

CAPITULO III

3. MATERIALES Y METODOS.

3.1 MATERIALES Y EQUIPOS

3.1.1 Materiales de Oficina

- ❖ Cartas Topográficas del IGM: Atuntaqui, Iluman (Escala 1 : 25.000)
- ❖ Mapa geológico general de Ibarra (Escala1: 100.000)
- ❖ Mapa general de suelos de Ibarra (Escala 1: 50.000)
- ❖ Fotografía Aéreas del IGM (Escala 1: 60.000)
- ❖ Computador
- ❖ Impresora
- ❖ Software (ArcView 8.3 y 9.0)
- ❖ Material de escritorio

3.1.2 Materiales de Campo

- ❖ GPS
- ❖ Altimetro
- ❖ Cámara digital
- ❖ Envases de vidrio
- ❖ Envases de plástico
- ❖ Recipiente de plástico (balde de 15 Lts)
- ❖ Tubo Pvc de ¼
- ❖ Herramienta de trabajo (pala)
- ❖ Cronómetro
- ❖ Un flexómetro
- ❖ Prensa
- ❖ Binoculares
- ❖ Pinzas para macroinvertebrados

- ❖ Podadora
- ❖ Bolsas de polietileno
- ❖ Alcohol
- ❖ Guantes de caucho
- ❖ Estereoscopio
- ❖ Micromolinetete para aforos
- ❖ Libreta de campo
- ❖ Red Surfer
- ❖ Botas de caucho
- ❖ Estacas
- ❖ Piola de nylon
- ❖ Secadora

3.2. METODOLOGÍA

Para poder lograr los objetivos planteados, se establece la siguiente metodología de trabajo. Se parte de un diagnóstico general donde se establece la situación actual de la zona de estudio; a través del árbol de problemas, con el apoyo de los actores mediante talleres, se definen las alternativas de solución. A través de análisis de factores técnicos, sociales y ambientales, se priorizan las alternativas más adecuadas y se define el marco lógico del programa propuesto.

- ❖ Diagnóstico de los subsistemas (Abiótico y Biótico)
- ❖ Identificación y priorización de problemas.
- ❖ Propuestas de soluciones.
- ❖ Análisis de impactos ambientales.
- ❖ Zonificación del área de manejo.
- ❖ Programas y proyectos.
- ❖ Gestión, Seguimiento, Monitoreo.

3.2.1 Diagnóstico de los subsistemas Abiótico y Biótico

3.2.1.1. Componente Abiótico

❖ Localización del Área de Estudio

El área de estudio se determinó a través de la información cartográfica y aerofotográfica, con la elaboración del **Mapa de ubicación**. (Mapa 1 de 10)

Mapa base. (Mapa. 2 de 10) o sectorización del área de estudio, donde se identificó los humedales, manantiales, quebradas, vertientes, poblados, carreteras, límites, etc.

❖ Hidrología

Mapa hidrológico. (Anexo1. Mapa N° 3 de 10) se analizan y se describen las características del sistema de drenaje.

❖ Cantidad

Método del micromolinete.- Se realizó los aforos con el micromolinete (sensor electromagnético), en tres puntos específicos; en la parte alta, media y baja de las quebradas Tumbibitze, Yanayacu y Seca, los mismos que se realizaron en época seca y época lluviosa, para conocer el caudal de las quebradas. El micromolinete, es un aparato de precisión que mide la velocidad del agua en los puntos de una sección transversa, que consta de un cuerpo principal portador de una pequeña pera que tiene tres sensores magnéticos conectados por un cable, por donde envía la información a una central transportable donde marca la cantidad de agua en lt /s, (Anexo 5. Foto N° 1). (**Burbano 1989**).

La fórmula para la medición de caudales con la utilización del micromolinete es:

$$Q [\text{m}^3/\text{seg}] = V [\text{m}/\text{seg}] \times A [\text{m}^2]$$

Caudal = Velocidad x Area

Método Volumétrico.- Se utilizó el método volumétrico para realizar los aforos en los manantiales (ojos de agua), (Anexo 5. Foto N° 2) que consiste en determinar el volumen de agua que se recepta en un recipiente en un tiempo determinado.

La fórmula para medir los caudales con la utilización del método volumétrico es la siguiente:

$$Q [\text{L}/\text{seg}] = V [\text{L}] / t [\text{seg}]$$

Caudal = Volumen de agua / tiempo.

❖ **Calidad**

❖ **Análisis Físico – Químicos de calidad del agua**

Selección del Sitio.

Con recorridos de campo y la utilización del GPS, se tomó las coordenadas de las quebradas Tumbibitze, Yanayacu y Seca y los sitios donde se realizó la toma de muestras (Anexo 5. Foto N° 3).

❖ **Recolección de Muestras**

Los cuadros. N° 3.1 y 3.2 se pone a consideración el calendario de muestreo de los análisis físicos, químicos y bacteriológicos realizados en el laboratorio.

Cuadro N° 3.1. Calendario de Muestreo de los Análisis Físico – Químicos y Bacteriológicos.

Análisis Físico- Químicos y Bacteriológico Quebradas																		
Mayo 2006												Junio 2006						
Puntos	Q. Tumbbitze						Q. Yanayacu					Q. Seca						
	23	24	25	26	27	28	30	31	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Antes C.	M1						M4						M7					
Durante C.	M2						M5						M8					
Después C.	M3						M6						M9					

Fuente: los Autores

Cuadro N° 3.2. Calendario de Muestreo de los Análisis Físico – Químicos y Bacteriológicos.

Análisis Físico - Químicos y Bacteriológicos Manantiales				
Fuente	Punto	Coordenadas UTM		Fecha
		X	Y	
Manantial 1	M1	808919	10036139	09-05-2006
Manantial 2	M2	809501	10035291	09-05-2006
Manantial 3	M3	809024	10035313	09-05-2006
Manantial 4	M4	809438	10035144	09-05-2006
Manantial 5	M5	809381	10035118	09-05-2006

Fuente: Los Autores

Análisis. Los análisis de agua están en función con el uso que se da a este recurso. Así como (**Rodier, 1981**) propone usos y rangos para diferentes parámetros medidos en el agua.

- ❖ **DBO.** Es la cantidad de oxígeno que se necesita para descomponer biológicamente la materia orgánica que está en el agua.
- ❖ **DQO.** Es la cantidad de oxígeno que se necesita para oxidar los materiales contenidos en el agua.
- ❖ **OD.** El oxígeno disuelto (OO) es el oxígeno libremente disponible en el agua. Es fundamental para la vida, si el nivel de oxígeno disuelto es bajo indica: contaminación por materia orgánica, generando mala calidad. Un valor de oxígeno disuelto en el agua de 5,0 mg/l (o ppm), es la

concentración deseable para la mayoría de organismos acuáticos. Su medición se basa en la toma de dos réplicas; es decir, dos muestras colectadas al mismo tiempo y en el mismo lugar para asegurar precisión al resultado.

- ❖ **pH.** Es la expresión más usual para medir la concentración del ion hidrógeno en una solución, está en términos del pH, el cual define como el logaritmo negativo de las concentraciones del ion hidrógeno: $\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+]$

- ❖ **Conductividad Eléctrica.** El agua pura tiene una conductividad eléctrica muy baja. El agua natural tiene iones en disolución y su conductividad es mayor y proporcional a la cantidad y características de esos electrolitos. Por esto, se usan los valores de conductividad como índice aproximado de concentración de solutos. Como la temperatura modifica la conductividad las medidas se deben hacer a 20°C

- ❖ **Turbiedad.** La turbidez se asocia con el contenido de sólidos en suspensión, además de ser influida en cierta medida por el color que presentan las aguas. La turbidez se define como .una mezcla que oscurece o disminuye la claridad natural o transparencia del agua, o en términos más técnicos, como una expresión de la propiedad óptica que causa que la luz se disperse y absorba en lugar de transmitirse en línea recta a través del agua, es producida por materias en suspensión como arcilla, cieno o materias orgánicas e inorgánicas finamente divididas, compuestos orgánicos solubles coloreados, plancton y otros microorganismos. Su medición se basa en la comparación de color de la muestra de agua en relación al color que presenta el agua pura destilada; para obtener su valor se agrega incrementos de 0,5 ml de solución del reactivo 7520H a la muestra con agua pura hasta que las dos muestras lleguen a tener la misma coloración y se registra la lectura en Unidades de Turbidez .Tackson (JTU).

- ❖ **Temperatura.** El aumento de temperatura disminuye la solubilidad de gases (oxígeno) y aumenta, en general, la de las sales. Aumenta la velocidad de las reacciones del metabolismo, acelerando la putrefacción. La temperatura óptima del agua para beber está entre 10 y 14°C. Las centrales nucleares, térmicas y otras industrias contribuyen a la contaminación térmica de las aguas, a veces de forma importante.

- ❖ **Dureza Total.** La dureza en el agua es principalmente una medida de la cantidad de calcio y de magnesio disueltos en ella. La piedra caliza (CaCO₃ or CaMgCO₃) es la fuente natural de la dureza. Los animales y las plantas requieren de calcio y magnesio para la vida. El calcio es un componente importante de paredes celulares, conchas y huesos de muchos organismos acuáticos. Su medición se basa en la reacción de los iones Ca⁺⁺ y Mg⁺⁺ con la sal disódica de EDTA, a pH regulado y usando un indicador de color. La solución de EDTA se añade gota a gota al agua hasta cuando el indicador cambia de color, para obtener el valor de dureza se multiplica por 10 el número de gotas usadas: La dureza se expresa en mg de CaCO₃/L.

El Cuadro N° 3.3, se presentan los valores de dureza relacionadas con la calidad del agua.

Cuadro N° 3.3. Calidad y Dureza en el Agua

Calidad	Dureza
Suave	0-20
Moderadamente Suave	20 - 60
Moderadamente Dura	61 - 120
Dura	121 - 180
Muy Dura	Más 180

Fuente: Rodier (1981)

Para (**Rodier, 1981**) la dureza ideal para agua apta para consumo está entre 80 a 100 mg de CaCO₃. El agua con mucha dureza puede causar problemas por la acumulación de capas de CaCO₃ en tuberías, utensillos de cocina, disminuyendo la acción limpiadora de jabones y detergentes.

❖ **Sólidos Suspendidos Totales.** se refieren a la materia suspendida y a la disuelta en el agua. Los sólidos afectan a la calidad del agua de efluentes de diversas formas. Aguas con alto contenido de sólidos producen reacciones de rechazo por su sabor, en caso de agua de bebida, y por su alto contenido en minerales en aguas de uso industrial. (**Curso teórico-práctico de análisis de aguas Junio 2004**)

❖ **Nitratos. Y Fosfatos.** Son sustancias solubles en agua que las plantas necesitan para su desarrollo, pero si se encuentran en cantidad excesiva inducen el crecimiento desmesurado de algas y otros organismos, provocando la **eutrofización** de las aguas. Cuando estas algas y otros vegetales mueren, al ser descompuestos por los microorganismos, se agota el oxígeno y se hace imposible la vida de otros seres vivos. El resultado es un agua maloliente e inutilizable.

❖ **Análisis Bacteriológico**

Detección y recuento de E. coli y bacterias coliformes (Método de filtración por membrana)

El medio ColiBlue24, permite la detección simultánea en 24 horas de Echerichia coli y bacterias coliformes; método aceptado y recomendado por la E.P.A. (Environmental Protection Agency.)

Se toma 100 ml de la muestra de agua y se hace filtrar por la membrana, para luego ser transferida la membrana a una caja Petri con el medio dispensado sobre el cartón absorbente. El medio de cultivo m-ColiBlue24 permite la detección

simultánea de *Escherichia coli* y Coliformes totales. Este caldo contiene un indicador de alta sensibilidad a *E. coli* (1 ufc/ 1 00 ml), evitando la necesidad de posteriores pasos de confirmación. Se pueden identificar al menos un 95 % de todas las colonias de *E. coli* en 24 horas. Además, contiene inhibidores de crecimiento para bacterias no coliformes. El caldo m-ColiBlue24 no contiene deoxicolato o ácidos biliares en su composición, usados para inhibir el crecimiento de microorganismos estresados u oportunistas. Incubación de 24 ± 4 horas o $35^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

El aspecto de las colonias viene determinada por una combinación de indicadores, *E. coli* forma colonias de color azul y para el recuento de Coliformes totales hay que sumar las colonias azules más las colonias rojas.

Recuento de microorganismos cultivables. Aerobios totales

La norma **ISO 6222 (55)** especifica un método para el recuento de los microorganismos cultivables presentes en el agua, mediante recuento de colonias que se forman en un medio de cultivo agar nutritivo tras incubación, en condiciones aerobias, a 36 y 22°C .

El método está destinado a medir la eficiencia operativa de los procesos de tratamiento de los suministros públicos de agua potable y es de aplicación general para todos los tipos de agua.

Se define como microorganismos cultivables, a todas las bacterias aerobias, levaduras o mohos capaces de formar colonias en el medio específico y en las condiciones que se describen.

Se siembra (2 ml) por mezclado con medio agar de extracto de levadura (15-20 ml) en placas Petri y se incuban una serie de placas a $36 \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 44 ± 4 h y otra serie a $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 68 ± 4 h.

Nota: para aumentar lo sensibilidad y representatividad del análisis, se recomienda filtrar 100 ó 250 ml (o sus diluciones) por membrana de 47 mm y 0,45 mm; colocar la membrana sobre el medio agar, extracto de levadura e incubar a las temperaturas citadas.

Por cada temperatura se cuentan las colonias en cada placa. (Millipore, 2005)

❖ Análisis de calidad del agua por Macroinvertebrados

El análisis de EPT se realizó mediante la utilización de estos tres grupos de macroinvertebrados que son indicadores de la calidad de agua, debido a que son más sensibles a la contaminación. En primer lugar se coloca en una columna la clasificación de organismos, en una segunda columna la abundancia y una última columna con los EPT presentes. Posteriormente los EPT presentes se dividen por la abundancia total, obteniendo un valor, el cual se lleva a una tabla de calificaciones de calidad de agua que va de muy buena a mala calidad. (Cuadros N° 3.4 y 3.5) (Carrera y Fierro, 2001)

Cuadro N° 3.4. Hoja de cálculo para el índice de EPT

Clasificación	Abundancia	EPT Presentes
total		
EPT TOTAL/ABUNDANCIA TOTAL	Abundancia total	Total EPT Prsentes

Fuente : Carrera & Fierro 2001

Cuadro N° 3.5. Calidad de agua para índices de EPT

Clase	Indice EPT %	Calidad de agua
1	75 - 100	Muy Buena
2	50 - 74	Buena
3	25 - 49	Regular
4	0 - 24	Mala

Fuente: Carrera & Fierro 2001

La toma de muestra se la realizó en un mayor número de puntos de muestreo en cada sitio seleccionado, a fin de recoger material suficiente. Cada sitio debe tener una extensión de 30 a 40 metros; en cada uno debe ubicarse 10 ó 15 puntos de muestreo dependiendo de la longitud de la quebrada o río.

En cada punto de muestreo se remueve con la mano el fondo que está dentro de la base o marco de metal durante un minuto, se coloca a un lado de la red con el fin de no bloquear la corriente de agua e impida el ingreso de sedimentos a la red.

Una vez recogido el sedimento se pone en una tarrina (debe haber una para cada punto de muestreo, es decir 20 ó 30 tarrinas en total). Con ayuda de agua se remueve todo el sedimento sobrante de la red hasta dejarla totalmente limpia.

Se vierte el contenido de cada tarrina en una bandeja de loza blanca sin mezclar una con otra, se separa los macroinvertebrados de los otros animales y materiales de la muestra; recolectándolos con la ayuda de una pinza e identificándolos con los de la lámina de macroinvertebrados, y los guardamos en un frasco con alcohol, junto con la etiqueta. El muestreo se realizó antes, durante y después de la contaminación. **(Carrera y Fierro, 2001)**

Selección del Sitio

Con recorridos de campo y con la utilización del GPS se tomó las coordenadas de las quebradas Tumbibitze, Yanayacu y Seca y los sitios donde se realizó el muestreo (Anexo.5. Foto N° 5).

Recolección de Muestras

Cuadro N° 3.6. Calendario de Muestreo de los Análisis de Calidad de Agua por Macroinvertebrados

Análisis de Calidad de Agua por Macroinvertebrados Quebradas																			
Mayo 2006																			
Puntos	Q Tumbibitze					Q. Yanayacu							Q. Seca						
	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	
Antes C.		X							X					X					
Durante C.		X							X					X					
Después C.		X							X					X					

Fuente: Los Autores

Cuadro N° 3.7. Calendario de Muestreo de los Análisis de Calidad de Agua por Macroinvertebrados

Análisis de Calidad de Agua por Macroinvertebrados Manantiales																			
Mayo 2006																			
Puntos	Día					Día							Día						
	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	
Manantial 1						X						X						X	
Manantial 2						X						X						X	
Manantial 3						X						X						X	
Manantial 4						X						X						X	
Manantial 5						X						X						X	

Fuente: Los Autores

❖ **Clima** (Anexo1. Mapa N° 4 de 10)

Para el análisis del clima se empleó los datos del INAMHI correspondiente a la Estación Tipo Pluviométrica Atuntaqui (PV), Código M021, en la latitud 0° 19' 39" N; Longitud 78° 13' 17" W, 2200 msnm, se consideró la (T°) y la precipitación (p), estos ayudaron a determinar los resultados.

❖ Suelos

Se describe la clasificación del suelo con sus respectivas características del área delimitada al mapa base y la recopilación de análisis de suelos elaborado por SANREM (Agricultura Sostenible y Manejo de los Recursos Naturales). El cual nos guiamos a una tabla de interpretación.

Mapa de Suelos. (Anexo 1. Mapa 5 de 10)

A través del Software ArcView 9.0 se determinó las unidades y clases de suelos existentes, indicando de una manera gráfica su distribución espacial en el territorio que se encuentra en el área de estudio.

Mapa de Pendientes. (Anexo 1. Mapa 6 de 10).

De la misma manera a través del Software ArcView 9.0 se estableció los diferentes rangos de pendientes del suelo (planos a escarpados). Este mapa se lo realizó utilizando las cartas topográficas de Iluman y Atuntaqui del IGM. Escala 1: 25000 utilizando cotas cada 20m.

Mapa Geológico. (Anexo 1. Mapa 7 de 10)

Se determinó el tipo de roca y suelo que predominan en el área de estudio, dependiendo del material original de formación, y el tipo de roca que ayuda a la determinación del patrón de drenaje. Se utilizó el mapa geológico de Imbabura a Escala: 1: 50000, con la ayuda del Software ArcView 9.0.

Mapa de Vegetación. (Anexo 1. Mapa 8 de 10).

Mediante el análisis del uso del suelo y formaciones vegetales en el área de estudio, se determinó la presencia de vegetación existente: cultivos, pastos, vegetación, natural etc, en el suelo.

Mapa de Zonas de Vida. (Anexo 1. Mapa 9 de 10).

Para la determinación de las zonas de vida que forman parte del área de estudio, se tomó el diagrama triangular desarrollado por el ecólogo Holdridge (gráfico N° 19), el mismo que contiene las diferentes zonas de vida que se pueden encontrar en el país o en una región determinada.

Mapa de Zonificación. (Anexo 1. Mapa 10 de 10).

Con el análisis de los anteriores mapas y anteponiéndolos mediante el Software ArcView. 9.0, nos permitió hacer una zonificación, para poder ubicar y orientar los recursos en un espacio determinado y así poder hacer un buen manejo de los mismos, tomando en cuenta los aspectos biológicos y sociales.

3.2.1.2. Componente Biótico

❖ Flora

Se realizó el inventario en el área de estudio de quebradas y humedales utilizando el método de **Áreas Mínimas y transectos lineales**. Donde se observó y colectó las muestras de las plantas para su respectiva identificación.

Área Mínima.- que consiste en tomar una unidad muestral pequeña de 1m² y en contar el número de especies nuevas que aparecen en la unidad duplicada. Esta operación se repite hasta que el número de especies nuevas disminuya al mínimo o deje de incrementarse. Este procedimiento se aplicó en la parte alta de la zona de estudio y en los sitios de los humedales, para esquematizar el número de especies en función de la superficie de la unidad de muestreo. (**Gallo, Céspedes. 1999**).

Transectos Lineales.- En las partes altas, medias y bajas de las quebradas: Tumbibitze, Yanayacu y Seca se realizó **Transectos Lineales** debido a las

características de las quebradas Cada transecto tiene una longitud de 50 metros de largo por 2 metros de ancho, para llegar a tener las especies predominantes en las quebradas.

El inventario florístico, se realizó también a través de observaciones y colecciones generales a lo largo de las quebradas. Los datos tomados en los transectos se describieron, la familia, género, especie, altura, hábito (árbol, arbusto, hierba).

❖ **Fauna**

La metodología que se aplicó para el diagnóstico faunístico del área de estudio se lo realizó a través de observaciones directas, recorridos en el campo, con personas de comunidades y barrios, complementándose con entrevistas e información secundaria. Obteniéndose un listado de animales (mamíferos, aves, reptiles y peces) de la zona de estudio.

3.2.3. Componente Humano o Socio – Económico.

Se determinó mediante la información de datos de campo por estudios efectuados por la CCIAA (Corporación de Comunas Indígenas de Antonio Ante), INEC. (Instituto Nacional de Estadísticas y Censo).

La aplicación de encuestas, se hizo directamente a los habitantes representativos de las comunidades rurales y pobladores de los sitios urbanos. Los datos fueron referidos a:

- ❖ Población
- ❖ Educación
- ❖ Vivienda
- ❖ Salud
- ❖ Producción

3.2.4. Factores Ambientales.

Se estableció a través de salidas de campo y se determinó los problemas que afectan directa e indirectamente, los impactos ambientales que ocurren en las quebradas, humedales y manantiales.

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales de las quebradas, humedales y manantiales, se elaboró matrices de interacción e impactos (Ver. Matriz de LEOPOLD).

Con la identificación de los impactos negativos, se procedió a la elaboración del plan de manejo ambiental con los programas y proyecto de manejo para cada impacto.

3.2.5. Plan de Manejo Ambiental.

Sobre la base de la información recopilada y generada, se elaboró el plan de manejo ambiental, estableciendo programas y proyectos enfocados a corregir, mitigar o compensar, los impactos negativos provocados por todos los pobladores aledaños a las quebradas y humedales de la zona de estudio.