

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**



**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
DIRECCIÓN DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN AGROECOLOGÍA Y AMBIENTE**

**Tema:**

-----  
"VALORACIÓN DEL ALMACENAMIENTO DE AGUA Y  
CARBONO ENTRE LAS ZONAS INTERVENIDAS Y NO  
INTERVENIDAS DE LOS HUMEDALES DEL PÁRAMO DE  
SACHAHUAYCO DEL CANTÓN MOCHA".  
-----

**Trabajo de titulación**

**Previo a la obtención del Grado Académico de Magister en Agroecología y  
Ambiente.**

**Autor:** Ing. Olguer Alfredo León Gordón

**Director:** Ing. Pedro Pablo Pomboza Tamaquiza Dr.

**AMBATO – ECUADOR**

**2014**

## **Al Consejo de Posgrado de la Universidad Técnica de Ambato**

El Tribunal de Defensa del trabajo de titulación presidido por el Ingeniero José Hernán Zurita Vásquez Magíster, Presidente del Tribunal e integrado por los señores: Ingeniero Giovanni Patricio Velástegui Espín Magíster, Ingeniero Saúl Eduardo Cruz Tobar Magister, Ingeniero Segundo Euclides Curay Quispe Magíster, Miembros del Tribunal de Defensa, designados por el Consejo Académico de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, para receptor la defensa oral del trabajo de titulación con el tema: **“VALORACIÓN DEL ALMACENAMIENTO DE AGUA Y CARBONO ENTRE LAS ZONAS INTERVENIDAS Y NO INTERVENIDAS DE LOS HUMEDALES DEL PÁRAMO DE SACHAHUAYCO DEL CANTÓN MOCHA”**, elaborado y presentado por el señor Ingeniero Olguer Alfredo León Gordón, para optar por el Grado Académico de Magister en Agroecología y Ambiente.

Una vez escuchada la defensa oral el Tribunal aprueba y remite el trabajo de titulación para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

.....  
Ing. José Hernán Zurita Vásquez Mg.  
Presidente del Tribunal de Defensa

.....  
Ing. Giovanni Patricio Velástegui Espín Mg.  
Miembro del Tribunal

.....  
Ing. Saúl Eduardo Cruz Tobar Mg.  
Miembro del Tribunal

.....  
Ing. Segundo Euclides Curay Quispe Mg.  
Miembro del Tribunal

## AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el trabajo de investigación con el tema: “**VALORACIÓN DEL ALMACENAMIENTO DE AGUA Y CARBONO ENTRE LAS ZONAS INTERVENIDAS Y NO INTERVENIDAS DE LOS HUMEDALES DEL PÁRAMO DE SACHAHUAYCO DEL CANTÓN MOCHA**”, le corresponde exclusivamente a: Ing. Olguer Alfredo León Gordón y el Ing. Pedro Pablo Pomboza Tamaquiza, Doctor, Director del trabajo de titulación; y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.

.....

Ing. Olguer Alfredo León Gordón

Autor

.....

Ing. Pedro Pablo Pomboza Tamaquiza Dr.

Director

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este trabajo de titulación como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los Derechos de mi trabajo de titulación, con fines de difusión pública, además autorizo su reproducción dentro de las regulaciones de la Universidad.

.....  
Ing. Olguer Alfredo León Gordón

C.C. 1802778421

## **DEDICATORIA**

*Este trabajo está dedicado a Dios por permitirme estar aquí y cumplir con otra meta más en mi vida. A mi esposa e hijos por el amor y comprensión quienes prefirieron sacrificar su tiempo para que yo pudiera cumplir con el mío, con su bondad y sacrificio me inspiraron para ser mejor cada día, ahora puedo decir que esta tesis lleva mucho de ustedes, gracias por estar siempre a mi lado. Con todo mi cariño para las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento para mis padres Carlos León e Hilda Gordón. A mis hermanos aunque la distancia nos separa por el momento siempre han estado pendientes de mí y mi familia dándome fuerzas para seguir adelante.*

## **AGRADECIMIENTO**

*A la Universidad Técnica De Ambato por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.*

*A mi Director de Tesis, Ingeniero Pedro Pablo Pomboza Tamaquiza Dr. por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, experiencia, paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mi investigación con éxito.*

*A mis maestros que compartieron su sabiduría, influyeron con su ética y sus consejos permanentemente para ser una persona de bien y preparada para los retos de la vida, a todos ellos les dedico cada una de estas páginas de mi tesis.*

*Al Ing. José Hernán Zurita Vásquez Mg. Decano de la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias por el apoyo brindado, Ing. Giovanny Patricio Velástegui Espín Mg., Ing. Saúl Eduardo Cruz Tobar Mg., Ing. Segundo Euclides Curay Quispe Mg.*

## INDICE GENERAL

Al Consejo de Posgrado de la Universidad Técnica de Ambato .....	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
<i>DEDICATORIA</i> .....	v
<i>AGRADECIMIENTO</i> .....	vi
INDICE GENERAL.....	vii
INDICE DE ANEXO .....	xi
INDICE DE FIGURAS.....	xi
INDICE DE TABLAS .....	xi
RESUMEN EJECUTIVO .....	xiii
EXECUTIVE SUMMARY .....	xiv
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO I.....	4
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
1.1 Tema.....	4
1.2. Planteamiento del Problema.....	4
1.2.1. Contextualización.....	4
1.2.2. Análisis crítico .....	6
1.2.3. Prognosis .....	8
1.2.4. Formulación del problema .....	10
1.2.5. Preguntas directrices .....	10
1.2.6. Delimitación del objeto de investigación.....	10
1.2.6.1. Delimitación espacial.....	10
1.2.6.2. Delimitación temporal.....	11

1.3 Justificación.....	12
1.4 Objetivos .....	14
1.4.1 Objetivo General .....	14
1.4.2 Objetivos Específicos.....	14
CAPÍTULO II .....	16
MARCO TEORICO.....	16
2.2. Fundamentación filosófica .....	26
2.3. Fundamentación legal .....	27
CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR .....	27
CAPITULO SEGUNDO: Derechos del Buen Vivir .....	27
SECCION PRIMERA: Agua y Alimentación .....	27
LEY DE GESTION AMBIENTAL, CODIFICACION .....	28
2.4. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES .....	29
2.4.1. AMBIENTE .....	29
2.4.2 Páramos .....	31
2.4.2.1. Los límites del páramo .....	32
2.4.2.2. Zona de producción o de amortiguamiento.....	33
2.4.2.3. Resiliencia .....	33
2.4.2.4. Hidrología .....	34
2.4.2.5. Valor de un Humedal .....	35
Valores de no uso .....	37
2.4.2.6. Valor total de un humedal .....	37
2.4.2.7. Valor social: equidad y significado social .....	38
2.4.2.8. Ecosistema de un Humedal .....	39
2.4.2.9. Composición de la Cobertura vegetal de los humedales.....	40
a. Zona de pajonales.....	40



b. Zona de chaparros .....	40
2.4.3. AGUA .....	41
2.4.3.1. Almacenamiento de agua .....	41
2.4.3.2. Calidad del agua.....	41
2.4.3.3. Cantidad del agua.....	43
2.4.4. CARBONO .....	44
2.4.4.1. Características del suelo.....	44
2.4.5. FLORA.....	47
24.6. SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA (SIG) .....	48
2.4.6.1. Importancia de los SIG.....	49
2.5. Hipótesis.....	50
2.6. Señalamiento de variables.....	50
Variable independiente.....	50
Variable dependiente.....	50
CAPÍTULO III.....	51
METODOLOGIA .....	51
3.1. Modalidad básica de la investigación .....	51
3.2. Nivel o tipo de investigación.....	52
3.5. Recolección de información.....	55
3.5.1. Delimitación del área de estudio .....	55
3.5.2. Toma de las muestras para el estudio de retención de agua y carbono.....	55
3.5.3. Procesamiento de la muestra para el estudio de agua y carbono .....	55
3.5.4. Las fórmulas que se utilizó para el cálculo de humedad volumétrica.....	57
3.5.4.1. Humedad Volumétrica .....	57
3.5.4.2. Densidad Aparente .....	57
3.5.4.3. Humedad Gravimétrica .....	57

3.5.5. Calidad del agua.....	58
3.6. Plan de procesamiento de la información .....	58
CAPITULO IV .....	59
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	59
4.1. AGUA .....	60
Análisis de Humedad Gravimétrica .....	60
Análisis de densidad aparente g/cm <sup>3</sup> .....	61
4.2. CARBONO .....	63
Materia orgánica.....	63
Carbono orgánico .....	65
4.3. ANALISIS DE FLORA .....	68
Zona de pajonales.....	68
Zona de bosques y chaparros .....	69
CAPÍTULO V .....	71
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	71
5.1. Conclusiones .....	71
5.2. Recomendaciones.....	75
CAPITULO VI.....	76
PROPUESTA.....	76
6.1. Datos Informativos.....	76
Tema:.....	76
Responsable Institucional: .....	76
Responsable técnico:.....	76
6.2. Antecedentes de la propuesta .....	76
6.3. Justificación.....	78
6.4. Objetivos .....	78

6.4.1. Objetivo General .....	78
6.4.2. Objetivos Específicos.....	79
6.5. Análisis de factibilidad.....	79
6.6. Metodología, modelo operativo .....	79
6.7. Administración.....	80
6.8. Previsión de la evaluación.....	80

### **INDICE DE ANEXO**

<b>ANEXO 1. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE AGUA Y CARBONO .....</b>	<b>86</b>
<b>ANEXO 2. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AGUA.....</b>	<b>87</b>
<b>ANEXO 3. FOTOGRAFÍAS DEL PÁRAMO, TOMA DE MUESTRAS DE AGUA Y CARBONO.....</b>	<b>88</b>

### **INDICE DE FIGURAS**

<b>FIGURA 1. ÁRBOL DE PROBLEMAS .....</b>	<b>7</b>
<b>FIGURA 2. CROQUIS DEL PÁRAMO DE SACHAHUAYCO, ZONAS INTERVENIDA Y NO INTERVENIDA.....</b>	<b>11</b>
<b>FIGURA 3. ESQUEMA DE SOBRESATURACIÓN DE LA MUESTRA DE TURBA POR 48 HORAS.....</b>	<b>56</b>

### **INDICE DE TABLAS**

TABLA 1. VARIABLES INVESTIGADAS.....	53
TABLA 2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CARBONO Y AGUA .....	59
TABLA 3. DATOS DE LABORATORIO DE HUMEDAD RAVIMÉTRICA... 60	
TABLA 4. ANÁLISIS DE LA PRUEBA T DE HUMEDAD GRAVIMÉTRICA PARA MEDIAS DE DOS MUESTRAS EMPAREJADAS. ....	61
TABLA 5. DATOS DE LABORATORIO DE DENSIDAD APARENTE .....	62

TABLA 6. ANÁLISIS DE LA PRUEBA T DE DENSIDAD APARENTE PARA MEDIAS DE DOS MUESTRAS EMPAREJADAS. ....	62
TABLA 7. DATOS OBTENIDOS EN LABORATORIO DE HUMEDAD VOLUMÉTRICA.....	63
TABLA 8. ANÁLISIS DE LA PRUEBA T DE HUMEDAD VOLUMÉTRICA PARA MEDIAS DE DOS MUESTRAS EMPAREJADAS. ....	64
TABLA 9. DATOS DE MATERIA ORGÁNICA .....	65
TABLA 10. ANÁLISIS DE LA PRUEBA T PARA CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA PARA MEDIAS DE DOS MUESTRAS EMPAREJADAS.....	65
TABLA 11. DATOS DE CARBONO ORGÁNICO .....	67
TABLA 12. ANÁLISIS DE LA PRUEBA T PARA CARBONO ORGÁNICO PARA MEDIAS DE DOS MUESTRAS EMPAREJADAS. ....	68
TABLA 13. CARACTERÍSTICAS DE LA CUBIERTA VEGETAL DE LA ZONA DE PAJONAL.....	69
TABLA 14. CARACTERÍSTICA DE LOS REMANENTES DE BOSQUES NATURAL DEL PÁRAMO DE SACHAHUAYCO.....	70

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
DIRECCIÓN DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN AGROECOLOGÍA Y AMBIENTE

**Tema:** “VALORACIÓN DEL ALMACENAMIENTO DE AGUA Y CARBONO ENTRE LAS ZONAS INTERVENIDAS Y NO INTERVENIDAS DE LOS HUMEDALES DEL PÁRAMO DE SACHAHUAYCO DEL CANTÓN MOCHA”.

Autor: Ing. Olguer Alfredo León Gordón

Director: Ing. Pedro Pablo Pomboza Tamaquiza Dr.

Fecha: 26 de Febrero-2014

**RESUMEN EJECUTIVO**

Ante la problemática del deterioro del páramo de Sachahuayco en el cantón Mocha, por el avance de la frontera Agrícola, se ha visto necesario realizar un estudio comparativo del impacto causado en relación a la retención de carbono y agua entre dos zonas; una intervenida con maquinaria agrícola y otra zona no intervenida. En los estudios realizados se evaluó la capacidad de retención de agua y carbono en las turberas del páramo de Sachahuayco, realizando análisis para determinar la cantidad de almacenamiento de estos recursos. Se realizó también un muestreo de árboles, arbustos y chaparros, análisis bacteriológico de agua en las dos zonas, la intervenida y no intervenida. En relación a la cantidad de agua retenida los resultados demuestran tener mayor capacidad de almacenamiento de agua en la zona no intervenida, de igual forma sucede con la cantidad de carbono almacenado que es superior en el área no intervenida. En cuanto a flora es mayor la presencia de árboles, arbustos y chaparros en la zona no intervenida ya que en la zona intervenida no existe presencia de árboles, arbustos, y encontramos muy pocos chaparros. En relación al análisis bacteriológico de agua se determinó que no existe coliformes totales en la zona no intervenida, y en la zona intervenida hay presencia de coliformes totales.

**Descriptor:** Arbustos, carbono, chaparros, flora, frontera agrícola, humedal, Sachahuayco. Turbera, zona intervenida, zona no intervenida.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
DIRECCIÓN DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN AGROECOLOGÍA Y AMBIENTE

**Subject: “VALUATION OF THE STORAGE OF WATER AND CARBON BETWEEN THE ZONES TAKEN PART AND NOT TAKEN PART OF THE HUMEDALES OF THE DESERT OF SACHAHUAYCO OF CORNER MOCHA”.**

Author: Ing. Olguer Alfredo León Gordón

Director: Ing. Pedro Pablo Pomboza Tamaquiza Dr.

Date: 26 of February 2014

**EXECUTIVE SUMMARY**

Before the problematic one of the deterioration of the desert of Sachahuayco in the Mocha corner, by the advance of the Agricultural border, one has been necessary to make a comparative study of the impact caused in relation to the retention of carbon and water between two zones; one taken part with agricultural machinery and another zone nontaken part. In the made studies the capacity of retention of water and carbon in the peat bogs of the desert of Sachahuayco was evaluated, making analysis to determine the amount of storage of these resources. A sampling of short trees, shrubs and, bacteriological water analysis in the two zones, the taken part one and not taking part was also made. In relation to the retained amount of water the results demonstrate to have greater capacity of water storage in the zone nontaken part, similarly happens to the amount of stored carbon that is superior in the area nontaken part. As far as flora the presence of trees is greater, short shrubs and in the zone nontaken part since in the taken part zone presence of trees, shrubs does not exist, and we found very few short ones. In relation to the bacteriological water analysis one determined that it does not exist coliformes totals in the zone nontaken part, and in the taken part zone there is presence of total coliformes.

Key words: Shrubs, carbon, dwarf, flora, agricultural, wetland, Sachahuayco. Peat, not intervened, intervened area.

## INTRODUCCIÓN

Los páramos forman un ecosistema estratégico gracias a las funciones primordiales para la sociedad que posee ya que son el principal regulador del sistema hídrico del país, que se utiliza en agua potable, agua para riego y agua para generación de electricidad.

Los páramos de nuestra Provincia y del Cantón Mocha especialmente, se consideran a las áreas que están sobre la cota de los 3.500 metros sobre el nivel del mar. Esto sucede en la realidad ya que la frontera agrícola ha avanzado hasta esas alturas que están cultivando generalmente, pudiendo variar algunos metros. En términos biológicos, los páramos constituyen una parte importante de la diversidad ecológica de un país relativamente pequeño como el Ecuador pero con una variedad ambiental y biológica maravillosa en relación a otros países que tienen páramos mucho más extensos.

El páramo es considerado como un ecosistema muy frágil pero también bastante sofisticado para el almacenamiento de agua y carbono, debido principalmente a la gran acumulación de materia orgánica y a la morfología de algunas plantas de páramo que actúan a manera de esponjas para retener el agua. Sin embargo, es necesario aclarar que los páramos no son fábricas de agua, como comúnmente se cree, sino que retienen y regulan los volúmenes de precipitación que reciben y que se caracterizan por no ser abundantes sino constantes a lo largo del año.

Cuando alteramos la vegetación del páramo por medio de prácticas agrícolas, ganaderas y forestales inadecuadas, deja de cumplir esas funciones. Los suelos se vuelven inestables y ya no cumplen la función de retenedores de materia orgánica, de agua y de nutrientes.

La presencia de una capa de plantas constantemente humedales importante para mantener una buena retención de agua durante las épocas secas. Cuando se quita

la vegetación, el suelo está predispuesto a secarse por la aumentada evaporación y, además, está expuesto a erosión directa.

Haciendo conciencia de esta problemática a nivel mundial, en la provincia de Tungurahua se ha ido trabajando en una ordenanza que regule y controle el avance de la frontera agrícola, la excesiva carga animal, la quema de pajonales, pero dando también alternativas a las personas que viven en los páramos para que puedan tener una vida digna que está enmarcada en el buen vivir, socializando la importancia de los páramos que nos dan el líquido vital y que lo óptimo es tener en cantidad y calidad. Para esto debemos realizar una conservación adecuada que nos permitan mantener un equilibrio armónico entre el hombre y el páramo.

En este sentido esta investigación se basa en el análisis de retención de agua y carbono en dos zonas juntas pero que la una zona fue intervenida con maquinaria agrícola, con ganadería, quema, y la otra zona que no tubo intervención, tomando muestras y realizando el análisis respectivo para comprobar si existe o no diferencia en la cantidad de retención de agua y carbono para poder sugerir o no que se realice conservación de páramos.

Para lo cual se ha planteado los siguientes capítulos:

Capítulo I, donde se describe el tema de investigación, planteamiento del problema de investigación donde que abarcó la contextualización en la que se reflejó la problemática a nivel mundial, de la Provincia de Tungurahua y de los páramos del cantón Mocha específicamente. Conteniendo también la prognosis, análisis crítico, formulación del problema, interrogantes, delimitación del objetivo de investigación, justificación y los objetivos a los que llegamos.

Capítulo II, compuesto por un marco teórico, que se dedicó a describir los antecedentes de la investigación, la fundamentación filosófica, fundamentación legal en la que se basó la investigación, las categorías fundamentales de la variable dependiente y de la variable independiente, la hipótesis y el señalamiento de variables de la hipótesis.



Capítulo III, donde se describe la metodología que contempló la modalidad de la investigación, el nivel o tipo de investigación, población y muestra, la Operacionalización de variables, el plan de recolección y procesamiento de la información de cada uno de los indicadores.

Capítulo IV, dedicado al análisis de los resultados de los análisis de las variables en estudio y la verificación de hipótesis.

Capítulo V, donde se realizaron las conclusiones y recomendaciones.

Capítulo VI, constituido por la propuesta que se enfocó en la identificación del problema, los trabajos y técnicas a aplicar para la conservación del páramo de Sachahuayco por parte de la Junta Administradora de Agua Potable Regional Yanahurco.

## **CAPITULO I**

### **EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1 Tema**

“VALORACIÓN DEL ALMACENAMIENTO DE AGUA Y CARBONO ENTRE LAS ZONAS INTERVENIDAS Y NO INTERVENIDAS DE LOS HUMEDALES DEL PÁRAMO DE SACHAHUAYCO DEL CANTÓN MOCHA”.

#### **1.2. Planteamiento del Problema**

De qué manera influye la retención de agua y carbono en el Páramo de Sachahuayco.

##### **1.2.1. Contextualización.**

El presente tema de investigación fue realizado en el Ecuador, Provincia de Tungurahua, cantón Mocha, en el páramo Sachahuayco de propiedad de la Junta Administradora de Agua Potable Regional Yanahurco donde existe dos áreas la una que sufrió la intervención de maquinaria agrícola y pastoreo de ganado bovino, para lo cual se procedió a romper la capa arable e incorporar pastos para alimentar a los animales y la otra área no tiene intervención, por esta razón con esta investigación se pretende demostrar si existe diferencia entre estas dos zonas en la cantidad de retención de agua y carbono, para de esta forma poder difundir el impacto positivo o negativo causado y concientizar a la población la

importancia de conservar el páramo y sus humedales especialmente como fuente de almacenamiento de agua y carbono.

Luteyn (1992), dice que los páramos son una parte importante de la realidad socioambiental ecuatoriana que ha cobrado recientemente la importancia que debió tener desde hace mucho tiempo. Esto es cierto también para el ecosistema en su extensión total en el planeta.

Luteyn (1992), igualmente menciona que la complejidad logística involucrada, la aspereza de su clima y su aparente homogeneidad ecológica y pobreza biológica pueden contarse entre las causas de este desequilibrio. Claro que tampoco es cierto que el conocimiento sobre el páramo sea nulo, actualmente se sabe bastante sobre la botánica, la zoología, la biogeografía y la fitosociología de los páramos; desgraciadamente, lo contrario es cierto, en grado ascendente, para su ecología, su socioeconomía y, consecuentemente, para su conservación y su manejo.

Con el estado de conocimiento actual parece difícil escribir sobre el estado en el que se encuentran los páramos ecuatorianos. Se necesita de mucha investigación en varios campos para poder evaluar los criterios básicos del estado del ecosistema. Además, no solo se trata de que no sepamos lo suficiente en muchos campos importantes sino que estamos hablando de un ecosistema heterogéneo que requiere de enfoques específicos para lugares distintos desde varios puntos de vista. De hecho, es complicado escribir en general sobre el estado en que se encuentra determinado ecosistema. Es necesario tener una línea base o un modelo contra el cual hacer la comparación, (Woodley, *et al.* 1993).

Los humedales se encuentran entre los ecosistemas más productivos del planeta, ayudan a mitigar inundaciones, retienen sedimentos, sustancias tóxicas y nutrientes, poseen una alta biodiversidad, controlan la erosión, almacenan carbono. Los humedales se ven afectados por el avance de la frontera agrícola generalmente disminuyen su capacidad de almacenamiento de agua y retención carbono. En gran medida esta decadencia es ocultada por los avances tecnológicos

que tienden a incrementar los rendimientos. Es por eso, la necesidad de crear conciencia sobre el problema de disminución de agua y retención de carbono en los humedales, para luego identificar y transferir las técnicas de conservación apropiadas, con la finalidad de ayudar a valorar lo que la madre naturaleza nos proporciona para la utilización y beneficio de todos nosotros.

Al realizar este proyecto de investigación se busca dar a conocer a toda la población circundante el valor ambiental y social que tienen las turberas al constituirse en reservorios naturales de agua y carbono, que hoy en día la ciencia y el hombre trata de suplir haciendo grandes represas que almacenan agua a un costo muy alto, pero no pueden almacenar carbono.

Este estudio fue viable porque existieron los implementos para realizar y esta información se divulgó y socializó con la directiva de la Junta Administradora de Agua Potable Regional Yanahurco, quienes son los encargados de trabajar en la conservación del páramo de Sachahuayco para brindar a la población beneficiaria un líquido en cantidad y calidad, los mismos que conocieron y se concientizaron del verdadero valor ambiental y social de un páramo, en el tema de retención de agua y carbono.

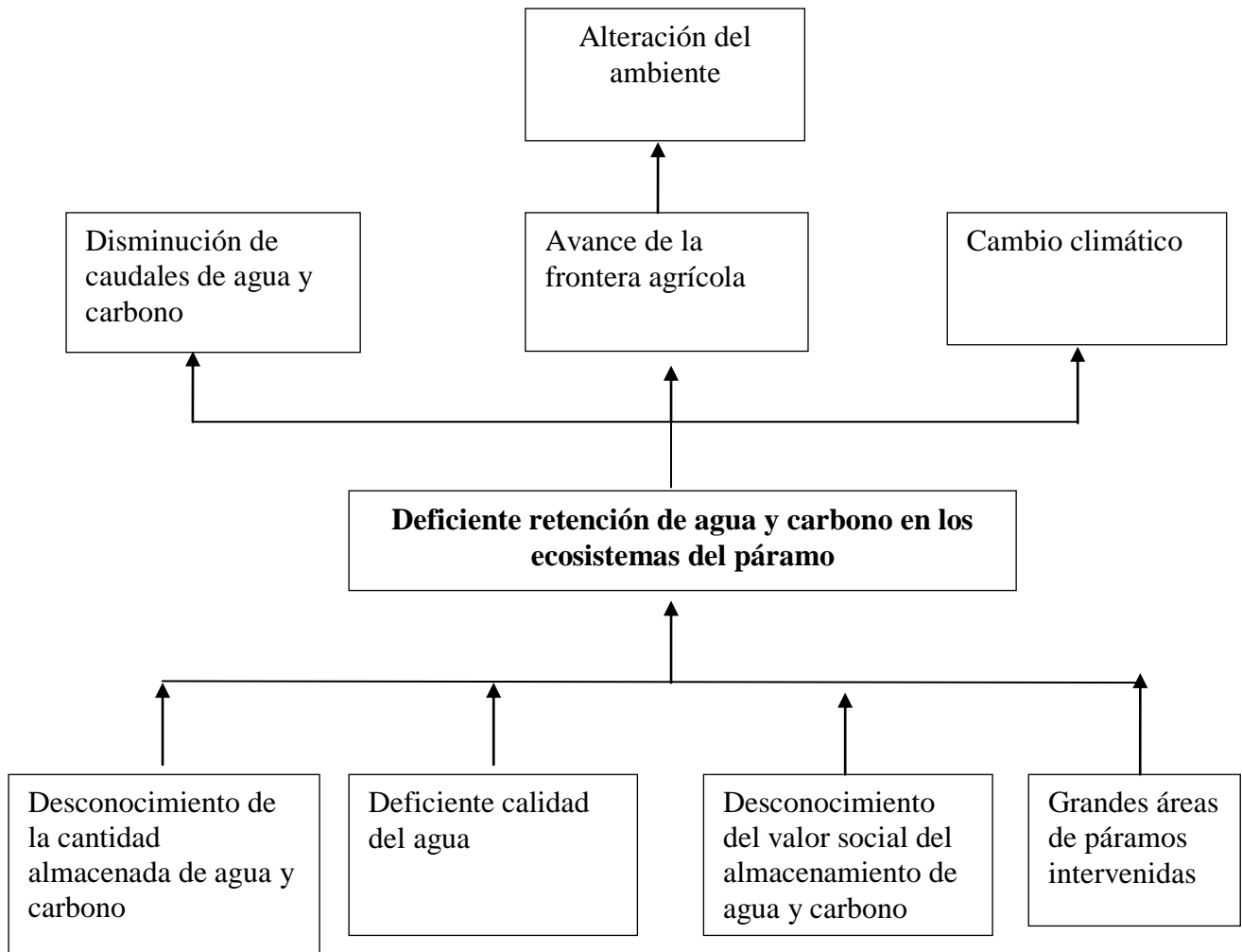
### **1.2.2. Análisis crítico**

Según Medina y Mena (2001), en el Ecuador, el páramo cubre alrededor de 1.250.000 ha, es decir aproximadamente un 6% del territorio nacional en términos relativos, el Ecuador es el país que más páramos tiene con respecto a su extensión total. Colombia tiene la mayor extensión de páramos en términos globales, mientras que los demás países los tienen en proporciones menores. Los páramos están por encima de lo que es o lo que algún día fue el ecosistema de bosques andinos, en la actualidad fuertemente alterado (COPPUS *et al.* 2001).

Domínguez (1999), señala que los suelos del páramo son relativamente homogéneos. El tipo de suelo y las propiedades son principalmente determinados

por dos factores: el clima y la existencia de una capa homogénea de cenizas de erupciones volcánicas del cuaternario. El clima frío y húmedo, y la baja presión atmosférica favorecen la acumulación de la materia orgánica en el suelo. Los suelos son generalmente clasificados como Andosoles o Andisoles según la Soil Taxonomy.

Domínguez (1999), menciona que el carbón orgánico típicamente está alrededor del 10 %. En sitios húmedos (>900 mm/año), contenidos de C orgánico por encima del 40% no son nada raros. Como un resultado de la baja densidad aparente y de la estructura abierta y porosa, los suelos del páramo tienen una capacidad de retención de agua muy alta (80-90 % en saturación).



**Figura 1.** Árbol de Problemas

**Elaborado por:** Ing. Olguer Alfredo León Gordón

Los páramos son ecosistemas que ofrecen servicios hidrológicos que garantizan la calidad y cantidad del agua. Los páramos húmedos, particularmente en Ecuador, Colombia y Venezuela tienen una gran capacidad de retención. Un estudio realizado en la cordillera central de los Andes colombianos cerca de Manizales, llega a la conclusión de que del total de lluvia efectiva (entre 1.200 y 1.600 mm por año) solo un 1,8% sale de la cuenca en forma de flujos rápidos y el resto se fija o se absorbe por el sistema (Marinus, 1991).

Como resultado de la baja evapotranspiración, hay un gran excedente de agua, alimentando los ríos que descienden hacia las regiones costeras y a la cuenca Amazónica. Junto a una alta producción de agua, la capacidad de regulación de agua del páramo es casi legendaria entre agricultores y científicos. De hecho muchos ríos de páramo proveen un flujo base sostenido a través del año. Es improbable que la vegetación predominante, de pajonales y pequeños arbustos, tenga un mayor impacto en la regulación de agua. El flujo base sostenido es atribuido principalmente al clima, la topografía y los suelos. En la literatura, se da el mayor crédito de la alta regulación de agua a los suelos del páramo. La estructura del suelo muy ligera y porosa y la extraordinaria capacidad de almacenamiento de agua confirman la habilidad del suelo para una buena regulación de agua. (Medina y Vascones, 2001).

### **1.2.3. Prognosis**

La población del Ecuador se ha incrementado significativamente en los últimos 50 años, pasando de tres millones a trece millones y las tasas de crecimiento anuales están entre las más altas de Sudamérica (2,6-2,9%). Esto conlleva un notable incremento de la presión sobre los recursos naturales (INFOPLAN, 1999).

La presión demográfica es un concepto que se aplica a la influencia que la superpoblación ejerce sobre los recursos naturales del planeta, de los cuales se traducen consecuencias de carácter político, económico y social, que se prevén

irreversibles en el medio ambiente en un plazo indeterminado ([http://www.natureduca.com/hom\\_presion\\_demog2.php](http://www.natureduca.com/hom_presion_demog2.php)).

Los Humedales en los páramos altoandinos juegan un rol vital en el desarrollo de las cuencas hidrográficas, ya que sus aguas fluyen a las vertientes de la Amazonía y hacia las costas del pacífico, (CONDESAN, 2008).

Los humedales altoandinos son un importante componente de la economía regional. Ellos aportan en gran medida el agua dulce que consumen millones de habitantes que están asentados en la parte andina. Así mismo es una parte sustancial de la producción agrícola, ya que esta depende del suministro de agua de los sistemas de riego que nacen de los humedales que están en los páramos, (CONDESAN 2008).

Con estos antecedentes es importante señalar que el páramo es un don muy preciado que todos debemos cuidar y conservar ya que el deterioro de los mismos influye en la capacidad de retención de agua que estos tienen. Por la pérdida de grandes áreas de páramos y el deterioro de las almohadillas, pajonales y toda la flora y fauna existente, hoy en día estamos recurriendo a la construcción de grandes represas artificiales que de cierta manera van a servir para almacenar el agua en tiempos de lluvia y compensar en tiempos de estiaje.

Si continuamos como hasta hoy donde el hombre ha sido el principal depredador de los páramos con el avance de la frontera agrícola, la quema de pajonales, el sobre pastoreo, la tala de especies nativas, año a año seguiremos contribuyendo al calentamiento global y por ende el déficit de agua será mayor, tanto para consumo humano, riego y la demanda seguirá incrementando.

Por todos estos motivos es importante incentivar a la población de la provincia y el país que seamos participes en la conservación de los páramos y no de su destrucción, para dejar a futuras generaciones un legado importantísimo que es el líquido vital.

#### **1.2.4. Formulación del problema**

¿Deficiente retención de agua y carbono en el páramo de Sachahuayco?

#### **1.2.5. Preguntas directrices**

¿Cuál es la cantidad de agua y carbono almacenados en las zonas intervenida y no intervenida del páramo de Sachahuayco?

¿Cuál es la calidad del agua almacenada en el páramo de Sachahuayco?

¿El almacenamiento del agua y carbono en el páramo de Sachahuayco representa algún valor social?

¿Son diferentes los valores de almacenamiento del agua y carbono en la zona intervenida y no intervenida?

#### **1.2.6. Delimitación del objeto de investigación**

##### **1.2.6.1. Delimitación espacial**

Esta investigación se realizó en el Páramo de Sachahuayco ubicado en el cantón Mocha, provincia de Tungurahua en la propiedad de la Junta Administradora de Agua Potable Regional Yanahurco, que constituye un hermoso escenario demostrativo de lo que es conservación para lo cual fue adquirido hace cuatro años, éste páramo está ubicado en su parte más baja a 3846 msnm, en las coordenadas geográficas WGS 86: 0752425 N y 9840560 W, (Ver figura 2).





### **1.3 Justificación**

Es importante anotar que la disponibilidad de agua dulce y apta para su uso doméstico en el Planeta es cada vez menor, mientras que la presión demográfica sigue aumentando, por esta razón es necesario un adecuado manejo de las fuentes hídricas, mediante acciones viables de manejo sostenible de los recursos naturales y de nuestros páramos especialmente. Los asentamientos humanos provocan desequilibrios o impactos en el ambiente, por las acciones como: mal manejo de los recursos naturales (agua, suelo y vegetación) causantes del deterioro de grandes zonas frágiles como sucede con la micro cuenca del Pachanlica, proveedora de agua a toda la zona sur de la provincia de Tungurahua.

Este estudio contribuye a determinar la importancia de la existencia de los humedales, por tal motivo trabajar en este tema es fundamental ya que el agua es vital para el desarrollo de todo ser viviente, especialmente el Páramo de Sachahuayco el mismo que provee agua para consumo humano de 5000 familias aproximadamente. El tema de valoración de humedales es un tema nuevo ya que en nuestro país hay muy pocos estudios realizados en este campo.

El término humedal no es muy preciso, pero se puede decir que los humedales son sistemas que no son ni verdaderamente terrestres ni acuáticos; pueden ser ambas cosas al mismo tiempo, o ser estacionalmente acuáticos o terrestres. Este carácter dinámico de los humedales afecta a las comunidades de flora y fauna hasta tal punto que los humedales son hábitats completamente diferentes de los hábitats acuáticos y terrestres. Los humedales se encuentran entre los ecosistemas más productivos del planeta, ayudan a mitigar inundaciones, retienen sedimentos, sustancias tóxicas y nutrientes, poseen una alta biodiversidad, controlan la erosión, almacenan carbono, proveen servicios de transporte y de recreación y son una fuente importante de alimento.

Los humedales se ven afectados por el avance de la frontera agrícola generalmente disminuyen su capacidad de almacenamiento de agua y retención

carbono. En gran medida esta decadencia es ocultada por los avances tecnológicos que tienden a incrementar los rendimientos. Es por eso, la necesidad de crear conciencia sobre el problema de disminución de agua y retención de carbono en los humedales, para luego identificar y transferir las técnicas de conservación apropiadas, con la finalidad de ayudar a valorar lo que la madre naturaleza nos proporciona para la utilización y beneficio de todos nosotros.

Al realizar este proyecto de investigación se busca dar a conocer a toda la población circundante y no circundante el valor económico que tienen las turberas al constituirse en reservorios naturales de agua y carbono, que hoy en día la ciencia y el hombre trata de suplir construyendo grandes represas que almacenan agua como sucede en nuestra Provincia con las represas Mula Corral y Chiquihurco, que tienen costo muy alto, pero por el deterioro de nuestros páramos las autoridades se han visto obligadas a realizar este tipo de obras que si pueden almacenar agua especialmente en épocas de lluvia, pero no pueden almacenar carbono y más bien destruyen áreas que nunca fueron intervenidas por el hombre.

Estudios realizados por PLANTEL 2008, demuestran que en el periodo comprendido entre 1990 - 2015 decrecerán aproximadamente 975,74 ha de páramos en los cuatro cantones que forman el Frente Sur Occidental (Cevallos, Mocha, Quero y Tisaleo), siendo el páramo de Sachahuayco el menos afectado por el avance de la frontera agrícola, ya que en el año 1990 tubo 2648 ha en área de páramos y para el 2015 tendrá aproximadamente 2476 ha, lo que demuestra que será el menos afectado por avance de la frontera agrícola en relación a los páramos de las Abras y Pampas de Salasaca en el cantón Mocha, y el Igualata en el cantón Quero, siendo este último el más afectado por la presión demográfica de éste cantón.

Este estudio es viable porque existen los implementos para realizarlo y su información se debe divulgar y socializar con toda la gente, de manera especial con las personas que utilizan los páramos para realizar alguna actividad económica, misma que perjudica a cientos de familias que dependen de éstos, por

motivo que no conocemos el verdadero valor de un páramo, especialmente en el tema de retención de agua y carbono.

La gran cadena montañosa de los Andes empezó a elevarse hace unos 40 millones de años y llegó a su altitud actual hace aproximadamente 4 millones de años, entonces relativamente es muy poco que empezó a configurarse lo que llegaría a ser el páramo actual. Los páramos ocupan las partes más altas en la porción tropical de la gran arruga tectónica que son los Andes, (Hall, 1977 y Mothes 1994).

El presente ensayo de investigación se realizó en el páramo de Sachahuayco del cantón Mocha, Provincia de Tungurahua.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Evaluar la capacidad de retención de agua y carbono del ecosistema páramo intervenido y no intervenido en la zona de Sachahuayco.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- a.** Determinar la cantidad de almacenamiento de agua y carbono en los humedales de los Páramos de Sachahuayco de la zona intervenida y no intervenida.
- b.** Analizar la calidad de agua de los humedales de los páramos de Sachahuayco de las zonas intervenidas y no intervenidas realizando el análisis bacteriológico.
- c.** Determinar el valor social de almacenamiento de agua y carbono en los humedales de los Páramos de Sachahuayco de las zonas intervenidas y no intervenidas.

- d.** Comparar los valores de retención de agua y carbono obtenidos entre los humedales intervenidos y no intervenidos.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1. Antecedentes Investigativos**

Castro (2011), es un estudio realizado por ECOCIENCIA sobre la valoración económica del almacenamiento de agua y carbono en los bofedales de los Páramos Ecuatorianos. Los objetivos de este estudio fueron valorar los servicios ambientales de agua y almacenamiento de carbono de los bofedales de los humedales de dos sitios piloto: 1) Oña-Nabón-Saraguro-Yacuambi (provincias de Azuay, Loja y Zamora Chinchipe) y 2) Frente Suroccidental (Provincia de Tungurahua).

EcoCiencia, coordinadora en el Ecuador del Proyecto Páramo Andino (PPA), en alianza con la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL) y con el apoyo del Ministerio de Ambiente del Ecuador (MAE), desarrollaron el proyecto Creación de Capacidades para la Valoración Socioeconómica de los Humedales Altoandinos en el marco de la Estrategia Regional de Humedales Altoandinos. El proyecto, a través de una valoración económica, tiene como meta capacitar y crear conciencia en los/as tomadores/as de decisiones socioambientales, incluyendo técnicos/as y profesionales municipales, sobre las funciones y los valores de los humedales altoandinos.

Por su parte, la Estrategia Regional de Humedales Altoandinos pretende “promover la conservación y el uso sostenible de los humedales altoandinos a través de la implementación de un proceso de gestión regional de largo plazo entre los países involucrados (Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú y Costa Rica) a fin de mantener los bienes y servicios que ellos prestan, y reducir

los impactos y amenazas existentes”. La estrategia nació de la necesidad de conservar los humedales altoandinos, muy importantes por los servicios que presta, ante el evidente y acelerado deterioro que están sufriendo y el escaso conocimiento sobre su funcionamiento.

Los objetivos de la estrategia relevantes al proyecto son los siguientes:

- Completar y mejorar el conocimiento científico y técnico de los humedales altoandinos y otros ecosistemas funcionalmente asociados, para apoyar su conservación y uso sostenible.
- Promover la conservación, manejo y uso sostenible de los recursos naturales y culturales de los humedales altoandinos y los bienes y servicios asociados a estos, a través de una adecuada gestión.
- Fortalecer procesos de educación y comunicación para lograr el incremento de la conciencia pública sobre la importancia y el valor de los humedales altoandinos.

Los estudios de Ecociencia (2011), señalan que para adoptar mejores decisiones del uso y la gestión de los servicios de los ecosistemas de humedales, debe evaluarse su importancia para la sociedad humana. Habida cuenta de los múltiples servicios y valores de los diferentes humedales, muchos interesados directos (y diferentes) participan en el uso de los humedales, lo cual provoca conflictos de intereses y la sobreexplotación de algunos servicios a expensas de otros (de Groot et al., 2007).

Cabe recalcar que los servicios ambientales (o servicios ecosistémicos) son los beneficios que obtenemos los seres humanos de los ecosistemas (MA, 2005). Las sociedades, las empresas y los individuos se proveen de dichos servicios; sea a través de materia primas, flujos hídricos para consumo humano o industria, hasta aquellos servicios más indirectos como la regulación climática, regulación hídrica, limpieza de contaminantes (UNEP, 2008).

Al existir varios defectos estructurales en la contabilidad económica y en los procesos de adopción de decisiones que se traducen en análisis incompletos de costos y beneficios de intervenciones en los sistemas de humedales, estos ecosistemas se encuentran aún infravalorados y sobreexplotados. Sin embargo, cada vez existe mayor conciencia de que el uso sostenible y multifuncional de los humedales no sólo es más apropiado desde el punto de vista ecológico sino también que es más beneficioso económicamente, tanto para las comunidades locales como para la sociedad en su conjunto.

Para la valoración del servicio ambiental de provisión de agua, este estudio se basa en la metodología de Barrantes y Vega (2001), que valora el servicio ambiental del agua con un enfoque de sostenibilidad en términos de calidad, cantidad y perpetuidad, al considerar el valor de productividad de la cobertura en función de la captación de agua y de la calidad del agua que produce. Al ser los bofedales una clase de humedal que acumula materia orgánica en distintos estados de degradación anaeróbica y estar ubicadas en lugares donde la precipitación es alta y la evaporación baja, tienen un papel importante en la regulación del ciclo hídrico y en el almacenamiento de carbono (Díaz et al., 2005).

La sostenibilidad de la producción de servicios ambientales dependerá de la conservación de las existencias de activos naturales en términos de cantidad y calidad. Si se reconoce que existen actividades económicas que compiten contra la conservación del páramo, entonces el enfoque del costo de oportunidad del uso de la tierra podría utilizarse para el cálculo del valor económico del servicio ambiental de agua que se genera a partir de la presencia de bofedales (Barrantes y Vega, 2001).

El principio básico de la valoración, y de esta metodología, es que las funciones ambientales pueden ser medidas en una unidad común que es el dinero. La metodología de Costo de Oportunidad se clasifica dentro de los métodos de evaluación monetaria con un enfoque de no demanda (“pricing techniques”), o sea, de estimación de precios, en base a observaciones de precios de mercado. Aunque



los métodos con enfoque de no demanda proveen información útil para la valoración ya que reflejan los costos de proteger o proveer el servicio ambiental, desde el punto de vista teórico económico, son considerados no tan rigurosos como los métodos de valoración de preferencias de los individuos (Bateman et al., 2003).

Sin embargo, si se considera que existe poca información entre los actores locales sobre el valor del servicio ambiental hídrico, el método del valor de productividad hídrica basado en el costo de oportunidad puede resultar más efectivo que la valoración basada en preguntas de disposición al pago (DAP) (Muñoz-Piña et al., 2008). El enfoque de costo de oportunidad de la conservación se basa en valorar la rentabilidad de la mejor alternativa productiva desde el punto de vista económico, es decir, los beneficios que se dejan de percibir cuando se usa un recurso escaso con el propósito de conservarlo a través de mantener la cobertura natural del suelo.

Servicio ambiental de almacenamiento de agua en el suelo de los bofedales en páramos actúa como un gran reservorio natural que regula los flujos del ciclo hidrológico reduciendo las consecuencias negativas de las variaciones (Céleri, 2009; Buytaert et al., 2006). Por dicho motivo, la máxima capacidad de regulación y retención de agua brindada por los bofedales puede compararse con la capacidad total de un reservorio o represa. Este valor puede ser calculado considerando los costos unitarios de construcción de una represa (Biao et al., 2010). Por lo tanto, el método utilizado para la valoración de este servicio ambiental hídrico de almacenamiento de agua es el del daño evitado o del “precio sombra” del proyecto que puede sustituir el servicio ambiental (de Groot et al., 2007; Bateman et al., 2003).

Entonces, el valor de almacenamiento de agua consiste en:

$$V(\text{almacenamiento agua}) = \partial * A(10.000) * \rho * (0,01) * C(\text{unit represa})$$

Donde:

$V$  = Es el valor en dólares (\$) del servicio ambiental hídrico de almacenamiento de agua

$\delta$  = Es el porcentaje de almacenamiento de agua en el suelo de los bofedales.

$A$  = Es la superficie de bofedales medida en ha dentro la zona de estudio.

$\rho$  = Es el nivel freático del suelo medido en cm para la zona de bofedales.

$C$  = Es el costo unitario en (\$/m<sup>3</sup>) para una represa.

Para la valoración del servicio ambiental de almacenamiento de carbono se utilizaron los datos recogidos en campo de muestras de la turba y bofedales. La superficie de la muestra y el contenido se extrapolan a toneladas por hectárea, la medida estándar de reporte de almacenamiento o captura de carbono. Para la valoración económica se utiliza también el método del costo del daño evitado a nivel global por la mitigación del cambio climático.

Este costo consiste en el valor del beneficio social global que origina mitigar el cambio climático, pues el hacerlo evita probables daños a futuro asociados a mayores riesgos naturales climáticos. Este valor ha sido determinado en la literatura en base a modelos de equilibrio que capturan este costo social del carbono, (Jenkins et al., 2010).

En el Frente Sur Occidental se utilizó el cálculo de la Oferta Hídrica y la información disponible de la Estación del INAHMI Querochaca. De los datos de la Estación se tomó la precipitación media anual más baja que es de 800 mm/año, con la finalidad de evitar sobreestimaciones (FSO, 2009). Multiplicando el valor de la ppt media por el área de los bofedales (los distintos tipos descritos en el mapa como altimontanos paramunos) que es de 1971 ha en total, se obtuvo la Oferta hídrica total que es de 15,7 millones de metros cúbicos de agua anuales.

Puesto que para este sector tampoco existe el dato de la evapotranspiración real medido en la Estación, se calculó este en base a la Precipitación y a la Temperatura de la zona considerada en el Plan de Manejo de los páramos del FSO

(2009). Como se indicó para el sitio anterior, es necesario conocer primero la evapotranspiración potencial, la cual se estima en base a Holdridge (1978).

Puesto que la temperatura promedio en la zona de páramo es de 8 °C (FSO, 2009), la evapotranspiración potencial es de 471,44 mm al año. Al igual que en el sitio anterior, la evapotranspiración real se obtuvo dividiendo la precipitación para EVTp y, así se obtuvo el coeficiente RE, como indicado para el sitio de Oña-Nabón-Saraguro-Yacuambi.

En este caso, el valor RE que se obtuvo de 0,58, con el que se puede calcular el valor F de 0,86 y tener la evapotranspiración a utilizar de 405,77 mm/año. Al multiplicar este dato por el área de los bofedales y restando de la oferta total, obtenemos una oferta hídrica disponible de 7,9 millones de metros cúbicos de agua anuales.

Es decir que del total de precipitación en la zona, cerca del 51% no se convertirá en rendimiento hídrico, pues retorna a la atmósfera. Sin embargo, al igual que en el sitio anterior, hay que considerar los limitantes de la fórmula al ser teórica, lo que hace necesario hacer observaciones en campo. Aquí también se ha utilizado la información secundaria sobre hidrología de páramos, por las limitaciones de la fórmula, que indica que del total de precipitación en el páramo, el 67% se transforma en rendimiento hídrico (Buytaert et al., 2006). Por lo tanto, la oferta hídrica disponible en el Frente Suroccidental de Tungurahua es de 533,3 mm/año, lo que equivale a 10,5 millones de metros cúbicos de agua anuales.

En el páramo del Frente Sur Occidental de Tungurahua, el valor del parámetro es de 88,83%, en promedio para las muestras analizadas (Villaruel, 2010b). O sea que del volumen total de los bofedales, cerca al 88% es agua almacenada cuando se encuentra en saturación total, un valor similar al encontrado para el sitio anterior. Aquí la superficie de la zona de los bofedales es mayor al sitio anterior, con 1971 ha, y la profundidad del nivel freático también es de 20 cm.

Los humedales son recursos plurifuncionales que suministran productos importantes que suelen ser o no comercializados o cumplen funciones para usos de subsistencia. Además, desempeñan un número elevado de funciones ecológicas que sustentan la actividad económica, las cuales no son comercializadas o monetizadas ya que el apoyo es indirecto. Por esta razón, dichos servicios ambientales no suelen ser valorados e incluidos en las decisiones de uso y manejo de estos ecosistemas. La dificultad para el reconocimiento de los valores de los humedales radica en que algunos servicios ambientales, recursos biológicos y valores recreativos poseen cualidades de lo que se denomina un bien público y como tal suelen ser percibidos como gratuitos.

En la zona de estudio, la presencia de humedales como bofedales y lagunas tiene una alta importancia en el ciclo hidrológico del páramo a través de la provisión y regulación hídrica. En estos humedales se estima que un cambio del uso del suelo tendrá un alto impacto tanto en la calidad de agua como en la regulación. Por lo tanto, con la finalidad de adoptar mejores decisiones en relación con el uso y manejo de los servicios de los ecosistemas de los bofedales debe evaluarse su importancia para la sociedad humana.

Por ello, la valoración económica busca medir los beneficios de los servicios ambientales brindados por los humedales con la finalidad de promover la adopción de decisiones más equilibradas que faciliten y mejoren el uso racional y el manejo/gestión de los humedales.

Para Oña-Nabón-Saraguro-Yacuambi, el valor económico del servicio ambiental de provisión de agua de las 218 ha de bofedales de la zona de estudio, es de USD 21.725,12 por año, lo cual en Valor Actual Neto a perpetuidad da un valor de USD 344,5 miles. El valor del servicio de almacenamiento de agua en los bofedales es de USD 696,9 miles; lo cual representa un valor de 3.196,8 \$/ha. El valor del servicio ambiental de almacenamiento de carbono en el suelo de los bofedales es de 13.340,62 \$/ha; lo cual representa un valor total de USD 2,9 millones para toda la superficie de bofedales. La integración total de los tres SAs

nos indica que la superficie de 218 ha de bofedales generan un valor total de USD 3,9 millones.

Para el Frente Suroccidental de Tungurahua, el valor económico del servicio ambiental de provisión de agua de las 1971 ha de bofedales de la zona de estudio es de USD 196,4 miles por año, lo cual en Valor Actual Neto a perpetuidad da un valor de USD 2,9 millones.

De la integración de valores podemos observar que en términos económicos, el mayor aporte lo constituye el servicio de almacenamiento de carbono. Este resultado no puede interpretarse bajo una lógica simple económica de stock y flujo, en el sentido de concentrarse tan sólo en incrementar y acumular el valor de este servicio sin considerar su funcionamiento e interrelaciones con los otros.

Otro estudio es "Valoración del agua en los Páramos" realizado por: Marta Echavarría, Ecodecision. Tarsicio Granizo, The Nature Conservancy Quito, Ecuador.

En general, el costo de la protección de las fuentes hídricas a través de programas o proyectos de conservación casi nunca es considerado, y esta omisión es todavía más grave si se considera que el costo de no tener agua puede ser incalculable, ya que limita todas las actividades humanas. El principal uso del agua, en casi toda América Latina es la agricultura (69%), seguido por los usos industriales (incluyendo la generación hidroeléctrica (23%). Considerando la tendencia de incremento del consumo agrícola, Sudamérica tendría una de las reservas más pequeñas de agua en el mundo ya que es una de las regiones con más demanda en usos agrícolas. El consumo doméstico, a pesar de ser el uso prioritario, solo ocupa un 8% del recurso.

Por lo tanto, cada vez se hace más necesario valorar el servicio de proveer agua de buena calidad y cantidad y su regeneración natural y este es uno de los servicios

ambientales que prestan ecosistemas como los páramos. Aunque existen numerosos esfuerzos públicos y privados de protección y manejo de cuencas, el nivel de inversión y los resultados no concuerdan con los beneficios económicos generados, ni responden a las necesidades de regeneración natural del recurso a largo plazo. Por lo tanto, los programas de conservación tienden a ser puntuales con financiación poco estable. Los usuarios que se benefician del agua (sea para el consumo individual como para generar energía o producir alimentos) deben participar en la conservación del recurso, garantizando su continuidad. Los sistemas económicos tradicionales no reconocen la importancia de la conservación de los recursos provenientes de la naturaleza. En general, los economistas hablan de capital, refiriéndose al dinero o la tecnología ignorando el capital natural o insistiendo en que son intercambiables. Se argumenta que, en la medida en que escasean los recursos como el carbón, o la tierra cultivable, el ingenio humano generara tecnologías y medidas que permitan adaptarse a las nuevas condiciones.

Si bien tanto la economía ambiental como la economía ecológica asumen que existen límites físicos para el desarrollo humano, ambas corrientes del pensamiento se basan en supuestos diferentes. Los economistas ambientales parten de un concepto antropocéntrico de la función del ser humano como ser económico dentro del ambiente, del que utiliza sus servicios y sobre los cuales es posible una valoración. Los economistas ecológicos por su parte parten de criterios biocéntricos que ven al ser humano como parte del mundo natural, cuestionan la lógica del mercado y proponen herramientas que tratan de utilizar dimensiones físicas de cuantificación de recursos naturales y no monetarias. En el caso del agua no es ninguna novedad indicar que tiene un valor económico en todos sus usos y que debe reconocerse como un bien económico. El desarrollo del recurso y su manejo debe realizarse con un enfoque participativo y eco sistémico, lo cual incluye la toma de decisiones al nivel más local.

Los páramos son ecosistemas que ofrecen servicios hidrológicos que garantizan la calidad y cantidad del agua. Los páramos húmedos, particularmente en Ecuador, Colombia y Venezuela tienen una gran capacidad de retención. Un estudio realizado en la cordillera central de los Andes colombianos cerca de Manizales, llega a la conclusión de que del total de lluvia efectiva (entre 1.200 y 1.600 mm por año) solo un 1,8% sale de la cuenca en forma de flujos rápidos y el resto se fija o se absorbe por el sistema (Marinus, 1991).

Para llevar a cabo un ejercicio de valoración, por ejemplo del agua, es necesario establecer claramente los servicios que brindan los recursos naturales. En el caso del agua se puede hablar de un valor económico total como la suma de un "valor de uso" y de un "valor de no-uso". En el primer caso de acuerdo al servicio que brinda el agua se habla de un valor de uso directo (consumo humano, agricultura, generación eléctrica, etc.), un valor de uso indirecto (control de inundaciones, retención de sedimentos, aporte de nutrientes, transporte, pesquerías).

El Fondo del Agua, actualmente en proceso de capitalización, cuenta con aportes de la EMAAP-Q (como usuaria del agua) del 1% de la tasa que paga el usuario en la ciudad de Quito. Se espera contar en breve con aportes de otros usuarios importantes como las empresas generadoras de energía o los agroempresarios de la producción de flores que son grandes consumidores de agua. El fondo será utilizado para actividades de conservación, particularmente relacionadas con la ejecución de los planes de manejo de las dos reservas, vigilancia, investigación, medidas de protección ecológica, sistemas productivos sostenibles en las áreas de influencia de las reservas y programas de evaluación y seguimiento. El fondo por tanto, es el primer intento de introducir el valor económico del agua en el concepto de la conservación de las cuencas, establecer un mecanismo multisectorial que permite la participación del sector público y del privado y permite la participación directa e indirecta de la sociedad civil.

Otro estudio realizado por Castro. M. 2009, es la "Valoración Económica del Agua de los Bofedales Secundarios de las Lagunas Negras de Jimbura, Nudo de

Sabanilla. EcoCiencia. MAE. Quito, Ecuador”.

Quienes afirman que el valor de la productividad hídrica de los bofedales secundarios y el costo de oportunidad promedio de las fincas que tienen pastoreo de ganado vacuno en el páramo es de USD 58,03 al año por hectárea. Del total de 197 hogares encuestados en la zona cercana al páramo tan sólo 19 poseen ganadería que pastorea en el páramo, y entre estos existe una distribución de amplia variabilidad (desviación estándar = 215,32) que se debe a las condiciones variantes de posesión de animales, de acceso a insumos y tecnología, y de si la ganadería es principalmente para autoconsumo o también se destina a la venta. Sin embargo, se puede considerar que el costo de oportunidad promedio es representativo al estar enfocado correctamente en las fincas que enfrentan el uso del suelo de páramo conservado (ecosistema donde se encuentran los bofedales secundarios) o dedicarlo a terrenos para pastoreo.

## **2.2. Fundamentación filosófica**

Esta investigación se fundamenta en el paradigma crítico propositivo, por lo que el objetivo de estudio es la comprensión, identificación y mejoramiento de las condiciones para emprender cambios en nuestra conciencia en el tema de conservación de nuestros páramos con énfasis en los humedales y las turberas que estos poseen.

Todos los elementos que constituyen parte de esta investigación, forman una unidad, en el cual tiene propiedades diferentes en sus componentes, y si lo manejamos como un todo, el páramo de Sachahuayco, produce una gran cantidad de agua para diversos fines en la población de cuatro cantones que tiene influencia directa. Sus componentes tienen propiedades individuales y diferentes, con un fin cada uno, por ejemplo el bosque nativo que se encuentra en la zona alta, está protegiendo la erosión y el agua que se genera en esa zona de páramo, da su frondosidad para el hábitat de diferentes especies animales que son de igual manera nativos del sector. La turba que es quien retiene el agua lluvia, para ir



filtrando y escurriendo de a poco, y el pajonal que atrapa la niebla que en las tardes predomina para fijar el agua en sus hojas.

### **2.3. Fundamentación legal**

Estos estudios están basados en la constitución de la república, leyes ambientales que emite el Ministerio respectivo, enfocado principalmente a la Constitución del 2008 que aprobó la Asamblea en Montecristi, y que mucho hace referencia del respeto al Ambiente, la protección de páramos y del agua que vierte de estos, para poder tener el líquido vital en cantidad y calidad para toda la población del país y el mundo. También se trata de seguir las Políticas de Ecosistemas Andinos del Ecuador (PEAE), que trata sobre cuatro ejes fundamentales.

- Conservación y manejo sustentable de la biodiversidad y agrobiodiversidad
- Armonización de acciones entre actores públicos y privados.
- Apoyo al sistema descentralizado de la gestión ambiental
- Fortalecimiento de actores y empoderamiento

De manera conjunta buscan el ordenamiento de los usos de los recursos naturales, y el uso sostenible de la biodiversidad dentro de los ecosistemas andinos y sus áreas de influencia.

## **CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR**

### **CAPITULO SEGUNDO: Derechos del Buen Vivir**

#### **SECCION PRIMERA: Agua y Alimentación**

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

## **LEY DE GESTION AMBIENTAL, CODIFICACION**

**Codificación 19, Registro Oficial Suplemento 418 de 10 de Septiembre del 2004.**

### **EXPEDIR LA SIGUIENTE CODIFICACION DE LA LEY DE GESTION AMBIENTAL**

Art. 1.- La presente Ley establece los principios y directrices de política ambiental; determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia.

Art. 2.- La gestión ambiental se sujeta a los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación, reciclaje y reutilización de desechos, utilización de tecnologías alternativas ambientalmente sustentables y respecto a las culturas y prácticas tradicionales.

Art. 3.- El proceso de Gestión Ambiental, se orientará según los principios universales del Desarrollo Sustentable, contenidos en la Declaración de Río de Janeiro de 1992, sobre Medio Ambiente y Desarrollo.

Art. 4.- Los reglamentos, instructivos, regulaciones y ordenanzas que, dentro del ámbito de su competencia, expidan las instituciones del Estado en materia ambiental, deberán observar las siguientes etapas, según corresponda: desarrollo de estudios técnicos sectoriales, económicos, de relaciones comunitarias, de capacidad institucional y consultas a organismos competentes e información a los sectores ciudadanos.

Art. 5.- Se establece el Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental como un mecanismo de coordinación transectorial, interacción y cooperación entre los distintos ámbitos, sistemas y subsistemas de manejo ambiental y de gestión de recursos naturales.

En el sistema participará la sociedad civil de conformidad con esta Ley.

Art. 6.- El aprovechamiento racional de los recursos naturales no renovables en función de los intereses nacionales dentro del patrimonio de áreas naturales protegidas del Estado y en ecosistemas frágiles, tendrán lugar por excepción previo un estudio de factibilidad económico y de evaluación de impactos ambientales.

## **2.4. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES**

### **2.4.1. AMBIENTE**

Medina (1999), el agua y la hidrología constituyen elementos básicos en todo ecosistema. Los páramos son fundamentales para la regulación de la hidrología al nivel regional y constituyen la única fuente de agua para la mayoría de las poblaciones localizadas en las faldas de los Andes. Al hablar de la importancia de los páramos tenemos que necesariamente concentrarnos en la regulación de los caudales de agua.

El páramo es considerado como el ecosistema más sofisticado para el almacenamiento de agua debido principalmente a la gran acumulación de materia orgánica (que aumenta los espacios para el almacenamiento de agua) y a la morfología de ciertas plantas de páramo (que actúan como una verdadera esponja). Sin embargo, es necesario aclarar que los páramos no son fábricas de agua, como comúnmente se cree, sino que retienen y regulan los volúmenes de precipitación que reciben y que se caracterizan por no ser abundantes sino constantes a lo largo del año.

Una consecuencia directamente relacionada con la pérdida de la cubierta vegetal es la degradación y pérdida de los suelos. En el momento en que la lluvia golpea el suelo descubierto en los páramos alterados, el poder regulador de los caudales que tiene el páramo se pierde y la escorrentía baja llevándose el suelo fértil, con lo

que se produce erosión en el propio páramo, se dañan la cantidad y la calidad del agua que llega a las tierras bajas y se potencia la posibilidad de aludes, inundaciones y sedimentación. Asimismo, la pérdida de la capacidad de esponja del páramo conlleva en último término la posibilidad de sequías. Por ejemplo, muchos de los problemas de la represa de Paute, como la falta de lluvias y la excesiva sedimentación, pueden deberse en buena parte a este tipo de problemas en las tierras altas.

La importancia de retención de agua y carbono es hoy en día a nivel mundial, por la alta contaminación existente en especial en los países industrializados donde los gases contaminantes emitidos son altos y las leyes de protección ambiental exigen a estos a mitigar el problema de alguna manera, es por eso que países como Brasil, Estados Unidos, Canadá, Japón, china, varios países del continente Europeo entre otros apoyan a países donde todavía existen páramos y/o bosques naturales.

Hansen (1988), menciona que hace 21 años ante el Congreso de los Estados Unidos, el científico de la NASA James Hansen alertaba al mundo sobre el hecho de que “el calentamiento global estaba en marcha”. Entre aquella fecha y el presente existen sorprendentes semejanzas, pero una gran diferencia.

Nuevamente ha crecido la brecha entre lo que la comunidad científica conoce sobre el calentamiento global y lo que saben al respecto los políticos y la población. Hoy como ayer, la evaluación franca de datos científicos lleva a conclusiones que conmocionan a la clase política. Hoy como ayer, podemos afirmar que dichas conclusiones tienen un grado de certeza superior al 99%.

La diferencia reside en que, en la actualidad, ya hemos agotado el tiempo disponible para emprender las acciones necesarias que desactiven la bomba de relojería del calentamiento global. De otro modo, resultará inútil tratar de reducir el dióxido de carbono atmosférico a niveles que impidan que el sistema climático

alcance un punto de inflexión, más allá del cual se producirá una espiral de desastrosos cambios climáticos que escapará al control de la humanidad.

Lo que declaró el científico de la NASA hace más de dos décadas fue que “el planeta Tierra mostraba una tendencia al calentamiento a largo plazo, y que ello se debía casi con toda seguridad a los gases de efecto invernadero provocados por el hombre”. Señaló también que el calentamiento global potenciaba ambos extremos del ciclo hidrológico; es decir, incendios forestales y sequías más persistentes, por una parte, pero también lluvias más intensas e inundaciones. Hace 21 años ese testimonio fue recibido con escepticismo.

#### **2.4.2 Páramos**

El concepto páramo está definido en las políticas Nacionales, políticas provinciales, y además la consideración en el Plan de Ordenamiento Territorial de cada cantón.

Los indígenas y campesinos de las comunidades definieron al páramo “como su zona de vida y que se extiende desde el límite superior del área productiva o línea de frontera agrícola hasta la parte más alta de sus límites comunales”.

Los páramos son ecosistemas zonales ubicados principalmente en las montañas tropicales de Centro y Suramérica, aproximadamente entre 3000 y 4500 msnm y conforman un piso altitudinal de las cordilleras de los trópicos. Sus características especiales generan tipologías florísticas, ecológicas, edafológicas, geomorfológicas y climáticas especiales.

Las altitudes a la que se encuentra este ecosistema puede variar, en el Ecuador se usa comúnmente la altitud de 3.500 m.s.n.m. como límite inferior, pero las condiciones geológicas, climáticas y antrópicas hacen que este límite varíe mucho y que se encuentren a veces páramos desde los 2.800 m.s.n.m. especialmente en el

sur del país, o bosques cerrados hasta por sobre los 4.000 m.s.n.m. (Medina y Mena, 2001).

Medina y Mena (2001), dice que en el Ecuador, el páramo cubre alrededor de 1.250.000 ha, es decir aproximadamente un 6% del territorio nacional. En términos relativos, el Ecuador es el país que más páramos tiene con respecto a su extensión total. Colombia tiene la mayor extensión de páramos en términos globales. Los páramos están por encima de lo que es o lo que algún día fue el ecosistema de bosques andinos, en la actualidad fuertemente alterado. Tienen gran importancia ecológica, genética y científica, por su flora endémica y paisajes, así como por su función socioeconómica, al ser fundamentales para la regulación hídrica natural regional para el abastecimiento de agua a sus ciudades y como medio de soporte de actividades antrópicas.

En términos muy generales, la distribución de los páramos en buen estado de conservación está en el extremo Norte, en el extremo sur y en el Oriente del país, mientras los páramos más degradados y transformados en áreas agrícolas se encuentran en el centro y partes del sur del país. (Mena, 2001).

#### **2.4.2.1. Los límites del páramo**

La definición del límite inferior del páramo es complicada porque depende de varios factores; como una cifra de trabajo se acepta que los páramos comienzan a los 3.500 metros sobre el nivel del mar. En el Ecuador, este límite varía por muchas razones. Una es la cercanía a las fuentes de humedad. Las vertientes externas de los Andes, tanto hacia el este como hacia el oeste, al estar cerca de zonas húmedas que son las selvas bajas y el océano, son más húmedas que las vertientes internas; el bosque es capaz de trepar más alto y, por lo tanto, el páramo comienza más arriba.

Además, el oriente es más húmedo que el occidente, donde tiene efectos secantes la corriente fría de Humboldt. Por eso, los páramos hacia la Amazonía en la

Cordillera Oriental, también son más húmedos que los de la vertiente pacífica. Esto hace que, por un lado, los bosques suban más y que, por otro, las nieves bajen más; el resultado neto es que la franja de páramos en el oriente es generalmente más delgada y más húmeda que la de los páramos en el occidente. Por otro lado, los páramos del sur, aproximadamente en la línea Girón Paute (3° Sur), comienzan más abajo por el efecto de montaña: a partir de ese punto, la cordillera de los Andes es más angosta y más baja, lo que causa una fuerte compresión de las masas de aire que están subiendo. Esto produce una condensación y un enfriamiento más intenso y, por tanto, una aparición más baja del páramo. En Loja los páramos aparecen antes de los 3.000 msnm.

#### **2.4.2.2. Zona de producción o de amortiguamiento**

En esta área se encuentra ubicado el 100% de la población indígena y campesina, familias organizadas en las comunidades, esta zona habitada tiene limitados servicios básicos (agua potable, vialidad, saneamiento, infraestructura educativa, subcentros de salud); y, sus dirigentes cada año planifican y como prioridad es el de gestionar las obras para cubrir las necesidades familiares. Además cada familia, viene realizando la actividad productiva agropecuaria para poder cubrir las necesidades de alimento y el excedente de su producción es viabilizado a los diferentes mercados locales.

#### **2.4.2.3. Resiliencia**

Este término, un tanto extraño, es la capacidad que tiene un ecosistema (o cualquier sistema) para recuperar la situación original luego de que cesa o se relaja el estrés que cambió la situación. Al estirar y soltar un elástico, éste recupera (o no) rápida (o lentamente) su forma y largo originales (o algo más o menos cercano a ellos). Mientras más fuerte es el estrés, más difícil y lento será recuperar la situación original. La resiliencia depende también de varios factores intrínsecos que se resumen en la calidad de cada elástico. La hipótesis básica en

relación con la salud de los ecosistemas es que la resiliencia es mayor cuanto menos disturbado (es decir, menos enfermo) está un ecosistema, (Rapport 1998).

PLANTEL a trabajado en el levantamiento de información en los Páramos del Frente Sur Occidental, realizando proyecciones del avance de la frontera agrícola y la pérdida de Páramo hasta el año 2015, (PLANTEL 2006).

#### **2.4.2.4. Hidrología**

El rol de los bosques en el ciclo hidrológico ha estado en discusión desde hace mucho tiempo (Andreassian, 2004). En general, los estudios relacionados con el impacto de los bosques sobre los flujos de agua se han realizado principalmente en Estados Unidos. Resultados recientes (Robinson *et al.* 2003) conducidos bajo condiciones reales de manejo forestal, muestran que el potencial de los bosques para reducir los caudales máximos y los caudales base es mucho menor de lo que se había presumido en el pasado, especialmente en grandes cuencas hidrográficas. Pareciera que el impacto de los cambios de cobertura vegetal sobre el rendimiento hídrico es más importante en cuencas de mediano y pequeño tamaño.

En la actualidad es ampliamente aceptado que los bosques de coníferas impactan negativamente sobre los recursos hídricos; especialmente la reforestación con dichas especies se traduce en una disminución del rendimiento hídrico, (Bosch y Hewlett 1982).

La sustitución de bosques nativos por plantaciones exóticas de crecimiento rápido es la causa de la reducción del rendimiento hídrico en pequeñas cuencas. Esto se debe principalmente a las mayores tasas de evapotranspiración de estas plantaciones, comparadas con árboles nativos, llevando a una reducción del drenaje superficial y subsuperficial que alcanzan los esteros.

Algunas especies, que no son coníferas, como *Eucalyptus* sp., pueden tener también un alto consumo de agua. Estudios realizados en el sur de la India indican



que el consumo de agua por evapotranspiración en plantaciones de *Eucalyptus* sp. Excede el ingreso de agua vía precipitaciones, con obvias implicancias para la recarga del suelo y subsuelo (Calderet *et al.* 1997).

En el sur de Chile, Otero *et al.* (1994) encontraron, durante un período de verano, que el rendimiento hídrico de dos cuencas plantadas con *Pinus radiata* de 8 a 16 años de edad fue menor en un 28% con respecto a otras dos cuencas con bosque nativo adulto y renovales de roble.

También los impactos hidrológicos de los bosques dependen de las condiciones climatológicas y del contexto pedológico del lugar. Por ejemplo, los bosques de montaña localizados en regiones con precipitaciones anuales mayores a 3.000 mm, y donde el aporte de agua mediante nubes y neblina es importante, pueden ser considerados como “productores” de agua, ya que la deforestación podría significar una disminución de los caudales de base (Ingwersen 1985). En Venezuela, Ataroff y Rada (2000) demostraron que la eliminación del bosque nuboso andino, por su posterior conversión a praderas, se tradujo en una reducción del rendimiento hídrico, debido a que se pierde el equivalente a un mes extra de lluvia por la menor captura del agua proveniente de las nubes.

La evaluación de los recursos hídricos de una cuenca requiere de una estimación correcta del balance hidrológico, es decir, comprender el ciclo en sus diferentes fases: la forma en que el agua que se recibe por precipitación o neblina se reparte entre el proceso de evapotranspiración, escorrentía e infiltración.

#### **2.4.2.5. Valor de un Humedal**

La interacción entre los componentes físicos, biológicos y químicos de un humedal permite a éste desempeñar funciones vitales como la retención de agua, el almacenamiento de carbono, mitigación contra inundaciones, estabilización de la costa, control de la erosión, recarga de aguas subterráneas, purificación de aguas por la retención de nutrientes, sedimentos y sustancias tóxicas y estabilización de las condiciones climáticas locales. Estas funciones se conocen

como los servicios que presta un humedal y corresponden con los valores de uso indirecto de un humedal.

Estos servicios brindan enormes beneficios económicos tales como el suministro de agua, pesquería, acuicultura, agricultura, transporte, producción de madera y recursos energéticos como la turba. También ofrecen oportunidades para el turismo y la recreación. Son precisamente estos servicios los que se han tratado de expresar en términos económicos para crear conciencia de la importancia de estos ecosistemas para la gente.

Los valores de un humedal en particular dependen de la naturaleza y características de sus funciones y procesos. Por ejemplo, las funciones de los humedales costeros están normalmente dominadas por los ciclos de marea mientras que un humedal fluvial está dominado por la hidrología del río. Cada uno de estos humedales posee características y hábitats diferentes, y por ende los servicios que proveen y valores que poseen son también diferentes. El valor de un humedal depende de la estrategia con la cual es gestionado. Si debido a una gestión inadecuada se deterioran las funciones y servicios que presta un humedal entonces éste se degrada y pierde su valor económico.

El valor de un bien o servicio suele medirse teniendo en cuenta la importancia que los mismos tienen para las personas. Mientras más importancia tenga un bien o servicio para las personas, tanto más valor tendrá para ellas. Las interacciones de los seres humanos con el ambiente son muy diversas por lo que hay valores específicos que pueden ser apreciados de distinta manera por diferentes grupos de individuos. Para que sea posible calcular el valor económico total de un humedal, ha sido necesario diferenciar los distintos valores de un ecosistema. Esta clasificación se hace teniendo en cuenta la forma en que los humanos interactúan y se benefician de los humedales.

Los valores de los humedales por lo tanto se clasifican de la siguiente manera:

**Valores de uso:** Son aquellos que resultan de la interacción humana y el uso de los humedales. Se dividen en:

– **Valores de uso directo:** Son los beneficios derivados de los servicios obtenidos de los humedales tales como la pesca, la agricultura, la producción de madera, turba, frutas, tintes y otras plantas útiles, la recreación y el transporte.

– **Valores de uso indirecto:** Son los beneficios indirectos derivados de las funciones que desempeñan los humedales, como la retención de nutrientes, control de inundaciones, mejoramiento de la calidad del agua, estabilización de la costa, recarga de agua subterránea y el almacenamiento de carbono.

– **Valor de opción:** Son los beneficios que se obtienen cuando hay una incertidumbre sobre el futuro. Este valor permite garantizar que se contará con un recurso que podrá usarse en el futuro. Un ejemplo de un valor de opción sería la protección de futuras propiedades y construcciones contra inundaciones gracias a la regulación del ciclo hidrológico.

**Valores de no uso:** Son aquellos valores intrínsecos de la naturaleza que se derivan del conocimiento que se tiene de un recurso (biodiversidad, patrimonio cultural o religioso, significado social o de legado). Este valor no se deriva de la utilización de los recursos del humedal.

#### **2.4.2.6. Valor total de un humedal**

Todos los valores mencionados anteriormente han sido explicados de forma individual para poder dar una idea de cómo y cuándo ocurren y qué beneficios se obtienen a partir de ellos. No obstante, durante el proceso de toma de decisiones normalmente el valor total de un humedal tendría que tener más peso que un solo valor. A menudo, estos valores se expresarán de forma económica y cuando ello se hace, los siguientes puntos deben tomarse en cuenta:

El valor económico total de un humedal es la suma de todos los valores mutuamente compatibles. El valor de un humedal no es precisamente la suma de todos los posibles valores, ya que no todo puede ser evaluado y sumado al mismo tiempo. Ello se explica porque existen conflictos e incompatibilidades intrínsecas

entre muchos usos de los humedales. Por ejemplo, el uso de un humedal para el mejoramiento de la calidad del agua no es compatible con emplearlo al mismo tiempo como zona recreativa y de pesca. Ambos usos son incompatibles. No deberían descargarse aguas residuales en un humedal que va a ser utilizado para bañarse o pescar en él.

El valor económico total de un humedal es una cuestión de perspectiva. El uso y valor de un humedal varían según el punto de vista utilizado, lo cual no es bueno ni malo sino diferentes maneras de ver las cosas. Por ejemplo, para una comunidad local, sólo son importantes algunos servicios suministrados por un humedal y el valor asociado al mismo humedal gracias a la provisión de criadero de especies de peces de mar abierto puede no ser importante para esta comunidad local. Sin embargo, a escala regional o nacional, la pesca a mar abierto puede tener un valor relevante para otras comunidades o el país. Por otra parte, el valor de la biodiversidad de un humedal puede ser importante para la comunidad internacional ya que determinados humedales son criaderos o lugares de reposo de ciertas especies de aves migratorias.

#### **2.4.2.7. Valor social: equidad y significado social**

Los humedales también pueden ser valorados según su significado social. En este caso, las perspectivas de actores locales y de otros grupos interesados en el área deben tomarse en cuenta. El uso de un recurso determinado del humedal por parte de un grupo de usuarios puede privar el uso del mismo humedal por parte de otro grupo interesado. Por ejemplo, para un grupo el humedal representa una oportunidad para el desarrollo comercial mientras que para otro grupo de personas representa un recurso vital del cual depende su seguridad alimentaria y ambiental.

Los costos de mitigación de los impactos negativos ocasionados al uso de los recursos por parte de un grupo de usuarios, pueden ser mayores, pero a la vez menos obvios, que las ganancias económicas obtenidas.

Normalmente son los más pobres, aquéllos con las economías más precarias, los que más dependen de los recursos naturales de los humedales y de los servicios que éstos proveen. Pese a que en los países más pobres las poblaciones rurales que dependen del humedal para su subsistencia pueden ser una parte importante de la población, éstas son fácilmente marginadas e ignoradas por parte de planificadores y tomadores de decisiones.

Esta es la gente que se ve afectada directamente por los impactos negativos de proyectos de desarrollo, ya que no tienen la capacidad monetaria para buscar alternativas. Por consiguiente, es muy importante que para la gestión sostenible de los humedales todos los actores y usuarios estén involucrados desde el principio en las estrategias de manejo, particularmente aquellos que dependen de los humedales para su supervivencia.

#### **2.4.2.8. Ecosistema de un Humedal**

La definición de humedales según la Convención de Ramsar relativa a los Humedales de Importancia Internacional:

“Los humedales son extensiones de marismas, pantanos o turberas cubiertas de agua, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea”.

Los humedales cubren aproximadamente 1.28 millones de hectáreas de la superficie terrestre, un área 50% más grande que Brasil (MEA, 2005). En general, se han podido identificar cinco grandes sistemas de humedales:

- Estuarios – desembocaduras de los ríos en el mar, donde el agua alcanza una salinidad equivalente a la media del agua dulce y salada (por ejemplo, deltas, bancos fangosos y marismas).

- Marino-Costeros – áreas entre tierra y mar (por ejemplo, playas, manglares y arrecifes de coral); Fluviales – tierras anegadas periódicamente como resultado del desbordamiento de los ríos (por ejemplo, llanuras de inundación, bosques inundables, islas fluviales y lagos de meandro).
- Palustres – áreas que contienen aguas relativamente permanentes (por ejemplo, pantanos, turberas, marismas y ciénagas).

#### **2.4.2.9. Composición de la Cobertura vegetal de los humedales**

En los humedales se identifican 2 tipos de cobertura vegetal: zona de pajonales y zona de chaparros.

##### **a. Zona de pajonales**

Mera,(2001), en la zona de pajonales se encuentra una notable diversidad de pequeñas rosetas y otras hierbas entre las que se encuentran varias especies de los géneros *Senecio*, *Lupinus*, *Gentianella*, *Halenia*, *Gunnera*, *Satureja*, *Lachemilla*, *Geranium*, *helechos*, etc... También encontramos pastos naturales como: paja (*Stipaichu*), la cual se asocia con las almohadillas (*Azorella scirpu*), *Eryngium*, *Distichia* cacho de venado (*Halenia weddliana*), entre otras.

##### **b. Zona de chaparros**

Los chaparros (arbustos) ubicados en las principales quebradas especialmente en el sector medio del páramo las especies predominantes son: Piquil (*Gynoxyssp*), Yagual (*Polylepys incana*), Mortiño (*Vaccinium florifundun*), Cuchispas (*Monticalia vacciniodes*), Illinshi negro (*Brachyotium ledifolium*), Chilcas (*Brachiotium letifolyun*), Achupallas (*Bromeliaceae*) Yanachaglla (*Miconias alisifolia*), Quishuar (*Buddle jaincana*), y algunos géneros como: *Baccharis*, *Disterigma*, *Pernettya*. (Plan de Manejo de Páramos Frente Sur Occidental).

### **2.4.3. AGUA**

#### **2.4.3.1. Almacenamiento de agua**

El Agua y la hidrología constituyen elementos básicos en todo ecosistema. Los páramos son fundamentales para la regulación de la hidrología a nivel regional y constituye la única fuente de agua para la mayoría de poblaciones localizadas en las faldas de los nevados. (Medina, L 1999).

La zona del páramo tiene una relevante importancia por su producción hídrica que son utilizados para el regadío, consumo humano que abastece a más de 5000 usuarios de los Cantones de Mocha, Tisaleo y Cevallos.

#### **2.4.3.2. Calidad del agua**

Los humedales pueden mejorar la calidad de agua reduciendo la cantidad de sedimentos, materia orgánica y compuestos químicos ya que funcionan como lagunas de filtrado y sedimentación. Esto puede mejorar la calidad de agua proveniente de los humedales y reduce la intensidad de procesos asociados a la contaminación como la eutrofización. Adicionalmente, este filtrado mejora la navegación ya que reduce la sedimentación en los canales fluviales.

Algunos agentes contaminantes en solución como los nitratos y fosfatos, pueden ser removidos permanentemente del sistema, mediante su transformación química a una estructura menos contaminante, pueden ser almacenados o transformados por plantas (fenómeno conocido como fitoremediación) o adherirse a otros sedimentos presentes en los humedales. No obstante, estas funciones que mejoran la calidad del agua que pasa a través del humedal, pueden resultar en la degradación o contaminación del mismo. Si un humedal recibe una descarga de nutrientes demasiado elevada, la composición de las especies vegetales y animales puede cambiar, y junto con ello, la condición del humedal. Algunos

contaminantes pueden ser almacenados por largos períodos de tiempo únicamente cuando se dan determinadas condiciones geológicas, químicas e hidrológicas.

La calidad del agua no es otra cosa que las características físicas, químicas y bacteriológicas que permiten identificar el grado de deterioro o aptitud del agua para un uso determinado.

Se la determina analizando cada uno de los parámetros seleccionados para el efecto, comparando los resultados obtenidos con los límites permisibles establecidos por las normas de calidad de agua para cada país o agrupándolos en índices para determinar la calidad del agua.

Los límites permisibles son requisitos de calidad del agua potable, fijados dentro del ámbito del conocimiento científico y tecnológico del momento; son límites sobre los cuales el agua deja de ser apta para consumo humano. Estos límites pueden variar de un país a otro, en el caso del Ecuador estos límites vienen dados por la Norma Técnica Ecuatoriana, (INEN 1108:2005).

León (2007), indica que los índices de calidad del agua son agrupaciones simplificadas de parámetros indicadores del deterioro de la calidad del agua, que nos permiten cuantificar y evaluar la calidad de los cuerpos de agua. Existen numerosos índices para determinar la calidad del agua que se han desarrollado en los últimos 25 años.

Canter (1998), menciona que entre los más utilizados se encuentran el Índice de Calidad General (ICG), el Índice Simplificado de Calidad del Agua (ISQA), el Índice de Calidad del Agua (WQI por sus siglas en inglés) y los Índices Biológicos.

El WQI = Water Quality Index, significa Índice de Calidad del Agua, fue desarrollado en 1970 por la Fundación de Sanidad Nacional (NSF por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos (Canter, 1998); nos dice que este índice consiste



en obtener un valor para la calidad del agua entre 0 y 100 y en base a su valor asignarle una calificación cualitativa.

Funiber (2007), dice el valor de la calidad del agua se obtiene matemáticamente a partir de la agrupación de nueve parámetros (Potencial Hidroxilo-pH, porcentaje de saturación del oxígeno en el agua-%OD, nitratos-  $\text{NO}^3$ , demanda bioquímica de oxígeno a los cinco día-DBO<sup>5</sup>, Fosfatos- $\text{PO}^4$ , sólidos totales-ST, diferencia de temperatura-DT, coliformes fecales-ColF y turbidez) los mismos que reciben su valor de influencia individual sobre el total del índice, mediante el uso de ecuaciones lineales.

#### **2.4.3.3. Cantidad del agua**

El caudal es la cantidad de agua que pasa por un punto dado en un tiempo dado. Para medir caudales existen varios métodos (Velocidad y sección, volumétrico, estructuras hidráulicas, calibración de compuertas, químico, combinado, limnimétrico, entre otros), describiremos el de Velocidad y sección, por ser el método aplicado en el presente trabajo.

El procedimiento se basa en medir la velocidad del agua y aplicar la ecuación:

$$\begin{aligned} \text{Caudal} &= \text{Sección} * \text{Velocidad} \\ Q &= A * v \\ \text{m}^3/\text{seg} &= \text{m}^2 * \text{m}/\text{seg} \end{aligned}$$

Para una estimación aproximada la velocidad se calcula arrojando algún objeto que flote en el agua, y la sección se estima muy aproximadamente.

## **2.4.4. CARBONO**

### **2.4.4.1. Características del suelo**

Domínguez (1999), nos dice que los suelos del páramo son relativamente homogéneos. El tipo de suelo y las propiedades son principalmente determinados por dos factores: el clima y la existencia de una capa homogénea de cenizas de erupciones volcánicas del cuaternario.

El carbón orgánico típicamente está alrededor del 10 %. En sitios húmedos (>900 mm/año), contenidos de C orgánico por encima del 40 % no son nada raros. Como un resultado de la baja densidad aparente y de la estructura abierta y porosa, los suelos del páramo tienen una capacidad de retención de agua muy alta (80-90 % en saturación).

El clima frío y húmedo, y la baja presión atmosférica favorecen la acumulación de la materia orgánica en el suelo. Los suelos son generalmente clasificados como Andosoles o Andisoles según la Soil Taxonomy, el carbón orgánico típicamente está alrededor del 10%. En sitios húmedos (>900 mm/año), contenidos de C orgánico por encima del 40% no son nada raros. Como un resultado de la baja densidad aparente y de la estructura abierta y porosa, los suelos del páramo tienen una capacidad de retención de agua muy alta (80-90 % en saturación).

MEA (2005), dice que algunos tipos de humedales acumulan grandes cantidades de carbono en forma de materia orgánica sin descomponer. Las turberas por ejemplo, almacenan entre 16-24% del carbono total presente en los suelos pese a que ocupan únicamente 3-4% de la superficie terrestre a nivel global Debido al incremento de dióxido de carbono en la atmósfera y el consecuente calentamiento global, las turberas juegan un papel primordial en la mitigación del cambio climático global. La destrucción de los humedales y de las turberas en particular, contribuye de manera significativa al calentamiento global.

Desde una perspectiva física, los suelos del Páramo tienen muchas propiedades en común con los suelos de turberas de las tierras altas. Estos contienen cantidades elevadas de carbono (C) orgánico, el cual está típicamente alrededor de 100 g kg<sup>-1</sup>. En zonas húmedas (>900 mm año<sup>-1</sup>), no es raro encontrar contenidos de C orgánico superiores al 40% (Buytaert et al., 2005c). Las zonas que presentan depósitos más frecuentes de ceniza están caracterizadas por tener suelos más jóvenes con contenidos de C de aproximadamente 4-10% (Zehetner et al., 2003).

Zehetner et al.(2003), dice que en regiones más secas, la acumulación de la materia orgánica es más lenta y se encuentran contenidos similares de C.

Podwojewski(2002), Menciona que midieron 7% en el Páramo de Chimborazo (<600 mm año<sup>-1</sup>). Es común encontrar una correlación negativa entre la altitud y el contenido de C. orgánico fuertemente relacionada al alto contenido de C orgánico, los suelos tienen una estructura abierta, una porosidad muy alta y una conductividad hidráulica elevada. La densidad aparente seca está en rangos que van desde valores tan bajos como 0.15 g cm<sup>-3</sup> en condiciones húmedas y para suelos meteorizados, hasta aproximadamente 0.9 g cm<sup>-3</sup> para suelos más jóvenes y en regiones más secas (Buytaert et al., 2005c).

Cuando los suelos están saturados el contenido de agua puede exceder los 4 g g<sup>-3</sup>, disminuyendo a 0.1-2 g g<sup>-3</sup> a 1500 kPa de succión. En estos suelos, el Al y Fe liberados por la destrucción de la ceniza volcánica están completamente ligados a la materia orgánica formando complejos organometálicos. Sin embargo, la acumulación de C orgánico da lugar a un comportamiento hidrológico que es muy similar a los suelos alofánicos (Buytaert et al., 2005).

En particular, el contenido de agua a 1500 kPa y la cantidad de micro poros están afectados fuertemente por la cantidad de C orgánico. Como resultado, los coloides orgánicos son muy importantes en el desarrollo de la micro porosidad. El incremento en el volumen de microporos (>2 μm) debido al C orgánico está en rangos que van desde 4.1 ml g<sup>-1</sup> (Buytaert et al., 2005a) hasta 7.5 ml g<sup>-1</sup>. Este

valor es mucho más alto que lo que normalmente se encuentra en la mayoría de tipos de suelo (0-3 ml g<sup>-1</sup>, Brady y Weil, 1999; Poulencard et al., 2001).

Sin embargo es preciso matizar que el almacenamiento del carbono en los bosques tiene un carácter temporal, ya que el CO<sub>2</sub> almacenado en la biomasa vuelve a la atmósfera con la deforestación. La tala del bosque tiene repercusiones muy diferentes a las de los incendios en cuanto a almacenamiento de carbono. En el caso de la tala es preciso considerar el destino de la madera procedente de la deforestación, siendo muy distintas las repercusiones en términos de emisiones de CO<sub>2</sub>. Consideraremos únicamente las dos opciones más importantes y que están ligadas al motivo de la tala: la quema in situ y el aprovechamiento de la madera.

En el caso de los incendios forestales, a través de los cuales la combustión de la biomasa, devuelve a la atmósfera de forma instantánea el carbono que el bosque tardó muchos años en acumular; por esta razón, los incendios forestales están considerados como una importante fuente de emisión y pueden contrarrestar el papel de sumidero de los bosques, hasta convertir al sector forestal no solo en no mitigador de los gases de efecto invernadero, sino en emisor neto.

Pero la mayor parte del carbono almacenado por los bosques se encuentra en los suelos: según distintas fuentes, el suelo de los bosques almacena entre 1,5 (US Environmental Protection Agency) y 2,5 (IPCC 1994) veces más carbono que la vegetación.

El almacenamiento del carbono en el suelo se produce a través de la formación y descomposición de la materia orgánica. La hojarasca, pequeñas ramas y restos de cortas se depositan en el suelo y se van descomponiendo, formando la materia orgánica activa que, en función del tipo de suelo, la cantidad de agua y de otros nutrientes se irá convirtiendo en materia orgánica estable, capaz de almacenar el carbono durante milenios. De esta forma, los suelos constituyen un sumidero permanente, frente a la biomasa forestal que tiene un carácter temporal.

## 2.4.5. FLORA

Flora se refiere al conjunto de las plantas que pueblan una región (por ejemplo un continente, clima, sierra.), la descripción de éstas, su abundancia, los períodos de floración.

Puede ser también un conjunto de especies vegetales que se pueden encontrar en una región geográfica, que son propias de un periodo geológico o que habitan en un ecosistema determinado. La flora atiende al número de especies mientras que la vegetación hace referencia a la distribución de las especies y a la importancia relativa, por número de individuos y tamaño, de cada una de ellas. Por tanto, la flora, según el clima y otros factores ambientales, determina la vegetación.

La geobotánica o fitogeografía se ocupa del estudio de la distribución geográfica de las especies vegetales; el estudio fitogeográfico referido a la sistemática de las formaciones vegetales se conoce como florística. Desde los tiempos prehistóricos la flora ha venido siendo utilizada por las personas sirviendo cada vez más para el sustento humano y el mantenimiento de un ecosistema favorable. Los bosques ocupan aproximadamente el 25% de la superficie terrestre. Entre los productos de la flora se cuentan: la materia prima, tal como madera, semillas, hojas, cortezas, caucho, frutas y alimentos.

Las plantas de los páramos tienen una morfología característica: rosetas gigantes y enanas, penachos de gramíneas, almohadillas, alfombras, arbustos enanos y postrados son algunas de las formas de crecimiento de las plantas en estas zonas.

Las plantas están agrupadas en floras que se fundamentan en regiones, períodos, medio ambientes especiales o climas. Las regiones pueden ser hábitats geográficamente distintos, como montañas o llanuras. Pueden referirse a la vida vegetal de una era histórica como la *flora fósily* pueden estar subdivididas en medio ambientes especiales:

- Flora nativa.- La flora autóctona de una zona.
- Flora agrícola y de jardín.- Las plantas que son cultivadas por los humanos.
- Flora arvense o de la maleza.- Esta clasificación fue aplicada tradicionalmente a las plantas que se consideraban indeseables y se estudiaban para su control o erradicación. En la actualidad esta denominación se usa con menos frecuencia como categorización de la vida vegetal, ya que se incluyen tres tipos diferentes de plantas: las especies de malas hierbas, especies invasoras (que pueden o no ser malas hierbas) y especies autóctonas e introducidas no del tipo maleza agrícolamente indeseables. Se ha probado que muchas plantas nativas que antes se consideraban malas hierbas son beneficiosas e incluso necesarias en diversos ecosistemas.

Con esa morfología y otras características fisiológicas típicas, entre las que son notorias la densa pubescencia y las hojas pequeñas coriáceas y brillantes, compensan las extremas condiciones de vida de las alturas. Entre estas condiciones ambientales esta la sequedad, la baja presión atmosférica, los cambios extremos de temperatura, la intensa radiación ultravioleta y los efectos de los vientos y granizos (Cuatrecasas, 1968, Korner y Larcher 1988, Luteryn 1999).

#### **24.6. SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA (SIG)**

Un SIG se define como un conjunto de métodos, herramientas y datos que están diseñados para actuar coordinada y lógicamente para capturar, almacenar, analizar, transformar y presentar toda la información geográfica y de sus atributos con el fin de satisfacer múltiples propósitos.

Los SIG son una tecnología que permite gestionar y analizar la información espacial, y que surgió como resultado de la necesidad de disponer rápidamente de información para resolver problemas y contestar a preguntas de modo inmediato.

Una gestión integral del recurso agua se inicia con la protección de la cuenca hidrográfica que provee del líquido vital al sistema de abastecimiento de agua potable a la comunidad; esta gestión es indispensable para asegurar un desarrollo sostenible.

La Junta Administrado de Agua Potable Regional Yanahurco (JAAPARY), tiene la responsabilidad de dotar del servicio de agua potable a la ciudad de Mocha en la zona baja, en el Cantón Cevallos en la zona alta y hasta 8 litros por segundo directamente al Municipio, al sector de Alobamba en el Cantón Tisaleo, La Parroquia Montalvo y el Caserío Huachi Totoras del Cantón Ambato, para lo cual cuenta con la planta potabilizadora en el sector de Atillo, que se alimenta de las aguas del páramo de Sachahuayco que es un predio de 128,8 hectáreas, con un caudal de 40 litros por segundo aproximadamente.

Esta preocupación de la JAAPARY por dar un buen servicio de agua potable obedece a la adquisición de las áreas de páramos que tenía una elevada carga animal la misma que destruye las turberas y contamina el agua que es utilizada para consumo humano que es inferior a las necesidades de este recurso, que superan a la capacidad de las fuentes, específicamente en períodos de estiaje. Para enfrentar este problema la asamblea general decide contribuir con una cuota para la adquisición de áreas consideradas estratégicas para la protección de fuentes de agua, como lo son los páramos de Sachahuayco. Cabe indicar que las tres áreas adquiridas Cabe indicar que las tres áreas adquiridas por la JAAPARY carecen de población, lo que facilitó la opción de su compra y también existió la predisposición del dueño para la venta.

#### **2.4.6.1. Importancia de los SIG**

Las soluciones para muchos problemas frecuentemente requieren acceso a varios tipos de información que sólo pueden ser relacionadas por geografía o distribución espacial. Sólo la tecnología SIG permite almacenar y manipular

información usando geografía analizar patrones relaciones, y tendencias en la información, todo con el interés de contribuir a la toma de mejores decisiones.

## **2.5. Hipótesis**

La intervención en el Páramo sí influye en la capacidad de almacenamiento de agua y carbono.

## **2.6. Señalamiento de variables**

### **Variable independiente**

- Intervención de los humedales y pajonales.

### **Variable dependiente**

- Carbono
- Agua
- Número de plantas (flora)



## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGIA**

#### **3.1. Modalidad básica de la investigación**

Esta fue una investigación en el campo, por lo que realizó un estudio sistemático de los hechos en el lugar en que se producen los acontecimientos. En esta modalidad se tomó contacto en forma directa con la realidad, y se obtuvo información de acuerdo con los objetivos del proyecto, que es el impacto o afectación que causa la labranza en la retención de agua y carbono en las turberas existentes.

Antes de recolectar las muestras se preparó todo el material requerido para el efecto, con la ayuda de un operador de la Institución nos trasladamos en el vehículo de la Junta Administradora de Agua Potable, una vez llegado al sitio se procedió a georeferenciar los puntos para la toma de muestras, con la pala se procedió a retirar aproximadamente 15 cm de cobertura vegetal para poder colocar el cilindro y presionar hacia debajo, de ésta manera se toma de 12 muestras, seis en el área intervenida y seis en el área no intervenida; tres muestras de la primera área fueron para determinar la cantidad de agua que retiene en la zona no intervenida y las otras tres en la zona intervenida, de igual manera se procedió con la toma de muestras en las dos áreas para determinar la retención de carbono, se tomo varias fotos para adjuntar como medios de verificación en los anexos. Luego de concluir la toma de muestras éstas fueron ubicadas en un termo, para ser trasladadas al laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ciencias Agropecuarias para su respectivo análisis.

El proyecto de investigación se realizó en los páramos de Sachahuayco de propiedad de la Junta Administradora de agua potable Regional Yanahurco del cantón Mocha, que tienen un área de 128,8 ha de páramo.

### **3.2. Nivel o tipo de investigación.**

Esta investigación se realizó de una manera aleatoria, ya que se trato cubrir una amplia zona de los humedales para realizar el muestreo, que cubre 128,8 ha de Páramo de Sachahuayco.

Las variables con las que se trabajó en esta investigación son de un alto interés investigativo entre las personas e instituciones directamente relacionadas con el manejo y conservación de los páramos de nuestro país, de manera especial los páramos de Sachahuayco ubicado en el cantón Mocha, que fue el objeto de nuestro estudio.

Con los resultados de este trabajo investigativo se desarrollarán nuevas alternativas de manejo y conservación de los humedales de los páramos, y de igual manera nuevas acciones para el manejo adecuado de los humedales, conociendo el importantísimo valor ambiental y social que tienen por las bondades que éstos prestan.

### **3.3. Población beneficiaria**

La propiedad de la Junta Administradora de agua potable Regional Yanahurco, de 128 ha beneficia a aproximadamente 5000 familias de los cantones Mocha, Tisaleo, Cevallos, la Parroquia Montalvo y el caserío Huachi Totoras del cantón Ambato, proporcionando el líquido vital para el consumo humano de la población de los cuatro cantones.

La Regional Yanahurco está integrada por una directiva de cuatro miembros de directorio y 15 vocales sectoriales, quienes dirigen la institución.

### 3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**TABLA 1. VARIABLES INVESTIGADAS**

VARIABLES	DIMENSION	CONCEPTO DE LA VARIABLE	UNIDAD DE MEDIDA	INDICE	METODO
V. DEPENDIENTE Cantidad de agua	Zona Intervenida de humedales y pajonales	Es el área de páramo que sufrió alteración por intervención artificial.	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	La toma de muestras se realizó en los humedales, donde se procedió a retirar la cubierta vegetal de 15 cm aproximadamente. Las muestras se tomó con cilindros de 3,5 cm de diámetro y 7 cm de longitud presionando contra el suelo para llenar completamente el cilindro de muestreo para que no existan poros en la muestra recolectada.
	Zona no intervenida de humedales y pajonales.	Es la zona del Páramo que no sufrió ningún tipo de alteración.			
VARIABLE DEPENDIENTE Cantidad de Carbono	Zona Intervenida de humedales y pajonales	Es la cantidad de carbono almacenado en la zona intervenida de Páramo.	g	g/cm <sup>3</sup>	Para la valoración de contenido de carbono se realizó los análisis del contenido de materia orgánica en laboratorio.
	Zona no intervenida de	Es la cantidad de carbono que está			

	humedales y pajonales.	almacenado en la zona no intervenida.			
VARIABLE DEPENDIENTE Cantidad de especies de árboles y arbustos, (flora)	Zona intervenida	Es el número de especies (árboles, arbustos, chaparros) que existe en el área intervenida del páramo de Sachahuayco.	Unidad	Unidad/m <sup>2</sup>	Se realizó en el área de páramo transeptos de manera que se involucro la mayor cantidad de muestras que sean representativas.
	Zona no intervenida	Es el número de especies (árboles, arbustos, chaparros) que existe en el área no intervenida del páramo de Sachahuayco	Unidad	Unidad/m <sup>2</sup>	Se realizó en el área de páramo transeptos de manera que se involucro la mayor cantidad de muestras que sean representativas.
VARIABLE INDEPENDIENTE Intervención de humedales y pajonales	Zona intervenida	Es el área de páramo que fue intervenida artificialmente.	m	m/ha	En la zona intervenida existió maquinaria agrícola que causó alteración a la textura y estructura normal del páramo
	Zona no intervenida	Es un área que no ha sufrido alteración artificial.	m	m/ha	Zona sin alteración en su textura y estructura.

### **3.5. Recolección de información**

#### **3.5.1. Delimitación del área de estudio**

Se realizó la Georeferenciación del área del humedal con la ayuda de un GPS y con los datos obtenidos se elaboró el mapa de la zona, con una área total de 128.8 ha tanto de la zona intervenida como de la zona no intervenida.

#### **3.5.2. Toma de las muestras para el estudio de retención de agua y carbono**

Se tomó dos muestras al azar en tres sectores diferentes en la zona no intervenida y tres muestras al azar en tres sectores diferentes en la zona intervenida de acuerdo a la extensión del humedal.

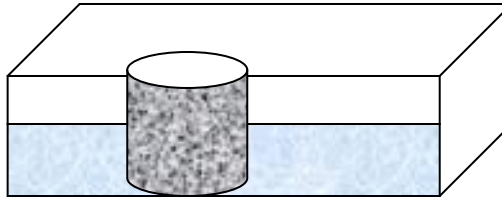
La distribución del muestreo se lo realizó en una línea continua a distancias similares, de manera que el área más importante quede dentro del muestreo.

La toma de muestras se realizó en las turberas de los humedales del páramo de Sachahuayco ubicado a 3600 msnm en el cantón Mocha Provincia de Tungurahua, donde se procedió a retirar la cubierta vegetal entre 10 y 15 centímetros para poder tomar la muestra introduciendo un cilindro de 7 centímetros de diámetro y 11 centímetros de largo. Las muestras se las tomarán con los cilindros presionando contra la turba para llenar completamente el volumen del material del muestreo. Luego, la muestra tomada se cubrió los extremos con una tela porosa y se amarro con una liga para posteriormente codificar y guardar en un recipiente cerrado hasta llegar al laboratorio de la UTA FCAGR para su respectivo análisis.

#### **3.5.3. Procesamiento de la muestra para el estudio de agua y carbono**

Una vez que llegó al laboratorio, la muestra se sometió a un proceso de sobresaturación con agua por un lapso de 48 horas. Para ello se tapó por un solo lado del cilindro con un pedazo de tela porosa que permitió la absorción del agua,

sujetándolo con la ayuda de una liga. Luego, se introdujo el mismo en un recipiente de mayor volumen, en el cual se agregó agua hasta la mitad de la altura del cilindro muestreador. Mediante este proceso se logró una sobresaturación del cilindro con agua, pues se debe someter a la turba a condiciones a las cuales está naturalmente adaptada por sus características hidrofílicas.



**Figura 3.**Esquema de sobresaturación de la muestra de turba por 48 horas.

Después de 48 horas del proceso de sobresaturación, se retiró la liga y el pedazo de tela porosa y se procedió a pesar la muestra en la balanza de precisión existente en el laboratorio, el peso obtenido corresponde al valor del peso húmedo ( $Mh$ ), después se colocó el cilindro en el secador para evaporar por completo la cantidad de agua almacenada a una temperatura de  $100^{\circ}\text{C}$ . Cuando la muestra estuvo completamente seca se pesó nuevamente en la balanza de precisión y el valor obtenido fue el peso seco ( $Ms$ ), luego se eliminó la muestra y se procedió a pesar únicamente el cilindro muestreador para obtener el valor correspondiente al mismo, el cual sirvió para restar de los valores obtenidos anteriormente del peso húmedo y del peso seco ( $Mh, Ms$ ) y se obtuvo el peso real de la muestra húmeda y seca.

Con los datos obtenidos se procedió a realizar los cálculos correspondientes a densidad aparente ( $\rho$ ) y humedad volumétrica ( $\theta$ ). La humedad volumétrica se expresó en gramos sobre gramos ( $g/g$ ), donde el valor que se obtuvo equivalió al peso en gramos de agua de la muestra, para transformar el peso en volumen se aplicó la relación  $1\text{g} = 1\text{cm}^3$  porque la densidad específica del agua es  $1\text{g}/\text{cm}^3$  y se puede realizar este cambio de unidades únicamente con el elemento agua que se encuentra almacenada en el cilindro cambiando la expresión de medida de un peso a un volumen.

### 3.5.4. Las fórmulas que se utilizó para el cálculo de humedad volumétrica

Flachier (2010), dice que la humedad volumétrica es el porcentaje de peso de suelo ocupado por el agua, la fórmula para determinar el parámetro indicado fue la siguiente:

#### 3.5.4.1. Humedad Volumétrica

$$\theta = Wg * \rho$$

Donde:

$\theta$  = humedad volumétrica

$Wg$  = humedad gravimétrica

$\rho$  = densidad aparente

Para el cálculo de densidad aparente ( $\rho$ ) se aplicó la siguiente fórmula:

#### 3.5.4.2. Densidad Aparente

$$\rho = \frac{M}{V}$$

Donde:

$\rho$  = densidad aparente

$M$  = peso de seco

$V$  = volumen de la muestra (volumen del cilindro muestreador)

Para el cálculo de humedad gravimétrica ( $Wg$ ) se utilizó la siguiente fórmula:

#### 3.5.4.3. Humedad Gravimétrica

$$Wg = \frac{Mh - Ms}{Ms} * 100$$

Donde:

$Wg$  = humedad gravimétrica

$Mh$  = peso húmedo

***M*s**= peso secode la compensación de las unidades: cm, m y ha.

### **3.5.5. Calidad del agua**

Para determinar la calidad del agua, existen numerosos índices de calidad, para nuestro estudio se trabajó con el “Índice de calidad del agua” (WQI).

El trabajo de campo consistió en la toma de muestras en las dos zonas, una muestra en la zona intervenida y otra muestra en la zona no intervenida para luego trasladar al laboratorio para su respectivo análisis bacteriológico.

### **3.6. Plan de procesamiento de la información**

En primer lugar se procedió a la recolección de datos, segundo se realizó una depuración respectiva de los datos obtenidos para que se tabule. La información se procesó en el programa Excel, y Word según convino.

Una vez obtenidos todos los resultados, se realizó una comparación entre la zona intervenida y la zona no intervenida para sacar las conclusiones y recomendaciones.



## CAPITULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Los resultados de los análisis de laboratorio de las muestras tomadas en el Páramo de Sachahuayco son los siguientes:

**TABLA 2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CARBONO Y AGUA**

<b>Código de muestra</b>	<b>Humedad gravimétrica</b>	<b>Densidad aparente g/cm<sup>3</sup></b>	<b>Humedad volumétrica</b>	<b>Materia orgánica %</b>	<b>Carbono orgánico %</b>
<b>Zona intervenida 1</b>	34,18	1,94	66,36	7,27	4,22
<b>Zona intervenida 2</b>	35,76	1,84	65,78	9,14	5,3
<b>Zona intervenida 3</b>	24,68	2,08	51,42	5,11	2,96
<b>Zona no intervenida 1</b>	64,83	1,45	94,01	15,64	9,07
<b>Zona no intervenida 2</b>	77,4	1,24	95,9	35,91	20,83
<b>Zona no intervenida 3</b>	65,79	1,41	92,71	16,61	9,64

Autor Ing. Olguer Alfredo León Gordón

## 4.1. AGUA

### Análisis de Humedad Gravimétrica

Es la relación entre la masa del agua y la masa del suelo una vez seco. Por tal motivo el contenido de humedad de un suelo se puede expresar como humedad gravimétrica.

Los resultados de la variable Humedad Gravimétrica del análisis de la relación de la zona de páramo intervenida con la zona de páramo no intervenida realizando la prueba t para medias de dos muestras emparejadas es estadísticamente significativa ya que el valor crítico de t (dos colas) es 4,30 y el estadístico t es igual a 10,56 siendo éste mayor que el valor crítico, por lo tanto podríamos indicar que la zona intervenida (Variable 1 Tabla 3) la misma que fue arada mecánicamente hace aproximadamente unos cinco años, tiene una capacidad menor de retención de agua que la zona no intervenida ( Variable 2 Tabla 4);. La humedad gravimétrica se obtiene con la siguiente operación; el peso de la muestra húmeda menos el peso de la muestra seca, esto dividido para el peso de la muestra seca y multiplicado por cien.

**TABLA 3. DATOS DE LABORATORIO DE HUMEDAD GRAVIMÉTRICA**

ZONA INTERVENIDA	ZONA NO INTERVENIDA
34,18	64,83
35,76	77,4
24,68	65,79

Autor Ing. Olguer Alfredo León Gordón

### **Análisis de densidad aparente g/cm<sup>3</sup>**

A densidad aparente se define como la como el cociente de la muestra de suelo seco (Ms) y el volumen total o aparente del suelo (Vt), que incluye la parte sólida como los poros. La densidad aparente varía entre 0.7g/cm<sup>3</sup> en suelos volcánicos muy porosos y ligeros y 1.8 g/cm<sup>3</sup> en suelos arenosos y para un mismo suelo varía según su compactación. Su fórmula es:

$$Da = Ms/Vt$$

**TABLA 4. ANÁLISIS DE LA PRUEBA T DE HUMEDAD GRAVIMÉTRICA PARA MEDIAS DE DOS MUESTRAS EMPAREJADAS.**

Estadísticos	(Humedad Gravimétrica)	
	Variable 1	Variable 2
Media	31,54	69,34
Varianza	35,919	48,953
Observaciones	3	3
Coefficiente de correlación de Pearson	0,554	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	2	
<b>Estadístico t</b>	<b>-10,564</b>	
P(T<=t) una cola	0,004	
Valor crítico de t (una cola)	2,920	
P(T<=t) dos colas	0,009	
<b>Valor crítico de t (dos colas)</b>	<b>4,303</b>	

Autor Ing. Olguer Alfredo León Gordón

Los resultados obtenidos de laboratorio de la variable **Densidad Aparente**, del análisis de la relación de la zona de páramo intervenida con la zona de Páramo no intervenida realizando la prueba t para medias de dos muestras emparejadas es

estadísticamente significativa ya que el Valor crítico de t (dos colas) es 4,30 y el estadístico t es igual a 11,19 lo que indica que es mayor que el valor crítico, por lo tanto podríamos afirmar que estadísticamente es representativo, ya que la zona intervenida tiene una densidad aparente mayor que la zona de Páramo no intervenida (a mayor densidad aparente menor capacidad de retención de agua).

**TABLA 5. DATOS DE LABORATORIO DE DENSIDAD APARENTE**

ZONA INTERVENIDA	ZONA NO INTERVENIDA
1,94	1,45
1,84	1,24
2,08	1,41

Autor Ing. Olguer Alfredo León Gordón

**TABLA 6. ANÁLISIS DE LA PRUEBA T DE DENSIDAD APARENTE PARA MEDIAS DE DOS MUESTRAS EMPAREJADAS.**

Estadísticas	(Densidad Aparente)	
	Variable 1	Variable 2
Media	1,953	1,367
Varianza	0,0145	0,012
Observaciones	3	3
Coeficiente de correlación de Pearson	0,697	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	2	
<b>Estadístico t</b>	<b>11,199</b>	
P(T<=t) una cola	0,00394	
Valor crítico de t (una cola)	2,920	
P(T<=t) dos colas	0,008	
<b>Valor crítico de t (dos colas)</b>	<b>4,303</b>	

Autor Ing. Olguer Alfredo León Gordón

**Humedad Volumétrica**

Es la relación entre el volumen del agua ( $V_a$ ) y el volumen total o aparente del suelo ( $V_t$ ) una vez seco.

Los resultados obtenidos de laboratorio de la variable Humedad Volumétrica del análisis de la relación de la zona de páramo intervenida con la zona de Páramo no intervenida realizando la prueba t para medias de dos muestras emparejadas es estadísticamente significativa ya que el Valor crítico de t (dos colas) es 4,30 y el estadístico t es igual a 7,86 que es mayor que el valor crítico, por lo tanto podríamos indicar que la zona intervenida tiene una menor retención de agua y estadísticamente si es significativo.

Si realizamos el análisis en base a la media, la variable 1 es 61,18 (zona intervenida), y la variable 2 que la media es 94,20 (zona no intervenida), podemos indicar que esta última zona tiene mayor humedad volumétrica, por lo tanto tiene mayor capacidad de retención de agua, que implica un mayor valor social del humedal.

**TABLA 7. DATOS OBTENIDOS EN LABORATORIO DE HUMEDAD VOLUMÉTRICA**

<b>Zona Intervenida</b>	<b>Zona no Intervenida</b>
<b>66,36</b>	<b>94,01</b>
<b>65,78</b>	<b>95,9</b>
<b>51,42</b>	<b>92,71</b>

Autor Ing. Olguer Alfredo León Gordón

## **4.2. CARBONO**

### **Matéria orgánica**

La materia orgánica de los suelos es el producto de la descomposición química de las excreciones de animales y microorganismos, de residuos de plantas o de la degradación de cualquiera de ellos tras su muerte. En general, la materia orgánica se clasifica en compuestos húmicos y no húmicos. En los segundos persiste todavía la composición química e incluso la estructura física de los tejidos animales o vegetales originales.

**TABLA 8. ANÁLISIS DE LA PRUEBA T DE HUMEDAD VOLUMÉTRICA PARA MEDIAS DE DOS MUESTRAS EMPAREJADAS.**

<b>Estadísticas</b>	<b>(Humedad Volumétrica)</b>	
	<b>Variable 1</b>	<b>Variable 2</b>
Media	61,187	94,207
Varianza	71,625	2,573
Observaciones	3	3
Coeficiente de correlación de Pearson	0,787	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	2	
<b>Estadístico t</b>	<b>-7,869</b>	
P(T<=t) una cola	0,008	
Valor crítico de t (una cola)	2,920	
P(T<=t) dos colas	0,016	
<b>Valor crítico de t (dos colas)</b>	<b>4,303</b>	

Autor Ing. Olguer Alfredo León Gordón

Los organismos del suelo descomponen este tipo de sustancias orgánicas dejando solamente residuos difícilmente atacables, como algunos aceites, grasas, ceras y ligninas procedentes de las plantas superiores de origen. El resto son transformados por parte de los microorganismos, reteniendo una parte como componentes propios (polisacáridos, por ejemplo). El producto de tal transformación es una mezcla compleja de sustancias coloidales y amorfas de color negro o marrón oscuro denominado genéricamente *humus* (Brady, 1984). El

humus constituye aproximadamente entre el 65 y el 75 % de la materia orgánica de los *suelos minerales*. Los suelos minerales son los de un contenido de materia orgánica menor del 20 %, ocupando el 95 % de la superficie terrestre mundial. Los suelos con un mayor contenido en materia orgánica se denominan *suelos orgánicos*. El contenido medio aproximado de materia orgánica en los suelos de labor oscila entre el 1 y el 6%.

Los resultados obtenidos de laboratorio de la variable Materia Orgánica del análisis de la relación de la zona de páramo intervenida con la zona de páramo no intervenida realizando la prueba t para medias de dos muestras emparejadas es estadísticamente significativa ya que el Valor crítico de t (dos colas) es 4,30 y el estadístico t es igual a 2,73 que es menor que el valor crítico, por lo tanto podríamos indicar que la zona intervenida tiene mayor cantidad de materia orgánica pero estadísticamente no es significativo. La interpretación que tiene mayor cantidad de materia orgánica se basa en el análisis de la media donde la variable 1 (zona intervenida) tiene 7,17 y la variable 2 (zona no intervenida) tiene 22,72 pero al realizar el análisis estadístico no es significativa.

**TABLA 9. DATOS DE MATERIA ORGÁNICA**

<b>Zona Intervenida</b>	<b>Zona no intervenida</b>
7,27	15,64
9,14	35,91
5,11	16,61

Autor Ing. Olguer Alfredo León Gordón

### **Carbono orgánico**

Rodríguez (2003), es el material derivado de la descomposición de las plantas, el crecimiento bacteriano y las actividades metabólicas de los organismos vivos, o de compuestos químicos.

Puede ser también la cantidad de carbono unido a un compuesto orgánico y se usa frecuentemente como un indicador no específico de calidad del agua o del grado de limpieza de los equipos de fabricación de medicamentos. Se mide por la cantidad de dióxido de carbono que se genera al oxidar la materia orgánica en condiciones especiales.

**TABLA 10. ANÁLISIS DE LA PRUEBA T PARA CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA PARA MEDIAS DE DOS MUESTRAS EMPAREJADAS.**

<b>Estadísticas</b>	<b>Materia orgánica</b>	
	<b>Variable 1</b>	<b>Variable 2</b>
<b>Media</b>	<b>7,173</b>	<b>22,72</b>
Varianza	4,067	130,72
Observaciones	3	3
Coeficiente de correlación de Pearson	0,821	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	2	
<b>Estadístico t.</b>	<b>-2,735</b>	
P(T<=t) una cola	0,0559	
Valor crítico de t (una cola)	2,920	
P(T<=t) dos colas	0,112	
<b>Valor crítico de t (dos colas)</b>	<b>4,303</b>	

Autor Ing. Olguer Alfredo León Gordón

Un análisis típico del COT mide tanto el carbono total (CT) presente como el carbono inorgánico total (CIT). Restando el Carbono inorgánico total del Carbono total obtenemos el Carbono orgánico total.



$$COT(\text{Carbono Orgánico Total}) = CT(\text{Carbono Total}) - CIT(\text{Carbono Inorgánico Total})$$

Los resultados obtenidos de laboratorio de la variable Carbono Orgánico del análisis de la relación de la zona de páramo intervenida con la zona de Páramo no intervenida realizando la prueba t para medias de dos muestras emparejadas es estadísticamente significativa ya que el Valor crítico de t (dos colas) es 4,30 y el estadístico t es igual a 2,73 que es menor que el valor crítico, por lo tanto podríamos indicar que la zona intervenida tiene mayor cantidad de materia orgánica pero estadísticamente no es significativo. La interpretación que tiene mayor cantidad de materia orgánica se basa en el análisis de la media donde la variable 1 (zona intervenida) tiene 7,17 y la variable 2 (zona no intervenida) tiene 22,73 y al realizar el análisis estadísticamente no es significativo

**TABLA 11. DATOS DE CARBONO ORGÁNICO**

<b>Zona Intervenida</b>	<b>Zona no intervenida</b>
4,22	9,07
5,3	20,83
2,96	9,64

Autor Ing. Olguer Alfredo León Gordón

**TABLA 12. ANÁLISIS DE LA PRUEBA T PARA CARBONO ORGÁNICO PARA MEDIAS DE DOS MUESTRAS EMPAREJADAS.**

<b>Estadísticas</b>	<b>(Materia orgánica)</b>	
	<b>Variable 1</b>	<b>Variable 2</b>
<b>Media</b>	<b>4,16</b>	<b>13,18</b>
Varianza	1,3716	43,973
Observaciones	3	3
Coefficiente de correlación de Pearson	0,820	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	2	
<b>Estadístico t</b>	<b>-2,735</b>	
P(T<=t) una cola	0,056	
Valor crítico de t (una cola)	2,920	
P(T<=t) dos colas	0,112	
<b>Valor crítico de t (dos colas)</b>	<b>4,303</b>	

### 4.3. ANALISIS DE FLORA

#### Zona de pajonales

El ecosistema páramo por lo general empieza a predominar de esta tipo de vegetación sobre los 3.500 y máximo hasta los 4.200 msnm, y sobre este ecosistema. En esta zona encontramos diferentes especies naturales, que constituyen parte de la vegetación del ecosistema páramo, donde se aprecia principalmente densos pajonales *Stipaichu*, asociado con almohadillas *Azorella scirpu*, cacho de venado *Halenia weddliana*, lirios de páramos, licopodios, musgos, plantas principales, entre otras que se detallan a continuación.

**TABLA 13. CARACTERÍSTICAS DE LA CUBIERTA VEGETAL DE LA ZONA DE PAJONAL.**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	% DE COBERTURA
Paja	<i>Stipaichu</i>	80.00
Chuquiragua	<i>Chuquiragasp.</i>	2.00
Árbol de papel	<i>Polylepissp</i>	3.00
Almuadillas	<i>Azorella pedunculata</i>	10.00
Licopodios	<i>Epifitas</i>	
Musgos		5.00
	<b>TOTAL</b>	<b>100.00</b>

**Fuente:** salida al campo

**Elaborado:** Autor Ing. Olguer Alfredo León Gordón.

### **Zona de bosques y chaparros**

El área del bosque nativo está localizado entre los 2900 hasta los 4100 msnm, con una superficie aproximada de 15.96 ha, la mayoría está asentado en suelos profundos con mucha humedad; constituye un factor importante para la conservación del recurso hídrico.

**TABLA 14. CARACTERÍSTICA DE LOS REMANENTES DE BOSQUES NATURAL DEL PÁRAMO DE SACHAHUAYCO.**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	% DE COBERTURA
Piquil	<i>Gynoxyssp</i>	5.00
Yagual	<i>Polylepisincana</i>	10.00
Quishuar	<i>Buddlejaincana</i>	5.00
Total		20

**Fuente:** Salida al campo

**Elaborado:** Ing. Olguer Alfredo León Gordón.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. Conclusiones**

Al realizar el análisis comparativo estadísticamente de la zona de páramo intervenida y de la zona de páramo no intervenida, se realiza la relación y se comprueba la hipótesis planteada en base a los siguientes datos:

En cuanto a capacidad de la relación de retención de agua, de la media de humedad gravimétrica es 69,34%, de la zona no intervenida, en relación a la zona intervenida que 31,54%, con lo que se demuestra que el porcentaje es mucho mayor en la zona que no existe intervención.

De igual forma sucede con la cantidad de carbono orgánico almacenado que en la zona no intervenida la media en porcentaje es 13,18% y en la zona intervenida existe una media de carbono orgánico de 4,16%.

Por lo tanto la intervención que tuvo las 18 ha de páramo si influye en la capacidad de almacenamiento de agua y carbono, por lo expuesto queda comprobada la hipótesis de una manera afirmativa.

Por lo tanto los humedales son recursos plurifuncionales que cumplen varias funciones para usos de subsistencia; y también desempeñan un número elevado de funciones ecológicas que sustentan la actividad económica.

La presencia de humedales, en la zona de estudio, tiene una alta importancia en el ciclo hidrológico del páramo a través de la provisión y regulación hídrica. En estos humedales se estima que un cambio del uso del suelo con la introducción de carga animal tendrá un alto impacto tanto en la calidad de agua como en la

regulación. Por lo tanto, con la finalidad de adoptar mejores decisiones en relación con el uso y manejo de los servicios de los ecosistemas del páramo se evalúa y se dice que tiene mucha importancia para la población especialmente de los beneficiarios del agua para consumo humano y porque no decir para toda la humanidad.

Por ello, la valoración social que permita medir los beneficios de los servicios ambientales hídricos brindados por los humedales permitirá la adopción de medidas más equilibradas con la finalidad de facilitar y mejorar el uso racional y el manejo y conservación de los humedales.

Para este servicio hídrico de los humedales, los beneficiarios son consumidores domésticos rurales y urbanos, bebederos para ganado, riego y a futuro puede ser potenciales proyectos hidroeléctricos, mientras que hoy soportan el costo de su conservación la Junta Administradora de Agua Potable Regional Yanahurco, los Municipios y el Ministerio del Ambiente con el programa Socio Bosque, que tiene que asignar recursos para el control, vigilancia y protección del páramo de Sachahuayco.

En el tema del análisis estadístico de variables tenemos las siguientes conclusiones.

- En **humedad Gravimétrica** al realizar el análisis de Prueba t para medias de dos muestras emparejadas existe diferencia estadísticamente hablando ya que el valor crítico de t (dos colas) es 4,30 y el valor estadístico t es 10,56; y el valor de la **media** de la variable uno es 31,54 y la variable 2 es 69,34 que existe una diferencia significativa.
  
- En **Densidad aparente** al realizar el análisis de Prueba t para medias de dos muestras emparejadas existe diferencia estadísticamente hablando ya que el valor crítico de t (dos colas) es 4,30 y el valor estadístico t es 11,19; y el valor de la **media** de la variable uno es 1,95 y la variable 2 es 1,36 que no existe una diferencia significativa.

- En **humedad volumétrica** al realizar el análisis de Prueba t para medias de dos muestras emparejadas existe diferencia estadísticamente hablando ya que el valor crítico de t (dos colas) es 4,30 y el valor estadístico t es 7,86; y el valor de la **media** de la variable uno es 61,18 y la variable 2 es 94,20 que existe una diferencia significativa entre estas 2 variables.
  
- En **Materia Orgánica** al realizar el análisis de Prueba t para medias de dos muestras emparejadas no existe diferencia estadísticamente hablando ya que el valor crítico de t (dos colas) es 4,30 y el valor estadístico t es 2,73; y el valor de la **media** de la variable uno es 7,17 y la variable dos es 22,72 que existe una diferencia significativa entre estas 2 variables.
  
- En **Carbono orgánico** al realizar el análisis de Prueba t para medias de dos muestras emparejadas existe diferencia estadísticamente hablando ya que el valor crítico de t (dos colas) es 4,30 y el valor estadístico t es 2,73 y el valor de la **media** de la variable uno es 4,16 y la variable 2 es 13,18 que existe una diferencia medianamente significativa entre estas 2 variables.
  
- Al realizar el análisis de agua en la muestra de la zona intervenida se obtuvo la presencia de cinco coliformes totales (ver anexo 3), y en la zona no intervenida dio negativo, (no existe presencia de coliformes fecales), lo cual no da la pauta que al momento de intervenir se produce contaminación ambiental y de las afluentes de agua que en este caso es nocivo ya que se utiliza el agua para consumo humano.

Con el análisis estadístico (prueba t student) podemos demostrar que los valores de cantidad de retención de carbono y agua son representativos estadísticamente hablando, en la zona no intervenida, y es menor la retención de agua estadísticamente hablando en la zona intervenida, y de igual manera existe diferencia aunque no estadísticamente representativa en la retención de carbono. Por lo tanto estos estudios nos demuestran que debemos propender a conservar los humedales que son fuente de vida de la población por las siguientes razones:

- Todos los habitantes de la mayoría de las ciudades andinas y campos dependemos de ellos (agua potable, agua de riego, energía eléctrica).
  - Son sitios de recreación, descanso y salud.
  - Son reguladores de erosión y almacenan agua para que no exista inundaciones en las zonas bajas.
  - Son proveedores de alimento y recursos para las comunidades locales.
  - Son parte de nuestra identidad cultural y sitios sagrados de nuestros ancestros.
  - Son el hogar de muchas especies de flora y fauna.
  - Son importantes en la estabilidad del clima, las aguas y los suelos.
  - Son importantes refugios para aves.
- Al realizar el inventario de florístico (árboles, arbustos, chaparros), encontramos en la zona no intervenida una gran diversidad de plantas en un gran porcentaje, esto no sucede en la zona intervenida ya que existe en un gran porcentaje pasto introducido (Ray gras, pasto azul) y recuperación de pajonales, y un porcentaje muy bajo de chaparros que recién están apareciendo, lo que demuestra que al intervenir esa área desapareció gran cantidad de árboles, arbustos y chaparros. También se nota que desapareció en su totalidad los tumbusos y que recién comienzan aparecer en pequeñas cantidades. Por lo tanto árboles y arbustos 0%, un 50% de pajonal y el otro 50% rey gras, plantas rastreras y romerillos.



## **5.2. Recomendaciones**

A los habitantes del Cantón Mocha, a la directiva de la Junta Administradora de Agua potable Regional Yanahurco, a sus usuarios, a los dueños de las áreas de páramos circundantes y a la población en general, con este estudio se ha comprobado la hipótesis planteada que la labranza de los páramos afecta a la retención de agua y carbono por lo tanto todos estamos comprometidos a conservar los páramos que sin ser de nuestra propiedad brindan un servicio ambiental que es muy importante para el mundo por todos los beneficios que ellos recibimos.

## **CAPITULO VI**

### **PROPUESTA**

#### **6.1. Datos Informativos**

**Tema:**

“Conservación del páramo de Sachahuayco para mejorar el almacenamiento de agua y carbono.

**Responsable Institucional:**

Junta Administradora de Agua Potable Regional Yanahurco.

**Responsable técnico:**

Ing. Juan Espinoza presidente de la institución.

#### **6.2. Antecedentes de la propuesta**

Un importante hito para la consolidación de acciones para la conservación de los humedales altoandinos se cumplió con la creación del Grupo Contacto conformado por los Puntos Focales Ramsar de Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Chile y Argentina al que se sumaron Costa Rica y cuatro organizaciones internacionales: IUCN, Wetlands Internacional, WWF y Birdlife International.

La Resolución VIII.39 de la Convención Ramsar de Valencia 2002, constituye el referente más importante de valoración y conservación de los humedales altoandinos a nivel internacional:

La Secretaría General de la Convención Ramsar reconoció que la mayoría de las ciudades y una parte sustancial de la producción agrícola en países andinos se benefician de las cuencas hidrográficas altoandinas, incluidos sus sistemas de humedales, como fuente básica de suministro de agua para fines de consumo e irrigación.

Quienes manifiestan que la conservación de los humedales altoandinos permite asegurar la regulación de sistemas hídricos a diferentes escalas, y el mejoramiento de la calidad de vida tanto de las poblaciones humanas asociadas a estos ecosistemas como de las concentraciones urbanas que se benefician de sus servicios ambientales.

Pero los humedales podríamos decir que son mucho más que sólo eso; son comunidades acuáticas inmersas en las montañas, pues constituyen el hogar de muchos seres vivos, en muchos casos únicos de ese lugar, son refugios temporales de aves migratorias y son importantes fuentes de alimento para los habitantes locales incluyendo a los seres humanos.

Los humedales de altura son parte importante del ciclo hídrico de la tierra por:

- Reciben el agua de los glaciares y la de las lluvias y neblina.
- La almacenan formando grandes o pequeños reservorios.
- Son las fuentes de evaporación hacia el aire y de infiltración hacia la tierra.
- Mantienen interconexiones entre sí y son parte de un gran sistema mayor que lleva el agua desde las alturas hacia las tierras bajas.

Son parte de la cultura andina debido a que:

- Son considerados el origen de muchas culturas

- Son sitios mágicos y sagrados

### **6.3. Justificación**

Para que un páramo brinde el servicio de diversidad de flora, almacenamiento y retención de agua, carbono, flora, controle inundaciones, sea un filtro de turbiedad de agua, debe estar perfectamente conservado, sin que exista carga animal, avance de la frontera agrícola, quema de pajonales que son factores que causan alteración en este frágil ecosistema, llevando al deteriora de éste, por lo tanto no va a cumplir con las diversas funciones que lo realiza un páramo con una buena conservación.

Por todas éstas razones es importante este trabajo de conservación de los páramos y particularmente el de Sachahuayco, así estamos contribuyendo con la salud de veinte mil habitantes aproximadamente de la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado Regional Yanahurco, que son beneficiarios directos quienes tendrán un servicio de agua de calidad y en cantidad suficiente a largo plazo, a mas de contribuir con la conservación del ambiente, almacenando carbono.

Luego de aplicada esta propuesta de conservación, la misma será un referente para que otras personas o instituciones sigan el ejemplo y amplíen el área de conservación por el valor social y económico que este tiene y que se puede conservar para cumplir varios fines explicados ampliamente en éste trabajo que solo persiguen el beneficio común.

### **6.4. Objetivos**

#### **6.4.1. Objetivo General**

- Conservar el páramo para incrementar la capacidad de retención de agua y carbono.

#### **6.4.2. Objetivos Específicos**

- Aplicar técnicas que nos ayuden mejorar las condiciones actuales del páramo de Sachahuayco, para incrementar la capacidad de retención de agua y carbono.
- Asegurar un equilibrio ecológico para que el páramo de Sachahuayco cumplan con la función de filtro natural.

#### **6.5. Análisis de factibilidad**

Esta propuesta es factible social, económica y ambientalmente hablando, porque si se conserva el páramo de Sachahuayco, el agua que en éste se almacena va ir discurriendo lentamente y dotando del líquido a una población rural de cuatro cantones, servicio por lo cual la Junta Administradora de Agua Potable Regional Yanahurco cobra una tasa por el servicio de agua potable, de lo cual debe y está invirtiendo recursos en conservación, pero no de una manera que se pueda evaluar al páramo si se está recuperando. Ambientalmente contribuye con el almacenamiento de carbono que ayuda a disminuir la contaminación, por ende influye en el cambio climático positivamente.

#### **6.6. Metodología, modelo operativo**

Realizar trabajos estratégicos y actividades que pueden consolidarse para avanzar en el proceso acelerado de conservación que es necesario para mejorar la capacidad de almacenamiento de agua y carbono.

- Erradicar de manera definitiva la carga animal, para lo cual primeramente se debe sacar los animales existentes, luego proceder a cercar con alambre o establecer cercas vivas que serán las que cumplan su función a mediano plazo, esto en el contorno de toda el área de páramo de propiedad de la Junta Administradora de Agua Potable Regional Yanahurco.

- Recolectar todo el estiércol de los animales existentes en la zona ya que éstas tiene una descomposición lenta y constituyen una fuente de contaminación especialmente con coliformes totales.
- Impedir el acceso de vehículos o maquinaria que causen deterioro en el páramo.
- Realizar un sistema de vigilancia constante con el fin de evitar la quema de pajonales que es muy frecuente en épocas de sequia especialmente ya que hay individuos inescrupulosos que van de casería para lo cual realizan quema de los pajonales.
- Reforestar con especies nativas como yagual, quishuar, piquíl para acelerar el proceso de recuperación en las zonas más deterioradas.
- Concientizar a la población mediante talleres de capacitación para hacer conocer la importancia de los humedales y los páramos.

### **6.7. Administración**

La administración será realizada por el Directorio de la Junta Administradora de Agua Potable Regional Yanahurco.

### **6.8. Previsión de la evaluación**

Se recomienda ir evaluando anualmente para poder verificar la evolución de la recuperación del páramo. Poner en práctica las técnicas recomendadas en este trabajo de investigación para la conservación y recuperación del páramo de Sachahuayco en el cantón Mocha.

## Bibliografía

1. ASTUDILLO, D. 2010. Valoración Socioeconómica de Humedales Altoandinos. Editorial UTPL. Loja - Ecuador. 92 pp.
2. BARBIER, E. Acreman, M. y Knowler, D. 1997. Valoración económica de los humedales - Guía para decisores y planificadores. Oficina de la Convención de Ramsar, Gland, Suiza.
3. Bosch, J.M. y J. D. Hewlett. 1982. Una revisión de los experimentos de la captación para determinar el efecto de los cambios de la vegetación en la producción y la evapotranspiración del agua. Diario de la hidrología. 55:3-23.
4. Barrantes, G. y Vega M. 2001. Evaluación del Servicio Ambiental Hídrico en la Cuenca del Río Savegre con fines de Ordenamiento Territorial. Desarrollo Sostenible de la Cuenca hidrográfica del Río Savegre. Costa Rica.
5. Bateman, 2003. Economía ambiental aplicada. Presión de la universidad de Cambridge. Cambridge.
6. Buytaert, 2006. Impacto humano en la hidrología de los páramos andinos. La geología repasa, 79: 53-72.
7. CASTRO, M. 2009. Valoración Económica del Agua de los Bofedales Secundarios de las Lagunas Negras de Jimbura, Nudo de Sabanilla. EcoCiencia. MAE. Quito, Ecuador.
8. CASTRO, M. 2010. Valoración económica del almacenamiento de agua y carbono en los bofedales de las localidades de Oña-Saraguro-Yacuambi en las provincias de Loja, Azuay, y Zamora Chinchipe. EcoCiencia. Wetlands. UTPL. Quito – Ecuador.

9. Coppus, P. 2002a. El estado de conservación del Páramo en el Ecuador. *Ecotrópicos*. 15 (1): 3-8 pp.
10. Flachier, A. 2010. Diseño metodológico para la valoración socioeconómica de los bofedales y turberas altoandinas. Quito, Ecuador. 36 pp.
11. FSO. 2009. Plan de Manejo de Páramos Frente Sur Occidental. Cevallos - Ecuador. No publicado.
12. FUNIBER. 2007. Universidad De León. Estudio de las plantas medicinales del mercado de la Galería Central del Título: Plan De Manejo Ambiental En La Zona Amortiguadora Del Páramo Del Duende. [www.funiber.org/](http://www.funiber.org/).
13. Groot, R. yStuip, M. 2007. Valoración de los Humedales. Lineamientos para valorar los beneficios derivados de los servicios de los ecosistemas de humedales. Informe Técnico Ramsar. Número 3. Número 27 de la serie de publicaciones técnicas del CDB.
14. Boletín Funiber 12 – 2008. Explosivo incremento de metano en la atmósfera en el 2007. <http://blogs.funiber.org/medio-ambiente/2009/08/31/explosivo-incremento-de-metano-en-la-atmosfera -en-el-2007>
15. INFOPLAN. 1999. Información para el desarrollo Oficina de Planificación de la Presidencia ODEPLAN. Quito.
16. León, S. 1993. Estudio ecológico y fitogeográfico de la vegetación del páramo de Guamaní, Pichincha-Napo, Ecuador. Tesis de Licenciatura en Ciencias Biológicas. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito. 135 P.
17. León, S. 2000. La flora de los páramos ecuatorianos. En: La biodiversidad de los páramos. Serie Páramo. Pp. 5-21. GTP/Abya-Yala. Quito.



18. Luteyn, J. 1999. Páramos, una lista de comprobación de la diversidad de la planta, de la distribución geográfica, y de la literatura botánica. Presión botánica del jardín. Estados Unidos, Nueva York.
19. MARINUS, V. 1991. Proceso y patrones de la erosión en natural y disturbada. Ecosistemas andinos del bosque. Los Países Bajos: Estudios geográficos de Netherland. 157-162.
20. Medina, L. y Turcotte, P. 1999. Calidad de las Aguas de los Páramos. Mena y G. Medina (Eds.). El Páramo como Fuente de Recursos Hídricos. Serie Páramo 3. GTP/AbyaYala. Quito.
21. Medina, G. y Mena. 2001. Los páramos del Ecuador. Pp. 1-23 En: Mena, P., G. Medina & R.G.M. Hofstede (eds.). Los Páramos del Ecuador. Proyecto Páramo y AbyaYala ecuador.
22. Mera, V. 2001. Páramo y prácticas sociales, Caracterización social de los páramos ecuatorianos. Pp. 89-119.
23. Podwojewski, P. y J. Poulénard. 2002. Los suelos de los páramos del Ecuador. En: Los suelos del páramo. Serie Páramo. GTP/AbyaYala. Quito.5: 5-26.
24. Rapport, D. 1998. Dimensiones de la salud del ecosistema. En: Simpatía, D., R. Costanza, P. Epstein, C. Gaudet y R. Levins (Eds.). 1998. Salud del ecosistema. Ciencia de Blackwell Malden.
25. ROJAS, O. 2008. Evaluación de la calidad y cantidad del agua en la Microcuenca del río Papallacta antes y después de las plantas hidroeléctricas de ECOLUZ S.A.
26. Rodríguez V. F. 2003. Procesos de potabilización del agua e influencia del tratamiento de ozonización. Ediciones Díez de Santos. Madrid, España.

27. STOLK, M., Verweij, M. Stuij, C. Baker and W. Oosterberg. 2006. Valoración Socioeconómica de los Humedales en América Latina y el Caribe. Wetlands International. Los Países Bajos.
28. VARIOS, A. 2007. "Valoración de humedales" Lineamientos para valorar los beneficios derivados de los servicios de los ecosistemas de humedales. Gland, Suiza. 49 pp.
29. VARIOS, A. 2008. Cuadernos Docentes. Serie Diplomado en Gestión de Cuencas Hidrográficas y Población. Cuenca-Ecuador.
30. Vázquez, M. 2000. Páramos en áreas protegidas: el caso del Parque Nacional Llanganates. En: La biodiversidad de los páramos. Serie Páramo 7: 55-70. GTP/AbyaYala. Quito.
31. Hendricks D. 2007. Tratamientos y procesos físico químicos de agua. Estados Unidos. pp 44-62.
32. [http://www.eup.uva.es/emisionesco2/EL CAMBIO CLIMATICO LOS SUMIDEROS DE CARBONO Y EL PNA EN CASTILLA Y LEON/7.Lossumiderosdecarbono.htm](http://www.eup.uva.es/emisionesco2/EL_CAMBIO_CLIMATICO_LOS_SUMIDEROS_DECARBONO_Y_EL_PNA_EN_CASTILLA_Y_LEON/7.Lossumiderosdecarbono.htm).
33. Secretaría General de la Comunidad Andina [http://www.condesan.org/portal/Ecosistemas de los Andes del Norte y Centro: Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela](http://www.condesan.org/portal/Ecosistemas%20de%20los%20Andes%20del%20Norte%20y%20Centro). 2008
34. Medina, G. Mena, C. Josse (Eds.). 1999. El Páramo como espacio de mitigación de carbono atmosférico. Serie Páramo 1. GTP/AbyaYala. Quito.
35. Woodley, S. 1993. Integridad ecológica y la gerencia de ecosistemas. St. Presión de Lucie. Ann Arbor.
36. ZEHETNER F. 2003, Pedogenesis de los suelos volcánicos de la ceniza en Ecuador andino. Ciencia de suelo Soc. Am. 67:1797-1809.

# **Anexos**

## ANEXO 1. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE AGUA Y CARBONO



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD  
INGENIERÍA AGRONÓMICA**

Casilla: -18-01-334 Telfs. 03 2746151 - 03 2746171  
 Fax: 03 2746231 Cevallos - Tungurahua  
 fiagruta@hotmail.com

<b>Datos del Cliente:</b>	
NOMBRE:	Ing. Holguer León Gordón
ATENCIÓN:	Ing. Holguer León Gordón
DIRECCIÓN:	Cevallos
PROVINCIA:	Tungurahua
CANTÓN:	Cevallos
<b>Datos de la muestra:</b>	<b>ANÁLISIS:</b> Humedad
DIRECCIÓN:	INGRESO: 05/11/2013
RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA: Ing. Holguer León	SALIDA: 20/12/2013
CODIGO DEL CLIENTE:	
FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	

Código muestra	Humedad gravimétrica %	Densidad aparente gr/cm <sup>3</sup>	Humedad volumétrica gr/gr	Materia Orgánica %	Carbono orgánico %
Z intervenida 1	34,18	1,94	66,36	7,27	4,22
Z intervenida 2	35,76	1,84	65,78	9,14	5,30
Z intervenida 3	24,68	2,08	51,42	5,11	2,96
Z no intervenida 1	64,83	1,45	94,01	15,64	9,07
Z no intervenida 2	77,40	1,24	95,90	35,91	20,83
Z no intervenida 3	65,79	1,41	92,71	16,61	9,64

  
 Quím. Marcia Buenaño  
**RESPONSABLE DEL ANALISIS**

*"Sembremos juntos un futuro brillante"*

## ANEXO 2. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AGUA

CHEMICAL TOTAL CONSULTING

### INFORME DE RESULTADOS

#### DATOS DEL LABORATORIO

<b>Empresa:</b> Particular
<b>Persona de Contacto:</b> Regional Yanahurco
<b>Dirección:</b> Av 24 de Mayo y Juan M
<b>Informe de ensayo N°:</b> 024 2014
<b>Tipo de Muestra / Matriz:</b> Agua / L
<b>Procedencia:</b> Vertiente
<b>Muestreado por:</b> Cliente
<b>Condiciones Ambientales de análisis:</b> 18 °C 28%

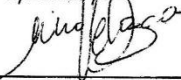
#### ANALISIS BROMATOLOGICO

<b>Número Lab.:</b> 24 2014 <b>ID.Muestra:</b> 24.1	<b>Fecha de Muestreo:</b> 17/02/2014
<b>Fecha de recepción:</b> 17/02/2014	<b>Fecha de Entrega.:</b> 19/02/2014

Código cliente	Parámetro analizado	Unidad	Valor	Método
Zona intervenida	Coliformes totales	UFC/ML	5	Placas petrifilm para recuento de E. Coli
	E Coli	UFC/ML	Negativo	Placas petrifilm para recuento de coliformes totales

Código cliente	Parámetro analizado	Unidad	Valor	Método
Zona no intervenida	Coliformes totales	UFC/ML	0	Placas petrifilm para recuento de E. Coli
	E Coli	UFC/ML	Negativo	Placas petrifilm para recuento de coliformes totales

Aprobado por:



QUÍM. ANITA LUCIA VELASCO

#### CHEMICAL TOTAL CONSULTING

- Consultoría y gestión en Análisis físicos y químicos de AGUAS POTABLES RESIDUALES CALIDAD DE AGUA de Piscinas
  - Análisis de SUELOS, FOLIARES, FERTILIZANTES
  - Microbiología de AGUAS, BALANCEADOS
  - Análisis de ALIMENTOS
  - Desplazamiento para TOMA DE MUESTRAS
- Colombia y Costa rica 02-17 -Tlf.032 424445 098384693 – email: mauriciotobarp@yahoo.com



**ANEXO 3. FOTOGRAFÍAS DEL PÁRAMO, TOMA DE MUESTRAS DE AGUA Y CARBONO.**

**1. Tumbuso o turbera**



**2. Ingreso al Páramo Sachahuayco**



**3. Paja**



**4. Pajonal Recuperado**



**5. Quishuar joven**



**6. Quishuar adulto**





**7. Bosque de Quishuar**



**8. Romerillo**



**9. Yagual**



**10. Captación de agua para consumo**



**11. Muestrade agua Z No Intervenida**



**12. Recipiente esterilizado para muestra**





13. Zona de captación del agua



14. Varillas de protección



15. Compuerta de desagüe



16. Zona de captación natural



17. Zona intervenida con maquinaria



18. Tanque desripador (Filtro)





**19. Georeferenciando con GPS**



**20. Páramo de Sachahuayco**



**21. Cilindro muestreador**



**22. Realizando la toma de muestra de suelo**



**23. Saturación de las muestras en Agua**



**24. Muestras en la estufa**



**25. Nevado Carihuayrazo**



**26. Balanza para pesar las muestras**

