

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Ciencias e Ingeniería Politécnica

Sostenibilidad Ambiental del Plan de Actuación Especial en situaciones de alerta por eventual sequía y contaminación en la cuenca alta del río Mira en la provincia del Carchi

Andrés Fernando Flores Auz

Miguel Araque, Ing. Director de Tesis

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de Ingeniero Civil

Quito, Diciembre de 2012

Universidad San Francisco de Quito
Colegio de Ciencias e Ingeniería Politécnico

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

**Sostenibilidad Ambiental del Plan de Actuación Especial en situaciones de
alerta por eventual sequía y contaminación en la cuenca alta del río Mira en
la provincia del Carchi**

Andrés Fernando Flores Auz

Miguel Araque, Ing.
Director de Tesis y Miembro del Comité de defensa

Santiago Gangotena G., Ph. D.
Decano del Colegio Politécnico

Fernando Romo P., Ing.
Decano de Ingeniería Civil y Miembro del Comité de defensa

Quito, Diciembre del 2012

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art.144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma:

Nombre: Andrés Fernando Flores Auz

C. I.: 172204849-1

Fecha: 13 de diciembre del 2012

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer primero a Dios, por haberme brindado su bendición a lo largo de mis estudios y permitirme culminar una meta más en mi vida.

A mis padres, Diego y Carmita, por su amor y apoyo incondicional, sin sus valores y principios forjados en mí nada de esto sería posible.

A mis hermanos, Diego Esteban y Tania, por ser personas esenciales en mi vida diaria, por su confianza en mi persona y su incondicional amor.

A Jhoselin Alvear, por ser esa fuente de motivación que me ha impulsado a dar lo mejor de mí, su amor ha sido vital para este logro.

Deseo agradecer también a la Universidad San Francisco de Quito, quienes me brindaron la oportunidad de estudiar mi carrera, sus ideales y fundamentos han hecho de mí una persona más abierta y preparada para seguir creciendo a lo largo de mi vida.

A mis profesores que han sabido transmitirme sus conocimientos para poder lograr el objetivo de convertirme en un profesional. Espero que mi éxito sea igual o mayor al de ellos.

Agradezco a todos mis seres queridos en general, sentir su cariño me ha hecho siempre esforzarme por lograr culminar con esta etapa de mi vida y espero seguir teniendo esa motivación para lograr mucho más aún.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a todos aquellos que me han apoyado para verme cumplir este sueño. A Dios por brindarme la oportunidad de lograr mi meta, sin importar los problemas su bendición ha podido superar todo. A mis padres por su esfuerzo y tenacidad, éste es sólo una de las muchas alegrías que espero poder brindarles, si he logrado esto es por su incansable espíritu luchador, por ustedes me encuentro aquí.

RESUMEN

Este trabajo de tesis se basa en la propuesta de una Sostenibilidad Ambiental del Plan de Actuación Especial en situaciones de alerta por eventual sequía y contaminación en la cuenca alta del río Mira, provincia del Carchi, Ecuador. Los fenómenos naturales, como sequías y contaminación de ríos, se hacen presentes cada vez con mayor intensidad, afectando principalmente a los recursos que nos brinda el planeta. En el Ecuador existen algunas medidas que se han planificado con la intención de disminuir los impactos de estos fenómenos, aunque no de una manera tan elaborada como lo han hecho otros países. La Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) brinda un mayor alcance cuando se considera la sostenibilidad ambiental de un problema, los Planes de Actuación Especial contra Sequías (PES), basados en los fundamentos de la EAE, pretenden el planteamiento de medidas que brinden mayor apoyo la solución de problemas ambientales. Es así que en este trabajo se buscará conocer las medidas actuales ecuatorianas para estos fenómenos, se introducirá los conceptos de EAE y PES que servirán de base para el planteamiento de medidas que minimicen los aspectos ambientales, económicos y sociales que se producen por eventuales situaciones de sequía y contaminación en la cuenca alta del río Mira.

ABSTRACT

This thesis is based on the proposal of an Environmental Sustainability of a Special Action Plan in possible alert situations of drought and pollution in the upper basin of the Mira River “Río Mira”, Carchi province, Ecuador. Natural phenomena, such as river’s droughts and pollution, are present with increasing intensity, mainly affecting the resources afforded us by the planet. In Ecuador there are some measures that are planned with the intention of reducing the impacts of these phenomena, though not as elaborate as manner as have other countries. Strategic Environmental Assessment (SEA) provides greater scope when considering environmental sustainability problem, Special Action Plans (SAP) based on the fundamentals of the SEA approach measures intended to provide greater support the solution of these environmental problems. Thus, in this thesis we seek to know the Ecuadorian current measures for these phenomena, introduce the concepts of SEA and EAP as a basis for the planning of measures to minimize the environmental, economic and social situations occur for any drought and pollution in the upper basin oh the Mira River.

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS	12
ÍNDICE DE TABLAS	13
ÍNDICE DE ANEXOS	14
CAPÍTULO I	15
1.1 INTRODUCCIÓN	15
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.2.1 Antecedentes	17
1.3 OBJETIVOS	21
1.3.1 Objetivo General	21
1.3.2 Objetivos Específicos	21
1.4 JUSTIFICACIÓN	22
1.4.1 Justificación Técnica	22
1.4.2 Justificación Metodológica.....	23
1.4.3 Justificación Práctica	24
1.5 DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE APLICACIÓN DEL PROYECTO	24
1.5.1 Ubicación.....	25
1.5.2 Reseña Histórica.....	27
1.5.3 Población	30
1.5.4 Indicadores del Cantón Mira.....	33
1.5.5 Clima	35
1.5.6 Río Mira.....	36
1.5.7 Cuenca alta del río Mira	39
1.5.7.1 La Concepción	42
CAPÍTULO II	45
MARCO CONCEPTUAL	45
2.1 EVALUACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA	45
2.1.1 Introducción a la Evaluación Ambiental Estratégica	45
2.1.2 Principios	52

2.1.3	Debilidades	53
2.1.4	Justificación	53
2.1.5	Componentes Técnicos de la EAE	54
2.2	PLANES ESPECIALES DE ACTUACIÓN EN SITUACIONES DE ALERTA Y EVENTUAL SEQUÍA	55
2.2.1	Concepto General.....	55
2.2.2	Justificación de Empleo.....	56
2.2.3	Objetivo	57
2.2.4	Enfoque.....	57
2.2.5	Requisitos Previos para su Aplicación	58
2.2.6	Tipos de Medidas	59
2.2.7	Plan de Medidas	60
	CAPÍTULO III.....	63
	MARCO LEGAL.....	63
3.1	POLÍTICAS BÁSICAS AMBIENTALES EN EL ECUADOR.....	63
3.2	LEGISLACIÓN AMBIENTAL APLICABLE A LAS ÁREAS DE ESTUDIO	64
3.2.1	DEFENSA DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES	64
3.2.2	DEFENSA DE LA BIODIVERSIDAD	64
3.3	PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	66
3.3.1	RECURSO AGUA.....	67
3.3.1.1	TULAS.- LIBRO VI – ANEXO 1 AGUA.....	69
3.3.2	RECURSO SUELO.....	84
3.3.2.1	TULAS.- LIBRO VI – ANEXO 6 DESECHOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS	86
	CAPÍTULO IV.....	94
	DESARROLLO	94
4.1	PLAN DE ACTUACIÓN CONTRA SEQUÍA EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO MIRA	94
4.1.1	CONCEPTOS GENERALES	94
4.1.1.1	DESERTIFICACIÓN	95
4.1.1.1.1	¿Qué es la desertificación?.....	95
4.1.1.1.2	La Desertificación en el Ecuador.....	97

4.1.1.2	EROSIÓN.....	98
4.1.1.2.1	¿Qué es la erosión?	98
4.1.1.2.2	Procesos de erosión.....	99
4.1.1.2.3	Factores de erosión	99
4.1.1.2.4	Tipos de erosión.....	100
4.1.1.2.4.1	Erosión Eólica	101
4.1.1.2.4.2	Erosión Hídrica	101
4.1.2	MEDIDAS ECUATORIANAS ACTUALES EN CONTRA DE LA SEQUÍA .	103
4.1.3	PRESENCIA DE SEQUÍAS EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO MIRA	106
4.1.4	MEDIDAS PROPUESTAS PARA MITIGACIÓN DE SEQUÍA.....	110
4.1.4.1	Consideraciones	111
4.1.4.2	Reforestación de la zona	112
4.1.4.3	Zanjas Trincheras con reforestación	113
4.1.4.4	Implementación de Tecorrales.....	114
4.1.4.5	Barreras vivas	115
4.1.4.6	Curvas a nivel	116
4.1.4.7	Prácticas agroecológicas	116
4.2	PLAN DE ACTUACIÓN CONTRA CONTAMINACIÓN DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO MIRA.....	117
4.2.1	MEDIDAS PROPUESTAS PARA MITIGACIÓN DE CONTAMINACIÓN..	118
4.2.1.1	Concientización y Capacitación a la comunidad	119
4.2.1.2	Implementación de Tanques Sépticos.....	119
	CAPÍTULO V	128
5.1	CONCLUSIONES	128
5.2	RECOMENDACIONES.....	130
	BIBLIOGRAFÍA	132
	ANEXOS	136

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- <i>Ubicación del cantón Mira</i>	26
Figura 2.- <i>Constitución del cantón Mira</i>	29
Figura 3.- <i>Cantones que conforman la provincia del Carchi</i>	30
Figura 4.- <i>Tasa de crecimiento poblacional en Mira</i>	31
Figura 5.- <i>Estadísticas de Autoidentificación en Mira</i>	32
Figura 6.- <i>Fotografía del río Mira</i>	37
Figura 7.- <i>Fotografía del río Mira con sus riberas</i>	38
Figura 8.- <i>Fotografía de la parroquia Concepción</i>	42
Figura 9.- <i>Niveles de detalles para decisiones según la EAE</i>	48
Figura 10.- <i>Ejemplo de reforestación para mitigación de sequía</i>	113
Figura 11.- <i>Ejemplo de aplicación de Zanjas Trincheras con reforestación</i>	114
Figura 12.- <i>Ejemplo de aplicación de Tecorrales actuando como un muro de gaviones</i>	115
Figura 13.- <i>Ejemplo de aplicación de Barreras Vivas implantadas a curvas de nivel</i>	115
Figura 14.- <i>Ejemplo de aplicación de curvas a nivel para el cuidado de terrenos y mitigación de sequía</i>	116

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- <i>Estadísticas para población, educación, y otros en Mira.</i>	33
Tabla 2.- <i>Varios indicadores del cantón Mira</i>	34
Tabla 3.- <i>Caracterización de las zonas climática en el cantón Mira</i>	36
Tabla 4.- <i>Pisos altitudinales y características de temperaturas y precipitaciones</i>	40
Tabla 5.- <i>Equivale a la TABLA 1: Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional del TULAS Libro VI - Anexo 1.</i>	75
Tabla 6.- <i>Equivale a la TABLA 2: Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección del TULAS Libro VI - Anexo 1.</i>	77
Tabla 7.- <i>Equivale a la TABLA 3: Criterios de calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario del TULAS Libro VI - Anexo 1.</i>	79
Tabla 8.- <i>Equivale a la TABLA 6: Criterios de calidad admisibles para Aguas de Uso Agrícola del TULAS Libro VI - Anexo 1.</i>	81
Tabla 9.- <i>Equivale a la TABLA 12: Límites de descarga a un Cuerpo de Agua Dulce del TULAS Libro VI - Anexo 1.</i>	82

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo I.-** *Mapa de Tipos de Clima en la Provincia del Carchi*
- Anexo II.-** *Mapa de Zonas de Temperatura Media Anual en la Provincia del Carchi*
- Anexo III.-** *Cartografía de Mira para la apreciación del sitio de estudio*
- Anexo IV.-** *Distribución de Estaciones Hidrometeorológicas a nivel Nacional*
- Anexo V.-** *Datos de estaciones de interés en Anuarios Meteorológicos e Hidrológicos*
- Anexo VI.-** *Estaciones de interés en Estudio Hidrológico de la Cuenca del río Mira*
- Anexo VII.-** *Mapa de Conflicto de Uso del Suelo en la Provincia del Carchi*
- Anexo VIII.-** *Mapa de Uso y Cobertura del Suelo en la Provincia del Carchi*
- Anexo IX.-** *Mapa de Zonas de Déficit Hídrico Anual en la Provincia del Carchi*
- Anexo X.-** *Mapa de Zonas de Número de Meses Secos en la Provincia del Carchi*
- Anexo XI.-** *Mapa de Zonas de Precipitación Media Anual en la Provincia del Carchi*

CAPÍTULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

Con el transcurso de los años los problemas naturales que causan impactos negativos en la humanidad han ido creciendo de manera notoria. El uso excesivo que el hombre le ha dado a los recursos naturales que nos brinda el planeta Tierra ha sido uno de los principales motivos para que problemas de gran magnitud natural tengan que ser tomados en cuenta en el día de hoy si deseamos un ambiente sostenible para años futuros.

La sequía y contaminación de ríos es un problema que surge en varios países del mundo, en unos con mayor intensidad que otros, pero que sin ninguna duda ha aquejado a todos los que disponen del recurso natural agua para el uso diario, ya sea para cubrir sus necesidades básicas o como instrumento para la producción de algunas actividades económicas.

En los últimos años el calentamiento global ha sido uno de los problemas naturales que ha requerido mayor atención, esto se ve reflejado directamente en consecuencias que acarrea el mismo como en este caso específico la presencia de sequías. Aquellas personas cuyas necesidades y actividades se ven directamente relacionadas con la utilización del recurso agua, que brindan ríos aledaños a su ubicación, son quienes sienten con mayor intensidad este fenómeno natural pero no por ello es ajeno para el resto de personas, estos fenómenos naturales terminarán tarde o temprano afectando a toda la humanidad si no se toman medidas pertinentes para su precaución.

La contaminación es otro de los problemas que se presenta en este estudio, la generación de desechos que no encuentran un adecuado sistema de tratamiento, y aún más por la inconsciencia ambiental de las personas, hacen que sea necesario la búsqueda de alternativas que disminuyan el impacto que generan en el ambiente, es por este motivo que la idealización de planes, programas o proyectos que pretendan ser aplicados deberán aportar a la reducción de estos fenómenos naturales, y consecuentes de una falta de cultura ambiental, que aquí se pretende estudiar.

En varios países los planes, programas o proyectos que busquen ser implementados e involucren de cierta manera una repercusión sobre el medio ambiente tienen que ser sometidos a evaluaciones previas que garanticen la conservación del mismo, es decir el medio ambiente ha tomado un papel determinante en cualquier acción a tomar debido precisamente a la importancia que tendrá su cuidado de hoy en adelante. La Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) es entonces la evaluación previa que se exige a todo proyecto cuya planificación comprenda desde un inicio el medio ambiente, sus limitaciones y alcances de tal manera que garanticen un ambiente sostenible.

En el Ecuador no existe una norma en lo que respecta a EAE, sí posee norma en cuanto a la realización de Estudios de Impacto Ambiental (EIA) y aunque sus enfoques sean similares las ventajas que proporciona el uno con respecto al otro pueden lograr que la planificación y conservación ambiental tengan un alcance más significativo.

La presencia de sequías y contaminación de los ríos no es un problema ajeno en el Ecuador tampoco, estos problemas han sido causantes de pérdidas económicas y aún más graves de repercusiones en la salud de personas que se ven obligadas al consumo diario de estas aguas, es por eso que la aplicación de planes preventivos se ven necesarios en varias zonas del Ecuador. En este caso se optará por el análisis de la cuenca alta del río Mira, zona en donde la presencia del río involucra temporadas de sequía y en donde la contaminación del mismo deberá ser considerada para la prevención de consecuencias grandes a las comunidades aledañas al río.

Es así como introducimos al lector de lo que podrá encontrar en este trabajo, la normativa ecuatoriana para el cuidado de los recursos agua y suelo, la sugerencia de futuros planes especiales de actuación basados en los fundamentos de la EAE que puedan contrarrestar de cierta manera los problemas de sequía y contaminación que aquejan a la cuenca alta del río Mira, y un prototipo de planes de medida que sugieran propuestas preventivas a dichos problemas.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 Antecedentes

La sequía es un fenómeno hidrológico extremo que constituye una anomalía transitoria, más o menos prolongada, caracterizada por un período de tiempo con valores de precipitaciones inferiores a las normales en el área.

Se distingue, por tanto, de otros conceptos que reflejan situaciones permanentes, como *aridez* – condición climática permanente caracterizada por muy baja precipitación – y *escasez* – situación permanente de insuficiencia de agua para atender las demandas -. A los efectos de los planes de sequía cabe distinguir entre sequía *meteorológica* y sequía *hidrológica*.

La sequía meteorológica se puede considerar como la ocurrencia de períodos de tiempo en que la precipitación es inferior a la normal (pudiendo considerarse como referencia el valor promedio) en un territorio dado. Esta situación suele venir acompañada de otros factores (temperaturas más altas, vientos intensos, baja humedad relativa, mayor insolación, mayor evapotranspiración) que, conjuntamente, se traducen en reducciones en las tasas de infiltración y menor escorrentía y menor recarga de los acuíferos.

La existencia de sistemas hidráulicos – entendidos en sentido amplio como conjunto de elementos naturales, normas de utilización, infraestructuras hidráulicas, reglas de explotación - , permiten retrasar los efectos de la sequía meteorológica sobre el estado de las masas de agua y sobre la atención a las diferentes demandas.

Ahora bien, la sequía hidrológica se puede considerar como la persistencia de sequía meteorológica que como mayor consecuencia llegue a superar la capacidad de un sistema propuesto para la prevención o contrarresto del fenómeno natural.

Es, por tanto, necesario definir medidas básicamente de gestión complementarias a las utilizadas en situación normal que, cuando se presente la sequía hidrológica, minimicen los efectos negativos derivados de esta insuficiencia coyuntural del sistema.

Los recursos hídricos y la cantidad de agua potable no son ilimitados, ya que se trata de un recurso no renovable y cuya recuperación insumiría una enorme e incontable cantidad de dinero y años de trabajo, sumado a que afecta no solo a la calidad de vida de los seres vivos, sino también a las distintas actividades socioeconómicas.

El interés del análisis de estos problemas se intensifica cuando se presentan efectos negativos sobre la salud de las personas aledañas a zonas que aprovechan los recursos del río para sus múltiples actividades. La presencia de bacterias, parásitos, etc. formados a partir del depósito de varios desechos hacen que la consideración de planes que reduzcan, e incluso eviten, la contaminación de los ríos sean tomados como prioritarios.

Por este motivo principal, luchar contra la contaminación de los ríos es algo de vital importancia también, no sólo para la protección del propio medio ambiente, sino de la fauna y de la vegetación que vive en ellos. Explicado de una forma relativamente sencilla, podríamos indicar que la contaminación de los ríos vendría a consistir en la incorporación, al agua, de materiales considerados como extraños, tales como:

- Productos químicos.
- Microorganismos.
- Aguas residuales.
- Residuos industriales y otros.

Estas materias actúan perjudicando la calidad del agua, de forma que la hacen inútil para muchos de los usos que se llevan a cabo a día de hoy.

Fundamentalmente, el agua se contamina por culpa de la actividad humana, ya que la población va creciendo cada año, necesitando más agua, más comida, más transporte, más vestimenta, más recursos y más espacio en el que vivir. Por todo ello, se produce la emisión de gases tóxicos, la contaminación por desechos, metales y pesticidas; la descarga de desechos químicos y material radiactivos; o bien accidentes, como los derrames de petróleo.

El daño a una cuenca hídrica suele relacionarse por la evidente pérdida de la biodiversidad en el ecosistema acuático determinado, afectando a la calidad de vida de los individuos allí residentes, e inclusive precipitando la muerte masiva de los mismos, en casos de intoxicaciones agudas. Eso sin contar con algunos de los principales contaminantes de los ríos, tales como: agentes infecciosos que causan trastornos gastrointestinales; aguas residuales y otros residuos que tienden a demandar oxígeno; productos químicos y nutrientes vegetales. Estos no solo ingresan al organismo a través de una ingesta directa de agua en mal estado, sino que también pueden incorporarse a través del consumo de peces que habitan aguas contaminadas o ante una intoxicación crónica de la sustancia dañina. (Contaminación de los ríos, 2009)

Por todo lo anteriormente expuesto, se debe luchar por la protección y conservación de los recursos hídricos que nos brindan los ríos, y evidentemente contra la contaminación de los mismos. Este asunto es, sin ninguna duda, una obligación de todos.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Minimizar los aspectos ambientales, económicos y sociales de eventuales situaciones de sequía y contaminación de la cuenca alta del río Mira ubicado en la provincia del Carchi.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Garantizar la disponibilidad de agua requerida para asegurar la salud y la vida de la población aledaña a la cuenca alta del río Mira.
- Evitar o minimizar los efectos negativos de sequía sobre el estado ecológico de las masas de agua, en especial sobre los regímenes de caudales ecológicos evitando en todo caso efectos permanentes sobre los mismos.
- Minimizar los efectos negativos sobre el abastecimiento rural.
- Minimizar los efectos negativos sobre la calidad del agua que circula por la cuenca alta del río Mira en la provincia del Carchi.
- Introducir y sugerir nuevos mecanismos de evaluación ambiental que puedan maximizar el alcance de los mecanismos actuales en el Ecuador.
- Proponer planes de actuación especiales contra eventuales sequías en el Ecuador que aporten directrices para el cuidado del recurso hídrico.

1.4 JUSTIFICACIÓN

El presente estudio, como ya se ha mencionado, pretende introducir planes y medidas que minimicen los efectos negativos que pueden acarrear la presencia de eventuales sequías y contaminación en la cuenca alta del río Mira. Todo esto basado en un enfoque de evaluación previo que se realiza en varios países del mundo y que su propuesta en el Ecuador ofrece ventajas al complementarse con el sistema actual.

La Evaluación Ambiental Estratégica ofrece múltiples ventajas en pos de la sostenibilidad ambiental, se convierte en la base en la que se fundamentarán distintos planes a desarrollarse con el objeto del cuidado del medio ambiente. Es así que su justificación puede apoyarse de varios aspectos que se exponen a continuación.

1.4.1 Justificación Técnica

La Evaluación Ambiental Estratégica aplicada en la Cuenca alta del río Mira se justifica por la superioridad del enfoque planificado, estratégico, frente al enfoque de proyecto a proyecto, de la racionalidad que supone progresar de acuerdo con una secuencia de mayor a menor nivel de abstracción: ideología, política, plan, programa, proyecto, construcción, explotación y evaluación, que se repite en ciclos sucesivos. En este sentido, la Evaluación Ambiental Estratégica no es sino la traducción al campo ambiental de dicha superioridad.

Además realizar la Evaluación Ambiental Estratégica se le atribuye las siguientes ventajas: comporta una revisión sistemática de los factores ambientales relevantes desde el principio, es

decir, cuando la opción de influir en la decisión es real. En consecuencia aumenta la relevancia atribuida a los factores ambientales en relación con los económicos y sociales; aporta transparencia a la elaboración de los planes, políticas y programas en la medida en que la información y la participación pública son consustancial a la Evaluación Ambiental Estratégica; y permite comprender desde el inicio el medio ambiente, sus limitaciones y sus oportunidades, y por ello aportar directrices para concebir y desarrollar los proyectos.

1.4.2 Justificación Metodológica

La presente investigación será de carácter descriptivo, apoyado de un estudio bibliográfico y de estudio del campo de la zona del proyecto.

Deobold B. Van Dalen y Williams J. Meyer, al referirse a los estudios descriptivos manifiesta: *<<la investigación descriptiva consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas. Su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables>>.*

La investigación bibliográfica consiste en: *<<Es una indagación documental que permite entre otras cosas, apoyar la investigación que se desea realizar, evitar emprender investigaciones ya realizadas tomar conocimiento de experimentos ya realizados. El proceso de búsqueda de la información en documentos para determinar cuál es el conocimiento existente en una área en particular>>.*

1.4.3 Justificación Práctica

El presente proyecto de grado busca dar un diagnóstico de la situación de la Cuenca alta del río Mira, basado en referencias de evaluaciones ambientales de carácter estratégicos que garanticen el buen desarrollo de planes específicos propuestos para la sostenibilidad ambiental. Al conocer distintos sistemas internacionales con los cuales se enfocan los mismos tipos de problemas que pueden aquejar a nuestro país debido a la similitud de recursos naturales que se dispone, se logran alcances superiores a los que se disponen actualmente. Estos beneficios se reflejarán directamente sobre la conservación ambiental que hoy en día es de carácter prioritario en todo el mundo.

El análisis que se desarrollará a lo largo de este estudio, además de conocer fundamentos que refuercen la metodología actual para el manejo ambiental, permitirá proponer sistemas de medida preventivas o estratégicas de carácter sencillo que den un indicio a la futura elaboración de Políticas, Planes y Programas con el fin de alcanzar un desarrollo sostenible en el campo ambiental, económico y social en la zona del estudio.

1.5 DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE APLICACIÓN DEL PROYECTO

Una vez que se han presentado los respectivos objetivos, el enfoque y la correspondiente justificación del presente estudio es importante conocer en detalle el sitio en donde se pretende aplicar el mismo. Es importante que el sitio de aplicación presente indicios de aquejas eventuales del fenómeno natural de sequía en ciertos períodos del año y tener presencia de

factores de contaminación para su respectivo tratamiento.

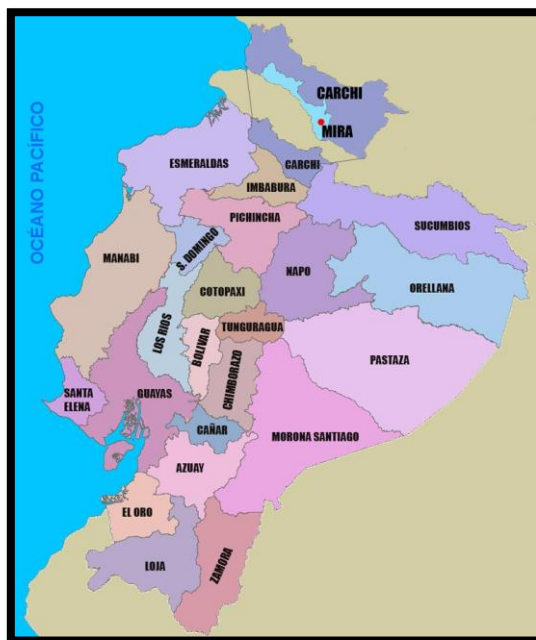
Con la consideración de estos requisitos primordiales, el sitio de estudio y de propuesta para aplicación se encuentra situado en cuenca alta del río Mira, zona que se encuentra contenida en el cantón Mira, provincia del Carchi. Se ha escogido este sitio no sólo por el hecho de que cumple con los requisitos a estudiarse, sino también por el hecho de que la idea es implementar soluciones reales que sean en beneficio de la sostenibilidad ambiental en nuestro país.

Debido a que la cuenca alta del río Mira se encuentra incluida en el cantón Mira precisamente, la información estadística para población, economía, educación, etc. se ve sujeta al estudio del cantón en general en donde posteriormente se enfatizará la zona específica que se ve contenida en incluida en la cuenca alta del Río Mira. Es así entonces que procedemos a detallar de manera adecuada el sitio de estudio.

1.5.1 Ubicación

El Cantón Mira es conocido también como el Balcón de los Andes, es el mirador del valle del Chota y la majestuosidad del cerro Cayambe. (“Cantón Mira”, 2012). Mira ha progresado notablemente en aspectos urbanísticos, poblacionales, agrícolas, comerciales, etc. siendo una de las ciudades más antiguas de la provincia del Carchi.

Figura 1.- *Ubicación del cantón Mira*



Fuente: Internet

Se encuentra ubicado al suroeste de la Provincia del Carchi. Dos vías permiten el acceso a este Cantón:

Por el Norte usando la vía Tulcán – El Angel – Mira.

Por el Sur usando la vía Ibarra – puente de Mascarilla (límite con la Provincia de Imbabura – Mira).

Sus límites se ven marcados por:

- Norte y noroeste con el Cantón Tulcán
- Norte y noreste con el Cantón Espejo
- Sur y suroeste con la provincia de Imbabura
- Sur y sureste con el Cantón Bolívar

Su ubicación Geodésica, según el Instituto Geográfico Militar (I.G.M) es:

- Norte: 0° 56' Latitud Norte y 78° 25' Longitud Occidental
- Sur: 0° 29' Latitud Norte y 78° 04' Longitud Occidental
- Este: 0° 34' Latitud Norte y 77° 59' Longitud Occidental
- Oeste: 0° 53' Latitud Norte y 78° 28' Longitud Occidental

Geográficamente el cantón Mira pertenece al entorno de la Hoya del río Mira, el cual recorre su territorio de este a oeste pues nace entre las cordilleras de Angochagua y Real u Oriente, toma primero el nombre de Chamachán. Su primer tributario es el Pisco que deposita sus aguas por el lado oriental.

Desde la desembocadura del Pisco, la ciudad de Pimampiro se encuentra situado al costado izquierdo del mismo, vira hacia el nororiente y finalmente al oriente, formando en su confluencia con el Ambi un ángulo recto. Desde que se une con el río Apaquí o Cambi, que atraviesa los cantones Montúfar y Bolívar, tome el nombre de Chota.

1.5.2 Reseña Histórica

Para comprender el aspecto histórico del cantón Mira, debemos ubicar territorialmente a su región para apreciar cuales fueron sus relaciones desde el punto de vista de localización física, ello es importante puesto que nos permite definir el estilo de gobierno y jurisdicción de los antiguos pobladores de este pueblo. Para ello nos referimos a la reseña histórica que se dispone en la página web del gobierno del Carchi. (“Cantón Mira”, 2012)

En la actualidad, Mira es un cantón y ciudad carchense, pero no siempre ocurrió así. Pues comenzó a formar parte del Carchi cuando la Provincia logró su levantamiento el 19 de noviembre de 1880.

La historia del cantón Mira se sustenta a su pasado regional y tiene que ver básicamente con lo acontecido en la cuenca del río Mira, llamada antiguamente Coangue, particularmente en el siglo XVIII en donde se produce un amplio proceso de traspaso de tierra de indígenas a manos de españoles. Los mecanismos utilizados para esta transferencia son variados: ventas o remates, herencias y posesión de dominios, pleitos entre indios y españoles, matrimonios entre principales, especialmente con cacicas para apropiarse de sus tierras y finalmente, lo más grave, las llamadas donaciones y dotes con el objeto de apropiarse de tierras de comunidades, las cuales estaban prohibidas por las Leyes de Indias.

Documentos del período colonial, demuestran que la jurisdicción de Mira se extendía por el norte hasta la hacienda de San José; por el sur hasta la llamada hacienda del Trapiche del Chota, hoy San Vicente de Pusir; por el Oeste las haciendas de los jesuitas y por el Este lindaba con las posesiones de los herederos de Blas Ángel, así como de los caciques de Chitacaspi y otros con posesión en el cerro de Iguán.

En 1582, el pueblo y jurisdicción de Mira, pertenecían al encomendero Diego Gutiérrez de Logroño, y se distinguía por su gran producción de viñedos, especialmente en el sector de La Concepción, La Portada, y la zona de Lachas.

En el periodo republicano, la jurisdicción de Mira y su cabecera parroquial perteneció a la provincia de Imbabura específicamente al cantón Ibarra.

En el año de 1880 se crea la provincia del Carchi y se anexa al cantón Tulcán las parroquias de Mira y La Concepción.

Posteriormente Mira pasa a pertenecer al cantón Espejo el 27 de septiembre de 1934. El 7 de agosto de 1980, el Congreso Nacional aprobó el proyecto de cantonización de Mira.

El actual cantón Mira, es uno de los seis cantones que tiene el Carchi. Fue elevado a esta categoría el 18 de agosto de 1980, mediante Decreto Legislativo No. 47 y publicado en el Registro Oficial No. 261 del 27 de agosto de 1980. Tiene tres parroquias: Concepción, Juan Montalvo y Jijón y Caamaño.

Figura 2.- *Constitución del cantón Mira*

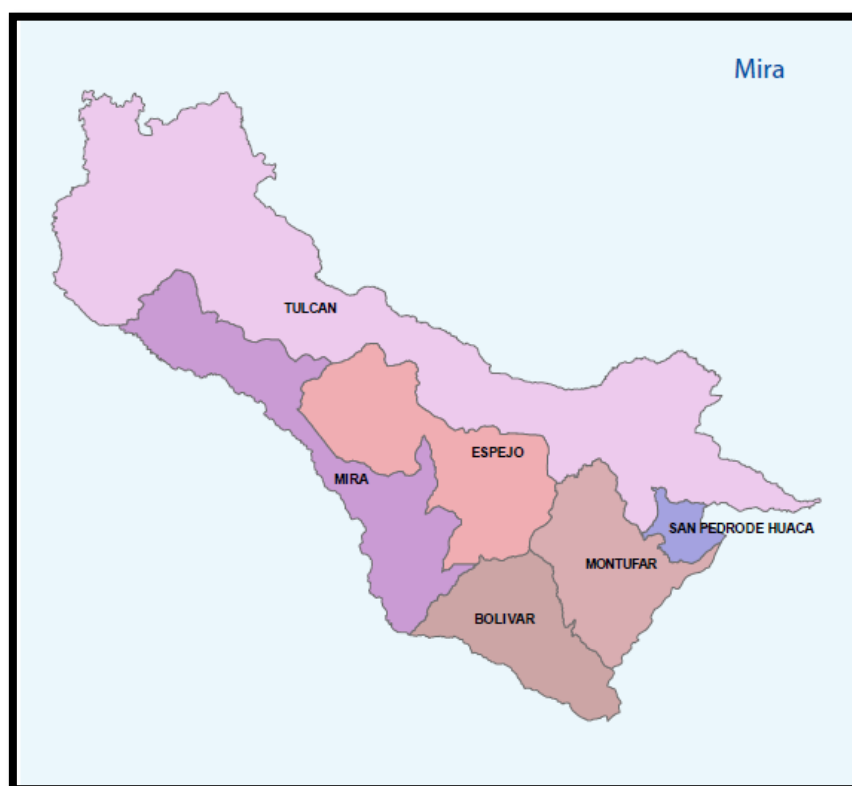


Fuente: Internet

1.5.3 Población

Al Cantón Mira pertenecen: Mira como cabecera cantonal y las parroquias de Concepción, Juan Montalvo y Jacinto Jijón Caamaño.

Figura 3.- Cantones que conforman la provincia del Carchi

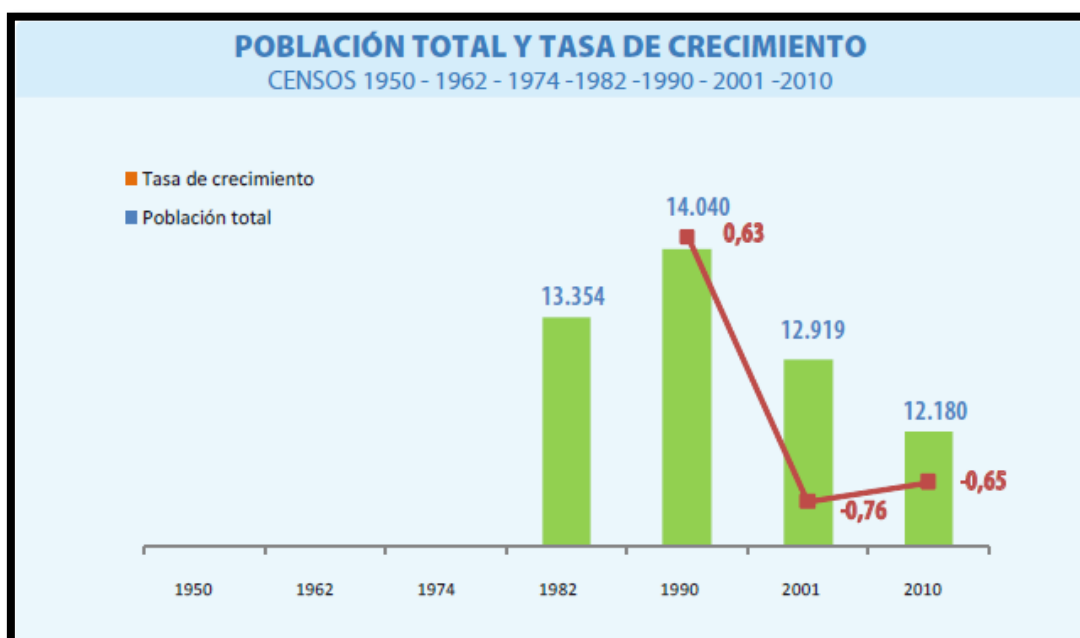


Fuente: INEC

Cuenta con una población de 12180 habitantes dividida en tres grupos étnicos: mestizos, negros e indígenas (awa). El Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC de aquí en adelante) ha sido el encargado de realizar múltiples censos a lo largo de los años que permiten conocer en detalle la población de la zona y ciertos índices de interés. El último censo poblacional fue realizado en el año 2010.

El INEC cuenta en su página web con algunas relaciones interesantes en cuanto al cantón Mira, una de ellas es la tasa de crecimiento presente en los censos realizados a lo largo de los años, estos han permitido analizar como ha crecido y decrecido la tasa poblacional del cantón.

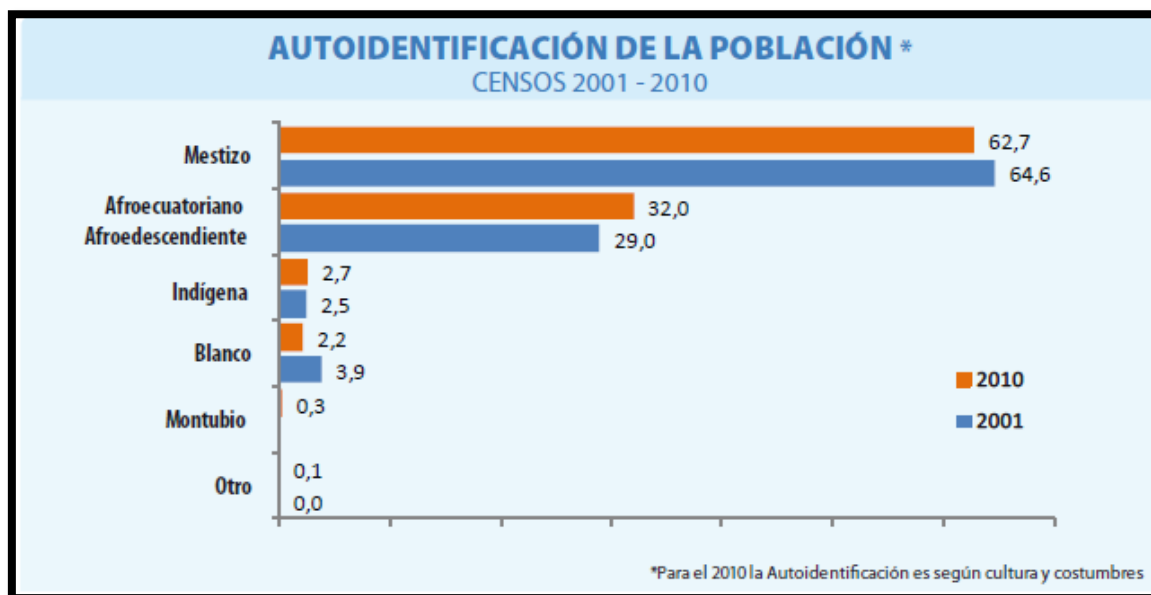
Figura 4.- Tasa de crecimiento poblacional en Mira



Fuente: INEC

Los grupos étnicos categorizados en el cantón son otros de los datos que han ido tomando protagonismo en el análisis poblacional, si bien antes se caracterizaban en tres grupos generales (mestizos, negros e indígenas), ahora se hacen presentes otros grupos en los cuales se distribuye la población general, entre ellos se encuentran algunos como los afroecuatorianos, afrodescendientes, montubios, entre otros. El INEC nos brinda la facilidad de contar con los datos en donde las personas se caracterizan en cada uno de los correspondientes grupos.

Figura 5.- Estadísticas de Autoidentificación en Mira



Fuente: INEC

Otros aspectos a evaluar cuando se menciona el área de influencia de un proyecto, estudio, etc. son los pertinentes a la economía, salud, educación, vivienda, entre otros que caracterizan a la zona y brindan las pautas e información necesaria para las bases con respecto a las distintas hipótesis que se deseen plantear sobre el sitio. El INEC ha resumido algunas de esas variables de manera que sean de fácil accesibilidad para quienes están interesados en su información, siendo así para el cantón Mira se encontraron datos consistentes que permiten conocer el grado de cada una de estas variables.

Tabla 1.- Estadísticas para población, educación, y otros en Mira.

Población		Educación		Tecnologías	
Edad media de la población	31,7	Analfabetismo >= 15 años	10,1	% Analfabetismo digital >= 10 años	41,2
% personas con cédula ciudadanía	85,3	Promedio de años de escolaridad >= 10 años	7,6	% personas utilizaron celular	47,6
% ocupados con seguro general ⁽¹⁾	19,3	Cobertura del sistema de educación pública	90,6	% personas utilizaron computadora	24,0
% personas con seguro de salud privado	4,6	% hogares con niños/as que ⁽²⁾ no asisten a un establecimiento	3,6	% personas utilizaron internet	16,9

(1) Con respecto al total de personas ocupadas (2) Niños/as de 5 a 14 años

Vivienda		Equidad	
% hogares en viviendas propias y totalmente pagadas	58,8	% discapacitados que asisten a un establecimiento educación especial	11,4
% hogares que tratan el agua antes de beberla	20,1	% niños/as < de 5 años en programas del gobierno	0,1
Promedio de focos ahorradores en la vivienda	3,1	% discapacitados que trabajan en el sector público	0,4
% viviendas con servicios básicos públicos ⁽³⁾	39,8	% adultos/as mayores jubilados	5,9

(3) Incluye: luz eléctrica, agua, escusado y eliminación de basura por carro recolector

Fuente: INEC

Estas son algunas pautas informativas que servirán a lo largo de este estudio como referencia y sustento para acciones que se pretendan tomar en búsqueda de la sostenibilidad del ambiente, en este caso específico en cuanto al tratamiento a problemas de sequía y contaminación en la cuenca alta del río Mira.

1.5.4 Indicadores del Cantón Mira

Gracias a la información que brinda el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia del Carchi en su página web (“Indicadores Cantón Mira”, 2012), podemos conocer datos aun más detallados de ciertos indicadores que caracterizan al cantón Mira.

Tabla 2.- Varios indicadores del cantón Mira

Sector	Indicador	Unidad	Valor
Pobreza	Incidencia de pobreza por NBI	%	74,70
	Incidencia de la extrema pobreza por NBI	%	36.9314436387607
Educación	Analfabetismo	%	10.078795719158
	Nivel de escolaridad	Años	7.21637608966377
	Tasa de asistencia neta básica	%	92.7509293680299
	Tasa de asistencia neta bachillerato	%	48.1481481481482
	Tasa de asistencia neta superior	%	20.8241353936719
	Educación básica completa	%	33.0872400639842
	Educación básica completa (16 años y más)	%	60.6635071090047
	Secundaria completa	%	23.7399053188527
	Secundaria completa (19 años)	%	42.7745664739884
	Madres jóvenes con secundaria completa	%	35.8121330724071
Salud	Tasa global de fecundidad	%	2.23470647364137
	Población con discapacidad	%	8.0623973727422
	** Tasa médicos por 10.000 habitantes	%	18.8834154351396
	Tasa de natalidad	%	15.8128678896549
	*** Tasa de mortalidad infantil	%	
	*** Tasa de mortalidad de la niñez	%	
	* Tasa de camas por 10.000 hab	%	0
Vivienda	Hogares hacinados	%	14.277053652622
	Viviendas con acceso a agua por red pública dentro de la vivienda	%	38.1156316916488
	Viviendas con acceso a sistemas de eliminación de excretas	%	82.5634750688284
	Viviendas con acceso a red de alcantarillado	%	65.0045885591924
	Hogares con acceso a servicio telefónico convencional	%	40.3758714762049
	Hogares con Vivienda Propia	%	72.9311912700818
	Viviendas con piso adecuado	%	75.5276843071276

	Viviendas con pared adecuado	%	99.8776384215356
	Viviendas con techo adecuado	%	99.663505659223
Empleo	Población económicamente activa – PEA	n	4876
	Población en edad de trabajar – PET	n	9907
	Tasa bruta de participación laboral	%	40.0328407224959
	Tasa global de participación laboral	%	49.2177248410215
Desarrollo Infantil	Incidencia de trabajo infantil	%	7.74546501583645
	Tasa de cobertura de CDI	%	57.7507598784195
	Niños pobres por NBI	n	792
	Niños menores de 5 años no registrados en el registro civil (partida de nacimiento o cédula de identidad)	%	11.5822130299897
Población	Tasa de dependencia por edad	%	71.6701902748414
	Indígena	%	2.66009852216749
	Blanca	%	2.24137931034483
	Mestizo	%	62.7257799671593
	Afroecuatoriana	%	31.9786535303777
	Montubia	%	0.344827586206897
Totales	Otros	%	0.0492610837438424
	Población	n	12180
	Viviendas	n	3269
	Hogares	n	3299

Fuente: Internet

Como podemos observar estos datos coinciden con los emitidos por el INEC cuando se realizó el censo en el año 2010. Esto brinda aún más veracidad sobre los datos estadísticos y ayudan como bases fuertes para los distintos usos que se obtenga de estos datos.

1.5.5 Clima

El Cantón mira cuenta con variedad de microclimas, ya que su suelo inclinado va desde los 1000 hasta los 3500 metros sobre el nivel del mar, dando lugar a temperaturas altas, medias y

bajas, promediando una temperatura que bordea los 18°C. El Anexo I y II muestran los tipos de clima y temperaturas anuales medias que se distribuyen a lo largo de la provincia Carchi, en donde se puede apreciar lo mencionado con respecto al cantón Mira. Específicamente, la ciudad de Mira dispone de un clima agradable al ubicarse a 2450 metros de altura s.n.m y tiene una pluviosidad anual de 636 mm, dando lugar a una variada producción agrícola.

Tabla 3.- Caracterización de las zonas climática en el cantón Mira

Zonas Climáticas	Altitud (m.s.n.m)	Precipitación Anual (mm)	Temperatura Promedio (°C)	Vegetación
Sub Tropical Semi Húmedo	1000 a 1300	< 2000	25	Maderas Finas
Sub Tropical Seco	1300 a 1800	< 500	24	Espino del valle, Guarango, Chonta, Tunas
Templada	1800 a 2600	636	18	Chilca, Cholán
Templada Fría	2600 a 3500	750	12	Pumamaque, Cerote, Mortiño, Mora

Fuente: Internet

1.5.6 Río Mira

El río Mira se abre paso por encañonadas, pendientes y valles. Sus aguas son muy caudalosas y son utilizadas por las comunidades asentadas cerca de éste para sus cultivos especialmente.

Las pendientes son moderadas, con relieves ondulados y planos, posee escasa vegetación en las riberas.

El río Mira extiende su ruta desde Ibarra hasta la Carolina, cubriendo una distancia de 78.6 Km. Las características físicas se ven marcadas con una temperatura que oscila entre los 12 y 17°C, alcanzando precipitaciones entre 500 – 600 mm/año.

Se conforma de las aguas de las cuencas del río Chota, Ambi, Lita y Baboso. Su caudal se ve directamente relacionado a las épocas de lluvia y su ancho aproximado es de 15m. (“Río Mira”, 2011)

Figura 6.- *Fotografía del río Mira*



Fuente: Internet

El agua se caracteriza por ser de tipo turbia y esto se debe a su vez al arrastre de sedimentos que se hace presente a lo largo del mismo.

Geomorfológicamente este sitio se encuentra dentro de las vertientes irregulares de la formación Yunguilla con lutitas, calizas, volcanoclastos Cretaceo/Paleoceno con lavas basálticas, tobas, brechas del período cretáceo y de la formación silante con volcanoclastos, capas rojas del período Eoceno.

Las riberas del río se encuentran cubiertas por escasa vegetación, generalmente se encuentran cultivos y pastizales que están ubicados en sus márgenes.

Figura 7.- *Fotografía del río Mira con sus riberas*



Fuente: Internet

1.5.7 Cuenca alta del río Mira

Debido a la gran extensión del río Mira es necesario limitar el área de influencia del estudio a un área que muestre la presencia de los problemas de interés, es decir de sequía y contaminación. Es por ello que se ha seleccionado el estudio de la cuenca alta del río Mira, lugar que cumple con las características necesarias para la aplicación de sostenibilidad ambiental.

La cuenca alta del río Mira es un valle interandino con pendientes muy fuertes y clima seco. El agua, procedente de su parte más alta y fría hizo posible que se desarrollen los cultivos en las partes llanas y cálidas. Incluye a 13 comunidades de las parroquias Juan Montalvo y la Concepción.

El paisaje es el de un valle en V muy marcado, con una terraza plana a unos 100 metros por encima del cauce del río. Resultado de la presencia de una roca sedimentaria muy disgregable, se constituyó una red hidrográfica con quebradas muy abruptas y profundas que afluyen en el río Mira. Sin embargo esta red no es provista de agua todo el año y, generalmente, se seca durante la época de verano. Estas quebradas delimitan el espacio de cada comunidad en islotes unidos por una carretera única, de tierra, que atraviesa cada quebrada. (Hélie & Iturburu, 68)

Entre la comunidad más baja hasta la comunidad más alta, la micro-región se extiende desde 1.200 hasta 3.200 msnm de altura. Como en todas las zonas andinas, las temperaturas disminuyen con la altura (Huttel *et al.*, 1999) creando diferentes pisos térmicos -cálido, templado y frío (Tabla 4)- que tienen características biofísicas diferentes y por consecuencia,

que fueron ocupados de manera diferente por las personas.

Tabla 4.- Pisos altitudinales y características de temperaturas y precipitaciones

Pisos altitudinales	Altitudes límites (msnm)	Temperatura (promedio anual en °C)	Precipitaciones (mm)	Evapotranspiración (mm)	Déficit hídrico (cualitativo)
Piso cálido	1200-2200	>18	500-580	1300-1400	Seco y Muy seco
Piso templado	2200-3000	13-22	800-1000	1070	Seco a Húmedo
Piso frío	3000-3200	7-18	900-1000	1040	Muy húmedo

Fuente: Observación e INERHI, PRONAREG (1992)

Las masas de aire provenientes del exterior de la cordillera descargan parte de su humedad cuando se enfrían al topar con las vertientes de los Andes (precipitaciones orográficas). Después de traspasar las crestas se secan aún más cuando bajan en el interior del callejón interandino (calentamiento de tipo foehn). Las precipitaciones que provocan en el valle no son uniformemente repartidas todo el año: así julio y agosto son dos meses muy secos que corresponden a lo que los habitantes llaman, el “*verano puro*”. Un fuerte viento proviniendo del sur, el “*viento de verano*”, acentúa el proceso de sequía al fondo del valle.

Así, en la parte baja de la cuenca (1.200-2.200 msnm), cerca del río, el clima es cálido y las precipitaciones no alcanzan los 500mm. La vegetación natural se caracteriza por plantas bajas adaptadas a condiciones de sequía: cabuya verde (*Furcroya andina*), espino (*Acacia sp.*), mosquero (*Croton sp.*), tuna (*Tuna silvestris*), chamana (*Dodonea viscosa*). El nivel alto de evaporación revela la importancia del riego para cubrir las necesidades de los cultivos, pero

también para operar en una tierra muy compacta después de un barbecho. Este piso cálido se divide en (i) una parte baja casi plana y regada con suelos más o menos fértiles y evolucionados en la superficie de antiguas terrazas aluviales, y (ii) una parte media sin acceso al riego donde los terrenos son generalmente más en ladera, con suelos menos profundos y más pedregosos. En verano, cuando las tierras no están cultivadas, la erosión eólica es muy importante, con tormentas de arena.

Todas estas propiedades nos dan la pauta de que la cuenca alta del río Mira presenta problemas de sequía, especialmente en la época de verano que afecta al suelo y con ello la sequía del río, estos dos elementos se ven relacionados de gran manera y cuando se proponga las respectivas medidas del sostenimiento ambiental se verá el porqué. La erosión, desertificación, entre otros problemas que sufre el suelo derivan en grandes consecuencias cuando se presenta el fenómeno de la sequía y es por ello que se deben considerar todos los factores para su prevención y actuación.

Si bien es cierto que las parroquias de Juan Montalvo y Concepción son las que integran la cuenca alta del río Mira, es la parroquia de La Concepción quien más aledaña está al río y por ende sus comunidades son quienes más afectados se ven cuando se hace presente la sequía y contaminación del mismo. Es por ello que el análisis detallado de la parroquia de La Concepción se ve justificado para la aplicación de este estudio, sus componentes y características serán las que determinen los planes de actuación a tomar cuando se busque la sostenibilidad ambiental de la zona.

1.5.7.1 La Concepción

La Concepción está situada al oeste de Mira, a una distancia de 35Km aproximadamente. Esta integrada por una población de 3379 habitantes que se encuentran distribuidos en distintas comunidades como: La Merced de Palo Blanco, El Corazón de Mundo Nuevo, Mundo Nuevo, El Naranjito, El Naranjal, El Rosal, El Hato de Chamanal, Santa Lucía, Chamanal, La Loma, El Milagro, La Convalecencia, Santa Luisa, Santa Ana, Estación Carchi., El Empedradillo, El Abra, La Achira, Guagrabamba, El Tablón. (“Parroquia La Concepción”, 2006)

Figura 8.- *Fotografía de la parroquia Concepción*



Fuente: Internet

Sus límites geográficos se ven marcados por:

Al Norte: Desembocadura del Río de la Plata en el Río Mira; el curso del Río de la Plata, aguas arriba, que luego toma el nombre de Chutín; por éste, aguas arriba, hasta la afluencia de la Quebrada de las Piñuelas; por ésta, aguas arriba, hasta sus orígenes; desde dichos orígenes una línea imaginaria hasta el Cerro Maletón; desde este, la línea de cumbre al Cerro Chiltazón.

Al Sur: Desde este punto, el Río Santiaguillo, aguas abajo, hasta su desembocadura en el Río Mira.

Al Oeste: El Río Mira, aguas arriba, hasta la desembocadura del Río de la Plata.

Al Este: Desde El Cerro Chiltazón, la línea de cumbre que pasa por el Cerro Chiltazón, hasta los orígenes de la Quebrada El Rosario; por esta última, aguas abajo, hasta desembocar en el Río Santiaguillo.

Junto a la cuenca alta del río Mira, a la altura de La Concepción, se encuentra la Cordillera Hierba Buena, sitio en donde sus características físicas dan indicios de aporte para problemas que agudizan la intensidad de sequía, en la temporada que esta se hace presente, que habrá que considerar y evaluar en busca de medidas que permitan la mitigación de este fenómeno natural.

Este es entonces el sitio de estudio que se ha escogido para la aplicación de este trabajo. Las condiciones físicas brindan la presencia de todos los factores necesarios que serán tratados a lo largo de este documento. En el Anexo III se presenta la cartografía de este sitio en particular que permitirá reafirmar la descripción de cada una de las características que se han expuesto hasta el momento con el motivo de justificar la necesidad de consideración de estos problemas.

CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL

2.1 EVALUACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA

2.1.1 Introducción a la Evaluación Ambiental Estratégica

Desde hace varias décadas ya surgió la necesidad de realizar evaluaciones a las actividades humanas. “La respuesta es sencilla: ¡la evaluación lleva a más beneficios que costos! Es sorprendente el número de inversionistas que creen que sólo basta tener “suerte” o “buen olfato para los negocios”. Este sesgo tal vez se explique por el número de inversionistas o promotores de inversiones que confían en sus supuestos talentos empresariales natos”. (Kiener, 31)

Generalmente existe la desconfianza en exponer ciertos planes o programas debido a la posibilidad de que la idea original sea conocida por otras personas o entidades. Este motivo es una de las resistencias que pueden presentarse cuando se habla de evaluaciones ambientales, aunque cabe mencionar que se ha venido tomando consciencia sobre la necesidad de realizarlas, fundamentalmente por la reducción de costos ambientales y degradación del ambiente.

Con la promulgación en 1969 de la National Environmental Policy Act (NEPA) de los Estados Unidos que se exige, por primera vez, a todas las acciones humanas que requieren de acciones federales importantes (como permisos, financiamiento y que podrían impactar

significativamente el ambiente) deben ser sometidas a una evaluación de impacto ambiental previa, antes de iniciar su construcción. También se exige la preparación de una declaración detallada acerca de los efectos ambientales de cualquier recomendación o informe sobre propuestas legislativas y otras acciones federales importantes que afecten significativamente al medio ambiente humano. Es decir, desde las políticas, planes y programas más tempranos y estratégicos hasta los proyectos específicos. Estos últimos serían los que ahora conocemos como EAE. (Sánchez-Moreno, 69)

En América Latina la obligación de realizar evaluaciones de impacto ambiental, EIA, existe desde hace varias décadas. Con respecto a nuestro país en particular, Ecuador, se lo dictaminó en el año de 1994 (Decreto Ejecutivo N° 1802). Específicamente nuestro país carece de norma en lo que respecta a EAE, aunque a pesar de ello se han realizado en algunas ocasiones.

Así es como nos introducimos a la Evaluación Ambiental Estratégica, pero ¿qué es específicamente y en qué consiste? Para poder entender con exactitud cuál es la intención al desarrollar este tema, debemos comprender la base inicial de dónde se origina la idea de implementar el marco ambiental para planes y proyectos. Esto tiene su origen con la Evaluación Ambiental Estratégica precisamente que se detallará en este capítulo. Para ello tenemos algunas definiciones:

- *Proceso formalizado, sistemático y exhaustivo de evaluar los efectos ambientales de una política, plan o programa y sus alternativas, que incluye la preparación de un informe sobre los hallazgos de la evaluación, cuyos resultados utiliza para una toma*

de decisiones transparente. (Thérivel y otros, 1992)

- *Proceso sistemático de evaluación de las consecuencias sobre el medio ambiente de las actividades de una política, plan o programa propuestos cuyo objeto es conseguir que éstas queden plenamente incorporadas y sean tenidas debidamente en cuenta en la fase más temprana del proceso decisorio en las mismas condiciones que las consideraciones de índole económico y social.* (Sadler and Verheem, 1996)

- *Es un instrumento de apoyo a la decisión que se desarrolla en la forma de un proceso, se aplica a decisiones de naturaleza estratégica, normalmente traducidas en políticas, planes, programas y se constituye como un proceso sistemático de identificación, análisis y evaluación previa de impactos de naturaleza estratégica.*
(María Do Rosário Partidário, 3)

Inicialmente las definiciones de la Evaluación Ambiental Estratégica no delatan de manera certera cuál es su función e intención en la implementación de planes o programas, es por ello que en el desarrollo del marco conceptual de la misma se buscará dar a entender cuál es el verdadero significado y su importancia, aunque cabe recalcar que desde un inicio todas estas definiciones llevan a considerar erróneo que cualquier proyecto, plan o programa no incorpore el medio ambiente en su planificación.

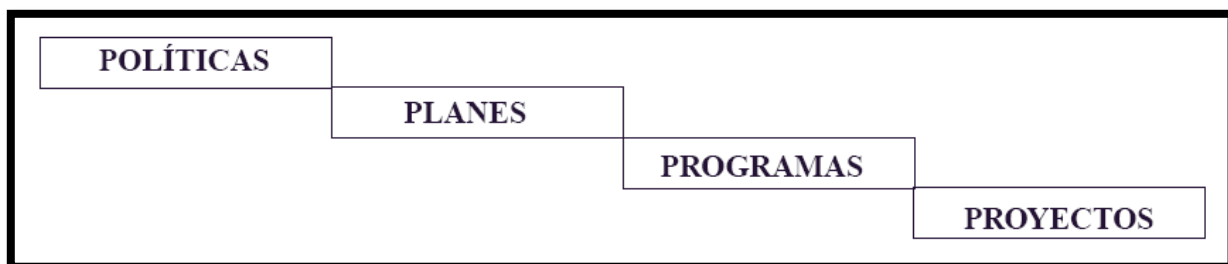
Una vez revisadas algunas definiciones podemos resumir entonces que, se conoce como Evaluación Ambiental Estratégica (EAE de aquí en adelante) a la evaluación ambiental que se

aplica sobre Políticas, Planes y Programas, es decir a los instrumentos de planificación que preceden al proyecto en los procesos de toma de decisiones y le superan en nivel de abstracción y en amplitud de los ámbitos espacial y temático a los que afectan. (Gómez, 27)

El propósito que tiene la aplicación de la EAE es integrar de forma prioritaria el medio ambiente en el proceso de formulación de planes y programas, el análisis posterior y profundo dará a conocer si el proceso tentativo a realizar es el más propicio para su ejecución.

Guillermo Espinoza, destaca la necesidad de considerar el diferente nivel de detalle que tienen los diversos niveles en los que se “toman decisiones”. Los que más nombraremos en la definición de la EAE son:

Figura 9.- Niveles de detalles para decisiones según la EAE



Fuente: La Evaluación Ambiental Estratégica

En el nivel de *Políticas* se evalúa el significado ambiental de las grandes decisiones, se toman opciones de protección y se definen acciones e instrumentos para alcanzar los objetivos ambientales. En los *Planes* y *Programas* se considera al medio en su conjunto, se lo valora, se lo clasifica y según el impacto potencial y de agresividad ambiental de las diferentes alternativas propuestas se eligen aquellas más idóneas, sopesándolas con los aspectos

políticos, sociales, económicos y técnicos. En el *Proyecto* se analizan las particularidades de la acción en todas sus fases (diseño, construcción, operación y abandono) y se plantean medidas correctoras para eliminar, minimizar o compensar alteraciones, que impliquen daños sobre el ambiente. (Espinoza, 26)

Generalmente se evalúan dos puntos importantes cuando se piensa en la EAE: comprobar que se ha hecho la gestión necesaria para involucrar al medio ambiente en la elaboración de dicho plan o programa, y evaluar el resultado que se obtendrá en caso de aplicar la alternativa tomada tomando en cuenta el grado de los impactos que ocasionará la ejecución del mismo.

La Comisión Holandesa para Evaluación Ambiental describe la EAE como un instrumento para:

- Estructurar el debate público y gubernamental en la preparación de políticas, planes y programas;
- Alimentar este debate a través de una sólida evaluación de las consecuencias ambientales y sus interrelaciones con los aspectos sociales y económicos;
- Asegurar que los resultados de la evaluación y el debate se tomen en cuenta durante la adopción de decisiones y la implementación. (Secretaría del Convenio de Biodiversidad, 50)

Miles Scott-Brown menciona algunos beneficios y ciertos problemas de la EAE, de este modo podremos aclarar aún más el verdadero sentido de la misma.

Los beneficios son:

- Considerar el establecimiento de un marco de tiempo temprano que permita el mejoramiento del proceso de planeación.
- Facilitar un proceso informado e integrado de toma de decisiones.
- Mejoramiento sobre la responsabilidad pública.
- Evita los errores y la pérdida de oportunidades.
- Establecimiento de reglas más claras.
- Mejoramiento del entendimiento de los efectos acumulativos.

Mientras que los problemas que se presentan con la misma son:

- Es necesario asegurar recursos humanos y financieros.
- Es un proceso nuevo en América Latina. No hay mucha experiencia en el campo pero se puede mejorar poco a poco.
- Coordinación con licencias ambientales y la aprobación a nivel de proyectos.
- Implementación en los procesos de toma de decisiones políticas.
- Aceptación por el sector privado: puede ser vista como una nueva traba al desarrollo.

Lo que suele aplicarse a planes y programas, como requisito obligatorio para ciertos proyectos, es realizar un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) que reporta los impactos que tendrá su aplicación con respecto al medio ambiente. Lo que se busca con la EAE es asegurar de manera previa la prevención del deterioro del medio ambiente, es decir aprobar de manera previa a la ejecución del plan o programa la sostenibilidad ambiental más adecuada, por lo tanto la EAE es un proceso que antecede, mas no sustituye al EIA.

Con frecuencia se afirma que la gran diferencia entre la EAE y EIA es su aplicación en los diferentes niveles de decisión: aplicándose la EAE para políticas, planes y programas y el EIA para proyectos de desarrollo. María Do Rosário Partidário menciona que “ésta es una diferencia, pero no es la única y, actualmente, tampoco es la más importante. Y esto porque es perfectamente posible y aceptable emplear el EIA para evaluar las propuestas finales de planes y programas, así como también es posible emplear la EAE para evaluar la estrategia subyacente a grandes proyectos antes de pasar a la evaluación operacional los múltiples proyectos que concretan un macro-proyecto. La diferencia entre EAE y EIA se establece, entonces, sobre todo en la forma (concepto) y la práctica (aplicación), desde el abordaje metodológico al raciocinio y lógica mental usado en su aplicación”. (Do Rosário Partidário, 11)

Es importante aclarar que la EAE no pretende poner en cuestionamiento los objetivos que se hayan planteado los planes o programas, lo que pretende es analizar los efectos ambientales que tendrá su aplicación e introducir medidas adecuadas que eviten o corrijan las consecuencias ambientales no deseadas. En resumen se podría decir que los objetivos

definidos por los planes o programas no son objeto de evaluación para la EAE, ésta se centra sobre las alternativas que se pretende poner en marcha para alcanzarlos.

Uno de los componentes más importantes que integran la EAE es el Informe de Sostenibilidad Ambiental (ISA de aquí en adelante), este Informe es la base principal de la EAE ya que permite: comparar las distintas alternativas que se tengan para la integración del medio ambiente en planes y programas; una vez analizados los efectos diferenciales que tendrá la alternativa a tomarse sobre los objetivos buscados y sobre los indicadores ambientales, define cuáles son las alternativas finales a tomar habiéndose comparado con la alternativa “nula” (definida como la alternativa de no hacer nada y dejar el sistema tal como está); y finalmente determina las soluciones que se propondrán ante posibles problemas ambientales y territoriales que traerá la alternativa seleccionada.

2.1.2 Principios

La EAE se fundamenta en tres principios: el de cautela frente a los potenciales efectos ambientales de las actividades inversoras, el de integración del medio ambiente en el proyecto y actividades sectoriales y el de transparencia en cuanto a la información del proceso que se llevará para su planificación.

En este sentido, se entiende a la EAE como un instrumento que permite incorporar el concepto de sostenibilidad desde los más altos niveles a los procesos de toma de decisiones estratégicas que se harán sobre los modelos de desarrollo de proyectos y en particular a los grandes retos que la determinan. (Gómez, 30)

2.1.3 Debilidades

A pesar de que la EAE busca un proceso de planificación previo, que integre el medio ambiente a los objetivos de proyectos de manera conjunta, está sometida a riesgos e incertidumbres. Estos riesgos pueden referirse a efectos significativos y quizás irreversibles en los planes y programas que se pretende realizar.

Ante estas incertidumbres lo que se debe buscar en la EAE es reducir a proporciones aceptables estos posibles riesgos, profundizando el análisis a efectuarse o implementando nuevos estudios que permitan controlar estos riesgos.

2.1.4 Justificación

La EAE se justifica por la superioridad que brinda al enfoque de planificación, es decir la traducción al campo ambiental de dicha superioridad. A lo largo del tiempo ha habido tres factores determinantes cuando uno piensa en proyectos, planes o programas: el económico, social y ecológico, lo más idóneo es que los tres factores sean considerados con el mismo nivel de atención pero hoy por hoy la realidad es que se sobreponen los demás factores sobre el ecológico o ambiental. Este aspecto dejará de ser así cuando sea la calidad de vida quien determine la concepción y el desarrollo de los planes o programas, he ahí entonces la justificación primordial que encuentra la EAE. (Gómez, 34)

La EAE busca medidas preventivas ante estos futuros hechos, pretende brindar una revisión sistemática de los factores ambientales que son relevantes desde un inicio de la planificación, es decir, cuando la opción de influir en cualquier decisión es real y tangible. Se puede decir

entonces que su principal fortaleza es permitir comprender desde el inicio el medio ambiente, sus limitaciones y alcances, y con ello aportar directrices para la planificación de proyectos.

2.1.5 Componentes Técnicos de la EAE

Una vez que conocemos el verdadero concepto de la EAE es necesario hablar de cómo se desarrolla y en ello intervienen directamente los componentes técnicos de la misma. La integración ambiental debe comenzar en el momento mismo en el que nace la idea de elaborar un proyecto, plan o programa, es por ello que la EAE empieza con un borrador de dicho proyecto donde se considerará la introducción medio ambiental. En este borrador de integración del medio ambiente se pretende dejar explícitos los objetivos generales, los principios y criterios que determinan la aportación ambiental.

Como segundo componente se encuentra la elaboración de un Informe de Sostenibilidad Ambiental (ISA de aquí en adelante), el ISA deberá identificar alternativas razonables, viables tanto técnica como ambientalmente, incluida la alternativa nula, que considere los objetivos y el factor territorial de aplicación del proyecto, plan o programa. Lo que en esencia buscará el ISA es verificar dicha integración que se ha hecho en el borrador inicial para de ésta manera dar seguimiento a los impactos significativos derivados de la ejecución del proyecto.

Uno de los procedimientos importantes, que lleva a la EAE a ser un proceso transparente, es la participación de organizaciones e implicados directos que tendrá la implementación del proyecto. Quiere decir entonces que tanto el borrador como el ISA se someterán a opiniones públicas de los involucrados, en cuanto a la evaluación de las alternativas propuestas, que

quedarán en constancia para el análisis definitivo del documento.

Finalmente se buscará dar integración combinada al borrador elaborado con vista de lo argumentado en el ISA, y la constancia de opinión y participación de los implicados directos, este documento se llama Memoria Ambiental (MA) y será determinante para la definición del documento final del proyecto, plan o programa.

2.2 PLANES ESPECIALES DE ACTUACIÓN EN SITUACIONES DE ALERTA Y EVENTUAL SEQUÍA

2.2.1 Concepto General

Los Planes Especiales de Actuación en situaciones de Alerta y Sequía (PES de aquí en adelante), surgen ante la necesidad de minimizar los impactos ambientales, sociales, económicos, etc. que supone la presencia prolongada de sequías mediante la implementación de un sistema global de indicadores hidrológicos que permitan prever estas situaciones.

La realización y propuesta de práctica de estos PES se fundamentan en ciertos requisitos previos que se verán más adelante. Lo importante a recalcar en estos planes es la relación que guarda con la EAE precisamente. En primera instancia pareciera que los PES consisten en un programa determinado, cuya base se considera definido y servirá de guía para las distintas aplicaciones que se pretenda dar a los mismos, sin embargo su aplicación esta condicionada al desarrollo previo de una EAE la cual determinará, y de cierto modo asegurará, que sus

objetivos y enfoques sean llevados de la manera más adecuada en búsqueda de las metas propuestas.

En países donde estos planes son de práctica común el enfoque es claro y se fundamenta en buscar la protección y conservación de las aguas, otorgando mayor peso, en la planificación hidrológica, a la protección ambiental.

Es importante sin embargo mencionar los diferentes objetivos que pueden tener los PES propuestos, la mayoría de ellos se justifican en la determinación de índices de medidas que minimicen los efectos negativos que produce el fenómeno de sequías, dejando para otros planes y estudios la propuesta de sistemas más detallados y específicos de aplicación que aumenten el alcance de los mismos.

Los PES entonces son considerados como planes de gestión cuya aplicación sustancial se hace presente para la reducción de impactos en situaciones de sequía, las medidas que busque implementar serán sometidas a una EAE que a su vez buscará describir y evaluar los posibles efectos significativos sobre el medio ambiente que puedan derivarse de la aplicación del mismo PES con el fin de conseguir su integración ambiental, teniendo en cuenta sus objetivos y el ámbito territorial.

2.2.2 Justificación de Empleo

La realización de los PES se da en base a simulaciones de respuesta de un sistema hidráulico, ya definido, a la presentación de series de aportaciones históricas. Los fallos que se originan en el sistema son producidos cuando hay presencia de años de escasez de precipitaciones –

sequías –, siendo precisamente estos fallos los que indican si es posible que el sistema responda satisfactoriamente a las garantías prefijadas o si deberán ser complementadas para poder atenderlas, si deben desarrollarse acciones que minimicen los fallos en años de sequía.

2.2.3 Objetivo

El objetivo de los PES es la definición de medidas para minimizar efectos que produce la sequía hidrológica.

Las bases que se dispongan, en cuanto al manejo del Plan Hidrológico correspondiente, serán determinantes a la hora de definir las medidas para los PES. Es importante la veracidad y disponibilidad de estas bases ya que darán un conocimiento amplio de las condiciones de la zona a evaluar y por ende la dirección apropiada para el planteamiento de los objetivos con sus respectivas medidas de actuación.

2.2.4 Enfoque

Los PES, como se ha nombrado anteriormente, se enfocan en procesos de gestión de medidas. Esto quiere decir que presenta ciertas limitaciones que son marcadas claramente desde su planeación y presentación.

La determinación de medidas que minimicen los efectos negativos que traen consigo las sequías será precisamente el enfoque de gestión que presenten los PES. Otros distintos tipos de medidas, con enfoques más específicos y elaborados, como el desarrollo de cultivos de regadío, desarrollo urbano y turístico, etc. no serán objeto de los PES aunque su consideración

y aplicación podrán brindar un mayor alcance en la sostenibilidad ambiental de la zona que se vea beneficiada por todo este conjunto de medidas.

2.2.5 Requisitos Previos para su Aplicación

Los PES son planes que se proponen y se ejecutan con la idea de brindar un cuidado ambiental más completo pero que se ven condicionados a varios requisitos previos que puedan hacer posible su justificación y puesta en marcha.

Varios de estos requisitos se resumen al planteamiento de un Plan Hidrológico que abarque todos los puntos necesarios de evaluación que brinden la información necesaria para los PES.

Entre los más importantes podemos encontrar:

- Estados de masas de agua
- Regímenes de Caudales Ecológicos
- Relaciones de masas de agua y Zonas de protección ambiental
- Dotaciones mínimas
- Registros de sequías; frecuencia de presentación, intensidad, duración, etc.

Los planes hidrológicos incluyen dentro de sí mismos distintas medidas para la optimización de los recursos hídricos que específicamente desee tratar, pero no sólo deberán integrar el consentimiento de todos los requisitos naturales ya mencionados, además de ello el hecho de presencia previa de obras hidráulicas adicionales, embalses por ejemplo, será de suma importancia en los factores principales a considerarse en los planes.

La idea principal entonces es que los PES cuenten con las suficientes bases compuestas en un plan hidrológico y sistemas hidráulicos que se complementen de manera sistemática para un elaborado sistema de información, de esta manera el panorama será abarcado completamente para el planteamiento de medidas que garanticen la respuesta ante presencia de sequías hidrológicas.

2.2.6 Tipos de Medidas

Las medidas para afrontar las sequías hidrológicas se pueden agrupar en medidas *preventivas o estratégicas*, todas ellas de desarrollo y ejecución en situación normal y medidas *coyunturales o tácticas*, cuya aplicación se da básicamente en situaciones de sequía.

Las medidas preventivas pertenecen al ámbito de planificación hidrológica, por lo tanto es acertado decir que tienen como objetivo el refuerzo estructural del sistema para aumentar su capacidad de respuesta ante la presentación de situaciones de sequía.

En grandes líneas estas medidas se pueden agrupar en:

- Medidas para el fortalecimiento de la oferta de agua con actuaciones infraestructurales (regulación, captación, transporte, conexión, etc.), o medidas en el sistema de gestión (uso conjunto del agua, mantenimiento de reservas, etc.).
- Medidas para la racionalización de la demanda de agua (mejora y modernización de infraestructuras y sistemas de aplicación del agua, reutilización, reciclaje, etc.).
- Medidas de conservación y protección del recurso y ecosistemas acuáticos.

Estas medidas son básicamente las que integran los PES. Algunos de ellos optan por concentrarse únicamente en un tipo de medida, u otras en procurar cubrir las dos. Son los distintos elementos previos de base y el enfoque que se pretenda dar el que determinará cuál de las medidas es la más viable para el desarrollo de cada uno de los PES.

2.2.7 Plan de Medidas

Como ya habíamos mencionado, existen varios elementos de carácter hidrológico, utilizados para definir los indicadores de sequía, que son necesarios cuando se propondrá el pertinente plan de medidas en busca de los objetivos del PES. Si se podría resumir de cierta manera, considerando lo que debería abarcar el plan hidrológico, incluyendo los sistemas hidráulicos necesarios, estos indicadores serían:

- Volumen de agua embalsada
- Caudales fluyentes
- Niveles piezométricos en acuíferos
- Pluviometría
- Calidad de agua

Estos serían los factores a considerar más generales cuando se estudiará el plan de medidas a implementarse. Uno de los más importantes está en los embalses, de aquí se categorizarán las distintas situaciones de alerta de sequía debido a los índices claros que se puede obtener de los mismos.

La mayoría de los PES optan por acudir al tipo de medidas coyunturales, de aplicación básicamente en situaciones de sequía y se pueden encuadrar en los tipos siguientes.

A. Medidas de previsión, estas medidas incluyen a su vez:

- Medidas de previsión de presentación de la sequía, buscando consistencia en definición y seguimiento de indicadores de presentación de la sequía.
- Medidas de establecimiento de reservas estratégicas (volúmenes de embalse, reservas en acuíferos, etc.) para su utilización en situaciones de sequía.

B. Medidas operativas, éstas buscan adecuar la oferta y demanda e incluyen:

- Medidas relativas a la atenuación de la demanda de agua (consciencia ciudadana, restricciones de uso, penalización del uso excesivo, etc.).
- Medidas relativas al aumento de la oferta del agua involucrando acciones infraestructurales (movilización de reservas estratégicas, transferencia de recursos, etc.).
- Gestión combinada oferta/demanda (modificaciones a la priorización de usos del recurso, restricciones de suministro, etc.).

C. Medidas organizativas, estas incluyen:

- Establecimiento de responsables y organización para la ejecución y seguimiento.
- Coordinación entre administraciones y entidades públicas o privadas vinculadas al problema.

D. Medidas de seguimiento en la ejecución del PES y sus efectos, es decir el seguimiento de los indicadores definidos y el cumplimiento de sus objetivos.

E. Medidas de coordinación de planificaciones, estas contienen las directrices y normas a tener en cuenta en los planes de emergencia de abastecimientos.

Este es el marco conceptual que integra los PES. Su aplicación como vemos dependerá del cumplimiento de varios requisitos previos para que su planteamiento sea el más adecuado.

Como se puede observar, de manera global, los PES lo que buscan es incrementar el alcance del sostenimiento ambiental que se pretende dar al recurso agua. Los fenómenos de sequía aquejan con mayor fuerza en unos países que otros y su consideración ofrece la oportunidad de brindar mayores garantías a sus planes de prevención y actuación cuando se haga presente la sequía.

La importancia de conocer sobre estos planes es considerar la actualidad de los recursos hídricos a nivel global, sus problemas y los sistemas de actuación que se están empleando para el mantenimiento y optimización del mismo. El análisis de los mismos será importante para considerar la posible implantación de ciertos criterios que ofrecen estos planes en el Ecuador, los beneficios naturales de nuestro país son importantes pero se tendrá que cuidarlos para disponer de los mismos de manera satisfactoria.

A continuación conoceremos el marco legal que ejerce en el Ecuador para orientar las medidas de actuación que pretende este estudio.

CAPÍTULO III

MARCO LEGAL

Para este trabajo es importante conocer el marco legal ambiental que rige para nuestro país. A lo largo de los años las leyes ambientales se han ido modificando y complementando en búsqueda de un sostenimiento ambiental que brinde mejores condiciones de vida para todos sus habitantes. En este caso es necesario recopilar las normativas que ejercen para los problemas particulares y específicos (sequía y contaminación) que el estudio pretende cubrir.

Siendo así se ha recopilado la información necesaria que rige actualmente en el Ecuador y posteriormente se espera justificar la noción de búsquedas complementarias al marco actual para el cuidado del medio ambiente.

3.1 POLÍTICAS BÁSICAS AMBIENTALES EN EL ECUADOR

El Estado Ecuatoriano estableció las Políticas Básicas Ambientales del Ecuador, mediante Decreto Ejecutivo No. 1802, y publicado en el Registro Oficial No. 456, el 7 junio de 1.994. Estas políticas hacen referencia a la promoción del desarrollo hacia la sustentabilidad, la gestión ambiental, la educación y capacitación ambiental, la prevención y control a fin de evitar daños ambientales, estableciendo como obligación el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) y de la propuesta de Programa de Mitigación Ambiental (PMA).

En la Política 2 se expresa.- Todo habitante en el Ecuador y sus instituciones y organizaciones públicas y privadas, “deberán realizar cada acción, en cada instante, de manera que propenda en forma simultánea a ser *socialmente justa, económicamente rentable y ambientalmente sustentable.*”

3.2 LEGISLACIÓN AMBIENTAL APLICABLE A LAS ÁREAS DE ESTUDIO

3.2.1 DEFENSA DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES

El medio ambiente lo conforman los sistemas físicos, biológicos, sociales, económicos y culturales, que tienen afectación sobre el ser humano. El Derecho Ambiental en formación, procura lograr la relación armoniosa y equilibrada entre el hombre y la naturaleza.

3.2.2 DEFENSA DE LA BIODIVERSIDAD

La Constitución Política de la República del Ecuador, declara en su Art.248 que:

“El Estado *tiene derecho soberano* sobre la diversidad biológica, reservas naturales, áreas protegidas y parques nacionales.”

El Art. 86, numeral 1, de esta Constitución, declara de *interés público*: “la preservación del medio ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país.”

Dentro de la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre también se expresa la defensa de la biodiversidad. En su Art.76, repitiendo coordinadamente lo de la Constitución: “La flora y la fauna silvestre, *son de dominio del Estado...*” Para la *conservación y protección de las mismas*, dispone entre otras funciones:

- Prevenir y controlar la contaminación del suelo y de las aguas, así como la degradación del medio ambiente

- Establecer zoocriaderos, viveros, jardines de plantas silvestres y estaciones de investigación para su reproducción y fomento.

- Cumplir y hacer cumplir los convenios nacionales e internacionales para la conservación de las mencionadas flora y fauna silvestres y su medio ambiente.

En el Art. 78, inciso segundo, de esta ley Forestal se resalta enfáticamente:

“Cualquiera que sea la finalidad, *prohíbese* ocupar las tierras de áreas de patrimonio de áreas naturales del Estado, *alterar o dañar la demarcación* de las unidades de manejo u *ocasionar deterioro* de los recursos naturales en ellas existentes. *Se prohíbe* igualmente *contaminar el medio ambiente terrestre, acuático o aéreo, o atentar contra la vida silvestre terrestre, acuática o aérea, existentes en las unidades de manejo.*”

3.3 PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

En el artículo 23 de la Constitución de la República, numerales 6 y 20, se reconoce y garantiza vivir “en un ambiente sano y libre de contaminación”; “a una calidad de vida que asegure la salud, alimentación y nutrición, agua potable, saneamiento ambiental” y otros servicios sociales necesarios.

En el Art. 86, numeral 2 se declara *de interés público* la “prevención de la contaminación ambiental; de igual forma, en el Art. 89, numeral 1 indica, que el Estado tomará medidas orientadas a “promover en el sector público y privado el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes.

Los Arts. 6, 12 y 9 del Código de la Salud, (publicado en el Registro Oficial N.- 158, de 8 de febrero de 1.971) dice que: el Saneamiento Ambiental, es el conjunto de actividades dedicadas a acondicionar y controlar el ambiente en que vive el hombre, a fin de proteger su salud. La posesión, elaboración, importación, expendio, transferencia, distribución, uso y eliminación de las sustancias tóxicas y productos de carácter corrosivo o irritante, inflamable o comburente, explosivo o radioactivo, que puedan representar un peligro para la salud, se deberán llevar a cabo bajo condiciones sanitarias que eliminen tal riesgo.

La Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, en sus capítulos vigentes, hace referencia a la prevención y control de la contaminación del aire, de las aguas y de los suelos.

A continuación se presenta entonces un análisis en los recursos naturales agua y suelo, los cuáles serán de interés específico teniendo en cuenta el enfoque de este estudio.

3.3.1 RECURSO AGUA

En el Art. 93 del **Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental**, en lo relativo al Recurso Agua, decretado mediante Acuerdo Ministerial No. 2144, en el Registro Oficial No. 204 de 5 de junio de 1.989, establece la exigencia a "personas naturales o jurídicas responsables de las actividades que se determinan en el artículo siguiente, la presentación de un estudio de impacto ambiental, cuando ellas, puedan causar efectos nocivos para la salud o sean susceptibles de producir deterioro ambiental".

La **Ley de Prevención y Control de la Contaminación** en el Art. 16, establece:

Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades.

La **Ley Orgánica de Salud** establece que es responsabilidad del Ministerio de Salud "Regular, planificar, ejecutar, vigilar e informar a la población sobre actividades de salud concernientes a la calidad del agua, aire y suelo; y, promocionar espacios y ambientes saludables, en coordinación con los organismos seccionales y otros competentes;".

La Ley de Aguas, expedida mediante Decreto Supremo No. 369 el 18 de Mayo de 1.972, regula el "aprovechamiento de las aguas marítimas, superficiales, subterráneas y atmosféricas del territorio nacional, en todos sus estados y formas" (Artículo No. 1).

En cuanto a la contaminación del recurso esta Ley prohíbe "la contaminación de las aguas que afecten a la salud humana o al desarrollo de la flora y de fauna" (Artículo No. 22).

La Ley de Aguas, (Publicada en el Registro Oficial N.-6 9, del 30 de mayo de 1.972), igualmente prohíbe, en su Art.20, "toda contaminación de las aguas, que afecte a la salud humana o al desarrollo de la flora o fauna".

El Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental (TULAS) expedido mediante Decreto Ejecutivo 3516 y publicado en el RO-E de 31 de marzo del 2003, en su Anexo 1.- **Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua**, expone las normativas necesarias que deberán considerarse para el cuidado del recurso agua.

Es importante para el tema correspondiente de estudio considerar las especificaciones que dicta la norma técnica del TULAS en su Libro VI. Los dos contenidos más importantes para este trabajo se fundamentan en el análisis y estudio del Anexo 1 Agua en cuanto a la "Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua" y del Anexo 6 en cuanto a la "Norma de Calidad Ambiental Para el Manejo y Disposición Final de Desechos Sólidos no Peligrosos", que se mencionará en detalle cuando se trate el recurso suelo. Ambas normas técnicas son dictadas bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la

Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, en lo relativo al recurso aire, agua y suelo, y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

Siendo así repasamos los dictámenes más relevantes e importantes para este estudio que dictamina el TULAS en su Libro VI – Anexo 1 Agua.

3.3.1.1 TULAS.- LIBRO VI – ANEXO 1 AGUA

La presente norma técnica determina o establece:

- a) Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado;
- b) Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos; y,
- c) Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua.

El objetivo principal de la presente norma es proteger la calidad del recurso agua para salvaguardar y preservar la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente en general.

Debido a que el principal interés en este trabajo es la búsqueda un adecuado sostenimiento ambiental, con medidas de actuación sobre eventuales sequías y la contaminación en la cuenca alta del río Mira, es adecuado entonces adaptarnos a las normas legales que se aplican para este sector, es por ello que es de vital importancia el conocer la normativa que nos permita proteger la calidad del recurso agua.

Las acciones tendientes a preservar, conservar o recuperar la calidad del recurso agua deberán realizarse en los términos de la presente Norma.

Para entender ciertos aspectos específicos que se citarán de acuerdo a los intereses de este trabajo es necesario conocer ciertos términos que permitan un mayor grado de comprensión. Por lo tanto consideramos las siguientes definiciones establecidas en el Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, y las que a continuación se indican:

- *Aguas Residuales.*- Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, que hayan sufrido degradación en su calidad original.

- *Contaminación de aguas subterráneas.*- Cualquier alteración de las propiedades físico, química, biológicas de las aguas subterráneas, que pueda ocasionar el deterioro de la salud, la seguridad y el bienestar de la población, comprometer su uso para fines de consumo humano, agropecuario, industriales, comerciales o recreativos, y/o causar

daños a la flora, a la fauna o al ambiente en general.

- *Cuerpo receptor o cuerpo de agua.*- Es todo río, lago, laguna, aguas subterráneas, cauce, depósito de agua, corriente, zona marina, estuarios, que sea susceptible de recibir directa o indirectamente la descarga de aguas residuales.

- *Depuración.*- Es la remoción de sustancias contaminantes de las aguas residuales para disminuir su impacto ambiental.

- *Efluente.*- Líquido proveniente de un proceso de tratamiento, proceso productivo o de una actividad.

- *Oxígeno disuelto.*- Es el oxígeno libre que se encuentra en el agua, vital para las formas de vida acuática y para la prevención de olores.

- *Polución o contaminación del agua.*- Es la presencia en el agua de contaminante en concentraciones y permanencias superiores o inferiores a las establecidas en la legislación vigente capaz de deteriorar la calidad del agua.

- *Río.*- Corriente de agua natural, perenne o intermitente, que desemboca a otras corrientes, embalses naturales o artificiales, lagos, lagunas o al mar.

- *Toxicidad.*- Se considera tóxica a una sustancia o materia cuando debido a su cantidad, concentración o características físico, químicas o infecciosas presenta el potencial de:
 - a) Causar o contribuir de modo significativo al aumento de la mortalidad, al aumento de enfermedades graves de carácter irreversible o a las incapacitaciones reversibles.
 - b) Que presente un riesgo para la salud humana o para el ambiente al ser tratados, almacenados, transportados o eliminados de forma inadecuada.
 - c) Que presente un riesgo cuando un organismo vivo se expone o está en contacto con la sustancia tóxica.

- *Tratamiento convencional para potabilizar el agua.*- Son las siguientes operaciones y procesos: Coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección.

- *Tratamiento convencional para efluentes, previa a la descarga a un cuerpo receptor o al sistema de alcantarillado.*- Es aquel que está conformado por tratamiento primario y secundario, incluye desinfección.

Tratamiento primario.- Contempla el uso de operaciones físicas tales como: Desarenado, mezclado, floculación, flotación, sedimentación, filtración y el desbaste (principalmente rejas,

mallas, o cribas) para la eliminación de sólidos sedimentables y flotantes presentes en el agua residual.

Tratamiento secundario.- Contempla el empleo de procesos biológicos y químicos para remoción principalmente de compuestos orgánicos biodegradables y sólidos suspendidos.

El tratamiento secundario generalmente está precedido por procesos de depuración unitarios de tratamiento primario.

La idea general de dar a conocer todas estas definiciones es poder dar una idea más elaborada de lo que se pretende estudiar en este trabajo. La normativa dictada por el TULAS en el Libro VI Anexo 1 Agua también habla sobre los criterios de calidad por usos que se dará al recurso agua, incluyendo los criterios generales de descarga de efluentes. Esta parte es importante para el trabajo ya que pretendemos proponer medidas que permitan una buena respuesta ante situaciones de sequía pero que se puedan controlar, y en cierto grado disminuir, los índices de contaminación en la cuenca alta del río Mira.

Es importante considerar los usos que se dan al agua en la cuenca alta del río Mira. La norma tiene en cuenta los siguientes usos del agua:

- a) Consumo humano y uso doméstico.
- b) Preservación de Flora y Fauna.
- c) Agrícola.
- d) Pecuario.

- e) Recreativo.
- f) Industrial.
- g) Transporte.
- h) Estético.

De acuerdo a los intereses de este trabajo analizaremos los usos que se da al agua para el consumo humano y uso doméstico, y para la preservación de flora y fauna. Nos interesan estos dos aspectos ya mencionados debido a que los objetivos de este estudio son el accionar sobre posibles eventos de sequía y en ello tiene que ver la reforestación adecuada de la zona, es aquí cuando necesitaremos la preservación de la flora y fauna del río, y finalmente los propósitos de desinfección son para que el uso personal que el ser humano da a las aguas del río Mira no se vea afectado en su salud.

Siendo así procederemos a extraer las partes más importantes que trata este Anexo 1 para definir claramente los puntos de interés, la numeración a utilizar será la misma que consta en el TULAS Libro VI – Anexo 1 para facilidades de referencia directa y como cita bibliográfica de la misma.

4.1.1 Criterios de calidad para aguas de consumo humano y uso doméstico

4.1.1.1 Se entiende por agua para consumo humano y uso doméstico aquella que se emplea en actividades como:

- a) Bebida y preparación de alimentos para consumo,
- b) Satisfacción de necesidades domésticas, individuales o colectivas, tales como higiene personal y limpieza de elementos, materiales o utensilios,
- c) Fabricación o procesamiento de alimentos en general.

4.1.1.2 Esta Norma se aplica durante la captación de la misma y se refiere a las aguas para consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieran de tratamiento convencional, deberán cumplir con los siguientes criterios (ver tabla 5).

Tabla 5.- Equivale a la TABLA 1: Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional del TULAS Libro VI - Anexo 1.

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permissible
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio	Al	mg/l	0,2
Amoniaco	N-Amoniacal	mg/l	1,0
Amonio	NH ₄	mg/l	0,05
Arsénico (total)	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Cianuro (total)	CN ⁻	mg/l	0,1
Cloruro	Cl	mg/l	250
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Coliformes Totales	nmp/100 ml		3 000
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		600
Color	color real	unidades de color	100
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,05
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	2,0
Dureza	CaCO ₃	mg/l	500
Bifenilo policlorados/PCBs	Concentración de	µg/l	0,0005

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permissible
	PCBs totales		
Fluoruro (total)	F	mg/l	1,5
Hierro (total)	Fe	mg/l	1,0
Manganeso (total)	Mn	mg/l	0,1
Materia flotante			Ausencia
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Nitrato	N-Nitrato	mg/l	10,0
Nitrito	N-Nitrito	mg/l	1,0
Olor y sabor			Es permitido olor y sabor removible por tratamiento convencional
Oxígeno disuelto	O.D.	mg/l	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6mg/l
Plata (total)	Ag	mg/l	0,05
Plomo (total)	Pb	mg/l	0,05
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio (total)	Se	mg/l	0,01
Sodio	Na	mg/l	200
Sólidos disueltos totales		mg/l	1 000
Sulfatos	SO ₄ ⁼	mg/l	400
Temperatura		°C	Condición Natural + o - 3 grados
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Turbiedad		UTN	100
Zinc	Zn	mg/l	5,0
<i>*Productos para la desinfección</i>		mg/l	0,1
<i>Hidrocarburos Aromáticos</i>			
Benceno	C ₆ H ₆	µg/l	10,0
Benzo(a) pireno		µg/l	0,01
Etilbenceno		µg/l	700
Estireno		µg/l	100
Tolueno		µg/l	1 000
Xilenos (totales)		µg/l	10 000
<i>Pesticidas y herbicidas</i>			
Carbamatos totales	Concentración de carbamatos totales	mg/l	0,1
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,01
Organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales	mg/l	0,1
Dibromocloropropano (DBCP)	Concentración total	µg/l	0,2

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permissible
Dibromoetileno (DBE)	de DBCP Concentración total de DBE	µg/l	0,05
Dicloropropano (1,2)	Concentración total de dicloropropano	µg/l	5
Diquat		µg/l	70
Glifosato		µg/l	200
Toxafeno		µg/l	5

Fuente: TULAS.- Libro VI – Anexo 1

4.1.1.3 Las aguas para consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieran de desinfección, deberán cumplir con los requisitos que se mencionan a continuación (ver tabla 6).

Tabla 6.- Equivale a la TABLA 2: Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección del TULAS Libro VI - Anexo 1.

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permissible
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio total	Al	mg/l	0,1
Amoniaco	N-amoniaco	mg/l	1,0
Arsénico (total)	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro (total)	B	mg/l	0,75
Cadmio	Cd	mg/l	0,001
Cianuro (total)	CN ⁻	mg/l	0,01
Cobalto	Co	mg/l	0,2
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Color	color real	Unidades de color	20
Coliformes Totales	nmp/100 ml		50*
Cloruros	Cl ⁻	mg/l	250
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,05
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,05
Demanda Bioquímica de	DBO ₅	mg/l	2

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permissible
Oxígeno (5 días)			
Dureza	CaCO ₃	mg/l	500
Estaño	Sn	mg/l	2,0
Fluoruros	F	mg/l	Menor a 1,4
Hierro (total)	Fe	mg/l	0,3
Litio	Li	mg/l	2,5
Manganeso (total)	Mn	mg/l	0,1
Materia Flotante			AUSENCIA
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Níquel	Ni	mg/l	0,025
Nitrato	N-Nitrato	mg/l	10,0
Nitrito	N-Nitrito	mg/l	1,0
Olor y sabor			Ausencia
Oxígeno disuelto	O.D	mg/l	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6 mg/l
Plata (total)	Ag	mg/l	0,05
Plomo (total)	Pb	mg/l	0,05
Potencial de Hidrógeno	pH		6-9
Selenio (total)	Se	mg/l	0,01
Sodio	Na	mg/l	200
Sulfatos	SO ₄ ⁻	mg/l	250
Sólidos disueltos totales		mg/l	500
Temperatura	°C		Condición Natural +/- 3 grados
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Turbiedad		UTN	10
Uranio Total		mg/l	0,02
Vanadio	V	mg/l	0,1
Zinc	Zn	mg/l	5,0
<i>Hidrocarburos Aromáticos</i>			
Benceno	C ₆ H ₆	mg/l	0,01
Benzo-a- pireno		mg/l	0,00001
<i>Pesticidas y Herbicidas</i>			
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,01
Organofosforados y carbamatos	Concentración de organofosforados y carbamatos totales.	mg/l	0,1
Toxafeno		µg/l	0,01

Fuente: TULAS.- Libro VI – Anexo 1

4.1.2 Criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios

4.1.2.1 Se entiende por uso del agua para preservación de flora y fauna, su empleo en actividades destinadas a mantener la vida natural de los ecosistemas asociados, sin causar alteraciones en ellos, o para actividades que permitan la reproducción, supervivencia, crecimiento, extracción y aprovechamiento de especies bioacuáticas en cualquiera de sus formas, tal como en los casos de pesca y acuicultura.

4.1.2.2 Los criterios de calidad para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, aguas marinas y de estuario, se presentan a continuación (ver tabla 7).

Tabla 7.- Equivale a la TABLA 3: Criterios de calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario del TULAS Libro VI - Anexo 1.

Parámetros	Expresados como	Unidad	Límite máximo permisible		
			Agua fría dulce	Agua cálida dulce	Agua marina y de estuario
Clorofenoles		mg/l	0,5	0,5	0,5
Bifenilos policlorados/PCBs	Concentración total de PCBs.	mg/l	0,001	0,001	0,001
Oxígeno Disuelto	O.D.	mg/l	No menor al 80% y no menor a 6 mg/l	No menor al 60% y no menor a 5 mg/l	No menor al 60% y no menor a 5 mg/l
Potencial de hidrógeno	pH		6, 5-9	6, 5-9	6, 5-9, 5
Sulfuro de hidrógeno ionizado	H ₂ S	mg/l	0,0002	0,0002	0,0002
Amoniaco	NH ₃	mg/l	0,02	0,02	0,4
Aluminio	Al	mg/l	0,1	0,1	1,5
Arsénico	As	mg/l	0,05	0,05	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0	1,0	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1	0,1	1,5
Boro	B	mg/l	0,75	0,75	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,001	0,001	0,005

Parámetros	Expresados como	Unidad	Límite máximo permisible		
			Agua fría dulce	Agua cálida dulce	Agua marina y de estuario
Cianuro Libre	CN ⁻	mg/l	0,01	0,01	0,01
Zinc	Zn	mg/l	0,18	0,18	0,17
Cloro residual	Cl	mg/l	0,01	0,01	0,01
Estaño	Sn	mg/l			2,00
Cobalto	Co	mg/l	0,2	0,2	0,2
Plomo	Pb	mg/l			0,01
Cobre	Cu	mg/l	0,02	0,02	0,05
Cromo total	Cr	mg/l	0,05	0,05	0,05
Fenoles monohídricos	Expresado como fenoles	mg/l	0,001	0,001	0,001
Grasas y aceites	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3	0,3	0,3
Hierro	Fe	mg/l	0,3	0,3	0,3
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,5	0,5	0,5
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)	Concentración total de HAPs	mg/l	0,0003	0,0003	0,0003
Manganeso	Mn	mg/l	0,1	0,1	0,1
Materia flotante	visible		Ausencia	Ausencia	Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0,0002	0,0002	0,0001
Níquel	Ni	mg/l	0,025	0,025	0,1
Piretroides	Concentración de piretroides totales	mg/l	0,05	0,05	0,05
Plata	Ag	mg/l	0,01	0,01	0,005
Selenio	Se	mg/l	0,01	0,01	0,01
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5	0,5
Temperatura	°C		Condiciones naturales + 3	Condiciones naturales + 3	Condiciones naturales + 3
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		Máxima 20	Máxima 32	Máxima 32
			200	200	200

Fuente: TULAS.- Libro VI – Anexo 1

Debido a que en la cuenca alta del río Mira una de las principales actividades económicas que se realizan es la agricultura debemos entonces considerar que nos dice la norma con respecto a este punto, es importante tratar de cubrir todos los aspectos importantes que se deberán considerar en cuanto a la calidad del agua.

4.1.4 Criterios de calidad de aguas de uso agrícola o de riego

Se entiende por agua de uso agrícola aquella empleada para la irrigación de cultivos y otras actividades conexas o complementarias que establezcan los organismos competentes.

Se prohíbe el uso de aguas servidas para riego, exceptuándose las aguas servidas tratadas y que cumplan con los niveles de calidad establecidos en esta Norma.

Los criterios de calidad admisibles para las aguas destinadas a uso agrícola se presentan a continuación (ver tabla 8).

Tabla 8.- Equivale a la TABLA 6: Criterios de calidad admisibles para Aguas de Uso Agrícola del TULAS Libro VI - Anexo 1.

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico (total)	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro (total)	B	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Carbamatos totales	Concentración total de carbamatos	mg/l	0,1
Cianuro (total)	CN ⁻	mg/l	0,2
Cobalto	Co	mg/l	0,05
Cobre	Cu	mg/l	2,0
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,1
Fluor	F	mg/l	1,0
Hierro	Fe	mg/l	5,0
Litio	Li	mg/l	2,5
Materia flotante	VISIBLE		AUSENCIA
Manganeso	Mn	mg/l	0,2
Molibdeno	Mo	mg/l	0,01
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Níquel	Ni	mg/l	0,2
Organofosforados (totales)	Concentración de organofosforados totales.	mg/l	0,1
Organoclorados (totales)	Concentración de organoclorados totales.	mg/l	0,2
Plata	Ag	mg/l	0,05
Potencial de	pH		6-9

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
hidrógeno			
Plomo	Pb	mg/l	0,05
Selenio	Se	mg/l	0,02
Sólidos disueltos totales		mg/l	3 000,0
Transparencia de las aguas medidas con el disco secchi.			mínimo 2,0 m
Vanadio	V	mg/l	0,1
Aceites y grasa	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Coniformes Totales	nmp/100 ml		1 000
Huevos de parásitos		Huevos por litro	Cero
Zinc	Zn	mg/l	2,0

Fuente: TULAS.- Libro VI – Anexo 1

4.2.3 Normas de descarga de efluentes a un cuerpo de agua o receptor: Agua dulce y agua marina

4.2.3.7 Toda descarga a un cuerpo de **agua dulce**, deberá cumplir con los valores establecidos a continuación (ver tabla 9).

Tabla 9.- Equivale a la TABLA 12: Límites de descarga a un Cuerpo de Agua Dulce del TULAS Libro VI - Anexo 1.

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas.	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Alkil mercurio		mg/l	NO DETECTABLE
Aldehídos		mg/l	2,0
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	2,0
Boro total	B	mg/l	2,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN ⁻	mg/l	0,1
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo ECC	mg/l	0,1
Cloruros	Cl ⁻	mg/l	1 000
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Coliformes Fecales	Nmp/100 ml		¹ Remoción > al 99,9 %
Color real	Color real	unidades de color	* Inapreciable en dilución: 1/20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O ₅ .	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	250
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Estaño	Sn	mg/l	5,0
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Fósforo Total	P	mg/l	10
Hierro total	Fe	mg/l	10,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Manganeso total	Mn	mg/l	2,0
Materia flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,005
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitratos + Nitritos	Expresado como Nitrógeno (N)	mg/l	10,0
Organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales.	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,2
Potencial de hidrógeno	pH		5-9
Selenio	Se	mg/l	0,1
Sólidos Sedimentables		ml/l	1,0
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	100
Sólidos totales		mg/l	1 600
Sulfatos	SO ₄ ⁼	mg/l	1000
Sulfitos	SO ₃	mg/l	2,0
Sulfuros	S	mg/l	0,5
Temperatura	°C		< 35
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0
Vanadio		mg/l	5,0
Zinc	Zn	mg/l	5,0

Fuente: TULAS.- Libro VI – Anexo 1

¹ Aquellos regulados con descargas de coliformes fecales menores o iguales a 3 000, quedan exentos de tratamiento.

4.2.3.11 Los municipios serán las autoridades encargadas de realizar los monitoreos a la calidad de los cuerpos de agua ubicados en su jurisdicción, llevando los registros correspondientes, que permitan establecer una línea base y de fondo que permita ajustar los límites establecidos en esta Norma en la medida requerida.

4.2.3.12 Se prohíbe verter desechos sólidos, tales como: basuras, animales muertos, mobiliario, entre otros, y líquidos contaminados hacia cualquier cuerpo de agua y cauce de aguas estacionales secas o no.

3.3.2 RECURSO SUELO

En la **Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental**, en su Art. 20, expresa que queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes técnicas y regulaciones, cualquier tipo de contaminantes que puedan alterar el suelo y afectar a la salud humana, la flora, la fauna, los recursos naturales y otros bienes.

El **Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental**, en lo referente al Recurso Suelo, promulgado mediante Acuerdo Ministerial No. 14629, publicado en el Registro Oficial No. 989, de julio 30 de 1.992, tiene por objeto determinar las medidas de control sobre las actividades que constituyan fuente de deterioro y contaminación del suelo.

El Art. 7, establece entre otros principios para la prevención y control de la contaminación del suelo, los siguientes:

- Corresponde al Estado y a la sociedad prevenir la degradación del suelo;
- Deben ser controlados los desechos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos:
- Es necesario racionalizar la generación de desecho sólidos municipales e industriales e incorporar técnicas y procedimientos para su rehúso y reciclaje.

Por otro lado establece que las instituciones públicas y privadas tienen la obligación de solicitar permiso para efectuar obras de infraestructura que afecte al recurso suelo.

El Reglamento sobre la Contaminación de Desechos Sólidos publicado en el R.O. No. 991, del 3 de Agosto de 1992, tiene el objetivo de normar la recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos en el país; protegiendo de esta forma el recurso suelo.

Además de lo expuesto anteriormente, en El Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental expedido mediante Decreto Ejecutivo 3516 y publicado en el RO-E de 31 de marzo del 2003, en su Anexo 6.- **Norma de Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición Final de Desechos Sólidos No Peligrosos** se encuentran los dictámenes necesarios que aseguran el buen manejo de desechos sólidos que ayudarán al cuidado del suelo y la contaminación. A continuación se podrá encontrar los aspectos más relevantes y de interés en este estudio.

3.3.2.1 TULAS.- LIBRO VI – ANEXO 6 DESECHOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS

Esta Norma establece los criterios para el manejo de los desechos sólidos no peligrosos, desde su generación hasta su disposición final; y las normas de calidad que deben cumplir los desechos sólidos no peligrosos para cumplir con estándares que permitan la preservación del ambiente. El objetivo principal de la presente norma es salvaguardar, conservar y preservar la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente en general.

Debido a que en éste estudio nos enfocamos en la propuesta de medidas que minimicen los impactos que producen las sequías y contaminación en la cuenca alta del río Mira, se deberá prestar atención en la normativa específica que integre estos problemas. La Norma en general habla del manejo y disposición final de los desechos sólidos no peligrosos tanto en aire, agua y tierra, pero por intereses específicos recopilaremos los dictámenes más importantes que ayuden a corroborar la sostenibilidad ambiental para la contaminación en la cuenca alta del río Mira, es decir aquellas secciones de la Norma que hablen sobre desechos sólidos no peligrosos que afecten el suelo y con ello a su vez a los recursos hídricos.

La idea principal en cuanto a la propuesta de la sostenibilidad ambiental para contrarrestar la contaminación en la cuenca alta del río Mira es poder dar tratamiento a los desechos sólidos no peligrosos que se depositan alrededor de la zona e incluso en el mismo río precisamente. Como alternativa principal se encuentra la elaboración de Contenedores que puedan aportar, al menos con un tratamiento primario, al manejo de estos desechos. Para ello es importante conocer cierta terminología que será de utilidad durante el desarrollo de esta sección, aquella

que involucra la Norma para el recurso agua.

- *Contaminación.*- Es la presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o cualquier combinación de ellas, en concentraciones y permanencia superiores o inferiores a las establecidas en la legislación vigente.

- *Contenedor.*- Recipiente de gran capacidad, metálico o de cualquier otro material apropiado utilizado para el almacenamiento de desechos sólidos no peligrosos, generados en centros de gran concentración, lugares que presentan difícil acceso o bien en aquellas zonas donde por su capacidad es requerido.

- *Desecho.*- Denominación genérica de cualquier tipo de productos residuales, restos, residuos o basuras no peligrosas, originados por personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, que pueden ser sólidos o semisólidos, putrescibles o no putrescibles.

- *Desecho sólido.*- Se entiende por desecho sólido todo sólido no peligroso, putrescible o no putrescible, con excepción de excretas de origen humano o animal. Se comprende en la misma definición los desperdicios, cenizas, elementos del barrido de calles, desechos industriales, de establecimientos hospitalarios no contaminantes, plazas de mercado, ferias populares, playas, escombros, entre otros.

- *Desecho sólido especial.*- Son todos aquellos desechos sólidos que por sus características, peso o volumen, requieren un manejo diferenciado de los desechos sólidos domiciliarios. Son considerados desechos especiales:
 - a) Los animales muertos, cuyo peso exceda de 40 kilos.
 - b) El estiércol producido en mataderos, cuarteles, parques y otros establecimientos.
 - c) Restos de chatarras, metales, vidrios, muebles y enseres domésticos.
 - d) Restos de poda de jardines y árboles que no puedan recolectarse mediante un sistema ordinario de recolección.
 - e) Materiales de demolición y tierras de arrojado clandestino que no puedan recolectarse mediante un sistema ordinario de recolección.

- *Desinfección.*- Es un proceso físico o químico empleado para matar organismos patógenos presentes en el agua, aire o sobre las superficies.

- *Tratamiento.*- Proceso de transformación física, química o biológica de los desechos sólidos para modificar sus características o aprovechar su potencial y en el cual se puede generar un nuevo desecho sólido, de características diferentes.

Estos son algunos de los términos más importantes que debemos tener en cuenta para el desarrollo de la Sostenibilidad Ambiental, ya que debemos disminuir la disposición de desechos sólidos que se suelen dar en los cuerpos de agua dulce, en este caso en la cuenca alta del río Mira. La norma establece entonces varios puntos de desarrollo con el fin de tratar los

desechos sólidos, en este caso, como ya se había mencionado, tomaremos las más importantes que nos ayuden a definir cómo ayuda la atención de los desechos sólidos en la sostenibilidad ambiental definida para nuestra zona de interés.

4.1 De las responsabilidades en el manejo de los desechos sólidos

4.1.1 El Manejo de los desechos sólidos en todo el país será responsabilidad de las municipalidades, de acuerdo a la Ley de Régimen Municipal y el Código de Salud.

Las municipalidades o personas responsables del servicio de aseo, de conformidad con las normas administrativas correspondientes podrán contratar o conceder a otras entidades las actividades de servicio.

La contratación o prestación del servicio a que hace referencia este artículo, no libera a las municipalidades de su responsabilidad y por lo mismo, deberán ejercer severo control de las actividades propias del citado manejo.

Los desechos clasificados como especiales tendrán un sistema diferenciado de recolección y lo prestarán exclusivamente las municipalidades, por sus propios medios o a través de terceros, pero su costo será calculado en base a la cantidad y tipo de los desechos que se recojan y guardará relación con el personal y equipos que se empleen en estas labores.

4.1.4 Los propietarios de terrenos y solares tienen las siguientes responsabilidades:

- a) Mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene, salubridad y seguridad, libre de desechos sólidos en general.
- b) Ejecutar labores de desratización y desinfección de manera periódica.

4.1.5 Es de responsabilidad de los municipios la realización de trabajos de limpieza y mantenimiento de terrenos baldíos, en casos en que el propietario del terreno no realice la limpieza del mismo, con cargo de los gastos al propietario del terreno.

En caso de ausencia reiterada de los propietarios, previa autorización motivada del municipio, la entidad de aseo podrá acceder a la propiedad privada, e imputará a los propietarios los costos que esta acción demande.

Cuando se trate de solares que no disponen del cerramiento correspondiente, la entidad de aseo dispondrá que el propietario o responsable del sitio, realice el cerramiento necesario, sin embargo, si esta disposición no se cumpliera dentro del plazo otorgado, la entidad de aseo podrá construir uno o varios cerramientos de tipo provisional o de carácter definitivo, para prevenir el grado de desaseo e insalubridad. Los costos que demande la ejecución de los trabajos mencionados, la entidad de aseo los recuperará con recargos a los responsables, inclusive mediante la vía coactiva a través del municipio de la ciudad.

4.1.20 El manejo de los desechos sólidos generados fuera del perímetro urbano de la entidad de aseo, debe estar a cargo de sus generadores, quienes deberán cumplir las disposiciones de la

presente Norma y las demás relacionadas con la protección del medio ambiente.

4.1.21 Los Ministerios, las Municipalidades y otras instituciones públicas o privadas, dentro de sus correspondientes ámbitos de competencia, deberán establecer planes, campañas y otras actividades tendientes a la educación y difusión sobre los medios para mejorar el manejo de los desechos sólidos no peligrosos.

4.2 De las prohibiciones en el manejo de desechos sólidos

4.2.2 Se prohíbe arrojar o depositar desechos sólidos fuera de los contenedores de almacenamiento.

4.2.4 Se prohíbe la colocación de animales muertos, cuyo peso sea mayor a 40 Kg y de desechos sólidos de carácter especial, en contenedores de almacenamiento de uso público o privado en el servicio ordinario.

4.2.8 Se prohíbe la disposición o abandono de desechos sólidos, cualquiera sea su procedencia, a cielo abierto, patios, predios, viviendas, en vías o áreas públicas y en los cuerpos de agua superficiales o subterráneos. Además se prohíbe lo siguiente:

- a) El abandono, disposición o vertido de cualquier material residual en la vía pública, solares sin edificar, orillas de los ríos, quebradas, parques, aceras, exceptuándose aquellos casos en que exista la debida autorización de la entidad de aseo.

- b) Verter cualquier clase de productos químicos (líquidos, sólidos, semisólidos y gaseosos), que por su naturaleza afecten a la salud o seguridad de las personas, produzcan daños a los pavimentos o afecte al ornato de la ciudad.
- c) Abandonar animales muertos en los lugares públicos y en cuerpos de agua.
- d) Abandonar muebles, enseres o cualquier tipo de desechos sólidos, en lugares públicos.
- e) Arrojar o abandonar en los espacios públicos cualquier clase de productos en estado sólido, semisólido, líquido o gaseoso. Los desechos sólidos de pequeño tamaño como papeles, plásticos, envolturas, desechos de frutas, etc., que produzcan los ciudadanos cuando caminan por la urbe, deberán depositarse en las papeleras peatonales instaladas para el efecto.
- f) Quemar desechos sólidos o desperdicios, así como tampoco se podrá echar cenizas, colillas de cigarrillos u otros materiales encendidos en los contenedores de desechos sólidos o en las papeleras peatonales, los cuales deberán depositarse en un recipiente adecuado una vez apagados.
- g) Arrojar cualquier clase de desperdicio desde el interior de los vehículos, ya sea que éstos estén estacionados o en circulación.

- h) Desalojar en la vía pública el producto de la limpieza interna de los hogares, comercios y de los vehículos particulares o de uso público.

Estos son los principales criterios que exige la norma en cuanto a los desechos sólidos, aunque es importante mencionar que no son todos los aspectos que trata. La norma especifica claramente los dictámenes para la entrega, barrido, recolección, transporte, tratamiento, disposición y recuperación de los desechos sólidos, dirigidos de gran manera a los desechos sólidos urbanos y al plan de manejo que se da para los mismos.

En este trabajo por el contrario, buscamos determinar los dictámenes básicos de la norma con respecto a los desechos sólidos ya que de esta manera se pone en constancia el tratamiento que se deberán darle a los mismos en las zonas aledañas a la cuenca alta del río Mira para que los mismos no se depositen en la zona de estudio, en el propio río o en las orillas del mismo debido al alto grado de contaminación que origina este factor.

Siendo así, una vez que se ha revisado los aspectos más importantes a tomar en cuenta en el marco legal que rige en el Ecuador en cuanto a la conservación medio ambiental, se procederá a estudiar con mayor detalle los problemas a los cuales se pretenden presentar medidas de mitigación que aseguren, en la medida de lo posible, el sostenimiento ambiental de la cuenca alta del río Mira.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO

4.1 PLAN DE ACTUACIÓN CONTRA SEQUÍA EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO MIRA

Como ya se ha mencionado, el presente estudio buscará proponer un plan de actuación especial contra eventuales sequías y contaminación en la cuenca alta del río Mira, con la implementación de medidas, que con fundamentos de EAE y PES, logren una mejor sostenibilidad ambiental en la zona.

Para ello es importante conocer en detalle la descomposición de los factores que determinarán el plan de medidas correspondiente a proponer. Se buscará que el lector entienda con mayor detalle el problema de la sequía, la condición de la zona ante este fenómeno y los respectivos planes actuales que rigen en el Ecuador para la consideración de las mismas. Con este conocimiento se procederá al planteamiento de un plan de actuación adicional cuyas medidas amplíen el alcance de cuidado ambiental.

4.1.1 CONCEPTOS GENERALES

La sequía es el fenómeno que se produce naturalmente cuando las lluvias han sido considerablemente inferiores a los niveles que se registran normalmente, lo que provoca un agudo desequilibrio hídrico que perjudica los sistemas de producción de recursos de tierras.

Como ya habíamos mencionado, en el Capítulo I de este trabajo, existen conceptos generales en lo que respecta a sequía meteorológica e hidrológica. El interés particular está en las sequías prolongadas (sequía hidrológica) que conllevan a distintos problemas adicionales, además de la evidente escasez del recurso agua que es utilizado para varias actividades por comunidades aledañas. Algunos de estos problemas son precisamente la desertificación erosión hídrica, erosión eólica, etc. que deberán ser tomados en cuenta cuando se consideran planes de actuación que pretendan mitigar el problema en general.

La sequía prolongada, en áreas modificadas por las actividades humanas puede conducir a la desertificación y el resto de problemas consecuentes de la misma. Es por ello que es conveniente hablar sobre todos estos problemas que vienen de la mano del fenómeno de nuestro interés.

4.1.1.1 DESERTIFICACIÓN

4.1.1.1.1 ¿Qué es la desertificación?

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo realizada en Río de Janeiro en junio de 1992, manifestó su preocupación por el fracaso de los esfuerzos previos desarrollados en la lucha contra la desertificación y mitigación de las sequías, e hizo un llamado para la preparación de una Convención Internacional de Lucha contra la Desertificación (CCD).

La convención define a la desertificación como la *“degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas resultante de diversos factores, tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas, entendiéndose a zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, aquellas en las que la proporción entre la precipitación anual y la evapotranspiración potencial está comprendida entre 0,05 y 0,65, excluidas las regiones polares y subpolares”*.

La degradación de la tierra es la reducción o la pérdida de su productividad, ocasionada por los sistemas de utilización de la tierra o por otros tipos de procesos, incluyendo los resultantes de actividades humanas tales como:

- La erosión del suelo causada por el viento o el agua
- El deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas o de las propiedades económicas del suelo
- La pérdida duradera de vegetación natural

La desertificación puede producirse en tierras de uso agrícola así como las que corresponden a áreas naturales.

En el Ecuador, la deforestación, la desordenada ocupación de la tierra, el uso inadecuado del suelo y el inapropiado empleo de prácticas agropecuarias, conducen a problemas como la pérdida permanente de la vegetación, a la erosión de los suelos y al deterioro de sus propiedades físicas y químicas. Estos procesos que guardan fuerte interacción con las condiciones socioeconómicas de la población, así como factores climáticos y topográficos de cada zona, se constituyen en las causas para que se produzca la desertificación.

Ya desde hace muchos años, existe el reconocimiento de que el acceso al agua, sea en la forma de precipitaciones o de riego, es uno de los factores determinantes para la producción y el desarrollo socioeconómico del país. (Pourrut, 1995)

Sin embargo, la desertificación, entendida como el proceso de pérdida de la productividad de las tierras en las zonas áridas y secas, no ha sido reconocido sino hasta hace pocos años como un problema ambiental de importancia nacional que requiere el desarrollo de un programa nacional bajo el esquema del desarrollo sustentable, mediante el cual se aborde de una forma integral a sus causas para la minimización o eliminación de efectos negativos.

4.1.1.1.2 La Desertificación en el Ecuador

Cuando se realizó la convención para la determinación de planes de lucha contra la desertificación en el país no se había realizado un diagnóstico de las áreas con procesos de este fenómeno. La información que se presenta a continuación, elaborada en base a las múltiples reuniones por parte de la convención, permite identificar las áreas que, por sus condiciones climáticas y ecológicas, son susceptibles a la desertificación. Sin embargo, es conocido también, que muchas de las áreas indicadas presentan procesos graves de deterioro ambiental como deforestación, pérdida de la biodiversidad, erosión, contaminación y reducción de los caudales de agua, todos estos causales de la desertificación.

Si bien en el Ecuador, particularmente en el Litoral, se presentan episodios cíclicos de lluvias intensas, asociados al “fenómeno de El Niño”, también se ha identificado que estos períodos están precedidos por un año inusualmente seco y, por otra, que hay una tendencia a la

disminución de las lluvias en la región Costa, particularmente desde la zona central de Manabí hacia el Sur, aunque, la información climatológica no permite aseverar que este decrecimiento de los valores pluviométricos continúe. (Pourrut y Nouvelot, 1995)

Sin embargo, cabe destacar que la desertificación, de acuerdo con la CCD, no está necesariamente asociada a la disminución de la pluviosidad sino también a la pérdida de la productividad de la tierra.

La clasificación de los ecosistemas ecuatorianos en zonas de vida de acuerdo con el sistema de Holdridge hecha por Cañadas (1983) proporciona una base de referencia inicial de la superficie del país susceptible a la desertificación. De acuerdo con esta clasificación, el Ecuador presenta 25 zonas de vida de las cuales 11 entran en las categorías de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas en las que se aplica la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación. El área susceptible a la desertificación corresponde al 27,54% del territorio nacional según este análisis.

4.1.1.2 EROSIÓN

4.1.1.2.1 ¿Qué es la erosión?

La erosión “consiste en la desintegración de los agregados del suelo por la acción de desgaste, acarreo o transporte y deposición de material intemperado. El intemperismo y la erosión son agentes externos que actúan juntos y modifican el relieve terrestre” (Fundación Hogares Juveniles Campesinos, 2002)

Porta, et al (1999) sostienen que al eliminar la vegetación se altera el equilibrio natural, la superficie queda desprotegida, el suelo recibe menos aporte de materia orgánica por parte de las plantas y el laboreo entraña una mineralización más acentuada.

Los mismos autores, citados anteriormente, indican que las nuevas condiciones suelen ser menos favorables para el mantenimiento de la estructura del suelo, haciéndolo más vulnerable a la erosión. La infiltración también puede verse afectada, si esto sucede disminuirá la disponibilidad de agua para las plantas considerando la misma cantidad de lluvia que recibe la zona.

4.1.1.2.2 Procesos de erosión

Los principales agentes erosivos son el agua y el viento. La primera presenta mayores problemas en zonas con laderas pronunciadas, con altas precipitaciones, mientras que el viento afecta mayormente a suelos que no cuentan con la suficiente vegetación para su protección, es decir en zonas áridas y semiáridas. A estos agentes pueden sumarse las fuerzas de gravedad, cuyos efectos naturales se pueden apreciar con la presencia de derrumbes, los aludes o deslizamientos de tierra. (Fundación Hogares Juveniles Campesinos, *Op. Cit.* 2002)

4.1.1.2.3 Factores de erosión

En el texto, Fundación de Hogares Juveniles Campesinos, podemos encontrar las condiciones que aceleran o retrasan la acción de los agentes erosivos, estas son:

- *La pendiente del terreno*: cuando la montaña es empinada, mayor será la fuerza erosiva del agua; a mayor longitud de la pendiente, mayor será el arrastre de partículas.

- *El régimen de lluvias*: la erosión se torna más severa con la presencia de estaciones secas prolongadas; la posibilidad de erosión aumenta cuando es mayor la intensidad y la duración de las precipitaciones.

- *La vegetación*: la cobertura vegetal del suelo puede influir de modo determinante en el comportamiento del agua, considerando aspectos como la evapotranspiración, infiltración y escorrentía de la misma.

- *El tipo de suelo*: el peligro de erosión es más intenso en dos casos; cuando el suelo es delgado; o cuando el material del suelo no es de consistencia firme.

- *El accionar del ser humano*: la ejecución de prácticas agrícolas equivocadas, la construcción de obras y vías, entre otros factores también aceleran los procesos de erosión.

4.1.1.2.4 Tipos de erosión

Valarezo (*Op, cit.*, 2002) sostiene que existen dos principales tipos de erosión: la erosión eólica e hídrica que procederemos a tratar con más detalle, enfocándonos en la que más se adapta a los propósitos de este estudio.

4.1.1.2.4.1 Erosión Eólica

Se conoce a la erosión eólica como el proceso de remoción del suelo por la acción del viento. El viento, además de despojar a las tierras de la capa que posibilita el arado, causa otros daños, sepultando campos, edificios, maquinaria y cercados por ejemplo. En el peor de los casos, una hectárea de terreno puede perder hasta 150 toneladas de suelo en una hora lo que equivale a una capa de más de 1cm de alto. (FAO, 1984 citado por Valarezo, 2002)

4.1.1.2.4.2 Erosión Hídrica

La erosión hídrica es el resultado de la energía producida por el agua al precipitarse sobre la tierra y al fluir sobre la superficie de los terrenos. Es la forma más común en la que se presenta la erosión, que causa daños en casi todos los países en desarrollo a nivel mundial.

Se produce cuando se cultiva en tierras inclinadas sin tomar las debidas precauciones o cuando se dejan expuestas, a la acción de lluvias extensas, tierras con pendientes suaves. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) estimó, en 1984, que a nivel mundial, las aguas arrastran unas 25.000 millones de toneladas de tierra cada año, pasando primero por los ríos y depositándose finalmente en los océanos (*Ibid*).

Dependiendo de la acción del agua en el suelo, la erosión hídrica se presenta en tres formas: pluvial, por escurrimiento y remoción en masa (Fundación Hogares Juveniles Campesinos, *Op. Cit.* 2002)

- *Erosión pluvial.*- el golpe de una gota de agua contra el suelo desnudo produce la salpicadura de partículas de suelo, al dispersarlos con la fuerza de su caída. Esto se puede observar en los tallos de las plantas, después de un aguacero intenso sobre un suelo suelto descubierto.

- *Erosión por escurrimiento.*- cuando el agua escurre por la pendiente, arrastra consigo el suelo desprendido; dependiendo de la inclinación de la pendiente, de la clase de suelo y del comportamiento del agua se presentan varios grados de erosión por escurrimiento, dentro de los cuales se puede distinguir: escurrimiento difuso, erosión laminar, erosión en surcos y erosión en cárcavas.

El escurrimiento difuso, ocurre en forma de pequeños surcos que se presentan aún bajo cubierta vegetal y arrastran partículas de suelo por pequeños trechos.

La erosión laminar, se hace presente cuando la cantidad de lluvia que cae excede la tasa de infiltración del suelo, debido a esto se acumula el agua sobre la superficie y se llena en forma de láminas.

La erosión en surcos, sucede cuando el agua se concentra y fluye por un mismo camino de forma permanente durante las lluvias; cuando la pendiente no es muy empinada, se puede disminuir o suprimir con obras correctivas.

Por último, la erosión en cárcavas, se da cuando confluyen muchos surcos y se forman zanjas ramificadas; cuando el proceso avanza hacia la cima de la montaña se conoce como cárcava remontante y sucede en suelos extremadamente propensos a la erosión, cuando el agua resumida entre los surcos alcanza proporciones muy elevadas, arrastrando mayores cantidades de tierra año tras año que aumenta las dimensiones de los surcos y a su vez formando cárcavas.

- *Remoción en masa.*- son movimientos en masa causados por la acción combinada de la saturación por agua y la fuerza de la gravedad.

Estos conocimientos generales de erosión, nos da a entender que juega un papel importante cuando se lo involucra con el fenómeno de sequía. Es por tanto importante considerar su tratamiento cuando se proponga el respectivo plan de medidas que pretenda la mitigación de todos estos factores.

4.1.2 MEDIDAS ECUATORIANAS ACTUALES EN CONTRA DE LA SEQUÍA

En el Ecuador no existen planes específicos que pretendan abastecer medidas de precaución y actuación cuando se hace presente los fenómenos de sequía. Lo que sí existe es el plan de mitigación contra la desertificación y sequía, nombrado anteriormente ya en este documento, cuyo enfoque se ve más dirigido a la desertificación que a las sequías. Sin embargo son planes que se han considerado y que al estudiarlos nos brindan mayor entendimiento de los factores que actúan y se interrelacionan con la presencia de este fenómeno.

El inventario y la caracterización del estado de los recursos naturales en el país, particularmente del suelo, la vegetación y el agua ha sido parte importante de las actividades de distintas instituciones del Estado, como PRONAREG (con apoyo de la ORSTOM), ahora DINAREN del MAG, INERHI, antes CNRH y ahora SENAGUA, INAMHI, INEFAN, MMA y CLIRSEN entre otras a nivel nacional, así como a nivel regional, las corporaciones regionales, los municipios y los consejos provinciales. Las universidades y otras entidades privadas también han realizado importantes aportes.

El proceso de elaboración del Programa de Acción Nacional de la Lucha contra la Desertificación y Mitigación de la Sequía (PAND), se inicia en octubre de 1995 con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), a través de la Fundación Grupo Esquel de Estados Unidos y la Fundación Esquel de Ecuador, que propusieron a EcoCiencia para que organice y coordine los talleres de trabajo sobre desertificación, en apoyo al ex Instituto Ecuatoriano Forestal y de Áreas Naturales y Vida Silvestre (INEFAN), punto focal en ese entonces de la Convención en el Ecuador.

El objetivo general de este proceso fue elaborar el Programa de Acción Nacional de la Lucha contra la Desertificación y Mitigación de la Sequía (PAND) de acuerdo a los principios establecidos en la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CCD).

Con la consolidación del Ministerio de Medio Ambiente como la entidad rectora de la gestión ambiental en el país y como punto focal de la CCD, se retoman los esfuerzos realizados y en

colaboración con el Ministerio de Agricultura y Ganadería a través del Programa Sectorial Agropecuario, se reinicia el proceso de preparación del PAND.

A partir del mes de mayo del 2001, la Dirección Nacional Forestal actúa como punto focal nacional, en el país se han designado puntos focales del Ministerio del Ambiente en los Distritos Regionales de Loja, Manabí, Chimborazo, El Oro, Guayas, Carchi - Imbabura y Azuay. Los Puntos Focales Provinciales del Ministerio del Ambiente y la Fundación Arco Iris en la Primera Reunión de Puntos Focales realizada en Riobamba en Marzo del 2002 han conformado el Grupo Nacional de Trabajo en Desertificación -GNTD, cuya consolidación y fortalecimiento deberá estar bajo la responsabilidad de la Dirección Nacional Forestal.

El objetivo principal del PAND se podría expresar como:

Establecer un proceso continuo de planificación y acción participativa para la ejecución de programas, proyectos y actividades encaminados a:

- La detección y monitoreo de la desertificación en el país,
- La prevención en áreas susceptibles,
- La reversión en áreas afectadas,
- La detección temprana de sequías, y
- La mitigación de los efectos de las sequías.

Todo esto con la finalidad de mejorar las condiciones de vida de los habitantes de las regiones áridas, semiáridas y subhúmedas secas dentro de un marco de desarrollo sustentable.

4.1.3 PRESENCIA DE SEQUÍAS EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO MIRA

Una vez que hemos revisado todos los factores que se ven involucrados con el fenómeno de sequía, es necesario el estudio de las características específicas del sitio de este trabajo.

Es importante identificar entonces la presencia de estos factores en la zona que denoten la presencia o posible presentación de sequías. Originalmente se creería que son únicamente los datos hidrológicos que determinarían de manera directa la posible presentación de sequías un territorio específico, esto depende de si el sistema hidrológico cumple de manera adecuada los requisitos de medición y registro de los mismos como para poder brindar la suficiente información, así mismo como sistemas hidráulicos que permitan complementar este hecho.

Sin embargo, la presencia de otros factores, directamente relacionados con otros recursos, permite dar indicios de presencia del fenómeno en determinado territorio. Es así como en la cuenca alta del río Mira podemos observar la presencia de algunos componentes que la dejan expuesta a posibles efectos consecuentes cuando se presentan períodos de sequía.

Gracias al Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), se disponen de estaciones hidrometeorológicas cuyo objetivo es la constante recopilación de datos en distintos puntos y cuencas estratégicas del país. Para nuestra zona de interés existen estaciones cercanas que pueden servir de referencia cuando intentamos determinar la presencia de sequía. En el Anexo IV se puede observar la distribución de todas estas estaciones a lo largo de todo el territorio nacional.

Como podremos observar la estación de nuestro interés, en términos de cercanía y características similares es la estación M104, ubicada en el cantón Mira, provincia del Carchi. En cuanto a datos hidrológicos, a lo largo del río Mira se extienden algunas estaciones que se encuentran registrando datos importantes de precipitaciones, evapotranspiración, etc. Igualmente, considerando aquella que puede aportar datos de interés es la estación H015 Chota en Pte. Carretero, el río Mira circula por esta estación dirigiéndose a nuestra zona de interés.

El INAMHI, con los datos que recopilan estas estaciones elabora anuarios meteorológicos e hidrológicos para la información general del estado de las zonas de estudio. La facilitación de los mismos permite conocer las condiciones y características que han reportado las estaciones antes nombradas que se analizan para este trabajo. En el Anexo V se podrá encontrar la información de estas estaciones.

Además de estos aportes, el área de hidrología del INAMHI realizó un estudio hidrológico del río Mira. En este estudio se estudió varias subcuencas de la cuenca del río Mira, dentro de las cuales se encuentran datos para Chota en Pte. Carretero, que como ya habíamos mencionado antes es aquella que nos puede brindar referencias para el sitio de interés de este trabajo. En este estudio se menciona la estación H014, presente en Mira, Carchi que se encuentra ubicado en un punto de gran referencia para nuestra zona, la información que se indica en este trabajo que aporta directrices para la determinación de sequías en la zona se presenta en el Anexo VI.

Esta información brindada por el INAMHI nos muestran entonces que los parámetros de precipitaciones son muy variables en la zona, y en muchos sitios del país en general, lo que da indicios de la presencia de períodos secos en el sitio de estudio. Todos estos componentes deberán ser considerados a fondo en el caso del planteamiento de un plan hidrológico, que como ya mencionamos es de vital importancia para los planes especiales de actuación ante sequías.

Como hemos observado, el recurso suelo se ve involucrado fuertemente con la presentación de ese fenómeno también, el uso que el hombre le da a la tierra provoca el desgaste de la misma que tiene efectos consecuentes cuando hablamos de la presencia de sequías. En el Anexo VII podemos observar que la zona de interés se registra como sitio en donde existe sobre uso de tierra, motivo por el cuál se produce la desertificación. El sobre uso de la tierra viene dado por la necesidad que tiene el hombre de utilizar la misma para sus cultivos, factor económico de mayor incidencia en esta zona.

La erosión es otro de los problemas que se registran en la zona. El Anexo VIII permite conocer el uso y cobertura que se le da al recurso suelo en el área de interés. Aquí podemos observar claramente que la cuenca alta del río Mira está situada en campos calificados como erosionados, lo que lleva a relacionar este hecho con efectos de añadidura a los problemas de sequía.

Además de la presencia de estos problemas, que relacionan la conexión que poseen los recursos con la presencia de este fenómeno, están también los registros directos que dan a

conocer el estado del recurso agua en la zona, evaluados con los registros del INAMHI. El Anexo IX brinda la información del déficit hídrico anual que se presenta en las distintas partes de la provincia del Carchi. Si observamos con atención la zona de la cuenca alta del río Mira presenta un déficit entre 400-600 mm, esto da a entender entonces que los períodos secos tienen la suficiente influencia como para considerar medidas que permitan contrarrestar los efectos negativos que trae la presencia de este déficit.

De igual manera, el Anexo X nos permite conocer el número de meses secos que se presenta en la zona de nuestro interés. Para la cuenca alta del río Mira este valor es de 8 meses, llegando incluso hasta los 10 meses según datos del INAMHI. Teniendo en cuenta la importancia del recurso agua para las actividades personales y económicas de las comunidades de la zona, 8 o 10 meses secos representa un período muy extenso en el cuál no podrán disponer de las cuantías necesarias y por ello se ve la necesidad de medidas que reduzcan, en la medida de lo posible, estos períodos.

Cuando queremos conocer de características importantes sobre el recurso hídrico los datos de precipitaciones son una de las referencias más importantes para la suposición de comportamiento que tendrá la zona ante eventuales fenómenos, como en este caso la sequía. El Anexo XI presenta las precipitaciones anuales medias que se hacen presente a lo largo de la provincia del Carchi, para nuestro campo de estudio particular este valor se encuentra en 500-700mm, que en períodos secos cae considerablemente lo que obliga aún más a la consideración de planes que ayuden como respaldo cuando se hace presente el fenómeno de sequía.

Como se puede observar, en la cuenca alta del río Mira se hacen presentes varios factores que determinan la presencia de sequía en períodos secos. Los efectos negativos que se presentan con esto no solo repercute de manera directa sobre el recurso agua, si no que se extienden a otros componentes adicionales como es el suelo por ejemplo.

El impacto que genera la afectación a estos recursos, que son utilizados de distintas maneras por comunidades aledañas, hacen que sea necesaria la planificación de programas que brinden medidas de prevención y actuación cuando se presente el problema de sequía, y eso es precisamente lo que a continuación se presenta en este trabajo.

4.1.4 MEDIDAS PROPUESTAS PARA MITIGACIÓN DE SEQUÍA

Como se había ya mencionado este plan busca basar su teoría en fundamentos de EAE y PES, expuestos en el Capítulo II, aplicados en otros países con intenciones de brindar sostenibilidades ambientales más elevadas. Con estos conocimientos es lo que se pretende aplicar en este trabajo y lo que involucrará el mismo es la implementación de medidas de carácter previo a la presentación de sequías. Es decir, el plan de actuación que se nombrará en este trabajo pretende mitigar el fenómeno de sequía con la aplicación de medidas simples previas que permitirán la lucha contra factores que intensifican los efectos que se producen con la sequía.

La aplicación de planes de actuación, de aplicación sustancial en situaciones de sequía, deberá ser propuesta cuando se disponga de la información base suficiente que guíe el proceso de

planteamiento del mismo. En la actualidad, en la cuenca alta del río Mira, y en muchos sitios hidrológicos del país, no se cuenta con la suficiente información que exigen los PES ya estudiados con anterioridad, es por ello que en este caso la implantación de medidas previas que pretendan mitigar las sequías ayudarán a que el fenómeno se presente con menor intensidad a los registros actuales, en donde no existe planes de carácter estratégico previo.

A lo largo del desarrollo de este trabajo, hemos podido observar la relación que tienen los recursos cuando se presenta este tipo de fenómeno. Es correcto entonces enfocarse en el tratamiento de cada uno de ellos que en su conjunto lograrán cumplir con los objetivos de este estudio.

4.1.4.1 Consideraciones

La escasez de agua limpia se debe principalmente a la deforestación, contaminación por drenajes, basura, agroquímicos. Por eso se desarrollan obras pequeñas que sirven para la conservación y recuperación del agua y del suelo también.

Existen varias obras que se pueden llevar a cabo para la conservación y restauración de cuencas y microcuencas. Este tipo de obras se han aplicado en el proyecto agua compartida para todos por parte del Grupo de Estudios Ambientales, Asociación Civil en Guerrero, México por ejemplo y su aplicación puede complementarse o limitarse a ciertas acciones, dependiendo del campo de aplicación.

Las cuencas y microcuencas tienen dos partes fundamentales para su funcionamiento, altas y bajas.

Las partes altas son de gran importancia ya que son la zona de captación de lluvias y recarga de los acuíferos, aquí se desarrollan los manantiales, arroyos, etc. Las laderas son las partes intermedias que unen las cuencas altas y bajas.

En las cuencas bajas es en donde se almacena el agua para su posterior aprovechamiento. Hay distintos factores que hacen que cada cuenca sea diferente de las otras y su captación de aguas dependerá de los mismos.

Es por ello que cualquier trabajo se aplique a las mismas tendrá que ir de acuerdo q todos los factores que caracterizan a esa cuenca. Considerando todos los factores que caracterizan a la cuenca alta del río Mira, y teniendo en cuenta los distintos problemas que tienen que ver con la sequía, se propone el siguiente plan de medidas que es de fácil aplicación pero de alto rendimiento efectivo para el propósito de este trabajo.

4.1.4.2 Reforestación de la zona

La reforestación de la zona de estudio es una de las primeras acciones a realizar cuando se pretende la mitigación de sequías. La reforestación con plantas nativas ayudan a retener el agua, ya que con sus raíces abren el suelo y facilitan la infiltración de la lluvia, de igual manera detienen la tierra e impiden que la lluvia golpee con fuerza al suelo y se lo lleve, evitando así la erosión pluvial antes mencionada, y en general los problemas que de no presentarse esta medida se trasladarían al suelo.

Otro factor que es beneficioso de la reforestación es que las hojas que mueren y caen al suelo, de la vegetación a implementarse, forman un “colchón” que brinda una protección extra al suelo además de abonarlo simultáneamente.

En las partes altas de las cuencas es en donde empieza la filtración del agua de lluvia, cuando hay presencia de árboles, y vegetación en general, el agua baja despacio y empieza a filtrarse en el suelo, en el caso en donde no se cuenta con vegetación el agua caerá con fuerza arrastrando todo este material.

Figura 10.- *Ejemplo de reforestación para mitigación de sequía*



Fuente: Internet

4.1.4.3 Zanjas Trincheras con reforestación

Este tipo de obras consisten en pequeñas excavaciones en la tierra que captan el agua de lluvia que proporciona humedad a los árboles. La captación del agua se infiltrará poco a poco en el subsuelo recargando fuentes de agua laderas abajo.

Figura 11.- *Ejemplo de aplicación de Zanjas Trincheras con reforestación*



Fuente: Internet

4.1.4.4 Implementación de Tecorrales

En la parte de las laderas el objetivo principal es lograr que no se produzca deslave del suelo, es por ello que se propone la construcción de tecorrales.

Los tecorrales son una especie de muros de gaviones que se plantan a nivel en praderas para detener el suelo, conservar la humedad y con el tiempo nivelar el terreno con la formación de gradas. Su construcción ayuda también a despedrar las tierras que se usan para el cultivo y aprovechar las mismas para su creación.

Figura 12.- *Ejemplo de aplicación de Tecorrales actuando como un muro de gaviones*

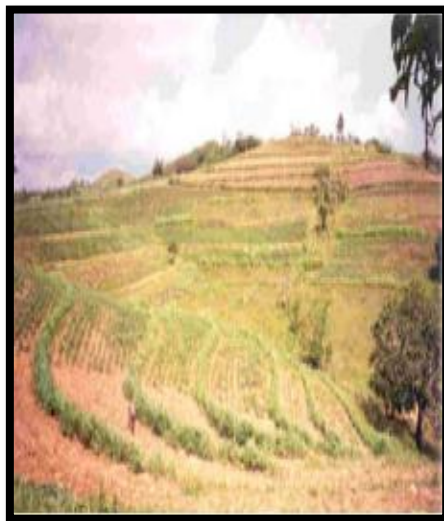


Fuente: Internet

4.1.4.5 Barreras vivas

Esta medida se trata del sembrío de vegetación en curvas de nivel que impiden el deslavamiento del suelo, humedad e infiltración del agua.

Figura 13.- *Ejemplo de aplicación de Barreras Vivas implantadas a curvas de nivel*



Fuente: Internet

4.1.4.6 Curvas a nivel

Son zanjas continuas excavadas siguiendo la orientación de las curvas de nivel en terrenos erosionados, sirven para frenar el deslave del suelo, captar el agua de lluvia, conservar la humedad y favorecer la filtración al subsuelo.

Figura 14.- *Ejemplo de aplicación de curvas a nivel para el cuidado de terrenos y mitigación de sequía*



Fuente: Internet

4.1.4.7 Prácticas agroecológicas

Las prácticas agroecológicas evitan que se contamine el agua y que los suelos sean más sanos, logrando así una mejor producción. Se fundamenta en frenar el uso de pesticidas y químicos para fomentar el uso de componentes orgánicos.

4.2 PLAN DE ACTUACIÓN CONTRA CONTAMINACIÓN DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO MIRA

Cuando nos referimos al factor contaminación sabemos que es un problema que aqueja no sólo al Ecuador, sino a todo el mundo e incluso no solo al recurso agua, la contaminación está en todo el entorno y por ello existen varios planes y normas que pretenden disminuir su impacto.

En nuestro caso en general hemos mencionado la norma Ecuatoriana que se exige para niveles de contaminación en el recurso agua, que es lo que directamente influye sobre la cuenca alta del río Mira, y también sobre el manejo de desechos sólidos no peligrosos ya que se cree importante tratar estos residuos, el porqué de ello están en que si no se controla este hecho la deposición de los mismos se da en cuerpos receptores que no están capacitados para su tratamiento, ya sean estos terrenos deshabitados o incluso el mismo río.

Ahora bien, a nivel nacional, existen normas de tratamiento para este tipo de contaminación. A lo largo de los años se ha ido desarrollando distintos procesos cuyo objetivo es mejorar el manejo de los desechos en todo el país. Debido a que la zona de estudio no presenta industrias grandes que puedan producir contaminación química severa para descarga en el río es que debemos concentrarnos en que medidas serán de utilidad, guiándonos en las condiciones y necesidades del sitio. Es así entonces que el accionar sobre la contaminación se enfocará en medidas específicas que complementen el plan de actuación para la mitigación de sequía anteriormente expresado.

4.2.1 MEDIDAS PROPUESTAS PARA MITIGACIÓN DE CONTAMINACIÓN

Debido al enfoque que se pretende dar al plan de actuación propuesto en este trabajo, las medidas a efectuarse serán de carácter estratégico, al igual que se expresó con las medidas contra sequía.

En cuanto a la contaminación hay medidas nacionales más elaboradas en comparación con el fenómeno de sequía, es por ello que la principal motivación era conocer bases de cómo se trata este fenómeno a nivel mundial e implementar medidas que mitiguen su impacto. Para la contaminación, por el contrario, no se pretende implementar acciones de gran escala y tampoco la implementación de nuevos criterios, lo que se busca es complementar el plan de actuación para que la contaminación de la cuenca alta del río Mira sea tratada en aspectos concisos y sobre todo posibles.

El proponer medidas de carácter masivo, como lo son planes de recolección de desechos o infraestructura desarrollada, involucra la participación de varias entidades y su complejidad no entra dentro de la propuesta de este plan. Es así entonces que para la contaminación de la cuenca alta del río Mira se pretenderá abarcarla dentro de dos puntos que serán: la concientización y capacitación de las comunidades para el manejo de desechos; y la implementación de tanques sépticos para aquellas comunidades que no tienen acceso al sistema de alcantarillado.

4.2.1.1 Concientización y Capacitación a la comunidad

El propósito del estudio de la normativa vigente para el tratamiento de los desechos sólidos no peligrosos es porque son estos desechos los que terminan en los ríos, agravando aún más su índice de contaminación. En la normativa, expuesta en el Capítulo III, se indican varios parámetros con respecto al correcto tratamiento que deberán darse a los desechos. Es por ello que en este punto, la capacitación de la comunidad aledaña al sitio de interés será de gran aporte para la disminución de contaminación del río.

La salud de todos los habitantes cercanos al río depende del grado de contaminación que disponga el mismo. No solo su salud se ve afectada por el mismo, la agricultura que forma parte fundamental para su actividad económica también se ve afectada por lo mismo por lo que la capacitación forma parte importante de este plan de actuación.

Además del papel preventivo que tiene la medida de capacitación propuesta, también cumple con uno de los requisitos más importantes que exige la EAE y es el cumplimiento de la integración de la población en las medidas que se proponen en el plan de actuación especial.

4.2.1.2 Implementación de Tanques Sépticos

Es necesario conocer ciertos detalles generales que caracterizan a los tanques sépticos y con ello conocer el por qué su implantación en la zona de estudio se presenta como una gran alternativa para la disminución de la contaminación en este plan de medidas.

a) Conceptos Generales

Desde tiempos inmemorables los ríos, lagos, mares recogen los desechos que son producidos por la actividad humana. Con el transcurrir del tiempo estos desechos han ido creciendo, incrementando el riesgo y problemática, por lo que es necesario tomar medidas pertinentes en el asunto.

Es quizás debido a la gran capacidad de purificación que presenta el agua que ha sido uno de los cuerpos más utilizados para el depósito de desechos, pero esta misma facilidad de regeneración del agua, y su aparente abundancia, hace que sea el vertedero habitual en el que arrojam los desechos producidos por nuestras actividades. Pesticidas, metales pesados, desechos químicos, etc. son vertidos en cuerpos de agua pudiendo ocasionar la contaminación de los mismos y con ello convertirse en dañinas para la salud humana. En la actualidad, las enfermedades cuyo origen provienen de las aguas residuales han tenido una gran acogida como uno de los principales problemas entre la población, especialmente las de las zonas rurales, que se encuentran aledañas a los cuerpos de agua y utilizan este recurso para varias actividades, como es el caso de la cuenca alta del río Mira, donde el poco conocimiento de los peligros que conlleva el arrojar agua residual de origen doméstico sin ningún tipo de tratamiento a los cuerpos de agua lo hace fácilmente vulnerable a innumerables enfermedades en las que pueden terminar este acto. Cabe mencionar que el daño no sólo se representa directamente sobre la persona que da consumo a estas aguas contaminadas, existe también una gran influencia sobre el ecosistema en general ya que la flora y fauna del cuerpo de agua se ve afectada severamente.

Las unidades que se utilizan para dar tratamiento a las aguas residuales varían en muchos factores, hay de distinto tipo, clase, costo, etc. es importante recalcar que el nivel de tecnología de las mismas depende de muchos factores, entre los más importantes la ubicación de los mismos en caso de que se ubiquen en zonas rurales, en estas zonas el uso de tecnología es muy limitada y no es muy factible por diferentes motivos.

b) Diseño de Tanque Séptico

i. Introducción

La idea principal que se pretende al desarrollar tanques sépticos es que su uso común se dirigirá al tratamiento de las aguas residuales de las familias que habitan localidades que no cuentan con servicios de alcantarillado o que la conexión al sistema alcantarillado les resulta costosa por la lejanía de su ubicación. El uso de tanques sépticos se permite en localidades rurales, urbanas y urbano-marginales, dentro de las cuales se encuentra la población aledaña a la cuenca alta del río Mira.

Las aguas residuales pueden proceder exclusivamente de las letrinas con arrastre hidráulico o incluir también las aguas grises domésticas (aquellas que se generan en duchas, lavaderos, etc.). Resulta muy útil la idea de implantación de tanques sépticos ya que con su sistema de eliminación de efluentes presenta muchas ventajas al alcantarillado tradicional. No obstante su costo es mayor en comparación a la mayoría de los sistemas de saneamiento in situ. También requiere agua corriente en cantidad suficiente que permita el arrastre de todos los desechos a través de los desagües hasta el tanque. (UNATSABAR, 4)

Los desechos de las letrinas con arrastre hidráulico, y posiblemente de las cocinas y baños también, llegan a través de desagües a un tanque séptico estanco y herméticamente cerrado, donde son sometidos a tratamiento parcial. Tras un cierto tiempo, entre 1 y 3 días generalmente, el líquido parcialmente tratado sale del tanque séptico y se elimina, a menudo en el suelo, a través de tanques de percolación o de zanjas de infiltración. Muchos de los problemas que plantean los tanques sépticos se deben a que no se tiene suficientemente en cuenta la eliminación del efluente procedente del tanque séptico.

Uno de los principales objetivos del diseño de los tanques sépticos es crear dentro de este una situación de estabilidad hidráulica, en donde se produzca la sedimentación por gravedad de las partículas pesadas. El material sedimentado formará una capa de lodo en la parte inferior del tanque, que deberá ser extraída periódicamente. La eficiencia de la eliminación de los sólidos por sedimentación puede alcanzar valores significativos, Majumder y sus colaboradores (1960) informaron de la eliminación de hasta el 80% de los sólidos en suspensión en tres tanques sépticos de Bengala occidental, y se han descrito tasas de eliminación similares en un tanque cerca de Bombay. Sin embargo, estos resultados se ven sujetos directamente en el tiempo de retención, los dispositivos de entrada y salida y la frecuencia con la que se extraen los lodos. En el caso en que llegan grandes cantidades de líquido repentinamente, la concentración de sólidos en suspensión en el efluente puede aumentar temporalmente, debido a la agitación de los sólidos ya sedimentados anteriormente. (UNATBASAR, 4)

La grasa, el aceite y otros materiales menos densos que flotan en la superficie del agua, llegan a formar capas de espuma que pueden endurecerse de manera considerable. El líquido pasa

por el tanque séptico entre dos capas constituidas por la espuma y los lodos. La materia orgánica contenida en las capas es descompuesta por bacterias anaerobias, mientras que otra parte significativa se convierte en agua y gases.

Los lodos que se acumulan en la parte inferior del tanque séptico se compactan debido al peso del líquido y a los sólidos que soportan, por ello su volumen es mucho menor que el de los sólidos contenidos en las aguas servidas no tratadas que llegan al tanque. Las burbujas de gas que ascienden a la superficie crean cierta perturbación en la corriente del líquido. La velocidad del proceso de digestión aumenta con la temperatura, llegando a alcanzar temperaturas máximas de 35°C. Es importante tener cuidado en el empleo de desinfectantes ya que el hacerlo en cantidades desmesuradas hace que mueran las bacterias, inhibiendo así el proceso de digestión.

Varias transformaciones químicas se dan en el líquido que contiene el tanque séptico, aunque pocos son los datos sobre la destrucción de agentes patógenos. Tanto Majumber y sus colaboradores (1960) hallaron que, aunque los tanques sépticos analizados habían logrado destruir hasta el 90% de huevos de anquilostomas y *Ascaris*, en términos absolutos el efluente aún contenía grandes cantidades de huevos viables que estaban presentes en el 90% de las muestras.

Debido a que el efluente de los tanques sépticos es anaerobio y contiene un elevado número de agentes patógenos, no debe usarse para regar cultivos ni descargarse canales o aguas superficiales sin permiso previo de la autoridad sanitaria, de acuerdo al reglamento nacional

vigente. Es importante considerar este hecho debido a que la principal actividad económica en esta zona es la agricultura.

ii. Definiciones

- *Aguas servidas.*- Son todas las aguas de alcantarillado ya sean de origen domésticos (aguas de las casas habitación, edificios, comerciales, etc.) o industrial, una vez que han sido utilizadas por el hombre.

- *Afluente.*- Líquido que llega a una unidad o sitio determinado, por ejemplo el agua que llega a una laguna de estabilización.

- *Cámara o compartimiento.*- Compartimiento estanco, en que se divide el tanque séptico para mejorar el tratamiento que se da a las aguas residuales.

- *Caudal.*- Se conoce como el volumen de agua que pasa por un punto dado por unidad de tiempo. Se expresa generalmente en unidades de l/s o m³/s.

- *Efluente.*- Líquido que sale de una unidad o lugar determinado, por ejemplo el agua que sale de una laguna de estabilización después de dado el proceso.

- *Lodos.*- Sólidos en conjunto que se encuentran en el fondo del tanque séptico.

- *Nata*.- Sustancia de consistencia espesa que se forma sobre el agua almacenada en el tanque séptico. Se encuentra compuesta por residuos grasos y otro tipo de desechos orgánicos e inorgánicos que flotan debido a su densidad inferior al agua.

- *Sólido sedimentable*.- Partícula presente en el agua residual que se caracteriza por la propiedad de precipitar fácilmente.

- *Tanque Séptico*.- Sistema de tratamiento de aguas residuales domésticos provenientes de una vivienda o conjunto de viviendas que combina la separación y digestión de lodos.

iii. Consideraciones

Es importante que cuando se consideran distintas alternativas como propuesta para la solución de un problema se conozcan claramente las ventajas y desventajas que ofrecen cada una de ellas, sólo así se asegurará de cierta manera que la decisión tomada es la más factible y beneficiosa en todo sentido para aplicarse. Siendo así analizamos las ventajas y desventajas que ofrecen los tanques sépticos para el tratamiento de aguas residuales domésticas, antes de decidir emplear esta unidad en una determinada localidad.

a) Ventajas

- Es importante considerar que esta opción es apropiada para comunidades rurales.
- Su limpieza no deberá de llevarse de forma frecuente.

- Los costos que exige su construcción y operación son bajos.
- El proceso de operación y mantenimiento exige un mínimo grado de dificultad si se cuenta con infraestructura de remoción de lodos.

b) Desventajas

- La capacidad de uso se ve limitada hasta un máximo de 350 habitantes.
- Su buen desempeño se ve limitado a la capacidad de infiltración del terreno que permita disponer adecuadamente los efluentes en el suelo.
- Requiere facilidades para el proceso de remoción de lodos (camiones con bombas de vacío por ejemplo).

Como hemos observado, luego del conocimiento general que involucra la implementación de tanques sépticos, sus ventajas y desventajas, la aplicación de los mismos en la zona ofrece una alternativa muy favorable cuando se trata del tratamiento de aguas residuales que consecuentemente disminuirán la contaminación. El objetivo del mismo será el de cumplir con los límites de descarga que exige el TULAS, como marco legal ecuatoriano, para los distintos usos que se da al recurso agua en la cuenca alta del río Mira.

Estas dos medidas complementan el plan de actuación propuesto para este trabajo. Se espera que el mismo sea un indicio para la ampliación del alcance de cuidado ambiental en el Ecuador, estos fenómenos se intensifican con el pasar del tiempo y es debido a la actividad humana que se han originado. Con el estudio de programas adicionales y la propuesta de estas

medidas la sostenibilidad ambiental toma un papel más importante en la cuenca alta del río
Mira que podría ampliarse a lo largo de todo el país.

CAPÍTULO V

5.1 CONCLUSIONES

- La sequía y contaminación de ríos son fenómenos naturales que aquejan a todo el planeta. La cuenca alta del río Mira se ve afectado por los mismos por lo que la consideración de planes que luchen contra sus efectos son necesarios.
- En el Ecuador existen distintos estatutos legales que permiten la mitigación de los fenómenos de sequía y contaminación, aunque el problema de contaminación ha sido abarcado con mayor enfoque en comparación al de sequía.
- Los fenómenos de sequía y contaminación han repercutido de manera negativa en el Ecuador, sus impactos se extienden a campos ambientales, sociales y económicos.
- Existen programas ambientales, aplicados internacionalmente, que complementados a los ecuatorianos, podrían brindar un mayor alcance al cuidado ambiental de los recursos naturales.
- La EAE y los PES forman parte de conceptos de evaluación ambiental y planes que se podrían incorporar al Ecuador. Su aplicación asegura el enfoque superior previo y preventivo de fenómenos naturales como la sequía.
- Las medidas implementadas en esta propuesta son de carácter preventivo y de gestión. Su aplicación permitirá la mitigación y reducción de intensidad cuando se presenten situaciones de sequía y contaminación en la cuenca alta del río Mira.
- Los recursos agua y suelo se ven fuertemente relacionados cuando se habla de sequía y contaminación. Su tratamiento conjunto asegura mejores resultados en cuanto a

sostenibilidad ambiental en la cuenca alta del río Mira y cualquier sitio que presente este tipo de riesgos en general.

- La desertificación y erosión en los suelos son problemas de influencia directa sobre el fenómeno de sequía. Su cuidado y prevención serán acciones directas a favor de la mitigación de sequías.
- Es necesario la implementación de planes hidrológicos, junto con estructura hidráulica, para la óptima implementación de PES. Su alcance no solo beneficiará a este fenómeno sino que brindará mayores alcances a distintos problemas ambientales que involucren al recurso hídrico.
- Los extensos períodos de sequía que aquejan a la cuenca alta del río Mira producen grandes consecuencias negativas en la vida diaria de las comunidades aledañas a la zona, la implementación de medidas que mitiguen este problema ofrece grandes beneficios en todo ámbito.
- La implementación de tanques sépticos ofrecen una gran alternativa cuando se pretende disminuir los índices de contaminación en la cuenca alta del río Mira. Su facilidad de aplicación y eficientes resultados los convierten en una opción favorable para aquellas zonas en donde el acceso al alcantarillado público se ve limitado por distintas causas.
- Los fenómenos naturales son impredecibles, la inconsciencia ambiental de la humanidad han hecho que su repercusión tenga efectos más negativos con el pasar del tiempo, los planes de actuación para prevención y actuación ante la presencia de estos fenómenos aseguran un futuro más sustentable junto con el buen accionar humano.

5.2 RECOMENDACIONES

- Las normas ambientales vigentes del Ecuador tratan los tipos de problemas citados en este trabajo aunque priorizan la contaminación sobre la sequía, se recomienda implementar medidas de cuidado superior para este fenómeno.
- Es recomendable la implementación de evaluaciones ambientales de alcances superiores como lo es la EAE. Su carácter de evaluación previa permite mayores consideraciones cuando se analizan los procesos de ejecución para los planes, programas o proyectos.
- Debido a los fundamentos planteados en este trabajo cualquier gestión y aplicación se ve sujeta a la autorización gubernamental, por lo que se recomienda considerar estos indicios para su análisis y en lo posible su consideración a ejecutarse.
- Se recomienda la concientización de las comunidades aledañas a la cuenca alta del río Mira en cuanto al manejo de desechos sólidos para la disminución de contaminación en la zona.
- Es necesario también la iniciación de planes hidrológicos que completados con obras hidráulicas aseguren un mejor cuidado al recurso hídrico. La información que se obtendrá de estos planes permitirán fijar parámetros de garantías más acertados a los PES.
- El INAMHI cuenta con varias estaciones meteorológicas e hidrometeorológicas distribuidas a nivel nacional, su extensión hacia otros puntos de referencia y el complemento de información para la realización de PES también son recomendables si se desea abarcar de manera nacional el problema de sequía y contaminación en

cuencas hídricas.

- Es recomendable la aplicación de estas medidas de gestión a toda cuenca hídrica que presente períodos de sequía severos. Su aplicación no incurre en inversiones elevadas ni tampoco una aplicación compleja, su simple práctica brindará resultados efectivos contra los problemas en suelos y ríos.
- Se recomienda realizar el estudio propuesto en este trabajo para todas las cuencas hídricas a nivel nacional. El conocimiento de los resultados priorizará las acciones urgentes a tomar y dará índices de acción para el cuidado ambiental generalizado.

BIBLIOGRAFÍA

Cañadas, L. El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador. Quito, Banco Central del Ecuador: Editores Asociados, 1983.

Cantón Mira. Parroquia La Concepción. 2006. 02 de 09 del 2012.

<<http://www.mira.ec/Paginas/Cantonmira/concepcion.aspx>>.

CIND (Comité Intergubernamental de Negociaciones sobre la Desertificación). Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación en los Países Afectados por Sequía Grave o Desertificación, en Particular en África (CLD). Nueva York: Naciones Unidas, 1994.

Custode, G., Valarezo, C. Los suelos serranos: características y sensibilidad a la erosión y capacidad de uso. Loja-Ecuador: Universidad Nacional de Loja, 2002.

Custode, G., Valarezo, C. Programa de especialidad en sistemas de información geográfica aplicados al ordenamiento territorial de cuencas hidrográficas. Loja-Ecuador, 2002.

Dirección Nacional de Biodiversidad y Áreas Protegidas –MAE-. Programa de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación y Mitigación de la Sequía. Quito, 2004.

Espinoza, Guillermo. Fundamentos de la Evaluación de Impacto Ambiental. Chile: BID, CED, 2001.

Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia del Carchi. Cantón Mira. 2012. 17 de 11 del 2012.

<http://www.carchi.gob.ec/index.php?option=com_k2&view=item&layout=item&id=54&Itemid=406>.

Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia del Carchi. Indicadores Cantón Mira. 2012. 17 de 11 del 2012.

<http://www.carchi.gob.ec/index.php?option=com_k2&view=item&id=158:indicadores-cant%C3%B3n-mira&Itemid=416>.

Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Mira. Río Mira. 31 de 03 del 2011. 21 de 08 del 2012.

<http://www.mira.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=19:rio-mira&catid=10:aturiticosn&Itemid=4>.

Gómez Orea, Domingo. Evaluación Ambiental Estratégica. Un instrumento para integrar el medio ambiente a la elaboración de planes y programas. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2007.

Hélie, O. & Iturburu S. Solidaridad familiar y movilidad espacial: Los dos pilares de las estrategias de sobrevivencia de las familias campesinas de la cuenca alta del río Mira. 2005.

Huttel, C., Zebrowski, C. & Gondard, P. Paisajes agrarios del Ecuador. Quito: IRD-IPGH-IFEA-IGM-PUCE, 1999.

I.G.M. - Instituto Geográfico Militar. Cartografía del Cantón Mira. Quito-Ecuador, 2012.

INEC. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. 2010. 22 de 09 del 2012 <http://www.inec.gob.ec/cpv/?TB_iframe=true&height=450&width=800%20rel=slbox>.

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Anuario Hidrológico 2009 – Nro. 47. Quito-Ecuador: SIGIHM, 2011.

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Anuario Meteorológico 2009 - Nro. 49. Quito-Ecuador: SIGIHM, 2012.

Kafka Kiener, Folke. Evaluación estratégica de proyectos de inversión. Lima: Universidad del Pacífico, 1995.

Manual Agropecuario. Tecnologías Orgánicas de la Granja Integral Autosuficiente (Fundación Hogares Juveniles Campesinos). 2002.

María Do Rosário Partidário. Conceptos, evolución y Perspectivas de la EAE. 2006.

Ministerio del Ambiente. Políticas Básicas Ambientales del Ecuador. Ecuador: Registro Oficial No. 456, 1994.

Ministerio del Ambiente. Reglamento sobre la Contaminación de Desechos Sólidos. Ecuador: Registro Oficial No. 991, 1992.

Ministerio del Ambiente. Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULAS). Ecuador, 2006.

Oñate, Juan José, et. al. Evaluación Ambiental Estratégica. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2002.

Pascual, Esther. Contaminación de los ríos. 15 de 07 del 2009. 28 de 10 del 2012.
<<http://www.elblogverde.com/contaminacion-de-los-rios/>>.

Porta, J., López, M., Roquero, C. et al. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. 1999.

Sánchez, C. Abonos orgánicos y lombricultura. 2003.

Pourrut, P., G. Gómez, A. Bermeo, A. Segovia y ORSTOM. Factores condicionantes de los regímenes climáticos e hidrológicos. En: (Pourrut, P. Edt.) Estudios de Geografía 7. El agua en el Ecuador. Clima, precipitaciones, escorrentía. Quito-Colegio de Geógrafos del Ecuador: Corporación Editora Nacional, 1995a.

Pourrut, P., O. Róvere, I. Romo, H. Villacrés y ORSTOM. Clima del Ecuador. En: (Pourrut, P. Edt.) Estudios de Geografía 7. El agua en el Ecuador. Clima, precipitaciones, escorrentía. Quito-Colegio de Geógrafos del Ecuador: Corporación Editora Nacional, 1995b.

Pourrut, P., J.F. Nouvelot y ORSTOM. Anomalías y fenómenos climáticos extremos. En: (Pourrut, P. Edt.) Estudios de Geografía 7. El agua en el Ecuador. Clima, precipitaciones, escorrentía. Quito-Colegio de Geógrafos del Ecuador: Corporación Editora Nacional, 1995.

Rodríguez Jaramillo, L. Tenencia de la tierra en los valles del Chota y de Salinas. Quito: FEPP, 1994.

Sadler and Verheem. Strategic Environmental Assessment Status, challenges and future directions. The Netherlands: Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment, The EIA Commission, 1996.

Sánchez-Moreno, Mariano Castro. La Evaluación Ambiental Estratégica. Lima, 2004.

Secretaría del Convenio de Biodiversidad. La Diversidad Biológica en las evaluaciones de impacto. 2006.

Thérivel y otros. Strategic Environmental Assessment. Londres: Earthscan Publications, 1992.

UNATSABAR. Guía para el diseño de Tanques Sépticos, Tanques Imhoff y Lagunas de Estabilización. Lima, 2005.

ANEXOS