

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA QUEBRADA ASHINTACO, CANTÓN QUITO, PROVINCIA PICHINCHA

Patricia Alexandra Albuja Mariño

Maestría en Sistemas de Gestión Ambiental; Escuela Politécnica del Ejército, Sangolquí, Ecuador

Erika Sofía Murgueitio Herrera

Carrera de Ing.Geografica y Medio Ambiente, Escuela Politécnica del Ejército, Sangolquí, Ecuador
esmurgueitio@espe.edu.ec

Resumen: En Ecuador, los bosques urbanos se han degradado debido al desarrollo de actividades antropogénicas lo cual ha generado problemas ambientales entre ellos contaminación del aire, agua, erosión de suelos y alteración de la cobertura vegetal; en la ciudad de Quito se encuentra la loma de “Guanguiltagua” considerado como el último reducto de bosque andino, está atravesado por 6 quebradas siendo la quebrada de Ashintaco la más representativa en biodiversidad, sin embargo no se cuenta con información ambiental actualizada, por esta razón la investigación tiene como objetivo proponer un plan de manejo previo al levantamiento de una línea base ambiental para la conservación de la misma. La metodología utilizada consistió de trabajos de campo y procesamiento de datos en escritorio. Se realizó recorridos para la valoración de agua, flora y fauna, en el componente agua se analizó diferentes parámetros físico-químicos en época de lluvia y sequía y con estos resultados se determinó el Índice de calidad de agua ICA y los índices de biodiversidad respectivamente. Para la evaluación de impactos ambientales se utilizó la Matriz de Leopold para establecer la afectación de las acciones humanas sobre el ambiente. Como resultado de la investigación se determinó que el ICA presenta valores entre 88,60 y 90 que señala que es una agua de calidad buena, los índices de Simpson y Shannon-Wiener indican valores de 1/12 y 2,06 demostrando que existe diversidad alta en flora y media en fauna respectivamente, el valor de la matriz de Leopold fue -24, manifestando que el ecosistema ha sufrido impactos negativos por las actividades recreativas. Por tanto se concluye el agua en estudio y la biodiversidad todavía se encuentran dentro de parámetros ambientalmente aceptables.

Palabras clave: biodiversidad, índice de calidad de agua, vertientes, quebrada, impacto ambiental.

Abstract: In Ecuador, urban forests have been degraded due to development of anthropogenic activities which has generated environmental problems like air and water pollution, soil erosion and alteration of vegetation cover; in the Quito city is located "Guanguiltagua" hill that is considered the last place to find the Andean forest. It is crossed by six ravines being Ashintaco the most representative for its biodiversity, however there is not date environmental information, for this reason the investigation has an objective to propose a management plan previous an environmental baseline for conservation of the same. The methodology consisted of field work and data processing desk. We conducted tours for valuing water, flora and fauna; in the water component the analysis was realized for physicochemical parameters during the rainy and dry season and with these results we determine the water quality index of ICA and biodiversity indices respectively. For environmental impact assessment was used to establish Leopold Matrix involvement of human actions on the environment. As a result of the investigation was determined that the ICA has values between 88.60 and 90 that indicates the water quality is good, the indices

of Simpson and Shannon-Wiener indicate values of 1/12 and 2.06 showing that there is high diversity of flora and medium diversity in fauna respectively, the value of the Leopold matrix was -24, stating that the ecosystem has suffered negative impacts from recreational activities. It is therefore concluded in water and biodiversity study are still within acceptable environmental parameters

Key words: biodiversity, water quality index, ravine, natural springs, environmental impact.

I. Introducción

Debido a la ubicación geográfica, latitudinal y condiciones climáticas, el Ecuador posee gran biodiversidad reflejada en la existencia de diversos tipos de ecosistemas, entre los que presentan mayor cambio está la vegetación interandina de la Sierra (Tobón,2009). Guanguiltagua es una loma cuya altura máxima es 2.988 m.s.n.m, posee especies de flora y fauna nativa y endémica presentes en su mayor parte en las quebradas existentes constituyendo fuente de placer estético y recreativo por lo que se consideran como parques (Balseca *et al*,2009),las quebradas son cauces de agua de difícil acceso, poseen un microclima más húmedo por lo que presentan una amplia biodiversidad y disminuyen la erosión del suelo (Tobón, 2009); la calidad del agua representada por las características de naturaleza física, química y biológica deben mantenerse dentro de ciertos límites que hagan posible su uso (López, 2002).

La quebrada Ashintaco no cuenta con datos de caracterización de los componentes abióticos y bióticos, debido a que no existen los recursos necesarios por parte de las Autoridades Municipales para realizar un estudio integral, además en el sector se ha sembrado gran cantidad de árboles de eucalipto que es una especie introducida que contribuye a la erosión del suelo, sin embargo no se cuenta con información sobre la afectación a la flora nativa de la quebrada, la intervención antrópica en el sector también ha generado afectación al ecosistema desconociéndose en términos reales cuáles han sido los efectos producidos sobre los factores ambientales lo cual dificulta realizar un control adecuado, al no existir un estudio del estado actual de los recursos naturales en la quebrada Ashintaco, se desconoce los cambios y evolución de los mismos debido a la inexistencia de un plan de manejo ambiental que contenga lineamientos y actividades que permitan asegurar la preservación del ecosistema. Como metodología para la investigación del elemento abiótico se realizaron 10 recorridos en el campo con toma de muestras de agua de dos vertientes para el análisis físico-químico; además se utilizó el ÍCA (NSF) el cual emplea para su cálculo una ecuación de tipo multiplicativo (Torres,1996);cabe mencionar que un índice de calidad de agua es una manera simple de interpretar un numero de parámetros para establecer el estado actual y calidad del agua (Valcarcel; Alberro & Frías,2010). Para la caracterización de la biodiversidad se utilizó información bibliográfica y listas de chequeo ecológico además del cálculo de índices de diversidad Simpson y Shannon – Wiener los cuales permiten cuantificar e interpretar de manera sencilla la diversidad(Quiroga,2007); la evaluación de impactos ambientales se realizó a través de la matriz de Leopold realizando el análisis de cada acción y su potencial impacto sobre los elementos ambientales; además se utilizó los lineamientos del Ministerio de Ambiente para estructurar seis programas que promuevan la conservación. Los resultados obtenidos de las muestras de agua físico-químicos al igual que los valores de índices de calidad calculados, indican que las aguas ubicadas al interior de Guanguiltagua poseen buena calidad, la flora tiene diversidad alta y la fauna tiene diversidad media, los impactos negativos afectan a la

quebrada en especial a flora; tomando en cuenta que las acciones relacionadas con la visita desorganizada de personas generan la mayor cantidad de impactos se propuso al Ecoturismo como una alternativa de desarrollo sostenible que en conjunto con una capacitación permitirá la concienciación para promover la valoración y uso racional de recursos naturales.

II. Metodología

2.1. Componente abiótico: Agua

2.1.1 Trabajo de campo

Se realizó salidas de campo para diagnosticar y evaluar los posibles lugares donde se tomarían las muestras de agua y se elaboró un cronograma de tres meses con un número establecido de diez visitas al sector de estudio. Entre los meses de mayo a julio se identificaron en total 4 vertientes de las cuales se seleccionaron 2 debido a la operabilidad de éstas, posteriormente se registró su posición a través del uso de GPS (Global Positioning System) con estos datos se elaboró un mapa georeferenciado con la ubicación su ubicación. Por efectos de logística, presupuesto, tiempo y al ser un trabajo inicial se consideró tomar en total 3 muestras puntuales del agua de las vertientes siendo : i) vertiente 1 a 2885 m.s.n.m, se tomó dos muestras una en época de lluvia (mayo 2012) y otra en época de sequía (julio 2012) , ii) vertiente 2 a 2889 m.s.n.m en época de sequía (julio 2012). En el Laboratorio de Medio Ambiente de la Escuela Politécnica del Ejército se realizaron análisis de potencial Hidrógeno (pH) , sólidos totales disueltos (TDS), conductividad, alcalinidad, temperatura, oxígeno disuelto, demanda biológica de oxígeno (DBO₅), demanda química de oxígeno (DQO), nitratos, fósforo total, coliformes fecales, dureza, color y turbidez , estos datos se compararon con el laboratorio acreditado de Facultad de Química de la Universidad Central del Ecuador con fines de control de calidad.

Con los resultados de los análisis se realizó la interpretación en base a los límites permisibles establecidos en el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria TULAS, Libro VI Anexo 1, Tabla 1 y el cálculo del Índice de Calidad de Agua

2.1.2. Trabajo de escritorio

Con los resultados obtenidos de los parámetros físico-químico ambientales se determinó el índice de calidad de agua para lo cual se utilizó la metodología ICA-NSF (Índice de calidad del agua-National Sanitation Foundation USA) a través de la aplicación de la fórmula para cálculo del ICA, en inglés WQI, el valor obtenido se interpretó acuerdo a los rangos establecidos por la metodología ICA: 0 – 25 muy mala calidad, 26-50 mala calidad, 51-70 mediana calidad, 71-90 buena calidad y de 91 a 100 excelente calidad. Ver Ec.1

$$WQI = \sum_{i=1}^N QiWi$$

Ec. 1

2.2. Componente biótico

2.2.1 Trabajo de campo flora

Se realizó una lista de chequeo para la comparación de las especies de flora listadas por el Parque Metropolitano Guanguiltagua en el año 2009, para ello se procedió al conteo en un transecto lineal de 100 metros de largo por 4 metros de ancho en la quebrada Ashintaco.

2.2.2. Trabajo de escritorio

Con los datos correspondientes a lista de chequeo y conteo en el campo de especies de flora se procedió a calcular la diversidad a través del índice de Simpson cuya fórmula cita (Villarreal *et al*, 2006), ver Ec. 2

$$D = \sum pi^2 \quad Ec. 2$$

2.2.3 Trabajo de campo fauna

Se utilizó la información secundaria obtenida del estudio de Áreas Naturales del Distrito Metropolitano de Quito (MECN 2010), además se consultó el listado de especies de aves obtenido de los folletos elaborados por el Parque metropolitano Guanguiltagua y el Consorcio Vida para Quito; una vez conocidas las especies existentes en el sector se procedió a la verificación y observación de especies dentro del mismo transecto lineal antes descrito, además en cada recorrido efectuado por el sector se evidenció la existencia de especies de fauna en especial aves.

2.2.4. Trabajo de escritorio

En base a los datos de la información secundaria de fauna se utilizó el índice de Shannon-Wiener con la fórmula citada por (Villarreal *et al*, 2006), ver Ec.3

$$H = - \sum pi \log pi \text{ y } \sum pi = 1 \quad Ec. 3$$

2.3 Componente Social

Se aplicó como instrumento la entrevista y visitas a la comunidad.

2.4 Evaluación de impactos ambientales

Se aplicó la Matriz causa-efecto del Dr. Luna Leopold, utilizando rangos de valoración de 1 a 10 para magnitud e importancia de cada acción y factor ambiental.

III. Evaluación de Resultados y Discusión

3.1 Componente abiótico

3.1.1 Caracterización físico química del agua

Las aguas encontradas en las vertientes 1 y 2 del sector en estudio de acuerdo a los resultados de los análisis en laboratorio y al índice de calidad de agua demuestran que la calidad del agua es buena, adicionalmente se comparó con los límites permisibles de la normativa ambiental TULAS, libro VI , anexo 1, tabla 1 y estos se encuentran bajo los

valores permisibles. Los resultados de la vertiente 1 en época de sequía presenta valores más altos por la concentración de sales minerales. Al comparar la vertiente 1 con la vertiente 2 en época de sequía, 11 de los 15 parámetros analizados sufrieron incremento en relación a los valores obtenidos en época de lluvia, se puede mencionar la dureza, que tuvo un ligero aumento en concentración de calcio debido al contacto en las profundidades con piedras y arena; sin embargo aún con el valor más alto de 86 mg/l el agua se considera como suave es decir no tiene una concentración alta de calcio y magnesio por lo que sería apta para potabilizar o para lavado de ropa; en época de lluvia los parámetros con un valor menor fueron fosfatos, pH, nitratos debido a que tienen mayor influencia de hojarasca y tierra (ver Tabla 1).

Tabla 1. Resultados parámetros físico-químicos de las vertientes 1 y 2

Parámetro	Unidad	Tulas		Vertiente 1 Lluvia	Vertiente 1 Sequía	Vertiente 2 Sequía
		Libro VI	Anexo 1			
		Tabla 1 ^a				
Color	HAZEN	100		228	594	55
Dureza	mg/l CaCO ₃	500		72	86	67
Alcalinidad	mg/l CaCO ₃	-		250	84	82
Turbidez	UTN	100		39	369	69
Sulfatos	mg/l SO ₄	400		6	21	6
Fosfatos	mg/l	-		2,12	1,11	0,3
pH		6-9		7	6,9	7,1
DBO ₅	mgO ₂ /l	2		11	14	6
DQO	mgO ₂ /l	-		32	48	11
Nitratos	mg/l	10		3,1	2,3	0,8
Oxígeno disuelto	mg/l	no < 6		4,6	4,6	4,1
Conductividad	µS/cm	-		158	195	166
Sólidos totales disueltos	mg/l	1000		116	121	103
Coliformes fecales	NMP/100ml	600		7,8	< 1,8	< 1,8
Temperatura	°C	(+ o - 3)		11	11	12

a. Aguas de consumo humano y uso doméstico que requieren tratamiento convencional
Fuente: Laboratorio OSP Facultad de Química, Universidad Central del Ecuador

1.2. Índice de calidad de agua ICA (NSF)

Se obtuvo como resultado que las 2 vertientes presentan calidad de agua buena con valores que van de 88,60 a 90/100 como se muestra en la figura 1.

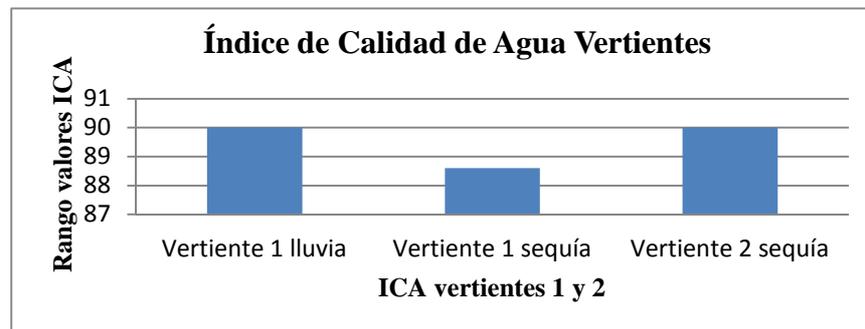


Figura 1. Valores ICA de las vertientes 1 y 2

En conclusión los valores resultantes de calidad de agua coinciden con los análisis de parámetros físico químicos cuyos resultados demostraron que las aguas de las vertientes del sector donde se ubica la quebrada Ashintaco no se encuentran contaminadas, por lo que sería posible el uso por parte del ser humano previo una purificación menor al igual que para cultivos que requieran de alta calidad de agua.

2. Componente abiótico

2.1 Caracterización de Flora

Una vez realizado el proceso de observación y conteo se identificaron un total de 17 familias; las más abundantes corresponden a las familias Poaceae (*Pennisetum clandestinum*, *Cyperus sp*), Fabaceae (*Lupinus pubescens*, *Trifolium repens*) y Rosaceae (*Lachemilla orbiculata*) seguida de Verbenaceae (*Duranta triacantha*, *Cornutia obovata*) y Asteraceae (*Baccharis polyantha*, *Antennaria pulcherina*); ver figura 2.

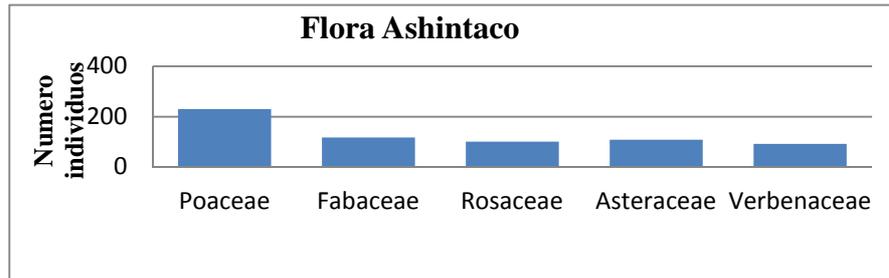


Figura 2. Número de individuos por familia en la quebrada Ashintaco

2.1.1 Determinación de la diversidad en flora (Índice de Simpson)

Con un número de 17 familias; 25 especies y un total de individuos de 847 se obtuvo un valor de 1/12 por lo que se deduce existe una comunidad diversa, es decir si se toma un individuo aleatoriamente de la comunidad, no importa cuál sea su especie, la probabilidad de encontrar otra de la misma especie es 1 en 12.

$$D = \sum p_i^2 \quad D = 0,082 \quad D = 1/P_i^2 = 1/0,082 = 12,15$$

2.2 Caracterización de fauna

Se estableció que no existe presencia de mamíferos grandes, únicamente se observó un roedor que correspondería al ratón andino *Akodon mollis*; no se evidenció la presencia de anfibios ni reptiles sin embargo en el estudio del MECN- SA .DMQ. (2010), se registró un número de 18 individuos, las especies que fácilmente se encontraron en todas las visitas a la quebrada fueron aves en especial mirlo *Turdus fuscater*, palomas *Patagioenas fasciata*, tortolas *Zenaida auriculata* y colibríes como el quinde herrero *Colibri coruscans* y el colilargo *Lesbia victoriae*, se puede observar las clases existentes en Ashintaco (figura 3).

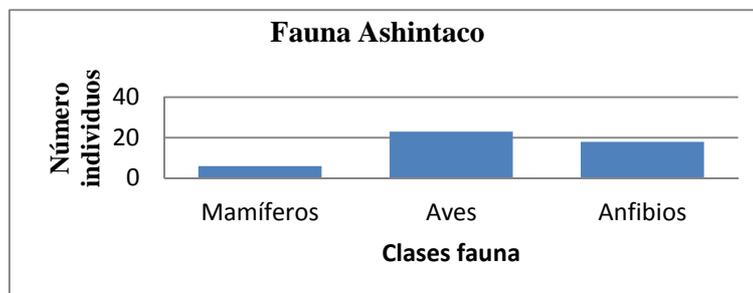


Figura 3. Número de individuos por clase de fauna quebrada Ashintaco

Fuente: MECN-DMQ.2010

La única especie considerada en peligro es la rana marsupial (*Gastrotheca riobambae*), sin embargo se reporta que en parque Guanguiltagua existen 5 sitios donde habita esta especie.

2.2.1 Determinación de la diversidad de fauna (Índice de Shannon-Wiener)

Con los datos numéricos de individuos obtenidos del estudio MECN - SA (DMQ). 2010, se procedió a calcular con un número total de 6 especies y 47 individuos el índice de Shannon Wiener obteniendo el siguiente resultado:

$$H = -\sum p_i \log p_i \text{ y } \sum p_i = 1 \quad H = -(-2,057) = 2,06$$

El resultado obtenido corresponde a una diversidad media, es decir existe la posibilidad de que a que diferentes individuos tomados al azar pertenezcan a diversas especies

c) Componente Social

La población cercana a la quebrada es la Comuna Miraflores que tiene una extensión de 5,8 hectáreas y 440 habitantes; posee una antigüedad de 60 años y 21 de haber obtenido razón social, anteriormente fue una hacienda agrícola cuyo propietario dividió la tierra en huasipungos. La Comuna está dirigida por un cabildo, cuentan con el servicio de electricidad y agua potable razón por la cual el agua de vertientes dejó de utilizarse hace 30 años, las familias utilizan pozos sépticos. Entre las actividades económicas están: 50% empleados del Parque Metropolitano, 20% guardaparques; 10% empresas privadas; 20% diversas actividades (reciclaje de botellas plásticas, costura, transporte escolar); en la actualidad de los 90 empleados del parque pertenecen a la comuna Miraflores.

3. Evaluación de impactos ambientales

3.1 Acciones

Se identificaron 6 acciones generales (ver tabla 2), que generan impacto sobre 8 factores ambientales, la mayor parte de afectación negativa se da por la actividad recreativa actual. Las acciones que generan efectos negativos sobre el medio son las relacionadas con modificación del régimen (cobertura vegetal y hábitats) con valores entre -232 y -290 además de los riesgos por incendios con un valor de -270 y las actividades turísticas con un valor de -164 debido a la desorganización con que se realizan en la actualidad debido a un escaso control e irrespeto a las normativas restrictivas de visita de senderos.

Tabla 2. Calificación Acciones EIA

Acciones	Modificación de Régimen			Transformaciones de la tierra y construcción	Renovación de fuentes		Eliminación y tratamiento de desperdicios	Accidentes	Actividades Turísticas		TOTAL	
	Modificación de hábitats	Alteración de la cobertura vegetal	Ruido e introducción de vibraciones extrañas		Reforestación	Reciclaje de desperdicio			Fosas sépticas, comerciales o domésticas	Manejo de basuras		Incendios
Negativos	-298	-338	-232	-313	0	0	-39	-36	-276	-160	-200	-1892
Positivos	24	48	0	114	565	428	128	323	6	196	36	1868
	-274	-290	-232	-199	565	428	89	287	-270	36	-164	-24

Fuente: autora

3.2 Factores Ambientales

Entre los factores ambientales (ver tabla 3), que registran mayor afectación negativa con un valor de - 133 está la compactación y asentamientos producida por la visita masiva de personas en especial los fines de semana; las aves y mamíferos debido al ruido de vehículos, ladrido de caninos y por la visita desorganizada presentan alteraciones; también las hierbas debido a la circulación de personas y bicicletas sufren deterioro; la eliminación de residuos sólidos constituye otro de los valores con alto impacto negativo alto debido a que no se realiza de manera adecuada el retiro de envases de comida, y sobre todo de heces de canes. En cuanto a factores con afectación positiva son los referidos a la recreación por parte del ser humano debido a la belleza escénica de Ashintaco que permite el contacto con la naturaleza y observación de flora y fauna; otro factor positivo es la generación de empleo en el sector principalmente para los habitantes de la comuna Miraflores.

Tabla 3. Calificación Factores EIA

Factores Ambientales		N° impactos		
		Negativos	Positivos	Sumatoria
Tierra	Suelo	-110	100	-10
Agua	Calidad	-90	80	-10
Atmósfera	Calidad	-150	140	-10
Procesos	Compactación y asentamientos	-161	28	-133
Flora	Arboles	-140	80	-60
	Arbustos	-140	80	-60
	Hierbas	-173	72	-101
Fauna	Pájaros (aves)	-260	190	-70
	Animales terrestres incluso reptiles	-250	190	-60
Recreativos	Excursión	-45	252	207
	Zonas de recreo	-45	252	207
Estéticos y de interés humano	Naturaleza	-220	290	70
Nivel Cultural	Empleo	0	78	78
Servicios e infraestructura	Eliminación de residuos sólidos	-108	36	-72
SUBTOTAL		-1892	1868	-24

Fuente: Autora

Una vez realizado el análisis de los resultados de caracterizaciones de agua, flora, fauna, además del componente social y evaluación de impactos ambientales se estableció el Plan de Manejo Ambiental para la quebrada Ashintaco con la propuesta de 6 programas cuyo eje principal es el desarrollo del Ecoturismo y generación de una conciencia ambiental a través de una capacitación que permita valorizar los recursos naturales y utilizarlos de manera responsable, en la figura 4 se observan las actividades propuestas.

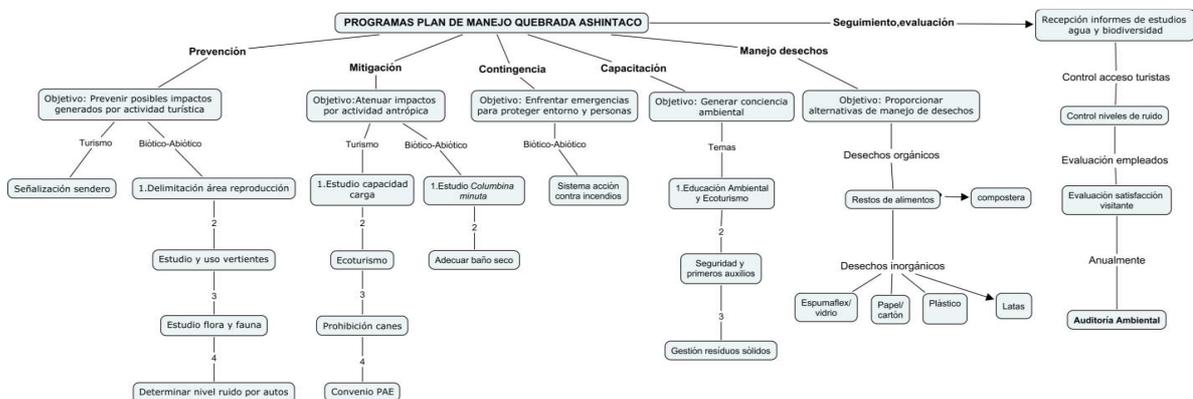


Figura 4. Programas y actividades del Plan de Manejo Ambiental

IV. Trabajos relacionados

Los valores del Índice de calidad de agua, obtenidos en las 2 vertientes estudiadas en el sector de Guanguiltagua demuestran que la calidad de agua es buena, en comparación con la calidad de las aguas de la quebrada Cruzhuaycu del sector de Conocoto según Carrera & Proaño (2012) encontraron que posee agua de mediana calidad lo que permitiría su uso previo tratamiento potabilizador, mientras que la quebrada Punhuaycu posee mala calidad de agua por lo que no se recomienda para consumo y la de Pagtiuco presenta un ICA de muy mala calidad por lo tanto es inaceptable su consumo humano como para riego. En el estudio realizado en el Río Coca según Soto & Reina (2012) determinó un ICA que refleja alto grado de contaminación en especial en la parte baja del río donde se registra actividades de agricultura, ganadería, extracción de material pétreo y descarga de aguas servidas lo cual no sucede en las vertientes 1 y 2. Yungán (2010) en su investigación sobre la calidad de agua en los afluentes de la microcuenca del Río Blanco en Chimborazo obtuvo un valor ICA de agua buena para los afluentes y regular en la desembocadura del río, existen diversas actividades que se han desarrollado en el sector entre ellas agricultura, crianza de animales, turismo entre otros que han generado afectación sin embargo no se registra contaminación fuerte. Se ha identificado que en la quebrada Ashintaco debido a la afectación negativa que se genera por la actividad antrópica es necesario la propuesta programas ambientales que permitan conservar la biodiversidad que coincide con Burbano, (2008) en su trabajo de “Plan de Manejo Ambiental para la quebrada Lavapies, Putumayo, que encontró que uno de los principales problemas ambientales es la contaminación en las fuentes hídricas, por lo que propone programas educativos y de capacitación que promuevan una cultura ambiental, al igual que en nuestra investigación.

V. Conclusiones y trabajo futuro

- La calidad de agua de las vertientes estudiadas se califica como buena de acuerdo al índice ICA que arrojó resultados entre 88,60 y 90/100, estableciendo que el agua podría ser utilizada para el consumo humano o para riego con un tratamiento purificador simple, los parámetros físico químicos de las aguas analizadas, apoyan el resultado del índice de calidad, observándose concentraciones adecuadas de oxígeno disuelto lo cual es importante ya que demuestra que no se trata de agua estancada.
- La flora existente en la quebrada Ashintaco es diversa de acuerdo al resultado del índice de Simpson con una probabilidad de 1 en 12 de encontrar dos individuos de la misma especie al azar, entre las especies dominantes están las familias: poaceae, fabaceae, asteraceae.
- Las aves son las especies más numerosas, diversas y representativas dentro del ecosistema de la quebrada, sobresalen los colibríes, el índice aplicado de Shannon establece una diversidad media de 2.06
- El impacto ambiental establecido a través de la matriz de Leopold es de - 24 por lo tanto es un resultado que demuestra que el ecosistema ha sufrido impactos negativos pero no al punto de causar deterioro del medio ambiente, los datos de calificación son apreciativos, en base a la observación del entorno y estado de los recursos naturales.
- En el sector de estudio se evidenció la inexistencia de una cultura ambiental adecuada por esta razón se establecieron actividades para poder preservar y conservar los recursos naturales de la quebrada a través de la capacitación.

- Si bien es cierto la diversidad y atractivo natural de la quebrada es evidente, no se desarrolla en la actualidad una visita responsable, por esta razón se propone al Ecoturismo como una alternativa para conservar los recursos naturales a través del uso racional y sostenido de los mismos.

VII. Referencias bibliográficas

- Balseca, M. Paredes, M. Balseca, S. y Ortega, S. (2009). *El Parque Educa*. Ecuador: Edición Parque Metropolitano Guanguiltagua-Consortio Ciudad Ecogestión.
- Burbano, I. (2008). *Plan de Manejo Ambiental para la quebrada Lavapies, Municipio de Suwindoy, Putumayo*. (Tesis de postgrado, Escuela Superior de Administración Pública) Recuperado de <http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF>
- Carrera, F. & Proaño, L. (2012). *Problemática hidrológica y sanitaria de las quebradas de Conocoto y propuestas de solución. Caso de estudio: Quebradas Cruzhuaycu, Punhuaycu y Pagtiuco*. (Tesis de Pregrado, Escuela Politécnica Nacional) Recuperado de <http://bibdigital.epn.edu.ec/browse?type=author&value=Carrera+Villacr%C3%A9s%2C+Felipe+Benjamin>
- Leopold, L. (2006). *A view of the river*. USA: Harvard University.
- López, M. (2002). *Manual de muestreo*. Quito: EMAAP-Q.
- Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales MECN y Distrito Metropolitano de Quito DMQ. (2010). *Áreas Naturales del Distrito Metropolitano de Quito. Diagnóstico Bioecológico y Socioambiental*. (Reporte Técnico N° 1). Quito-Ecuador: Imprenta Nuevo Arte.
- Quiroga, R. (2007). *Serie de manuales. Indicadores ambientales y de desarrollo sostenible: avances y perspectivas para América latina y el Caribe*. n° 55. Impreso por Organización de las Naciones Unidas.
- Soto, J. y Reina, E. (2012). *Análisis de la calidad del agua en la subcuenca del Río Coca*. (Estudio Técnico DNCA-DHN-12-01). Ecuador: Secretaría Nacional del Agua.
- Tobón, C. (2009). *Los bosques andinos y el agua*. (Serie investigación y sistematización #4). Quito: Programa Regional ECOBONA – INTERCOOPERATION, CONDESAN.
- Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza UICN y Cooperación Técnica Alemana GTZ (2002). *Planes de manejo, conceptos y propuestas*. Panamá: UICN-GTZ.
- Valcarcel, L. Alberro, N. y Frías, D. (2010). El índice de calidad de agua como herramienta para la gestión de los recursos hídricos. *Medio ambiente y desarrollo: Revista electrónica de la Agencia de Medio Ambiente Cuba*.
- Villarreal, M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina, M. & Umaña, A. (2006). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. (2da ed.). Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Yungán, J. (2010). *Estudio de la calidad de agua en los afluentes de la microcuenca del río Blanco para determinar las causas de la degradación y alternativas de manejo*. (Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo) Recuperado de <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/579>