

1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

<b>Código:</b>	CIMA-040213
<b>Centro de Investigación:</b>	CENTRO DE INVESTIGACION EN MODELAMIENTO AMBIENTAL
<b>Programa:</b>	Caracterización multivariada en la gestión de AP
<b>Título del Proyecto:</b>	Calidad y Disponibilidad del agua de consumo humano bajo la gestión social del consejo de juntas del Proyecto Pesillo ¿ Imbabura
<b>Grupo de Investigación:</b>	Manejo sostenible e integral del estudio del suelo y agua
<b>Area de Conocimiento:</b>	Ciencias de la Vida
<b>Línea de Investigación:</b>	Manejo sostenible e integral del suelo y del
<b>Tipo de Investigación:</b>	Aplicada
<b>Campo :</b>	Tecnologías
<b>Investigador Principal :</b>	CHARLES JIM CACHIPUENDO ULCUANGO
<b>Proyectos Vinculados :</b>	Disponibilidad y calidad de agua de consumo humano en el cantón Cayambe
<b>Duración del Proyecto :</b>	12 Meses
<b>Localización del Proyecto :</b>	Provincia: Imbabura Cantón: Otavalo Pichincha Cayambe
<b>Fecha de ingreso :</b>	27/09/2013 16:04

## 2. ANTECEDENTES

En nuestro país el agua potable es un derecho indiscutible, pero el acceso a ella principalmente en las zonas rurales todavía sigue siendo un tema de polémica que afecta el bienestar de las poblaciones por el proceso que implica el adquirir agua en cantidad y calidad, sumado a esto el cumplimiento de las bases de control reguladas por las entidades públicas.

(Rojas, R. (2002) Señala que para el caso de las localidades que no sean atendidas por un abastecedor de agua, automáticamente la autoridad de salud asumirá la responsabilidad del control de la calidad del agua para consumo humano y actuará a través de las administraciones, dirigentes comunales o municipalidad para implementar las acciones correctivas necesarias.

Además garantizar la disponibilidad y la calidad del agua de consumo es fundamental para la salud humana, si bien es cierto que las instituciones públicas del estado tienen la responsabilidad de regular esta actividad; los usuarios en las zonas rurales del país, agrupados en Juntas Administradoras de Agua Potable son responsables de gestionar el agua para sus hogares, sin embargo existe una gran debilidad por parte de estas, ya que carecen de un sistema de control y vigilancia, por diversas razones como; escasez de recursos económicos, falta de talento humano, falta de gestión para el manejo de fuentes de agua, efecto del cambio climático, etc.

La calidad del agua apta para consumo humano implica el cumplimiento de condiciones físico - químicas y bacteriológicas que aseguren su potabilidad y la garantía de que el agua que se va a consumir, tiene el tratamiento y la desinfección adecuados, así como el control de los parámetros microbiológicos del agua antes, durante y después de su distribución.

El proyecto de agua potable Pesillo ¿ Imbabura abarca varias comunidades y sectores del cantón Cayambe en la provincia de Pichincha y las comunidades de los cantones Otavalo e Ibarra en la provincia de Imbabura, se encuentran localizadas al Norte del país y en la actualidad cubren 14.154 familias en total, de las cuales aproximadamente 12.067 familias tienen acceso al agua potable, mientras que 2.086 familias carecen de agua en sus hogares. (Ver Anexo 1)

En estos cantones la gestión del agua se la realiza a través de Juntas Regionales de Agua Potable, una regulada por el municipio local y seis reguladas por las comunidades rurales de los tres cantones. Actualmente las poblaciones rurales y urbanas del proyecto Pesillo- Imbabura se abastecen de agua de vertientes subterráneas que se encuentran localizadas en los páramos de las mismas comunidades, pero la disponibilidad de agua de acuerdo al caudal concesionado para cada Comunidad se ve cada vez más escasa y es una de las razones por la que parte de la población se ve todavía desprovista de este recurso tan importante.

La disponibilidad y calidad del agua para consumo humano depende especialmente de la protección y manejo de las fuentes; los usuarios/as tratan de proteger y conservar sus fuentes pero se hace muy poco con respecto a la gestión de la calidad del agua.

El establecimiento de perímetros de protección en los que se prohíben actividades que afectan la calidad del agua, se deben hacer en base al estudio del medio físico, las características de la infraestructura de la captación y el comportamiento de los contaminantes existentes. Actualmente, las comunidades que gestionan las fuentes de agua no acatan estas medidas y más aún carecen de criterios adecuados que prevengan la contaminación del agua.

En este contexto, el principal problema de las Juntas Administradoras de Agua Potable del sector rural es que dotan del líquido vital sin conocer su calidad debido a la debilidad organizativa y administrativa, al desconocimiento de la dinámica ambiental de sus fuentes y a las tecnologías que garantizan la provisión de agua de calidad.

Por esta razón la UPS, desde el año 2012, lleva un proceso de capacitación y acompañamiento a los directivos del proyecto Pesillo ¿ Imbabura (Anexo 1) que ha permitido mejorar el manejo administrativo de los sistemas de abastecimiento de agua; sin embargo es necesario continuar con este trabajo para que la toma de decisiones y la ejecución de acciones encaminadas a la mejora de la calidad del agua sean objetivas y respaldadas científicamente.

## 3. JUSTIFICACIÓN

Las Juntas comunitarias de agua potable son las encargadas de dotar de agua a las comunidades rurales del cantón Otavalo, pero en la mayoría de los casos lo hacen sin tomar en cuenta su calidad, lo que ocasiona que los organismos del estado encargados de normar y regular estos servicios cuestionen fuertemente si estas organizaciones tienen o no las capacidades para continuar brindando mencionados servicios, o como

alternativa que ya se ve en la provincia de Pichincha la presencia de Juntas regionales que dotan del líquido vital pero que son reguladas por los municipios locales, esto ha venido provocando varios conflictos entre las poblaciones del sector rural que se encuentran en la lucha por brindar de manera equitativa el recurso agua a sus hogares.

Existe poca información sobre el estado sanitario y protección de los sistemas de abastecimiento de agua en las comunidades. Esto impide tomar decisiones con base técnica que ayuden a conservar y proteger las fuentes de agua. A través de este proyecto de investigación se estudiará la influencia del tipo de organización y protección de las fuentes sobre la disponibilidad y calidad del agua. Esta evaluación se realizará en base a los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua establecidos por los organismos de control del estado, adicionalmente se medirá los actuales caudales de agua.

A través del proyecto se busca generar información que impulse la gestión social del agua para consumo humano por parte de las comunidades del sector rural del cantón Otavalo, con una metodología adaptada a las dimensiones sociales, ambientales y tecnológicas locales.

## 4. OBJETIVOS

### 4.1 Objetivo General

Analizar la gestión social del agua de las Juntas comunitarias del proyecto Pesillo-Imbabura, y su influencia en la calidad y disponibilidad, mediante la caracterización de los sistemas organizativos y sistemas de protección de fuentes de agua, de manera que se asegure la disponibilidad y calidad de agua de consumo para los usuarios y usuarias

### 4.2 Objetivos Especificos

- 1 ¿ Caracterizar los sistemas organizativos de las juntas de agua potable del proyecto Pesillo ¿ Imbabura.
- 2 ¿ Determinar los sistemas de protección de fuentes de agua e infraestructura utilizada y su relación con la cantidad y calidad de agua.
- 3 ¿ Monitorear la disponibilidad y calidad del agua de consumo humano, mediante la implementación de un sistema de medición de caudales y análisis de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos establecidos por los organismos de control
- 4 ¿ Identificar el trayecto y cobertura de los sistemas de agua potable del proyecto Pesillo ¿ Imbabura.
- 5 ¿ Difundir los resultados de la investigación a los beneficiarios del proyecto, instituciones públicas y comunidad científica.

## 5. ESTADO DEL ARTE

### 6.1. Acceso al agua

En lo referente al agua y saneamiento en las zonas rurales, se ha estimado que, en el área rural de América Latina y Caribe, 33.6 millones de personas (26.7%) no tenían acceso a agua potable y 64.3 millones (51%) no tenían acceso a saneamiento mejorado en el año 2004.

En América Latina y el Caribe, el acceso a fuentes de agua mejorada aumentó de 83% en 1990 al 89% en 2002. Así, la cobertura ha aumentado en un 6 de los 8,5 puntos porcentuales necesarios a fin de cumplir el objetivo. En las zonas rurales, la cobertura aumentó en 11 puntos entre 1990 y 2002 (de 58% a 69%), de un total necesario aumento de 21 puntos en 2015. Habida cuenta de los progresos realizados en la ampliación de la cobertura de servicios de agua potable entre 1990 y 2002, muchos países de la región están en buena posición para satisfacer esta dimensión de la meta, si mantienen sus tasas anuales de la expansión de la cobertura durante la próxima década.

El Estudio Nacional de Agua (ENA, 2005), menciona que el índice de disponibilidad per cápita de agua, clasifica a Colombia ya no como una de las potencias hídricas del mundo, sino como el país número 24 en una lista de 182 naciones. En la actualidad cada colombiano dispone de 40.000 metros cúbicos de agua al año, pero de no adoptar medidas para su conservación, esta situación generaría a futuro una situación indeseable en el marco del desarrollo sostenible de Colombia, agudizando la problemática del agua en Colombia de tal forma que para el año 2020, cada colombiano dispondría de un volumen potencial de agua igual de 1.890 m<sup>3</sup> de agua al año.

En el Ecuador el acceso al agua potable puede ser gestionada por los usuarios mediante la conformación de organizaciones de usuarios como se manifiesta en artículo 318 de la nuestra constitución ¿el agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable e imprescriptible del Estado, y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos. Se prohíbe toda forma de privatización del agua¿ (Constitución, 2008).

La gestión del agua será exclusivamente pública o comunitaria. El servicio público de saneamiento, el abastecimiento de agua potable y el riego serán prestados únicamente por personas jurídicas estatales o comunitarias.

El Estado fortalecerá la gestión y funcionamiento de las iniciativas comunitarias en torno a la gestión del agua y la prestación de los servicios públicos, mediante el incentivo de alianzas entre lo público y comunitario para la prestación de servicios.

En la actualidad se está discutiendo una nueva ley de aguas en donde se garantizará la operatividad de la constitución, mientras tanto se encuentra vigente la ley de agua emitida en 1972 en donde sus articulados permiten el funcionamiento de Juntas administradoras de agua potable entre los principales son los siguientes:

Art. 76.- Si dos o más personas llevan agua por un acueducto común, puede desviarlas en lo que estrictamente le corresponda, en el lugar más conveniente a sus intereses, siempre que no perjudique al derecho de los demás usuarios. Si no hubiera acuerdo entre los usuarios, lo resolverá el Consejo Nacional de Recursos Hídricos.

Art. 77.- Los usuarios de un acueducto contribuirán proporcionalmente, según sus derechos a la limpieza, reparación y sostenimiento administrativo del mismo, así como para las construcciones y más obras necesarias para su mejoramiento.

Art. 78.- Si más de cinco personas tuvieran derecho de aprovechamiento común de aguas, se constituirán en Juntas Administradoras de agua potable; salvo lo dispuesto en el Art.163 de la Ley de Régimen Municipal. (Ley de aguas, 1972)

## 6.2. Gestión del agua

(Hantke - Domas , M. (2011), 2011) En un documento de proyecto analiza la situación en varios países y concluye a través de ejemplos que en Nicaragua existen los Organismos de Cuenca con funciones técnicas, operativas, administrativas y jurídicas, en coordinación con la ANA (Autoridad Nacional del Agua), para la gestión, control y vigilancia del uso o aprovechamiento del agua con el propósito de impulsar la participación ciudadana por la vía de integrar a la sociedad civil y a los usuarios para conformar foros de consulta, coordinación y concertación. En Honduras, se crean los Consejos de Cuenca que tienen por finalidad proponer, ejecutar programas y acciones para la mejor administración de las aguas, el desarrollo de la infraestructura hidráulica y la protección, conservación y preservación de los recursos hídricos de la cuenca. En el Perú, la presencia de los Consejos de Cuenca, formando parte de la ANA, con el fin último de participar en la planificación, coordinación y concertación del aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos dentro de sus ámbitos territoriales. En Venezuela, se contempla la existencia de los Consejos de Cuencas Hidrográficas. Las leyes del Uruguay, la CABA (Ciudad Autónoma de Buenos Aires) y Chile no consideran este tipo de instituciones, aún cuando el primero incorpora los Consejos Regionales de Recursos Hídricos que tienen por misión planificar y deliberar sobre todos los temas relativos al agua en la región.

## 6.3. Fuentes de agua

En nuestro país las aguas subterráneas que encontramos en los páramos de las Comunidades son vertientes que nacen de forma natural, estas aguas son captadas para su posterior distribución a la población.

Generalmente las fuentes subterráneas son aguas que emergen de las rocas y se consideran aguas muy limpias, es decir que se encuentran libres de contaminación. Según (VIEIRA 2002), ¿Las fuentes subterráneas protegidas están libres de microorganismos patógenos y presentan una calidad compatible con los requisitos para consumo humano. Sin embargo, previamente a su utilización es fundamental conocer las características del agua, para lo cual se requiere realizar los análisis físico-químicos y bacteriológicos correspondientes¿.

Las fuentes de agua subterránea, como manantiales y pozos, deben estar protegidos contra las inundaciones, pisoteo de animales y aguas superficiales. ¿Se recomienda establecer un perímetro de protección para que el acceso de personas y animales esté restringido. Deben restringirse o prohibirse las actividades o instalaciones que puedan contaminar las aguas subterráneas, o que afecten el caudal realmente aprovechable para el abastecimiento de la población¿ (VIEIRA 2002).

Según (ETAPA 2010) el 85% del territorio de las subcuencas proveedoras de agua está cubierto por páramo. El páramo es un recurso precioso, que modera los flujos de agua, absorbe mucha agua cuando llueve (actúa como una esponja) y la suelta lentamente a lo largo del año. Esto ayuda a reducir las inundaciones y a tener agua durante el período de estiaje, ya que nuestra ciudad no tiene glaciales. Estas características de alta capacidad de retención de agua y regulación de caudales son esenciales para millones de personas en ciudades y áreas rurales de la zona andina. La vocación de los páramos es esencialmente la prestación de servicios ambientales.

## 6.4. Protección y conservación de fuentes de agua

De acuerdo a las investigaciones ecológicas acumuladas a lo largo de la última década, los páramos tienen poca resiliencia (capacidad para recuperar su estado natural) y baja capacidad de adaptación frente a la suma de impactos antrópicos que los afectan, por lo que son considerados como ecosistemas altamente vulnerables. Es decir la capacidad de retención del agua es reversible hasta cierto punto, después la sequía es irreversible, ya que los impactos cambian las características físicas de los suelos frágiles de páramo.

Con respecto a la protección y recuperación de los páramos hay muchas investigaciones que recomiendan las buenas prácticas para la protección, estas buenas acciones deben ser ejecutadas por las Juntas, mediante un plan de manejo para la protección de páramos. La Universidad de Quevedo en un artículo de la web, menciona; sobre la protección de los recursos naturales renovables principalmente el agua, ya que merece una

atención prioritaria y permanente por la exagerada ampliación de las fronteras agrícolas, las malas prácticas agropecuarias y la agresiva tala de bosques que ha dado como resultado una alteración en el ciclo hidrológico y por ello la consecuente escasez del elemento base para la vida y el desarrollo de los seres vivos. De ahí la necesidad imperiosa de implementar obras de protección que mitiguen los impactos negativos ocasionados por la pérdida del agua (QUEVEDO 2005).

Las fuentes hídricas de abastecimiento de agua de consumo humano están siendo presionadas por actividades antrópicas como: ganadería, quemas incontroladas, deforestación, degradación de los suelos, avance de la frontera agrícola, apertura de vías, invasiones, subdivisión de terrenos (ETAPA 2010). Entre las consecuencias de estas actividades se puede citar:

¿ Pérdida de la capacidad de retención de agua en el páramo.

¿ La deforestación disminuye el aporte de materia orgánica al suelo, ocasionando mayor exposición a la radiación solar y por tanto desecamiento del suelo, lo que disminuye la porosidad del suelo y por lo tanto su capacidad de almacenar el agua.

¿ Disminución del tiempo de residencia de agua en la sub-cuenca lo que produce inundaciones y estiajes severos.

¿ Contaminación por fertilizantes, pesticidas, bacterias, nutrientes, patógenos, heces.

¿ Procesos erosivos.

¿ Reducción de páramo y bosques.

¿ Afectación de hábitats, disminución severa de poblaciones de biodiversidad y afectación de interacciones ecológica, entre otras.

Estos son los motivos que crean una necesidad imperiosa de llegar a diferentes acuerdos con los actores directamente relacionados con los recursos naturales en las cuencas hidrográficas como organizaciones comunales, propietarios particulares y con instituciones relacionadas como MAE-CGA. En estas zonas de interés se pretende desarrollar una gestión de largo plazo que sea coherente con la realidad socioeconómica, ambiental, legal e institucional en las áreas de intervención (ETAPA 2010).

Con respecto a la conservación de las fuentes de agua, nuestro país se ampara bajo la constitución y en el Capítulo IV.- De la conservación, nos habla que:

Art. 43.- ¿Será prioridad del Consejo Plurinacional del Agua, velar por la conservación de los páramos, bosques, humedales, manglares y toda área de recolección y regulación hídrica, con la participación de los usuarios, comunas, comunidad, pueblos, nacionalidades, campesinos y otras colectividades de la sociedad civil¿

Art. 44.- ¿Previo a la evaluación y planificación con los usuarios, comunas, comunidades campesinos y nacionalidades, el Estado destinará los fondos necesarios y la asistencia técnica para garantizar la protección y conservación de las fuentes de agua y sus aguas de influencia¿.

Es de vital importancia que las fuentes de agua y nacimientos estén delimitados con alambrados, mallas o con cercas vivas, para proteger el ingreso de animales a la vertiente, esta es una buena práctica que nos ayuda para mejorar las condiciones de producción de agua en cantidad y calidad, debido a que se reduce o se eliminan las posibilidades de contaminación y se optimiza las condiciones de uso y manejo.

A continuación se menciona algunas de las prácticas que se pueden aplicar en las fuentes de agua:

¿ En el área de recogimiento de la fuente, para aumentar la disponibilidad de agua es importante delimitar las áreas de escurrimiento, dejar que la vegetación se reconstituya y evitar la carga animal por el pisoteo.

¿ En la captación, es necesario la construcción de tanques con la mayor seguridad posible, esto ayuda a eliminar todo tipo de contaminación del agua externa a la fuente.

¿ En el uso y manejo del agua, evitar los desperdicios y la contaminación en la conducción, tanques de tratamiento y redes de distribución.

## 6.5. Calidad del agua

A nivel Nacional se han realizado varios estudios con respecto a la calidad del agua, es así que para determinar la calidad, una de las clasificaciones que se toma mucho en cuenta y que se pueden utilizar para el estudio de los diferentes parámetros de contaminación o calidad, según la naturaleza de la propiedad o especie que se determina, son:

¿ Parámetros físico-químico y microbiológico.

Toda agua que sea utilizada para consumo humano, debe cumplir con las disposiciones legales nacionales que se encuentran normalizadas con los métodos internacionales, en este sentido todos los organismos que brindan el servicio de agua potable deben cumplir con la norma NTE INEN 1 108, la misma que establece los parámetros físicos, químico y micro-biológicos de calidad del agua para consumo humano. (Ver Anexo 3)

A continuación una descripción de los parámetros analizados en el laboratorio para determinar la calidad de agua de consumo.

¿ Potencial hidrogeno

De acuerdo a la NTE INEN 1 108 2011, expresa el límite máximo permisible del pH en 6,5-8,5.

El pH, expresa el grado de acidez o basicidad de una solución. El pH 7 es considerado neutro y es el ideal, como el del agua potable. En los sistemas naturales el pH puede variar entre 5 y 8. Es una propiedad que afecta la mayoría de las reacciones químicas naturales que se suceden en el agua. Valores muy altos o muy bajos de pH pueden indicar una contaminación severa por varias fuentes. (ENRÍQUEZ y FLACHIER 2007)

¿ Nitratos

Son nutrientes del elemento químico nitrógeno (N). Es un parámetro relevante porque puede indicar

contaminación agrícola por fertilizantes. Valores muy altos de nitratos hacen que el agua sea tóxica, y pueden provocar asfixia, incluso la muerte. (ENRÍQUEZ y FLACHIER 2007)

#### ¿ Fosfatos

Por lo tanto, el fosfato ingresa en el agua a través del lavado del suelo por lluvias, operaciones de limpieza, tratamientos de agua y aguas servidas. A pesar de ser necesario para el crecimiento biológico, demasiado fosfato causa un excesivo desarrollo de plantas acuáticas y eutrofización, al igual que el nitrato (ENRÍQUEZ y FLACHIER 2007).

#### ¿ Temperatura

Es la medida de cuanto calor o frío presenta el agua de una fuente. Es un regulador de los procesos naturales en el medio acuático. Gobierna funciones metabólicas en los organismos, actuando directa o indirectamente en combinación con otros parámetros. Con cada cambio drástico de temperatura, se afecta la fauna acuática, pues regula la actividad y estimula o suprime su desarrollo y crecimiento. También controla la puesta de huevos y su desarrollo. Es decir que puede causar la muerte cuando el agua se recalienta o se enfría repentinamente. Además, la temperatura influencia varias reacciones físicas y químicas del agua. (ENRÍQUEZ y FLACHIER 2007)

#### ¿ Turbiedad

Es una medida de la relativa claridad del agua, es lo contrario de transparencia. Los sólidos suspendidos absorben y dispersan la luz, en lugar de ser transmitida en líneas rectas a través del agua. Cuando mayor es la cantidad de esos sólidos, mayor es la turbiedad. Cuando el valor de este parámetro es alto, podría indicar el ingreso al agua de suelo proveniente de zonas erosionadas, desperdicios industriales, mineros, de construcciones y de aguas servidas, además de la existencia de bastante fauna acuática que remueve el sedimento (ej. peces) o que hay un alto desarrollo de algas microscópicas. (ENRÍQUEZ y FLACHIER 2007)

#### ¿ Sólidos Totales

Son sólidos finamente divididos (partículas como polvo), que pueden estar disueltas o suspendidas en el agua. Los sólidos disueltos pueden ser calcio, bicarbonato, nitrógeno, fósforo, hierro, azufre, entre otros iones. Los sólidos suspendidos son variados, desde partículas de arcilla, limo, coloides y plancton, hasta desperdicios industriales y de aguas servidas. Éstos pueden ingresar al agua por el lavado de suelos durante las lluvias, fertilizantes, materiales de construcción, etc. Altas concentraciones pueden reducir la claridad del agua, bloquear los órganos de respiración de los seres acuáticos, enterrar huevos, reducir el oxígeno, disminuir la fotosíntesis, aumentar la temperatura, producir diarrea en los seres humanos y dar mal sabor al agua. Por otro lado, valores muy bajos pueden limitar el crecimiento de la vida acuática, pues los iones disueltos son importantes para varios procesos metabólicos y celulares. Conductividad.- Es el nivel de capacidad que tiene el agua para transmitir la electricidad. La molécula de agua, como tal, no tiene carga que permita conducir la electricidad, pero los elementos o sales que se encuentran disueltas en un medio de agua sí lo permiten. Mientras más sales estén presentes, mayor es la conductividad. Las aguas contaminadas también suelen tener una alta conductividad. (ENRÍQUEZ y FLACHIER 2007)

#### ¿ Magnesio

El magnesio junto al calcio sirven para determinar la dureza del agua. La cantidad de magnesio depende de los terrenos que el agua atraviesa. El magnesio es indispensable para el crecimiento humano. Concentraciones superiores a 125 mg/l tienen efecto laxante.

#### ¿ Hierro

En este tiempo, no hay efectos de salud sabidos del hierro elevado en el agua potable. Pero se evidencia la presencia de hierro en el agua cuando se torna de color rojizo.

#### ¿ Coliformes totales, Escherichia coli

Los coliformes, grupo de bacterias habitantes de la región intestinal de los mamíferos y aves, cumplen las condiciones antes expresadas. Este grupo de microorganismos pertenecen a la familia de las enterobacteriáceas, se caracteriza por su capacidad de fermentación de la lactosa a 35 a 37 °C. Los géneros que componen el grupo de los coliformes son: Escherichia, Klebsiella, Enterobacter, y además, algunas especies de Serratia, Citrobacter y Edwardsiella. Todos los coliformes pueden existir como saprófitos independiente o como microorganismos intestinales, excepto el género Escherichia, que básicamente tiene origen fecal (REASCOS y YAR 2010)

#### ¿ Bacterias aerobias totales

¿El análisis de aerobios totales a 22 y 37°C proporciona una información de gran utilidad sobre el estado y evolución de la calidad general, y la eficiencia de los tratamientos de potabilización del agua¿ (REASCOS y YAR 2010).

#### Monitoreo de la calidad de agua

Un programa de muestreo y análisis de agua debe permitir que con los medios de que se disponga sea viable a la caracterización del fenómeno a estudiar de una manera lo más aproximada posible a la realidad. Por ejemplo, para evaluar la calidad global de una fuente, habrán de conocerse sus características tanto en tiempo ¿normal¿, como lluvioso, como seco y con diferentes caudales de extracción.

En un programa de muestreo se pueden establecer, en general, los siguientes puntos.

- a) Estudios preliminares. Antes de proceder al estudio de un sistema hídrico (natural o artificial) es muy importante el hacer una revisión sobre los datos anteriores existentes y procedentes de otras investigaciones anteriores.
- b) Número de muestras a tomar y parámetros a determinar. El número de toma de muestras y los parámetros a investigar estarán en función del grado de profundidad que se quiere alcanzar en el estudio. Los parámetros normales utilizados para determinar la calidad del agua pueden ser de carácter físico, químico, orgánico,

radiológico, biológico y microbiológico.

c) Tipo de muestras y muestreos. Un programa de muestreo y análisis debe permitir que con los medios de que se disponga sea viable la caracterización del fenómeno a estudiar de una manera lo más aproximada posible a la realidad. Por ejemplo, para evaluar la calidad global de una fuente, habrán de conocerse sus características tanto en tiempo  $\zeta$ normal $\zeta$ , como lluvioso, como seco y con diferentes caudales de extracción.

Las muestras de agua pueden ser  $\zeta$ simples $\zeta$ ,  $\zeta$ compuestas $\zeta$  o bien  $\zeta$ en continuo $\zeta$ . La muestra simple proporciona información sobre la calidad en un punto y momento dado: puede ser importante a la hora de establecer las características del agua en un punto de la red de abastecimiento de una población.

La muestra compuesta se compone de varias alícuotas espaciadas temporalmente (con frecuencias variables, minutos, horas, días) que se adicionan al mismo recipiente.

Las muestras en continuo son imprescindibles en procesos a escala industrial, por ejemplo, la determinación de cloro residual libre en el agua potable a la salida de una potabilizadora.

Las muestras integradas en el tiempo se obtienen con bombeo a un flujo continuo de muestra que se adiciona en el mismo recipiente.

Respecto a los tipos de muestreos posibles en aguas naturales (ríos, embalses, zonas marinas) éstos pueden ser:

a. Muestreo aleatorio simple, consiste en la toma al azar de muestras independientes temporales y espacialmente.

b. Muestreo estratificado, consiste en dividir el curso de agua en varios tramos a los que se aplica un muestreo aleatorio simple.

c. Muestreo sistemático, aquí se adopta una cadencia temporal repetitiva, con lo cual se obtienen series temporales de datos.

d. Muestreo sistemático estratificado, que combina los dos anteriores, representando probablemente el tipo de muestreo más adecuado y completo.

La conservación de una muestra de agua dependerá del parámetro o analizar que nos marcará el tipo de envase, el agente preservante y el tiempo máximo de almacenamiento.

Con carácter general, el análisis debe ser lo más rápido posible con relación a la toma de muestras, lo que puede garantizar una mínima alteración de la muestra de agua desde su origen hasta el laboratorio de análisis. Esto es particularmente válido para análisis microbiológico o biológico y aguas negras.

La degradación de una muestra de aguas residuales, que suele contener cantidades altas de materias orgánicas y microorganismos (muchos de ellos descomponedores de aquéllas) será mucho más rápida y extensa que la de una muestra de aguas blancas.

Para una serie de parámetros se recomienda el análisis in situ como forma de conseguir resultado analítico representativo. Este es el caso de temperatura, pH, oxígeno disuelto y gases en general, transparencia y conductividad. No obstante, el análisis in situ puede extenderse en la actualidad mediante el empleo de equipos móviles de laboratorio, prácticamente a cualquier parámetro a investigar. (MAPFRE., 2005)

## 6.6. Disponibilidad del agua

Según estudios realizados en un sistema público de abastecimiento de agua, la cantidad consumida varía continuamente en función del tiempo, de las condiciones climáticas, costumbres de la población.

Hay meses en que el consumo de agua es mayor en los países tropicales como el Brasil, sobre todo en los meses de verano. Por otro lado, dentro de un mismo mes, existen días en que la demanda de agua asume valores mayores sobre los demás.

Durante el día el caudal dado por una red pública varía continuamente. En las horas diurnas el caudal supera el valor medio, alcanzando valores máximos alrededor del medio día, durante el período nocturno el consumo decae, por debajo de la media, presentando valores mínimos en las primeras horas de la madrugada (AGUIRRE s.f.).

### Métodos de medición de caudales

A continuación se presenta el método práctico y fácil usado en la medición de caudales en las fuentes de agua de las comunidades rurales del Cantón Cayambe, según en Art. 85, de la Ley de uso y aprovechamiento de agua establece que la unidad de medida del caudal es el litro por segundo y su múltiplo el metro cúbico por segundo. La unidad de medida del volumen es el metro cúbico.

Método volumétrico.- El método más usado en el aforo de agua de las fuentes porque en las captaciones tienen formados tanques recolectores el cual fue fácil aforar el agua en la tubería de desfogue y en algunos casos en el primer tanque rompe presión. El cual consistió en tomar el tiempo que demora en llenarse un recipiente de volumen conocido. Posteriormente, se divide el volumen en litros entre el tiempo promedio en segundos, obteniéndose el caudal en litros/segundos.

Para el aforo por el método volumétrico se emplea la siguiente fórmula:

$$Q = V/t$$

Donde:

Q = Caudal en l/s.

V = Volumen del recipiente en litros.

t = Tiempo promedio en segundos.

Método del flotador:-

## 6. METODOLOGÍA

Para la ejecución del presente proyecto la UPS trabajará en forma coordinada con los representantes de las Juntas Comunitarias de Agua Potable del Proyecto Pesillo ¿ Imbabura que tiene como filiales a 23 comunidades y/o sectores de la provincia de Imbabura, se ejecutarán tres puntos importantes.

- a. Reunión de planificación con los representantes de las juntas.
  - b. La toma de muestras de acuerdo al cronograma que se establezca y conjuntamente con los operadores o representantes de las juntas, en este proceso se realizará una capacitación in situ sobre los procedimientos de toma de la muestra de agua en los diferentes puntos.
  - c. Se mantendrá reuniones trimestrales con los representantes de las juntas para realizar un seguimiento a las juntas.
- De forma que se establezca claramente los pasos y metodologías a seguir en la ejecución del proyecto a continuación se detalla el procedimiento por cada una de las actividades.

OE1. Caracterizar los sistemas organizativos de las juntas de agua potable del proyecto Pesillo ¿ Imbabura.

OE1.A1. Identificar los sistemas organizativos de las juntas, comunidades y organizaciones que gestionan el agua potable en el proyecto Pesillo ¿ Imbabura.

Esta actividad tiene una duración de 3 meses desde que inicia el proyecto, se realizará en forma participativa con los representantes de las Juntas Comunitarias de Agua potable, el levantamiento de la información se realizará a través de una encuesta y para su digitación se utilizará el programa Microsoft Access, se realizarán las siguientes tareas:

- a. Revisión de la ficha de encuesta. (Ver Anexo 2)
- b. Validación de la ficha en campo.
- c. Aplicación de la ficha en las 7 Juntas regionales de agua potable, como informantes principales son tomados en cuenta a los dirigentes.
- d. Creación de la base de datos en Access.
- e. Digitalización y sistematización de la información.
- f. Elaboración de mapas temáticos de las Juntas de agua y el tipo de organización
- g. Elaboración de informes y documentos.

OE1.A2. Relacionar el tipo de organización con la disponibilidad y calidad del agua.

Esta actividad tiene una duración de 2 meses después que se concluya con el muestreo del agua y se lo realizará con la base de datos obtenida en la primera actividad y los resultados de los análisis de agua emitidos por el laboratorio, a través del siguiente procedimiento:

- a. Revisión de la base de datos
- b. Revisión de los resultados de la muestras de agua
- c. Análisis de la información obtenida
- d. Comparación de la información y los resultados de los análisis de agua
- e. Elaboración del documento final
- f. Entrega del documento de caracterización organizativa.

OE.2 Inspeccionar los sistemas de protección de fuentes de agua e infraestructura utilizada y su relación con la cantidad y calidad de agua.

OE2.A1. Levantar información geoespacial de las fuentes de agua y sus medidas de protección.

El desarrollo de esta actividad se realizará conjuntamente con los dirigentes y operadores de los sistemas de agua, para levantar la información en campo se utilizará como herramientas principales un GPS y una ficha de campo, posteriormente se procesará la información en los sistemas de información geográfica, a través de las siguientes tareas:

- a. Identificación de los lugares según la información del mapa base.
- b. Levantamiento de información geoespacial en campo.
- c. Levantamiento de información sobre las medidas de protección que realiza cada una de las Juntas en las fuentes de agua.
- d. Sistematización de la información.
- e. Elaboración de mapas sobre ubicación, estado sanitario y protección de fuentes de agua.

OE2.A2. Levantar información de las medidas sanitarias de los sistemas de fuentes de agua de las juntas beneficiarias.

Con la participación de los dirigentes y operadores de las 15 juntas regionales sujetas a la investigación, se realizará una inspección sanitaria de todos sus sistemas de protección de fuentes de agua tomando en cuenta: el tipo y estado de la captación, infraestructura para la protección de fuentes, actividades de manejo, operación y mantenimiento de las fuentes y el talento humano involucrado, a través de los siguientes pasos:

- a. Elaboración de la ficha sanitaria para la recolectar la información en campo.
- b. Validación de la ficha que permita levantar la información en campo.
- c. Aplicación de la ficha en los sistemas de fuentes de agua potable del cantón.
- d. Sistematización de toda información mediante un sistema de base de datos en Access.



e. Elaboración de informes y documentos.

OE2.A3. Levantar información sobre el tipo y estado de infraestructura de los sistemas de captación de agua potable. Con los operadores de las juntas de agua, se identificará el tipo y material utilizado en la infraestructura de las captaciones de las fuentes de agua, para esto se tendrá en cuenta los siguientes pasos:

- a. Elaboración de la ficha de recolección de información.
- b. Validación de la ficha en campo
- c. Recolección de la información en campo.
- d. Creación de una base de datos en Access.
- e. Digitalización y sistematización de la información.
- f. Elaboración de informes y documentos

OE.3 Monitorear la disponibilidad y calidad del agua de consumo humano, mediante la implementación de un sistema de medición de caudales y análisis de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos establecidos por los organismos de control.

OE.3.A1. Medición de caudales en las fuentes de abastecimiento de agua potable.

Se realizará un recorrido por todas las fuentes de agua de cada junta en dos épocas del año y se establecerán los sitios o puntos de medición que al mismo tiempo serán georeferenciados y se definirá el método de medición según el caudal, puede ser por flotador o medición directa, como materiales se utilizarán cronómetros, regletas, recipientes graduados por litro y de capacidad de 12 litros y flotador de corcho, a través del siguiente procedimiento:

- a. Establecer puntos de muestreo para la medición de caudales.
- b. Elaboración de la ficha para la recolección de la información.
- c. Elaboración del cronograma de salidas de campo para la medición de caudales.
- d. Entrega del cronograma a los representantes de cada Junta.
- e. Salidas de campo semestrales para realizar los aforamientos respectivos en las captaciones, empleando los métodos de medición de caudales (volumétricos y flotador).
- f. Digitalización de la información.
- g. Elaboración de una base de datos.

OE.3A2. Toma de muestra de agua en la captación, planta de tratamiento o tanques de almacenamiento y fin de la red de distribución.

En el presente proyecto se utilizará un muestreo simple es decir una toma de la muestra de agua de forma directa en cada uno de los puntos establecidos y con una frecuencia de muestreo de 4 meses, tomando en cuenta los meses de lluvia y sequía, para el cumplimiento de esta actividad se utilizarán los siguientes materiales: toma muestras, cooler, hielos, botellas (1l), termómetro, guantes, alcohol, fósforos y kit de cloro, Para esto se seguirán los siguientes pasos:

- a. Elaboración del cronograma de salidas de campo para el muestreo en los sistemas.
- b. Entrega del cronograma a los representantes de cada Junta.
- c. Preparación de materiales y esterilización de recipientes en el laboratorio
- d. Salidas de campo para realizar la toma de muestras en los puntos establecidos de los sistemas.
- e. Recolección de 1 l de agua en los recipientes previamente identificados de los diferentes puntos del sistema (captación, tanque de almacenamiento y red de distribución).
- f. Toma de la temperatura de cada muestra, medición de cloro y pH.
- g. Entrega y recepción de las muestras en el laboratorio de suelos y agua de la UPS Centro de Apoyo Cayambe.

OE.3A3. Análisis físico, químico y microbiológico del agua en laboratorio e interpretación de los resultados.

Una vez llegadas las muestras de agua al laboratorio en un lapso de tiempo no mayor de 12 horas, (de forma que no varíen los resultados), se analizarán los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua, lo que permitirá determinar la calidad del agua, con este criterio se siguen los siguientes pasos:

- a. Análisis Físico: Recoger tres muestras de agua, en la fuente, tanque de almacenamiento y cometida del usuario designado de cada sistema de agua potable. Colocar una cantidad no determinada de la muestra en un vaso de precipitación para las respectivas pruebas de conductividad, pH, color y turbidez.
- b. Análisis Químico: Recoger tres muestras de agua, en la fuente, tanque de almacenamiento y cometida del usuario designado de cada sistema de agua potable, Se analizará nitritos, nitratos, manganeso, hierro, sulfato, boro, zinc, fosfatos, Sodio, potasio, calcio y magnesio.
- c. Análisis Microbiológico: Recoger tres muestras de agua, en la fuente, tanque de almacenamiento y cometida del usuario designado de cada sistema de agua potable, se determinará E. Coli, microorganismos aerobios y coliformes totales.
- d. Análisis de Cloro residual: Recoger una muestra de agua en el tanque de almacenamiento y en la cometida del usuario designado de cada sistema de agua potable.
- e. Interpretación de resultados en laboratorio.
- f. Presentación de informes de los resultados de cada Junta.
- g. Digitalización de la información de los resultados de análisis de agua obtenido en laboratorio de las Juntas.

h. Elaboración de una base de datos de acuerdo a cada parámetro del resultado que permita ver los avances en la calidad de agua.

OE.4 Identificar el trayecto y cobertura de los sistemas de agua potable del proyecto Pesillo ¿ Imbabura.

OE4.A1. Trazar el recorrido de los sistemas de agua en los mapas, utilizando ortofotos y los sistemas de información geográfica.

Utilizando como herramienta principal las ortofotos de Imbabura se ubicará el trayecto de los sistemas de agua potable utilizando los sistemas de información geográfica, y con la ayuda de los operadores y dirigentes de cada regional, para esto se realizarán las siguientes tareas:

- a. Reunión de planificación con cada Junta de agua.
- b. Trazado de los sistemas en las ortofotos y mapas.
- c. Digitalización de la información en los SIG.
- d. Elaboración de mapas temáticos.

OE4.A2. Validar la información de las ortofotos ubicando geoespacialmente puntos referenciales con GPS.

Para validar la información obtenida en las ortofotos, se ubicarán cerca de 10 puntos referenciales con GPS por cada sistema de agua potable, con ayuda de los operadores.

- a. Elaboración del cronograma de campo y planificación con cada Junta de agua.
- b. Entrega del cronograma de campo a los dirigentes y operadores.
- c. Levantamiento de la información en campo.
- d. Digitalización de la información en los SIG.
- e. Elaboración de la base de datos.

OE4.A3. Identificar la cobertura de la distribución del agua por sistema con ayuda de las ortofotos y los sistemas de información geográfica.

Utilizando como herramienta principal las ortofotos de Imbabura se ubicará la cobertura de la distribución de agua potable por sistema, utilizando los sistemas de información geográfica, y con la ayuda de los operadores y dirigentes de cada regional, para esto se realizarán las siguientes tareas:

- a. Reunión de planificación con cada Junta de agua.
- b. Ubicación de la cobertura de distribución de agua en las ortofotos y mapas.
- c. Digitalización de la información en los SIG.
- d. Elaboración de mapas temáticos.

OE.4 Difundir los resultados de la investigación a los beneficiarios del proyecto, instituciones públicas y comunidad científica.

OE.4A1. Socialización de los resultados de los análisis de agua en laboratorio a las Juntas objeto de estudio.

Es natural que los resultados de la investigación sean devueltos a los sujetos de la misma por lo que se realizarán talleres de socialización en cada una de las juntas, tendrán una duración de 90 minutos y se utilizarán herramientas de aprendizaje como presentación en power point y un documento resumen de la importancia de la calidad de agua y la metodología de gestión de la calidad por parte de juntas comunitarias, se realizarán los siguientes pasos:

- a. Realizar un cronograma de visitas a cada comunidad para la socialización de resultados.
- b. Preparar una presentación para cada Junta de acuerdo a los resultados del muestreo obtenidos.
- c. Elaborar el documento resumen sobre la importancia y gestión de la calidad de agua.
- d. Analizar participativamente con los usuarios los resultados del laboratorio y evidenciar las posibles acciones inmediatas a ejecutar para mejorar la calidad de agua.

OE.4A2. Presentación de los documentos generados en la investigación a los beneficiarios del proyecto, instituciones públicas y comunidad científica.

De los resultados de la investigación se producirán principalmente dos documentos. El primero dirigida a las juntas de agua potable mismo que tendrá la característica de un manual de control y vigilancia de la calidad del agua y el segundo estará dirigida a la comunidad académica y científica mediante un artículo científico que aporte a fortalecer las propuesta de gestión de la calidad del agua de consumo humano por parte de las juntas comunitarias.

Los documentos desarrollados se presentarán a las diversas instituciones ya sean públicas, privadas y/o organizaciones sociales, también se participarán en congresos y eventos relacionados con el agua de consumo humano.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- ¿ ENA, E. N. (2005). La calidad del agua para consumo humano en Colombia. En Estado de los Recursos Naturales y del Ambiente (pág. 176).
- ¿ Hantke - Domas , M. (2011). (2011). Avances legislativos en gestión sostenible y descentralizada del Agua en América Latina.
- ¿ Rojas, R. (2002. (s.f.). GUÍA PARA LA VIGILANCIA Y CONTROL. Recuperado el Jueves de Mayo de 2013, de <http://www.cepis.ops-oms.org>.
- ¿ CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR, 2008.
- ¿ LEY DE AGUAS, 1972.
- ¿ VIEIRA, M.J. Protección y Captación de Pequeñas Fuentes de Agua. CENTA ¿ Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal / Proyecto CENTA ¿ FAO ¿ Holanda. El Salvador. 2002.
- ¿ ETAPA, Gestión Ambiental. Gestión Ambiental - Protección de Fuentes Hídricas. 2010.
- ¿ QUEVEDO, UNIVERSIDAD ESTATAL DE. Departamento de Extensión y transferencia de tecnología. 2005.

## 8. RESULTADOS ESPERADOS

- a) Documento de los sistemas organizativos de agua para consumo humano del Proyecto Pesillo ¿ Imbabura.
- b) Base de datos de la población beneficiaria de las juntas de agua potable del Proyecto Pesillo ¿ Imbabura.
- c) Mapas temáticos de fuentes de agua de los sistemas comunitarios del Proyecto Pesillo ¿ Imbabura.
- d) Documento del estado sanitario de los sistemas de fuentes de agua del Proyecto Pesillo ¿ Imbabura.
- e) Documento científico de la disponibilidad y calidad de agua de consumo humano en los sistemas comunitarios del Proyecto Pesillo ¿ Imbabura.

## 9. TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA Y/O SOCIALIZACIÓN DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN

La información y los resultados generados en este proyecto serán difundidos a los diversos beneficiarios y potenciales usuarios/as de la información de la siguiente manera:

### N. FORMA DE DIFUSIÓN BENEFICIARIOS

1. Talleres de socialización de resultados En 7 juntas regionales de agua potable del Proyecto Pesillo - Imbabura
2. Participación con ponencias en eventos organizados en el país Usuarios del agua en general
3. Artículo científico e informativo en medios de difusión nacional Usuarios del agua en general, sector investigativo del agua e instituciones del estado encargadas de reglamentar y normar en acceso al agua potable

Con la Secretaría Nacional del Agua y los gobiernos autónomos descentralizados de la Provincia de Imbabura, se puede generar una propuesta de intervención y capacitación para la gestión social del agua de consumo humano.

## 10. IMPACTOS DEL PROYECTO

### Académico:

La UPS aportará con la capacidad de los docentes, técnicos y estudiantes a plantear alternativas de solución a los problemas sociales entorno a la gestión social del agua potable de los sectores rurales del Proyecto Pesillo ¿ Imbabura.

Se desarrollarán cursos y/o seminarios de gestión social de la disponibilidad y calidad del agua.

### Científico:

Determinar el modelo relacional acerca de la capacidad de gestión del agua de consumo humano y características socio-culturales como educación, capacidad de organización, género, entre otras, de las juntas de agua de potable del Proyecto Pesillo ¿ Imbabura.

Tecnológico:

Implementar metodologías de control y vigilancia de la gestión del agua de consumo humano en sectores rurales con información endógena que plasma las realidades de las organizaciones comunitarias que prestan este servicio.

Ambiental:

Por el tipo de proyecto de investigación no agrede al ambiente por lo contrario con la información obtenida se aportará a disminuir la presión que ejerce el humano en las fuentes de agua que abastecen a la población del Proyecto Pesillo ¿ Imbabura.

## 11. INFORMACIÓN DE COFINANCIADORES (en caso de que existieran)

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL :	Manuel Perugachi
REPRESENTANTE LEGAL :	
DIRECCION :	Comunidad de Angla-San Pablo de Lago
PAGINA WEB :	
E-MAIL :	manuel.perugachi@yahoo.es
TIPO :	Privado

