

# Caracterización Biofísica de la Microcuenca El Gallo, Zamorano, Francisco Morazan, Honduras

Tesis presentada como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero Agrónomo en el grado  
Académico de Licenciatura

Presentado por:

**José Elías Funes Chirinos**

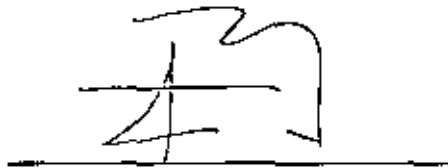
BIBLIOTECA WILSON POPENOE  
ESCUELA AGRÍCOLA PANAMERICANA  
APARTADO 83  
TEGUCIGALPA, HONDURAS

|            |       |
|------------|-------|
| MICROISIS: | _____ |
| FECHA:     | _____ |
| ENCARGADO: | _____ |

Honduras: Abril del 2000

#1089

El autor concede a Zamorano permiso  
para producir y distribuir copias de este  
trabajo para fines educativos. Para otras personas  
físicas o jurídicas se reservan los derechos del autor.

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping loops and lines, positioned above a horizontal line.

José Elías Funes Chirinos

Zamorano, Honduras  
Abril, 2000

BIBLIOTECA WILSON POPETON  
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
SERIALS PT  
TEGUIGUALPA HONDURAS

## DEDICATORIA

A Dios por todo.

A mis padres Leo y Mirna.

A mi hermana Karla.

A mis hermanos Maury y Rony.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios por concederme la fuerza necesaria para cumplir con mis objetivos trazados.

A mis padres Leo y Mirna por depositar en mi, toda su confianza.

A mis hermanos Karla, Maury y Rony por brindarme el apoyo entusiasta durante mi estadía en el Zamorano.

Al Ing. Luis Caballero y Marco Granadino por sus sabios consejos que fueron necesarios para concluir este proyecto.

Al Dr. Pilz y Peter Doyle por haber depositado en mi la confianza para culminar mis estudios del programa de Ingeniería Agronómica.

Al profesor Molina por sus instrucciones y tiempo.

A la Lic. Teresa Luz de McNeil por brindarme su confianza y apoyo incondicional para emprender mis estudios en Zamorano, muchas gracias.

A Dorivar Ruiz-Díaz por brindar parte de su tiempo para desarrollar este proyecto.

A Sergio, Francisco y Pablo por ofrecerme su amistad.

A Manuel Araque por su apoyo en el trabajo de campo y sus consejos.

A otras personas que no se mencionan pero que fueron indispensables para concluir este proyecto.

## AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

Al Ministerio de Recursos Naturales y Agricultura por contribuir financieramente mis estudios del programa Agrónomo.

A Zamorano por brindarme ayuda financiera para finalizar mis estudios en el programa de Ingeniería Agronómica.

## TABLA DE CONTENIDO

|         |                                                                          |       |
|---------|--------------------------------------------------------------------------|-------|
|         | Portadilla.....                                                          | i     |
|         | Autoría.....                                                             | ii    |
|         | Página de Firmas.....                                                    | iii   |
|         | Dedicatoria.....                                                         | iv    |
|         | Agradecimientos.....                                                     | v     |
|         | Agradecimientos a patrocinadores.....                                    | vi    |
|         | Resumen.....                                                             | vii   |
|         | Nota de prensa.....                                                      | viii  |
|         | Tabla de contenido.....                                                  | x     |
|         | Índice de Cuadros.....                                                   | xiv   |
|         | Índice de Figuras.....                                                   | xvi   |
|         | Índice de Anexos.....                                                    | xviii |
| 1       | INTRODUCCION.....                                                        | 1     |
| 1.1     | DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....                                             | 1     |
| 1.2     | JUSTIFICACIÓN.....                                                       | 2     |
| 1.3     | OBJETIVO GENERAL.....                                                    | 2     |
| 1.4     | OBJETIVOS ESPECIFICOS.....                                               | 3     |
| 2       | REVISION DE LITERATURA.....                                              | 4     |
| 2.1     | SITUACIÓN DE LOS BOSQUES A ESCALA MUNDIAL.....                           | 4     |
| 2.1.1   | Superficie y localización.....                                           | 4     |
| 2.1.2   | Tasas actuales de deforestación.....                                     | 4     |
| 2.1.3   | Iniciativas para detener la deforestación en la actualidad.....          | 5     |
| 2.2     | IMPACTO HIDROLÓGICO DE LOS BOSQUES A NIVEL DE CUENCAS HIDROGRAFICAS..... | 5     |
| 2.2.1   | Bosques que influyen sobre la precipitación bruta.....                   | 6     |
| 2.2.1.1 | Bosques nublados.....                                                    | 6     |
| 2.3     | ZONAS DE RECARGA DE AGUA EN CUENCAS HIDROGRAFICAS.....                   | 7     |
| 2.3.1   | Zonas de recarga.....                                                    | 7     |
| 2.3.2   | Manejo de zonas de recarga.....                                          | 7     |
| 2.4     | CONCEPTO DE CUENCAS HIDROGRAFICAS.....                                   | 8     |
| 2.4.1   | Definición de manejo integrado de cuencas.....                           | 9     |
| 2.4.2   | Cuenca hidrográfica como sistema .....                                   | 10    |

|         |                                                                                     |    |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.4.3   | Planificación de cuencas hidrográficas.....                                         | 11 |
| 2.4.4   | Clasificación de cuencas hidrográficas.....                                         | 12 |
| 2.5     | ORDENACION DE CUENCAS HIDROGRAFICAS.....                                            | 13 |
| 2.6     | INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD EN LA PROTECCION<br>DE MANEJO DE CUENCAS.....         | 14 |
| 2.6.1   | Indicadores apropiados para el manejo de cuencas y sistemas<br>de agua potable..... | 15 |
| 2.6.2   | Monitoreo y colección de información útil para la toma de<br>decisiones.....        | 16 |
| 2.6.3   | Situación de la calidad de agua y su manejo.....                                    | 16 |
| 2.6.3.1 | Parámetros físicos para la calidad de agua.....                                     | 17 |
| 2.6.3.2 | Monitoreo, colección y manejo de muestras de agua.....                              | 17 |
| 2.7     | GEOLOGÍA Y SUELOS.....                                                              | 18 |
| 2.7.1   | Serie suelos Cocona.....                                                            | 18 |
| 2.7.1.1 | Características.....                                                                | 18 |
| 2.7.1.2 | Utilización de la tierra y prácticas de explotación.....                            | 18 |
| 2.7.2   | Serie de suelos Salalica.....                                                       | 19 |
| 2.7.2.1 | Características.....                                                                | 19 |
| 2.7.2.2 | Utilización de la tierra y prácticas de explotación.....                            | 19 |
| 2.7.3   | Serie de suelos Milile.....                                                         | 20 |
| 2.7.3.1 | Características.....                                                                | 20 |
| 2.7.3.2 | Utilización de la tierra y prácticas de cultivo.....                                | 21 |
| 2.7.4   | Serie de suelos quebrada El Gallo.....                                              | 21 |
| 2.7.4.1 | Características.....                                                                | 21 |
| 2.7.4.2 | Utilización de la tierra y prácticas de explotación.....                            | 21 |
| 3       | MATERIALES Y METODOS.....                                                           | 22 |
| 3.1     | DESCRIPCION DE LAS ZONAS DE VIDA.....                                               | 22 |
| 3.1.1   | Ubicación geográfica y política.....                                                | 22 |
| 3.1.2   | Límites y superficie.....                                                           | 22 |
| 3.2     | REVISIÓN DE INFORMACION SECUNDARIA.....                                             | 22 |
| 3.3     | CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS.....                                                | 22 |
| 3.3.1   | Parámetros físicos.....                                                             | 23 |
| 3.3.2   | Descripción de la red hidrológica.....                                              | 24 |
| 3.4     | MEDICION DE PARAMETROS FISICOS Y BIOLÓGICOS DE<br>LA QUEBRADA EL GALLO.....         | 25 |
| 3.5     | METODOLOGIA PARA EL DESARROLLO DEL MAPEO<br>PARTICIPATIVO.....                      | 25 |
| 3.6     | METODOLOGÍA DE LEVANTAMIENTO DE MAPAS.....                                          | 27 |
| 3.6.1   | Delimitación de la zona de estudio.....                                             | 27 |
| 3.6.2   | Elaboración del área de la microcuenca en zonas de vida.....                        | 27 |

|       |                                                                                                                     |    |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.6.3 | Elaboración del mapa ecológico y serie de suelos.....                                                               | 27 |
| 3.6.4 | Elaboración del mapa del uso actual de la tierra.....                                                               | 27 |
| 3.6.5 | Levantamiento del mapa de red de drenaje.....                                                                       | 28 |
| 3.6.6 | Elaboración del mapa de pendientes.....                                                                             | 28 |
| 3.6.7 | Estudio de la vegetación para los bosques de galería de las quebradas de Agua Amarilla, Cuevitas y Agua Arriba..... | 28 |
| 3.7   | DESCRIPCION DEL PERIMETRO TRANSVERSAL DE LA QUEBRADA EL GALLO.....                                                  | 29 |
| 4     | RESULTADOS Y DISCUSION.....                                                                                         | 30 |
| 4.1   | DESCRIPCION GEOMORFOLOGICA DE LA MICROCUENCA EL GALLO.....                                                          | 30 |
| 4.1.1 | Parámetros físicos de la microcuenca el gallo.....                                                                  | 30 |
| 4.1.2 | Descripción de la red de drenaje.....                                                                               | 32 |
| 4.2   | ASPECTOS FISICOS.....                                                                                               | 34 |
| 4.2.1 | Altitud y relieve.....                                                                                              | 34 |
| 4.2.2 | Clima.....                                                                                                          | 34 |
| 4.2.3 | Delimitación de la microcuenca en zonas de vida.....                                                                | 34 |
| 4.3   | CARACTERISTICAS SOCIOECONOMICAS Y CULTURALES..                                                                      | 37 |
| 4.3.1 | Educación.....                                                                                                      | 37 |
| 4.3.2 | Características demográficas.....                                                                                   | 37 |
| 4.4   | CLASIFICACION DE LA VEGETACION EN ZONAS DE VIDA                                                                     | 38 |
| 4.4.1 | Bosque seco tropical.....                                                                                           | 38 |
| 4.4.2 | Bosque húmedo subtropical.....                                                                                      | 39 |
| 4.5   | PARAMETROS FISICOS Y BIOLOGICOS DEL AGUA DE LA QUEBRADA EL GALLO.....                                               | 40 |
| 4.5.1 | Prueba de coliformes.....                                                                                           | 40 |
| 4.5.2 | Temperatura.....                                                                                                    | 41 |
| 4.5.3 | Oxígeno disuelto.....                                                                                               | 42 |
| 4.5.4 | Turbidez.....                                                                                                       | 42 |
| 4.6   | MAPEO PARTICIPATIVO EN LAS COMUNIDADES DE SAN ANTONIO DE OCCIDENTE Y SURINCA.....                                   | 42 |
| 4.7   | DESCRIPCION DEL PERÍMETRO TRANSVERSAL DE LA QUEBRADA EL GALLO.....                                                  | 48 |
| 4.8   | MAPA DE ACCESO DE LA MICROCUENCA EL GALLO.....                                                                      | 54 |
| 4.9   | MAPA HIDROLOGICO DE LA MICROCUENCA EL GALLO.....                                                                    | 54 |
| 4.10  | MAPA GEOLOGICO.....                                                                                                 | 55 |
| 4.11  | MAPA DE CURVAS A NIVEL DE LA MICROCUENCA EL GALLO.....                                                              | 55 |
| 4.12  | MAPA DE RELIEVE DE LA MICROCUENCA EL GALLO.....                                                                     | 56 |
| 4.13  | MAPA DE PENDIENTES DE LA MICROCUENCA EL GALLO..                                                                     | 56 |

|      |                                                       |    |
|------|-------------------------------------------------------|----|
| 4.14 | MAPA DE USO ACTUAL DE LA TIERRA EN EL AÑO DE 1975...  | 56 |
| 4.15 | MAPA DE USO ACTUAL DE LA TIERRA EN EL AÑO DE 1998.... | 57 |
| 4.16 | CAMBIO DE COBERTURA VEGETAL DE 1975 – 1998.....       | 57 |
| 5    | CONCLUSIONES.....                                     | 67 |
| 6    | RECOMENDACIONES.....                                  | 68 |
| 7    | BIBLIOGRAFÍA.....                                     | 69 |
| 8    | ANEXOS.....                                           | 73 |

BIBLIOTECA WILSON POPENOM  
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
APARTADO 23  
TEGUCIGALPA HONDURAS

## INDICE DE CUADROS

Página

|                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Cuadro 1. Matriz de definiciones de cuencas hidrográficas. ....                                                  | 9  |
| Cuadro 2. Clasificación de cuencas hidrográficas. ....                                                           | 13 |
| Cuadro 3. Indicadores para el manejo de cuencas hidrográficas. ....                                              | 15 |
| Cuadro 4. Rangos de coeficientes de Gravelius para determinar las<br>Formas de las cuencas. ....                 | 23 |
| Cuadro 5. Pasos para el desarrollo del mapeo participativo. ....                                                 | 26 |
| Cuadro 6. Datos de la curva hipsométrica de la Microcuenca El Gallo. ...                                         | 31 |
| Cuadro 7. Resumen de las características geomorfológicas de la<br>Microcuenca El Gallo. ....                     | 33 |
| Cuadro 8. División de la Microcuenca El Gallo en Zonas de Vida. ....                                             | 34 |
| Cuadro 9. Distribución de los centros de educación en las cuatro<br>Comunidades de la microcuenca El Gallo. .... | 36 |
| Cuadro 10. Distribución demográfica en la microcuenca El Gallo. ....                                             | 37 |
| Cuadro 11. Vegetación del bosque de galería en el bosque seco.<br>Tropical. ....                                 | 38 |
| Cuadro 12. Vegetación del bosque de galería en el bosque húmedo<br>Subtropical. ....                             | 39 |
| Cuadro 13. Resultados del mapeo participativo en la comunidad de<br>San Antonio de Occidente. ....               | 43 |
| Cuadro 14. Resultados del mapeo participativo en la comunidad de<br>Surinca. ....                                | 45 |

|                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Cuadro 15. Longitud de las carreteras de acceso de la microcuenca<br>El Gallo. ....             | 54 |
| Cuadro 16. Longitud de las principales quebradas de la microcuenca<br>El Gallo . ....           | 54 |
| Cuadro 17. Grupos Geológicos de la microcuenca El Gallo.....                                    | 55 |
| Cuadro 18. Área acumulada de la clasificación de pendientes<br>En la microcuenca El Gallo. .... | 56 |
| Cuadro 19. Área del uso actual de la tierra en 1975. ....                                       | 56 |
| Cuadro 20. Área del uso actual de la tierra en 1998. ....                                       | 57 |
| Cuadro 21. Variación en el uso de la cobertura de la microcuenca<br>El Gallo.....               | 58 |

## INDICE DE FIGURAS

|                                                                                                           | Página |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Figura 1. Metodología para la descripción de los transeptos<br>Del perímetro de la quebrada El Gallo..... | 29     |
| Figura 2. Curva hipsométrica de la microcuenca “El Gallo”.....                                            | 32     |
| Figura 3. Mapa de Zonas de vida de la Microcuenca El Gallo .....                                          | 36     |
| Figura 4. Numero de unidades formadoras de colonia de fecales<br>En la microcuenca El Gallo. ....         | 40     |
| Figura 5. Medición de temperatura de la quebrada El Gallo. ....                                           | 41     |
| Figura 6. Medición del oxígeno disuelto en la quebrada El Gallo. ....                                     | 42     |
| Figura 7. Transepto 1 de la quebrada El Gallo, sección 1 – 20. ....                                       | 48     |
| Figura 8. Forma de la longitud de la quebrada El Gallo, sección<br>1 – 20. ....                           | 49     |
| Figura 9. Transepto representativo de la sección 13 – 20.....                                             | 49     |
| Figura 10. Transepto representativo de la sección 32 – 51.....                                            | 50     |
| Figura 11. Transepto 52, puente del vivero de Bambú<br>Sección 52- 77.....                                | 51     |
| Figura 12. Transepto 68, presencia de asentamientos humanos<br>(Copa cabana). Sección 52- 77. ....        | 51     |
| Figura 13. Transepto 91, sección 78 – 95. ....                                                            | 52     |
| Figura 14. Perímetro 147, sección 108 – 147 .....                                                         | 53     |
| Figura 15. Perímetro 160, sección 148 – 160, .....                                                        | 53     |
| Figura 16. Mapa de vías de acceso de la microcuenca<br>El Gallo. ....                                     | 59     |

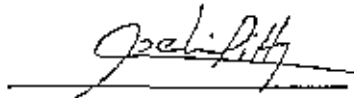
|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 17. Mapa Hidrológico de la microcuenca El Gallo, .....     | 60 |
| Figura 18. Mapa de geología de la microcuenca El Gallo.....       | 61 |
| Figura 19. Mapa de curvas a nivel de la microcuenca El Gallo..... | 62 |
| Figura 20. Mapa de relieve de la microcuenca El Gallo.....        | 63 |
| Figura 21. Mapa de pendientes de la microcuenca El Gallo.....     | 64 |
| Figura 22. Mapa de uso actual de la tierra 1975. ....             | 65 |
| Figura 23. Mapa de uso actual de la tierra 1998. ....             | 66 |

## RESUMEN

FUNES, JOSE. 2000. Caracterización biofísica de la microcuenca El Gallo. Tesis del programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 74 p.

Esta investigación se desarrolló en la microcuenca El Gallo, localizada en la región del Yeguaré, departamento de Francisco Morazán, Honduras. El objetivo fue caracterizar la parte biofísica de la microcuenca y el estado actual de los recursos agua y bosque. A través de herramientas participativas y fotografías aéreas se definió el cambio de cobertura vegetal en los últimos 23 años, el uso actual de la tierra y el estado actual de los recursos agua y bosque. El problema de deforestación en áreas aledañas a las fuentes de agua y la falta de capacitación en técnicas de conservación de suelo son problemas comunes en las comunidades de San Antonio de Occidente y Surinca. Conforme la quebrada descende en altitud, la densidad demográfica de las comunidades aumenta, la cual tiene un impacto directo en la calidad y cantidad de los recursos agua y bosque. En la parte alta los puntos de contaminación son animales silvestres, domésticos y actividades humanas; en la parte media, son cultivos sin medidas de conservación de suelos y ganadería, y en la parte baja son desagüe de aguas servidas y desechos sólidos. En la descripción del perímetro transversal de la quebrada El Gallo, se localizaron asentamientos humanos, esto demuestra la falta de ordenamiento territorial de la zona. Para la descripción geomorfológica se elaboraron los mapas de pendientes, uso actual y geología. En el mapa de pendientes, 52% del área tiene pendientes mayores de 15% y el 48% del área se encuentra en un rango de 0-15%. En el mapa de uso actual de la tierra, 27% del área corresponde a agricultura, 35% a bosque de pino, 30% a potreros, 7% a matorrales, 8% a rasgos culturales y 3% a frutales. En el mapa de geología, 89% de los suelos son de la familia Padre Miguel. Como conclusión de todos los aspectos biofísicos estudiados se definen las tierras de la microcuenca como de vocación forestal.

**Palabras claves:** Agua, calidad, cobertura vegetal, herramientas participativas, uso actual de la tierra.



Abelino Pitty Ph.D

## NOTA DE PRENSA

### Problemática de los recursos agua y bosque

El impacto de las actividades del hombre en la tierra a causado desequilibrios en los recursos naturales, debido a esto, es necesario monitorear y evaluar la magnitud de los impactos y orientar proyectos o acciones de restauración y protección que deberían implementarse para su disponibilidad a generaciones futuras. La información disponible de investigaciones sobre los tipos, causas, grados y severidad de la degradación de tierras es todavía insuficiente, en la mayoría de los países latinoamericanos.

Se realizó un estudio en la microcuenca El Gallo, El Zamorano, Honduras. El objetivo fue caracterizar el cambio de cobertura vegetal en los últimos 23 años, el estado actual de los recursos agua y bosque y definir las causas de contaminación del agua.

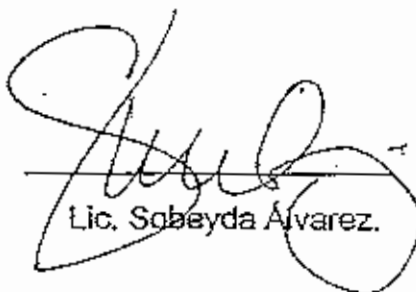
Se encontró que las causas principales que traslucen de los diferentes tipos de degradación de los bosques y de la tierra son: la deforestación, actividades agrícolas y expansión del área urbana. En la mayoría de los países latinoamericanos la información disponible de este tipo de investigaciones sobre los tipos, causas, grados y severidad de la degradación de los bosques y tierras es insuficiente, lo que dificulta enormemente la identificación y la puesta en práctica de estrategias efectivas de conservación y rehabilitación de zonas degradadas.

El área se caracteriza en los aspectos: geológicos por la dominancia de suelo de la familia Padre Miguel, topográficos por la presencia de un 52% de terrenos con pendientes mayores del 15% y áreas con suelos poco profundos, el cual da un ejemplo de suelos con vocación forestal. Esta información forma la base para la elaboración de la planificación del uso de la tierra el cual favorece la selección de tierras de acuerdo a su potencial productivo.

Las causas principales de contaminación se clasificaron tomando como base a la microcuenca como unidad de análisis, para ello se dividió la cuenca en parte alta, media y baja. En la parte alta las fuentes de contaminación fueron excretas de animales silvestres, domésticos y actividades humanas. En la parte media cultivos sin conservación de suelos y presencia de botes de plaguicidas y por

último la parte baja desagüe de aguas servidas y desechos sólidos de actividades humanas.

La caracterización de las tierras en los aspectos biofísicos, económicos, demográficos y social de la microcuenca como unidad de manejo, permite crear planes del uso de la tierra que favorezca la selección de las tierras de acuerdo al potencial productivo.



Lic. Sobeyda Álvarez.

## ANEXOS

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Precipitación mensual (mm) de la estación de<br>El Zamorano para 55 años..... | 73 |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|

## 1. INTRODUCCIÓN

Para tomar decisiones acertadas sobre el manejo de los recursos naturales a nivel de una subcuenca es importante conocer el estado actual del conjunto de los recursos naturales, en particular, en las microcuencas que constituyen una subcuenca, por lo tanto es necesario desarrollar metodologías para definir participativamente el mapeo, análisis y monitoreo del conjunto de recursos naturales existentes en una microcuenca.

Según Faustino (1996), es imprescindible plantear un nuevo estilo de valoración económica, social y ambiental, a través de métodos que permitan la integración, interrelación, internalización y consideración de externalidades en el análisis de conservación y producción. Por lo tanto se considera a la finca como la unidad de intervención y manejo; y la cuenca como la unidad de análisis y planificación para ordenar, conocer las potencialidades y evaluar los impactos.

Estos conceptos indican que el manejo de cuenca requiere de la participación directa de la población, este planteamiento adquiere particular relevancia en el trópico americano con la degradación de las cuencas hidrográficas. Lo que por un acelerado deterioro de los recursos y pérdida de biodiversidad muchas veces son procesos irreversibles, que afectan directa y significativamente la calidad de vida del ser humano (Faustino, 1996).

La participación comunitaria en el manejo integral de las cuencas según Urbizo, (1999), requiere de la aplicación de estrategias en el trabajo basado en un enfoque gradual y flexible de involucrar a la población en el diagnóstico socioeconómico y biofísico de la realidad local, los problemas y potencialidades, y la identificación de actividades e iniciativas hasta la implementación y evaluación.

### 1.1 DEFINICION DEL PROBLEMA

El impacto de las actividades del hombre en el uso de la tierra a causado desequilibrios en los recursos naturales, debido a esto es necesario monitorear y evaluar la magnitud de los impactos y definir proyectos de restauración y protección que deberían implementarse para asegurar la accesibilidad a los recursos naturales a las generaciones futuras.

El bosque es uno de los recursos que está siendo explotado en forma irracional en la mayoría de los países latinoamericanos, donde la tasa de deforestación es mayor a la de forestación que resulta en el deterioro del recurso agua. Las acciones del hombre sobre los recursos naturales, contrarios a las que dicta la naturaleza, provocan cambios climáticos a escala mundial incidiendo en la presencia de fenómenos naturales. Estos impactos en los sistemas del planeta esta haciéndolos más vulnerables y consecuentemente causando daños a las poblaciones en áreas urbanas y rurales.

## 1.2 JUSTIFICACION

La conservación de los recursos naturales y el manejo sostenible de estos, nos asegura la provisión de alimentos. Para poder conservar es necesario conocer la interacción entre las actividades del hombre y los recursos, de esta forma lograr un equilibrio entre acciones de uso, manejo y protección.

La presión sobre las áreas boscosas para otros usos esta provocando la degradación de los suelos y el agua, además de la pérdida de biodiversidad y con ello la disminución en cantidad y calidad de muchos productos y servicios que ellos nos brindan. Es por ello necesario determinar las causas de los problemas de los recursos y el ambiente y así medir de cierta manera el impacto a las poblaciones.

En todas las cuencas hidrográficas el hombre ejecuta diariamente acciones, según Myers (1998), para que formen parte de un proceso de gestión de cuencas debe ser previamente coordinadas entre sí considerando su efecto conjunto en la dinámica de la cuenca.

Este estudio tiene el propósito de describir los procesos de cambio de cobertura vegetal en la microcuenca de la quebrada El Gallo mediante la fotointerpretación y la aplicación de herramientas participativas de mapeo y determinar los factores propulsores de cambio con el fin de determinar la presión que ejerce la población sobre el bosque el cual se puede deber al incremento de actividades agrícolas y ganaderas.

## 1.3 OBJETIVO GENERAL

Caracterizar el aspecto biofísico de la microcuenca El Gallo a través de metodologías participativas.

#### 1.4 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- a. Evaluar mediante la participación de la comunidad el cambio de cobertura vegetal de 1975 – 1998.
- b. Identificar las especies arbóreas en los bosques de galería de la microcuenca El Gallo.
- c. Evaluar la calidad de agua y los parámetros geomorfológicos de la Quebrada El Gallo.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 SITUACIÓN DE LOS BOSQUES A ESCALA MUNDIAL**

#### **2.1.1 Superficie y localización**

A escala mundial los bosques cubren 3,442 millones de ha, es decir, el 27% de la superficie total de tierras no cubiertas con hielo. Del total, 1,754 millones de ha corresponden a bosques tropicales (51%), 768 millones de ha a bosques templados (22.3%) y 920 millones de ha a bosques boreales (26.7%). Además de estos bosques, existen 650 millones de ha con otros tipos de vegetación leñosa: matorrales, barbecho, bosquecillos, entre otros (FAO, 1995).

Se estima actualmente que el 57% del total de los bosques tropicales tupidos del globo se encuentran en América. El 48% de tales bosques los poseen solo tres países: Brasil, Zaire e Indonesia. Perú, Angola, Bolivia y la India tienen cada uno 3%. El resto de los bosques se lo distribuyen unos 70 países tropicales y subtropicales.

Según Byers (1998), con respecto al estado actual de los bosques tropicales y subtropicales, indica que a finales de 1990 la cubierta forestal en estas regiones era de 1,754 millones de ha (37% de la superficie total de tierras). La mayor extensión de bosques, de 918 millones de ha se concentra en América Latina. Sigue África con 528 millones de ha (88%) localizadas en tierras bajas y las restantes 212 millones de ha (12%) en tierras altas.

En Honduras, los bosques naturales cubrían en 1992 alrededor de 4.5 millones de hectáreas; 2.5 millones de pinares y 2.0 millones de latifoliado (Rodríguez, 1992).

#### **2.1.2 Tasas actuales de deforestación**

En las zonas tropicales y subtropicales para los años 1981 - 1990 la tasa de deforestación fue de 15.4 millones de ha al año equivalente a 21.5 ha/minuto. Las mayores pérdidas de bosque ocurren en América Latina (Byers, 1998).

Como sabemos tiene muchas consecuencias negativas contribuir a la disminución de la cobertura del bosque que provoca desequilibrios secundarios como ser: erosión del suelo, sedimentación en los reservorios de agua y mayor frecuencia de inundaciones.

Un factor determinante en la causa de la disminución de la cobertura vegetal ha sido la expansión de la frontera agrícola a zonas frágiles en el bosque siendo esto responsable del 70% de la deforestación en África, 50% en Asia y 35 % en América.

### **2.1.3 Iniciativas para detener la deforestación en la actualidad**

En 1992 la Conferencia de las Naciones Unidas sobre medio ambiente y desarrollo, presentó documentación que decía que cada estado podía manejar sus bosques de la manera que mejor les convenga siempre bajo los principios de sostenibilidad. Cada país estaría encargado de formular sus planes de manejo y conservación de todo los tipos de bosque (Romero, 1999).

Las siguientes medidas son tomadas como iniciativas para frenar la deforestación:

1. Fortalecimiento de leyes silvícolas, planes, educación e investigación.
2. Movimiento masivo para expandir áreas forestales, para evaluar y vigilar el estado de los recursos silvícolas.
3. Expansión de la cooperación regional e internacional en asuntos forestales.

A pesar del alarmante ritmo actual de destrucción de los bosques naturales tropicales y subtropicales, el futuro de los mismos y por consiguiente de sus especies asociadas es ahora más prometedor que hace unos años.

## **2.2 IMPACTO HIDROLÓGICO DE LOS BOSQUES AL NIVEL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS**

Los bosques por su estructura y su elevado índice de área foliar tienen un contacto muy intensivo con la atmósfera. Ellos son la cobertura mas activa en los procesos meteorológicos. Por esta razón los bosques en forma muy particular modifican procesos meteorológicos e influyen sobre los elementos hidrometeorológicos, particularmente a escala micro climática (Stadtmüller, 1994).

Según Lee (1995), la cobertura tiene funciones múltiples en el ciclo hidrológico. Los árboles funcionan como defensores de la superficie de la tierra, mejoran la infiltración y percolación captando precipitación horizontal u oculta. Sin embargo también tienen su propio valor como productores de leña, frutos, forrajes, madera y como hábitat para vida silvestre.

A pesar de tales efectos positivos los bosques, por lo general, no incrementan la precipitación bruta, es decir aquella precipitación que llega al dosel del bosque. En general, más bien, los bosques húmedos de los trópicos y subtrópicos disminuyen la cantidad de lluvia que alcanza el suelo (precipitación neta), ya que interceptan entre el 10% y 50% de la precipitación anual (Stadtmüller, 1994).

## 2.2.1 Bosques que influyen sobre la precipitación bruta

### 2.2.1.1 Bosques nublados.

Ubicados en el trópico y subtrópico húmedo, son todos aquellos bosques "que frecuentemente están cubiertos por nubes o neblinas, recibiendo así adicionalmente a la lluvia una cantidad de humedad por medio de captación y/o condensación de pequeñas gotitas de agua (precipitación horizontal), influyendo en el régimen hídrico y en el balance de radiación y así en los demás parámetros climáticos, edáficos y ecológicos " (Stadtmüller, 1987).

Los bosques nublados son comunes en los trópicos y subtrópicos de América y Asia. Estos bosques se localizan desde menos de 500 m hasta 3900 m sobre el nivel del mar. El aporte adicional de agua sobre la precipitación normal, por parte de estos bosques, por medio de la precipitación oculta (precipitación horizontal o lluvia del bosque) es considerable variando entre el 7% hasta el 158% (Stadtmüller, 1987).

La protección de los bosques nubosos es muy importante ya que ayuda a la protección de la cantidad y calidad de agua, así como a la regulación temporal del caudal. Se ha demostrado que el aprovechamiento forestal resulta en un incremento del caudal, causado por la reducción de la evapotranspiración. Sin embargo, la deforestación de los bosques nubosos disminuye la producción de agua en verano, siendo esta época la mas crítica (Harr, 1982).

Desde el punto de vista hidrológico los bosques nublados poseen tres características que son determinantes para la producción de agua y regulación de caudales. En primer lugar, los árboles viejos del bosque maduro actúan como cinturones de condensación del vapor de agua atmosférico e inducen al proceso de precipitación oculta. En segundo término, como la frecuente nubosidad favorece reducidas tasas de evapotranspiración, los bosques de niebla presentan uno de los cocientes más altos entre caudal y precipitación, si se comparan con otros ecosistemas forestales. En tercer lugar, los bosques nublados desempeñan un importante papel en el abastecimiento de agua durante épocas secas.

El manejo sostenible de las microcuencas de montaña es discutido infinidad de veces debido a la falta de protección y cuidado de las zonas de captación de agua potable para las comunidades que dependen directamente de una quebrada o un río, ocasionando grandes problemas de legislación e incumplimiento de leyes por

intereses variados, así como el de todo ser humano que busca subsistir y se enfrenta a conflictos de calidad del vital líquido que raras veces es bien manejado (Szoilosi-Nagy, 1998).

**2.2.1.2 Bosques de áreas muy extensas.** En extensas masas boscosas, como la cuenca del Amazonas y la mosquitia en Honduras, la vegetación lanza grandes cantidades de vapor de agua a la atmósfera (humedad). Esta humedad, siguiendo un proceso reversible, contribuye al origen de nuevas precipitaciones (López y Blanco, 1976). Algunos investigadores han demostrado que en masas boscosas de considerable magnitud "existe cierto reciclaje de humedad a través de procesos de evapotranspiración, condensación y precipitación en la misma región al nivel de gran escala" (Stadtmüller, 1987). A este tipo de lluvia se le suele denominar precipitación a saltos o brincos.

## **2.3 ZONAS DE RECARGA DE AGUA EN CUENCAS HIDROGRÁFICAS**

De la cantidad de precipitación vertical que alcanza la superficie terrestre, una parte es interceptada por la cubierta vegetal; otra porción penetra en el interior del suelo, constituyendo agua infiltrada, el agua que no infiltra conforma el agua de escorrentía, es decir, aquella que escurre por la superficie terrestre o que se detiene en depresiones de ésta.

### **2.3.1 Zonas de recarga**

Aquellas cuencas hidrográficas de montaña que tienen partes de sus tierras influenciadas por nieblas y neblinas presentan además de la lluvia vertical un aporte adicional de agua debido al proceso de la precipitación horizontal u oculta. Dicho insumo adicional puede condensarse en la superficie de la vegetación y gotear o escurrir por las ramas y troncos al suelo.

Estas tierras siempre y cuando estén cubiertas con bosques, constituyen verdaderas zonas de recarga o de formación de acuíferos. La eliminación de la cubierta arbórea, en las áreas de bosque nublado, provocaría la no-retención de la humedad atmosférica, constituyendo una pérdida para los acuíferos de zonas abastecedoras de agua (Price, 1998).

### **2.3.2 Manejo de zonas de recarga**

Actualmente se sabe que la mayor parte de los bosques húmedos de tierras bajas y de altitud media de los trópicos y subtrópicos del mundo, no influyen en la precipitación bruta. Las cuencas cubiertas por estos tipos de bosques producen menos agua que los que poseen otras coberturas vegetales, debido a las elevadas cuotas de evapotranspiración, incluyendo la intercepción.

Ahora bien, aquellas cuencas de montaña cuyas zonas de recarga de agua estén cubiertas por bosque presentan, un aporte adicional de agua a través del proceso de precipitación horizontal u oculta. La deforestación de tales zonas acarrearía una disminución de los caudales y una reducción de la recarga de los acuíferos subterráneos (Holdridge, 1988). Bajo tales circunstancias, el manejo de la cubierta vegetal en las zonas de recarga de agua se toma vital ante la creciente crisis de abastecimiento de agua dulce, en cantidad y calidad adecuadas.

La precipitación horizontal u oculta o lluvia del bosque es un proceso hidrológico "absolutamente dependiente de la presencia de los árboles grandes y viejos del bosque primario. Claramente, la eliminación del bosque primario en estas zonas y su reemplazo con pastos o plantaciones de árboles pequeños o un rastrojo natural, conduciría a una reducción notable en la producción de agua durante los meses secos" (Holdridge, 1988).

Bajo condiciones naturales inalteradas y al nivel de cuencas de montañas, con zonas influenciadas por nubes o neblinas, el bosque maduro constituye por excelencia la mejor cobertura desde el punto de vista hidrológico. Por otra parte, el bosque natural maduro es el uso de la tierra que garantiza, al más bajo costo, una adecuada protección del suelo.

Aquellas cuencas de montaña cuyas zonas de recarga estén cubiertas con bosques secundarios y otros usos de la tierra, pueden incrementar su capacidad de captación de vapor de agua atmosférico mediante la construcción e instalación de dispositivos mecánicos de alto índice de eficiencia (atrapa nubes o neblinas). Se asume, en este caso, que no es posible o deseable retornar las tierras de la zona de recarga a bosque natural maduro, aunque se conoce que los interceptores mecánicos no son tan eficaces como la vegetación en el proceso de captación.

## 2.4 CONCEPTO DE CUENCA HIDROGRÁFICA

Es una identidad física, o sea hidrográfica, a través de la cual el agua fluye generalmente por gravedad, desde partes altas a partes bajas entre un área delimitada por una divisoria topográfica o hidrológica (Lee, 1995).

Cuenca hidrográfica contiene dos aspectos que determinan otro tipo de definición del área geográfica, el primero es hidro que significa agua y el segundo grafos que significa escritura. Así la definición del área geográfica no es definida por el hombre sino que es naturalmente determinada por el agua (FAO, 1996).

Según Ramakrishna (1997), una cuenca hidrográfica es un área natural en la que el agua proveniente de la precipitación forma un curso principal de agua. La

cuenca hidrográfica es una unidad fisiográfica conformada por el conjunto de los sistemas de cursos de agua definidos por el relieve.

La cuenca hidrográfica es una unidad territorial formada por un río con sus afluentes y por un área colectora de las aguas. En la cuenca están contenidos los recursos naturales básicos para múltiples actividades humanas, como agua suelo, vegetación y fauna. Todos ellos mantienen una continua y particular interacción con el aprovechamiento y desarrollos productivos del hombre (Price, 1998).

Las cuencas principales, que son la de los ríos grandes, son divididas en base de su red hidrológica en las subcuencas de sus afluentes. Las subcuencas son subdivididas en sus propias subcuencas y eventualmente en micro - cuencas. microcuencas son las áreas donde se originan las quebradas individuales que drenan las laderas y las pendientes altas del paisaje geomorfológico (Lee, 1995).

Las cuencas son sistemas que encajan una en otra. Cuencas grandes contienen cuencas medianas que contienen cuencas pequeñas. Cada rama de una red hidrológica tiene su propia cuenca, afluentes y subcuencas, que dependen de la forma del sistema de drenaje.

#### 2.4.1 Definición de manejo integrado de cuencas

Es interesante si vemos en el Cuadro 1 el cambio en los tipos de definiciones de manejo de cuencas hidrográficas pertinente en épocas previas desde 1970, podemos ver una tendencia interesante de mover la definición de un punto de vista aislado a un punto de vista integrado con énfasis en la inter conectividad de los recursos múltiples y la cuestión de su sostenibilidad.

Cuadro1. Matriz de definiciones de cuencas hidrográficas.

| Año  | Definición                                                                                                                                                                                                                       |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1970 | El arte y la ciencia de manejar los recursos naturales de una cuenca con el fin de controlar la descarga de agua en calidad, cantidad y tiempo de ocurrencia.                                                                    |
| 1980 | El conjunto de técnicas que se aplican para el análisis, protección, rehabilitación, conservación y uso de la tierra de las cuencas hidrográficas con fines de controlar y conservar el recurso agua que proviene de las mismas. |
| 1990 | La gestión que el ser humano realiza a nivel de la cuenca para aprovechar y proteger los recursos naturales que le ofrece con el fin de obtener una producción óptima y sostenida.                                               |

Fuente: Lee, 1995.

Por lo general la definición común de manejo integrado e inclusivo es en que los recursos naturales múltiples que contiene una cuenca, son manipuladas y controladas conjuntamente con la organización humana para producir bienes y servicios útiles. Este proceso explícitamente da cuenta al rango de factores biofísicos, socioeconómicos y políticos que resultan en los patrones actuales de uso. Una cuenca y un sistema de aprovechamiento de los recursos hídricos se generan considerando que podrían mantener su calidad, cantidad, regularidad, seguridad y disponibilidad en un sistema que es sostenible desde el punto de vista de agua. Pero agua no es el único producto de las cuencas ya que también se producen alimentos, leña, madera, minerales y otros bienes y servicios valiosos (Lee, 1995).

La cuenca la conforman componentes biofísicos (agua, suelo), biológicos (flora, fauna) y antropocéntricos (socioeconómicos, culturales e institucionales), que están todos interrelacionados y en equilibrio entre sí, de tal manera que al afectarse uno de ellos, se produce un desbalance que pone en peligro todo el sistema (Ramakrishna, 1997).

#### 2.4.2 Cuenca hidrográfica como un sistema

Según Faustino (1996), la cuenca es concebida como un sistema dentro del medio ambiente, está compuesta por las interrelaciones de los sistemas social, económico, demográfico y biofísico (biótico y físico). La cuenca hidrográfica se puede definir dentro de las perspectivas de los sistemas como: "Un sistema de relaciones sociales y económicas cuya base territorial y ambiental es un sistema de aguas que fluyen a un mismo río, lago o mar".

Se ha investigado que de la magnitud en calidad y cantidad de las interacciones (o intersecciones) de los mencionados subsistemas surge la dimensión de su cobertura y nivel de complejidad, es decir, el grado de sobreposición de los subsistemas entre sí determina el nivel de interdependencia de los subsistemas o el grado de conflicto de los diferentes intereses concurrentes en el sistema. Dentro de los subsistemas de mayor relevancia dentro de una cuenca se citan los siguientes: el social, el económico, el demográfico y el biofísico. A continuación se indican las actividades necesarias para obtener la información de los cuatro subsistemas.

- a) **Subsistema Social:** Para la recolección de la información, como son los elementos: niveles de educación, tipos de conocimientos y nivel de actitudes; pautas de conducta, referidos a las actividades principales del medio (Faustino, 1996).
- b) **Subsistema Económico:** Este subsistema debe determinar como funciona la cuenca en los aspectos de producción actual y cuáles serían las posibilidades futuras, y permitir diseñar las estrategias para el desarrollo sustentable.

- c) **Subsistema Biofísico:** En este subsistema se toman los elementos: atmósfera, clima, suelo, subsuelo, tierra, hidrología, vegetación y fauna doméstica básicamente. Este subsistema es alterado principalmente por la acción antrópica entre las cuales podemos citar: tala de bosques y vegetación natural; inadecuado establecimiento de cultivos, disposición de basuras y aplicación de agroquímicos en suelos y corrientes de agua; quemas de vegetación en suelos de altas pendientes para establecimiento de cultivos.
- d) **Subsistema Demográfico:** La información de este subsistema se toma mediante aerofotografía, encuesta y censos poblacionales, refiriéndose a los siguientes elementos: tamaño, densidad, distribución y ocupación incluyendo la población económicamente activa.

#### 2.4.3 Planificación de cuencas hidrográficas:

La planificación del manejo de cuencas hidrográficas tiene como propósito principal determinar las diferentes actividades y su tiempo óptimo de ejecución.

Según la FAO (1996), en el proceso de planificación para el manejo de cuencas se debe contar con los siguientes pasos:

- a. **Identificación de la problemática y oportunidades:** en esta fase se determina que debe hacerse, cuando y quien desarrollará las actividades planificadas por el proyecto.
- b. **Motivación de los involucrados:** tener un acercamiento con las personas que ejecutarán y se beneficiarán de las acciones planificadas, entender su problemática, que se logra con talleres de inducción, reuniones informales, análisis de involucrados etc.
- c. **Acciones aisladas:** en esta etapa no es necesario esperar la finalización de otras actividades, sino que inician según la necesidad u prioridad en la comunidad.
- d. **Diagnóstico y evaluación de acciones aisladas:** es necesario definir la situación futura para prever contratiempos que afecten la ejecución de otras actividades.
- e. **Formulación del plan:** este se basa en el análisis del diagnóstico elaborado anteriormente, en el cual es necesario definir el objetivo general y específicos del proyecto, además, tener bien claro la secuencia de las actividades.
- f. **Aprobación del plan:** este es aprobado por los organismos de financiamiento del proyecto.

- g. Organización de la entidad: esta es la estructura organizativa que ejecutará el plan, la cual debe dar énfasis a la participación comunitaria.
- h. Implementación del plan o ejecución: aplicación de las actividades planificadas anteriormente.
- i. Resultados: estos deben ser basados en los que es manejo de cuencas hidrográficas.
- j. Monitoreo y evaluación: este paso debe existir en cada una de las actividades que se ejecuten tanto al inicio como al final del proyecto que permita determinar a tiempo la forma en que se lleva a cabo el proyecto.

Esta metodología planteada por la FAO tiene como fortaleza el grado de participación dado a la comunidades en el proceso de planificación, además sigue un orden lógico de prioridad tratando siempre de obtener una maximización del potencial disponible.

#### 2.4.4 Clasificación de las cuencas hidrográficas

Por el sistema de drenaje y su conducción final, las cuencas hidrográficas pueden ser arréicas, exorréicas, córréicas y endorréicas:

- a) Son arréicas cuando no logran drenar a un río mar o lago, sus aguas se pierden por evaporación o infiltración sin llegar a un escurrimiento subterráneo (Faustino, 1996).
- b) Son córréicas cuando sus redes de drenaje superficial no tienen un sistema organizado o aparente y corren como ríos subterráneos.
- c) Son endorréicas cuando sus aguas drenan a un embalse o lago sin llegar al mar.
- d) Son exorréicas cuando las vertientes conducen las aguas a un sistema mayor de drenaje como un gran río o mar.

Según Faustino (1996), la capacidad de abastecimiento de agua de las cuencas en cuanto a la demanda existente se denominan: cuencas balanceadas a las que su oferta iguala a la demanda, deficitarias cuando la demanda de agua es mayor que la oferta, y con exceso cuando la oferta de agua es mayor que la demanda. Cualquier denominación hacia una cuenca debe tener claro los objetivos del concepto empleado y las actividades que se pretende realizar.

Las cuencas hidrográficas pueden dividirse de diferentes maneras, dependiendo del grado de concentración de la red de drenaje en el cual se define a las micro cuencas y subcuencas como unidades menores (Lee, 1995).

-Subcuenca: es toda área que desarrolla su drenaje directamente al curso principal de una subcuenca, en donde varias subcuencas pueden formar una cuenca (Lee, 1995).

-Microcuenca: es toda área que desarrolla su drenaje directamente al curso principal de una subcuenca, donde varias microcuencas pueden formar una subcuenca.

La clasificación según el área de la cuenca varia de acuerdo a variables físicas, naturales o socioeconómicas

**Cuadro 2. Clasificación de cuencas hidrográficas.**

| UNIDAD      | N° DE ORDEN | AREA (km <sup>2</sup> ) |
|-------------|-------------|-------------------------|
| Microcuenca | 1,2,3       | 10 – 100                |
| Subcuenca   | 4,5         | 100 – 700               |
| Cuenca      | 6,7 ó más   | 700 – 6000              |

Fuente: Faustino, 1996

Existen otras formas de clasificación, entre ellas tenemos como dividir la cuenca en parte baja, media y alta. Otra forma es diferenciando las pendientes del terreno donde se denominan zonas de laderas (montañas, colinas), valles (tierras planas o ligeramente onduladas con pendientes menores de 20%) y el cauce (curso principal y secundarios con sus humedales) (Faustino, 1996).

## 2.5 ORDENACION DE CUENCAS HIDROGRAFICAS

La diversidad de sistemas ecológicos y sociales que configuran las zonas de montaña y los vínculos con las zonas situadas aguas arriba o aguas abajo exigen adoptar una visión integrada de la ordenación de los recursos naturales, subrayando la interacción entre los grupos de usuarios. El uso del territorio que abarca una cuenca para fines de gestión ambiental es por lo tanto solo una opción con mayor o menor validez según las características geográficas en que se ubica, además facilita la coordinación entre usuarios unidos a un mismo recurso como el agua y sobre todo facilita verificar los progresos en control de contaminación vía sus efectos sobre la calidad del agua (FAO, 1958).

Según FAO (1958), se caracteriza como un proceso de formulación y ejecución de un sistema de acción para el manejo de los recursos de la cuenca para obtener productos y servicios, sin afectar los recursos agua y suelo. El éxito está en maximizar el uso de los recursos de la manera más eficiente, además, es necesaria al formar grupos de trabajos para la formulación de los proyectos que sea un grupo multidisciplinario capaz de enfocar el estudio desde todos los aspectos dentro y fuera de la cuenca que afecte su funcionamiento.

Según Faustino (1996), en los últimos años ha adquirido gran importancia el incorporar los aspectos técnicos del ordenamiento territorial con carácter ambiental, determinando las zonas en equilibrio para los diferentes usos. Desde este punto de vista los planes de desarrollo de las ciudades requerirán garantizar agua, servicios básicos, accesibilidad, comunicaciones, recreación, seguridad contra sismos, inundaciones, etc. Por lo que requiere establecerse las conexiones con el medio rural, las ciudades ya establecidas en función de la capacidad del sistema. El ordenamiento territorial considera los siguientes aspectos:

- a) El ordenamiento territorial debe de estar articulado a la zonificación de uso de la tierra, identificando los principales cambios basados en las demandas y potencial de las cuencas.
- b) El ordenamiento debe apreciar las tecnologías, sistemas de manejo mas apropiados y medidas operativas para la implementación del uso y ocupación de las zonas determinadas.
- c) Se debe establecer una compatibilización entre las diferentes áreas ordenadas, para viabilizar el desarrollo sostenible entre los ambientes de producción y conservación.

Según la FAO (1992), lo tradicional es que el trabajo de una cuenca se pueda dividir en general en tres categorías: protección, mejora y restauración. Las medidas de protección se emplean para mantener la situación existente. Las técnicas de mejora se emplean para obtener beneficios en la producción de agua. La restauración se aplica a cuencas gravemente deterioradas y suele exigir más trabajo, tiempo y dinero.

## 2.6 INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD EN LA PROTECCION DE MANEJO DE CUENCAS

Segun Lee (1995), cuando seleccionamos indicadores, primero consideramos un elemento fundamental e importante del sistema, por ejemplo el agua o el suelo. Entonces seleccionamos descriptores de estos elementos, por ejemplo calidad de agua • cantidad de agua que son sensibles y permiten medir los cambios y las direcciones de los cambios en el estado del elemento. En el caso de cuencas hidrográficas, el sistema, la unidad biofísica que es la cuenca, es un conjunto de elementos interconectados. Entonces, el indicador puede variar para un elemento por razones colaterales o exógenas, por ejemplo, un cambio de la característica de un otro elemento y su descriptor, por ejemplo, la vegetación, podría afectar el elemento de agua y sus descriptores de caudal mínimo o calidad. Entonces, para unidades de cuencas, es necesario considerar un conjunto de elementos y sus descriptores.

### 2.6.1 Indicadores apropiados para manejo de cuencas y sistema de agua potable

Los indicadores útiles para nosotros en manejo de cuencas generalmente son de dos tipos:

- Los que dicen algo fundamentalmente sobre la base de los recursos del sistema (ej. una cuenca hidrográfica y los recursos que contiene).
- Los que dicen algo sobre el funcionamiento del sistema ej. su productividad – estos son los flujos o sea los cambios.

Lee, (1995) desarrollo como se muestra en el cuadro 3 un conjunto de indicadores para cuencas hidrográficas.

Cuadro 3. Indicadores para el manejo de cuencas hidrográficas.

| SISTEMA | ELEMENTO | DESCRIPTOR     | INDICADOR                                                                                                                                                                                                                   |
|---------|----------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CUENCA  | Agua     | Cantidad       | Flujo mensual (m <sup>3</sup> o promedio como m <sup>3</sup> /seg)                                                                                                                                                          |
|         |          | Calidad        | Turbiedad NTU<br>Total de sedimentos suspendidos mg/l<br>Coliformes fecales                                                                                                                                                 |
|         |          | Confiabilidad  | Nivel de caudal mínimo en el verano m <sup>3</sup> .<br>Relación entre caudal mínimo/caudal máximo.                                                                                                                         |
|         | Suelo    | Erosión        | Porcentaje de la cuenca con evidencia de erosión.<br>Total de sedimentos suspendidos por año en kg o toneladas por año.<br>Relación total de sedimentos /área de la cuenca kg/ha/año.                                       |
|         |          | Disponibilidad | Profundidad promedio del suelo en m.                                                                                                                                                                                        |
|         |          | Calidad        | Porcentaje de área bajo tipo de uso superior a su potencial ideal.<br>Relación de área bajo uso productivo agrícola /área total.                                                                                            |
|         | Tierra   | Productividad  | Rendimiento por cultivo en toneladas/ha.<br>Relación entre egresos/ingresos.                                                                                                                                                |
|         |          | Calidad        | Relación años de barbecho/año de cultivo.<br>Relación años con incendios/periodo de años.<br>Porcentaje de área arriba de nacimiento bajo bosque.<br>Distancia mínima de zonas de uso agroquímicos hasta toma de agua en m. |

Fuente: Lee, 1995

## 2.6.2 El monitoreo y colección de información útil para la toma de decisiones.

Para cualquier indicador, debemos tener una explicación completa útil y clara para todos los que toman o están afectados por las decisiones a manera de explicar:

- La interpretación del significado del indicador.
- ¿Qué, cómo y cuando medirlo?
- ¿Qué tipo de equipo, personal y financiamiento son necesarios para medirlos?
- La interpretación de cuales acciones se deben tomar como resultado.

Los indicadores reflejan los cambios y por lo tanto necesitan una base de información para los propósitos de comparación, además, deben darnos una estimación de la magnitud y la dirección de los cambios y debemos decidir en base a la información cuáles son las direcciones positivas y negativas.

## 2.6.3 Situación de la calidad de agua y su manejo

Según la FAO (1958), en la mayoría de los países del mundo, los recursos hídricos son manejados de una forma muy disgregada, cada uno de los principales sectores que la usan planifica, desarrolla y administra la parte del recurso que considera necesaria para su uso, aplicable cuando el recurso era abundante. Conforme aumentan las necesidades del usuario obliga a las partes a tomar un enfoque más integral.

A nivel de cuenca como ocurre en la microcuenca El Gallo varios sectores contribuyen al problema de la calidad del agua, como las aguas servidas provenientes del uso doméstico (Jicarito) y otro sector como la agricultura es afectada, además ambos afectan directamente los recursos de agua subterránea.

En Honduras como en otros países de América Central la calidad del agua es de gran importancia, para la población y las autoridades. La contaminación en las partes altas de las cuencas incremento dramáticamente durante los años 70's y 80's debido a la presencia de roya del café y de la broca, estas dos plagas ocasionó el alto uso de plaguicidas como el endosulfan y algunos compuestos cúpricos. Las partes bajas de las cuencas fueron contaminadas con pesticidas usados para el cultivo del algodón, melón y vegetales en el centro y sur de Honduras (Moncada, 1999).

Las exigencias en cuanto a calidad de agua varían de acuerdo a la utilización que se le da a este recurso. Es así, como el agua para riego debe tener baja concentración de sales; el agua para consumo humano debe tener bajo

contenido de microorganismos infecciosos y el agua para generar energía eléctrica debe tener baja carga de sedimentos (White et al, 1972).

La calidad de agua se refiere a las características físicas, químicas y biológicas del agua en sus diferentes niveles del sistema terrestre. Naturalmente estamos interesados en la calidad para definir sus usos como agua potable, de riego, recreación, acuicultura y otros. Los parámetros a usar dependerán de su uso.

**2.6.3.1 Parámetros físicos de calidad del agua.** Temperatura: Es un buen indicador de cambios de vegetación a lo largo del cauce normal de los ríos. El incremento en la temperatura del agua aumenta la actividad biológica de los organismos acuáticos, incrementa el crecimiento bacterial, acelera las reacciones químicas y afecta la disponibilidad de oxígeno ya que la solubilidad del mismo decrece exponencialmente (Mckinney y Schoch, 1998).

PH: describe la concentración de hidrogeniones en una solución. En aguas naturales necesitamos conocer la acidez / alcalinidad del agua, ya que esta relacionada con la concentración de minerales.  $\text{pH} < 5.0$  o  $> 9.0$  son letales para la vida acuática.

Oxígeno disuelto: es necesario para la sobre vivencia de la vida acuática. La capacidad del agua para mantener el oxígeno decrece cuando la temperatura aumenta. Las concentraciones son influenciadas por la aireación del reservorio y esto depende de la pendiente del reservorio, capas de material, tamaño y velocidad de la corriente. Este puede ser medido con el potenciómetro y otros dependiendo de la precisión requerida.

Turbidez: mide la luz dispersada por partículas suspendidas. Cambios en pH pueden causar la precipitación de carbonatos y ácidos húmicos. Los cuales afectan la turbidez. Se entiende también como la medición óptica de sedimentos suspendidos, arcillas, arena, materia orgánica, plancton y microorganismos en la muestra. Puede ser medida usando el turbidímetro o métodos nefalométricos.

La decisión para definir que parámetros medir en la calidad, depende del uso que se le puede dar al agua

**2.6.3.2 Monitoreo, colección y manejo de muestras de agua:** El monitoreo es la repetida colección de datos de calidad de agua para algunos propósitos específicos. La evaluación usa los datos del monitoreo para hacer la interpretación de los datos en términos de problemas de calidad de agua, fuente de contaminación y su impacto de programas de control.

Existen tres tipos de colección de muestras el cual su aplicación depende las condiciones del lugar a hacer un muestreo:

1. Muestras instantáneas: Son colectadas en un tiempo y lugar particular, el cual representa solo la composición de la fuente en ese momento y lugar
2. Muestras compuestas: Se refiere a la mezcla de muestras instantáneas colectadas en el mismo sitio en diferentes tiempos.
3. Muestras integradas: Es proveída por la mezcla de muestras instantáneas colectadas en diferentes puntos simultáneamente a lo más aproximado posible.

## 2.7 GEOLOGIA Y SUELOS

En el área se distinguen cuatro grupos de suelos geológicos: mezcla ignimbritas basaltos, basalto fracturado, cenizas volcánicas y aluviales.

Las mezcla ignimbritas basalto se localizan entre los 900 msnm y termina a los 1500 msnm; el basalto fracturado se encuentran entre los 1,500 msnm hasta los 1700 msnm y entre los 1,700 msnm a los 2,008 msnm se localizan las cenizas volcánicas. Según Rosales en el área existen las siguientes series de suelo: serie cocona, salálica y milile, y según informe realizado por catastro en 1989, en la parte baja se encuentra suelos aluviales.

### 2.7.1 Serie suelos Cocona

Se caracterizan por ser suelos bien drenados, poco profundos desarrollados sobre ignimbritas de grano grueso. La mayoría de las laderas tienen 30 – 60% de pendientes en la partes meridional u occidental del país. Están asociados con los suelos Ojojona, se distinguen porque la roca madre de los suelos cocona es de grano grueso, granos visibles de cuarzo y los suelos resultantes son franco arenoso, mientras los suelos Ojojona se desarrollan sobre rocas de grano fino, con poca o ningún grano de cuarzo visible y la textura de la superficie es franco arenoso a franco limosa.

**2.7.1.1 Características:** la mayor parte de las áreas de suelos cocona son pedregosas y con frecuentes afloramientos de roca. Mas de la mitad del área presenta pendientes superiores a 40% y son frecuente los precipicios. Hay muchas áreas, en su mayoría pequeñas aunque algunas de mas de 1 km<sup>2</sup>, de terreno casi horizontal, donde se han acumulado materiales aluviales. Cuando tienen suficiente superficie, figuran en el mapa como suelos de los valles. Cuando las cimas son anchas, el suelo puede tener un metro de espesor y puede haberse formado un horizonte B pardo amarillento, como la mayor parte de estas áreas se presentan a altitudes mayores de 1,200 msnm es probable que halla habido alguna influencia de cenizas volcánicas y, si el área es lo bastante extensa y la presencia de cenizas claras, se presentan en el mapa suelos milile. En los lugares protegidos, como las cabeceras de los cursos de agua, la superficie es franco arenosa o franca de color franco grisáceo hasta una profundidad de 40 cms o más.

**2.7.1.2 Utilización de la tierra y prácticas de explotación:** los suelos Cocona están cubiertos normalmente de pinos y pueden utilizarse para pastos. En gran parte del área se han cortado los pinos y se hacen quemas con frecuencia con el fin de mejorar los pastos. Esta práctica parece ser razonable desde el punto de vista ambiental y esta prohibida por la ley. Los pastos pueden utilizarse únicamente durante la estación lluviosa. En realidad se han observado muy pocos animales en estas partes quizás como consecuencia de la escasez de agua. Las plantas pequeñas de pino, impiden así la regeneración del pinar. Los lugares protegidos en las cabeceras de los cursos de agua pueden utilizarse para la producción de café.

**Clasificación:** los suelos Cocona se clasifican como litosoles. En la séptima aproximación revisada con xerontetes líticos.

## 2.7.2 Serie de suelos Salalica

Son suelos bien drenados, relativamente profundos, desarrollados sobre rocas maficas e ignimbritas asociadas y sobre ignimbritas con un alto contenido de materiales maficos. En ellos es frecuente las pendientes mayores de 25%, están asociados con suelos Yayupe, Ojojona y Milile. Los suelos Yayupe se presentan en terrenos ondulados, son poco profundos y no tienen el subsuelo de arcilla roja característica de losa de suelos salalica, porque ocupan un suelo escarpado y se forman sobre ignimbritas claras. En cuanto a los mililes son suelos profundos formados sobre cenizas volcánicas y la diferenciación se basa a la textura densa del subsuelo de los suelos salalica y pocas veces tienen un espesor de un metro (Rosales, 1993).

**2.7.2.1 Características:** en algunos lugares el suelo es delgado y la superficie franco arcillosa apoya directamente en la capa rocosa. En la mayor parte de las áreas son frecuentes las piedras y en muchos lugares hay afloramientos rocosos. Al sudoeste de Zamorano, la roca básica es una ignimbrita con un elevado contenido de minerales maficos. Hay muchas áreas de suelos Yayupe de forma irregular que ocupan pendientes inferiores de 10% (Rosales, 1993).

**2.7.2.2 Utilización de la tierra y prácticas de explotación:** la parte del área de suelo salalica se utilizan para la producción de cultivos de subsistencia como maíz, frijol y sorgo, por métodos de cultivo primitivo y aperos manuales, la mayor parte de ellos con malezas. Las áreas que no son demasiado pendientes o pedregosas pueden utilizarse para cultivos de subsistencia, pero el rendimiento del trabajo es escaso. En muchos lugares podrían utilizarse para pastos naturales por lo general, los suelos salalica son fértiles y, si las piedras no son

muy abundantes, pueden con buenas prácticas de explotación, incluido el uso de los abonos, resultar económicamente productivos' (Rosales 1993).

**Clasificación:** son suelos pardos no calcicos. En la séptima aproximación realizada ha plustalfes vaicos.

#### 4.7.3 Serie suelos Milile

Son suelos profundos bien drenados, desarrollados sobre cenizas volcánicas, ocupan un relieve fuertemente ondulado o alomado, con pendientes que por la mayor parte son inferiores a 30% se presentan con frecuencia en amplias cimas montañosas a altitudes mayores de 1,400 msnm. Las temperaturas son relativamente bajas a tal altura y a menudo se forman nubes. La humedad que se condensa de esas nubes impide que el suelo se seque pero no es probable que haya precipitación notablemente superiores a las que se registran a altitudes inferiores. Los suelos Milile están asociados y limitan corrientemente con áreas de suelos Ojojona y Salalica, pero se distinguen fácilmente de estos por el mayor grosor del suelo, la falta de consolidación del material de partida y la ausencia de piedras (Rosales, 1993).

**4.7.3.1 Características:** en muchos lugares, especialmente en las partes más elevadas, el suelo superficial es más grueso y más rico en materia orgánica. A altitudes superiores a 1,700 msnm es algo cenagoso. En muchas partes, el subsuelo es una arcilla café rojiza. La roca básica observada en este perfil no se presenta con frecuencia, pero a profundidades mayores de 1.5 m puede encontrarse una arcilla roja y moteada reticularmente y gris clara (Rosales, 1993).

**4.7.3.2 Utilización de la tierra y prácticas de cultivo:** la mayor parte del área de suelo Milile ha sido desbrozada y utilizada para la producción de maíz y frijol o para pastos. Las practicas agrícolas son primitivas y el cultivo es manual o con arados de madera arrastrados por bueyes. Nonnalmente no se utilizan abonos y los rendimientos son bajos. Estos suelos son porosos y la erosión no es muy grave, los pastos no son mejorados pero tienen capacidad de apacentamiento moderada. Se observa el pino en algunas partes, pero en general, estos suelos soportan una masa densa de frondosas y sotobosque de malezas donde no se ha desbrozado para el cultivo. Hay helechos y zarzamoras en los terrenos dejados sin cultivar, estos suelos se explotan fácilmente y pueden cultivarse con mayor intensidad (Rosales, 1993).

**Clasificación:** los suelos Milile se clasifican como andosoles en la séptima aproximación revisada son Eutropepts Andicos.

#### 2.7.4 Serie de suelos quebrada El Gallo

La serie pertenece a la familia mediana sobre fragmental, mixto, isohipertérmico del Molli Ustifluvent. Los suelos son profundos, bien drenados, con una permeabilidad moderada en el perfil, desarrollados sobre depósitos aluviales recientes, derivados de materiales extrusivos ácidos de terciarios, principalmente Ignimbritas (Catastro, 1989).

**2.7.4.1 Características:** la topografía es plana a casi plana, con pendientes entre 0-2% del área. La capa superficial es de color pardo grisáceo muy oscuro, textura mediana, una profundidad aproximada de 16 cms. El subsuelo tiene un grosor de unos 25 cms, color negro, textura mediana, consistencia friable, ligeramente adherente y plástico. El sustrato consiste enteramente en piedras, la mayor parte de estas áreas se presentan entre los 720 m a los 900 msnm.

**2.7.4.2 Utilización de la tierra y prácticas de explotación:** la mayor parte esta cubierta de cítricos.

### **3. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1 DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO**

##### **3.1.1 Ubicación geográfica y política**

La microcuenca El Gallo, se localiza en la región centro-oriental del departamento de Francisco Morazán a 28 Kms de Tegucigalpa. Pertenece políticamente al municipio de San Antonio de Oriente departamento de Francisco Morazán, Honduras, Centro América.

##### **3.1.2 Límites y superficie**

La microcuenca limita al norte con las comunidades de El Carrizal y La Estancia y con el río Bueno, al sur con el valle del Yeguaré, al oeste con Tatumbla y al este con el municipio de San Antonio de Oriente, quebrada del Culuco y Capa Rosa.

La microcuenca comprende un área de 2440 ha y 29.85 km de perímetro.

#### **3.2 REVISION DE INFORMACIÓN SECUNDARIA**

Antes de iniciar el levantamiento de información en el campo se procedió a revisar información secundaria de estudios realizados en las comunidades, y cierta información biofísica las quebradas de que conforman la Microcuenca El Gallo.

#### **3.3 CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS**

Para su delimitación y caracterización se uso una hoja cartográfica a escala de 1:50,000 del Instituto Geográfico Nacional (IGN). La medición de los parámetros como perímetro, área, curva hipsométrica y largo de los cauces de las quebradas se uso el planímetro. Además se hizo una descripción de la red calculando el

largo, ancho, forma de la cuenca, número de ríos, frecuencias de ríos, densidad de drenaje y pendiente del cauce principal.

### 3.3.1 Parámetros físicos

#### ► Perímetro y área de la microcuenca

El cálculo se hizo directamente a través del planímetro digital planix 5,000.

#### ► Largo de la cuenca

Su medición se hizo directamente sobre la hoja cartográfica con una regla normal, desde donde desemboca la quebrada en el río Yeguaré hasta la parte más distante de la cuenca.

#### ► Ancho de la cuenca

Esta se obtuvo dividiendo el área total de la microcuenca entre el largo de esta.

$$\text{Ancho} = \frac{\text{Área (km}^2\text{)}}{\text{Largo (km)}}$$

#### ► Forma de la cuenca

Coefficiente de Gravelius: relaciona el perímetro de la cuenca con el de otra cuenca teórica circular que tiene la misma superficie. A continuación se presenta la fórmula de cálculo:

$$C_g = P / 2 \sqrt{\pi \cdot A} = 0.28 P / \sqrt{A}$$

Donde:

C<sub>g</sub>: Coeficiente de Gravelius

P: Perímetro de la cuenca en km

A: Superficie de la cuenca en km<sup>2</sup>

Cabe mencionar que el coeficiente de Gravelius es siempre mayor que 1 y este valor aumenta según la irregularidad de la cuenca. Por lo tanto, se adopta la siguiente clasificación:

Cuadro 4. Rangos de coeficientes de Gravelius para determinar la forma de cuencas.

| C <sub>g</sub> | Forma   |
|----------------|---------|
| 1.00 - 1.25    | Redonda |
| 1.25 - 1.50    | Ovalada |
| 1.50 - 1.75    | Oblonga |

Fuente: TRAGSAG (Empresa de Transformación Agraria, 1994)

### ► Curva hipsométrica

Esta define la relación entre el área de drenaje y la elevación. Para este caso se construyeron tres curvas hipsométricas, una curva para cada tributario. Se elaboraron en el programa de Excel, midiendo el área entre curvas a cada 100 a 200 metros sobre la hoja cartográfica mediante el uso del planímetro y graficando área acumulada contra la curva de nivel superior.

## 3.3.2 Descripción de la red hidrológica

### ► Frecuencia de ríos

Este parámetro repercute en el tiempo necesario para que la escorrentía pueda llegar al cauce

$$F = Nu/A$$

F= Frecuencia de ríos

Nu= Numero total de segmentos de todos los ordenes

A= Área de la cuenca (km<sup>2</sup>)

### ► Densidad de drenaje

Da una indicación de la densidad de la red de drenaje en una cuenca.

$$Dd = \sum L/A$$

L= Largo en kms de todos los segmentos

A= Área de toda la cuenca (km<sup>2</sup>)

### ► Pendiente del cauce principal

Este es un promedio que se calcula utilizando las elevaciones del cauce tomadas a 10% de la distancia después de la salida de la cuenca y al 85% de la distancia hacia la parte más alta del cauce.

Esta dada por la siguiente formula:

$$Scf = \frac{E_{85} - E_{10}}{0.75L_c} * 100$$

### 3.4 MEDICION DE PARAMETROS FISICOS Y BIOLOGICOS DE LA QUEBRADA EL GALLO

#### **Turbidez:**

A través del turbidímetro se tomó una muestra de agua de la quebrada El Gallo, hasta llenar el tubo a la marca circular de 5 UNT, para su medición se observó el círculo del fondo del tubo que permite tomar la lectura en unidades nefalométricas de turbidez, graduado a una escala de 5 – 2,000 UNT.

#### **PH:**

La medición de este parámetro se hizo en el laboratorio, por medio del PH-metro marca Hacheco, modelo 50,200. Antes de la medición se calibró con sustancias buffer de pH 4 y otro de pH 7.

#### **Coliformes fecales:**

El criterio de selección de sitio se basó en la ubicación de las comunidades con relación al cauce de la quebrada ya que estas representan un foco de contaminación. La primera muestra se localizó en la parte baja de San Antonio de Occidente, la segunda antes de Jicarito y la última después de Jicarito. En la colección de muestras se usó un frasco de vidrio previamente esterilizado. El frasco se abrió dentro del cauce de la quebrada para evitar contaminación de aire y se transportó al laboratorio en hielera a una temperatura de 4°C para disminuir las reacciones químicas y biológicas. El análisis se realizó en el laboratorio de agua del Departamento de Recursos Naturales de Zamorano, donde se usó el procedimiento de infiltración por membrana de celulosa, como medio de cultivo MFC agar y una incubadora marca REVCO que se ajustó a una temperatura de 45°C durante 24 horas para proveerle las condiciones apropiadas a el crecimiento de las bacterias.

#### **Temperatura:**

Mediante el termómetro digital marca YSI modelo 50B, se tomó la lectura de la temperatura del cauce de la quebrada El Gallo, en grados centígrados.

### 3.5 METODOLOGIA PARA EL DESARROLLO DEL MAPEO PARTICIPATIVO

Para la concertación de los talleres en las comunidades se identificó a los alcaldes auxiliares y juntas de agua para informarles sobre la importancia de la participación de las comunidades en el desarrollo del estudio y la importancia del mismo. La organización que existe en las comunidades de Surinca y San Antonio de Occidente permitió comunicar en forma directa a los miembros de las comunidades, por el hecho de que existen reuniones cada quince días de los

alcaldes auxiliares. A continuación se detallan las actividades, los objetivos y tiempo de cada una de ellas.

Cuadro 5. Pasos para el desarrollo del mapeo participativo.

| Nº | Actividad                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Objetivo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Tiempo                        |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 1  | Identificación de miembros claves por medio de visitas directas al campo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Elaborar una visión preliminar de la zona.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 4 horas                       |
| 2  | Reunión con miembros claves para determinar la importancia de la participación de la comunidad en el desarrollo del estudio y la importancia del mismo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 3 horas                       |
| 3  | Participación directa en las reuniones de la junta de agua de las comunidades para informar los objetivos del taller, su metodología y fecha de realización.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Inducir en forma directa a los miembros de la comunidad a la participación del taller y lograr buena asistencia                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2 horas                       |
| 4. | <p><b>Desarrollo del taller:</b></p> <p><b>Parte I</b></p> <p><b>Mapeo participativo</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se identificó a cada miembro de la comunidad escribiendo su nombre sobre la cartulina.</li> <li>2. Se presentó los objetivos del taller e importancia de la información a obtener</li> <li>3. Se colocaron fotografías aéreas a 1:10,000 del año de 1975 y de 1998 sobre una mesa.</li> <li>4. Se pidió la colaboración de un informante clave para ubicar: como fluyen las quebradas principales, límites de la zona, cerros, caminos, propietarios e infraestructura, además identificar las diferentes coberturas vegetales como: pino, bosque secundario y agricultura.</li> </ol> <p><b>Parte II</b></p> <p>Análisis participativo de los recursos naturales; antes del taller se hizo una selección de los indicadores para definir el estado de los recursos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Componente: agua; subcomponente: disponibilidad; indicador: disponibilidad de agua en época seca; subcomponente: Calidad de agua; indicador: fuente de contaminación como letrinas, basureros y uso de agroquímicos.</li> <li>* Componente: bosque</li> </ul> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. La discusión de este sección se hizo por medio de preguntas abiertas y anotaciones directas en una libreta.</li> <li>2. La realizaron cuestionamientos para definir las causas y consecuencias de la deforestación.</li> </ol> <p>Finalmente se realizó un refrigerio con los miembros participantes.</p> <p><b>Parte III</b></p> <p>Después de la elaboración del mapa se diseñó un transepto para el recorrido a través de la comunidad. Su recorrido se hizo un día después.</p> | <p>Caracterizar en forma cualitativa el estado de las fuentes de agua, el bosque y los cambios de estos recursos en el tiempo</p> <p>Definir las causas y consecuencias de la deforestación.</p> <p>Identificar las características clave del paisaje mediante un recorrido a pie con el apoyo de un mapa participativo de la microcuenca.</p> <p>Comprobar la información proveída por los miembros de la comunidad.</p> | <p>4 horas</p> <p>3 horas</p> |

### 3.5 METODOLOGIA DE LEVANTAMIENTO

La elaboración de los mapas de elevación digital, hidrológico, de zonas de vida, geológico, suelo, caminos y del uso de la tierra fue por medio del Sistema de Información Geográfica (SIG) de la Carrera de Desarrollo Socioeconómico y Ambiente, Zamorano.

Para la digitalización del mapa base se introdujeron a la computadora los puntos de control (TICS) en coordenadas UTM, que delimitan la zona de estudio, para este caso con el sistema cartesiano (x, y) son: (491,000, 1,556,000), (502,000, 1,556,000), (502,000, 1548,00) y (491,000, 1548,00), la diferencia entre los puntos de control introducidos a la computadora (TICS) y la localización específica de ellos se conoce como error RMS y debe ser menor a 0.1.

#### 3.5.1 Delimitación de la zona de estudio

Se utilizaron las hojas cartográficas de Tegucigalpa y Moroceli a una escala de 1:50,000 y fotografías aéreas a escala de 1:20,000 de los años de 1975 y 1998 para delimitar la Microcuenca El Gallo. Este material fue proporcionado por el Instituto Geográfico Nacional (IGN).

#### 3.5.2 Elaboración del área de la microcuenca El Gallo en zonas de vida

Sobre la hoja cartográfica en 1:50,000 se dividió la microcuenca bajo el sistema de Holdridge en zonas de vida. Para su comprobación en el campo se usó el altímetro marca Tommen, antes calibrándolo sobre la barra de color colocada por el Instituto Geográfico Nacional de Zamorano.

#### 3.5.3 Elaboración del mapa geológico y de serie de suelo

Mediante el mapa geológico de Tegucigalpa y Moroceli a una escala de 1:50,000 se delimitaron los grupos geológicos y por reconocimientos directos de campo. El mapa de serie de suelo fue delimitado según estudios de Rosales en 1993.

#### 3.5.4 Elaboración de mapas del uso actual de la tierra

Para la delimitación se usaron varias líneas de fotografías aéreas a escala 1:20,000 del año de 1975 y 1998 respectivamente, proveídas por el Instituto Geográfico Nacional (IGN). Para la fotointerpretación se usó el estereoscopio que permitió observar imágenes en forma tridimensionales y facilitó la clasificación de los diferentes tipos de cobertura. Antes de su digitalización se georeferenciaron ambos juegos de fotos mediante el uso del GPS, tomando puntos en lugares fáciles de identificar sobre fotografías aéreas.

La digitalización y alimentación de la fuente de datos de las coberturas de los años de 1975 y 1998 se realizó en el programa de Arc-view 3.0.

### **3.5.5 Levantamiento del mapa de red de drenaje**

A través de hojas cartográficas 1:50,000 y fotografías aéreas se identificaron las quebradas, para el caso de las fotografías aéreas se dificultó identificar algunos tributarios por su cobertura vegetal, que contribuyen al canal principal en época de lluvia

### **3.5.6 Elaboración del mapa de pendientes**

Con el uso de hojas cartográficas a escala 1:50,000, se amplió a un 200% quedando así a una escala de 1:25,000 el cual permitió digitalizar las curvas con el menor error posible. A través del programa de Arcinfo y una mesa digitalizadora se procedió a pasar información de la hoja cartográfica a información en forma digital a través del plotter que permite la lectura de las curvas a nivel de mapas georeferenciados. Para la digitalización de las curvas se identificó con la elevación de cada una de ellas el cual permite un trabajo posterior en el programa de arcview menos tedioso. Una vez pasado toda la información de los mapas en forma digital se procedió a la corrección de los arcos que presentaban errores. Para pasar la información de arcinfo a arcview fue necesario aplicar el comando clean que permite configurar el archivo en todas sus variables. En arcview se terminaron de corregir los errores de curvas mal identificadas ya que su error se identifica por el contraste de tonalidades que se presenta en la vista de arcview en forma digital y colorida. Por medio de revisión de literatura se clasificaron los usos de la tierra según el rango de pendientes. Se imprimió el mapa de elevación digital para la delimitación de los polígonos según la clasificación de pendientes. Para disminuir el error en el mapa se amplió en un 300% que permitió digitalizar los polígonos más pequeños de la microcuenca El Gallo.

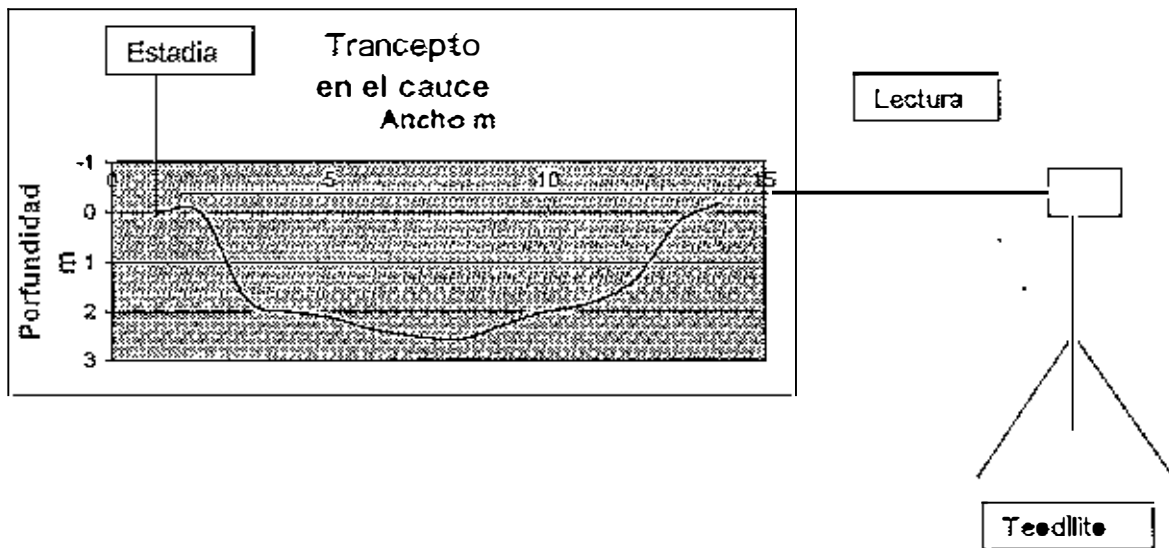
### **3.5.7 Estudio de la vegetación para los bosques de galería de las quebradas de Agua Amarilla, Cuvita y Agua Arriba**

A través de recorridos intensivos, por los bosques de galería de las quebradas se recolectaron muestras conforme a los requisitos exigidos por el herbario Paúl Standley descritos a continuación: recolección de árboles y arbustos con frutos y/o flores, y con la ayuda de una tijera podador y una podadora telescópica se tomaron tres muestras por planta. Con la ayuda de un altímetro marca Tommen se anotó la elevación, además características del lugar y fotos para algunas especies que no tenían flores y/o frutos. Una vez recolectadas fueron trasladadas al herbario Paúl Standley donde fueron colocadas en papel periódico en grupos de 30 muestras y prensadas. Posteriormente fueron secadas en secadoras de

bombillo incandescente por un tiempo de dos días en el cual a las 24 horas se voltearon para lograr un secado uniforme. Su identificación se realizó con la ayuda del profesor Antonio Molina.

### 3.6 DESCRIPCION DEL PERÍMETRO DEL CAUCE DE LA QUEBRADA EL GALLO

Para esta medición se requirió del siguiente material: teodolito, cinta métrica, estacas, estadia, marcadores y plomada. Los transeptos de la quebrada se empezaron a medir a partir de donde el cauce del río se observó estable. Para una mayor precisión de medir los cambios provocados en el futuro por fenómenos naturales y cuando el cauce era demasiado irregular se realizaron mediciones a cada metro del ancho del río, y a cada 2 o 3 metros cuando no presentaba demasiada irregularidad. La distancia de cada medición perpendicular al cauce se realizó a una distancia de 10 a 20 metros a lo largo del río. En la grafica 1 se muestra la forma del cauce y el tipo de mediciones realizada sobre este.



Gráfica 1. Metodología para la descripción de transeptos

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 DESCRIPCION GEOMORFOLOGICA DE LA MICROCUENCA EL GALLO

El cálculo de los parámetros geomorfológicos de la micro cuenca nos permite ver el comportamiento hidrológico. Estos parámetros cambian a través del tiempo por efecto de las intervenciones del hombre y por procesos atmosféricos que afectan la litosfera y hidrosfera.

#### 4.1.1 Parámetros físicos de la microcuenca El Gallo

**Perímetro de la cuenca:**

Es la línea que define la divisoria de aguas. El perímetro de la micro cuenca El Gallo es de aproximadamente 30 kilómetros. Este los permite conocer la forma de la cuenca así como la dirección que toma el agua hacia el canal principal y hacia cuencas aledañas.

**Área de la cuenca:**

Describe el área de la cuenca que contribuye con escorrentía superficial hacia el cause o drenaje natural. El área de la micro cuenca El Gallo es de aproximadamente 25 km<sup>2</sup>. Entre mayor es el área mayores son los flujos esperados de una cuenca.

**Largo de la cuenca:**

Este parámetro describe el largo de la cuenca desde la salida hasta el punto más distante de la cuenca en línea recta o siguiendo el cause principal. El largo de la cuenca El Gallo es de 8.3 kilómetros.

**Ancho de la cuenca**

El ancho promedio de la cuenca se calcula a través de dividir el área total por su largo. El ancho promedio de la micro cuenca El Gallo es de 2.93 km. Esto nos indica que los tributarios tienen un largo considerable y que las prácticas que se realicen en cada uno de ellos afecta en forma positiva o negativa al canal principal.

## Forma de la cuenca

La forma de la cuenca se describe como una proporción entre el largo y el ancho de la misma. La forma de la microcuenca EL Gallo es 8.3 : 2.93, esta proporción nos permite inferir sobre el recorrido que tiene el agua para llegar de los diferentes tributarios al canal principal.

## Curva Hipsométrica

La curva hipsométrica define la relación entre el área de drenaje y la elevación o relación área parcial/total como se muestra en el cuadro 6. Nos da una idea de la distribución de las áreas de la cuenca en los diferentes pisos altitudinales. Se construye midiendo el área entre dos o más curvas a nivel continuas a cada 200 m sobre un mapa topográfico. El 12% del área total de la microcuenca se clasifica en la parte baja entre 725 y 900 metros de elevación. Así mismo, entre los 900 y 1200 mts y los 1,200 a 1,400 se concentra igual área, y la suma de ambas representa el 74% del área total. Entre las curvas de 1,400 y 2,008 m de elevación se concentra el 14% del área de la cuenca, esto nos indica que hay pendientes pronunciadas mayores de 25% como se muestra en el mapa de pendientes

Cuadro 6. Datos de la curva hipsométrica de la microcuenca El Gallo.

| Elevación m | Area % | Area acumulada % | Area ha | Área acumulada ha |
|-------------|--------|------------------|---------|-------------------|
| 725         | 0      | 0                | 0       | 0                 |
| 900         | 12     | 12               | 292.82  | 292.82            |
| 1200        | 37     | 49               | 902.87  | 1195.69           |
| 1400        | 37     | 86               | 907.87  | 2098.57           |
| 1600        | 9      | 95               | 219.62  | 2318.39           |
| 1800        | 3      | 98               | 73.21   | 2391.39           |
| 2008        | 2      | 100              | 48.8    | 2440.2            |

A continuación se muestra en la figura 2, las curva hipsométrica de la microcuenca "El Gallo".

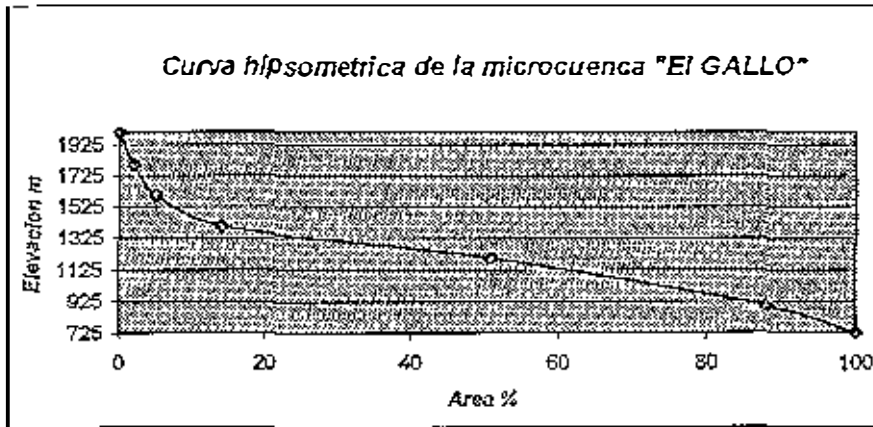


Figura 2. Curva hipsométrica de la Microcuenca "El Gallo".

#### 4.1.2 Descripción de la red de drenaje

##### Orden de tributarios

Describe la posición de un río o quebrada en la jerarquía de tributarios. Como se muestra en el mapa hidrológico existen tres quebradas de primer orden entre ellas: Quebrada Cuevitas, Agua Amarilla y Quebrada Arriba. Quebrada Cuevitas y Agua Amarilla forman un río de segundo orden, por ser ambas quebradas de primer orden, este mantiene el segundo orden al unirse a la quebrada El Gallo por ser esta de orden inferior. Es oportuno mencionar la existencia de pequeñas quebradas que en época de invierno incrementan el flujo en el canal principal haciendo la red hidrológica más compleja en este periodo.

##### Frecuencia de ríos

La frecuencia de ríos define la cantidad de causas o drenajes que tiene la cuenca. Este parámetro repercute en el tiempo necesario para que la escorrentía pueda llegar al cauce. Una frecuencia alta de ríos indica que el agua puede llegar al cauce rápidamente causando preocupación por inundaciones rápidas. La frecuencia de la micro cuenca El Gallo es de 0.123 esta es una cifra baja y nos indica que el tiempo requerido por la escorrentía para que llegue al río tarda mucho.

### Densidad de drenaje

La densidad de drenajes nos dá una indicación de la densidad de la red de ríos y quebradas en la cuenca. Este se mide en kilómetros lineales de ríos/km<sup>2</sup>. La densidad de drenaje de la Microcuenca El Gallo es de 1.6 kms mayor la densidad mayor es el potencial y la preocupación por erosión de suelos.

### Pendiente del cauce principal

La pendiente de la quebrada El Gallo es de 4.16 % el cual nos indica que tiene un potencial medio de flujo para erosionar el cauce y los bancos de arena.

En el cuadro 7 se resúmen los parámetros geomorfológicos de la microcuenca El Gallo.

Cuadro 7. Resumen de las características geomorfológicas de la microcuenca El Gallo

| No  | Parámetros                    | Medición      | Unidad     |
|-----|-------------------------------|---------------|------------|
| 1.  | Perímetro de la cuenca        | 29.85         | Km         |
| 2.  | Área de drenaje de la cuenca  | 2440          | Ha         |
| 3.  | Largo de la cuenca            | 8.3           | Km         |
| 4.  | Ancho de la cuenca            | 2.93          | Km         |
| 5.  | Forma de la cuenca            | Elongada      | "          |
| 6.  | Curva hipsométrica            | "             | "          |
| 7.  | Orden de los tributarios      | Segundo orden | -          |
| 8.  | Densidad de drenaje           | 1.60          | Kms        |
| 9.  | Largo del canal principal     | 11.62         | Km         |
| 10. | Pendiente del canal principal | 4.16          | Porcentaje |
| 11. | Forma de la red de drenaje    | Dendrítica    | "          |

## 4.2 ASPECTOS FISICOS

### 4.2.1 Altitud y relieve

Según los mapas topográficos de escala de 1:50,000, altitudinalmente la microcuenca se extiende desde los 725 msnm en el valle del Zamorano hasta los 2008 msnm en el Cerro del Uyuca. En la cuenca predominan relieves inclinados desde los 2008 msnm hasta los 900 msnm, y en la parte baja desde los 725 msnm hasta los 860 msnm áreas relativamente planas aptas para cultivos agrícolas. La orientación de la microcuenca es de noroeste a sureste.

### 4.2.2 Clima

Según los datos registrados en la estación meteorológica de Zamorano muestran una precipitación promedio anual para las tierras de elevación desde los 780 msnm de 928.4 msnm. La oscilación de precipitaciones varía en el año desde 751.2 mm a 1781.4 mm. Registros de temperatura datan desde el año de 1973 y muestran una temperatura media anual de 24.5 °C.

### 4.2.3 Delimitación de la Microcuenca El Gallo en zonas de vida

En la figura 3 se divide el área en zonas de vida. En el cuadro 4 se muestra la microcuenca las zonas de vida, la temperatura y el área de cada una de ellas.

Cuadro 8. División del área de la microcuenca El Gallo en zonas de vida.

| Zona de vida | Altura mts  | Temperatura °C | Area (Ha) | Area % |
|--------------|-------------|----------------|-----------|--------|
| bs - t       | 725 - 900   | 24°C           | 305       | 13     |
| bh - s       | 900 - 1500  | 12 - 24° C     | 1937      | 79     |
| bh - mbs     | 1500 - 1700 | 12 - 18° C     | 131       | 5      |
| bmh - mbs    | 1700 - 2008 | 12 - 18° C     | 67        | 3      |

## 4.3 CARACTERISTICAS SOCIOECONOMICA Y CULTURALES

Dentro de la micro cuenca El Gallo se encuentran las comunidades de Joya Grande, San Antonio de Occidente, Surinca, El Jicarito y Zamorano, a continuación se describe el diagnóstico de las mismas. Parte de la información fue adaptada de las monografías realizadas por el proyecto UNIR en 1997 y complementada con los talleres realizados en las comunidades de Surinca y San Antonio de Occidente.

**San Antonio de Occidente:** se encuentra localizada a 7 kms al noreste de Zamorano, se encuentra entre los 1200-1300 msnm geográficamente se ubica en 14°02'20" latitud norte y 87°01'10" longitud oeste (UNIR, 1997).

Su población es variable ya que existen personas que se van a Tegucigalpa por temporadas con el fin de obtener trabajos. Se calcula una población que viven en el pueblo de 60 personas en el cual el 50% son adultos y la contraparte niños (UNIR, 1997).

La comunidad carece de centros de salud y de educación. Los niños asisten a los centros de educación del Jicarito y San Antonio de Occidente. Para su atención en salud los habitantes asisten al centro de salud de San Antonio de Oriente. En la comunidad no existe ningún tipo de grupo que promueva el desarrollo de proyectos orientados a mejora de las condiciones sociales de la comunidad.

**Joya Grande y Surinca:** Estas comunidades se localizan a 20 kms de Tegucigalpa, sobre la carretera panamericana, se encuentra a una altitud entre los 1200-1400msnm, geográficamente se ubica entre 14°02'20" latitud norte y 87°03'05" longitud oeste.

La comunidad de Joya Grande tiene aproximadamente 500 personas distribuidas en un 55% adultos y 45% niños. El promedio de niños por familia es entre 2-3. La mayor parte de las personas son asalariados, el cual se constituye en la actividad principal, siendo la agricultura una actividad principal para pocas personas.

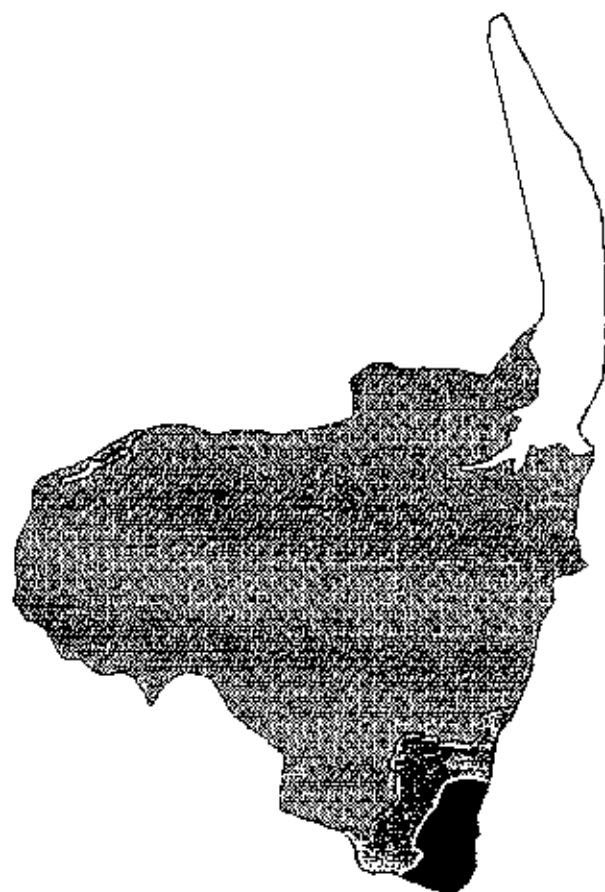
El desarrollo de talleres de mapeo participativo y calidad de los recursos planificados para la comunidad de Joya Grande no se llevaron a cabo, por el bajo grado de organización y participación de la población. Esto demuestra una clara debilidad para el desarrollo comunitario. El aspecto social requiere de acciones de mediano plazo para integrar a la población en el proceso de conservación y protección de los recursos naturales y el ambiente.

Entre las organizaciones comunales se encuentra el patronato, iglesia evangélica y equipo deportivo. Las instituciones que han brindado servicio son: la ENEE, FHIS y el ministerio de salud.

**Jicarito:** se localiza a 1.5 kms del Zamorano, geográficamente se ubica en 14° 01'05" latitud norte y 87°01'55" y a una altitud entre los 800-900 msnm.

La principal fuente de ingreso de los habitantes es el trabajo asalariado, principalmente como empleados de Zamorano.

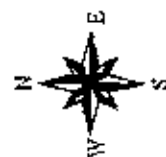
Figura 3. Mapa de zonas de vida de la Microcuenca El Gallo



Escala Gráfica



Carrera Desarrollo y Ambiente  
USIG



Simbología

Zonas de Vida



Zamorano, abril del 2000

Las organizaciones comunitarias existentes son: el grupo de padres de familia, patronato comunal, sociedad de padres de familia, comité católico, comité evangélico, patronato de agua potable, grupo ambiental y asociaciones deportivas.

Las instituciones que han apoyado a la comunidad en proyectos de alumbrado eléctrico, salud, agua potable y comunicación son la ENEE, AID, FHIS, HONDUTEL, el Gobierno Central y Zamorano.

#### 4.3.1 Educación

Los centros de educación primaria y secundaria presentes en las tres comunidades que comprende la cuenca, se distribuyen como se muestra en el cuadro 9.

Cuadro 9. Distribución de los centros de educación en las comunidades de la Microcuenca El Gallo.

| Comunidad                | Escuelas        | Nº Alumnos | Colegios | Nº Alumnos |
|--------------------------|-----------------|------------|----------|------------|
| Jicarito                 | 2               | 600        | 2        | 200        |
| Joya Grande              | 2               | 300        | 0        | 0          |
| Surinca                  | En construcción |            |          |            |
| San Antonio de Occidente | -               | -          | -        | -          |

Así mismo, existe un bajo porcentaje de personas que viajan a Tegucigalpa, Las Mesas, Ojo de Agua y San Francisco a recibir educación secundaria, además un reducido número de estudiantes del Jicarito que reciben educación universitaria en Tegucigalpa.

#### 4.3.2 Características demográficas

En el cuadro 10 se presenta la población de cada una de las comunidades que se encuentran enclavadas dentro de la microcuenca

Cuadro 10. Distribución demográfica en las comunidades de la Microcuenca "El Gallo".

| Comunidad                | Habitantes | % Habitantes |
|--------------------------|------------|--------------|
| Jicarito                 | 3,155      | 83           |
| Joya Grande              | 457        | 12           |
| San Antonio de Occidente | 62         | 2            |
| Surinca                  | 110        | 3            |
| Total                    | 3,784      | 100          |

#### 4.4 CLASIFICACION DE LA VEGETACIÓN EN ZONAS DE VIDA

Desde donde desemboca la quebrada El Gallo hasta los 900 msnm se encuentran cultivos de hortalizas, plantaciones de *Tectonis grandis* y *Bambú guadua*. Entre los 900 msnm y hasta alrededor de los 1,500 msnm se encuentran especímenes de *Pinus occarpa* asociado con especies de la familia Fgaceae, *Cochlospermum vitifolium*, *Bysonyma crassifolia*, *Lysiloma seemannii*, *Dodonea viscosa* e *Hiparrhenia rufa*. Después de los 1500 msnm se encuentra el *Pinu maximinoide* asociado con *Liquidambar styraciflua*, *Q penducularis*, *Quercus spp.*, *Clethra macrophylla*, *Lippie substrigosa* y *Vimia mexicana*. El sotobosque esta compuesto de las familias papilionaceae, compositae y melastomaceae. Entre los 1700 msnm y 2000 msnm se encuentran rodales casi puros de *Pinus maximinoide* en la parte baja de la faja y en las porciones altas se encuentra un bosque latifoliado nublado (Agudelo, 1988).

La clasificación de las especies recolectadas en el bosque de galería se hizo por medio del sistema de zonas de vida de Holdridge, en la microcuenca se identificaron 4 sistemas de vida entre ellos: bosque seco tropical(bs-t), bosque húmedo subtropical(bh-s), bosque húmedo montano bajo subtropical(bh-mbs) y bosque muy húmedo montano bajo subtropical.

##### 4.4.1 Bosque seco tropical

Este se extiende desde los 700 a los 900 metros de elevación y abarca un área de 305 hectáreas, su precipitación total promedio varia entre los 1000 y 2000 mm al año, con una Bio-Temperatura media anual mayor de 24°C y una Relación de Evapotranspiración Potencial entre 1.00 y 2.00.

Cuadro 11. Vegetación del bosque de galería en el bosque seco tropical.

| N  | Nombre científico              | Familia       |
|----|--------------------------------|---------------|
| 1  | <i>Acrocomia humilis</i>       | Palmaceas     |
| 2  | <i>Bambusa guadua</i>          | Bambuseae     |
| 3  | <i>Bombacopsis quinatum</i>    | Bombacaceae   |
| 4  | <i>Celtis pentandra</i>        | Bombacaceae   |
| 5  | <i>Enterlobium cyclocarpum</i> | Mimosaceae    |
| 6  | <i>Ficus benjamina</i>         | Moraceae      |
| 7  | <i>Gmelina arborea</i>         | Verbenaceae   |
| 8  | <i>Mangifera indica</i>        | Anacardiaceae |
| 10 | <i>Syzygium jambos</i>         | Myrtaceae     |
| 9  | <i>Tectonis grandis</i>        | Verbenaceae   |
| 11 | <i>Tectonis grandis</i>        | Verbenaceae   |

#### 4.4.2 Bosque húmedo subtropical

Su terreno se distribuye entre los 900 y los 1500 metros de elevación y comprende un área de 1939 hectáreas que representan un 79% del área total de la microcuenca, su precipitación total promedio varía entre los 1000 y 2000 mm al año, con una Bio-Temperatura media anual que varía entre los 12 y 24° C y con una relación de evapotranspiración potencial entre 0.5 y 1.0.

Cuadro 12. Vegetación del bosque de galería en la Quebrada El Gallo en el bosque húmedo subtropical

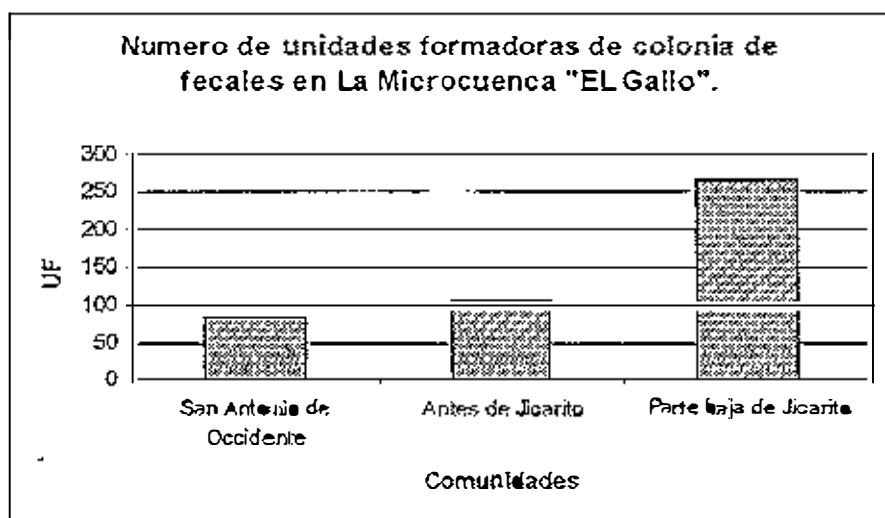
| N  | Nombre Científico                         | Familia       |
|----|-------------------------------------------|---------------|
| 1  | <i>Alvaradoa amorphoides liebm</i>        | Simaroubaceae |
| 2  | <i>Anisomeris profacta</i>                | Rubiaceae     |
| 3  | <i>Burkea simarua</i>                     | Burceraceae   |
| 4  | <i>Calyptanthus hondurensis</i>           | Myrtaceae     |
| 5  | <i>Calliandra targemins</i>               | Leguminosae   |
| 6  | <i>Cestrum Lanatum, et gal</i>            | Solanaceae    |
| 7  | <i>Clethra macrophylla</i>                | Clethraceae   |
| 8  | <i>Clusia flava Jacq</i>                  | Guttiferae    |
| 9  | <i>Chromolaena glaberrima</i>             | Compositae    |
| 10 | <i>Chrysophyllum mexicanum brandey</i>    | Sapotaceae    |
| 11 | <i>Ficus obtusifolia</i>                  | Moraceae      |
| 12 | <i>Ficus cotinifolia var hondurensis</i>  | Moraceae      |
| 13 | <i>Ficus mexicana</i>                     | Moraceae      |
| 14 | <i>Ficus trigonata</i>                    | Moraceae      |
| 15 | <i>Genipa americana L.</i>                | Rubiaceae     |
| 16 | <i>Hauya flagans ssp.</i>                 | Onagraceae    |
| 17 | <i>Ilex discolor var toluana</i>          | Aquifoliaceae |
| 18 | <i>Leucaena trichanda</i>                 | Leguminosae   |
| 19 | <i>Lippia substrigosa</i>                 | Verbenaceae   |
| 20 | <i>Machaerium biovulatum micheli</i>      | Leguminosae   |
| 21 | <i>Murchaerium arboreum</i>               | Leguminosae   |
| 22 | <i>Murpighia glabra L.</i>                | Mulpighiaceae |
| 23 | <i>Quercus Sapateefolia liebm</i>         | Fagaceae      |
| 24 | <i>Rhus terenbinthifolia sholecht. et</i> | Anacardiaceae |
| 25 | <i>Rondeletia hondurensis</i>             | Rubiaceae     |
| 26 | <i>Sideroxylon hirtiantherum penn</i>     | Sapotaceae    |
| 27 | <i>Syzygium jambos</i>                    | Myrtaceae     |
| 28 | <i>Spondias mombin</i>                    | Anacardiaceae |
| 29 | <i>Trichilia havanensis</i>               | Meliaceae     |
| 30 | <i>Triumfetta calderonii standl</i>       | Tiliaceae     |
| 31 | <i>Vernonia patens</i>                    | Meliaceae     |
| 32 | <i>Zanthoxylum anodynum</i>               | Rutaceae      |

El aspecto de la vegetación del bosque de galería entre los 900 y 1100 metros de elevación existe una predominancia de la manzana rosa. Aproximadamente a unos 10 metros a los bordes del bosque de galería predominan Pinus oocarpa y Quercus sp. El uso actual de la tierra a los bordes de la quebrada se encuentra cultivos de hortalizas, granos básicos y caña de azúcar, en suelos con pendientes mayores de 15% y sin medidas de conservación de suelos, además existe la presencia de ganado, que toma el agua directamente de la quebrada donde afecta en forma directa la calidad de agua de la quebrada El Gallo.

#### 4.5 Parámetros físicos y biológicos del agua de la Quebrada El Gallo

##### 4.5.1 Prueba de Fecales

Los niveles de unidades formadoras de colonias que se observan en la grafica 4 nos permite ver un incremento de las colonias fecales conforme el agua de la quebrada atraviesa las comunidades. En San Antonio de Occidente se registraron 84 UFC, antes de Jicarito 108 UFC y después de Jicarito UFC mayores de 270. Los puntos de contaminación directa en la parte alta de la microcuenca se debe a personas que lavan ropa en la quebrada, animales domésticos y silvestres. Antes de Jicarito se encuentran cultivos sin medidas de conservación que arrastran en época de invierno alta cantidad de sedimentos, además, de la presencia de botes de plaguicidas tirados directamente sobre la quebrada. Después de Jicarito, basados en el transepto se ven todo tipo de contaminación como desagües de aguas negras que caen en forma directa sobre la quebrada, botes plásticos y otros generados el cual eleva los niveles de UFC de fecales.

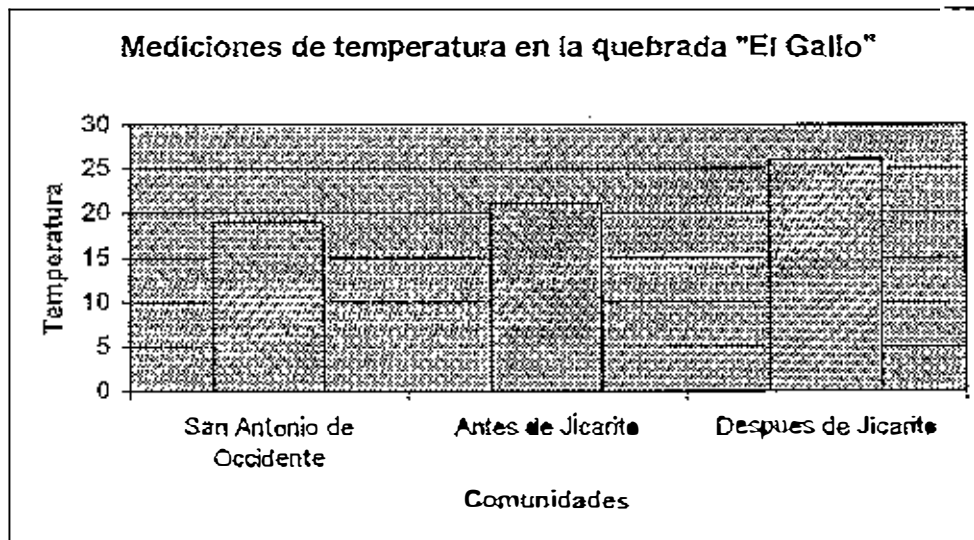


Gráfica 4. Número de unidades formadoras de colonia de Fecales en la Microcuenca El Gallo.

Entre los 1100 a los 1400 msnm existen una red de 3 tributarios que forman la quebrada arriba, el cual el flujo base de cada uno de ellos limita las pruebas físico y químicas del agua, la presencia de casas y cultivos provoca contaminaciones de fecales y botes de plaguicida.

#### 4.5.2 Temperatura

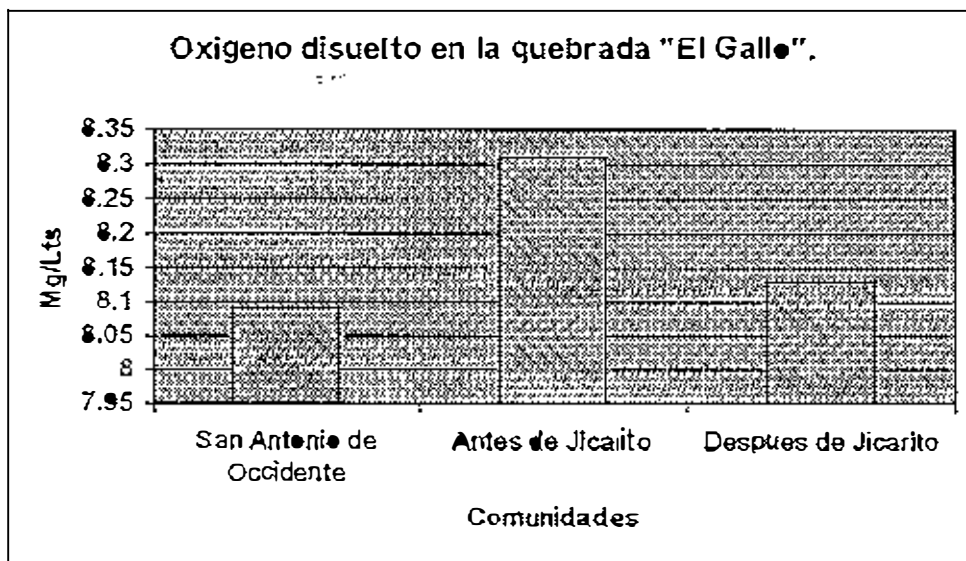
En el bosque de galería de la microcuenca El Gallo entre los 920 y 1100 metros de elevación se encuentra una franja de aproximadamente 2 metros de vegetación en ambos lados de la quebrada dominado por *Syzygium jambos*. El incremento de temperatura se da conforme la quebrada descende en altitud y las comunidades incrementa de densidad de población como se muestra en la gráfica 5. A los 1100 metros de elevación donde se ubica la comunidad de San Antonio de Occidente se obtuvo una temperatura de 19°C, que representa las más bajas temperatura. Antes de Jicarito a la altura de los 870 msnm la temperatura monitoreada fue de 21°C, donde el bosque de galería se deforestó en un 90%, hasta la altura del vado del Jicarito donde el agua recibe directamente los rayos del sol a la altura del vivero de bambú alcanzando temperaturas mayores de 27°C. Las elevadas temperaturas y el desagüe directo de las aguas negras sobre la quebrada resulta en olores nauseabundos.



Grafica 5. Medición de temperatura en la Quebrada "El Gallo"

#### 4.5.3 Oxígeno disuelto

En la gráfica 6 se muestra las mediciones de oxígeno disuelto en la quebrada de El Gallo. La forma y la deposición de material de la quebrada a la altura de San Antonio de Occidente, permite que la concentración de oxígeno disuelto sea de 8.09 mg/lts. Antes de Jicarito el agua ha recorrido desde San Antonio de Occidente un transepto el cual se caracteriza por tener depresiones dentro del cauce y alta cantidad de rocas grandes que permite al agua tener caídas, donde aumenta la concentración de oxígeno, además de tener una baja demanda de oxígeno biológica y bioquímica.



Gráfica 6. Mediciones del oxígeno disuelto en la Quebrada El Gallo.

#### 4.5.4 Turbidez

A través de este parámetro nos permite determinar la cantidad de sedimentos en suspensión en el agua. Las mediciones hechas en la quebrada de El Gallo resultaron <5 UNT que valor bajo que indica baja presencia de sedimentos en suspensión en el agua. Uno de los factores que contribuye a la baja turbidez es la alta presencia de rocas en la quebrada.

#### 4.6 MAPEO PARTICIPATIVO EN LAS COMUNIDADES DE SAN ANTONIO DE OCCIDENTE Y SURINCA

A continuación en el cuadro 13 y 14 se muestran los resultados de los talleres realizados en las comunidades de Surinca y San Antonio de Occidente.

Cuadro 13. Resultados del mapeo participativo en la comunidad de San Antonio de Occidente

| Componente | Subcomponente           | Indicador                             | Características                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Problemas potenciales                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------|-------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Agua       | Fuente de contaminación | Calidad                               | <p>Existe una fuente principal de agua potable el cual esta rodeada con especies de higo y suyate; el agua que se conduce a cada una de las familias no recibe ningún tipo de tratamiento antes de su consumo.</p> <p>La fuente recibe mantenimiento de limpias cada 20 días. Hace aproximadamente 10 años las personas tomaban el agua de la quebrada con seguridad, pero la presencia de asentamientos humanos y ganado contaminan el agua.</p> | <p>Deforestación en áreas aledañas a la fuente de agua.</p> <p>Contaminación del agua de la quebrada por el ganado, actividades humanas y agricultura que afectan directamente la salud de personas que se bañan y la disponibilidad para otros usos.</p>                                                  |
|            | Disponibilidad          | Disponibilidad de agua en época seca. | <p>Los tiempos más críticos con relación a la disponibilidad del agua son los meses de febrero, marzo, abril y las primeras dos quincenas de mayo.</p> <p>Todos los habitantes cuentan con agua conducida a través de tubos.</p>                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Bosque     |                         |                                       | <p>Las zonas que limitan con San Antonio de Occidente como lo es la parte media entre Joya Grande y San Antonio de Occidente se encuentran terrenos con pendientes mayores de 15% sin cobertura vegetal.</p> <p>En el uso de leña existe un consumo de aproximadamente 1 carga (40 palos) por familia por semana.</p> <p>En el área de la comunidad predomina árboles, <i>Quercus sp</i>, <i>Mangifera indica</i>, <i>Citrus</i></p>              | <p>Con frecuencia las autoridades conceden permiso a personas para cortar árboles sin ningún compromiso de reforestación. (violación de leyes municipales).</p> <p>Aproximadamente hace 15 años hubo extracción de madera por parte de COHDEFOR, quedando la divisoria de agua totalmente deforestado.</p> |

|                |               |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                 |  |  |
|----------------|---------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|                |               |                                  | <p><i>cinensis</i>, <i>Pinus oocarpa</i> y manzana rosa en su mayoría.</p> <p>Las causas de cambios de cobertura vegetal del año 1975 a 1998 según el contraste de las fotografías y opinión de los habitantes se deben al avance de la frontera agrícola. Incendios y tala.</p> <p>A través de la fotointerpretación sobre la fotografía a 1:10000 y con la ayuda de los habitantes el uso actual de la tierra se identificaron: frutales, café en asocio con guama, plátano, huerta, piña y granos básicos.</p> <p>Los incendios son combatidos por voluntarios de la comunidad y apoyo directo del grupo la cantera de Zamorano.</p> |                                                                                                                 |  |  |
| Vías de Acceso | Accesibilidad | Accesibilidad en época de lluvia | <p>Cada año los miembros de la comunidad dan mantenimiento al camino que conduce hacia Zamorano.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Presencia de derrumbes en áreas con pendientes mayores del 25% que lo hace más vulnerable ante futuras lluvias. |  |  |
| Suelos         |               |                                  | <p>Los terrenos donde cultivan presentan pendientes entre 15 - 30 %, sin ningún tipo de obra de conservación de suelos.</p> <p>La geología de suelos muestra suelos pedregosos con poca profundidad.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                 |  |  |

| Componente | Subcomponente           | Indicador                            | Características                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Problemas potenciales                                                                         |
|------------|-------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Agua       | Fuente de contaminación | Calidad                              | <p>La fuente de agua se localiza en un área de 2 manzanas sembradas con café en asocio con guama.</p> <p>No existe un manejo de basura que no provoque contaminación. Los botes de plaguicida, empaques de aliment son tirados en las parcelas o en las calles y en pocos casos quemados o enterrados.</p> <p>La disponibilidad se hace crítica entre los meses de enero a mayo. El agua se conduce a las casas en tubería de poliducto de 1/2 pulgada de diámetro y reciben aproximadamente 1/4 de pulgada o menos para la época crítica.</p> | Deforestación en áreas aledañas a la fuente de agua y contaminación por plaguicidas.          |
|            | Disponibilidad          | Disponibilidad de agua en época seca |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | La incidencia de incendios por personas particulares pone en peligro su única fuente de agua. |

| Componente     | Subcomponente | Indicador                        | Características                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Problemas potenciales                                                                                |
|----------------|---------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bosque         |               |                                  | <p>A través de una fotografía de 1998 a una escala 1:10000 y la ayuda de miembros de la comunidad se logró definir el uso actual de la tierra, entre las categorías se tienen: <i>Pinus oocarpa</i>, <i>Quercus</i>, cultivos de hortalizas (pepino, tomate y repollo), café en asocio con guama, plátano, caña de azúcar, granos básicos y potreros.</p> <p>El consumo de leña es de 2 cargas por familia a la semana, y la fuente principal de leña son las especies de guama y encino.</p> <p>Hace aproximadamente 10 años se sembró un bosque energético con especies de Eucalipto en la comunidad de Joya Grande, pero actualmente el uso de este para la leña no ha sido posible por falta de organización de los miembros de las comunidades.</p> <p>Las áreas adyacentes a la comunidad se encuentran en un 90% deforestado.</p> | Deforestación en un 90 % del área y poco apoyo por instituciones para la forestación de estas áreas. |
| Vías de acceso | Accesibilidad | Accesibilidad en época de lluvia | El acceso actual fue construido por miembros de la comunidad y el apoyo del Zamorano.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                      |

| Componente | Subcomponente | Indicador | Características                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Problemas potenciales                                                         |
|------------|---------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Suelos     |               |           | <p>Los cultivos ubicados en la parte baja de la comunidad a unos 50 metros de la quebrada El Gallo, se desarrollan sobre áreas con pendientes menores de 15%.</p> <p>En la parte media y alta de la comunidad los cultivos tienen suelos con pendientes mayores de 15%. Según estudios de suelos y geológicos el tipo de suelos son poco profundos y con alta pedregosidad.</p> | Falta de asistencia técnica para aplicar prácticas de conservación de suelos. |

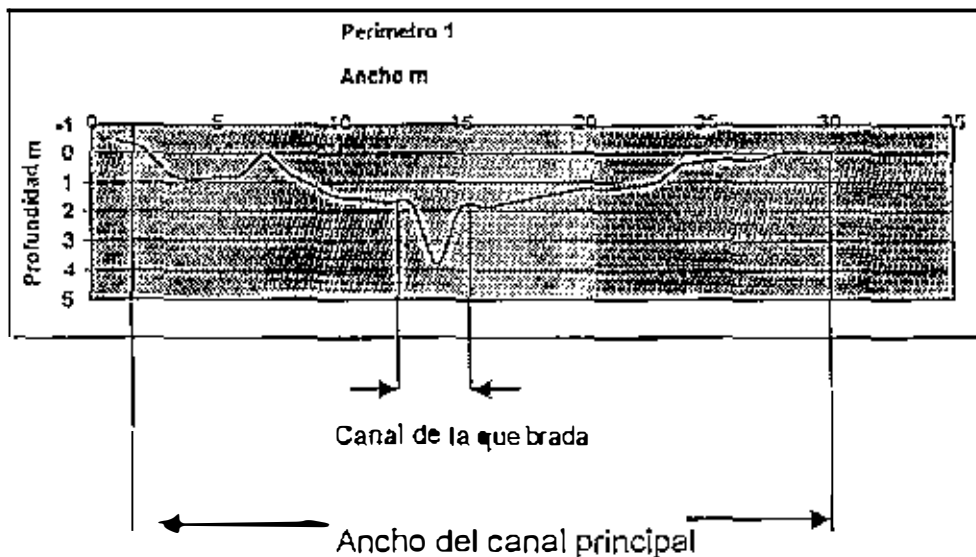
Involucrar a las comunidades en el proceso del diagnóstico biofísico de la microcuenca permitió enriquecer la información al definir los problemas potenciales de la comunidad y el estado de los recursos: agua, suelo y bosque.

#### 4.7 DESCRIPCION DEL PERÍMETRO DE LA QUEBRADA "EI GALLO".

Por medio de las mediciones del perímetro del cauce se logró identificar 160 perfiles del cauce. Los perfiles permiten determinar medidas de conservación y protección. La construcción de terrazas en secciones del cauce donde su forma es lineal y de alta pendiente permite disminuir la velocidad del flujo normal del agua el cual evita golpes fuertes en curvas con ángulos de 70-90°, además sembrar especies de *Bambu guadua*, en asocio con *Syzygium jambos* por ser una especie predominante, que permite amarrar el suelo por el desarrollo de sus raíces en forma abundante y profundas en los bosques de galería. La sumatoria total de la longitud de los transeptos es de 2.3 Kms. La descripción de los transeptos se harán en secciones de diferentes longitudes.

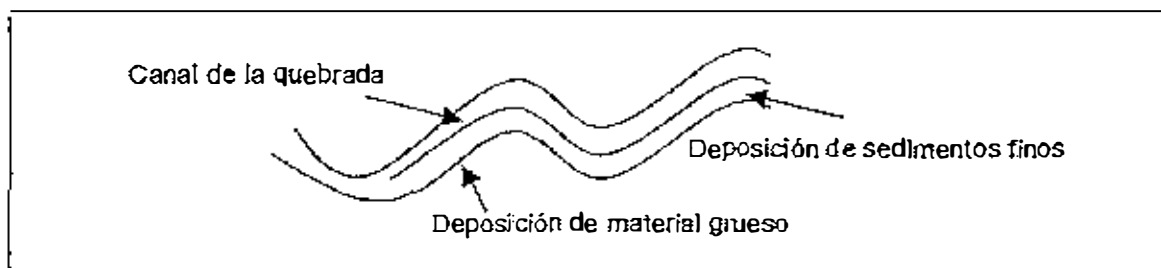
##### Sección 1 -31

La suma de la longitud de los transeptos es de 310 metros con un ancho promedio de 24.4 metros. Los sedimentos depositados son de diferentes tamaños y tipos, entre ellos tenemos arena, ignimbritas, cuarzo y grava en su mayoría, depositados a causa de la tormenta tropical Mitch. La grafica 7 muestra un perfil con el ancho del canal y el canal de la quebrada para la época seca.



Grafica 7. Transepto 1 de la Quebrada El Gallo, sección 1-20.

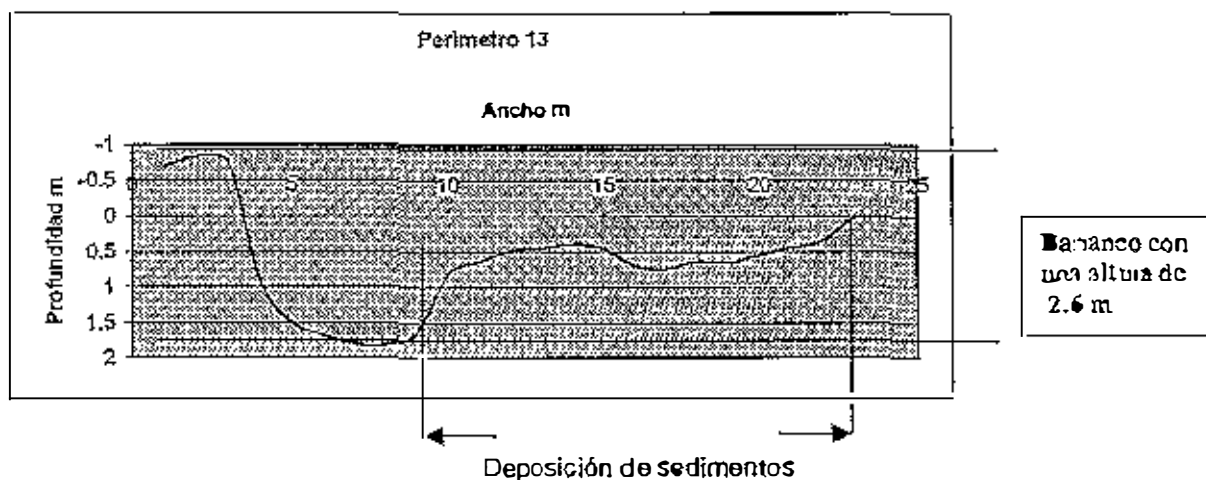
La forma longitudinal entre el transepto 1 al 20 es similar a los ríos viejos en forma de meandro. Esta forma longitudinal permite reducir la velocidad del agua debido a la presencia de curvas. Como se muestra en la grafica 8.



Adaptado de stream comdor restoration 1992.

Grafica 8. Forma de la longitud de la Quebrada El Gallo entre el transepto 1-20.

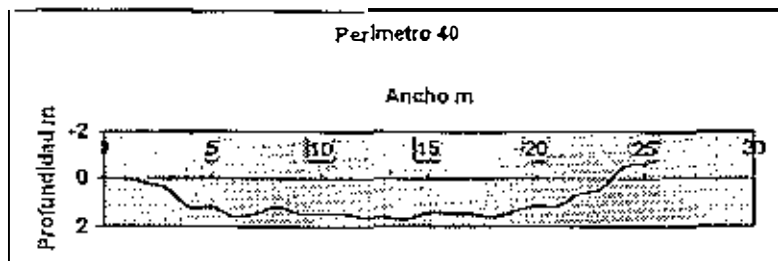
Entre los transeptos del 15-30 existe la presencia de taludes de 1 a 2 metros de altura, y la baja presencia de árboles le permite ser más vulnerable a la velocidad del agua en época de lluvia, provocando erosión lateral de suelo en el talud que resulta en desprendimientos de grandes masas de suelos. En la grafica 9 se muestra un perfil con un barranco al extremo izquierdo de 2.6 m de altura.



Grafica 9. Transepto representativo del transepto 13 -20.

### Transepto 32 – 51

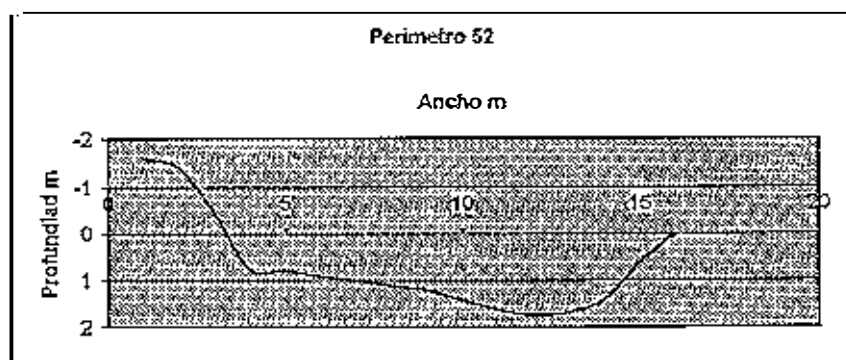
El ancho promedio de la sección 32-51 es de 19,7 metros con una longitud de 190 metros. En esta sección del cauce el borde izquierdo se encuentran plantaciones de *Bambu Guadua* el cual cubre 200 metros de longitud. La presencia de este tipo de especies ayuda a disminuir la erosión de suelo y mejorar la capacidad de conducción de agua de la quebrada. La característica del bambú guadua es el desarrollo de raíces profundas que permiten amarrar el suelo. En la grafica 10 se muestra la poca profundidad de los transeptos de la sección 32-51.



Grafica 10. Transepto representativo de la sección 32-51.

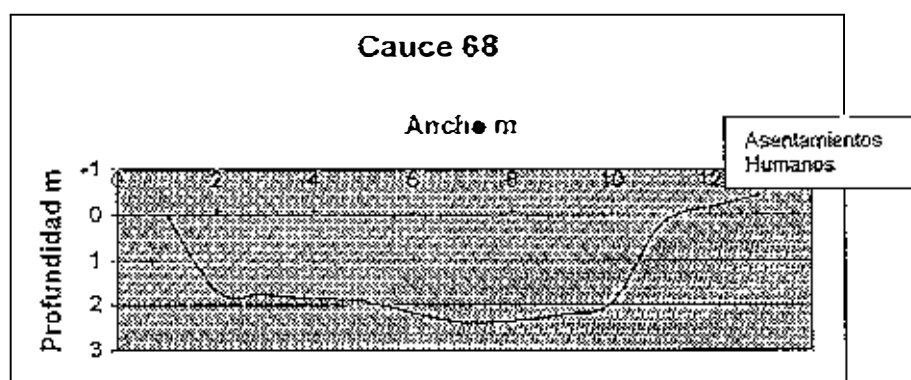
### Sección del 52 – 77

La longitud de la sección 52-77, es de 160 metros y un ancho promedio de 14.85 metros. La grafica 11, es el transepto del puente ubicado por el vivero de *Bambú guadua*; sobre este punto el cauce tiene un cambio de dirección de  $85^\circ$  y la forma lineal lo hace vulnerable a la erosión de suelo que podría provocar en próximos eventos naturales el colapso del puente. En esta sección longitudinal de la quebrada el aspecto de la vegetación se encuentra con alta frecuencia la manzana rosa. En la parte alta, de los taludes existen individuos de Eucalipto bien desarrollados. La deposición de sedimentos en esta sección es mínima, debido a que su cauce describe una forma lineal, este aspecto de la quebrada permite que el agua alcance altas velocidades, el cual provoca un mayor arrastre de sedimentos. El tipo de sedimentos observados en esta sección es en un 90% de piedras. En esta sección como se muestra en la grafica 11 se encuentran asentamientos humanos, ubicados en los humedales de la quebrada lo que hace ver la falta de planificación en el ordenamiento territorial de la zona.



Gráfica 11. Transepto 52 puente del vivero de Bambú, sección 52-77.

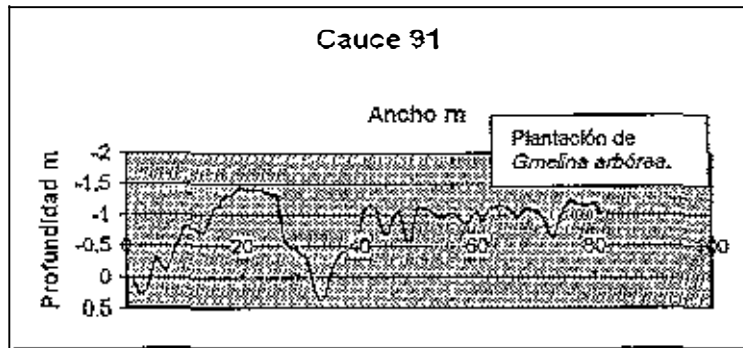
En la parte más alta del perímetro se encuentran árboles de *Eucalyptus*, el cual protege al suelo contra la erosión del agua de la quebrada.



Gráfica 12. Transepto 68, presencia de asentamientos humanos, sección 52-77.

### Sección 78-107

La longitud de la sección de 78-95 mide 440 metros y un ancho promedio de 76.76 metros. Entre los transeptos 78 al 92 hay una separación entre cada uno de 10 metros, y de 107 al 160 hay una distancia de 20 metros entre transepto. Esta sección se caracteriza por tener plantaciones de *Gmelina arborea* y *Bambú guadua*; estas plantaciones permitieron darle dirección y disminuir la velocidad del agua de la quebrada El Gallo durante la el paso de la tormenta tropical Mitch, acumulándose alta cantidad de sedimentos como grava, arena y piedras.

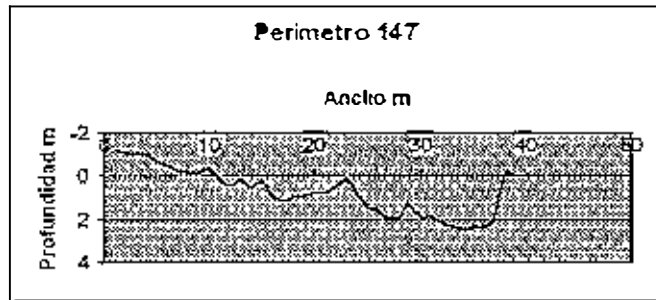


Gráfica 13. Transecto 91, sección 78-95

#### Transecto 108 - 147

La longitud de la sección 108-147 es de 780 metros con un ancho promedio de 38 metros. Se caracteriza por la alta acumulación de sedimentos, piedras de 1 – 1.5 de diámetro donde existe una dominancia clara con relación a la grava y arena, y deposición de árboles arrastrados por la tormenta tropical Mitch. La falta de concertación de comités multidisciplinarios en la toma de decisiones para el diagnóstico y ejecución de los proyectos queda visto en la construcción del vado de Jicarito que representa una clara amenaza, para los asentamientos humanos ubicados en la sección 52-77, ya que la alta deposición de sedimentos obstruye el flujo normal de la quebrada que ha resultado en la época de lluvia la acumulación de grande volúmenes de agua y el desbordamiento del cauce normal.

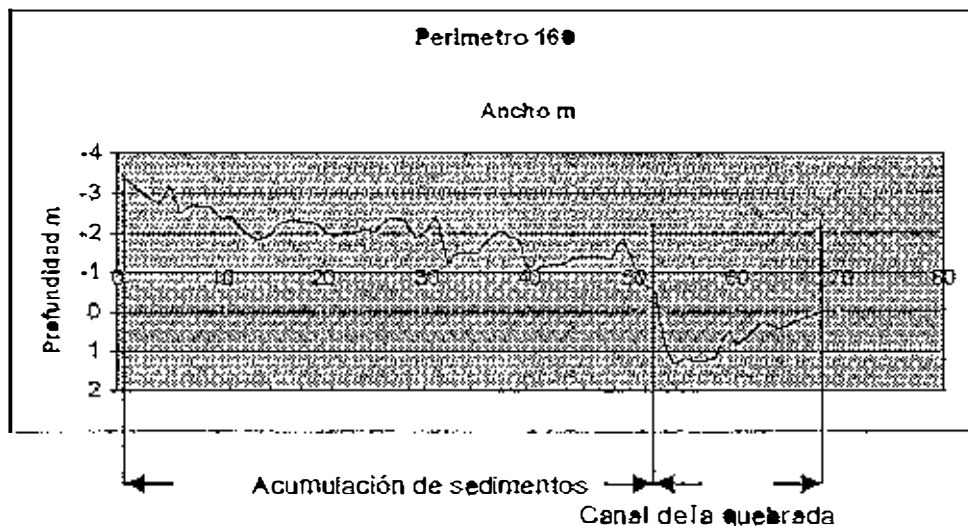
Este tipo de decisiones en forma ligera representa una mala inversión de fondos que resultan en grandes daños o desaparición total de las obras con poco tiempo de utilidad. Como mencionan muchos autores el manejo de cuencas se debe de iniciar en la parte alta y no en la parte baja, integrando los aspectos sociales, biofísicos, económico y ambiental. El dragado de la quebrada a la altura del vado de Jicarito repercute fuertemente en la pendiente hidráulica de la quebrada.



Gráfica 14. Perímetro 147, sección 108-147

### Sección 148-160

La longitud del tramo de los transepto 148 al 160 es de 240 metros con un ancho promedio de 56 metros, como se muestra en la gráfica 15. En esta sección existe dominancia en un 90% de piedras con diámetros que varían de 0.50–1.2 metros de diámetro, seguido en un 8 % de grava y su diferencia es arena. La grafica 13 es el ultimo transepto que representa la unión entre la Quebrada El Gallo con Agua Amarilla. El mayor aporte de sedimentos según tesis de Carmen Zapata (1999), se dio por quebrada Agua Amarilla, con un desplazamiento de masa de 8,663,039 toneladas y Cuevitas con un aporte de 540,236 toneladas.



Gráfica 15. Perímetro 160, sección 148-160

#### 4.8 MAPA DE ACCESO DE LA MICROCUENCA EL GALLO

En la figura 16 se muestra las vías de acceso a las comunidades de El Jicarito, Surinca, Joya Grande y San Antonio de Occidente, la longitud de cada vía se muestra en el cuadro 15.

Cuadro 15. Longitud de las carreteras de acceso de la Microcuenca El Gallo

| N  | Carretera a              | Longitud km |
|----|--------------------------|-------------|
| 1. | Jicarito                 | 1,73        |
| 2. | San Antonio de occidente | 4,73        |
| 3. | Surinca                  | 1,70        |
| 4. | Joya Grande              |             |
| 5  | Panamericana             | 6,37        |

Para la carretera de Jicarito el punto de partida es la unión con la carretera panamericana. El acceso a San Antonio de Occidente se toma de la unión con la carretera hacia Jicarito.

La carretera hacia Surinca se toma desde la carretera panamericana y se finalizó su construcción con el apoyo de un tractor propiedad de Zamorano.

#### 4.9 MAPA HIDROLOGICO DE LA MICROCUENCA EL GALLO

En la figura 17 se muestran las quebradas de Cuevitas, Agua Amarilla, Aguacatillo y El Gallo. El cuadro 16 muestra la longitud de cada quebrada.

Cuadro 16. Longitud de las principales quebradas de la Microcuenca El Gallo.

| N | Nombre de la quebrada | Largo km |
|---|-----------------------|----------|
| 1 | Qda El Gallo          | 11,62    |
| 2 | Qda Agua Amarilla     | 4,97     |
| 3 | Qda Cuevitas          | 3,24     |
| 4 | Qda Aguacatillo       | 1,96     |

La quebrada de cuevilas se extiende desde los 925 msnm hasta los 1620 msnm, entre los 1460 a los 1200 msnm se extienden en áreas con pendientes mayores de 25% de acuerdo al mapa de elevación digital. Se observó alta presencia de derrumbes debidos a saturación en el sistema por excesos de precipitación provocando el colapso de individuos de *Pinus oocarpa* en el bosque de galería. Aproximadamente entre los 1200 msnm y los 1100 msnm existe una pequeña represa de cemento que sirve como fuente de agua para la comunidad de El Chagülte, el agua es conducida por medio de tubería galvanizada y PVC. La

represa no cuenta con una tapadera que brinde protección ante la contaminación de excretas de animales silvestres y domésticos.

El cauce de la quebrada de Agua Amarilla nace entre los 1700 msnm a los 1600 msnm y se une con la Qda de Cuevitas a los 1200 msnm.

La quebrada de El Gallo se extiende desde los 720 msnm hasta los 1300 msnm, se le une la Qda de Agua Amarilla a los 870 msnm y la quebrada de Aguacatillo a los 850 msnm.

Entre los 1200 msnm a los 850 msnm se encuentra la quebrada de El Aguacatillo, a través de recorridos se observó la contaminación por aguas servidas que caen en forma directa y la basura generada por alimentos con empaque. El exceso de basura provoca en ciertos transeptos el estancamiento del agua que permite un ambiente adecuado para la proliferación de plagas dañinas a la salud del ser humano.

#### 4.10 MAPA GEOLOGICO

En la figura 18 se presentan los grupos geológicos de la Microcuenca El Gallo y en el cuadro 17 el área. En el 89% del área se encuentra la formación Padre Miguel caracterizado por la presencia de ignimbritas y suelos poco profundos. En el 10 % de área que se extiende desde los 720 hasta los 900 msnm se encuentran depósitos de arena grava e ignimbrita arrastrada desde la parte alta durante la tormenta tropical Mitch.

Cuadro 17. Grupos Geológicos de la Microcuenca El Gallo

| Grupo Geológico                | Area ha | Area % |
|--------------------------------|---------|--------|
| Padre Miguel                   | 2212    | 89     |
| Formación Villanueva           | 12      | 0.5    |
| Basalto Oscuro                 | 3       | 0.5    |
| Depósitos recientes de aluvión | 149     | 6      |
| Depósitos antiguos de aluvión  | 109     | 4      |

#### 4.11 MAPA DE CURVAS A NIVEL DE LA MICROCUENCA EL GALLO

En la figura 19 se muestra el mapa de curvas que es el paso siguiente de trabajar en Arcinfo, en donde se corrigen los errores de identificación dados en el programa.

#### 4.12 MAPA DE RELIEVE DE LA MICROCUENCA EL GALLO

La figura 20 muestra el relieve de la Microcuenca El Gallo, y es el paso donde se clasifica el área del mapa según clasificación de pendientes en cuencas de montaña de la FAO.

#### 4.13 MAPA DE PENDIENTES DE LA MICROCUENCA EL GALLO

En la figura 21 se muestra el mapa de pendientes. En el cuadro 18 se presenta la distribución del área de la microcuenca según la clasificación de pendientes, adaptada de la FAO.

Cuadro 18. Área acumulada de clasificación de pendientes en la Microcuenca El Gallo.

| N  | Clasificación de Pendientes | Area ha | Porcentaje del área |
|----|-----------------------------|---------|---------------------|
| 1. | 0-15                        | 1203.52 | 48                  |
| 2. | 15-25                       | 716.26  | 28                  |
| 3. | >25                         | 566.32  | 23                  |

El 52% del área se encuentra en pendientes mayores de 15% de pendiente donde se extiende de los 900 msnm hasta los 2008 msnm. El área con las pendientes más pronunciadas se encuentra en la montaña del Uyuca. Las áreas con pendientes de 0 – 15 % se distribuyen en su mayor proporción en la parte baja de la microcuenca que va desde los 720 hasta los 900 msnm, el cual resulta en suelos más apropiados para la agricultura, además se caracterizan por ser suelos fértiles y de mayor profundidad por ser suelos aluviales.

#### 4.14 MAPA DE USO ACTUAL DE LA TIERRA PARA EL AÑO DE 1975.

En la figura 22 se muestra el uso actual de la tierra par el año de 1975 en el cual distribuye su área como se muestra en el cuadro 19.

Cuadro 19. Área del uso de la tierra en 1975.

| Uso de la tierra  | Area ha | % de area |
|-------------------|---------|-----------|
| Agricultura       | 119     | 4.84      |
| Frutales          | 16      | 0.65      |
| Potreros          | 840     | 34.13     |
| Matorral          | 84      | 3.41      |
| Pino              | 1252    | 51        |
| Rasgos culturales | 150     | 6.1       |
| Total             | 2461    | 100       |

#### 4.15 MAPA DE USO ACTUAL DE LA TIERRA PARA EL AÑO DE 1998

En la figura 23 se muestra el mapa del uso actual de la tierra que distribuye sus áreas como se muestra en cuadro 20.

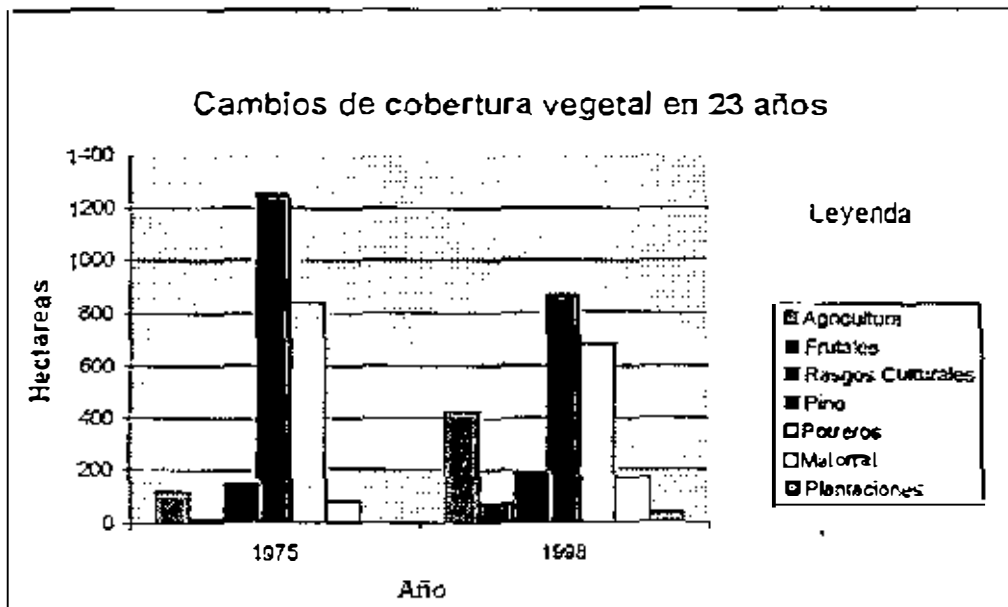
Cuadro 20. Área del uso actual de la tierra en 1998.

| Uso de la tierra  | Área ha | % de área |
|-------------------|---------|-----------|
| Agricultura       | 423     | 17        |
| Frutales          | 72      | 3         |
| Potreros          | 887     | 28        |
| Matorral          | 172     | 7         |
| Pino/plantaciones | 910     | 37        |
| Rasgos culturales | 197     | 8         |
| Total             | 2461    | 100       |

#### 4.16 CAMBIO DE COBERTURA VEGETAL DE 1975 A 1998.

En la gráfica 24 se ilustra el cambio de cobertura vegetal en los últimos 23 años.

Figura 24. Cambio de cobertura desde 1975 –1998.

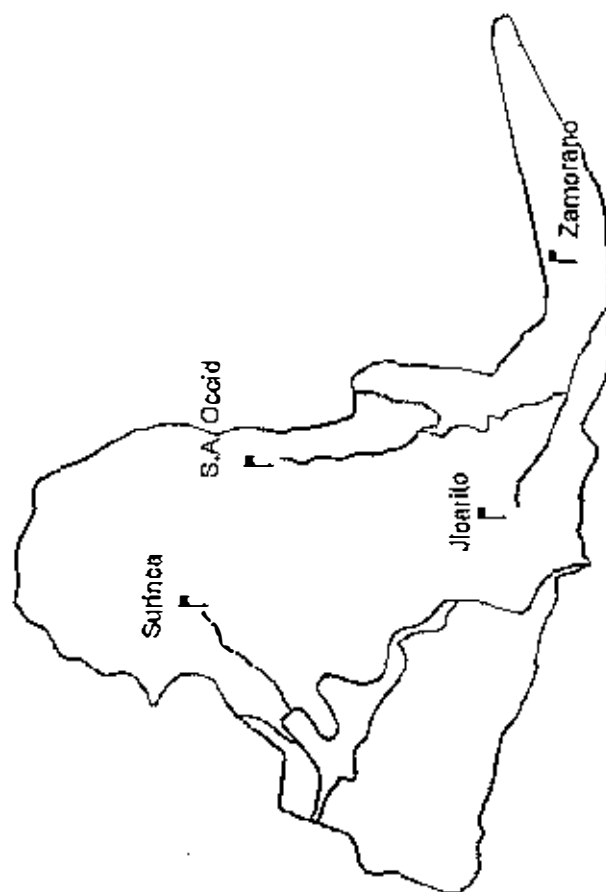


**Cuadro 21. Variación en el uso de la cobertura en la microcuenca El Gallo  
Periodo 1975 – 1998.**

| Cobertura            | Area Ha | Area Ha | Variación de<br>coberura en Ha |
|----------------------|---------|---------|--------------------------------|
| Agricultura          | 119     | 423     | 304                            |
| Rasgos<br>Culturales | 150     | 197     | 47                             |
| Pino                 | 1252    | 914     | 338                            |
| Potreros             | 840     | 687     | 153                            |
| Matorral             | 84      | 173     | 89                             |
| Frutales             | 16      | 71      | 55                             |
| Total                | 2461    | 2461    |                                |

En el cuadro 21, se muestra el fuerte aumento de el área de agricultura y una reducción aproximada al área de pino perdida en los últimos 23 años.

Figura 16. Mapa de acceso de la Microcuenca El Gallo

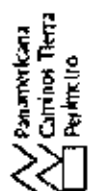


Escala Gráfica  
0 2 4 Kilómetros

Carrera Desarrollo y Ambiente  
USIG

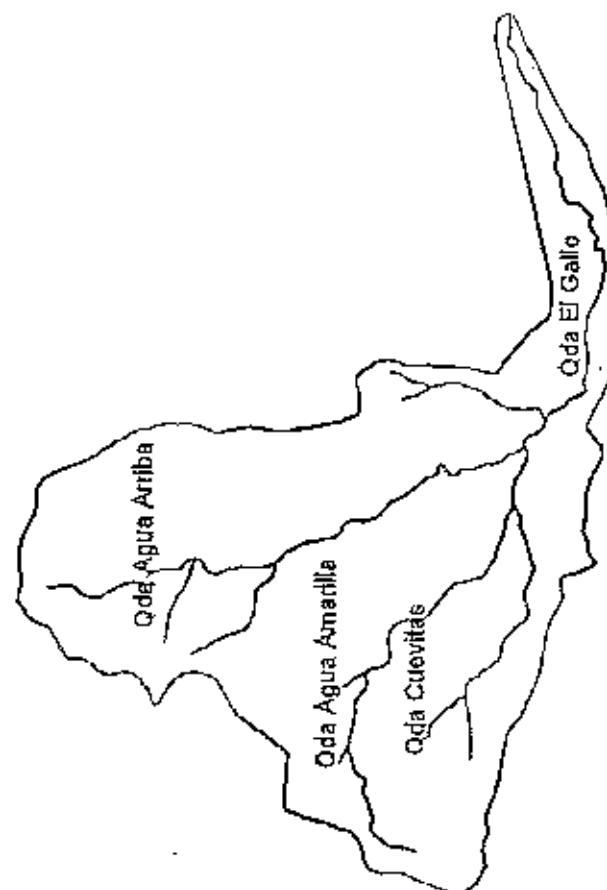


Símbología



Zamorano, abril del 2000

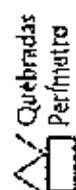
Figura 17. Mapa de Hidrológico de la Microcuenca El Gallo



Carrera Desarrollo y Ambiente  
USIG



Simbología



Zamorano, abril del 2000

Escala Gráfica

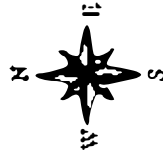


Figura 18. Mapa de Geología de la Microcuenca El Gallo



Escala Gráfica  
0 2 4 Kilómetros

Carretera Desarrollo y Ambiente  
USIG



Simbología  
Geología  
Kyn  
Qal  
Qb  
Qc  
Tpm  
Perímetro

Zamorano, abril del 2000

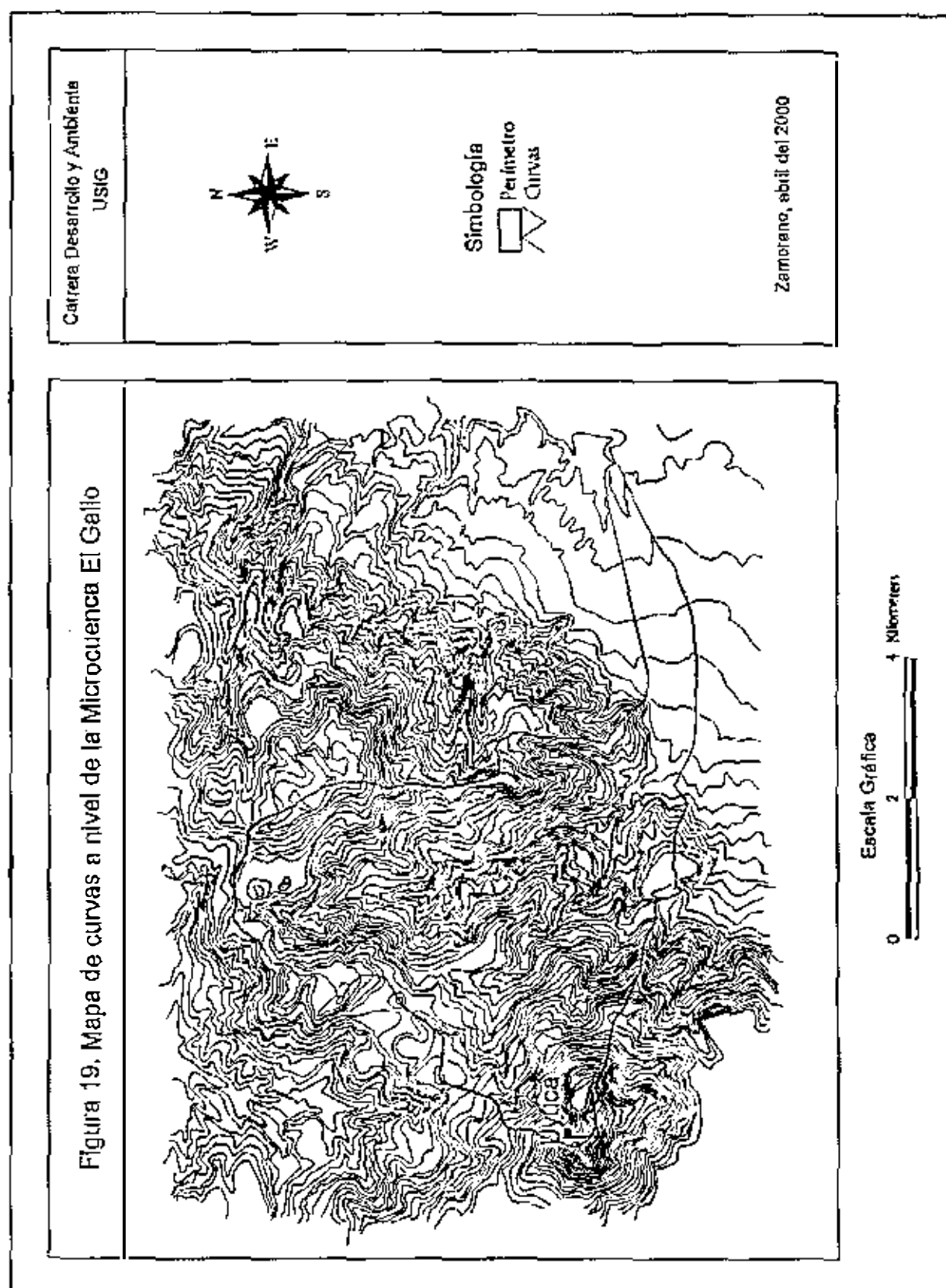
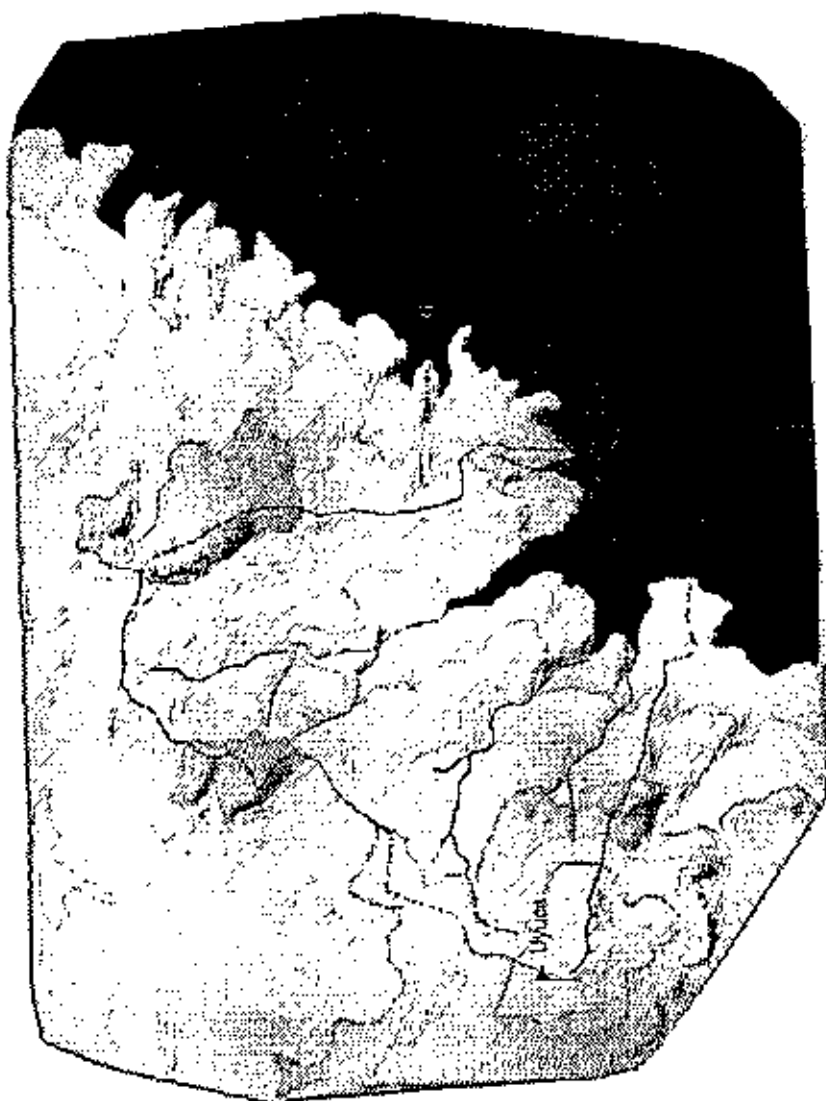


Figura 20. Mapa de relieve de la Microcuenca El Gallo



Escala Gráfica



Carrera Desarrollo y Ambiente  
US/G



Símbología



Zamorano, abril del 2000

Figura 21. Mapa de Pendientes de la Microcuenca El Gallo



Escala Gráfica

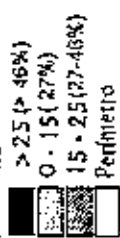


Carrera Desarrollo y Ambiente  
USIG



Simbología

Pendiente



Zamorano, abril del 2000

Figura 22. Mapa de uso actual de la tierra, 1975



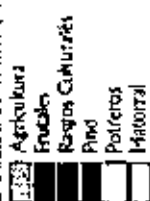
Escala Gráfica  
0 2 4 Kilometers

Carretera Desarrollo y Ambiente  
USIG



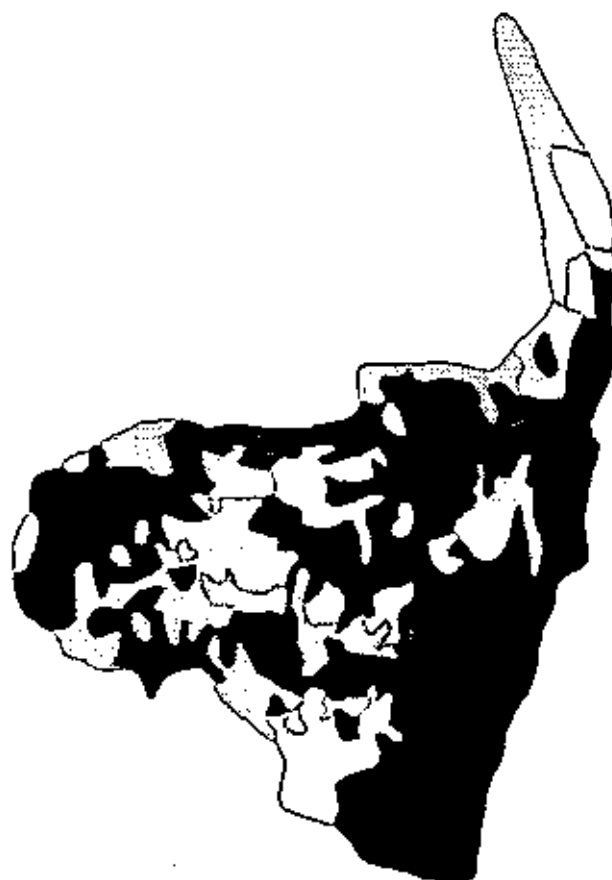
Simbología

Uso actual de la tierra, 1975



Zamorano, abril del 2000

Figura 23. Mapa de uso actual de la tierra, 1998

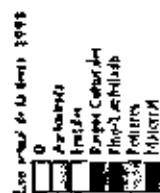


Escaia Gráfica  
0 2 4 Kilómetros

Carretera Desarrollo y Ambiente  
USIG



Simbología



Zamorano, abril del 2000

## 5. CONCLUSIONES

1. La participación de los miembros de las comunidades en la investigación del estudio permitió identificar los problemas potenciales de las comunidades en los aspectos de servicios básicos.
2. A través de la fotointerpretación, recorridos de campo y análisis de cambio de cobertura vegetal se identificó el aspecto del bosque en la parte media de la microcuenca la mas afectada por deforestación, y por recorridos la alta degradación de suelos.
3. Las causas de contaminación de la Quebrada El Gallo se localizan en la parte alta entre los 1300 y 1400 msnm, donde la gente lava ropa, tira botes de plaguicida y fecales humanas. Entre la comunidad de San Antonio de Occidente y Jicarito la presencia de ganado y por ultimo la comunidad de Jicarito el cual aumenta las UFC en un 170%. Los altos niveles de UFC de fecales entre El Jicarito y el vivero de *Bambu guadua* se debe a que la quebrada actúa como un lugar de deposición final de desechos sólidos y un medio adecuado para evacuar las aguas servidas.
4. A través de recorridos intensivos por al quebrada de Cuevitas se observaron una serie de derrumbes que trajo al cauce normal, árboles de pino que representan una clara amenaza para la fuente de agua de la comunidad de El Chagüite, ante futuros perturbaciones naturales y antropogénicas del sistema.
5. Los altos niveles de UFC de fecales entre El Jicarito y el vivero de bambú se debe a que la quebrada de El Gallo actúa como un lugar de deposición final de desechos sólidos y un medio adecuado para evacuar las aguas servidas.
6. Característica geológicas como la dominancia de ignimbritas en un 89% en suelos poco profundos y fértiles; topográficas, con la presencia de terrenos en un 52% con pendientes mayores del 15 % e hidrológicas por la producción subterránea y superficiales que satisfacen las necesidades de las comunidades de El Zamorano, Jicarito, Joya Grande y San Antonio de Occidente, hacen a la microcuenca como productora de agua y de vocación forestal.
7. La falta de asistencia técnica en los aspectos de conservación de suelos, importancia del bosque, control de plagas y uso adecuado de agroquímicos a los productores de Surinca y San Antonio de Occidente esta afectando los componentes de los recursos naturales.

## 6. RECOMENDACIONES

### Plan de manejo:

#### Bosque:

1. Sembrar especies de *Bambu guadua* en asocio con *Syzygium jambos* en transeptos donde el bosque de galería se encuentra deteriorado, para mejorar la capacidad hidráulica de la quebrada El Gallo, disminuir pérdidas materiales y la erosión de suelos. Además se crearía un corredor biológico para muchas especies de aves y mamíferos.
2. Organizar grupos de vigilancia y combate de incendio en las comunidades de Surinca, Joya Grande y San Antonio de Occidente.
3. Trabajar a nivel de finca y recomendar a los agricultores el uso de agroforestería

#### Quebradas:

1. Hacer terrazas en zonas donde el cauce tiene pendientes pronunciadas y la forma longitudinal del cauce es lineal, que permita disminuir la velocidad del agua.
2. Seguir con las mediciones del perímetro del cauce de la quebrada El Gallo, y desarrollar un método para el cálculo de sedimentos cuya geología impide el uso del barreno.

#### Suelos

1. En terrenos cultivados por agricultores con pendientes mayores del 15 %, se recomienda el uso de barreras vivas con pasto o cercos de piedra y la construcción de terrazas.

## 7. BIBLIOGRAFIA

AGUDELO, N. 1998. Plan de Manejo para el bosque del Uyuca de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras: Primeros cinco años. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., Centro Agronómico Tropical de investigación y enseñanza (CATIE). 327p.

BYERS, E. A. 1998. El foro de las zonas de montañas: red de contactos para la conservación y el desarrollo de las montañas. Unasylva. FAO(Italia). 49(195): 13-19.

CABALLERO, L. 1999. Delimitación y mediciones geomorfológicas. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Hond. 3p.

DIRECCIÓN EJECUTIVA DE CATASTRO. 1989. Estudio de suelos a semidetalle del valle de Zamorano. Tegucigalpa, Honduras. 110p.

FAO (Italia). 1958. Introducción a la ordenación de Cuencas Hidrográficas. No. 703, 60 p.

FAO (Italia). 1996. Manual de campo para el manejo de cuencas hidrográficas. Medidas y prácticas para el tratamiento de pendientes. Guía de conservación 13/6. 23 p.

FAO (Italia). 1995. Necesidades y Recursos, geográfica de la agricultura y la alimentación. Roma, Italia. 328 p.

FAUSTINO, J. 1996. Experiencias y logros del proyecto de rehabilitación del río las cañas, Informe técnico del proyecto RENAR/ Manejo de cuencas, en revisión CATIE, Turrialba, Costa Rica. 145 p.

HARR, R. D. 1982. For drip in the bull run municipal watershed, Oregon. Water Resources Bulletin. 18:785-789.

HOLDRIDGE, L. 1987. Ecología basada en zonas de vida. Servicio editorial IICA. San José, C.R. 216 p.

LEE, M. 1995. Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas. Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Hond. 165 p.

LOPEZ, CADENAS, F. y BLANCO CRIADO, M. 1976. Hidrología Forestal. Primera parte. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid. 8, 9 p.

McDONALD, L; SMART, A AND WISSMAR, R. 1991. Monitoring guidelines to evaluate effects of north west and Alaska. Universidad de Washington. Seattle, Washington. 160 p.

McKINNEY, M.; SCHOCH, R. 1998. Environmental Science: Systems and Solutions. Jones and Bartlett Publishers. Sudbury, Massachusetts. 640 p.

MINISTERIO DE COMUNICACIONES, OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTE; INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1993. Hojas cartográficas de Tegucigalpa. Esc. 1:50,000. Color. (Hoja 2758 II. Serie 752).

MONCADA, J. 1999. Apuntes de la clase de Manejo Integrado de Cuencas. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Hond.

PRICE, M. F. 1998. Las montañas: ecosistemas de importancia mundial. Unasylva. FAO (Italia). 49 (195): 2-12.

PROYECTO UNIR – ZAMORANO. 1998. Programa de Desarrollo Sostenible de la Región del Yeguaré: Nuestra Comunidad Jicarito. Zamorano, Hond. s.p

PROYECTO UNIR – ZAMORANO. 1997. Programa de Desarrollo Sostenible de la Región del Yeguaré: Nuestra Comunidad Joya Grande, Zamorano, Hond. s.p.

PROYECTO UNIR – ZAMORANO. 1998. Programa de Desarrollo Sostenible de la Región del Yeguaré: Nuestra Comunidad San Antonio de Occidente. Zamorano, Hond. s.p.

RAMAKRISHNA, B. 1997. Estrategias de Extensión para el Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas: Conceptos y experiencias. IICA. San José, C.R. 315 p.

RODRÍGUEZ, J. 1992. Los recursos forestales: una opción de desarrollo. Revista Forestal Centroamericana, 1(4) 4-6.

ROMERO, J. 1999. Apuntes de la clase de Planificación de los Recursos Naturales. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Hond.

ROSALLES, M. 1993. Geología y suelos de la Montaña el Uyuca, Tegucigalpa, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana "El Zamorano" . (Comunicación personal).

EL DIRECTOR, WILSON POPPONG  
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
ANEXADO A  
TEGUCIGALPA, HONDURAS

URBIZO, J. 1999. Participación en el desarrollo y conservación de la tierras altas. *Unasylva* (Italia,) 50(199): 3 – 8.

STADMULLER, T. 1994. Impacto hidrológico del manejo forestal de bosques naturales tropicales y medidas para mitigarlo. Turrialba, C.R., Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. 62p.

STADMULLER, T. 1987. Los bosques nublados en el trópico húmedo. Turrialba, C.R., Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. 85 p.

SZOLLOSI-NAGY, A. 1998. Evaluación de los recursos mundiales de agua dulce. La naturaleza y sus recursos. UNESCO. Vol. 34, N° 1; 10-20.

WHITE, F; BRADLEY, J.D; WHITE, U.A. 1972. Drawers of water: use in East Africa. The University of Chicago, United States of America. 547 p.

## Anexo 1

| PRECIPITACIONES MENSUALES 1943-1948 ESTACION ZARAGOZA |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |        |
|-------------------------------------------------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| AN                                                    | MON  | FEB  | MAR  | ABR  | MAY   | JUN   | JUL   | AUG   | SEPT  | OCT   | NOV   | TOTAL  |
| 1                                                     | 1943 | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 23.2  | 134.3 | 166.4 | 156.3 | 122.9 | 116.7 | 22.6  | 707.2  |
| 2                                                     | 1943 | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 50.7  | 63.3  | 75.3  | 60.3  | 115.8 | 294.7 | 79.0  | 811.4  |
| 3                                                     | 1944 | 0.6  | 5.6  | 0.0  | 43.4  | 161.0 | 203.7 | 183.1 | 122.0 | 42.2  | 35.4  | 816.3  |
| 4                                                     | 1944 | 14.2 | 6.4  | 10.7 | 175.3 | 74.5  | 78.0  | 203.7 | 138.7 | 144.3 | 67.7  | 1120.2 |
| 5                                                     | 1944 | 18.0 | 47.2 | 8.4  | 31.5  | 110.8 | 167.6 | 127.1 | 131.3 | 207.5 | 96.7  | 1120.8 |
| 6                                                     | 1945 | 74.3 | 17.9 | 7.4  | 2.9   | 26.4  | 167.6 | 22.2  | 144.9 | 164.8 | 115.1 | 1120.7 |
| 7                                                     | 1944 | 12.3 | 13.4 | 4.1  | 8.0   | 164.2 | 50.7  | 184.4 | 77.0  | 144.2 | 42.2  | 1142.3 |
| 8                                                     | 1945 | 11.2 | 7.4  | 0.0  | 2.0   | 42.0  | 116.5 | 112.5 | 95.9  | 215.8 | 34.8  | 1021.0 |
| 9                                                     | 1945 | 42.7 | 0.6  | 6.1  | 0.0   | 40.2  | 105.9 | 162.3 | 123.1 | 144.3 | 267.1 | 1379.2 |
| 10                                                    | 1945 | 2.4  | 0.0  | 0.0  | 31.4  | 95.1  | 278.1 | 124.1 | 82.1  | 229.3 | 80.7  | 941.3  |
| 11                                                    | 1945 | 10.2 | 2.1  | 67.8 | 58.3  | 143.8 | 141.8 | 191.3 | 150.6 | 113.7 | 92.3  | 1111.7 |
| 12                                                    | 1945 | 0.0  | 9.7  | 6.4  | 7.0   | 127.0 | 164.1 | 50.7  | 122.1 | 275.5 | 278.0 | 1068.2 |
| 13                                                    | 1945 | 10.4 | 5.3  | 6.9  | 21.6  | 175.3 | 407.2 | 146.8 | 161.2 | 231.0 | 161.0 | 1401.2 |
| 14                                                    | 1946 | 0.3  | 2.1  | 9.8  | 43.7  | 72.1  | 104.6 | 362.8 | 331.5 | 373.5 | 351.0 | 1687.4 |
| 15                                                    | 1946 | 1.3  | 2.6  | 2.6  | 2.6   | 140.3 | 232.2 | 141.7 | 44.4  | 242.3 | 18.2  | 1091.3 |
| 16                                                    | 1946 | 23.1 | 4.3  | 3.1  | 35.3  | 240.6 | 142.7 | 111.2 | 99.3  | 223.4 | 100.0 | 1040.4 |
| 17                                                    | 1946 | 8.2  | 5.0  | 6.6  | 3.4   | 212.7 | 168.0 | 216.2 | 104.2 | 176.1 | 161.4 | 1197.5 |
| 18                                                    | 1946 | 24.3 | 2.3  | 1.0  | 125.7 | 147.2 | 147.2 | 47.1  | 202.2 | 311.1 | 193.4 | 1313.4 |
| 19                                                    | 1946 | 72.9 | 21.1 | 2.3  | 15.0  | 214.1 | 270.7 | 64.7  | 311.1 | 193.4 | 142.5 | 1313.4 |
| 20                                                    | 1947 | 72.9 | 21.1 | 2.3  | 15.0  | 214.1 | 270.7 | 64.7  | 311.1 | 193.4 | 142.5 | 1313.4 |
| 21                                                    | 1947 | 0.0  | 0.0  | 0.3  | 67.1  | 55.1  | 234.7 | 133.4 | 73.5  | 189.0 | 100.1 | 500.2  |
| 22                                                    | 1947 | 78.1 | 11.7 | 10.3 | 11.2  | 47.2  | 130.1 | 173.7 | 104.2 | 120.7 | 190.8 | 602.9  |
| 23                                                    | 1946 | 20.2 | 12.3 | 0.3  | 54.9  | 92.5  | 264.2 | 173.7 | 187.4 | 215.1 | 21.4  | 922.5  |
| 24                                                    | 1945 | 6.4  | 22.2 | 0.1  | 20.4  | 141.3 | 194.7 | 127.5 | 35.2  | 194.8 | 152.4 | 1162.9 |
| 25                                                    | 1946 | 0.1  | 1.4  | 73.4 | 43.9  | 144.8 | 251.5 | 146.9 | 120.3 | 189.2 | 163.7 | 1215.5 |
| 26                                                    | 1947 | 8.9  | 7.6  | 10.2 | 23.0  | 7.4   | 216.4 | 126.9 | 112.4 | 184.9 | 76.4  | 595.7  |
| 27                                                    | 1946 | 22.4 | 0.8  | 0.8  | 4.1   | 231.7 | 160.8 | 80.8  | 119.4 | 140.7 | 117.4 | 980.0  |
| 28                                                    | 1946 | 20.1 | 4.3  | 29.7 | 4.0   | 307.0 | 138.2 | 138.2 | 313.2 | 132.1 | 289.3 | 1171.4 |
| 29                                                    | 1947 | 9.4  | 8.1  | 8.1  | 47.5  | 164.4 | 116.2 | 226.1 | 152.5 | 169.7 | 34.6  | 935.3  |
| 30                                                    | 1947 | 7.4  | 7.4  | 1.5  | 0.0   | 125.9 | 23.1  | 117.8 | 144.7 | 169.7 | 222.3 | 722.3  |
| 31                                                    | 1947 | 12.8 | 3.2  | 1.3  | 1.8   | 172.7 | 105.4 | 20.1  | 121.5 | 91.6  | 89.3  | 612.3  |
| 32                                                    | 1945 | 12.9 | 0.0  | 0.0  | 40.0  | 144.6 | 143.2 | 135.4 | 154.7 | 142.3 | 354.8 | 941.9  |
| 33                                                    | 1945 | 28.7 | 0.0  | 1.0  | 5.0   | 116.6 | 234.7 | 136.7 | 130.4 | 150.4 | 80.7  | 941.9  |
| 34                                                    | 1945 | 62.3 | 0.0  | 31.0 | 71.1  | 102.0 | 44.9  | 44.7  | 142.5 | 279.2 | 237.7 | 1041.1 |
| 35                                                    | 1945 | 4.0  | 2.3  | 2.3  | 3.4   | 21.2  | 31.2  | 31.2  | 67.5  | 87.5  | 27.3  | 234.6  |
| 36                                                    | 1945 | 4.0  | 2.3  | 2.3  | 3.4   | 21.2  | 31.2  | 31.2  | 67.5  | 87.5  | 27.3  | 234.6  |
| 37                                                    | 1945 | 4.0  | 2.3  | 2.3  | 3.4   | 21.2  | 31.2  | 31.2  | 67.5  | 87.5  | 27.3  | 234.6  |
| 38                                                    | 1946 | 1.8  | 2.1  | 9.4  | 12.3  | 124.8 | 254.7 | 254.6 | 154.3 | 204.6 | 114.6 | 1452.3 |
| 39                                                    | 1946 | 18.7 | 15.7 | 53.9 | 6.6   | 172.7 | 221.1 | 75.2  | 118.3 | 174.8 | 13.4  | 948.5  |
| 40                                                    | 1942 | 43.1 | 9.1  | 2.0  | 6.0   | 140.8 | 214.1 | 56.0  | 23.7  | 139.4 | 107.2 | 732.7  |
| 41                                                    | 1943 | 3.0  | 14.0 | 8.8  | 40.0  | 12.1  | 124.2 | 146.0 | 132.4 | 229.3 | 72.4  | 610.0  |
| 42                                                    | 1944 | 13.1 | 2.6  | 0.2  | 13.6  | 156.0 | 216.8 | 174.9 | 225.9 | 230.2 | 162.1 | 1113.9 |
| 43                                                    | 1944 | 9.4  | 4.8  | 3.6  | 12.8  | 95.3  | 43.0  | 63.2  | 82.2  | 134.1 | 142.3 | 44.6   |
| 44                                                    | 1946 | 12.9 | 2.5  | 8.5  | 3.0   | 172.4 | 164.8 | 140.9 | 140.9 | 220.4 | 40.9  | 944.6  |
| 45                                                    | 1947 | 8.7  | 6.0  | 42.2 | 7.6   | 133.0 | 265.7 | 133.9 | 133.9 | 220.4 | 40.9  | 1014.2 |
| 46                                                    | 1948 | 0.3  | 0.3  | 47.0 | 54.0  | 114.0 | 218.0 | 123.3 | 311.4 | 284.9 | 178.3 | 1220.2 |
| 47                                                    | 1948 | 16.2 | 0.4  | 1.1  | 2.7   | 124.6 | 181.6 | 118.2 | 130.5 | 300.2 | 62.4  | 77.7   |
| 48                                                    | 1948 | 22.2 | 7.7  | 4.3  | 3.3   | 111.4 | 131.6 | 97.7  | 166.2 | 278.2 | 55.3  | 102.9  |
| 49                                                    | 1948 | 13.3 | 5.9  | 6.0  | 1.4   | 36.4  | 167.6 | 87.7  | 64.5  | 91.4  | 117.6 | 34.5   |
| 50                                                    | 1948 | 6.7  | 5.1  | 9.9  | 32.1  | 205.3 | 277.0 | 135.0 | 55.9  | 236.4 | 111.3 | 1111.2 |
| 51                                                    | 1949 | 7.7  | 2.7  | 0.7  | 143.9 | 237.3 | 309.3 | 170.3 | 141.3 | 179.2 | 42.3  | 1411.2 |
| 52                                                    | 1949 | 6.3  | 9.2  | 0.0  | 31.9  | 181.4 | 145.2 | 77.0  | 26.1  | 157.6 | 125.0 | 944.6  |
| 53                                                    | 1949 | 4.1  | 2.4  | 14.4 | 64.0  | 134.3 | 146.0 | 94.6  | 247.2 | 221.6 | 117.4 | 1150.4 |
| 54                                                    | 1948 | 20.7 | 12.1 | 2.9  | 14.3  | 178.1 | 40.1  | 201.9 | 211.2 | 114.4 | 272.4 | 73.0   |
| 55                                                    | 1947 | 12.8 | 0.6  | 24.6 | 35.4  | 11.2  | 136.7 | 106.7 | 77.4  | 148.3 | 134.9 | 516.3  |
| 56                                                    | 1949 | 3.2  | 4.0  | 6.3  | 0.6   | 229.4 | 333.4 | 272.6 | 202.4 | 148.3 | 172.6 | 1411.2 |
| 57                                                    | 1949 | 16.7 | 3.2  | 6.9  | 11.7  | 143.2 | 143.2 | 143.2 | 172.5 | 150.3 | 214.9 | 969.3  |
| 58                                                    | 1949 | 12.9 | 2.2  | 12.4 | 54.3  | 143.6 | 184.3 | 184.3 | 143.6 | 220.1 | 155.8 | 1111.2 |