

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE**



**TRABAJO DE DIPLOMA**

**SISTEMATIZACION DE EXPERIENCIAS EN RECUPERACION DE FUENTES  
DE AGUA EN LAS COMUNIDADES LA CONCEPCION, SAN PEDRO DE  
ARENALES Y CAYANTU, NICARAGUA 2002.**

**AUTOR**

**Br. HENRY TOLEDO SABALLOS**

**ASESOR**

**Ing. EDMUNDO UMAÑA**

**Managua, Nicaragua, Octubre 2002**

## **DEDICATORIA**

***Con acendrada devoción y justo orgullo a mis padres que no dudaron un momento en brindarme ese apoyo espiritual y moral incondicional que fue determinante en la culminación de mi formación profesional.***

***Cleotilde Saballos Duarte  
Jacobó Toledo González (q. e. p. d.)***

## **AGRADECIMIENTO**

Muy especial a todas las personas y entidades que colaboraron en el aporte de información, ideas, sugerencias y consejos en las diferentes etapas de este trabajo.

A la Universidad Nacional Agraria por brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente.

A mi asesor Ing. Edmundo Umaña quien dedicó tiempo y esfuerzo en la preparación de este trabajo de investigación.

A INETER y ENACAL de Estelí que proporcionaron información indispensable.

A PASOLAC y FARENA por haber financiado todo este trabajo de investigación.

## RESUMEN

Nicaragua es un país con alto potencial hídrico, tanto en fuentes de aguas superficiales como subterráneas. En el sector rural la problemática del agua se agudiza cada día por cuanto el uso de la tierra no se corresponde en muchas ocasiones con sus capacidades reales. Este estudio tiene como objetivo sistematizar las experiencias del proyecto piloto sobre recuperación de fuentes de agua en zonas críticas en las comunidades La Concepción y Arenales del Departamento de Estelí y Cayantú en el Departamento de Madriz; en donde ya existían obras de abastecimiento de agua realizadas por proyectos anteriores. En esos momentos estos no fueron sostenibles por ausencia de acciones al nivel de microcuenca. El proyecto piloto consistía en la implementación de obras de conservación de suelos en las áreas de protección de las fuentes en cada comunidad para mejorar la infiltración e incrementar los caudales de las fuentes.

La metodología está centrada en identificar las acciones desarrolladas por el proyecto piloto en cuatro momentos: La situación inicial de la experiencia que describe el problema presente en cada comunidad. El proceso de intervención que describe las actividades hechas por el proyecto piloto para solucionar el problema. La situación final que muestra los resultados del proyecto piloto y las lecciones aprendidas que presenta los conocimientos adquiridos por las comunidades a través de la experiencia. Además se analizaron variables que incidieron en el desarrollo del proyecto como; precipitación, evaporación, caudales de las fuentes, áreas de protección, efectividad de las obras y la participación de la población.

Las comunidades apoyaron las actividades para la recuperación de fuentes de agua impulsadas por el proyecto piloto y ellos también aceptaron y aplicaron las técnicas de conservación de suelos y agua implementadas por el proyecto con el fin de solucionar la necesidad de abastecimiento de agua sin embargo estas acciones no fueron exitosas en algunos casos por varias razones: área de protección insuficiente, disminución de las precipitaciones, conflictos por la tenencia de la propiedad protegida y falta de mantenimiento a las obras de conservación de suelos y agua por lo que los caudales se han reducido, presentando una amenaza de escasez de agua para las comunidades. Se recomienda aumentar el área suficiente para cada fuente e impulsar acciones focalizadas a nivel de microcuenca. Promover el apoyo municipal a los Comités de Agua Potables y realizar estudios para establecer la disposición y capacidad de los usuarios a pagar por el servicio para el mantenimiento de las obras.

## SUMMARY

Nicaragua is a country with high hydric resource potential, so much in fountains of superficial waters like underground. In the rural sector the problem of the water increase every day since the use of the earth doesn't go together in many occasions with their real capacities. This study has like objective systematizing the experiences of the pilot project about recuperation of fountains' water in critical zones in the Concepcion and Arenales communities of the Department of Estelí and Cayantú in the Department of Madriz. Where works of supply of water carried out by project already present .at the moment were not sustainable for absence of actions to the level of micro-basin. The pilot project consisted in performed works of soil conservation in the areas of protection of the fountains in each community in order to improve the infiltration and increment the volumes of the fountains.

The methodology was centered to find the actions development from the pilot project in four moments: The initial situation of the experience, which describes the present problem into each community. The intervention process, that describe the activities performed by the pilot project to solving the problem. The final situation where shown the results of the pilot project and the learned lessons, which represent the knowledge, gets for the communities through the time. Moreover were analyzed variable that implications in the development of the project like; precipitation, evaporation, volume water of the fountains, areas of protection, effectiveness of the works and the participation of the population.

The communities supported the activities for the recuperation of fountains of water performed by the pilot project and they also accepted and applied the techniques of soil conservation and water encouraged for the project with the end of solving the necessity of supply of water. However, these actions were not successful in some cases for several reasons: area of insufficient protection, decrease of the precipitation, conflicts in the holding of the property guarded and lacking in maintenance to the works of soil conservation and water. Consequently, the water volume has been reduced, introducing a threat of scarcity of water for the communities. So that, is recommended increase the enough area for each fountain and encouraged actions focused to micro - basin level. To promote the municipal support to the Drinkable Water Committees and carry out studies in order to establish the disposition and capacity of the users to pay for the service for the maintenance of the works.

## INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO.....	II
RESUMEN.....	III
SUMMARY.....	IV
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISION DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1. SISTEMATIZACIÓN DE EXPERIENCIA.....	4
2.2. GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS.....	5
2.3. EL ANÁLISIS EN EL MUNDO CAMPESINO DEL PROBLEMA HÍDRICO.....	6
2.4. ADMINISTRACIÓN DEL AGUA.....	7
2.5. FACTORES CULTURALES RELACIONADOS AL DETERIORO DEL RECURSO EN EL DEPARTAMENTO DE ESTELÍ.....	7
2.6. USO DEL AGUA.....	8
2.7. EL MODELO DOMINANTE DE USO Y MANEJO DEL AGUA.....	8
2.8. EL MANEJO DE CUENCAS COMO UN MEDIO PARA PROTEGER LOS RECURSOS HÍDRICOS.....	10
2.9. FUNCIÓN HIDROLÓGICA DEL BOSQUE.....	10
2.10. INFLUENCIA DE LA COBERTURA BOSCOSEA EN EL RÉGIMEN HIDROLÓGICO DE LA CUENCA.....	11
2.11. IMPORTANCIA DE LA CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUAS.....	11
2.12. FUNCIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA.....	12
2.13. PRÁCTICAS MECÁNICAS PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN Y ALMACENAMIENTO DE AGUA.....	12
2.13.1. Terrazas.....	13
2.13.2. Acequias de ladera.....	15
2.13.3. Barreras de piedra.....	16
2.13.4. Diques de piedra.....	17
<b>III. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>20</b>
3.1. LOCALIZACIÓN DE LOS SITIOS.....	20
3.2. CARACTERÍSTICAS EDAFOCLIMÁTICAS DE LAS MICROCUENCAS.....	20
3.3. SELECCIÓN DE LOS SITIOS Y RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE.....	23
3.4. RECONOCIMIENTO DE LOS SITIOS SELECCIONADOS.....	23
3.5. EVALUACIÓN DE LAS OBRAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA.....	24
3.6. DIGITACIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	24
3.7. CARACTERIZACIÓN DEL USO DE LOS SUELOS EN LAS MICROCUENCAS.....	24
3.8. IDENTIFICACIÓN DEL EJE DE LA SISTEMATIZACIÓN.....	25
3.9. IDENTIFICACIÓN DE LOS AGENTES INVOLUCRADOS EN LA EXPERIENCIA.....	25
3.10. RECOPIACIÓN Y ORDENAMIENTO DE LA INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN DISPONIBLE.....	25

3.10.1. <i>La situación inicial y su contexto</i> .....	26
3.10.2. <i>El proceso de intervención</i> .....	26
3.10.3. <i>La situación final</i> .....	26
3.10.4. <i>Identificación de las lecciones aprendidas</i> .....	26
3.11. PLAN DE ENTREVISTA Y TALLERES PARA LOS AGENTES INVOLUCRADOS .....	27
3.12. ORDENAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA EN LAS ENTREVISTAS Y TALLERES .....	27
3.13. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES QUE INCIDIERON EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO.....	27
3.13.1. <i>Precipitación</i> .....	28
3.13.2. <i>Evaporación (método de la pana)</i> .....	28
3.13.3. <i>Caudal de las fuentes</i> .....	28
3.13.4. <i>Area de protección</i> .....	29
3.13.5. <i>Efectividad de las obras de conservación de suelos y agua</i> .....	30
3.13.6. <i>Participación de las comunidades</i> .....	30
3.13.7. <i>Dotación real de agua en cada comunidad</i> .....	31
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.</b> .....	<b>32</b>
4.1. USO DE LOS SUELOS EN LAS MICROCUENCAS .....	32
4.1.1. <i>La Concepción</i> .....	32
4.1.2. <i>Arenales</i> .....	33
4.1.3. <i>Cayantú</i> .....	35
4.2. EJE DE LA SISTEMATIZACIÓN .....	37
4.3. IDENTIFICACIÓN DE LOS AGENTES INVOLUCRADOS EN LA EXPERIENCIA .....	38
4.4. SITUACIÓN INICIAL Y SUS ELEMENTOS DE CONTEXTO .....	39
4.4.1. <i>Concepción</i> .....	40
4.4.2. <i>Arenales</i> .....	42
4.4.3. <i>Cayantú</i> .....	43
4.5. PROCESO DE INTERVENCIÓN .....	46
4.5.1. <i>La Concepción</i> .....	46
4.5.2. <i>Arenales</i> .....	49
4.5.3. <i>Cayantú</i> .....	51
4.5.4. <i>Los métodos y estrategias empleados en las actividades del Proyecto Piloto</i> .....	54
4.5.5. <i>Factores de contexto que facilitaron el proceso</i> .....	54
4.6. LA SITUACIÓN FINAL O ACTUAL .....	55
4.6.1. <i>La Concepción</i> .....	55
4.6.2. <i>Arenales</i> .....	55
4.6.3. <i>Cayantú</i> .....	56
4.7. LAS LECCIONES APRENDIDAS.....	57
4.7.1. <i>Concepción</i> .....	57
4.7.2. <i>Arenales</i> .....	58
4.7.3. <i>Cayantú</i> .....	59
4.8. VARIABLES QUE INCIDIERON EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO .....	59
4.8.1. <i>Precipitación</i> .....	59
4.8.2. <i>Evaporación</i> .....	62
4.8.3. <i>Caudal de las fuentes</i> .....	64

4.8.4. <i>Area de protección o área suficiente</i> .....	68
4.8.5. <i>Efectividad de las obras</i> .....	70
4.8.6. <i>Participación de la población</i> .....	74
4.8.7. <i>Dotación real de agua en cada comunidad</i> .....	75
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	<b>77</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>79</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>80</b>



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Valores de distanciamiento para acequias de laderas de acuerdo a la pendiente del terreno.....	16
Tabla 2: Valores de distanciamiento que pueden utilizarse para establecer barreras de piedra.....	17
Tabla 3: Distanciamiento que se pueden utilizar entre diques tomando como criterios la altura total del dique, la altura del vertedero y la pendiente del lecho de la cárcava.....	19
Tabla 4: Características edafoclimáticas.....	20
Tabla 5: Actores directos de la experiencia.....	38
Tabla 6: Actores indirectos de la experiencia.....	38
Tabla 7: Estimaciones teóricas del área de protección para cada uno de los sitios de estudio de acuerdo a sus características.....	68

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación de los lugares de incidencia.....	21
Figura 2: Uso actual, microcuenca La Concepción.....	32
Figura 3: Confrontación de uso, microcuenca La Concepción.....	33
Figura 4: Uso actual, microcuenca de Arenales.....	34
Figura 5: Confrontación de uso, microcuenca da Arenales.....	35
Figura 6: Uso actual, microcuenca de Cayantú.....	36
Figura 7: Confrontación de uso, microcuenca de Cayantú.....	37
Figura 8: Fuente de agua, comunidad La Concepción.....	41
Figura 9: Fuente de agua, comunidad Arenales.....	43
Figura 10: Pozo excavado, comunidad Cayantú.....	45
Figura 11: Comportamiento de la precipitación anual en los años 1984 al 2000 en la estación Valle Sta. Cruz.....	60
Figura 12: Comportamiento anual de la precipitación en los años 1987 al 2001 en la estación de Condega.....	61
Figura 13: Comportamiento anual de la precipitación durante los años 1990 al 2001 en la estación de Ocotál.....	61
Figura 14: Comportamiento de la precipitación y la evaporación media mensual en los años 1984 al 2000 en la estación Valle Sta. Cruz..	62
Figura 15: Comportamiento mensual medio de la precipitación y la evaporación en los años 1987 al 2001 en la estación de Condega.	63
Figura 16: Comportamiento mensual medio de la precipitación y la evaporación en los años 1990 al 2001 en la estación de Ocotál.....	64
Figura 17: Comportamiento del caudal en la fuente de captación de la Concepción en el verano de los años 1986, 1996 a 1999.....	64
Figura 18: Comportamiento del caudal en la fuente de captación en el invierno de los años 1986, 1995, 2000, 2001.....	65
Figura 19: Comportamiento del caudal de la nueva fuente de captación en Arenales en el verano de los años 1996 a 1998, 2000, 2001.....	66
Figura 20: Comportamiento de la columna de agua en el pozo excavado a mano en la comunidad de Cayantú en el verano de 1994 a 1998 y del 2000 al 2002	66
Figura 21: Comportamiento de la columna de agua del pozo excavado a mano en la comunidad de Cayantú en el invierno de 1994, 1996, 1998, 2001.....	67
Figura 22: Cobertura del área suficiente en la comunidad de La Concepción.....	70
Figura 23: Acequias completamente tapadas con sedimentos provenientes de las partes altas.....	71
Figura 24: Cárcavas ocasionadas por las fuertes escorrentías en un lugar donde las acequias ya no ejercen ninguna función.....	72
Figura 25: Diques saturados por sedimentos arrastrados por las fuentes escorrentías.....	73
Figura 26: Tipo de vegetación boscosa que predomina en el área protegida de la fuente.....	73
Figura 27: Acequias en mal estado por la falta de mantenimiento.....	74

## **ANEXOS**

- Anexo 1 Mapa de la red de drenaje de La Concepción
- Anexo 2 Mapa de la red de drenaje de Arenales
- Anexo 3 Mapa de la red de drenaje de Cayantú
- Anexo 4 Identificación de los agentes involucrados en la experiencia
- Anexo 5 Actividades que constituyen el proceso general en la ejecución del proyecto piloto
- Anexo 6 Censo poblacional de la comunidad La Concepción
- Anexo 7 Censo poblacional de la comunidad Arenales
- Anexo 8 Censo poblacional de la comunidad Cayantú
- Anexo 9 Concepción aforos realizados
- Anexo 10 Arenales aforos realizados
- Anexo 11 Cayantú aforos realizados
- Anexo 12 Cálculos del área de protección o área suficiente
- Anexo 13 Plan de entrevistas dirigido a personas involucradas en la experiencia en las tres comunidades en estudio
- Anexo 14 Plan de entrevista dirigido a Hector Valdivia Lazo

## I. INTRODUCCIÓN

Nicaragua es un país con una gran variedad climática pero con un gran potencial hídrico, tanto en fuentes de agua superficial como en fuentes subterráneas. Se dispone de agua suficiente para satisfacer todas sus necesidades presentes y futuras para usos domésticos, industriales y riego complementario, con un volumen promedio de agua que cae en el país de 270060 millones de metros cúbicos por año (CEPAL, citado por Echeverry, 1992).

En el sector rural la problemática del agua se agudiza cada día por cuanto el uso de la tierra no corresponde en muchas ocasiones con las capacidades reales de uso de estos suelos, sobre todo en zonas donde las fuentes de agua son de caudales discretos y régimen pluviométricos pobres y/o anormales.

Por otro lado los proyectos tienden a actuar de manera aislada durante su vida útil, concentrando sus recursos en áreas geográficas definidas, y por lo general, no se tiene acceso a las experiencias documentadas de estos proyectos y de los diferentes actores en otras zonas (PNUD, 2000)

Existen esfuerzos que desde hace algunos años se realizan con apoyo de organismos internacionales como Cooperación Suiza Para el Desarrollo (COSUDE), dirigidos al saneamiento en zonas rurales y sobre todo al abastecimiento del recurso agua en zonas sensibles de ese vital líquido. Muchas fuentes de agua, que por sus características han sido vulnerables y menguadas en sus caudales son ahora objeto de atención para su recuperación en algunas zonas del país.

Este estudio fue realizado en zonas críticas del departamento de Estelí (comunidades La Concepción y Arenales) y Madriz (comunidad Cayantú), surgiendo como una necesidad de sistematizar y analizar estas experiencias, que pueden ser transferibles a otras zonas o comunidades con problemas similares.

El propósito de la sistematización, debe contribuir a propiciar la observación, la visualización de la realidad de la experiencia que sistematiza, la experimentación y sobre todo a que los participantes en la experiencia de recuperación de fuentes de agua puedan expresar sus opiniones, ser críticos y analíticos en sus experiencias y sobre su entorno. En fin, estas experiencias de sistematización deben abrir el espacio para que tenga lugar una cultura permanente de curiosidad intelectual de cuestionamiento, reflexión, redescubrimiento y recreación constante de la realidad (PASOLAC 2000).

La importancia del presente trabajo se centra en tomar experiencias vividas, como ejemplos reales en la solución de un verdadero problema como es la escasez de agua en zonas semiáridas, buscando siempre las alternativas más factibles y efectivas que se puedan aplicar. Una experiencia es un punto de partida para realizar un trabajo en recuperación de fuentes en situaciones y condiciones similares; es por eso la necesidad de la sistematización para el ordenamiento y análisis de la información existente en cada experiencia vivida, y posteriormente ser utilizada como una guía de indicadores en donde se utiliza la alternativa más conveniente y se evita cometer los mismos errores.

Por tanto este trabajo está dirigido a obtener información sistematizada de las experiencias vividas en los lugares señalados o de las acciones desarrolladas para la recuperación de fuentes de agua, sobre las cuales se han desarrollado acciones, mediante un proyecto piloto, para garantizar el agua a las comunidades objeto de este estudio.

## **Objetivos**

### **General**

- Sistematizar las experiencias desarrolladas por el proyecto piloto sobre recuperación de fuentes de agua en zonas críticas en las comunidades La Concepción municipio de La Trinidad y Arenales municipio de Condega en el departamento de Estelí y la comunidad Cayantú municipio de Totogalpa departamento de Madriz, que sirva como documentación de apoyo en la planificación de proyectos similares.

### **Específicos**

- Caracterizar las fuentes de agua en las comunidades La Concepción, Arenales y Cayantú sobre las cuales se han desarrollado acciones para su recuperación.
- Evaluar los regímenes pluviométricos y establecer su incidencia en el deterioro y/o recuperación de fuentes de agua en las referidas zonas críticas.
- Evaluar las actividades de Manejo Sostenible de Suelos y Agua (MSSA) y determinar indicadores para la recuperación de fuentes de agua, atendiendo el tipo de uso.
- Valorar la aceptación y participación de las comunidades en la ejecución de las actividades de Manejo Sostenible de Suelos y Agua (MSSA) para la recuperación de fuentes hídricas.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Sistematización de experiencia

La sistematización se define como la interpretación crítica de una o varias experiencias que, a partir de su ordenamiento y reconstrucción, descubre o explícita la lógica del proceso, como se han relacionado entre sí, y por qué lo han hecho de ese modo (Jara, 1998; citado por FIDAMERICA PREVAL, 2000).

Según el PNUD (2000) El término experiencia etimológicamente proviene del latín *experientia*, *experiri* que es igual a ensayar, conocimiento de la práctica, experimento, es decir, situación o suceso que confiere conocimiento con la práctica basándose en ensayo, prueba o comprobación.

¿Qué es sistematización de experiencias?

Es la acción de recopilar de manera ordenada y completa una serie de datos sobre una experiencia con fines de análisis, y que incluyen al menos: la identificación de los pasos o hitos del proceso, la presentación de los procesos, la presentación de los actores que intervienen en la secuencia de los pasos dentro del proceso, descripción de las actividades, la forma y método de cómo se realiza cada paso, sus debilidades y fortalezas.

La sistematización es un proceso continuo de reflexión participativa entre los actores acerca de los resultados de una práctica. En la sistematización se incluye la presentación de los hechos sobre la base de recuperar el saber cotidiano, la valoración del sentido común de los actores, y la presentación de las visiones de los diferentes sectores a cerca de los resultados de una experiencia.

La sistematización en un sentido práctico, conlleva una reflexión global sobre una práctica alrededor de los siguientes aspectos:

- Análisis y repensamiento sobre las actividades del trabajo desarrollado y la participación de los diferentes actores.
- Métodos aplicados para la obtención de los resultados.
- Dificultades, problemas y contradicciones. ¿Cómo surgen y como se resuelven?
- Dinámica de la planificación y de ejecución de acciones.
- Fortalezas, debilidades y oportunidades.

Productos de la sistematización.

- Conocimiento o "lecciones aprendidas."
- Métodos y procedimientos probados.
- Identificación de procesos de desarrollo.
- Indicadores de progreso hacia la finalidad.

## **2.2. Gestión de los recursos hídricos**

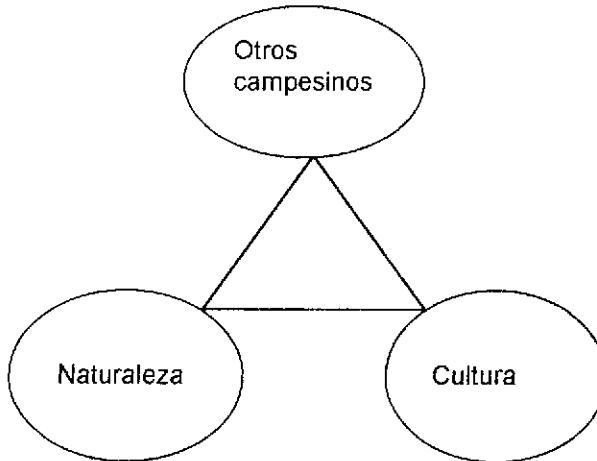
CEPAL (1998) señala que el agua es uno de los elementos básicos del medio natural que permite el desarrollo de la vida, por lo que tiene un valor que va mucho más allá de una tasación puramente económica, dado que sirve para satisfacer las demandas de su aprovechamiento valorizándose su cantidad, calidad, lugar y tiempo.

La gestión del agua se realiza con relación a dos aspectos: la gestión de la oferta del recurso (a veces simplemente denominado gestión del recurso) y la gestión de la demanda del recurso (o gestión de su uso o aprovechamiento). La oferta y la demanda se compatibilizan según regiones hídricas conformadas por una o más cuencas hidrográficas naturales interconectadas y por los sistemas hídricos construidos para regular dichas cuencas. Gracias a esta gestión se podrán conectar, motivar y coordinar los múltiples usuarios del agua.



### **2.3. El análisis en el mundo campesino del problema hídrico**

Según la UNESCO (1986) el mundo rural o mundo campesino, no sólo es un medio de vida, sino y sobre todo, un modo de vida.



El campesino vive en permanente relación e interacción con su cultura, con otros campesinos y con la naturaleza. Como todos los hombres, es "un ser de relaciones en un mundo de relaciones". El campesino y su familia viven cotidianamente utilizando los conocimientos y tecnologías, lo que les permite tomar sus decisiones; su sustento depende de su facultad de decidir. El debe administrar sus fuerzas, sus recursos económicos, su tierra, su ganado, su tiempo, sus relaciones sociales, etc., debido a lo cual, el campesino es un especialista práctico que toma en consideración en sus decisiones globales, todos estos aspectos como conjunto. Por ello los técnicos deben comprender la racionalidad de estas decisiones, para poder aportar en mejor forma su contribución específica. Ello es solo posible si se establece un diálogo profundo entre ambos: técnicos y campesinos.

Por otra parte, en la naturaleza el agua está en permanente movimiento, conformando el ciclo del agua. Este flujo o movimiento es el que le otorga una gran parte de su importancia vital; ésta determina la necesidad de considerar y analizar el tema en forma global.

El agua puede ser destinada a distintos usos; existen lugares y momentos en que se debe decidir entre diferentes usos, cuando la cantidad o calidad de agua disponible no es suficiente.

#### **2.4. Administración del agua**

Ochoa (1996) señala que la gestión de los recursos hídricos está cobrando mayor importancia cada día y que el aumento poblacional, el cambio de las condiciones climáticas y morfológicas en las cuencas, utilizadas en el suministro de aguas, hacen que el recurso sea cada vez más escaso y, por ende, más necesario de ser administrado de una manera eficiente, buscando conciliar los diferentes intereses de los usuarios.

En los últimos años se han producido ciertas tendencias en los enfoques de cómo gerenciar los sistemas de abastecimiento de aguas, ya sea para riego o consumo humano e industrial. Ciertamente la descentralización de las empresas gestoras ha permitido una mayor reacción de cómo resolverlos; la generación de recursos locales reinvertidos en sus propios sistemas comienza a dar frutos en ciertas regiones; la correcta gestión de los recursos hídricos es un buen comienzo para lograr el desarrollo sostenible.

#### **2.5. Factores culturales relacionados al deterioro del recurso en el departamento de Estelí**

DANIDA (1998) señala que toda actividad humana involucra cultura, por lo que el manejo del agua ha de involucrar factores culturales importantes, dada la importancia asignada al recurso.

La población estudiada por la Comisión Nacional de los Recursos Hídricos en la zona de Estelí, identifica como causas principales del deterioro del recurso agua a factores relacionados al manejo de recursos naturales y contaminantes; de algún modo, la falta de una cultura de manejo sustentante de recursos naturales y

contaminación, son factores fundamentales del manejo del agua y que la población percibe primeramente el problema

La existencia de despale, mal manejo de cuencas, las quemas, la corrupción, la falta de control de calidad de las aguas y el desarrollo de prácticas contaminantes de manera generalizadas, señalan que en la sociedad existe una cultura del agua muy dispersa y que no logra articularse como una visión integrada del recurso. En la sociedad no existe una visión del agua como un valor cívico; es decir, como algo que relaciona a los individuos con la comunidad.

## **2.6. *Uso del agua***

Santana (1984) menciona que el agua es un líquido vital que tiene uso industrial, humano, pecuario, agrícola, entre otros. En las fábricas se utiliza el agua, en los sistemas de enfriamiento, en las concentraciones de grupos humanos es necesario la construcción de instalaciones para el suministro de agua para el consumo; en los potreros y áreas dedicadas a la ganadería, se hacen abrevaderos para suministrar agua al ganado; y en las áreas de producción agrícola se construyen sistemas de riego, para proporcionar a los cultivos el agua necesaria para su desarrollo y lograr así una producción adecuada.

Para una acción planeada sobre el uso del agua disponible se requiere de la evaluación de este recurso, que se presenta como lluvia, escorrentia superficial, y subterránea; así como también, medir su grado de agotamiento en el suelo por los procesos de evapotranspiración, percolación profunda y las pérdidas que implica su manejo (conducción y distribución).

## **2.7. *El modelo dominante de uso y manejo del agua***

Según la UNESCO (1986) establece que el medio rural es un escenario de alta complejidad donde interactúan los hombres y sus actividades, con el medio ambiente. A su vez, el medio rural intercambia con la región o con el país.

Del conjunto de relaciones de los hombres y sus actividades, de las actividades y el medio ambiente, y del mundo rural con la región y el país, surgen las actuales condiciones de marginalidad creciente en que se encuentran las poblaciones rurales. Se ha intentado revertir esta situación de marginalidad rural con diversas respuestas que podrían describirse como un modelo conceptual de acción dominante caracterizado por:

- a) Introducción de modelos tecnológicos exógenos (generados para otras condiciones ambientales y culturales) que incrementan el deterioro ambiental, económico y sociocultural de las comunidades rurales.
- b) Desconocimiento de la lógica campesina y por consiguiente, un desconocimiento de sus necesidades básicas y de los valores desde donde los campesinos toman cotidianamente sus decisiones.
- c) Se han utilizado sistemas de educación, capacitación y difusión que no respetan las características culturales locales.

En los aspectos particulares del desarrollo hídrico se tienen:

- Formación universitaria para grandes obras y no para el aprovechamiento de las pequeñas fuentes de agua (macrohidráulica versus microhidráulica).
- Diseño de obras con materiales escasos en el medio rural (hierro, cemento, hormigón, etc.)
- Exclusión de los usuarios en el manejo de las obras y de las instituciones hídricas.
- Desproporción entre los recursos económicos destinados a la ejecución de las obras y las que se destinan a capacitación, organización y desarrollo integral de las comunidades.

El proceso de desarrollo hídrico que la UNESCO (1986) propuso es un proyecto de futuro que hay que crear. La estrategia que se propone es la de "la

gestión local de los recursos para el desarrollo hídrico" basados en la animación del desarrollo sociocultural y el análisis global del problema hídrico.

## ***2.8. El manejo de cuencas como un medio para proteger los recursos hídricos***

Delgado (1992) establece que tanto las actividades humanas como los fenómenos naturales pueden ser causa de deterioro del medio ambiente pero, generalmente, son las actividades humanas las que producen daños máximos; a través de la explotación excesiva y el uso irracional de los recursos naturales.

El incremento de la población humana y ganadera esta reduciendo rápidamente los recursos hídricos, ya que los sistemas suelo vegetación no pueden soportar los niveles de uso actual, es decir, la capacidad de carga de esas tierras esta siendo excedida. Al incrementarse la población, la presión sobre los bosques, tierras de cultivo y tierras marginales conlleva la adopción de prácticas inadecuadas de cultivos, deforestación y sobrepastoreo.

Es por eso que el manejo de la cuenca provee soluciones efectivas a muchos problemas relativos a las tierras, agua y vegetación, es una alternativa válida y factible para mantener la calidad de agua, regular el régimen hídrico y aumentar el suministro de agua a pueblos y ciudades.

## ***2.9. Función hidrológica del bosque***

Santana (1984) explica que el caudal de los ríos es el resultado del exceso de agua precipitada en un área, luego de la demanda por el ambiente y almacenaje en los diversos componentes de los ecosistemas naturales.

Al analizar el ciclo hidrológico se percibe que la escorrentía es un componente de éste y como tal está relacionado con el transporte de agua a través del aire, sobre y en el suelo, en los océanos y otros cuerpos de agua. La cobertura boscosa es un componente importante del ciclo hidrológico y como componente del suelo afecta los procesos de la escorrentia.

Esta función la ejerce el bosque por medio de la reducción del impacto de la lluvia, la cantidad que es interceptada y almacenada en las partes del bosque, la cantidad que es absorbida y evapotranspirada, la protección a los suelos contra la erosión y reducción de la evaporación.

### ***2.10. Influencia de la cobertura boscosa en el régimen hidrológico de la cuenca***

Santana (1984) señala que el papel de la vegetación y manejo en el régimen hidrológico de las cuencas, es un factor importante en la producción y almacenamiento del agua.

Resultados de estudios demuestran que el manejo de la cobertura vegetal, específicamente el manejo de la tala de bosques aumenta significativamente el rendimiento hídrico de la cuenca. Por lo tanto, es de suma importancia que los usuarios de los recursos tierra y agua tengan conocimientos de estas técnicas de manejo, entendiendo sus efectos, pronosticando los resultados de la alteración de los factores que afectan la producción hídrica, lo cual les permitirá tener un conocimiento básico de la función hidrológica de la vegetación y de diversas prácticas de manejo de vegetación en el manejo de los recursos hidrográficos.

### ***2.11. Importancia de la conservación de suelos y aguas***

Según la FAO (1995) la alimentación de los mantos acuíferos esta estrechamente ligado a la conservación de suelos y aguas, de ahí la importancia de controlar el volumen y velocidad del escurrimiento superficial de las aguas.

Se han realizado investigaciones detalladas a lo largo de muchos años sobre los procesos del impacto de la pluviosidad, el escurrimiento y la erosión, y sobre la mecánica de minimizar sus efectos. La incorporación de estos resultados en los planes de uso de la tierra, sobre la base de la caracterización y clasificación de las capacidades de uso de la tierra y de sus aptitudes, ha conducido al desarrollo de sistemas de uso de la tierra, que desde el punto de vista técnico, son

capaces de enfrentar eficazmente el escurrimiento y de sostener el suelo en las laderas de los cerros.

No es posible cambiar la intensidad de la lluvia, pero si se puede reducir su erosividad y aun eliminarla mediante la interposición de una cubierta cerca de la superficie del suelo o sobre ella; la protección adecuada de este tipo de superficie puede mantener su porosidad y sostener las tasas de infiltración.

### **2.12. Función del agua subterránea**

El agua subterránea desempeña una función importante en la disponibilidad de recursos hídricos. El sistema tradicional de evaluar los recursos hídricos por medio de la esorrentia fluvial, pasa a menudo por alto este hecho. Un tercio del caudal de los ríos procede de acuíferos subterráneos, los cuales representan el componente más estable del flujo superficial (caudal permanente). En las zonas áridas y semiáridas, donde los acuíferos no están conectados sistemáticamente con la red fluvial, y donde el agua superficial es rara y está desigualmente distribuida, el agua subterránea ofrece una fuente de agua fiable. El agua subterránea sirve por lo general de protección contra el déficit estacional de lluvia (FAO, 1995).

### **2.13. Prácticas mecánicas para el control de la erosión y almacenamiento de agua**

Morales (1999) indica que al planificar obras de defensa de suelos, es necesario diseñar estructuras que encausen debidamente el agua de esorrentía a velocidades no erosivas, hacia lugares debidamente protegidos de vegetación.

El grupo de prácticas conservacionistas de tipo mecánico comprende todos aquellos trabajos de conservación de suelos que son de naturaleza física, tales como la construcción de canales, terrazas, acequias de laderas, bordos de contención entre otros.

A continuación se describen las obras físicas utilizadas por el proyecto de conservación de suelos y aguas impulsados por INAA/COSUDE (1994).

### **2.13.1. Terrazas**

Es un terraplén formado entre los bordos de la tierra, o la combinación de bordos y canales, construidos en sentido perpendicular a la pendiente del terreno a intervalos fijos, con el propósito de que la escorrentía superficial sea interceptada, se reduzca su velocidad (a límites no erosivos) y se disminuya la longitud de la pendiente. En áreas de precipitación pluvial elevada, se utilizan para el control de desagüe y en zona de lluvias escasas para la conservación del agua.

Las terrazas son terraplenes angostos construidos en curvas a nivel utilizados para reducir la longitud y lo escarpado de la pendiente y para interceptar la escorrentía y guiarla a un desagüe estable a una velocidad no erosiva (Morgan; citado por Morales, 1999).

La utilización de estas estructuras no se justifica económicamente en tierras que pueden protegerse con métodos menos costosos; pero en los suelos erosionables, en terrenos de ladera y en regiones de precipitación abundante su establecimiento y construcción se justifica.

### **Beneficios obtenidos**

- Reduce la erosión del suelo
- Aumenta la infiltración del agua en el suelo.
- Disminuye el volumen de escurrimiento que llega a las construcciones aguas abajo.
- Desaloja la excedencia de agua superficial a velocidades no erosivas.
- Reduce el contenido de sedimento en las aguas de escorrentía.
- Mejoran la superficie de los terrenos, acondicionándolas para las labores agrícolas.



De acuerdo con el manual de conservación de suelos y agua del Colegio de Posgraduados de Chapingo, México citado por Morales, (1999); el espaciamiento entre terraza se puede calcular así.

$$I_v = (2 + P/364)(0.305)$$

Donde:

$I_v$  : Intervalo vertical (metros)

$P$  : pendiente del terreno (%)

$3$ : factor que se utiliza en áreas donde la precipitación anual es menor de 1200 milímetros.

$4$ : factor que se utiliza en lugares donde la precipitación anual es mayor de 1200 milímetros.

$$IH = (I_v/P) \times 100$$

Donde:

$IH$  : intervalo horizontal (metros)

$I_v$  : intervalo vertical (metros)

$P$  : pendiente (%)

De acuerdo con el boletín # 44 de suelos de la FAO (1986), citado por Morales (1999), el espaciamiento entre terrazas se puede determinar utilizando las siguientes Fórmulas:

$$HD = (200 / S) + 10$$

Donde:

$HD$  : Distancia horizontal (metros)

$S$  : Porcentaje de pendiente del terreno.

$$I_v (cm) = 10 \times S + 200$$

$$I_v (mts) = 2 + S/10$$

Donde:

$I_v$  : intervalo vertical entre terrazas en centímetros o metros.

$S$  : porcentaje de pendiente.

### **2.13.2. Acequias de ladera**

Son estructuras mecánicas utilizadas para el control de la erosión hídrica; constituyen una forma efectiva de capturar el agua de escorrentía y la que viene percolando a través del suelo, la cual puede ser acumulada insitu, evacuada hacia fuera del terreno o hacia tanques de almacenamiento.

Son canales angostos de 30 cm de ancho en el fondo, con taludes de 1:1 y de profundidad y desnivel variable, trazados transversalmente a la pendiente y con el uso del terreno; que puede ser utilizada en regiones de mucha lluvia y en terrenos con pendientes entre 10 y 50 %, donde el suelo sea poco profundo (menor de 50 centímetros), pesado y poco permeable.

#### **Ventajas**

- Reducen la erosión al disminuir la velocidad de la escorrentía.
- Construidas a desnivel, captan el agua de la escorrentía y la guarda hasta que entre lentamente en el suelo.
- Construida a desnivel, es muy ventajosa para parcela con suelos pasados, porque el agua que sobra sale de la parcela en forma controlada.
- Cuando se utiliza en suelos secos sirven para acumular agua dentro de los predios de los cultivos.
- Cuando se utiliza en suelos húmedos, elimina el excedente de agua de la parcela sin causar cárcavas.

#### **Desventajas**

- Reduce el área cultivable.
- Dificulta el movimiento de los campesinos cuando transportan insumos agrícolas.
- Se requiere de mano de obra para su construcción.
- Requiere de mantenimiento para su buen funcionamiento.
- Si no se construyen bien, puede formarse cárcavas.

- No se puede aplicar en suelos pedregosos, porque exigen demasiado esfuerzo.
- El espacio donde se hacen las zanjas, no se puede aprovechar para la siembra de cultivos.

El intervalo o distanciamiento entre las acequias varía con la pendiente del terreno y con la clase de cultivo que en ésta se tenga.

**Tabla 1:** Valores de distanciamiento para acequias de ladera de acuerdo a la pendiente del terreno (USDA 1981 citado por Morales, 1999)

Pendiente del terreno (%)	Distancia inclinada entre acequias (metros)	Pendiente del terreno (%)	Distancia inclinada entre acequias (metros)
12	10.5	32	8
14	10.5	34	7.5
16	10	36	7
18	10	38	7
20	9.5	40	6.5
22	9	42	6.5
24	9	44	6
26	8.5	46	6
28	8.5	48	6
30	8	50	6

### 2.13.3. Barreras de piedra

Las barreras de piedra también denominadas muros de retención de piedra o terrazas de retención de piedra, son estructuras construidas con material muerto a lo largo de las curvas a nivel y a distancias determinadas, colocadas en sentido transversal a la pendiente del terreno con el propósito de desviar y reducir la velocidad del agua de escorrentía, atrapar y retener en forma de deposición los sedimentos provenientes de la parte superior de los terrenos, controlar la erosión en las pendientes escarpadas, y formar una terraza natural a través del tiempo. Se recomienda establecerlas en suelos en que la pedregosidad superficial en las áreas de cultivo pueda ser removible y en tierras de ladera con pendientes menores del 50 %.

#### Ventajas

- Reduce la erosión al disminuir la velocidad del agua y favorece la retención del suelo.

- Se aprovechan las piedras que en muchas parcelas abundan y estorban.
- Facilitan las labores de cultivo al dejar el terreno libre de piedra.
- Permanencia una vez establecidas.
- Favorece la formación progresiva de terrazas.
- Representa una inversión a largo plazo.
- Requieren poco mantenimiento, lo que hace que el costo de mano de obra sea más bajo que el de terrazas de banco.

### Desventajas

- Se requiere mucha mano de obra para arrancar, mover y arreglar las piedras.
- A corto plazo el resultado no es inmediato.
- Si el productor inicia esta obra sin estar seguro y consciente de lo que hace, puede perder fácilmente la motivación y abandonar el trabajo.
- Sólo se puede implementar en tierras pedregosas.
- Demanda mucha mano de obra al inicio de su establecimiento.
- Toma más tiempo para reducir la escorrentía y la erosión que las terrazas de banco construidas formalmente.

**Tabla 2:** Valores de distanciamiento que pueden utilizarse para establecer barreras de piedra (Velázquez D, 1992 citado por Morales, 1999).

Pendiente del terreno %	Distanciamiento horizontal en metros entre barreras
5	20
10	15
15	10
20	9
25	8
30	6
>35	6

#### 2.13.4. Diques de piedra

Es una estructura hecha de piedra que se construye sobre el cauce de una cárcava, para disminuir la velocidad del agua de escorrentía y permitir que se deposite aguas arriba de la estructura parte del material acarreado en suspensión, así mismo mejorando la infiltración del agua, con el objetivo de formar una capa de

sedimento que bajo ciertas condiciones favorables permita el establecimiento de una cubierta vegetal que estabilice totalmente el lecho de la cárcava.

Este tipo de dique se recomienda utilizarlo en cárcavas pequeñas o medianas y con un desnivel o pendiente moderada, donde la piedra sea abundante y fácil de adquirir. Un muro o dique consta de las siguientes partes:

- Cortina

La cortina sirve para retener el agua que fluye por la cárcava, reducir la velocidad de la escorrentía, aumentar la infiltración y acumulación de los sedimentos que se depositaran en la estructura.

- Vertedor

Es una escotadura ubicada en la parte central de la presa, cuya función es permitir la salida en forma controlada del agua acumulada por la cortina.

- Delantal

Es un colchón hidráulico o revestimiento que se construye en el lugar donde caerá el agua al rebasar la cresta del vertedor; su función es proteger el lecho de la cárcava e impedir que la fuerza del agua origine socavaciones que pongan en peligro la estabilidad de la estructura.

- Espaciamiento unitario

Denominado también "cabeza-pie", consiste en construir la presa en la parte donde termina el sedimento depositado por la presa siguiente que se encuentra aguas abajo.

Existen dos criterios para poder calcular el espaciamiento unitario que existirá entre una estructura y otra, estos criterios son los siguientes:

- Considerar la pendiente de la cárcava y la altura efectiva de la presa; para lo cual podemos utilizar la siguiente fórmula.

$$E = \frac{H}{P_c} \times 100$$

Donde:

$E$  : Espaciamiento unitario entre dos presas consecutivas (metros)

$H$  : Altura efectiva de la presa (metros)

$P_c$  : Pendiente de la cárcava (%)

- Considerar la pendiente de los sedimentos que se acumulen en la obra, la altura de la presa y la pendiente de la cárcava; para ello podemos utilizar la siguiente fórmula:

$$E = \frac{H}{P_c - P_s} \times 100$$

Donde:

$E$  : Espaciamiento unitario entre dos presas consecutivas (metros)

$H$  : Altura efectiva de la presa (metros)

$P_c$  : Pendiente de la cárcava (%)

$P_s$  : Pendiente del sedimento (varía de 0.5 - 2 %)

**Tabla 3:** Distanciamiento que se pueden utilizar entre diques tomando como criterios la altura total del dique, la altura del vertedor y la pendiente del lecho de la cárcava (Velázquez D, 1992, citado por Morales, 1999)

Altura total del dique (metros)	Altura del vertedor (metros)	Pendiente del lecho de la cárcava (%)						
		5	10	15	20	30	40	50
		Distanciamiento entre diques (metros)						
0.50	0.30	6.0	3.0	2.0	1.5	1.0		
0.75	0.45	9.0	4.5	3.0	2.2	1.6	1.2	1.0
1.00	0.60	12.0	6.0	4.0	3.1	2.1	1.6	1.3
1.25	0.75	15.0	7.5	5.0	3.8	2.6	2.0	1.6
1.50	0.90	18.0	9.0	6.1	4.6	3.1	2.4	2.0

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Localización de los sitios

Este estudio se llevó a cabo en las comunidades La Concepción municipio de La Trinidad y Arenales municipio de Condega en el dpto. de Estelí y en la comunidad Cayantú municipio de Totogalpa dpto. de Madriz. (ver figura 1)

La comunidad de la Concepción está ubicada a 5 Km de La Trinidad, con elevación de 600 m; sus coordenadas son 12<sup>o</sup>59'40" Latitud N y 86<sup>o</sup>16'20" Longitud O. La comunidad de Arenales dista unos 25 Km, de la ciudad de Estelí con elevación de 600 m; se encuentra en los 13<sup>o</sup>19'18" Latitud N y 86<sup>o</sup>21'32". Longitud O. Cayantú es una comunidad indígena situada a 9 Km al este de Totogalpa, con una elevación de 650 m; se localiza en las coordenadas 13<sup>o</sup>33'03" Latitud N y 86<sup>o</sup>25'42" Longitud O.

#### 3.2. Características edafoclimáticas de las microcuencas

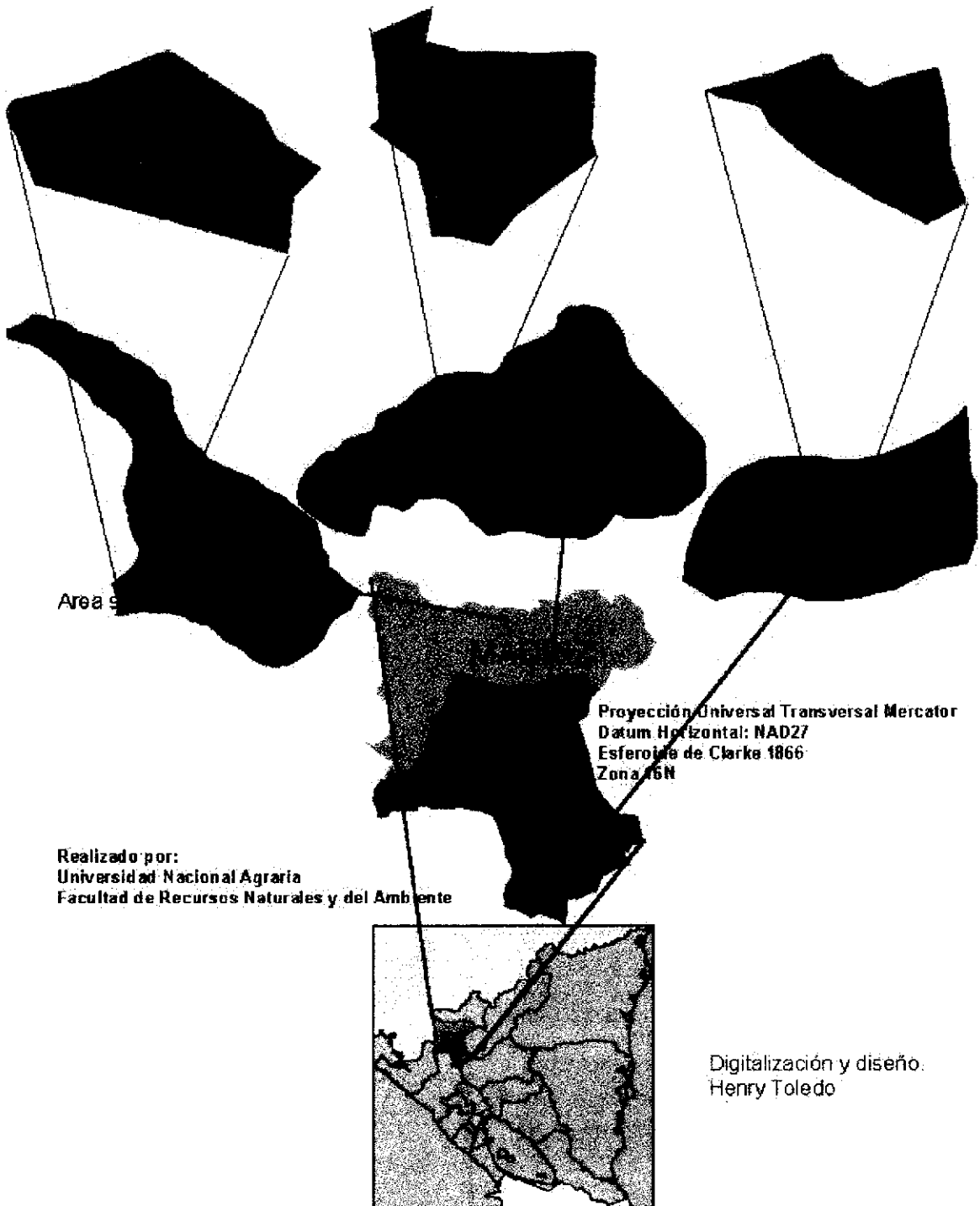
Las características están referidas a la microcuenca donde se encuentra cada comunidad, ya que al estudiar el problema hídrico, debe abordarse con un enfoque de la microcuenca.

**Tabla 4:** Características edafoclimáticas

Característica	Concepción	Arenales	Cyantú
<b>Suelos</b>			
Estructura	Buena	Buena	Buena
Textura Superficie	Franco arcilloso	Franco arcilloso	Franco arcilloso
Textura Subsuelo	Franco arcilloso y arcilloso	Franco arcilloso y arcilloso	Franco arcilloso y arcilloso
Orden	Inceptisoles	Entisol	Entisol
Formación	Coyol Superior	Coyol Superior	Metamórfica
Topografía	Escarpada	Escarpada	Escarpada
<b>Clima</b>			
Elevación (m)	500 y 700	500 y 700	650 y 1000
Precipitación promedio anual (mm)	1000	850	850
Temperatura	20 a 22 <sup>o</sup> C	22 a 24 <sup>o</sup> C	20 a 22 <sup>o</sup> C

MAG-FOR (2000)

## MAPA DE UBICACION DE LOS LUGARES EN INCIDENCIA

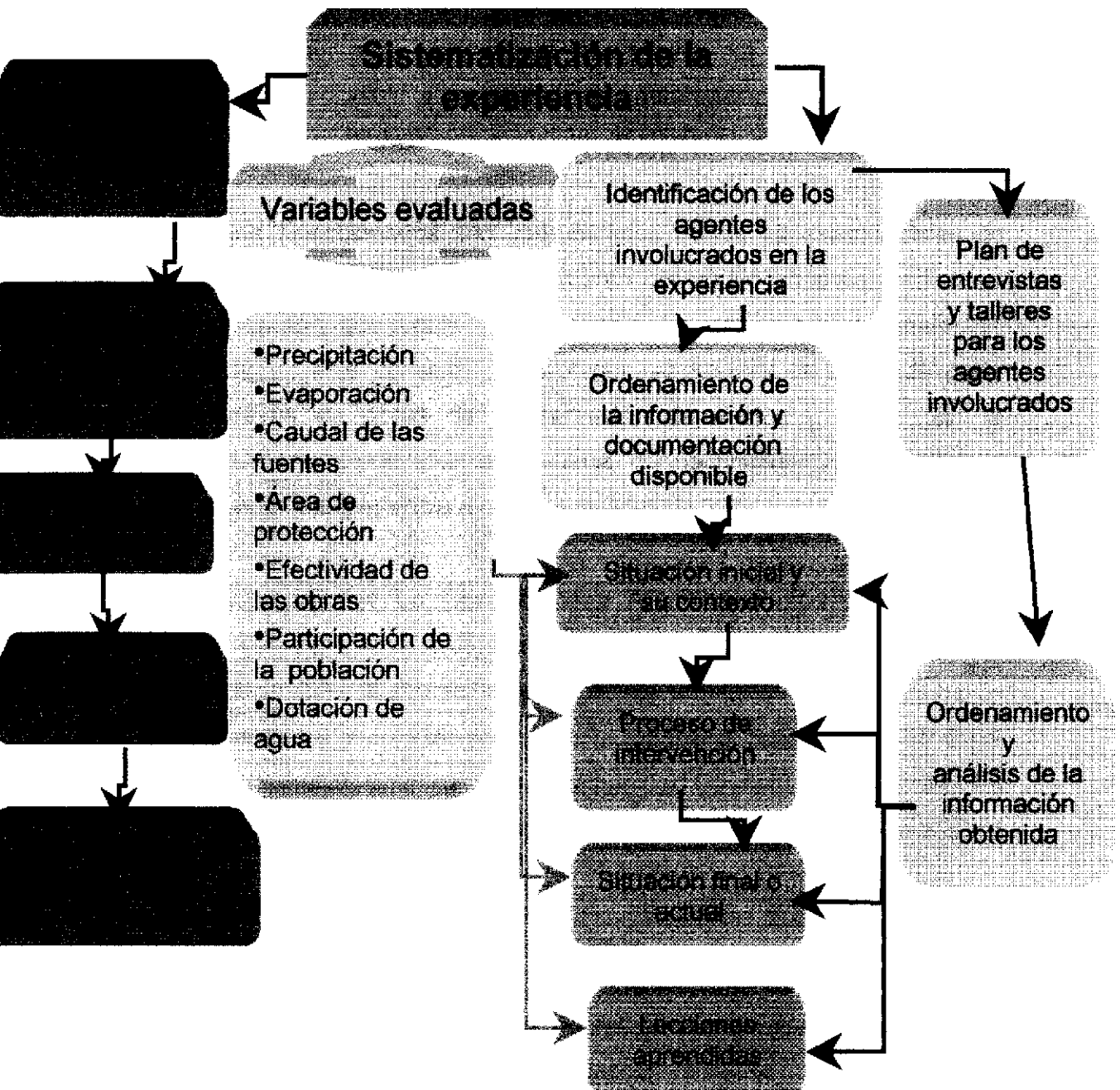


**Figura 1:** Ubicación de los lugares en incidencia



El siguiente esquema sintetiza todos los pasos que se siguieron en la sistematización de la experiencia.

## ESQUEMA METODOLOGICO



### ***3.3. Selección de los sitios y recolección de la información existente***

Para seleccionar los sitios se contó con el apoyo de la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL) de Estelí a través del Ingeniero Mayro Altamirano; se acordó hacer el estudio en tres comunidades: La Concepción y Arenales en Estelí y Cayantú en Madriz. Estos lugares se seleccionaron por tener más completa la información del proyecto ejecutado. Posteriormente se procedió a recolectar la información existente en los expedientes que se encontraban en las oficinas de ENACAL de Estelí y Somoto.

Estos sitios seleccionados son comunidades donde ya existen obras de abastecimiento de agua, que en algún momento disminuyó en gran medida su caudal o por completo y que fueron beneficiadas por el proyecto de recuperación de fuentes de agua; éste consistía en proteger las fuentes de agua de cada comunidad a través de obras de conservación de suelos y agua, con la participación activa de la población beneficiaria, con la finalidad de servir como modelo para replicar la experiencia a casos similares.

En las comunidades La Concepción y Arenales el tipo de obras de abastecimiento de agua que existen son miniacueductos por gravedad, caracterizado por una pila de captación de manantial, una tubería que la une a una pila de almacenamiento y de esta pila parte la tubería a cada puesto de agua existente en la comunidad. En el caso de la comunidad Cayantú el tipo de obra es un pozo excavado a mano que tiene instalado una bomba manual para extraer el agua.

### ***3.4. Reconocimiento de los sitios seleccionados***

Una vez seleccionados los sitios se realizó un reconocimiento de estos en coordinación con los técnicos de campo de ENACAL de Estelí y Somoto, a través de visitas y consultas, identificando los lugares donde se ubican las pilas de captación y pilas de almacenamiento, así como los límites del área suficiente en

cada sitio. También se realizaron aforos en los manantiales de la Concepción y Arenales y medición de la columna de agua en el pozo perforado en Cayantú.

### ***3.5. Evaluación de las obras de conservación de suelos y agua***

En las visitas realizadas a cada sitio en estudio, se realizaron mediciones físicas de las obras de conservación de suelos y agua como acequias, diques de piedra, semiterrazas, y barreras de piedra, para posteriormente corroborar las dimensiones de su construcción con las recomendadas técnicamente.

### ***3.6. Digitación y procesamiento de la información***

Se utilizó el sistema de posicionamiento geográfico (GPS) para georeferenciar los puntos tales como: fuentes de agua, pilas de almacenamiento y el perímetro de las áreas suficientes, con el fin de calcular la extensión de cada sitio. Por medio de la digitalización se obtuvo la ubicación de cada microcuenca y el cálculo de sus áreas, con el objetivo de sobreponer los mapas existentes de los mismos sitios, correspondientes al uso potencial del suelo, uso actual, confrontación de uso y poder inferir sobre la condición en que se encuentra actualmente cada sitio estudiado.

Los mapas generados se elaboraron utilizando el programa **Arc View 3.1**, ocupando información obtenida en los sitios de estudio como coordenadas de los límites de cada área suficiente, ubicación de las fuentes de agua y pilas de almacenamiento, el resto de la información contenida en los mapas, se obtuvo de hojas topográficas de la zona, y los mapas agroecológicos, geológicos y taxonómicos de Estelí y Madriz que el Ministerio de Agricultura y Ganadería ha elaborado.

### ***3.7. Caracterización del uso de los suelos en las microcuencas***

Esta parte se incluye con el propósito de conocer las condiciones que prevalecen en cada microcuenca y que influyen en gran manera en la recarga de los mantos

acuíferos en cada sitio. Esta caracterización incluye: erosión de los suelos, limitaciones de los mismos, uso potencial, uso actual y confrontación de uso, estos datos fueron extraídos de los mapas agroecológicos elaborados por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Forestal (MAG-FOR).

### ***3.8. Identificación del eje de la sistematización***

Este es el punto de inicio de la sistematización y se identificó haciendo la pregunta de porqué se quiso sistematizar esta experiencia y no otra, donde se considera que el proyecto piloto de recuperación de fuentes de agua tuvo sus aciertos y desaciertos en sus objetivos de recuperación de dichas fuentes, en este caso el estudio se realiza con el propósito de identificar las condiciones que favorecieron el éxito del proyecto piloto en la recuperación de fuentes de agua en algunas comunidades y las condiciones que incidieron en el fracaso en otras comunidades.

### ***3.9. Identificación de los agentes involucrados en la experiencia***

Las personas involucradas fueron identificadas a partir de los expedientes de cada comunidad, donde se seleccionaron los que debían participar en el ejercicio de la sistematización, tomando en cuenta la importancia del papel cumplido en la experiencia como la participación en la toma de decisiones, quiénes aportaron los recursos materiales, humanos, financieros y técnicos; quiénes recibieron los beneficios o perjuicios directos de la experiencia.

### ***3.10. Recopilación y ordenamiento de la información y documentación disponible***

La información existente se obtuvo por medio de ENACAL de Estelí y de Somoto, quienes tenían en su poder los expedientes de esta experiencia en todas las comunidades. Con el expediente de cada sitio se ordenó cronológicamente la información, partiendo del eje de sistematización, considerando cuatro momentos

esenciales **la situación inicial, proceso de intervención, la situación final y las lecciones aprendidas** de la experiencia.

Se elaboró una guía de preguntas para las entrevistas y talleres para completar adecuadamente la información, los hitos de las experiencias y corroborar la información existente y ordenarla basada en los cuatro momentos esenciales de la experiencia (véase anexo 13).

### **3.10.1. La situación inicial y su contexto**

Aquí se describió el problema que se quería resolver en cada comunidad en ese momento, con respecto a la recuperación de las fuentes de agua, que por consiguiente es el problema al que estaba referido la experiencia en estudio.

### **3.10.2. El proceso de intervención**

En esta parte se identificaron los aspectos centrales de la experiencia y están contenidos bajo los siguientes elementos:

- Las actividades que constituyeron el proceso y la secuencia en el tiempo.
- El papel jugado por cada uno de los principales actores
- Los métodos o estrategias empleadas en las actividades
- Los medios y recursos (humanos, materiales y financieros) empleados para desarrollar las actividades.
- Factores de contexto que facilitaron el proceso.

### **3.10.3. La situación final**

Este aspecto está referido a la situación en el momento en que se realizó la sistematización. Esta descripción de los resultados se abordó comparando la situación inicial con la situación final; es decir, cuál es la situación actual de cada comunidad con respecto al problema inicial del agua potable, que efectivamente significaba un problema serio por la escasez de agua para consumo humano.

### **3.10.4. Identificación de las lecciones aprendidas**

A través de los talleres y entrevistas que se realizó en cada comunidad se identificaron también los nuevos conocimientos generados en la experiencia, los

habitantes de cada comunidad después de haberse involucrado en el desarrollo del trabajo de alguna forma adquirieron nuevas capacidades para enfrentar problemas similares al existente, y precisamente el resultado de este aprendizaje que involucra una reflexión sobre la experiencia, es el que se plantea en este punto.

### ***3.11. Plan de entrevista y talleres para los agentes involucrados***

Los talleres se organizaron con el apoyo de líderes de cada comunidad, al que asistieron entre diez y quince personas de las que participaron o tuvieron algún acercamiento con el desarrollo de las actividades de recuperación de las fuentes de agua, y así poder tener acceso a una información con mayor confiabilidad y más realista desde el punto de vista de las personas de cada comunidad. Las entrevistas se realizaron a técnicos de ENACAL y responsable de los proyectos en su momento.

### ***3.12. Ordenamiento y análisis de la información obtenida en las entrevistas y talleres***

Las preguntas fueron divididas en cuatro secciones que representaban los cuatro momentos vividos en la experiencia. Con esta actividad se logró complementar la información referida a los aspectos de la **situación inicial, procesos de intervención, situación final y lecciones aprendidas** tomando en cuenta la situación en que se encontraba cada comunidad, con respecto al problema del agua antes que se ejecutara el proyecto piloto, actividades realizadas por el proyecto, los resultados que trajo consigo este proyecto y la forma en que lo asimiló cada comunidad.

### ***3.13. Descripción de las variables que incidieron en el desarrollo del proyecto***

Las siguientes variables son las que mayormente inciden en los acontecimientos sobre el tema del agua, antes durante y después del proyecto piloto y cuyo análisis permite visualizar un mejor panorama de los cuatro momentos centrales de esta sistematización.

### **3.13.1. Precipitación**

El comportamiento de la precipitación en cada zona es determinante principal en el rendimiento de cada fuente de agua. Estos datos se tomaron de los expedientes del Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) para la estación más cercana a cada comunidad, en el caso de la comunidad la Concepción la estación pluviométrica más cerca es la del valle Santa Cruz. La estación agrometeorológica de Condega es la más cercana a la comunidad de Arenales y la estación hidrometeorológica principal de Ocotal es la más cercana a la comunidad de Cayantú.

Se consideraron los datos de las precipitaciones anuales a partir del año en que se construyeron las obras de abastecimiento de agua en cada comunidad y utilizando el programa **excel** se generó un gráfico que relaciona años y precipitación anual para establecer la tendencia o comportamiento de las precipitaciones anuales en todos esos años.

### **3.13.2. Evaporación (método de la pana)**

La evaporación es otro factor determinante en el almacenamiento de los mantos acuíferos para cada fuente de agua. Relacionando el comportamiento en el año de la precipitación mensual media y la evaporación mensual media se pudo determinar los déficit de agua durante el año. Los datos de evaporación también fueron facilitados por INETER y tomados de las mismas estaciones mencionadas en el acápite anterior.

### **3.13.3. Caudal de las fuentes**

Esta es una variable que depende de la precipitación e infiltración; los datos se obtuvieron en galones por minuto para cada fuente, de los expedientes archivados en ENACAL de Estelí y Somoto. Sin embargo, los últimos datos se obtuvieron mediante aforos realizados durante las visitas de campo a cada sitio; el comportamiento del caudal de cada fuente se dividió en dos momentos, uno en verano tomando los meses de diciembre a abril, y otro en invierno tomando los meses de junio a noviembre, es decir el año repartido en una estación lluviosa y una seca.

La tendencia del caudal de cada fuente se generó a través de un gráfico, donde se relaciona los caudales promedio por cada año en estación seca y lluviosa, tomando en cuenta todos los datos existentes a partir del año en que se llevó a cabo la construcción de las obras de abastecimiento de agua.

#### 3.13.4. Area de protección

Se calculó el área de protección destinada en la fuente de cada comunidad con el fin de determinar si realmente se corresponde con el "área suficiente" que es la superficie al interior de la microcuenca, necesaria para el mantenimiento de la productividad de la fuente de agua partiendo o tomando en cuenta lo que establece el reglamento Forestal. Dicho reglamento establece que hay que proteger 250 metros al rededor del nacimiento de una fuente de agua, este parámetro es el que utiliza ENACAL para calcular el área de protección con el siguiente procedimiento.

Primeramente se calcula el área a proteger considerando el radio que establece el Reglamento Forestal con la siguiente formula.

$$A=\pi r^2$$

$$\pi=\text{pi o } 3.1416$$

**A=área a proteger**

**r=radio alrededor de la fuente**

Se calcula el volumen precipitado durante un año tomando en cuenta la precipitación anual de la zona, y luego se multiplica el volumen precipitado por un estimado de infiltración que es del 30% de dicho volumen. Este valor se multiplica por un factor que depende del lugar donde se ubica la fuente de captación con relación a la longitud de la microcuencas (0.25 = parte media alta, 0.5 = parte media, 0.75 = parte media baja, 1 = parte baja).

Posteriormente se estima el consumo humano por persona, que según la dotación que establece ENACAL es de 32 galones por persona por día en la población rural, luego se calcula la población abastecida por año con la siguiente fórmula:

$$PA = \frac{AD}{CA}$$



PA = población abastecida

AD = agua disponible

CA = consumo de agua

Con este resultado es posible determinar con una simple regla de tres, cuál es el área a proteger en una fuente de agua para abastecer a una población existente en una zona.

### **3.13.5. Efectividad de las obras de conservación de suelos y agua**

De cada obra de conservación que se realizó en las áreas suficientes, se tomaron datos de sus dimensiones de construcción:

En las barreras muertas: intervalo horizontal.

En las acequias: intervalo horizontal, profundidad, ancho de las acequias.

En las terrazas: intervalo horizontal, ancho de la terraza.

En los diques: distancia entre diques y longitud de los mismos.

Consecuentemente se compararon estos datos calculados con las especificaciones técnicas que se describen en las referencias bibliográficas, para poder juzgar si cada obra estaba funcionando adecuadamente con todas las medidas técnicas adecuadas de construcción.

### **3.13.6. Participación de las comunidades**

En un proyecto comunal de esta categoría y con un beneficio social donde el involucramiento de la población es determinante en el éxito de tal proyecto, la participación de la población se convierte en una variable que influye grandemente para que se lleve a cabo la ejecución de todas las actividades de trabajo cuyo requerimiento de mano de obra es cuantioso, por otra parte, la adopción de una serie de técnicas para resolver problemas cruciales que afectan a una población. En el plan de entrevistas se incluyeron preguntas que hacían énfasis en la participación poblacional, para determinar si hubieron inconveniente en la ejecución del proyecto, y la adopción de la metodología del mismo.

### **3.13.7. Dotación real de agua en cada comunidad**

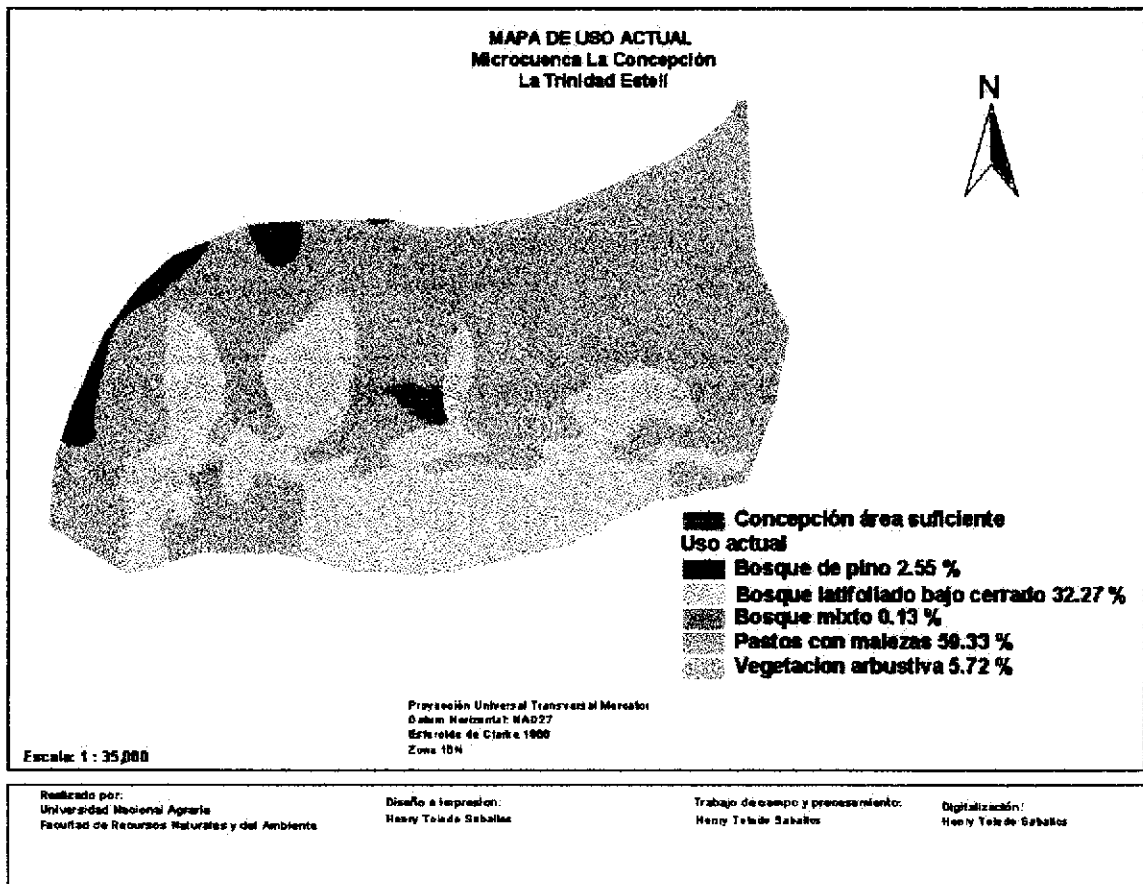
Esta es una variable que depende del caudal de cada fuente y del número de demandantes por comunidad. Para hacer la evaluación se tomó el último caudal registrado de cada fuente de agua en la época seca, con este caudal en galones por día y el número de beneficiarios, se determinó lo que le corresponde consumir a cada persona por día. Luego se comparó con la dotación establecida por ENACAL que es de 32 gls/persona/día en zonas rurales y con ello se estableció, si hay un adecuado o deficitario abastecimiento a la población.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

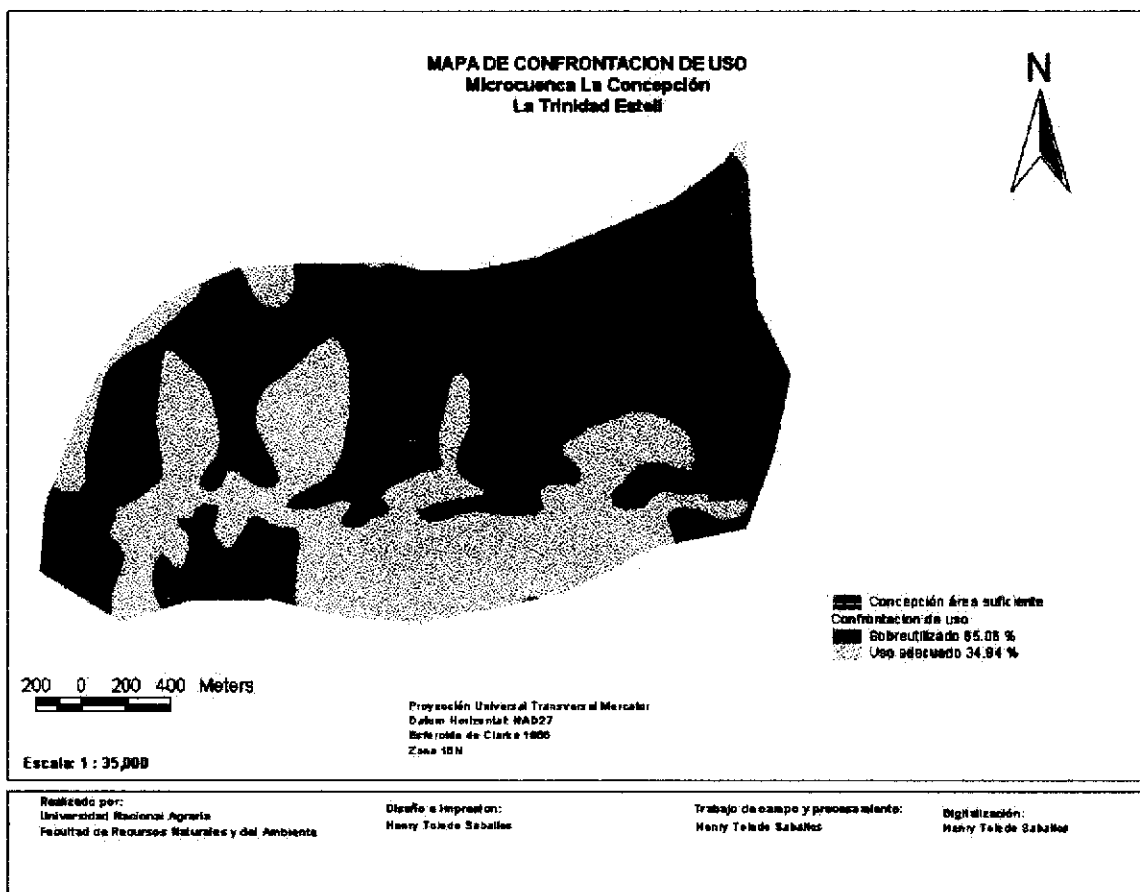
### 4.1. Uso de los suelos en las microcuencas

#### 4.1.1. La Concepción

En esta microcuenca hay una erosión fuerte en un 92% del área, en un mismo porcentaje se presentan limitaciones de suelos de poca profundidad y piedras en la superficie; el 87.6% del área tiene un uso potencial para bosque de conservación en clima fresco, con pendientes de 50-75%. Estos suelos tienen un uso actual de pastos con malezas en un 59.33 % del área (figura 2) y están sobreutilizados en un 65 % (figura 3).



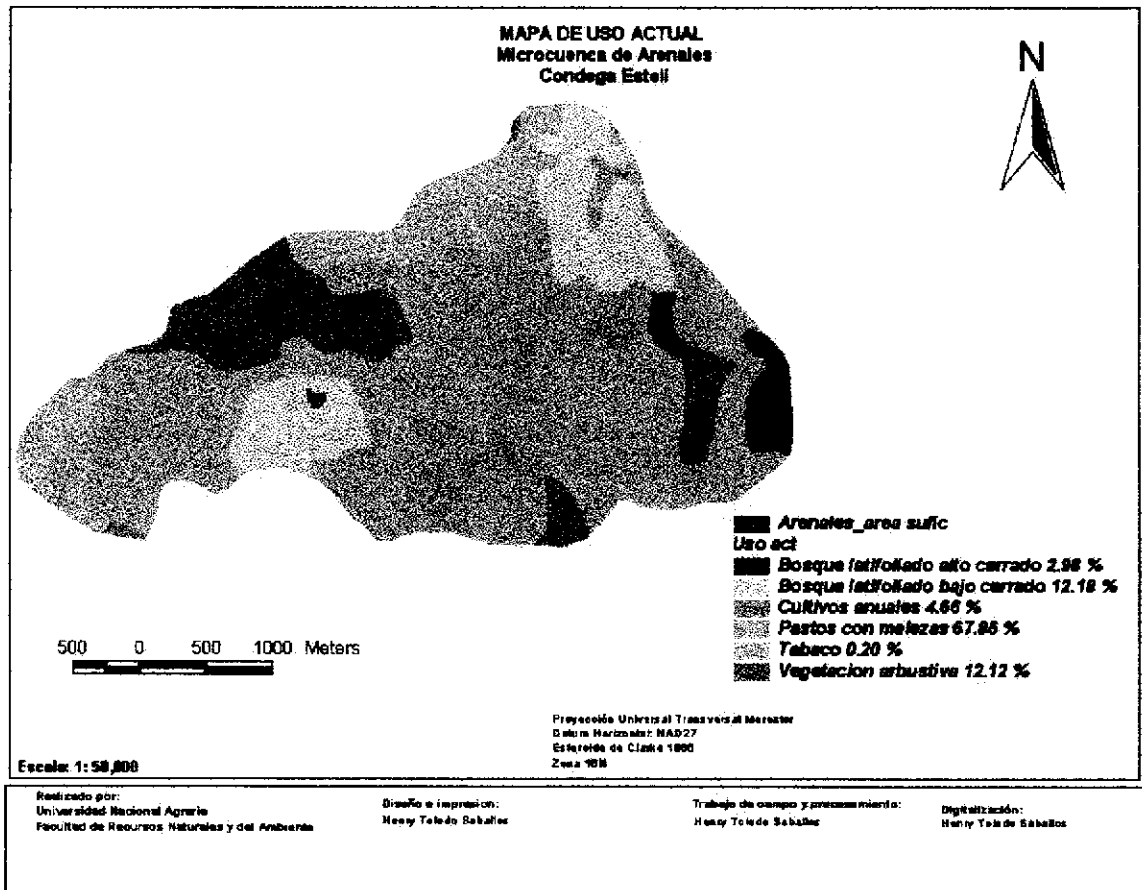
**Figura 2.** Uso actual en la microcuenca La Concepción.



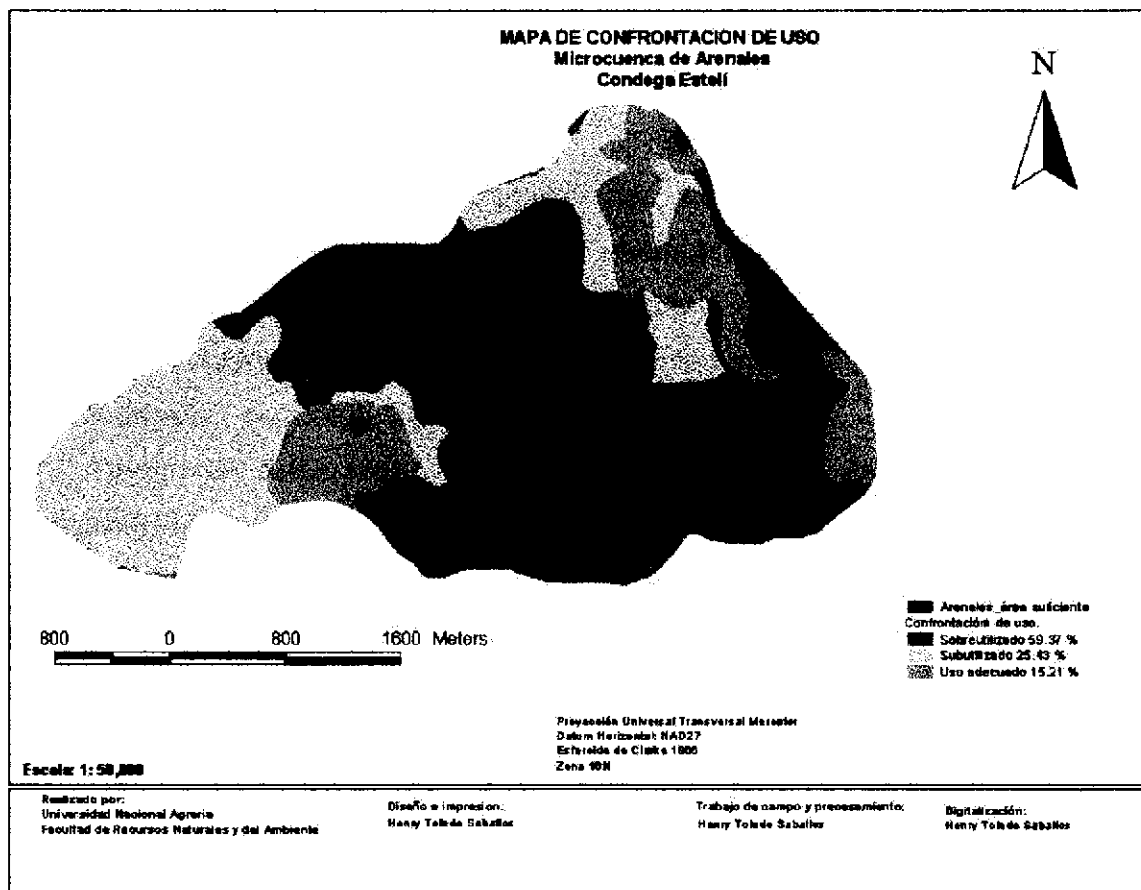
**Figura 3:** Confrontación de uso en la microcuenca La Concepción

#### 4.1.2. Arenales

El 62% de esta microcuenca presenta una erosión fuerte, aunque el área suficiente esta ubicada dentro del área donde hay una erosión leve; hay limitaciones de suelos de poca profundidad y piedras en la superficie; el 68% del territorio presenta un uso actual de pastos con malezas (**figura 4**), el resto, bosque latifoliado bajo cerrado y es donde esta ubicada el área suficiente. El 50% de la microcuenca tiene un uso potencial para cultivos perennes, de hábitat boscoso (bosque latifoliado de producción y/o café con sombra en clima fresco con pendiente de 15-50 %), el resto donde se encuentra el área suficiente tiene un uso potencial agropecuario extensivo con manejo silvopastoril. El 59% de la microcuenca esta sobreutilizada (**figura 5**), pero el área suficiente se encuentra dentro del territorio con uso adecuado.



**Figura 4.** Uso actual en la microcuenca de Arenales.



**Figura 5.** Confrontación de uso en la microcuenca de Arenales.

#### 4.1.3. Cayantú

En el 81% de la microcuenca hay una erosión severa, en el resto del área una erosión moderada igual que el área suficiente. Los suelos presentan limitaciones como piedras en la superficie y perfil; el 81% del área tiene un uso actual (**figura 6**) de pastos con malezas, el 10% bosque latifoliado bajo cerrado y un 7% incluyendo el área suficiente vegetación arbustiva. El uso potencial en todo el territorio corresponde a bosque de producción de coníferas con pendiente de 30-50%, el 90% del área se encuentra sobreutilizada (**figura 7**).

## Características hidrogeológicas

Por el tipo de obra en la comunidad de Cayantú, (pozo excavado) INAA/COSUDE realizó una caracterización hidrogeológica para ser considerada en la construcción de dicha obra.

En ésta zona las rocas metamórficas son preterciarias y son las que mayormente afloran dentro de las áreas visitadas. Son bastante impermeables, pero las fuertes cohesiones a que fueron sometidas ha originado densas redes de fractura y diaclasas que facilitan la circulación de agua dentro de ellas; se puede obtener de ellas, pequeñas cantidades de agua subterránea.

Dentro de estas rocas, las cuarzitas y los mármoles son los de mayor permeabilidad y por consiguiente son las que ofrecen mejores condiciones para encontrar agua. El pozo actual, por su ubicación, esta alimentado por el agua de la quebrada.

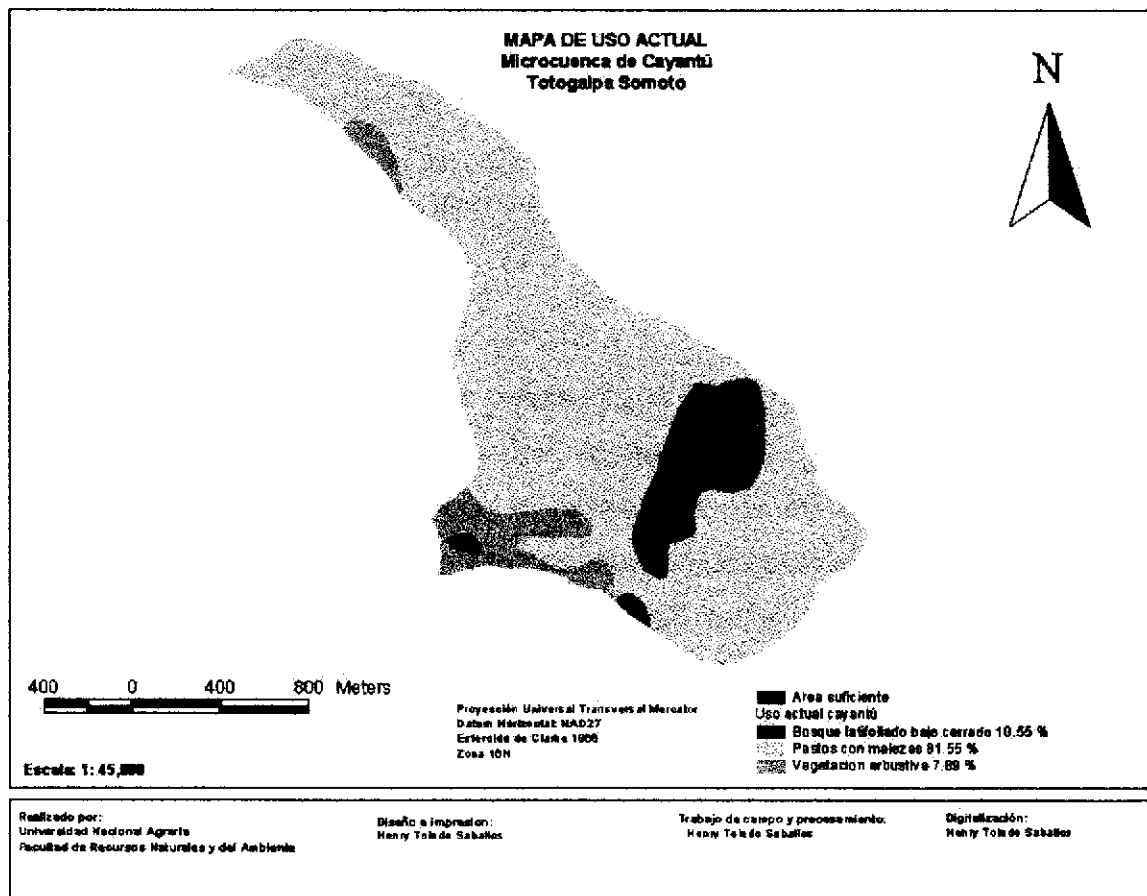
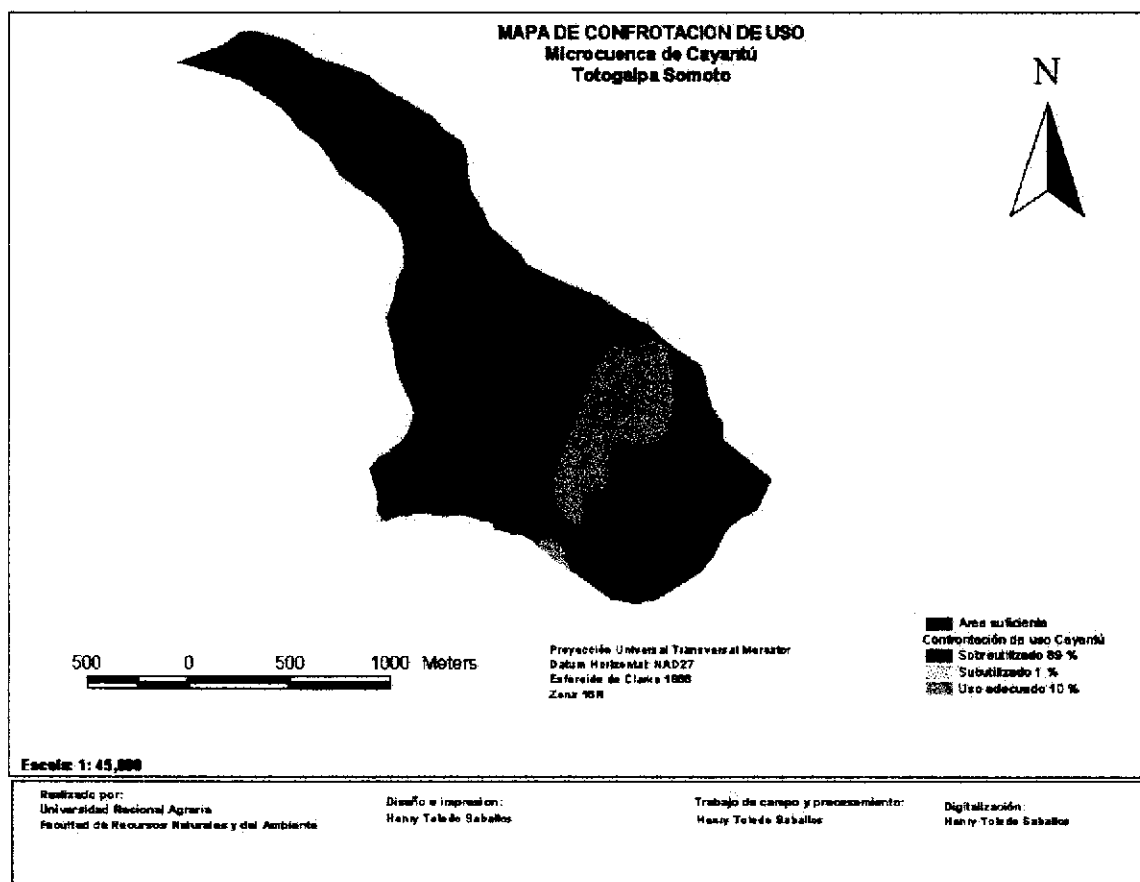


Figura 6. Uso actual en la microcuenca de Cayantú



**Figura 7.** Confrontación de uso en la microcuenca de Cayantú.

#### **4.2. Eje de la sistematización**

En varios proyectos sobre recuperación de fuentes de agua impulsados por INAA/COSUDE, no se obtuvieron los resultados que se esperaban, es decir las fuentes de agua no aumentaron el rendimiento de su caudal como un efecto positivo de las diferentes obras de conservación de suelos y aguas realizadas. Sin embargo en algunos casos se logró buenos resultados. Es por eso que el eje de la sistematización consiste en **determinar las causas de éxito y fracaso del proyecto piloto INAA/COSUDE en recuperación de las fuentes de agua en zonas críticas.**



### 4.3. Identificación de los agentes involucrados en la experiencia

En la **tabla 5** se presenta los agentes mayormente involucrados en la experiencia como: dirigentes nacionales del proyecto piloto, promotores sociales (técnicos de campo), comités de agua potable.

**Tabla 5: Actores directos de la experiencia**

Comunidad	Grupo o tipo	Representante	Participación
Para todos los sitios de estudio	Responsable del programa INAA/COSUDE-UNOM	Mayro Altamirano H	Financiamiento y Toma de decisiones
Concepción	Promotores sociales	Armando José Zabala Ruben Ramos Rivas Oscar Peralta	Realizar asambleas y capacitaciones
	Comité de agua potable	Coordinador: Roger Castellón	Organizar los trabajos
Arenales	Promotores sociales	Carlos Zeledon L. Bayron Moran M.	Realizar asambleas y capacitaciones
	Comité de agua potable	Coordinador: Luis Villareyna B.	Organizar los trabajos
Cayantú	Promotor social	Armando Zavala C.	Realizar asambleas y capacitaciones
	Comité de agua potable	Coordinador: Doroteo González	Organizar los trabajos

**Tabla 6: Actores indirectos de la experiencia**

Grupo o tipo	Representante	Participación
Directivo nacional del programa INAA/COSUDE-UNOM	Ing. Hector Valdivia	Toma de decisiones

Cada uno de estos actores jugó un papel importante en el desarrollo del proyecto piloto y son los que tienen y han brindado parte de la información de cada una de las etapas del proyecto.

#### **4.4. Situación inicial y sus elementos de contexto**

De acuerdo a la consultoría realizada en 1994 por INAA-COSUDE, se llegó a la conclusión que los proyectos de abastecimiento de agua potable implementados en muchas comunidades, no lograron ser sostenibles por diversas razones entre las que se pueden señalar las siguientes:

- El personal técnico de la Dirección de Acueductos Rurales y el Instituto Nicaraguense de Acueductos y Alcantarillados (DAR/INAA) atendía, exclusivamente, las actividades relacionadas con las obras de captación y distribución de agua. Acciones puntuales y no integrales de protección de los recursos naturales (suelos, vegetación, etc.) en las partes altas de la microcuenca; las pocas acciones realizadas, eran ejecutadas por otras instituciones u organismos.
- La reducción de la vegetación boscosa incide en la reducción del caudal de la fuente en la época seca.
- Las superficies protegidas eran muy reducidas y no ejercían influencia sobre el caudal de la fuente. Por lo general, el dueño del área era beneficiario del servicio de agua potable y ofrecía a la comunidad un área alrededor de la fuente de agua con fines de protección, que alcanza como máximo 40 m<sup>2</sup>.
- La aplicación y cumplimiento del reglamento forestal (Arto. 50; Instituto de Recursos Naturales IRENA, 1993) en el que se prohíbe la tala del bosque o el uso agrícola, en un área de 250 m en los bordes de los cuerpos de agua, ha sido poco efectiva.

- La participación de la población beneficiaria una vez construida la obra, se reducía a organizar la limpieza en el lugar de la fuente, hacer recolectas para eventuales reparaciones y si era necesario establecer racionamiento del agua.
- La capacitación al comité de agua potable (CAP) y a la población, se dirigía fundamentalmente a aspectos de saneamiento y reparaciones en el sistema utilizado. No existían acciones, al nivel de microcuencas, hacia la protección de fuente de agua que abastecen a las comunidades rurales.

#### **4.4.1. Concepción**

En 1984 el proyecto INAA/COSUDE benefició a esta comunidad con la instalación de la estructura de captación y distribución de agua potable para consumo humano, beneficiando a unas 44 familias (212 personas), tomando en cuenta la gran necesidad que presentaba esta comunidad de tener acceso al agua de buena calidad.

La fuente de agua de la Concepción funcionó bien desde el año de su construcción en 1984 hasta 1992; a partir de esta fecha comenzó a dar problemas, especialmente en época de verano.

En 1992 se determinó que el miniacueducto por gravedad se consideraba descartado por la drástica disminución de su caudal, haciéndose necesario su rehabilitación.

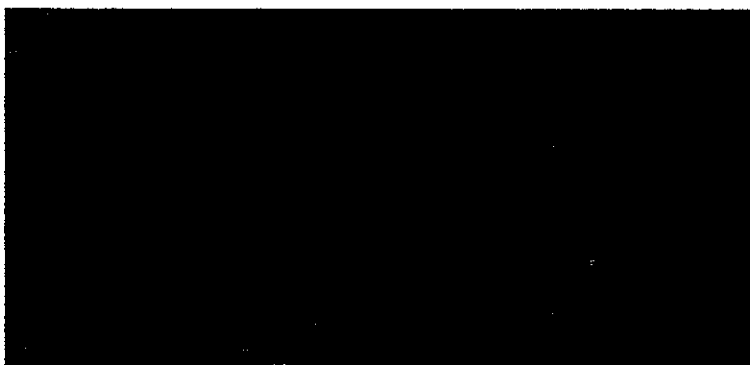
El área cercana a la fuente (área que ahora ocupa el sitio piloto) era usada para pastoreo de ganado bovino.

Los pobladores opinan que las causas por las que se secó la fuente fueron: el despale, quemas, aumento de usuarios y malos inviernos y consideran que pudieron haber ayudado a resolver el problema del agua instituciones como Alcaldías y el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA).

En 1993 la situación del sistema empeoró, debido a que la fuente sólo abastecía a un puesto de agua de los 5 existentes.

#### **a) Característica de la obra**

Esta obra de abastecimiento de agua cuenta con una pila de captación que tiene una capacidad de 0.216 m<sup>3</sup> y la pila de almacenamiento de 10.26 m<sup>3</sup> (**figura 8**). El dueño original del terreno cedió el área para la construcción de la obra de abastecimiento de agua.



**Figura 8.** Fuente de agua, comunidad La Concepción.

#### **b) Participación de la comunidad**

A pesar de los problemas existentes en ese momento con respecto al abastecimiento de agua, la población mostró gran interés en trabajar para mejorar. Esto se manifestó en la asistencia al seminario impartido en febrero de 1994, sobre autosostenimiento del sistema de abastecimiento de agua potable. En ese tiempo la comunidad conocía poco sobre microcuencas.

Los pobladores no realizaron actividades para la recuperación de la fuente aduciendo que el área era privada, pero se solicitó a INAA/COSUDE la perforación de un pozo para abastecer a la comunidad con agua de buena calidad. En 1992 atendiendo la petición de la comunidad se perforó un pozo e instaló una bomba manual que vino a solucionar medianamente el problema.

#### 4.4.2. Arenales

En 1987 esta comunidad fue beneficiada con el proyecto INAA/COSUDE que llevó a cabo la obra de captación y distribución de agua potable para abastecer a unas 23 familias (221 personas). Este proyecto vino a resolver el problema del consumo de agua contaminada del Río Estelí, que era la única fuente accesible para consumo.

El área cercana a la fuente estaba ocupada por una casa de habitación; además, también se cultivaba en el área sorgo (*Sorghum Bicolor L.*), frijol (*Phaseolus Vulgaris L.*) y yuca (*Manihot Esculentus L.*).

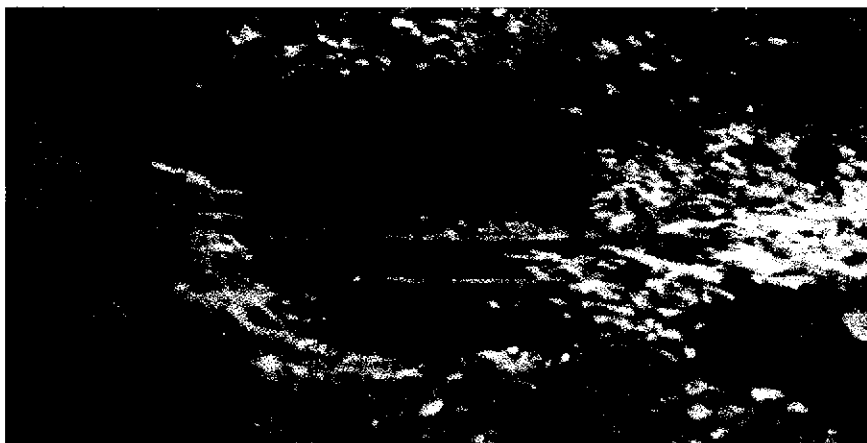
Las personas entrevistadas consideran que la fuente de agua disminuyó su caudal porque se desvió la corriente subterránea. Para resolver el problema del agua hicieron una pila provisional, pero no presentaba las condiciones higiénicas necesarias para consumo; además, el caudal era muy pobre.

La idea del proyecto piloto para ayudar a la comunidad con el problema del agua, surgió de COSUDE a partir de los planteamientos del problema y gestiones de la comunidad.

En 1993 la fuente de captación experimentó una drástica disminución de su caudal y la comunidad quedó nuevamente sin el servicio de agua potable para suplir sus necesidades. En noviembre de 1994 se comenzó a construir una nueva pila de captación a unos 3 m de la fuente que se había secado.

##### a) Característica de la obra

Esta obra de abastecimiento de agua tiene una pila de captación de manantial con una capacidad de 0.2 m<sup>3</sup> (figura 9) y una pila de almacenamiento con 8.98 m<sup>3</sup> de capacidad.



**Figura 9.** Fuente de agua, comunidad Arenales.

### **b) Participación de la comunidad**

La comunidad comenzó a organizarse y realizaron reuniones para abordar el problema del agua y acordaron enviar una carta a COSUDE solicitando apoyo, tomando en cuenta que tenían la fuente de agua que daba un caudal de aproximadamente 4 galones por minuto.

En ese tiempo la comunidad no tenía conocimiento sobre microcuenca, sin embargo, habían recibido capacitación, únicamente para dar mantenimiento a la pila de captación y la de almacenamiento, es decir sólo al sistema de abastecimiento; también se tenía un control de las recaudaciones de fondos para reparaciones del sistema.

#### **4.4.3. Cayantú**

A mediados de 1993 el programa INAA/COSUDE apoyó a la comunidad para la excavación manual de un pozo, el cual beneficiaría a unas 20 familias (189 personas). Antes de tener el pozo la comunidad se abastecía del agua de una quebrada, que no prestaba las condiciones mínimas para su consumo.

Esta comunidad fue víctima de la epidemia del cólera y este fue uno de los criterios por los que INAA decidió apoyarlos en la construcción de la obra. Esta obra de abastecimiento de agua tuvo un funcionamiento normal de 1993 a 1994, con una columna de agua de 4.5 m. A partir de 1995 el caudal empezó a disminuir y a partir de esta fecha se comenzó a racionar el agua.

Después que se construyó la obra de captación, el uso que se le dio al área, que hoy ocupa el área suficiente o sitio piloto, fue de regeneración natural donde se encontraban especies como Encino (*Quercus Sp. L.*), Madrial (*Gliricidia Sepium Jacq.*), entre otros, incluyendo vegetación arbustiva.

Los pobladores consideran que el problema se originó por causas de ausencia de las lluvias (inviernos secos), además el terreno almacenaba poca agua por causa de la escorrentía.

Para resolver el problema del agua no se hizo ningún tipo de actividad, pero se tenía idea de reforestar, esto se debía a que la comunidad no conocía en ese tiempo sobre microcuenca y su importancia. Para suplir la necesidad del agua, la comunidad hizo pozos pero no fue suficiente, cada vez se excavaba más profundos para llegar al manto acuífero.

Otros problemas existentes eran la calidad regular del agua y riesgo de secado, con un bosque ralo de 70% de cobertura vegetal (utilizado para extracción de leña) con erosión severa, con un área de protección de la fuente deficiente y reducida (36 m<sup>2</sup>), sin ningún tipo de obras físicas de conservación de suelos y agua.

### **a) Característica de la obra**

El pozo tiene una profundidad de 10.5 m y tiene instalado una bomba de extracción de agua marca AFRIDEV fabricada en la INDIA. La superficie donde se encuentra el pozo fue donada por el señor Secundino González y los pobladores procedieron a cercar unos 36 m<sup>2</sup>, donde establecieron algunas plantaciones especialmente de banano (*Musa Sp L.*).



**Figura 10.** Pozo excavado, comunidad Cayantú.

El área superior al pozo que ejerce influencia sobre el caudal es de aproximadamente de 3.5 Ha, una parte de ella es utilizada como un pequeño campo de béisbol, el resto es propiedad privada cubierto de matorrales con inicios de reforestación (con el apoyo del Proyecto Pie de Monte de Ocotál). En dicha área se observa una erosión laminar, escurrimiento superficial muy fuerte, baja infiltración. Sin embargo, es un suelo apropiado para almacenar agua.

### **b) Participación de la comunidad**

La comunidad apoyó los intentos de reforestación sobre una superficie de 0.35 Ha aproximadamente; pero la totalidad de la microcuenca se estaba tratando de reforestar por iniciativa del dueño, el cual es miembro del comité de agua potable formado para dar mantenimiento a la obra construida.



En ese momento solamente el comité de agua potable (CAP) mantenía la preocupación de protección de la fuente, pero el resto de la comunidad tuvo su participación exclusivamente para la construcción del pozo.

#### **4.5. Proceso de intervención**

Cuando el 27% de los 800 sistemas de agua potable que INAA/COSUDE había construido en distintas comunidades estaban descartados, INAA/COSUDE, decidió desarrollar un proyecto piloto de protección de fuente de agua con el objetivo de recuperar estas fuentes y dar ejemplos de uso sostenible de las infraestructuras de captación de agua en el ámbito rural. Estos proyectos pilotos consistían en la implementación de obras de conservación de suelo y agua, reforestación y organización en algunas comunidades seleccionadas entre las que se encuentran: La Concepción, Arenales y Cayantú.

##### **4.5.1. La Concepción.**

#### **Actividades que constituyen el proceso general del proyecto piloto**

- **Antecedentes**

En la comunidad La Concepción antes de 1992 ya había problema con la escasez del agua principalmente en época seca, en que el caudal del pozo disminuía marcadamente; esto llegó a su punto máximo en el verano de 1992.

El dueño del terreno cedió el área para implementar las obras de conservación de suelos, que tiene una extensión de 3.05 ha, con el compromiso de no quemar el área vecina al área suficiente. Para determinar el área suficiente INAA pidió como mínimo dos manzanas; el sitio piloto lo decidió INAA, la comunidad y el dueño del terreno. El proyecto piloto inició en La Concepción en el año 1997.

- **Actividades asamblearias**

Se realizaron aproximadamente ocho asambleas, éstas las hacia el comité de agua potable con apoyo de los promotores; consistían en organizar la

comunidad, planificar los trabajos y establecer acuerdos con el dueño del área. La comunidad se organizó por medio de la formación del Comité de Agua Potable (CAP) y de los grupos de trabajo. El CAP fue elegido por la comunidad, tomando en cuenta la responsabilidad de las personas y la disposición de trabajar por la comunidad.

- **Actividades de capacitación**

Las capacitaciones eran realizadas por técnicos de INAA/COSUDE, dirigidas al CAP, a los jefes de grupos de trabajo y otras personas de la comunidad. Las capacitaciones fueron sobre higiene, conservación de suelos y agua, mantenimiento de las fuentes de agua y sobre reforestación.

Se realizaron giras de intercambio de experiencia donde participó el CAP, jefes de grupos de trabajo y otras personas de la comunidad, en las que visitaron la comunidad El Salmerón donde observaron que era una comunidad bien unida, pero conocían poco sobre conservación de fuentes de agua.

- **Actividades de trabajo**

En la parte de asistencia técnica, la comunidad considera que no hubo ningún problema; la comunidad participó en todas las actividades, el comité de agua potable trabajaba con la comunidad.

El tesorero recolectaba fondos para el mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua, el responsable de higiene velaba porque los puestos de agua se mantuvieran en buenas condiciones higiénicas, algunas personas fueron capacitadas sobre fontanería, el secretario llevaba control de las actas y coordinaba las actividades. En el ámbito organizacional no se presentó problemas.

Las obras que se llevaron a cabo para la protección de la fuente de agua fueron barreras muertas y reforestación con las especies tales como: neen (*Azadirachta Indica L.*), caoba (*Switenia Humilis Zuce.*), cedro real (*Cedrela*

*Odoraata L.*), macuelizo (*Tabebuia Rosea Bertol.*), café (*Coffia Sp. L.*), aguacate (*Persea Americana Mill.*), banano (*Musa Sp. L.*), pera (*Pyrus Communis L.*), naranja (*Sitrus Sinensis L.*), mango (*Mangifera Indica L.*). Se ubicaron prendones de madero negro (*Gliricidia Sepium Jacq.*), jiñocuabo (*Bursera Simorouba L.*) y jocote (*Spondea Purpura L.*) en las cercas.

- **Apoyo de otras instituciones**

La Asociación para el Desarrollo de los Pueblos (ADP) apoyó en la reforestación; aquí también se formaron grupos de trabajo, estudiantes y maestros participaron en la actividad de reforestación.

### **Papel jugado por cada uno de los habitantes**

El promotor social (técnico de campo) que asistía La Comunidad de la Concepción y el responsable de la subse de INAA de Estelí se entrevistaron con los miembros del Comité de Agua Potable para analizar la posibilidad de montar el proyecto piloto. El técnico de INAA realizó senso poblacional para verificar el número de casas que eran abastecidas todavía por el servicio de agua.

El promotor social de la comunidad planificó reuniones para abordar el tema sobre realización de obras de conservación de suelos y protección de fuente. Esta oportunidad se aprovecho para elegir una comisión de protección de fuentes y conservación de suelos, para esto; el promotor y la comisión definieron el área con ayuda del CAP, llamada por el proyecto "área suficiente" en donde se reforestaría e implementarían las obras de conservación de suelos.

Con el área suficiente ya definida, procedieron a gestionarla. Para realizar esta actividad y lograr los objetivos, se reunieron en la comunidad miembros de la comisión de reforestación, profesores, el dueño del terreno y miembros del CAP; negociaron con el dueño la forma de acceder a la propiedad, llegando al acuerdo que el terreno iba ser donado por el propietario.

Con este logro INAA/COSUDE procedió a capacitar a los habitantes de la comunidad. Esta capacitación fue teórica práctica a hombres y mujeres, a cerca de organización e integración de genero, con el fin de emprender la realización de las obras de conservación (barreras muertas, cercado del área, reforestación), que la comunidad estaba dispuesta a realizar.

#### **4.5.2. Arenales**

##### **Actividades que constituyen el proceso general del proyecto piloto**

- **Antecedentes**

El área suficiente en esta comunidad es de 1.53 ha, una parte fue donada por su original dueño y el resto se compro en C\$ 5000 córdobas. El 40% aportó COSUDE y el 60% la comunidad.

Para ese tiempo la comunidad ya tenia conciencia sobre lo que era área suficiente, porque sentían la necesidad de obtener más área para proteger la fuente, pero no podían tener mayor acceso a ella. En Arenales el proyecto piloto inició en 1994.

- **Actividades asamblearias**

Las asambleas fueron organizadas y dirigidas por los técnicos de INAA-COSUDE y consistían en explicar los objetivos del proyecto piloto; el sitio piloto lo decidió INAA/COSUDE. También se formaron escuadras de trabajo para la ejecución de todas las actividades; durante la ejecución del proyecto los técnicos siempre visitaron los trabajos.

La coordinación consistió en la formación del Comité de Agua Potable (CAP), que fue elegido en las asambleas, quedando integrado por un coordinador general y un responsable por cada puesto de agua.

- **Actividades de capacitación**

Las capacitaciones se realizaron en Estelí y Cayantú en las que participaron 10 personas; estas capacitaciones las hicieron técnicos de INAA y de otros organismos. Las temáticas abordadas fueron sobre métodos de construcción de diques, terrazas, acequias, barreras vivas y muertas.

Las giras de intercambio de experiencia se realizaron en Cayantú, Jalapa y Cinco Pinos; también llegó a la comunidad un promotor campesino de Cinco Pinos con mucha experiencia en la recuperación de fuentes de agua. En enero de 1995 se capacitó a los habitantes de la comunidad mediante un seminario sobre conservación de suelos y protección de fuente que duró una semana.

- **Actividades de trabajo**

Las personas entrevistadas consideran que un 90% de la comunidad participó de una forma consciente en las actividades desarrolladas en el marco del proyecto piloto. Durante la ejecución de los trabajos el CAP participó activamente. El problema que más se notó fue el poco tiempo disponible, puesto que las personas tenían que cubrir las actividades de sus propios trabajos.

Se realizaron más de 30 diques y 100 m de acequia (a las que se les ha dado mantenimiento); se reforestó con madero negro (*Gliricidia Sepium Jacq.*), mandagual, cacia (*Senno Siamea Lam.*), caoba (*Switenia Humilis Zuce.*); se hicieron barreras vivas de Taiwán (*Pennisetum Purpureum Sheum.*). Se sembraron unos 300 arboles en el área descubierta de aproximadamente 0.37 ha, se hizo un vivero de unas 3000 plantas, de las cuales la mayoría se distribuyó a las personas de la comunidad para que reforestaran en sus solares. El madroño (*Calycophyllum Candidissimmun Vahl.*) y caoba (*Switenia Humilis Zuce.*) fueron los que más germinaron.

## **Papel jugado por cada uno de los actores**

En marzo de 1994 el promotor social de INAA/COSUDE visitó la comunidad de Arenales para entrevistarse con el CAP. En esta visita se detectó que la fuente se había secado (desde el año 1993), y que todo el sistema se encontraba en mal estado: tuberías rotas, tanque de almacenamiento sin cercar, predio sucio, puestos públicos sin cercar. A partir de esta situación se coordinaron trabajos entre el CAP y técnicos de INAA/COSUDE para construir una pila de captación de manantial en otra fuente de agua ubicada cerca de la fuente vieja y para reparar la vía de acceso.

En las capacitaciones participaron también miembros de la comunidad de Cayantú, además representantes de MARENA, INAA y la Dirección de Acueductos Rurales (DAR).

Para poner en marcha el proyecto piloto se compró el área donde estaba ubicada la fuente, que tenía una extensión de 1.53 hectáreas; los habitantes de la comunidad apoyaron con toda la mano de obra necesaria.

Como parte de la agenda y los objetivos del proyecto se realizaron intercambios de experiencias en protección de fuentes de agua en donde las comunidades de Cayantú, Sta. Cruz y las Brisas visitaron Cinco Pinos.

### **4.5.3. Cayantú**

#### **Actividades que constituyen el proceso general del proyecto piloto**

- **Antecedentes**

El área donde se ubicó el sitio piloto era privada y fue donado por el dueño, tiene una extensión de 1.12 ha. El proyecto propuso un área mayor pero no se pudo adquirir; la comunidad estaba consciente que entre mayor es el área protegida se puede acumular mayor cantidad de agua. En 1995 inició el proyecto piloto en la comunidad Cayantú.

- **Actividades asamblearias**

Los técnicos de INAA dirigieron las asambleas en las que participó la mayor parte de la comunidad, consciente de la necesidad de conservar el agua y prevenir problemas de salud (incidencia de cólera) que se venían presentando.

Para llevar a cabo la actividad de la recuperación de la fuente de agua, se reunieron en la comunidad miembros de la comisión de reforestación, profesores, el dueño del terreno y miembros del CAP; negociaron con el dueño la forma de acceder a la propiedad, llegando al acuerdo que el terreno iba ser donado por su propietario.

- **Actividades de capacitación**

La capacitación para la comunidad fue teórica-práctica a hombres y mujeres, con el fin de emprender la realización de las obras de conservación (barreras muertas y vivas, cercado del área, reforestación, acequias y mantenimiento) y estuvieron a cargo de los técnicos de INAA.

Las capacitaciones eran dirigidas al Comité de Agua Potable y otros miembros de la comunidad. El CAP recibió capacitaciones sobre técnicas para la construcción y mantenimiento de las obras y saneamiento del sistema. También estas capacitaciones contemplaban técnicas de uso del aparato A, trazado de curvas a nivel, construcción de acequias, terrazas y diques.

En las giras de intercambio de experiencia participaron 15 personas, (incluyendo al CAP); estas giras se hicieron a Cinco Pino y Arenales. En las capacitaciones también intervinieron organismos e instituciones como Pie de Monte y el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA).

- **Actividades de trabajo**

Los promotores de INAA/COSUDE apoyaron técnicamente las actividades del proyecto piloto con visitas regulares al sitio y proporcionaron los materiales e

implementos de trabajo. Toda la comunidad se integró a participar en los trabajos de conservación de suelos y agua y reforestación. Se formaron grupos de hombres y mujeres para la realización de los trabajos de construcción de diques, zanjas de infiltración, semiterrazas y la reforestación; el comité de agua potable coordinaba los grupos de trabajo. Algunos retrasos en los trabajos se debieron a falta de alimentación para los participantes lo que ocasionó reclamos.

Los trabajos que se realizaron fue la construcción de 808 m de zanjas de infiltración (acequias), 1542m de semiterrazas, 42 m de diques de contención, reforestación (se llevo tierra de Condega y Somoto para preparar los viveros) con eucalipto (*Eucalyptus Sp. L.*), malinche (*Delonix Regia Boger.*), cacia (*Senno Siamea Lam.*), genízaro (*Pithecellobuium Saman Jacq.*), jacaranda (*Jacaranda Mimocifolia L.*), neen (*Azadiratchta Indica L.*), leucaena (*Leucaena Leucocephala Lam.*). En el área de protección se ubicaron aproximadamente 1200 plantas según los expedientes.

- **Apoyo de Instituciones**

Hubo apoyo alimenticio por parte del Programa Mundial para la Alimentación Programa Mundial Para la Alimentación (PMA) y la alcaldía de Somoto cuando se realizaron los trabajos por la comunidad.

### **Papel jugado por cada uno de los actores**

En el año 1993 los promotores del proyecto INAA/COSUDE realizaron la primera capacitación con 20 habitantes de Cayantú, sobre conservación de cuencas y reforestación.

En enero del año 1995 los comunitarios comenzaron a realizar obras de conservación en un área de 1.12 ha, donada por el dueño y beneficiario Doroteo González. La comunidad apoyó con mano de obra en la realización de trazado de curvas de nivel, terrazas, acequias, barreras vivas, forestación.



La visita a Cinco Pinos para un intercambio de experiencia por los habitantes de Cayantú, fue una buena forma de motivar la iniciativa de los beneficiarios de estas obras. El proyecto INAA/COSUDE apoyó con alimentación y asistencia técnica, seminarios y capacitación, y con todos los materiales e insumos necesarios para la ejecución del proyecto piloto.

#### **4.5.4. Los métodos y estrategias empleados en las actividades del Proyecto Piloto**

Para asegurar el cumplimiento de los objetivos del proyecto piloto "Protección de Fuentes de Agua" en las tres comunidades, se utilizó una metodología encaminada a promover la creación de una dinámica comunitaria donde tomaron en cuenta la participación de las mujeres, en vista del papel que juegan en el manejo del recurso agua, con el objetivo de propiciar el empoderamiento de toda la comunidad a través de la capacitación y para asegurar la sostenibilidad del proyecto en el futuro.

Otro aspecto importante fue el involucramiento y la participación activa de los grupos y actores sociales de la comunidad (maestros, estudiantes, productores, que trabajan en otros proyectos, etc.) y de organismos presentes en la comunidad (grupos religiosos, patronato escolar, comités de agua potable etc.) en la realización de las obras físicas y de gestiones para apoyar el proyecto, lo que sin duda sirvió para fortalecerlo.

#### **4.5.5. Factores de contexto que facilitaron el proceso**

En el caso de La Concepción el factor más importante en el proceso fue el involucramiento de toda la comunidad en la realización de las obras, en Arenales la capacidad y experiencia de los líderes para hacer gestiones y la confianza depositada en ellos por la comunidad, fue sin duda un factor positivo para el proceso y en Cayantú la autoridad de los ancianos (es una comunidad indígena) y la receptividad ante las recomendaciones y disposición al trabajo para recuperar la fuente de agua incidió de manera importante en el proceso.

## **4.6. La situación final o actual**

### **4.6.1. La Concepción**

Con respecto a la fuente de agua no se obtuvieron los beneficios esperados ya que actualmente esta fuente sólo abastece un puesto de los cinco que contempla el proyecto y con un caudal promedio de 1.5 GPM. **(ver Figura 17)**. La comunidad cree que este resultado negativo se debió al despale o deforestación, las sequías, quemas y al incumplimiento de los compromisos por parte del dueño del terreno. A pesar de ello la comunidad está consciente que las técnicas de conservación de suelos y agua son efectivas, retienen agua y evitan la erosión. En la última gira realizada en septiembre del 2002, se comprobó que el caudal de esta fuente experimenta un aumento de manera intermitente si en varios días consecutivos hay precipitaciones continuas y persistentes; pero al pasar estos acontecimientos el caudal desciende nuevamente, es decir no hay capacidad para almacenar volúmenes mayores de agua.

Actualmente, no se está realizando ninguna actividad para recuperar la fuente ya que la obra esta abandonada, dado que el dueño volvió a ocupar el terreno (pastoreo de ganado). En esta comunidad opinan que hay que comprar el terreno para un beneficio seguro de la comunidad; también piensan que es necesario además aumentar el área suficiente.

Actualmente no se le da seguimiento al proyecto por parte de ENACAL. Es importante destacar que la comunidad siempre se mantiene organizada. El Ministerio de Salud (MINSA) apoya proporcionando abate para desinfectar el agua que los habitantes toman del pozo perforado que INAA/COSUDE les facilitó en el año 1992, donde la tienen que acarrear hasta sus casas.

### **4.6.2. Arenales**

En esta comunidad los resultados fueron satisfactorios, la fuente de agua aumentó su rendimiento como un efecto positivo de las obras de conservación de

suelos y agua efectuadas. Por otra parte, la población de la comunidad ha ido aumentando, actualmente hay unas 70 familias (330 personas) pero el proyecto piloto ha benefició a toda la comunidad.

Para el mantenimiento de la obra se realiza limpieza de los puestos públicos (hay un roll de aseo). El tanque y la pila de almacenamiento se lavan y cloran cada 2 a 3 meses; se le da mantenimiento a las zanjas de infiltración cada año, también se recauda cuotas para reparaciones del sistema. Actualmente el agua potable llega a 7 puestos públicos en invierno y verano, de donde se abastece toda la comunidad.

La organización de la comunidad se ha mantenido pero no funciona igual que antes, posiblemente porque no hay mucho problema con el agua. Los técnicos de INAA/COSUDE hacen visita una vez al año para inspeccionar la obra, es decir no hay visitas frecuentes.

Cada vez que el MINSA visita la comunidad realizan charlas sobre uso y desinfección del agua, limpieza de los solares entre otros.

Para resolver problemas futuros de agua, de cara al incremento de la población en la comunidad, las personas entrevistadas piensan que hay que concientizar a la gente para economizar el recurso, también se recurriría a la racionalización de la misma, así como detener la deforestación que practican los campesinos y productores de la comunidad.

#### **4.6.3. Cayantú**

Después de haber concluido las obras de conservación de suelos para la protección de la fuente de agua, el pozo recuperó su caudal inicial con una columna de agua de 5 m durante un año aproximadamente, pero después la columna de agua ha disminuido marcadamente (**Ver Figura 21**).

Para mantener la obra se hacen actividades como el mantenimiento de las acequias, aseo del pozo, reparación del alambrado, se recauda fondos para la reparación de la bomba del pozo. El proyecto fue muy bueno porque benefició a 35 familias; la organización en la comunidad siempre se ha mantenido, los promotores sociales de INAA hacen visitas cada seis meses para inspeccionar el estado de la bomba y el pozo; generalmente si hay problemas en la bomba se avisa a las oficinas de INAA. El MINSA también hace visitas cada seis meses para hacer análisis de agua y donar cloro para la desinfección del agua.

Actualmente la población de Cayantú tiene grandes problemas con el acceso al agua, mayormente en época seca, debido a que el pozo tiene una producción diaria aproximada de 430 galones para abastecer a unas 270 personas; esta situación los ha llevado a racionar el agua a la población estableciendo dos turnos diarios para acceder al agua.

#### ***4.7. Las lecciones aprendidas***

##### **4.7.1. Concepción**

Con un proyecto similar la comunidad considera que trataría de asegurar primeramente, un área propia, para evitar problemas como el sucedido en este lugar.

La comunidad maneja que las acciones prioritarias para resolver el problema del agua de una comunidad son: la organización, gestión, ejecución del proyecto, conservación y mantenimiento de las fuentes de agua, concientización y capacitación de los habitantes.

La comunidad opina que organizados se logra que los trabajos se realicen más rápidos y con una mayor eficiencia, la gestión es más efectiva, obteniendo con todo esto más progreso. También piensan que instituciones como la Alcaldía deben ayudar a resolver los problemas del agua gestionando proyectos.

Durante el desarrollo de las actividades del proyecto la comunidad comprendió que el área suficiente servía para proteger la fuente de agua, recuperarla, mantenerla o aumentarla y que entre mayor fuera ésta se obtendría mejores resultados.

#### **4.7.2. Arenales**

Con un proyecto similar, la población de Arenales piensa que es muy importante involucrar a toda la gente para crear conciencia sobre la importancia del agua y su conservación, darle mantenimiento adecuado a las obras de conservación, capacitar a las comunidades aledañas donde se realiza el proyecto para conservar la microcuenca; también creen que los organismos no son muy efectivos en sus actividades, al no hacer conciencia sobre la conservación de las microcuencas. También se hace necesario aumentar el área suficiente para darle una mayor protección a las fuentes de agua.

Estas personas le atribuyen gran importancia a la organización de la comunidad, con respecto a la gestión de los proyectos y mantenimiento de las obras, puesto que trae beneficios como agua de buena calidad, acceso inmediato a la misma, se evitan enfermedades y se ahorra tiempo.

La comunidad opina que los organismos deberían ayudar o apoyar en este aspecto del agua, dando charlas sobre salud e higiene ambiental. Se necesita mayor presencia de las instituciones del estado como MARENA, para tener más información sobre conservación del medio ambiente. Se requiere respaldo legislativo para la protección de los recursos naturales. La comunidad considera que el intercambio de experiencia fue de gran utilidad en los trabajos que se estaban realizando en la comunidad.

### **4.7.3. Cayantú**

Los habitantes de esta comunidad consideran que es necesario hacer otro pozo para abastecer todo el sector, es decir toda la comunidad. También hay que aumentar el área suficiente para almacenar mayor cantidad de agua, para esto se necesita apoyo de organismos como el Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE) y la Alcaldía.

La comunidad expresa que las acciones prioritarias para resolver el problema del agua en una comunidad son: organización, ubicación del área suficiente, gestión del apoyo, realizar las obras de protección de la fuente de agua, evitar las quemas y dar el respectivo mantenimiento.

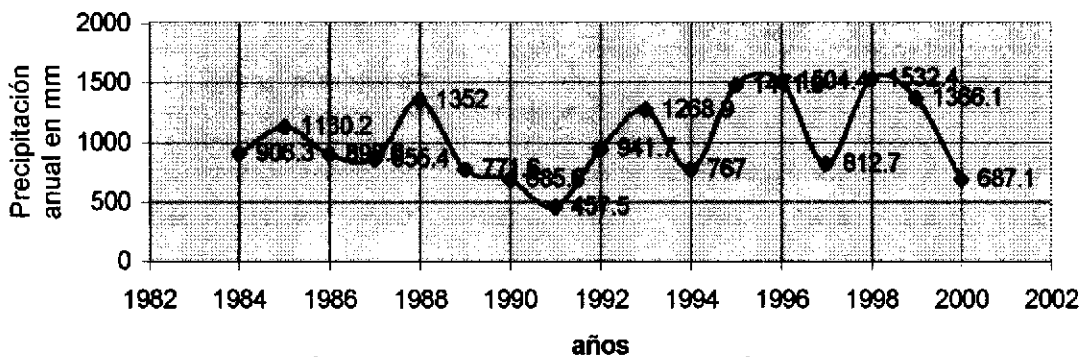
El intercambio de experiencias sirvió mucho a la comunidad porque reafirmaron la efectividad de las obras de conservación de suelos y agua, también el grado de organización de las demás comunidades. También consideran que no hay que despalar los bosques para que las fuentes de agua no se sequen o disminuya el caudal

## **4.8. Variables que incidieron en el desarrollo del proyecto**

### **4.8.1. Precipitación**

#### **Concepción**

En la zona de La Concepción existe una precipitación anual promedio de aproximadamente 1000 mm. En la **figura 11** se puede apreciar que en el año 1991 se tiene registrada una precipitación anual bien baja, con menos de la mitad de la precipitación promedio; este dato coincide con el episodio de la fuente de abastecimiento, que es considerada descartada por la gran reducción de su caudal. Prácticamente esto se debió a la presencia de un mal invierno en el año anterior, donde no hubo suficiente almacenamiento de agua; la irregularidad de los inviernos es notable

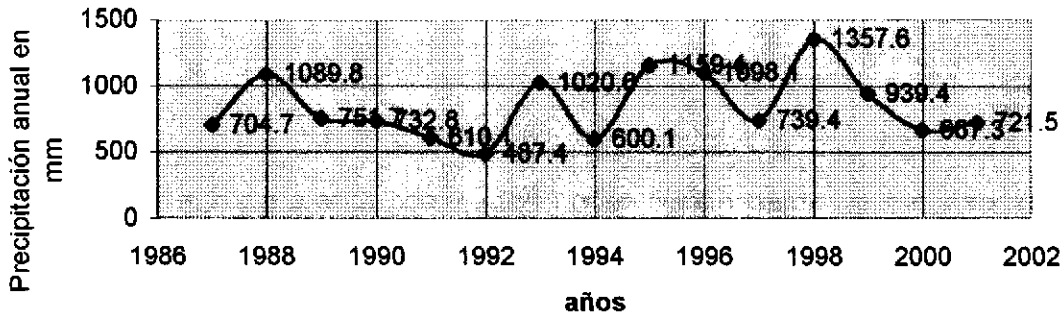


**Figura 11.** Comportamiento de la precipitación anual en los años 1984 al 2000 en la estación Valle Sta Cruz

Según el gráfico, a partir del año 1998 los inviernos han venido disminuyendo marcadamente su precipitación promedio, marcados por lluvias erráticas; en cierta medida el rendimiento de la fuente esta determinado por las precipitaciones. Por otra parte, los datos de aforos en la fuente no están registrados de una forma secuencial durante todos los años (mes a mes que es lo más indicado).

### Arenales

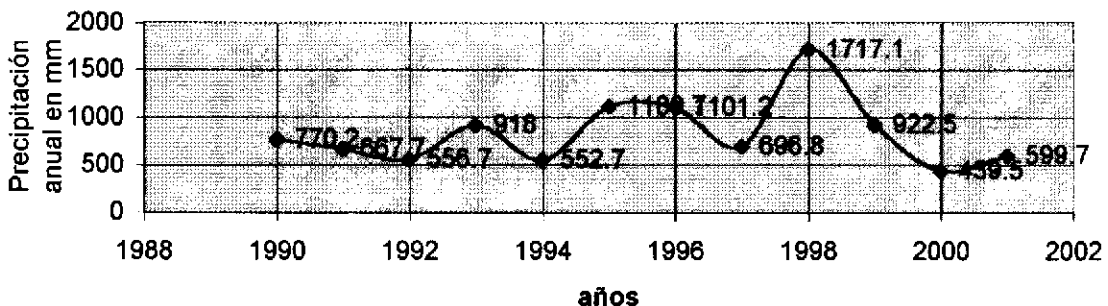
En esta zona predomina una precipitación promedio anual de 850 mm, según cálculos realizados con datos del INETER en la estación de Condega en los años 1986 a 2001. En la **figura 12** se aprecia que las precipitaciones de 1987 a 2001 son bastante irregulares y la curva es semejante a la que se describe en el gráfico de la Figura 11. En los últimos años las lluvias se presentan en eventos muy fuertes y no bien distribuidos en el año, es decir, la precipitación de un año se da en pocos eventos pero intensivos. Cabe señalar que la influencia de la variabilidad de las lluvias, se puede observar en el análisis de los caudales de la fuente en esta comunidad.



**Figura 12.** Comportamiento anual de la precipitación en los años 1987 al 2001 en la estación de Condega

### Cayantú

En la zona de Cayantú predomina una precipitación media de 850 mm anual, durante los años de 1990 a 2001 los inviernos se han presentado de forma irregular según se observa en la **figura 13**. En los últimos dos años las precipitaciones han estado por debajo de la media, lo que ha repercutido en el rendimiento del caudal del pozo excavado ya que desde el año 2000 su rendimiento ha venido en decadencia.



**Figura 13.** Comportamiento anual de la precipitación durante los años 1990 a 2001 en la estación de Ocotal

Como se señaló en cada situación inicial, los habitantes de cada comunidad consideran que en parte los malos inviernos es una buena causa en la disminución del caudal de las fuentes de agua, observando los gráficos se puede decir que la percepción de la gente sobre los malos inviernos coincide un poco con los registros.

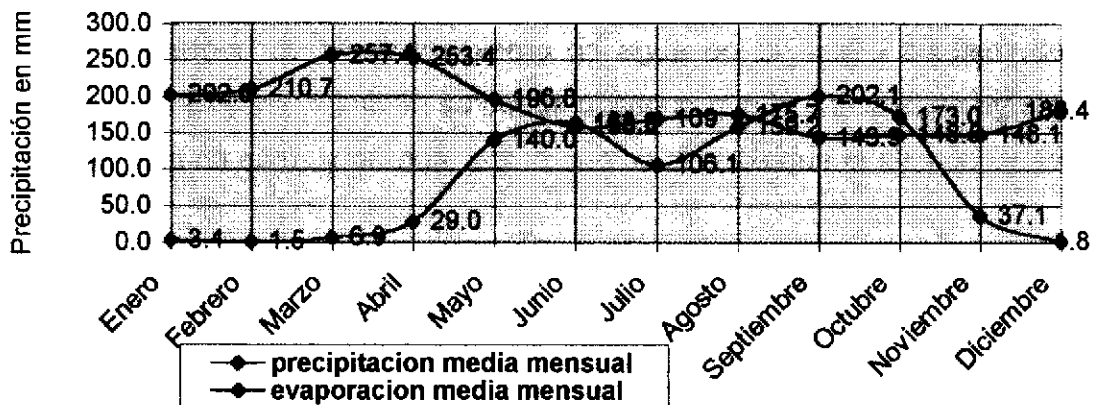


## 4.8.2. Evaporación

### Concepción

En vista que para esta comunidad no se tienen datos de evaporación, se consideraron para su análisis la estación Raúl González que está a unos 10 Km. de La Concepción.

En la **figura 14** se relaciona precipitación y evaporación y se observa que en los meses de septiembre y Octubre es cuando el manto acuífero registra su mayor recarga de agua debido a que el resto del año la evaporación es mucho mayor a la precipitación; en el mes junio hay una pequeña recarga pero no es muy significativa comparada con la anterior.



**Figura 14.** Comportamiento de la precipitación y la evaporación media mensual en los años 1984 al 2000 en la estación Valle Sta Cruz

### Arenales

En este caso según los datos de la estación de Condega, al hacer la relación precipitación y evaporación (**ver figura 15**), se presenta que en los meses de Septiembre y Octubre es el periodo de tiempo en que ocurre la mayor recarga del manto acuífero de la microcuenca de Arenales, en todo el resto del año la evaporación es en gran proporción mayor a la precipitación.

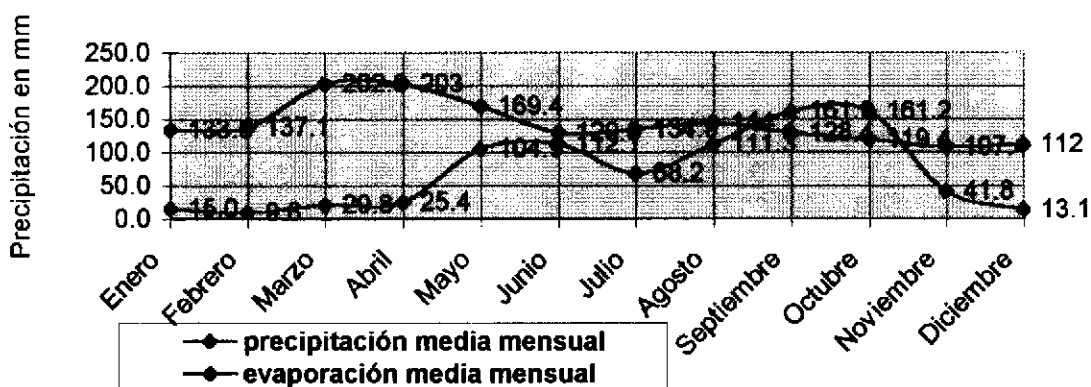
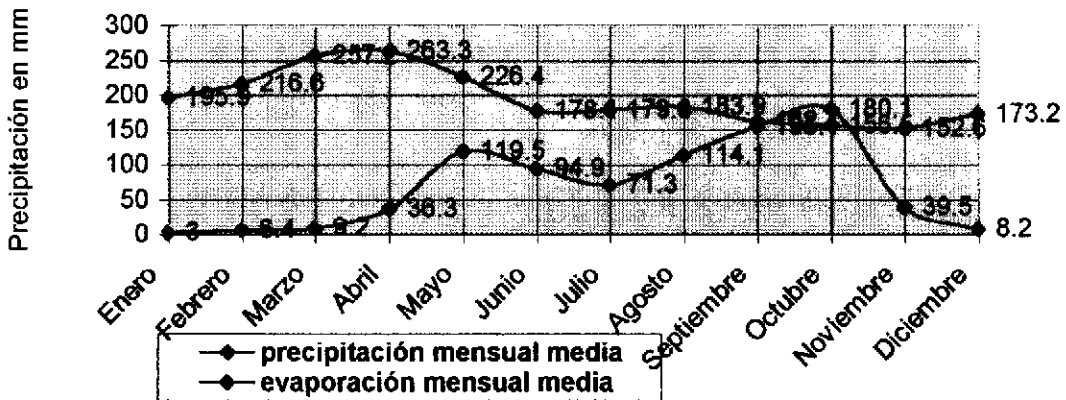


Figura 15. Comportamiento mensual medio de la precipitación y la evaporación en los años 1987 al 2001 en la estación de Condega

### Cayantú

Según la figura 16, los datos extraídos de la estación de Ocotal sobre evaporación y precipitación, al relacionarlos arrojan que en Septiembre y Octubre es el mayor período de almacenamiento de agua en el manto acuífero de la microcuenca de Cayantú, también se puede observar que la cantidad de agua que forma la recarga no es muy grande, por lo que se deduce que el almacenamiento es pobre.

Sin embargo hay que señalar que sí hay recarga en otros meses debido a que las lluvias se presentan por eventos y no diariamente de ahí la importancia de que se pueda infiltrar la mayor cantidad de lluvia a través de las condiciones de captación del terreno (obras de conservación de suelos y aguas, buena cobertura vegetal), si un suelo esta desprotegido, con un evento fuerte de lluvia sera poco el volumen de agua que podrá captar por que la mayor parte se perderá por causa de la escorrentía.

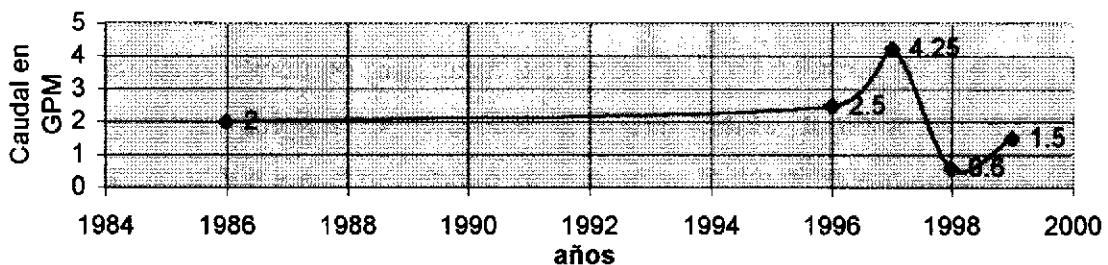


**Figura 16.** Comportamiento mensual medio de la precipitación y la evaporación en los años 1990 al 2001 en la estación de Ocotal

### 4.8.3. Caudal de las fuentes

#### Concepción

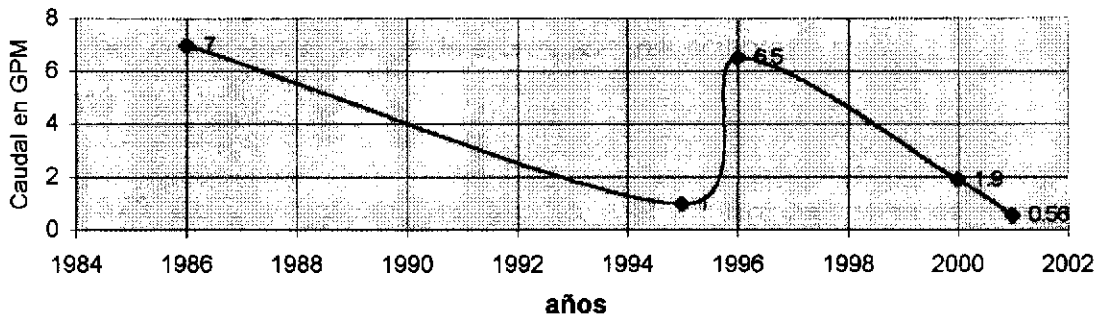
En la **figura 17**, se observa el comportamiento del caudal de la fuente de La Concepción en el verano de los años 1986, 1996 a 1999, este comportamiento es muy irregular, pero es evidente que en los últimos años el caudal ha disminuido en gran proporción, todo esto esta bien relacionado con la disminución de la precipitación promedio anual de los últimos años.



**Figura 17:** Comportamiento del caudal en la fuente de captación La Concepción en el verano de los años 1986,1996-1999

También sucede lo mismo con el caudal que se registra en la época lluviosa (**ver figura 18**), aunque son pocas los datos de aforos con que se cuentas, se

puede observar sin embargo que el caudal ha disminuido conforme el paso de los años, ya en el año 2001 se registra un caudal menor al de todos los años anteriores.



**Figura 18.** Comportamiento del caudal en la fuente de captación de La Concepción en el invierno de los años 1986, 1995, 1996, 2000, 2001

En los dos gráficos no se puede discernir con claridad el efecto que se tuvo con las obras de conservación a partir del año 1997 en que se realizaron dichas obras, dado que estos son los registros que lleva ENACAL y no han sido sistemáticos.

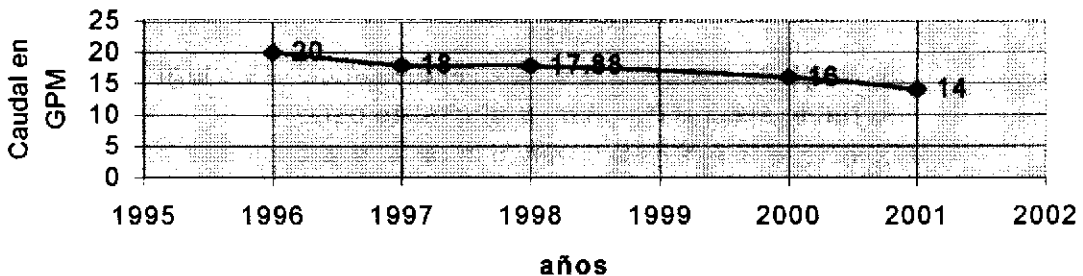
## Arenales

En Arenales han existido dos fuentes de captación de manantial, la primera se construyó en 1987 y su vida útil duro hasta 1993, la segunda se construyo en 1994 y es la que actualmente se utiliza. Es evidente la recuperación experimentada cuando se realizaron las obras de conservación de suelos y agua, aunque estaban dirigidas a favorecer la nueva fuente, también se favoreció la fuente vieja aunque luego disminuyó ya que no se le dio ningún mantenimiento.

La fuente nueva en el período de 1996 al 2000 su caudal ha venido en decadencia registrándose un rendimiento en 1996 de 20 GPM y en el 2000 de 14 GPM (**ver figura 19**), este hecho coincide con el comportamiento anual de la precipitación, a partir de 1996 donde se puede observar que ha venido disminuyendo excepto en 1998 (huracán MICHT) donde se eleva el dato con

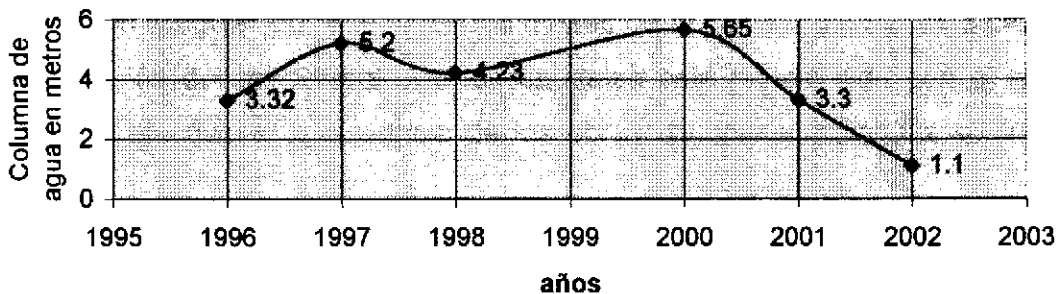
respecto a los otros, pero este acontecimiento solo tuvo efecto en el invierno del mismo año (ver figura 12), por otra parte la disminución del rendimiento del caudal de esta fuente tiene sin duda otras causas que se explicaran más adelante. El comportamiento del caudal en la época de invierno no se puede presentar en gráfico por cuanto los registros de aforos son insuficientes.

### Cayantú

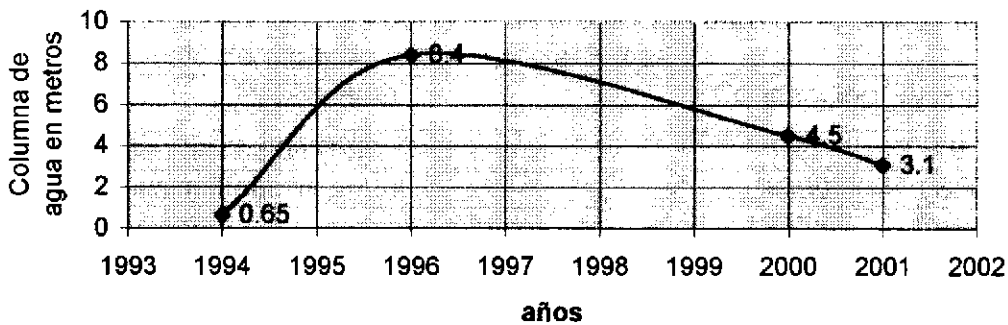


**Figura 19.** Comportamiento del caudal de la nueva fuente de captación en Arenales en el verano de los años 1996-1998, 2000, 2001

En el pozo excavado a mano de Cayantú se presentan registros de caudal desde 1996 hasta 2002 en época seca, en la figura 20 se observa que el comportamiento del caudal es irregular pero a partir del 2001 ha venido disminuyendo, lo mismo pasa en el comportamiento que se describe en la figura 21 la reducción del caudal en los últimos años se justifica por la precipitación que también ha estado por debajo de la media que es de 850 mm anual.



**Figura 20.** Comportamiento de la columna de agua en el pozo excavado a mano en la comunidad de Cayantú en el verano de 1994-1998 y del 2000 al 2002



**Figura 21.** Comportamiento de la columna de agua del pozo excavado a mano en la comunidad de Cayantú en el invierno de 1994,1996,1998,2001

En el área suficiente de Cayantú se realizaron las obras a inicios de 1995 en los gráficos se puede observar que en el invierno de 1994 la columna de agua fue de 0.65 metros y en todos los años siguientes las medidas de columnas de agua fueron muy superiores, esto hace notar los efectos positivos de las actividades de recuperación de fuentes de agua que aquí se realizaron, pero también se observa que a partir del año 2000 la altura de la columna de agua viene disminuyendo y este comportamiento se debe en parte a la disminución de las precipitaciones en esta zona en los últimos años (**ver figura 13**) y al poco mantenimiento que se le han venido dando a las obras.

Es notable que en los tres sitios estudiados el rendimiento de las fuentes ha venido disminuyendo en los últimos años por la disminución de la precipitación, y una distribución irregular durante todos los meses de la época lluviosa, otra causa de la disminución del rendimiento de los caudales está relacionada con el área suficiente y la efectividad o eficiencia de las obras de conservación de suelos y agua.

#### 4.8.4. Area de protección o área suficiente

**Tabla 7:** Estimaciones teóricas del área de protección para cada uno de los sitios de estudio de acuerdo a sus características.

Parámetros	Concepción	Arenales	Cayantú
Área teórica de protección (ha)	19.7	19.7	19.7
Precipitación en milímetros anual	1000	850	850
Volumen precipitado en metros cúbicos por año (m <sup>3</sup> /año)	196350	166897	166897
Tasa de infiltración (factor utilizado por ENACAL)	30%	30%	30%
Factor de ubicación de la microcuenca (ENACAL)	0.75	0.75	1
Volumen infiltrado en metros cúbicos por año (m <sup>3</sup> /año)	44178.75	37552	50069
Consumo humano por persona (m <sup>3</sup> /año) 32gl/p/día	44.2	44.2	44.2
Población teórica abastecida por año	1000	850	1133
Área protegida actualmente en hectárea	3.05	1.53	1.12
Personas que teóricamente se pueden abastecer con el área protegida actualmente	155	66	64
Población actual	280	330	270
Área a proteger para abastecer a la población existente en manzanas y hectáreas.	7.84 mz 5.5 ha	10.87 mz 7.64 ha	6.6 mz 4.7 ha
Número de personas que se podrían abastecer protegiendo toda la microcuenca	23120	48768	16046

En la comunidad La Concepción, con una precipitación promedio anual de 1000 mm y un área suficiente de 3.05 Ha, únicamente se puede abastecer a 155 personas, tomando en cuenta que las condiciones de almacenamiento del área suficiente deben ser buenas; pero el área suficiente de esta fuente presenta una topografía muy escarpada, con fuerte erosión (presencia de escorrentía), suelos con poca profundidad, la cubierta vegetal es bien escasa. Bajo esta situación en esta área las condiciones de almacenamiento de agua son bien pobres e inadecuadas, es decir que el área supuesta de protección almacena un volumen mucho menor de agua que lo indicado teóricamente para las 155 personas.

Actualmente existen en la Concepción unas 280 personas, esto indica que deberían estar protegidas unas 5.5 hectáreas para abastecer toda esta población, sin embargo esta área no se ha aumentado más bien está descuidada, además a

medida que va aumentando la población el área a proteger tendrá que aumentar para garantizar la suficiente recarga para abastecer toda la población.

En la comunidad de Arenales el área protegida es de 1.53 ha y está ocupada por bosque latifoliado bajo cerrado, además cuenta con obras de conservación de suelos y agua, es decir el área suficiente forma parte de 105 ha que representan el 15 % del área de la microcuenca, con uso adecuado, y una erosión leve, esto justifica que este manantial tiene capacidad para abastecer al doble de su población actual que es de unas 330 personas.

Es importante destacar que las condiciones de vegetación en esta zona no serán estables por causa de las necesidades cada vez mayores de los productores de ocupar más área para cultivar, por eso es importante aumentar el área de protección, hasta 7.64 ha como mínimo.

En la comunidad de Cayantú hay un área protegida de 1.12 ha para una población que se tiene que abastecer de 270 personas, con esta área protegida únicamente hay capacidad para abastecer a unas 64 personas con la dotación establecida por ENACAL para zonas rurales. Para abastecer a toda la población de la comunidad técnicamente debe haber como mínimo un área protegida de unas 4.7 ha.

Actualmente hay serios problemas principalmente en época seca por la escasez de agua en esta comunidad, debido a la poca recarga del manto acuífero, además en esta zona hay una topografía escarpada con pendientes de 30 - 50 % presentándose una erosión moderada en un 16.4 % del área de la microcuenca (279 ha), pero el resto de la misma presenta erosión severa, y está sobreutilizada, es decir que fuera del área protegida hay poco aporte y las condiciones son mínimas para ayudar a la recarga del manto acuífero de la microcuenca.



#### 4.8.5. Efectividad de las obras

En la comunidad de la Concepción la única obra física que se realizó fue barreras muertas con una distancia horizontal de aproximadamente 9 metros, se considera que estas deberían tener una distancia menor, de unos 6 metros (**ver tabla 2**), que corresponde a una pendiente de terreno mayor al 35% que es el que se presenta en este lugar, garantizando de esta forma, menor escorrentia y mayor infiltración del agua, también se reforestó con las especies ya mencionadas.

En lo que corresponde a la cobertura vegetal en la **figura 22** se observa que casi en un 100 % del área esta cubierto por pasto y unos pocos árboles, pero esta situación es cambiante debido a que el área esta siendo utilizada para pastoreo, y no esta cercada. De la población inicial de plantas reforestadas son pocas las existentes, y éstas han sobrevivido al pastoreo, es decir la cobertura vegetal el tiempo que permanece en el lugar es bien reducido de tal manera que la vegetación no está presente en toda la estación lluviosa, desaprovechando y perdiendo gran porcentaje del volumen de agua precipitado.



**Figura 22.** Cobertura vegetal del área suficiente en la comunidad de La Concepción (2001).

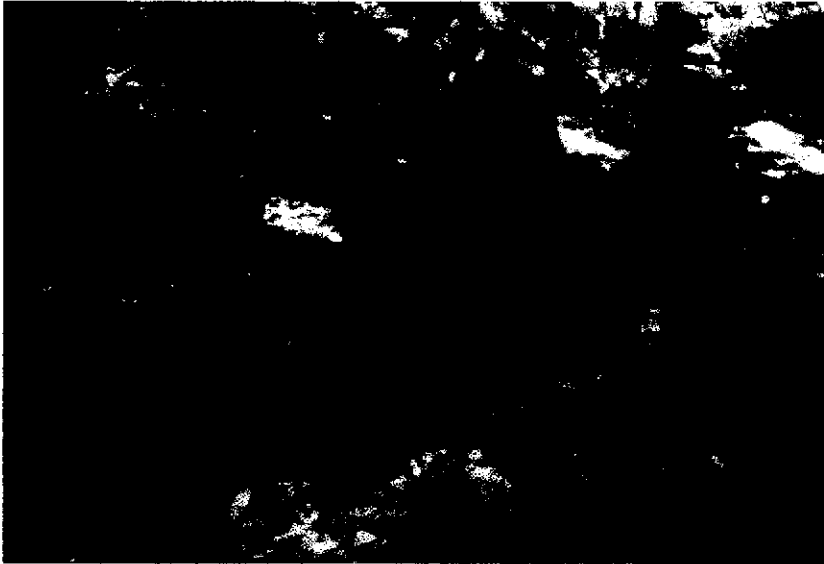
En Arenales las obras físicas que se realizaron fueron; acequias y diques de contención también se reforestó con las especies ya señaladas.

El distanciamiento entre acequias que se practicó, es de aproximadamente unos 7 metros, que viene siendo el indicado, según la **tabla 1** que indica que para una pendiente de 26% la distancia inclinada entre acequias debe ser de unos 8.5 metros y en este caso la distancia es hasta menor lo que demuestra que se cumple con lo establecido técnicamente.

Actualmente de 7 acequias existentes solamente las 3 que se encuentran en la parte superior están en buen estado, el resto está completamente llenas (**ver figura 23**), es decir su vida útil ha finalizado, las fuertes lluvias han ocasionado hasta pequeñas cárcavas en el área protegida (**ver figura 24**), esto es producto de las fuertes escorrentías provenientes de las partes altas desprotegidas aledañas al área en protección.



**Figura 23.** Acequias completamente tapadas con sedimentos provenientes de las partes altas (Arenales, 2001).



**Figura 24.** Cárcavas ocasionadas por las fuertes escorrentías en un lugar donde las acequias ya no ejercen ninguna función (Arenales, 2001).

En lo que respecta a los diques de contención según datos de expedientes se construyeron 34 diques de los cuales la mayoría fueron destruido por el huracán MIGHT, el resto tienen un distanciamiento de unos 3.5 metros, de tal manera que según datos presentados en la **tabla 3**, esta medida es correcta aunque no se pudo tomar las dimensiones precisas de altura de dique ni de vertedor pero se estima que no sobrepasaban el metro de alto.

También estos diques se encuentran completamente llenos, puesto que la escorrentía y el arrastre de sedimento provenientes de las partes más altas vecinas al área de protección han sido excesivos, es decir si en las partes altas hay fuertes escorrentías de nada sirve implementar obras de protección en el área suficiente (**Figura 25**).

La mayor parte de toda el área suficiente se encuentra protegida por vegetación boscosa y en parte con gramínea (ver figura 26) que solo se presenta en un corto tiempo en la época lluviosa.



**Figura 25.** Diques que se encuentran saturados por sedimentos arrastrados por las fuertes escorrentías.



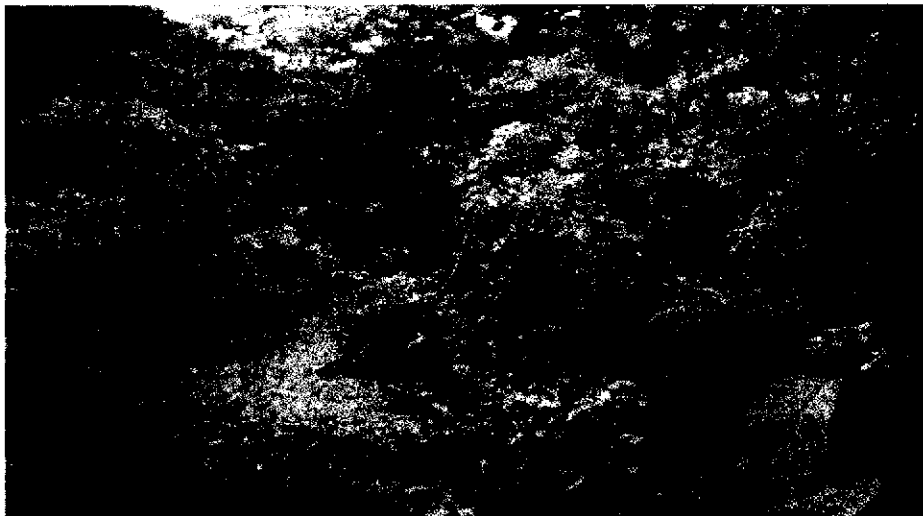
**Figura 26.** Tipo de vegetación boscosa que predomina en el área protegida de la fuente en Arenales.

Las obras de conservación de suelo y agua realizadas en Cayantú fueron acequias, diques, semiterrazas y se reforestó con las especies antes mencionadas. Los diques se ubicaron en una corriente que queda fuera del área suficiente, estos diques los destruyó por completo el huracán MIGHT en el año 1998.

Las acequias y las terrazas fueron construidas de forma alterna, dos terrazas seguidas de una acequia con una distancia entre cada obra de aproximadamente 3 metros, y sobre las terrazas se realizó la reforestación.

Técnicamente las terrazas deberían tener un distanciamiento de 11.75 metros que corresponde a una pendiente de 40%, pero el distanciamiento existente en el campo es de 3 metros y con el fin de captar agua esto no representa ningún problema, más bien hay una mayor eficiencia. Según datos presentados en la **tabla 1**, para una pendiente del 40% que es lo que en este lugar se presenta el espaciamiento entre acequias debe ser de 6.5 metros es decir también esta medida fue subestimada pero esto no causa ningún problema.

Tomando en cuenta estas referencias se puede asegurar que con estas distancias utilizadas, las obras ejercen una función efectiva aunque actualmente se observa que no se les está dando el mantenimiento indicado (**ver figura 27**).



**Figura 27.** Acequia en mal estado por la falta de mantenimiento

#### **4.8.6. Participación de la población**

Según la información obtenida en los expedientes y en las entrevistas realizadas en las tres comunidades, más del 90% de las personas hábiles para laborar se integraron y participaron en las actividades del proyecto piloto organizando los trabajos por medio de los comités de agua potable y

proporcionando toda la mano de obra en la construcción de las obras de conservación de suelos y agua. Esto fue una decisión conjunta de cada comunidad con el fin de resolver un problema común y de vital importancia, al mismo tiempo a través de las capacitaciones y del mismo trabajo realizado se adoptaron todas las técnicas practicadas en la recuperación fuente de agua.

Actualmente en la comunidad de Arenales se tiene una organización débil, es decir, hay poca preocupación para dar mantenimiento a las obras; esto se debe en parte a que hay mucha confianza al haber resuelto su problema, pero esto será por cierto tiempo debido a que año con año la población va aumentando y el caudal ha venido disminuyendo (**ver figura 19**).

En las otras comunidades (Cayantú y La Concepción) aún persiste la necesidad de abastecimiento de agua y se mantiene un poco frágil la organización es decir que solo los líderes están activos.

#### **4.8.7. Dotación real de agua en cada comunidad**

##### **La Concepción**

El último aforo realizado dio un caudal de 1.5 gls/min es decir una producción por día de 2160 gls, tomando en cuenta los 280 habitantes le correspondería una dotación real de 7.7 gls/persona/día como lo refleja el cálculo siguiente:

$$\frac{2160 \text{ gls} / \text{min}}{280 \text{ personas}} = 7.7 \text{ gls} / \text{persona} / \text{día}$$

Si la dotación establecida por ENACAL para zonas rurales es de 32 gls/persona/día entonces el déficit de agua por persona será de 24.3 gls/persona por día.

## **Arenales**

El último aforo realizado dio un caudal de 14 gls/min. o sea una producción al día de 15960 gls entonces la dotación real será.

$$\frac{15960 \text{ gls/min}}{330 \text{ personas}} = 48.4 \text{ gls/persona/día}$$

En el caso de Arenales no hay déficit de agua con respecto a la dotación más bien hay agua disponible de 16.4 gls/persona/día por encima de los 32 gls/persona/día.

## **Cyantú**

El último aforo realizado dio un caudal de 0.38 gls/min. Es decir una producción de 433.2 gls/día siendo la dotación real de.

$$\frac{433.2 \text{ gls/min}}{270 \text{ personas}} = 1.6 \text{ gls/persona/día}$$

Con esta dotación tan baja de agua por persona se presenta un déficit muy alto de 30.4 gls/persona/día.

## V. CONCLUSIONES

- El abastecimiento de agua para las comunidades de La Concepción, Cayantú y Arenales antes de iniciar los proyectos piloto para la recuperación de fuentes de agua, significaba un serio problema ya que los proyectos originalmente impulsados por INAA/COSUDE para ese fin, no fueron satisfactorios en algunos casos. Las actividades estaban dirigidas al mantenimiento del sistema y no contemplaron actividades de protección y conservación en la microcuenca.
- Los miembros de las comunidades involucrados en el desarrollo de las actividades del proyecto piloto, aceptaron y aplicaron los métodos y técnica en la construcción de las obras de conservación de suelos y agua para la recuperación de fuentes de agua, lo que refleja un nivel de empoderamiento de la comunidad y dominio de las técnicas.
- En las comunidades La Concepción y Cayantú el efecto de las obras de conservación de suelos para la recuperación de las fuentes implementadas en el proyecto piloto, no fue satisfactorio sin embargo en la comunidad de Arenales, dieron resultados positivos aumentando el almacenamiento de agua y caudal de la fuente.
- En las tres comunidades, las personas que se involucraron en la experiencia están conscientes de la importancia de la organización para mejorar la participación y agilizar los beneficios, se mantiene el Comité de Agua Potable (CAP) como organización comunitaria.
- El comportamiento de las precipitaciones en cada lugar es similar al comportamiento de los caudales en los últimos años lo que evidencia la necesidad de aprovechar mejor las épocas lluviosas con prácticas de conservación de suelos y agua efectivas.



- El caudal de las tres fuentes de agua ha venido disminuyendo en los últimos años, debido a lo siguiente: los volúmenes precipitados han mermado y su distribución ha sido muy irregular, las áreas de protección de las fuentes son reducidas, las obras de conservación de suelo están descuidadas.
- En las tres comunidades, más del 90% de la población hábil para laborar apoyaron ampliamente en la ejecución del proyecto piloto, con la esperanza de recuperar las fuentes de agua y que fuesen capaces de abastecer a toda la población demandante.
- Las comunidades de La Concepción y Cayantú presentan déficit de abastecimiento de agua ya que con la cantidad suministrada por las fuentes se cubre únicamente el 24% y 5% respectivamente de la dotación requerida para suplir todas las necesidades.
- En ninguna comunidad se estableció una estrategia de manejo y protección de la microcuenca dirigida hacia el objetivo agua para la comunidad. Si bien se crearon capacidades organizacionales, no hubo acompañamiento de instituciones gubernamentales o municipales para el mantenimiento del sistema de manera integral.
- En ninguna comunidad se ha previsto crear un fondo con aporte de los usuarios del servicio y que dicho fondo sirva para el mantenimiento tanto del sistema de abastecimiento, como de las obras de conservación de suelos.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Aumentar el área de protección o en su defecto establecer un plan para el manejo de la microcuenca para favorecer el almacenamiento de agua en los mantos acuíferos de cara a satisfacer la población demandante.
- Promover el apoyo municipal a los comités de agua potable (CAP) para desarrollar anualmente un plan de mantenimiento de las obras de protección de las fuentes, con la participación y/o aportes de los usuarios.
- Establecer un control sistemático de los aforos al menos dos veces en verano y dos veces en invierno cada año, con el fin de conocer el comportamiento del mismo.
- Realizar estudios de la valoración económica de las capacidades y disposición de los usuarios a pagar por el servicio de abastecimiento de agua en cantidad y calidad suficiente con el fin de garantizar este servicio a las generaciones actuales y futuras de la comunidad.
- Realizar monitoreo de calidad del agua por lo menos dos veces por año con el objeto de comprobar si se cumple con los requisitos establecidos.

## VII. BIBLIOGRAFIA

- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).** 1998. Orientación para analizar los procesos de gestión de recursos hídricos en América Latina y el Caribe. Perú. pág.3
- Delgado O.** 1992. El manejo de cuencas para proteger los recursos hídricos. En: Primer simposio sobre protección de los recursos hídricos. Instituto de Los Recursos Naturales (IRENA), KTHCITEC. Managua.
- Echeverry, S.** 1992. La necesidad de proteger nuestros recursos hídricos. En: Primer simposio sobre protección de los recursos hídricos. IRENA, KTHCITEC. Managua.
- Expedientes facilitados por la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL) Estelí** del proyecto piloto de obras de recuperación y protección de fuentes hídricas en las Comunidades La Concepción, Arenales y Cayantú.
- Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola para América (FIDAMERICA - PREVAL).** 2000. Sistematización de experiencias locales de desarrollo agrícola y rural. Santiago . Pags.54.
- Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado y la Cooperación Suiza para el Desarrollo (INAA/COSUDE).** 1994. proyecto piloto sobre recuperación de fuentes hídricas en zonas críticas Región I. Managua Nicaragua. Págs. 13,18,38,47,54,55.
- Ministerio de Agricultura ganadería y Forestal (MAG-FOR).** 2000. Mapas Nacionales de Nicaragua.
- Ministerio de Relaciones Exteriores (DANIDA). Comisión Nacional de los Recursos Hídricos.** 1998. Plan de acción de los recursos hídricos en Nicaragua (Area focal Estelí). Managua, Nicaragua. págs. 9,10.
- Morales M. J.** 1999. Conservación de suelos y agua modulo I. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA -FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE. Managua Nicaragua. pags. 101-105, 129-137, 140-147.
- Ochoa, Iturvide. J.** 1996. El diálogo interamericano de administración de Aguas. En: Ponencia de los plenarios del II encuentro latinoamericano de manejo de cuencas hidrográficas. Santiago, pág. 55

**Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).** 1995. El fomento de los recursos hídricos al servicio de la seguridad alimentaria. Roma. pág.7

**Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).** 1995. Memorias del Taller Sobre Planificación Participativa de Conservación de Suelos y Agua. Santiago. Pág. 29,33,34.

**Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central (PASOLAC).** 2000. Guía metodológica para la sistematización participativa de experiencias en agricultura sostenible. 1<sup>ra</sup> edición. El Salvador. pag.7

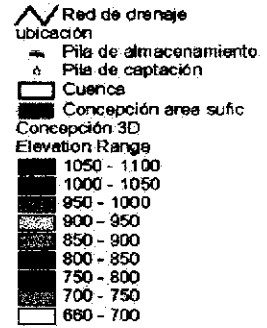
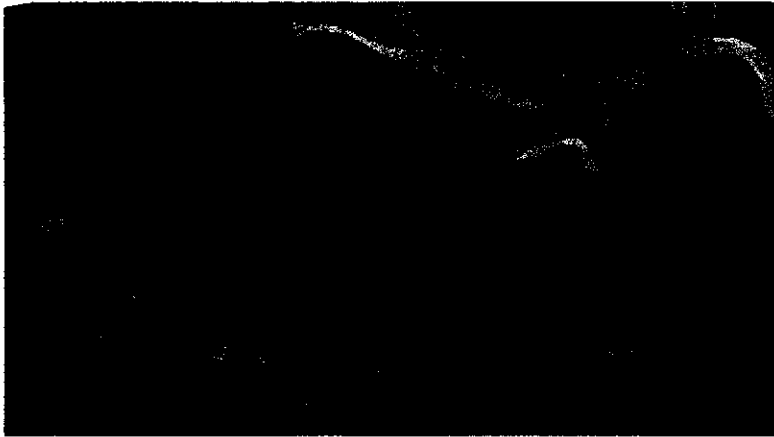
**Programa de las Naciones unidas para el Desarrollo (PNUD).** 2000. Sistematización de experiencias en Desarrollo Rural de Honduras. Tegucigalpa, Honduras. Pags.3,4.

**Santana V. Gerardo, Vargas F.** 1984. Generalidades sobre el uso y manejo del recurso agua. Instituto de investigación Agropecuario. PANAMA. Págs. 1,2.

**Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura y la Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe (UNESCO - ROSTLAC).** 1986. Agua Vida y Desarrollo. Uruguay. Editorial Mendoza Argentina. pags. 21-23.

**ANEXOS**

**MAPA DE LA RED DE DRENAJE**  
**Microcuenca La Concepción**  
**La Trinidad Estell**



400 0 400 800 Meters

Proyección Universal Transversa al Merceder  
 Datum Horizontal: NAD27  
 Esferoide de Clarke 1866  
 Zona 99N

Escala: 1:35,000

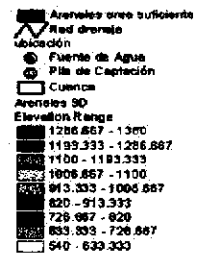
Realizado por:  
 Universidad Nacional Agraria  
 Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

Diseño e impresión:  
 Henry Toledo Saballos

Trabajo de campo y procesamiento:  
 Henry Toledo Saballos

Digitalización:  
 Henry Toledo Saballos

**MAPA DE DRENAJE**  
**Microcuenca de Arenales**  
**Condaga Estell**



600 0 600 1200 Meters

Proyección Universal Transversa al Merceder  
 Datum Horizontal: NAD27  
 Esferoide de Clarke 1866  
 Zona 99N

Escala: 1:58,000

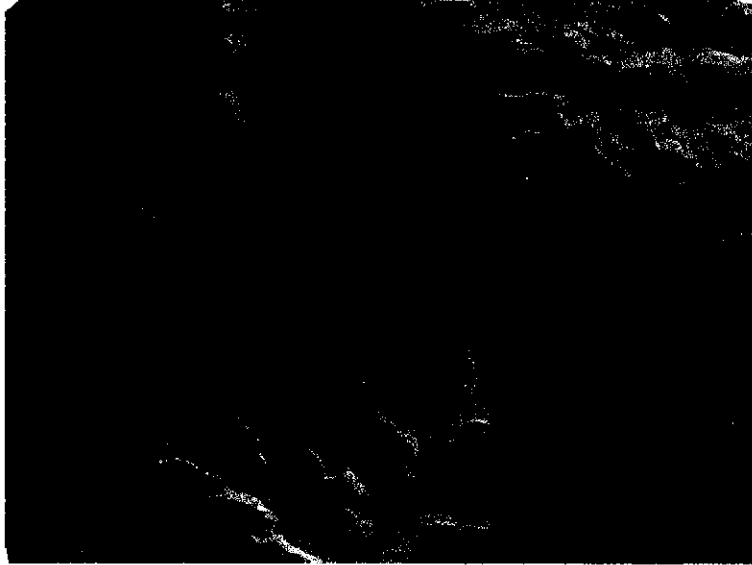
Realizado por:  
 Universidad Nacional Agraria  
 Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

Diseño e impresión:  
 Henry Toledo Saballos

Trabajo de campo y procesamiento:  
 Henry Toledo Saballos

Digitalización:  
 Henry Toledo Saballos

**MAPA DE DRENAJE**  
**Microcuenca de Cayantú**  
**Totogalpa Somoto**



- Pozos**
- Comunal
  - Privado
- Cayantú área suficiente
- ▬ Red de drenaje
- ▭ Cayantú microcuenca
- Cyantú 3D**
- Elevation Range**
- |             |
|-------------|
| 1200 - 1250 |
| 1100 - 1200 |
| 1000 - 1100 |
| 950 - 1000  |
| 900 - 950   |
| 800 - 900   |
| 750 - 800   |
| 650 - 750   |

600 0 600 1200 Meters

Proyección Universal Transversa al Meridiano  
 Datum Horizontal MAD27  
 Esfera de Clarke 1866  
 Zona 16N

Escala: 1:45,000

Realizado por:  
 Universidad Nacional Agraria  
 Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

Clasificación e impresión:  
 Henry Toledo Saballos

Trabajo de campo y procesamiento:  
 Henry Toledo Saballos

Digitalización:  
 Henry Toledo Saballos

#### Anexo 4: Identificación de los agentes involucrados en la experiencia

Actores directos de la experiencia			
Comunidad	Periodo de actividad	Grupo o tipo	Representante.
		Responsable del programa INAA/COSUDE UNOM	Mayro Altamirano H.
Concepción	02/04/85	Promotor social INAA/COSUDE	Sergio Moreno
	15/01/86	Promotor social	Sebastián Herrera R.
	1996	Promotor social	Gonzalo Gaytan
	21/03/87	Promotor social	Carlos Robles Montenegro
	20/08/90	Promotor social	Armando José Zabala
	10/1995	Promotor social	Roben Ramos Rivas
	14/07/97	Promotor social	Oscar Peralta
	02/09/94	Comité de agua potable (CAP)	Coordinador: Roger Castellón Técnico: Juan Castillo Finanzas: Adrián Tinoco Higiene: Bertilda Montenegro Forestación : Noel Fuente
Arenales.	02/05/87	Promotor social	Carlos José Blandón
	01/03/88	Promotor social	Carlos Zeledon L.
	02/08/96	Promotor social	Bayron Moran Moreno
	20/01/95	Comité de agua potable (CAP)	Coordinador : Luis Villareyna Vilchez Técnico : Elbia Meneses Fuente Finanzas: Bertilda Villareyna Valenzuela Forestación : Juan Salinas Cruz
		Alcaldía de Condega	
Cayantú.	1993	Responsable de subsede de Somoto	Ing. Oscar Chavarría R.
	1993	Supervisor de promotores Somoto	Luis Armando Ponce G.
	01/02/93	Promotor social INAA/COSUDE	Carlos E. Rivas Zeledon
	01/02/94	Promotor social INAA/COSUDE	Armando Zabala Calero
	13/09/94	Comité de agua potable (CAP)	Coordinador: Doroteo González Tobes Técnico: Leonardo Gutiérrez Finanzas: Santos Miranda P. Higiene: Esperanza Espinosa. Forestación: Beronica Gutiérrez.



<b>Actores indirectos de la experiencia</b>	
Grupo o tipo	Representantes
Directivos nacionales del programa INAA-COSUDE-UNOM	FRANSUA Carmen Pong. Ing. Edwar Zeledon Ing. Hector Valdivia
Técnicos del INTA	Douglas Peralta Ing. José Angel Rugama (Arenales) Mario Rugama
Organismos involucrados	MARENA, MED, UNICAM, Pie de Monte, Proyecto Manuel López, PRONORTE, Alcaldías, PMA.

**Anexo 5: Actividades que constituyen el proceso General en la ejecución del proyecto piloto.**

comunidad	Actividad	Fecha de realización
	Realización de una consultoría por INAA/COSUDE	1994
	Diseño del proyecto piloto	1994
Concepción	Se realizo entrevista por el técnico José Zavala de INAA/COSUDE y el responsable de la subse de Estelí al comité de agua potable para analizar posibilidades de montar el proyecto piloto de reforestación.	15/11/94
	Se realizo encuesta en la comunidad sobre el abastecimiento de agua	02/03/95
	Se dio a conocer el proyecto de conservación de suelos y agua, y protección de fuente así mismo la agenda de actividad.	07/11/96
	Se conformo la comisión de protección de fuentes así mismo la agenda de actividades.	07/11/96
	Se conformo la comisión de protección de fuente y conservación de suelos y agua.	08/11/96
	Se definió el área prevista para realizar las obras de conservación.	02/12/96
	Se realizo gestión para la obtención del área prevista para realizar las obras.	14/01/97
	Se realizo una reunión entre el dueño del terreno y los beneficiario interesados para formalizar negociaciones para obtener la propiedad.	19/02/97

Arenales	El promotor Carlos Zeledon se reunió con el comité de agua potable y visito la captación de manantial para ver su estado de abastecimiento o servicio.	18/03/94
	Inicio de reparación del camino que llega hasta la pila de captación para meter materiales de construccion.	12/11/94
	Inicio de la construccion de la nueva pila de captación de manantial.	17/11/94
	Se realiza asamblea comunal para dar a conocer objetivos y metas del proyecto piloto.	18/12/94
	Seminario sobre conservación de suelos y protección de fuente.	2 <sup>da</sup> semana de enero de 1995
	Finalización de reparación de caminos.	3er semana de enero de 1995
	Realización de las obras de conservación de suelos y agua.	De enero a abril de 1995
	Intercambio de experiencia	2da semana de agosto de 1995
	Coordinación institucional	permanente

Cyantú	Se realizo primera capacitación sobre protección y conservación de cuenca.	1993
	Inicio de realización de las obras de conservación de suelos y protección de fuente.	25/01/95
	Visita a Cinco Pino por comunitarios de Cayantu para vivir experiencia en recuperación de cuencas en esa zona. 21/02/95	21/02/95
	Entrega de alimentos a miembros del comité de agua potable.	30/02/95
	Visitas domiciliars para promover integración de la comunidad a trabajos de reforestación.	05/03/90
	Reparación de diques dañados.	03/10/95
	Elaboración de abonera	18/08/95
	Visita para conocer la calidad del agua de la fuente.	04/02/98

### Anexo 6: Censo poblacional de la comunidad de la Concepción

fecha	# de casas		# de habitantes		total	
	beneficiadas	No beneficiadas	Beneficiados	No beneficiados	casas	Habitantes
15/01/86	36	8	212	138	44	350
18/11/88	53		300			
15/02/90	36	9	202	50		
02/03/95					52	221
01/07/96	52		221			
24/01/97	54	2	277	10	56	287

### Anexo 7: Censo poblacional de la comunidad de Arenales

Fecha	# de casas		# de habitantes		total	
	beneficiadas	No beneficiadas	Beneficiados	No beneficiados	casas	Habitantes
01/07/87	30		210		30	210
21/09/88					28	184
09/02/90					38	281
24/01/95	32		237		32	287
1997	37	8	298	39	45	332
02/03/99					51	321

### Anexo 8: Censo poblacional de la comunidad de Cayantú

Tipo de obra	Fecha	# de casas	#de habitantes	Total	
Poso excavado a mano	12/03/93			36	313
	21/11/93	20	189	36	313
	08/02/96	20	175		
	10/10/00	27	211		
	08/08/01	30	270		

### Anexo 9: Concepción Aforos realizados

Fecha	Caudal
15/01/86	Verano: 2 GPM
momento de finalización de la obra	Invierno: 7 GPM
10/08/95	1 GPM
05/02/96	2.5 GPM
01/07/96	5 GPM
30/09/96	8 GPM
20/01/97	6 GPM
12/12/97	2.5 GPM
07/05/98	0.6 GPM

19/04/99	1.5 GPM
27/07/00	1.9 GPM
23/08/01	0.59 GPM

#### Anexo 10: Arenales aforos realizados

Fecha	Caudal GPM
19/04/96	20
23/09/96	17.5
17/01/97	18
27/01/98	19.2
04/03/98	17.7
06/05/98	15
13/05/98	15
10/10/98	22.5
05/12/98	22.5
03/03/00	16
23/03/01	14

#### Anexo 11: Cayantú aforos realizados

fecha	Control de aforos					observaciones
	Caudal GPM	en	NEA (mts)	Columna de agua (mts)	Prof. Total (mts)	
31/11/94			9.85	0.65	10.5	El primer aforo para iniciar el proyecto de reforestación.
08/12/94			9.85	0.65	10.5	
23/01/95			9.5	1	10.5	
30/02/95			9.25	1.25	10.5	
30/03/95			8.65	1.85	10.5	
06/04/95			8.5	2	10.5	
26/01/96			8.25	2.25	10.5	
08/02/96			6.1	4.4	10.5	
04/11/96			2.1	8.4	10.5	
11/03/97			5.3	5.2	10.5	
30/01/98			6.39	4.11	10.5	Seguimiento en la realización de aforos para conocer si hay recuperación con las obras realizadas.
04/02/98			6.15	4.35	10.5	
04/04/00			4.7	5.8	10.5	
11/10/00			6	4.5	10.5	
13/12/00			5	5.5	10.5	
06/03/01			7.2	3.3	10.5	
15/11/01			7.4	3.1	10.5	
24/01/02			9.4	1.1	10.5	

## Anexo 12: Área de protección o área suficiente (cálculos)

### La Concepción

Cálculo del área de protección.

$$A = \pi r^2$$

$$A = 3.1416(250\text{m})^2$$

$$A = 196,350\text{m}^2$$

$$1\text{Mz} = 7026 \text{ m}^2$$

$$A = 28\text{Mz}$$

Determinación de la precipitación en la microcuenca.

Para la Concepción se estima en 1000 mm anual.

$$1000 \text{ mm} = 1 \text{ m}$$

volumen precipitado

$$(196,000 \text{ m}^2)(1\text{m}) = 196,350\text{m}^3/\text{año}$$

Estimación de la infiltración (agua disponible)

$$(196,350 \text{ m}^3/\text{año})(0.3) = 58,905 \text{ m}^3/\text{año}$$

La fuente de la Concepción se ubica en la parte media baja de la microcuenca siendo la estimación de (0.75)

$$(58,905 \text{ m}^3/\text{año})(0.75) = 44,178.75 \text{ m}^3/\text{año}$$

Estimación del consumo humano por persona.

Una persona consume 32 gls /día

$$1\text{gln} = 3.785\text{lbs USA}$$

$$32 \text{ galones} = 121.1 \text{ litros /día } (365 \text{ días}/1\text{año}) = 44,201.5 \text{ lts/año} = 44.2 \text{ m}^3/\text{año}$$

Cálculo de la población abastecida por año.

$$PA = \frac{44,178.75\text{m}^3}{44.2\text{m}^3/\text{año}} = 999.52\text{personas}$$

Personas que se pueden abastecer con el área protegida actualmente.

28Mz se puede abastecer 1000 personas

4.34Mz se abastece a 55 personas

Cálculo del área a proteger para abastecer a la población existente

28Mz-----1000 personas

X-----280 personas existentes

$$X = 7.84 \text{ Mz}$$

$$X = 5.5 \text{ Ha}$$

Si toda la microcuenca de la Concepción que tiene una extensión de 647.35 Mz (454.83 Ha) estuviera protegida, tendría capacidad de abastecer a 23,120 personas.

### **Arenales**

Area de protección.

$$A=28\text{Mz}$$

Determinación del volumen anual precipitado en la microcuenca.

Para Arenales se estima una precipitación de 850 mm anual.

$$850\text{mm} = 0.85\text{m}$$

$$(196,349.5 \text{ m}^2)(0.85\text{m})=166,897\text{m}^3$$

Estimación de la infiltración.

La fuente de agua en Arenales se encuentra en la parte media baja.

$$(166,897 \text{ m}^3)(0.3)=50,069 \text{ m}^3(0.75)=37,552 \text{ m}^3/\text{año}$$

Estimación del consumo humano por persona.

Una persona consume 44.2 m<sup>3</sup>/año

Calculo de la población abastecida por año.

$$PA = \frac{37,552\text{m}^3}{44.2\text{m}^3/\text{año}} = 850\text{personas}$$

Cálculo de la población que se puede abastecer en Arenales con el área protegida existente.

Area protegida en Arenales = 2.18Mz

$$28\text{Mz} \text{-----} 850 \text{ personas}$$

$$2.18 \text{ Mz} \text{-----} X$$

$$X=66 \text{ personas}$$

Cálculo del área a proteger tomando en cuenta la población existente en Arenales.

$$28 \text{ Mz} \text{-----} 850 \text{ personas}$$

$$X \text{-----} 330 \text{ personas existentes}$$

$$X=10.87 \text{ Mz}$$

$$X=7.64 \text{ Ha}$$

Protegiendo toda la microcuenca de Arenales que tiene una extensión de 1606.48 Mz (1128.71Ha) se podría abastecer a 48768 personas.

### Cayantú

Área de protección.

$$A=196,350 \text{ m}^2$$

$$A=28 \text{ Mz}$$

Determinación del volumen precipitado en la microcuenca.

$$\text{Para Cayantú se estima una precipitación de } 850 \text{ mm}=0.85 \text{ m} \\ (196,350\text{m}^2) (0.85\text{m})=166,897.5\text{m}^3/\text{año}$$

Estimación de la infiltración.

$$(166,897.5\text{m}^3/\text{año})(0.3)=50,069\text{m}^3/\text{año}$$

Como la fuente se encuentra en la parte baja de la microcuenca el factor para la infiltración es 1.

$$(50,069\text{m}^3/\text{año})(1)= 50,069 \text{ m}^3/\text{año}$$

Estimación del consumo humano por persona.

$$\text{Una persona consume } 44.2\text{m}^3/\text{año}$$

Cálculo de la población abastecida por año.

$$PA = \frac{50069\text{m}^3}{44.2\text{m}^3/\text{año}} = 1133\text{personas}$$

$$\text{Población abastecida} = 1133 \text{ personas}$$

Cálculo de la cantidad de personas que se pueden abastecer con el área suficiente protegida actualmente en Cayantú.

$$28\text{Mz}-----1133 \text{ personas}$$

$$1.61\text{Mz}-----X$$

$$X= 64 \text{ personas}$$

Cálculo del área a proteger en Cayantú tomando en cuenta la población existente actualmente.

$$28\text{Mz}-----1133 \text{ personas}$$

$$X-----270 \text{ personas}$$

$$X=6.6\text{Mz}$$

$$X= 4.7 \text{ Ha}$$

Protegiendo toda la microcuenca de cayantú que tiene una extensión de 279 Ha (397 MZ), se lograría abastecer a 16046 personas.

## **Anexo 13: PLAN DE ENTREVISTAS DIRIGIDO A LAS COMUNIDADES**

### **Situación inicial**

1. ¿Cuánto tiempo funcionó satisfactoriamente esta obra de abastecimiento de agua?
2. ¿Después que se realizo la obra de captación de agua, que uso se le siguió dando al área cercana a la fuente?
3. ¿Cuáles fueron los problemas que sintieron, para darse cuenta que no había un buen funcionamiento en la obra de abastecimiento de agua?
4. ¿Hubo iniciativa para resolver el problema del agua? ¿Qué actividades se realizaron? ¿Requerían orientación técnica o tenían problemas de recursos económicos?
5. ¿Qué conocimiento tenían en ese momento sobre microcuenca?
6. ¿Qué institución u organismo cree usted que pudo haber apoyado en la resolución del problema del agua en ese momento y no lo hizo?
7. ¿Cómo surgió y se desarrollo la idea del proyecto piloto?
8. ¿Cuándo la fuente de agua deja de funcionar como resolvieron el problema del agua?
9. ¿Relación que había con el personal técnico de INAA?

### **Proceso de intervención**

1. ¿Cómo y cuando se obtuvo el área suficiente?
2. Cuando se estaban realizando todas las actividades de recuperación de la fuente ¿qué manejaban ustedes como área suficiente?
3. ¿Qué tomaron en cuenta para determinar el área suficiente?
4. ¿Quiénes decidieron los sitios pilotos y en que momento?
5. ¿Se realizaron procesos asamblearios? ¿Cuántos se realizaron? ¿Quiénes los hicieron?
6. ¿En qué consistían estos procesos asamblearios?
7. ¿Cómo se organizaron?
8. ¿Cómo se selecciono al CAP, Y quienes los selecciono?
9. ¿Se realizaron capacitaciones, y quienes las realizaron? Y ¿a quienes capacitaron?
10. ¿En qué consistían las capacitaciones para el comité de agua potable?
11. ¿En que consistían las capacitaciones para los beneficiarios y cuantas se hicieron?
12. ¿Realizaron giras de intercambio de experiencias? ¿Quiénes participaron?
13. ¿Qué se logro con las giras de campo para intercambio de experiencias? ¿Para qué sirvió? O ¿para qué fue útil en la recuperación de la fuente de agua en sus propias comunidades?
14. La asistencia técnica consistía en capacitar, apoyar y motivar a la comunidad en la implementación de las técnicas de protección de fuentes de agua; ¿cree que se cumplió con este objetivo?



15. ¿Hubo interés en participar en las actividades de conservación de suelos y agua en toda la gente o solo un sector? ¿Por qué?
16. ¿Cuáles eran las actividades del CAP siempre cumplían con esas actividades?
17. ¿Qué problemas surgieron en el comité de agua potable durante la realización de los trabajos?
18. ¿Cuáles fueron las obras que se empezaron a hacer, y quienes participaron en la construcción de las obras?

### **Situación actual**

1. ¿Cuáles fueron los beneficios obtenidos como resultado de la implementación de las obras de recuperación de fuentes de agua?
2. Si el resultado del esfuerzo fue un fracaso ¿a qué le atribuye este resultado?
3. ¿Considera estas técnicas de conservación de suelos y agua efectivas o no tienen ningún beneficio?
4. ¿Qué porcentaje o que parte de la comunidad fue beneficiado por el resultado de este proyecto?
5. ¿Qué actividades están haciendo para mantener las obras o que necesitan para reactivarlas?
6. ¿Actualmente se mantiene la organización o se ha debilitado, porque?
7. ¿Cuál es la participación de los promotores sociales de la DAR/INAA después de haber finalizado el proyecto?
8. ¿Que participación ha tenido el MINSA en el asunto del agua?
9. ¿Qué piensan como comunidad o que ideas tienen para resolver el problema del agua en el futuro inmediato?

### **Lecciones aprendidas**

1. Si pudiera volver a comenzar de nuevo con este proyecto ¿qué cosas haría de una manera diferente? ¿Por qué?
2. ¿Cuales son las acciones prioritarias para resolver el problema del agua de una comunidad?
3. ¿Que beneficios trae a la situación del agua la organización de la comunidad?
4. ¿Qué deberían hacer las instituciones del estado y organismos que se encuentran en el lugar para ayudar a resolver los problemas del agua?

## **Anexo 14: PLAN DE ENTREVISTA DIRIGIDO A HECTOR VALDIVIA LAZO**

El siguiente plan de entrevista esta dirigido a completar información sobre las experiencias vividas en el desarrollo del proyecto piloto sobre recuperación de fuentes de agua en la región I, también para corroborar información existente. La serie de preguntas se dividen en cuatro partes definiendo cuatro momentos de la experiencia; situación inicial, proceso de intervención, situación final y lecciones aprendidas.

### **Situación Inicial**

3. ¿Cuál era la magnitud del problema existente con respecto al abastecimiento de agua en las comunidades de Cayantú, Arenales y la Concepción?
4. En las condiciones de cada zona, ¿cuál cree usted que eran las causas presentes en el deterioro de este recurso?
5. ¿Cuáles fueron las iniciativas notables en cada comunidad para resolver dicho problema?
6. ¿Qué factores impedían o facilitaban la resolución del problema del agua?
7. ¿Qué institución u organismo se encontraba en esas zonas brindando apoyo para librar tal problema?
8. ¿Cómo trató cada comunidad de resolver el problema?
9. ¿Existía alguna forma de organización en las comunidades y ¿en que consistía?

### **Proceso de intervención**

1. ¿Qué elementos se tomó en cuenta para la selección de las comunidades?
2. ¿Cuál fue la metodología que se utilizó para dar a conocer los objetivos y actividades del proyecto piloto y ¿en que consistía?
3. ¿Qué conocimientos manejaban las personas de cada comunidad sobre recuperación de fuentes de agua?
4. ¿Qué parámetros se tomo en cuenta en la determinación del área suficiente?
5. A partir de la ejecución del proyecto ¿cómo se organizó a la gente en las comunidades?
6. Los procesos asamblearios y capacitaciones, ¿en qué consistían?
7. ¿Cuál era el objetivo primordial de las giras de intercambio de experiencia que realizaban representantes de las comunidades y ¿qué se logró con estas giras?
8. ¿Tubo la asistencia técnica un efecto trascendental en la adopción de la tecnología, con respecto a la recuperación de las fuentes hídricas?
9. ¿Cómo fue la aceptación de las comunidades sobre las técnicas de recuperación de fuentes de agua?
10. ¿Cuál fue el papel de los comité de agua potable? ¿Se tubo éxito con esta organización?

11. ¿Qué obras de conservación de suelos y agua se practicaron, ¿cree que se aplicaron de forma adecuada a cada zona?
12. ¿Qué cree que hizo falta por hacer en todo el trabajo que se realizó?

### **situación actual**

1. ¿Cuáles fueron los beneficios o perjuicios obtenidos como resultado de la implementación de las obras de recuperación de fuentes de agua?
2. ¿Qué grado de efectividad se obtuvo con las obras implementadas o no fue de mucha utilidad?
3. ¿Qué actividades realiza la comunidad o el organismo para dar mantenimiento o reactivación a las obras de recuperación de fuentes hídricas?
4. ¿Actualmente se ha mantenido la organización en las comunidades o se ha debilitado?
5. ¿Cuál fue la participación de los promotores sociales de la dirección de acueductos rurales de INAA después de haber finalizado el proyecto?
6. ¿Qué participación ha tenido el MINSA en el asunto del agua?
7. ¿Cómo considera que fue la experiencia para las comunidades?

### **lecciones aprendidas**

1. ¿Cómo considera o que opinión tiene sobre todo el trabajo realizado en este proyecto por INAA/COSUDE?
2. ¿Cuáles son las habilidades de autogestión y resolución de problemas de esta índole que adquirió cada comunidad?
3. ¿Qué sugiere que debería hacer las instituciones del estado y ONG's que se encuentran en la zona para ayudar a resolver los problemas del agua en las comunidades?