información e integración del medio ambiente". *I Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente*. Madrid.
- Armijos, S. (2013). *Estudio de impacto Ambiental Ex Post del Sistema Integrado Papallacta*. Quito: EPMAPS.
- Asamblea Nacional. (2010). *Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, COOTAD*. Quito - Ecuador.
- Asamblea Nacional. (2008). Constitución de la República del Ecuador. R. O. NO. 499.
- Becerra, J. (2006). *Auditoría Ambiental y Plan de Manejo Ambiental del Sistema Puengasí*. Quito: Ex EMAAP-Q.
- CAR. (2004). *Plan de Gestión Ambiental Regional 2001-2010*. Bogotá: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca.
- CARDER. (2010). Manual del Sistema de Indicadores Ambientales. Colombia: Recuperado de http://siae.carder.gov.co/media/plantilla_institucional/archivos/manual_indicadores.pdf.
- Cifrián, E., Muñoz, Y., Coz, A., Viguri, J., & Andres, A. (2006). "*Indicadores Ambientales y Sistemas de Indicadores*"; *Cuaderno 1, Medio Ambiente*. Cantabria, España.
- CONCEJO METROPOLITANO - MDMQ . (2008). *Plan de Uso y Ocupación del Suelo (PUOS. ORDENANZA 031, Reg. Of. No. 83 Oct. 2008/DMDT*.
- Conesa Fernandez, V. (1997). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Mundi-Prensa.

- Contraloría General del Estado. (2012). *Normas de Control Interno para las Entidades, Organismos del Sector Público y de las Personas Jurídicas de Derecho Privado que dispongan de Recursos Públicos*.
- COSTECAM, Cia. Ltda. (2006 a). *Diagnóstico y Plan de Manejo de la cuenca y subcuencas hidrográficas de captación para el Sistema Papallacta*. Quito: EPMAPS.
- COSTECAM, Cia. Ltda. (2006 b). *Diagnóstico y Plan der Manejo de la cuenca y subcuencas hidrográficas de captación para el Sistema La Mica*. Quito: EPMAPS.
- De Bievre, B., & Coello, X. (2008). *Diagnostico del Balance entre oferta y demanda hidrica, proyecto manejo integrado de los recursos hidricos de la hoya de Quito*. Obtenido de [http://www.infoagua-guayllabamba.ec/sirhcg/images/M_images/PDF/5%20Diagnostico%20oferta%20demanda%20\(integral\).pdf](http://www.infoagua-guayllabamba.ec/sirhcg/images/M_images/PDF/5%20Diagnostico%20oferta%20demanda%20(integral).pdf)
- De Bievre, B., Coello, X., De Keizer, O., & Maljaars, P. (2008). *Modelo Hidrologico de la Hoya de Quito, Proyecto manejo integrado de los recursos Hidricos de la Hoya de Quito* . Quito: FONAG: UICN-Sur.
- Dirección Metropolitana de Medio Ambiente. (2005). *Plan de manejo de la calidad del agua en el DMQ*. Quito.
- Domínguez Calle, E., Rivera, H., Vanegas Sarmiento, R., & Moreno, P. (2008). *Relaciones demanda-oferta de agua y el índice de escasez de agua como herramientas de evaluación del recurso hídrico colombiano*. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 32(123): 195-212, 2008. ISSN 0370-3908.
- Domínguez, E., Rivera, H., Vanegas, R., & Moreno, P. (2008). *Relaciones demanda-oferta de agua y el índice de escasez de agua como herramientas de evaluación del recurso hídrico colombiano*. Bogotá.
- Echechuri, H., Ferraro, R., & Bengoa, G. (2003). *Corrección y Mitigación de Impacto*. FLACSO.
- EPA. (2007). *Report on the Environment: Science Report*. Recuperado el 15 de enero de 2012, de <http://cfpub.epa.gov/ncea/cfm/recordisplay.cfm?deid=140917>
- EPMAPS. (2010). *Plan Integral de Racionalización de Consumos de Agua Potable en El Distrito Metropolitano de Quito*. Quito: EPMAPS.
- EPMAPS. (2013). *Direccionamiento y Planificación Estratégica, Revisión Anual del Plan Estratégico*. Quito.

EPMAPS. (s.f.). *www.aguaquito.gob.ec*. Recuperado el 16 de junio de 2012

EPMAPS; Departamento de Gestión de Procesos y Calidad. (2012). *Manual de Procesos de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento*. Resolución No. 011 del 20 de enero de 2012.

Escobar, R., Lozano, P., Coello, X., Cajas, L., Gavilanes, L., & Corti, N. (2011). *Diagnóstico y Plan De Manejo de Las Microcuencas Hidrográficas que abastecen al Sistema Centro Occidente. Aducciones Atacazo - Lloa-Pichincha*. Quito: EPMAPS.

Espinoza, G. (2002). *Gestion y Fundamentos de Evaluacion de Impacto Ambiental*. Obtenido de [http://www.ingenieroambiental.com/4020/gestion%20y%20fundamentos%20de%20evaluacion%20de%20impacto%20ambiental\(6\).pdf](http://www.ingenieroambiental.com/4020/gestion%20y%20fundamentos%20de%20evaluacion%20de%20impacto%20ambiental(6).pdf)

FLACSO. (s.f.). *Napo en cifras, Agua y proyectos hidroeléctricos*. Recuperado el 28 de abril de 2014, de file:///C:/Users/PC/Downloads/LFLACSO-04-Calle.pdf

Flores, F. (2006). *Auditoría Ambiental del Sistema Papallacta*. Quito: EPMAPS.

FONAG. (2009). *Plan de manejo integrado de los recursos hidricos en la cuenca alta del rio Guayllabamba: BID*. Obtenido de <http://www.infoagua-guayllabamba.ec/sirhcg/images/stories/documentos/0%20Plan%20de%20manejo%20integrado%20de%20CG.pdf>

Gallopín, G. (2006). *"Los Indicadores de Desarrollo Sostenible: Aspectos Conceptuales y Metodológicos" FODEPAL*. Recuperado el 12 de enero de 2012, de <http://www.observatoriourbano.cl/Docs/pdf/Los%20ind%20de%20des%20sostenible%20asp%20con%20y%20met%20agosto%202006%20fodepal.pdf>

Gallopín, G. C. (1997). Indicators and Their Use: Information for Decision – making. En *Part One - Introduction, pp 13.27. "Sustainability Indicators. A Report on the Project on Indicators of Sustainable Development"*. SCO. Moldan, B. and S. Bilharz (Eds.).

Gavilanes, X., Suárez, R., Martínez, A., & Amores, J. (2011). *Diagnóstico y Plan de Manejo de las Microcuencas Hidrográficas del Sistema Noroccidente*. Quito: EPMAPS.

Gómez Orea, D. (1999). *Evaluación del Impacto Ambiental*. Ed. Mundi--Prensa y Editorial Agrícola Española, S.A.

Gomez, C. (2010). *Construcción de un Sistema de Indicadores para La CARDER, Gestión del Conocimiento, CARDER, Contrato N° 930*. Pereira: CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE RISALDA.

Grupo de Estudios en Recursos Hidrobiológicos Continentales; Universidad del Cauca. (s.f.). *Los ICA y la Calidad de las aguas*. Recuperado de <http://attachments.wetpaintserv.us/qEGuFAEEV9dRQOQjljN1pA==450156>.

Hazen & Sawyer, P.C., (2009 a). *Estudios de Actualización del Plan Maestro Integrado de Agua Potable y Alcantarillado del DMQ, FASE 1, SECCION 2, Planificación Urbana y Rural*. Quito: EMAAP-Q.

Hazen & Sawyer, P.C., (2009 b). *Estudios de Actualización del Plan Maestro Integrado de Agua Potable y Alcantarillado del DMQ. Fase 1. Sección 3. Recursos Hídricos*. Quito: EMAAP-Q.

Hazen & Sawyer, P. C., (2009 c). *Estudios de actualización del Plan Maestro Integrado de Agua Potable y Alcantarillado del DMQ. Fase 1. Sección 4. Agua Potable y Anexo 4.4*. Quito: EMAAP-Q.

Hazen & Sawyer, P. C., (2009 d). *Estudios de Actualización del Plan Maestro Integrado de Agua Potable y Alcantarillado del DMQ, FASE 1, SECCION 10, MEDIO AMBIENTE*. Quito: EMAAP-Q.

Karem, S., & Zerpa, L. (2003). *Desarrollo de indicadores ambientales para orientar la planificación y ejecución de actividades urbanas en la cuenca media del Morichal Juanico*. Monagas: Universidad Gran Mariscal de Ayacucho.

Ley de Aguas (1972). Quito - Ecuador.

Ley de Gestión Ambiental. (1999). *Ley No. 37. Registro Oficial No. 245*. Quito - Ecuador.

Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre. (1981). *Registro Oficial No.64*.

MAE. (2009). *Planificación Estratégica del Ministerio del Ambiente*. Obtenido de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/Plan-estrategico-MAE-2012.pdf>

MAE. (2011). *Política Ambiental Nacional*. Quito: MAE.

MAE. (2012). *Estudio de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático del sistema de agua potable Pita – Puengasí y sus cuencas abastecedoras. Caracterización ecológica microcuenca del Pita*. Ministerio del Ambiente.

Martín, C. (2007). *Indicadores de Calidad Ambiental, Curso capacitación, Clase 1, parte, II, Tecnología para la Organización Pública*. Buenos Aires: TOP.

- Martín, C. (2010 a). *Indicadores de Calidad Ambiental, Curso de Capacitación, Clase 2, parte, I, TOP-Tecnología para la Organización Pública*. Buenos Aires: TOP.
- Martín, C. (2010 b). *Indicadores de Calidad Ambiental, Curso de Capacitación, Clase 2, parte,II, TOP-Tecnología para la Organización Pública*. Buenos Aires: TOP.
- Martín, C. (2010 c). *Indicadores de Calidad Ambiental, Curso de Capacitación, Clase 3, TOP-Tecnología para la Organización Pública*. Buenos Aires: TOP.
- Martín, C. (2010 d). *Indicadores de Calidad Ambiental, Curso de Capacitación, Clase 4, TOP-Tecnología para la Organización Pública* . Bueno Aires: TOP.
- MDMQ; Dirección Metropolitana de Planificación Territorial. (2011). *Plan General de Desarrollo 2012 - 2022*. Quito: MDMQ.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. (s.f.). *Banco público de indicadores ambientales*. Recuperado el 20 de febrero de 2014, de www.magrama.gob.es.
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito; SECRETARÍA DE TERRITORIO, HÁBITAT Y VIVIENDA. (2011). *Plan Metropolitano De Ordenamiento Territorial;2012 - 2022*. Quito.
- Ordenanza. (213). Quito: DMQ.
- Quiroga, R. (2001). *“Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas”*. CEPAL.
- Real, B. (2007). *Análisis del Marco Institucional, Legal y de Políticas y Lineamientos para la GRIH en la Hoya de Quito*. Obtenido de http://www.environmentallaws.net/Derecho/PrensaEcuador/Recursos_Hidricos.pdf
- Recalde, J. (2008). *Plan Nacional del Agua, Senagua*. Rio de Janeiro: RELOC.
- Reolon, L. (2010). *Índices de Calidad de agua; Programa de Formación Iberoamericano en Materia de Aguas*. Buenos Aires Argentina: Recuperado de <http://www.pnuma.org/agua-miaac/CODIA%20CALIDAD%20DE%20LAS%20AGUAS/MATERIAL%20ADICIONAL/PONENCIAS/PONENTES/Tema%203%20GRH%20Uruguay%20A%20Guarani/INDICES%20DE%20CALIDAD%20DEL%20AGUA%20SUPERFICIAL.pdf>.

Secretaria General de la Comunidad Andina; MAE; PRAA; FONAG. (2011). *Diseño de la Red de monitoreo Hidrológico en las microcuencas de los ríos Pita, Guayllabamba*. Quito.

SENPLADES. (2013). *Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017*.

Suarez Olave, D. (2003). *"Indicadores e Indices Ambientales, Marco Teorico de Indicadores"* BID-CEPAL-IDEA. Recuperado el 15 de enero de 2012, de <http://www.manizales.unal.edu.co/ProyectosEspeciales/bid2/documentos/Indicadores%20ambientales.pdf> [

Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. (2002). *Decreto ejecutivo No. 3399 publicado en el registro Oficial No.725 de 16 de Diciembre* .

Tufiño, P., & ál., e. (2011 a). *Plan de Manejo de los Embalses, Salve Faccha, Sucus y Mogotes del Sistema Papallacta*. Quito: EPMAPS.

Tufiño, P., & ál., e. (2011 b). *Plan de Manejo del Embalse La Mica y sus microcuencas aportantes*. Quito: EPMAPS.

Von Schiller Calle, D., Sole Ballester, E., Martinez Dalmau, J., Delgado Notivoli, A., Vivas Nogues, M., & Fernandez, S. (2003). *"Indicadores Ambientales en el contexto Europeo"* *La revista de Biología*, 12. Recuperado el 15 de enero de 2012, de <http://www.biologia.org/revista/pdfs/70.pdf>

Zamalloa, E., & Díaz Palacios, J. (2005). *Guías Metodológicas para la Gestión Ambiental, Unidad de Desarrollo Sostenible (UDES)*. Lima-Perú: Recuperado de http://www.onuhabitat.org/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=72&Itemid=72.

