



Bioindicadores de la calidad del agua



Los organismos que habitan en los ríos pueden ser utilizados como indicadores de la calidad del agua, gracias a que presentan diferentes rangos de tolerancia a la contaminación de su hábitat.



El grupo más utilizado es el de los macroinvertebrados acuáticos, el cual incluye moluscos (caracoles y almejas), crustáceos (camarones y cangrejos), algunas especies de gusanos (nemátodos, planarias, anélidos como lombrices), ácaros y un gran número de especies de insectos (larvas y adultos).

Los insectos acuáticos pertenecen a los siguientes órdenes:

Ephemeroptera (efímeras)

Coleoptera (escarabajos)

Plecoptera (moscas de piedra)

Megaloptera (megalópteros)

Odonata (libélulas y gallegos)

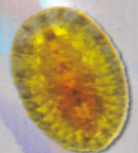
Trichoptera (tricópteros)

Hemiptera (chinches)

Lepidoptera (mariposas y polillas)

Blattodea (cucarachas)


Diptera (moscas, mosquitos y zancudos)




La presente guía muestra las familias de indicadores más representativas de los ríos de zonas bajas de la vertiente del Caribe Costarricense. **ES MATERIAL DIDÁCTICO CON CARACTER ILUSTRATIVO Y POR LO TANTO NO DEBE SER CONSIDERADO COMO REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA NI DEBE BAJO NINGUNA FORMA SUSTITUIR EL CRITERIO PROFESIONAL DE LOS RESPECTIVOS ESPECIALISTAS.**

Indicadores de excelente a muy buena calidad de agua




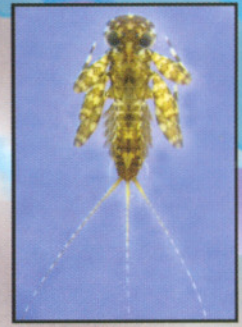
Baetidae E,5 




Baetidae E,5 




Leptophlebiidae E,8 




Heptageniidae E,10 




Polythoridae O,10 




Perilestidae O,10 




Aeshnidae O,8 




Perlidae P,10 




Elmidae C,5 




Elmidae C,5 




Ptilodactylidae C,7 




Blaberidae B,8 




Lutrochidae C,7 




Lutrochidae C,7 




Calamoceratidae T,8 




Glossosomatidae T,8 




Leptoceridae T,8 




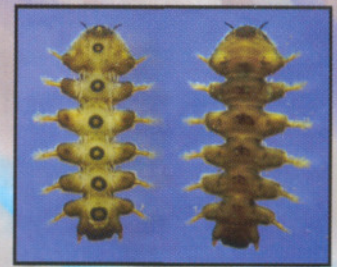
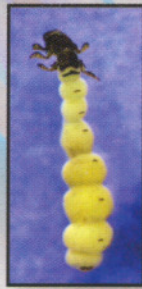
Leptoceridae T,8 





Leptoceridae T,8 





Leptoceridae T,8 



Polycentropodidae T,6 




Hydroptilidae T,6 

Hydrobiosidae T,10 

Blephariceridae D,10 

Instrucciones de uso

- La letra mayúscula después del nombre corresponde al orden (según las iniciales de los nombres de la página 1)
- El número corresponde al valor del Índice BMWP'-CR (según página 6)
- El tamaño del organismo se indica según el siguiente símbolo:


 < 5mm  < 15mm  > 15mm


(los organismos grandes y medianos pueden tener un tamaño menor cuando son muy jóvenes)

OJO: Todos los organismos indicadores pertenecientes a una categoría específica también pueden vivir en aguas de calidad superior


Indicadores de aguas de calidad buena a regular





Baetidae E,5 

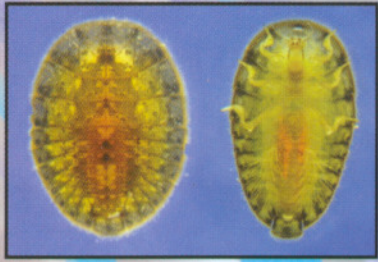
Leptohiphidae E,5 




Gomphidae O,7 


Libellulidae O,6 

Coenagrionidae O,4 




Psephenidae C,7 




Elmidae C,5 




Gyrinidae C,4 





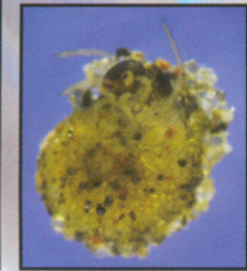
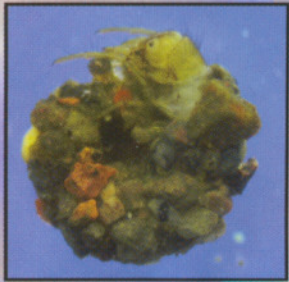
Dryopidae C,5 




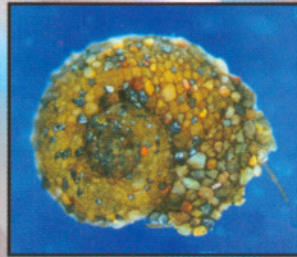
Hydropsychidae T,5 




Philopotamidae T,7  Xiphocentronidae T,6 




Helicopsychidae T,5 




Hydroptilidae T,6 




Simuliidae D,4 




Psychodidae D,3 




Tipulidae D,4 



Pyralidae L,5 




Corydalidae M,6 




Platystictidae O,7 




Megapodagrionidae O,7 




Palaemonidae Cr,5 

Indicadores de aguas de calidad regular a mala




Calopterygidae O,4 




Coenagrionidae O,4 




Caenidae E,4 




Staphylinidae C,4 




Noteridae C,4 




Belostomatidae H,4 




Naucoridae H,4 




Notonectidae H,4 




Planariidae 5 




Thiariidae Mo,3 




Hydrobiidae Mo,3 




Hydrophilidae C,3 




Dytiscidae C,4 




Chironomidae D,2 

Indicadores de aguas de calidad mala a muy mala




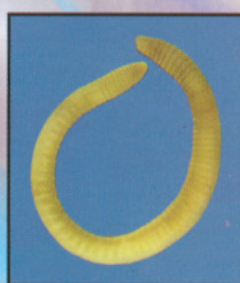
Chironomidae D,2 




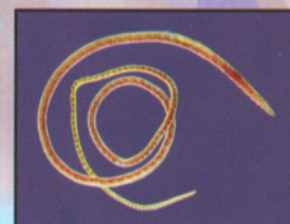
Culicidae D,2 



Syrphidae D,1 



Oligochaeta A,1 



Tubifex A,1 



Uso del índice BMWP'-CR de la calidad del agua



El BMWP'-CR (Biological Monitoring Working Party modificado para Costa Rica) es un índice que se calcula sumando las puntuaciones asignadas a las distintas familias de macroinvertebrados encontradas, según su grado de sensibilidad a la contaminación.

El puntaje se asigna una sola vez por familia, independientemente de la cantidad de individuos o géneros encontrados. La suma de los puntajes de todas las familias encontradas en el sitio brinda el valor final del índice.

El valor del índice obtenido permite determinar la calidad del agua según las categorías listadas en el siguiente cuadro.



BMWP'-CR	NIVEL DE CALIDAD
>120	Aguas de calidad excelente
101-120	Aguas de calidad buena, no contaminadas o no alteradas de manera sensible
61-100	Aguas de calidad regular, contaminación moderada
36-60	Aguas de calidad mala, contaminadas
16-35	Aguas de calidad mala, muy contaminadas
<15	Aguas de calidad muy mala extremadamente contaminadas

Consejos para la recolección de los organismos:

- @ Revisar todos los distintos microambientes del río tales como sustratos (hojarasca, raíces, piedras, fondo, ...) y tipos de corriente (rápidos, pozas, ...) con la ayuda de redes acuáticas o coladores.
- @ Utilizar bandejas (de color claro) para colocar el sustrato con un poco de agua y así distinguir mejor los organismos
- @ Usar una lupa para la identificación y contar con el apoyo de una persona con experiencia
- @ Preservar los organismos en alcohol al 70% (en caso de requerir una colección de referencia)

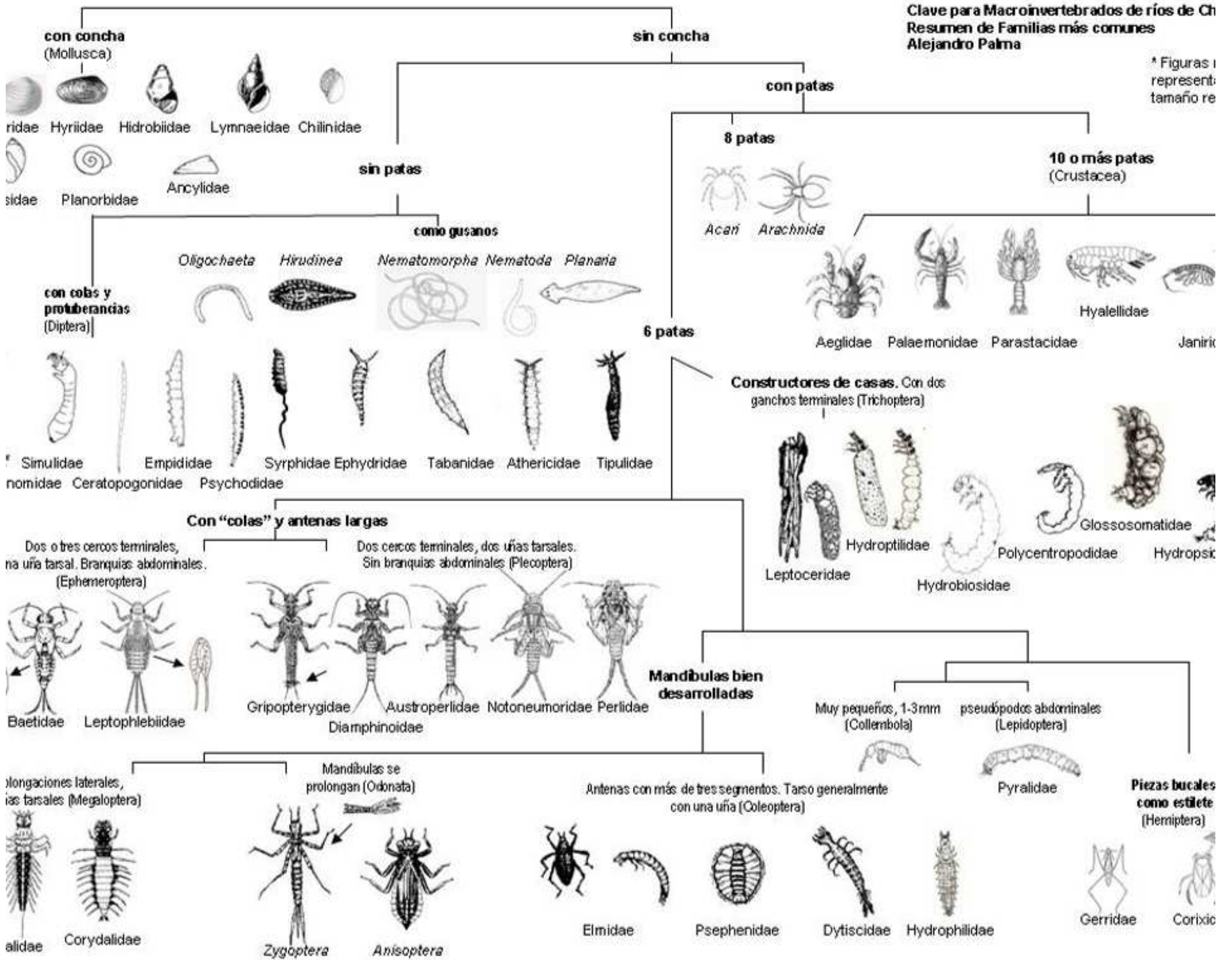


Elaborado por:

Monika Springer/springer@biologia.ucr.ac.cr (UCR), Danny Vásquez (UCR), Arturo Castro (UCR), Bert Kohlmann/bkohlman@earth.ac.cr (EARTH). Derechos reservados © Univ. EARTH 2007.

Clave para Macroinvertebrados de ríos de Ch
Resumen de Familias más comunes
Alejandro Palma

* Figuras 1 represent tamaño re



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA

UNAN – MANAGUA



FALCULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA DE ESTELI

FAREM / Estelí

Nosotras estudiantes de la FAREM – Estelí, estamos realizando un estudio para conocer el estado actual del agua de cuatro microcuencas del río Estelí (Las Pintadas, La Tunosa, El Limón y Estelí), con el objetivo de recabar información sobre la percepción de los pobladores, respecto a la calidad del agua de los Ríos.

I Datos generales

Barrio: _____

Río/Quebrada _____

Nombre del encuestado/a: _____

Edad: _____ Sexo _____

A qué se dedica:

Ama de casa () Agricultor () ganadero () comerciante () Jornalero ()
otros ()

Tenencia de la propiedad.

Propia () alquilada () a medias () prestada () Otros ()

II. Fuentes de Agua

¿De donde toma el agua para consumo?

Pozos () Ojos de agua () Puestos comunales () Río/quebrada ()
Agua potable () otros ()

III. Calidad de agua del río (Visión del encuestado)

Buena: (sin contaminación) _____

Regular: (algún tipo de contaminación) _____

Mala: (con mucha contaminación) _____

a) Fuentes de contaminación

¿Que tipos de contaminación existen en el río/quebrada?

Agroquímicos () Basura () Aguas Servidas () Coliformes Fecales ()
Actividad ganadera ()

¿Donde realizan sus necesidades fisiológicas?

Letrinas_____

¿A que distancia se encuentra del río?

¿En que estado se encuentra?

Inodoro_____

A donde van a dar esas aguas:

Al río_____ están conectados al alcantarillado sanitario_____ tienen
sumidero/zanjón _____

¿Que hace usted con la basura?

Tren de aseo: ()

La quema: ()

La tira al río: ()

La entierra: ()

b) Usos del agua del río

¿Utiliza el agua del río? Sí____ No____

¿Para que utiliza el agua del río?

c) ¿En que época utiliza más el agua del río?

Verano _____

Invierno _____

¿Por qué?

III. Protección de las fuentes de agua

¿Crees que el río esta protegido? Si__ No__

¿Por qué crees esto?

¿Y que haces tú para protegerlo?

¿Que acciones y/o actividades se realizan en el barrio, entorno a la protección del río/quebrada?

- Reforestación del bosque ripario () cada cuanto ()

¿Cuándo fue la última vez?

¿Qué especies de árboles utilizaron para reforestar?

- Realizan jornadas de limpieza en la fuente de agua () cada cuanto ()

- Cercan sus fuentes de agua ()

¿Porqué?

¿Que actividades de recreación se realizan en la zona del río?

Caza de animales () pesca () Actividades recreativas (bañar en el río) ()

Ninguna ()

IV. Marco Legal

¿Que leyes conoces en relación a la protección del medio ambiente?

¿Que acciones realiza usted en relación a la ley?

V. Presencia institucional

¿Que instituciones inciden o han incidido en el barrio?

¿De que manera se involucran las instituciones y los pobladores en las acciones que impulsa la misma?

VI. Organización del barrio.

¿Esta organizado el barrio? Si ___ No ___

¿Que tipo de organización comunitaria?

Asociación de productores () GPC () otros ()

¿Cual es el nivel de participación de los pobladores del barrio en las acciones de protección y conservación de los recursos naturales dentro del río?

¿Que tipo de medidas y/o actividades considera que se deben realizar para proteger la fuente de agua?

VII. Riesgo

¿Cuando llueve se ve afectado por la crecida del río? Si ___ No ___

¿A que se debe esta afectación?

¿Cómo se vio afectado con el huracán Mitch?

¿Estaría usted dispuesto a reubicarse? Si ___ No ___ ¿Por qué?

VIII. Salud

¿Cree que la mala calidad del agua le afecta a la salud? Si ___ No ___

¿De que manera?

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA

UNAN – MANAGUA



FALCULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA DE ESTELI

FAREM / UNAN- Managua

La presente encuesta está dirigida a pobladores y pobladoras de las distintas comunidades y barrios, aledaña a las micro cuencas estudiadas del Río Estelí. Con el objetivo de conocer la percepción de estos pobladores, respecto a la calidad del agua del Río.

I Datos generales

Barrio y/o Comunidad: _____

Río/Quebrada _____

Nombre del encuestado/a: _____

Edad: _____ Sexo _____

A qué se dedica:

Ama de casa () Agricultor () ganadero () comerciante () Jornalero ()
otros ()

Tenencia de la tierra

Propia () alquilada () a medias () prestada () No tiene () Otros ()

II. Fuentes de Agua

¿De donde toma el agua para consumo?

Pozos () Ojos de agua () Puestos comunales () Río/quebrada ()
Agua potable () otros ()

III. Calidad de agua del río (Visión del encuestado)

Buena (sin contaminación) _____

Regular (algún tipo de contaminación) _____

Mala (con mucha contaminación) _____

a) Fuentes de contaminación

¿Que tipos de contaminación existen en el río/quebrada?

Agroquímicos () Basura () Aguas Servidas () Coliformes Fecales ()
Actividad ganadera ()

¿Dónde realizan sus necesidades fisiológicas?

Letrinas ()

¿A que distancia se encuentra del río?

¿En que estado se encuentra?

Inodoros ()

¿A dónde van a dar esas aguas?

Sistema de alcantarillado ()

Calle/Zanjón ()

Sumidero ()

¿Qué hace usted con la basura?

Tren de aseo () Quema () Entierra () Río ()

b) Usos del agua del río

¿Utiliza usted el agua del río? Sí () No ()

¿Para que utiliza el agua? ¿Y de que manera?

Domestica ()

- Bañarse ()
- Lavar ()
- Riego ()

Agropecuaria ()

¿Qué productos químicos usa?

- Fertilizantes ()
- Herbicidas ()
- Pesticidas ()

¿De que tipo son?

¿Cómo crees que afectan estos productos químicos al río?

¿De donde toma el agua para fumigar?

¿Lavan sus herramientas en la misma quebrada? Sí () No ()

Riego Sí () No ()

¿Cómo sacas el agua del río?

- Motor
- Gravedad

¿De que manera riegas tus cultivos?

- Goteo
- Inundación
- Aspersión

¿Qué tipo de cultivos riega con el agua del río?

Otros ()

¿Cree que este uso del agua afecta negativamente al río?

c) ¿En que época utiliza más el agua del río?

Verano _____

Invierno _____

¿Por qué?

III. Protección de las fuentes de agua

¿Cree que el río esta protegido? Sí () No ()

¿Por qué?

¿Qué hace usted para protegerlo?

¿Que acciones y/o actividades se realizan en la comunidad, entorno a la protección del río/quebrada?

- Reforestación del bosque ripario () cada cuanto ()

¿Cuándo fue la última vez?

¿Qué especies de árboles utilizaron para reforestar?

- Realizan jornadas de limpieza en la fuente de agua () cada cuanto ()
- Cercan sus fuentes de agua () ¿Porque?

¿Que actividades de recreación se realizan en la zona del río?

Caza de animales () pesca () Actividades recreativas (bañarse en el río) ()
Ninguna ()

IV. Marco legal

¿Qué leyes conoces en relación a la protección del medio ambiente?

¿Qué acciones realiza usted en relación a esa ley?

V. Presencia institucional

¿Que instituciones que inciden o que han incidido en el área y/o comunidad?

¿De que manera se involucran las instituciones y los pobladores en las acciones que impulsa la misma?

VI. Organización comunitaria

¿Que tipo de organización comunitaria existe en la zona?

Comités comunales () comités de agua () asociación de productores ()
GPC () Movimiento comunal () Guarda bosques () CAPS ()

¿Cual es el nivel de participación de los pobladores de las comunidades en las acciones de protección y conservación de los recursos naturales dentro del río?

¿Que tipo de medidas y/o actividades considera que se deben realizar para proteger la fuente de agua?

VII. Riesgo

¿Cuándo llueve que nivel de afectación tiene su casa? Sí () No ()

¿A que creen que se deben estas afectaciones?

¿Cómo se vio afectado con el huracán Mitch?

¿Estaría dispuesto a reubicarse? Sí () No ()

VIII. Salud

¿Cree que la mala calidad del agua le afecta a la salud? Sí () No ()

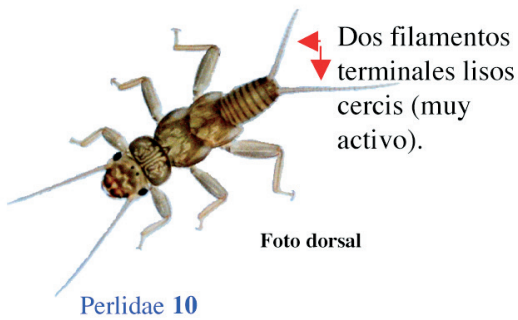
¿De que manera?

Macroinvertebrados acuáticos

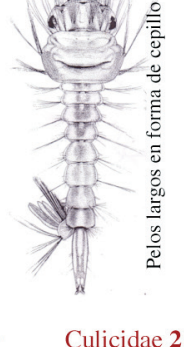
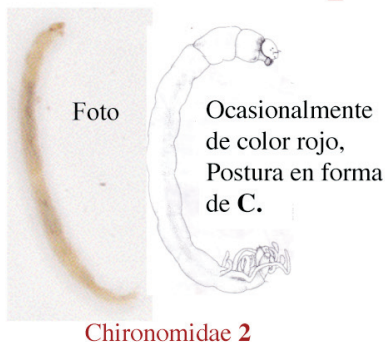
Guía para Macroinvertebrados de agua dulce en el Caribe sur de Costa Rica

Orden Plecoptera O. Lepidoptera

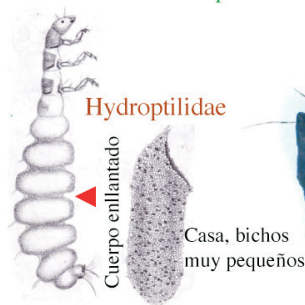
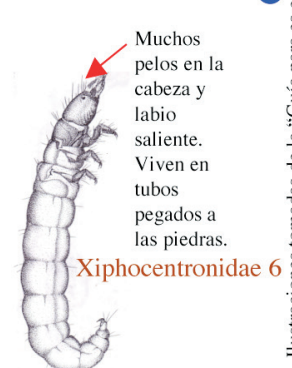
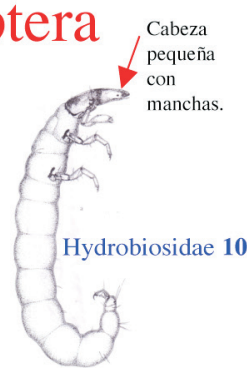
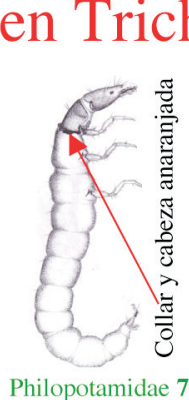
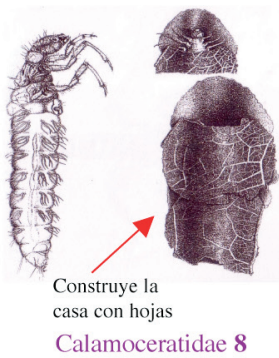
O. Megaloptera



Orden Diptera Larvas alargadas cilíndricas, sin patas articuladas o verdaderas.



Orden Trichoptera



Diseño y Fotos: Schweigert N. y Mafía M. Ilustraciones tomadas de la "Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia" (Gabriel Roldán Pérez, 1996)

Macroinvertebrados acuáticos

Guía para Macroinvertebrados de agua dulce en el Caribe sur de Costa Rica

Orden Coleoptera La mayoría de cuerpos duros (esclerotizados)

Cuerpo en forma de moneda



Larva

Psephenidae 7

Larva

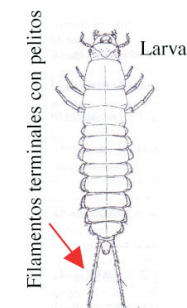


Cola con espiráculo descubierto

Ptilodactylidae 7



Color rojo ladrillo



Filamentos terminales con pelitos

Carabidae

Espiráculo cubierto



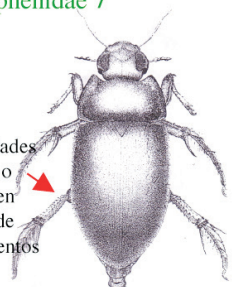
Elmidae 5

Cuello más largo que ancho, antenas largas



Adulto

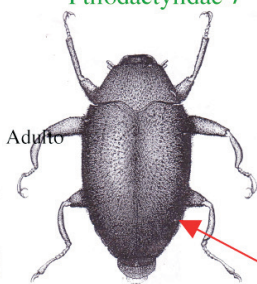
Extremidades con uñas o ganchos en la unión de los segmentos



Adulto

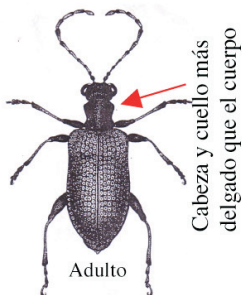
Hydrophilidae 3

Adulto



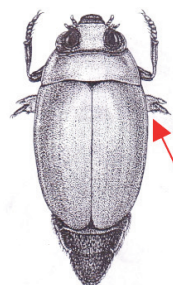
Limnychidae 5

Pelos en los elitos



Chrysomelidae 4

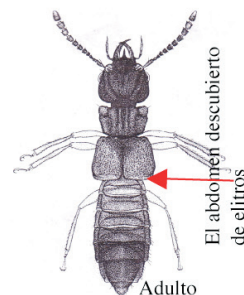
Cabeza y cuello más delgado que el cuerpo



Adulto

Gyrinidae 4

Patas medias y posteriores poco desarrolladas, nadan en la superficie



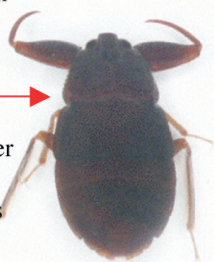
El abdomen descubierto de elitos

Adulto

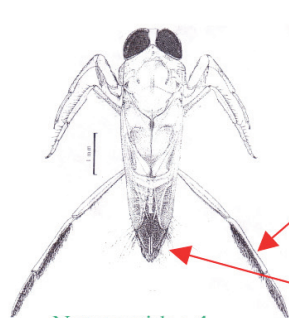
Staphylinidae 4

Orden Hemiptera Chinchas de agua

Cuerpo en forma de tortuga muy activo. Pueden ser de diferentes colores.



Naucoridae 4



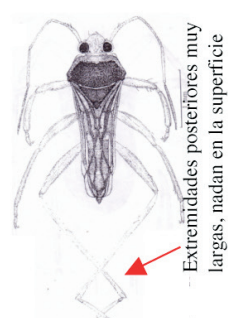
Notonectidae 4

Pelos en las patas posteriores. También pelos al final del abdomen. Nadan en las posas.



Nepidae 4

Filamentos terminales, nadan en las posas.



Mesoveliidae

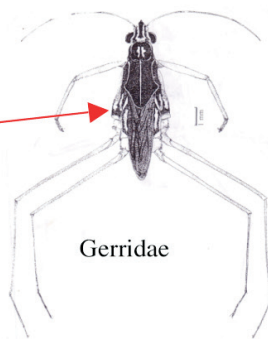
Extremidades posteriores muy largas, nadan en la superficie

Pelos en uno de los segmentos de las patas medias, nadan en la superficie.



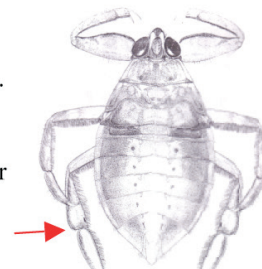
Veliidae

Uniones de la patas muy pronunciadas, badan en la superficie.



Gerridae

Muy grande. Parecido a cucarachas. Pueden tener o no alas. Patas gruesas.



Belostomatidae 4

Diseño y Fotos: Schweigert N. y Mafla M. - Ilustraciones tomadas de la "Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia" (Gabriel Roldán Pérez, 1996)

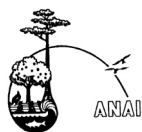
Para mayor información

ASOCIACIÓN ANAI

Apartado 170-2070 Sabanilla de Montes de Oca, Costa Rica

Tel. (506) 224 3570 - Fax (506) 2537524

www.anai.cr.org



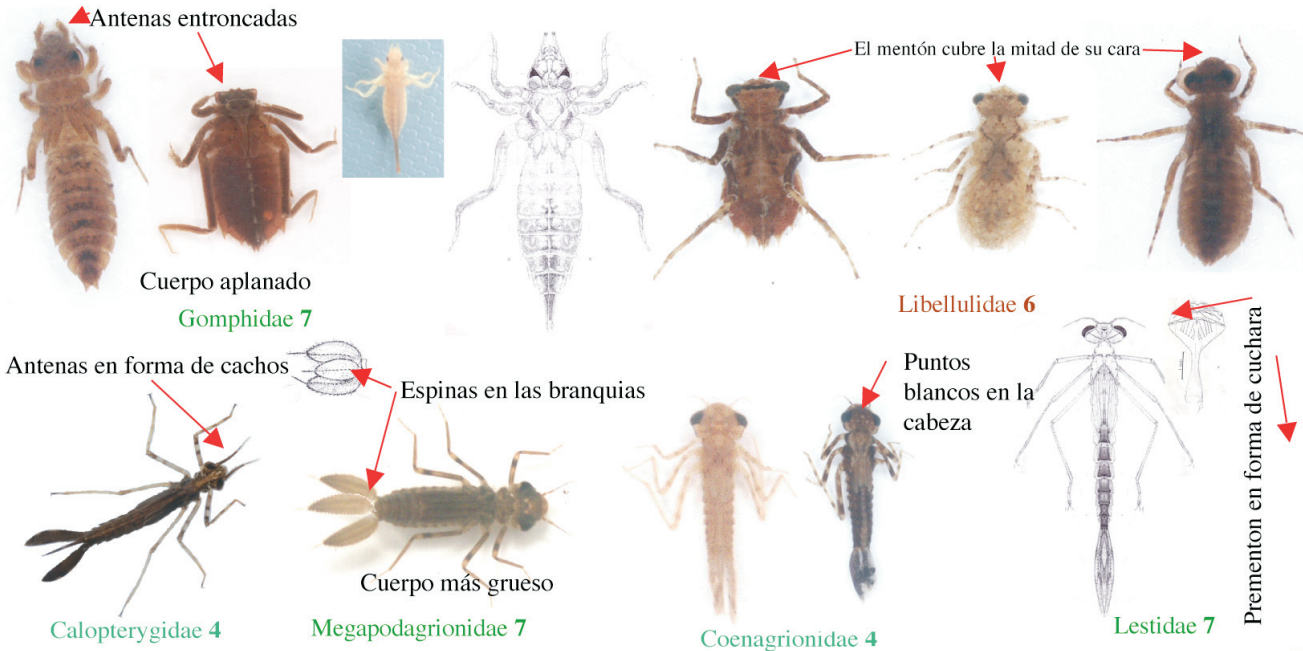
PROARCA/PRODOMA
Componente Programa de Pequeñas Donaciones para el Manejo Ambiental



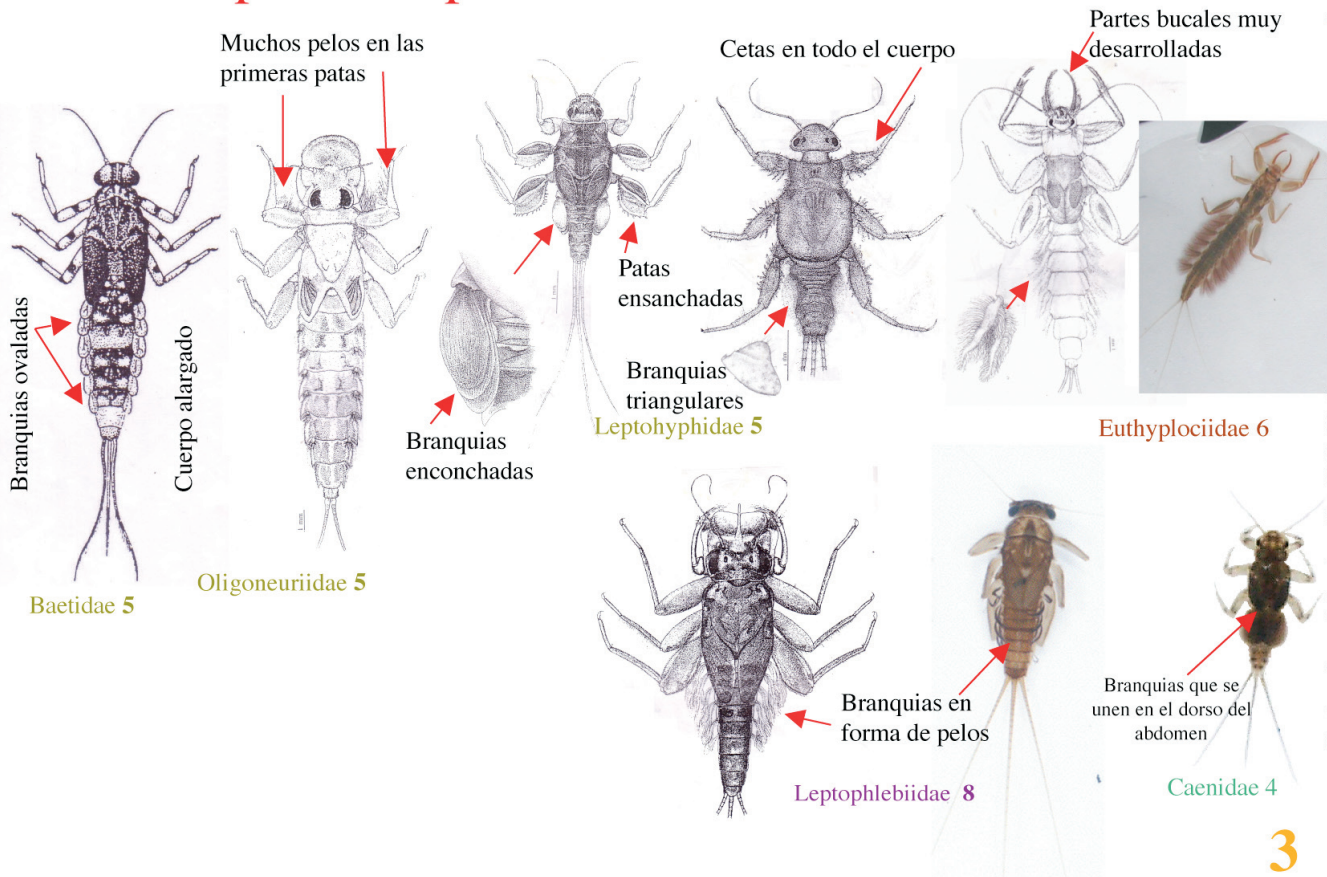
Macroinvertebrados acuáticos

Guía para Macroinvertebrados de agua dulce en el Caribe sur de Costa Rica

Orden Odonata Aparato bucal oculto debajo de la cabeza



Orden Ephemeroptera con dos o tres colas y branquias a los lados del abdomen

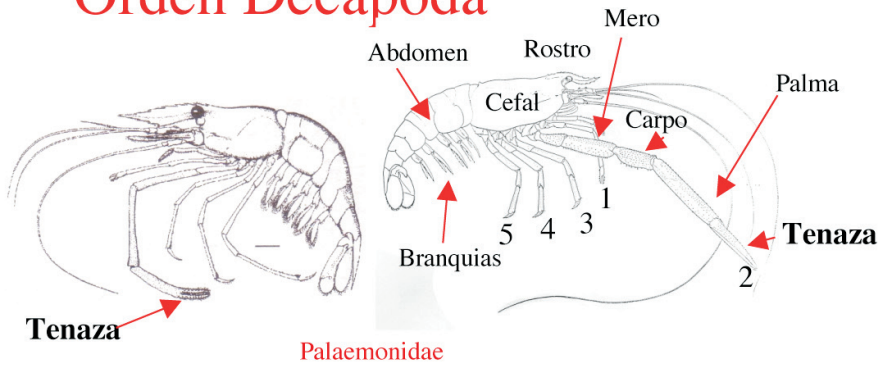


Diseño y Fotos: Schweigert N. y Mafla M. Ilustraciones tomadas de la "Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia" (Gabriel Roldán Pérez, 1996)

Macroinvertebrados acuáticos

Guía para Macroinvertebrados de agua dulce en el Caribe sur de Costa Rica

Orden Decapoda

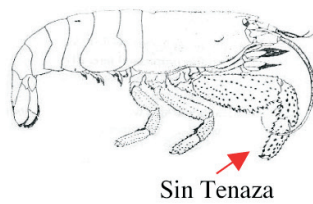


Palaemonidae

Clase Bivalvia

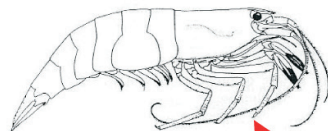


Unionoida



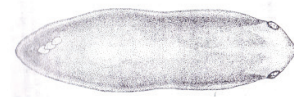
Sin Tenaza

Atyidae



Sin Tenaza

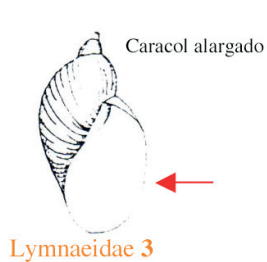
Orden Tricladida



Planariidae

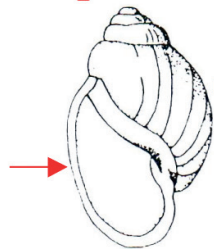
MOLUSCA

Orden Basommatophora



Caracol alargado

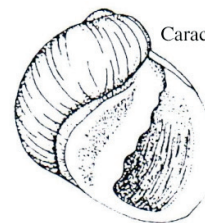
Lymnaeidae 3



Physidae 3

Caracol con apertura al lado izquierdo

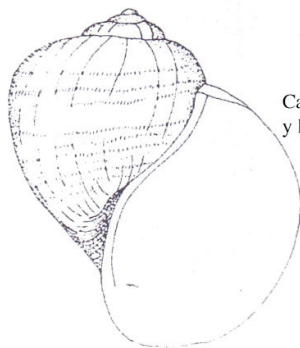
Orden Archeogastropoda



Caracol con estrías verticales

Neritidae

Orden Mesogastropoda



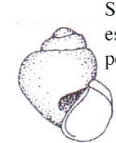
Caracol con estrías verticales y horizontales

Ampullariidae



Caracol en forma de espiral

Pilidae



Superficie sin estrías generalmente pequeño

Hydrobiidae 3

Diseño y Fotos: Schweigert N. y Mafla M. - Ilustraciones tomadas de la "Guía para es estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia" (Gabriel Roldán Pérez, 1996)

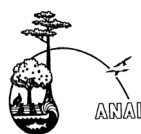
Para mayor información

ASOCIACIÓN ANAI

Apartado 170-2070 Sabanilla de Montes de Oca, Costa Rica

Tel. (506) 224 3570 - Fax (506) 2537524

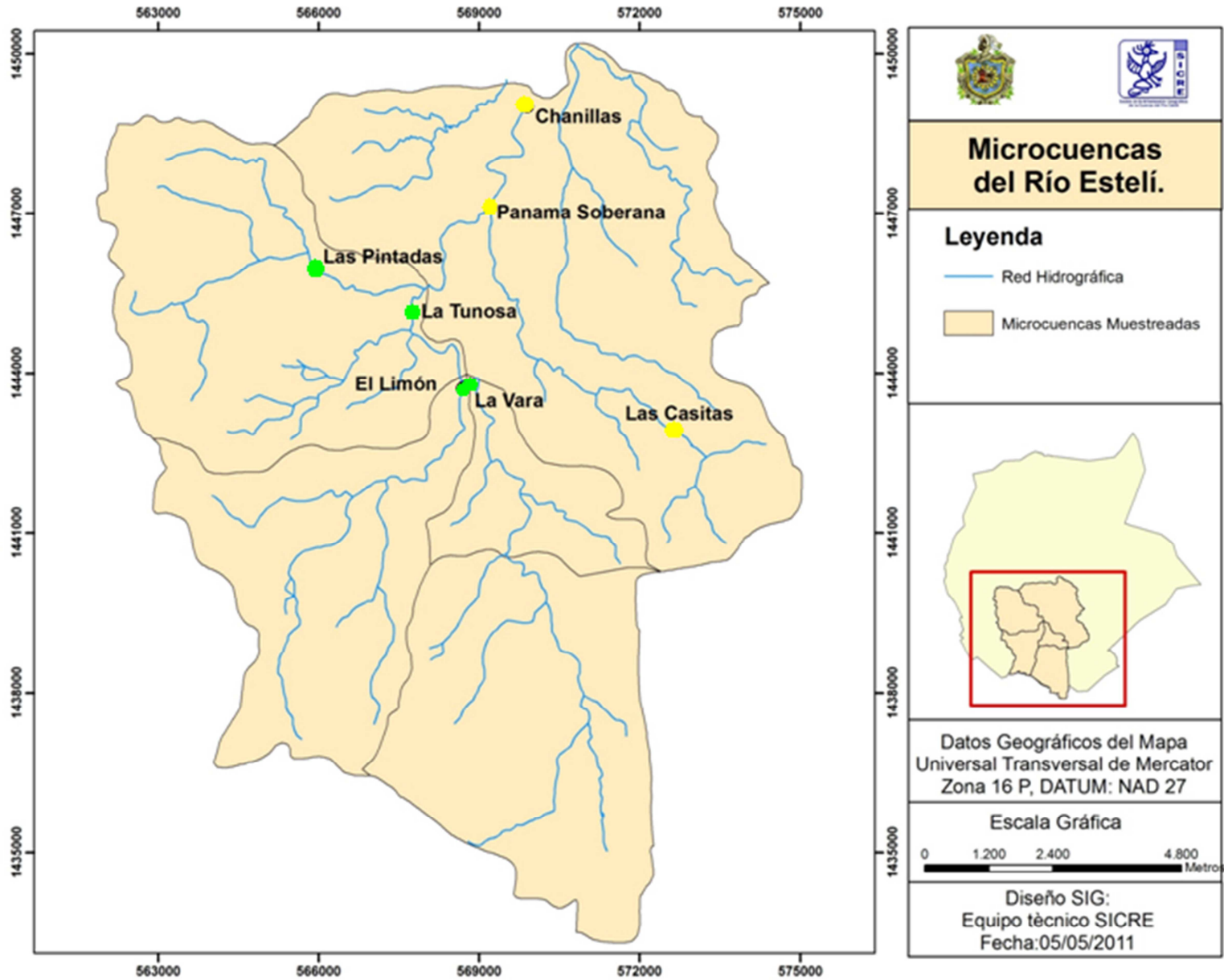
www.anai.cr.org



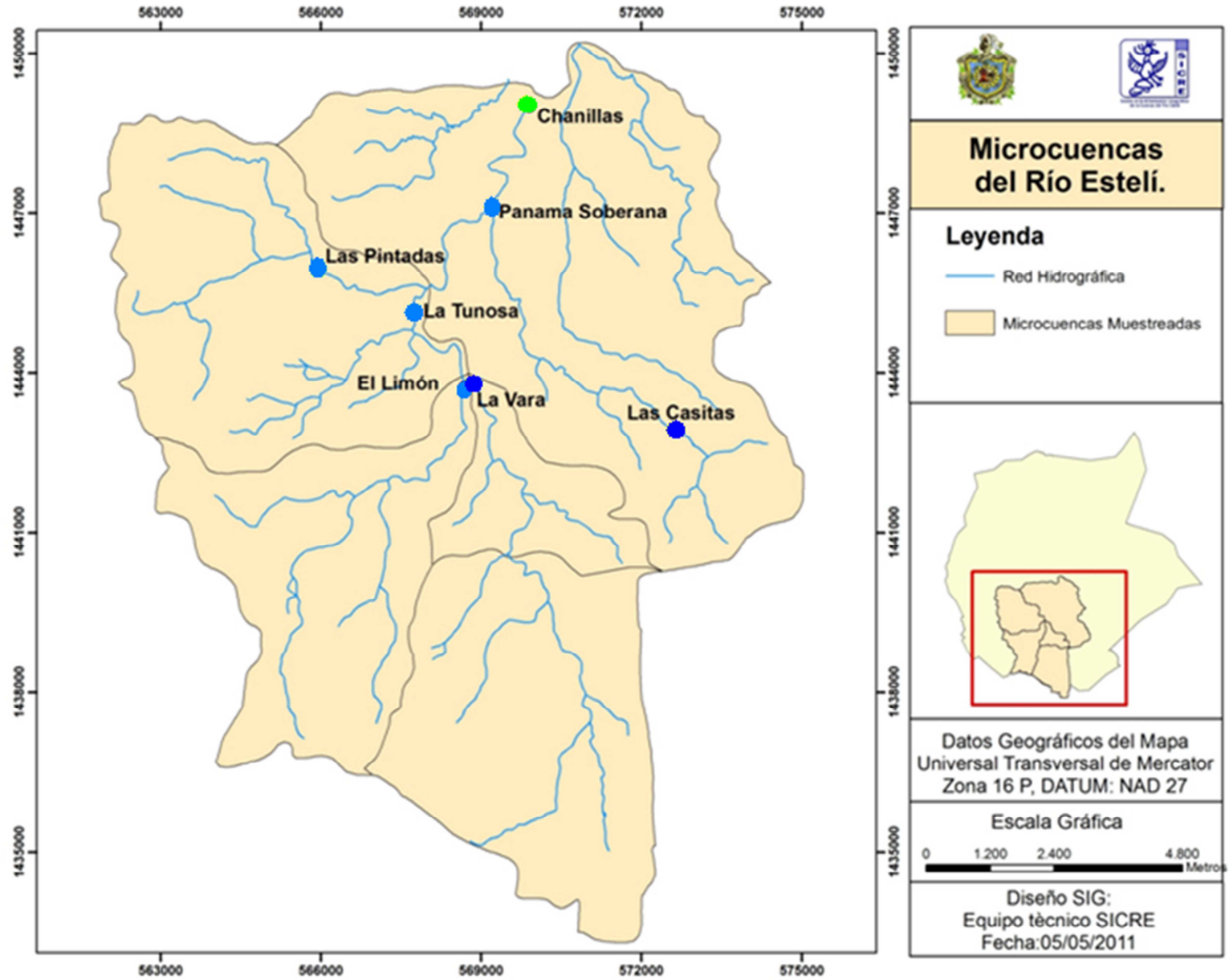
PROARCA/PRODOMA
Componente Programa de Pequeñas Donaciones para el Manejo Ambiental



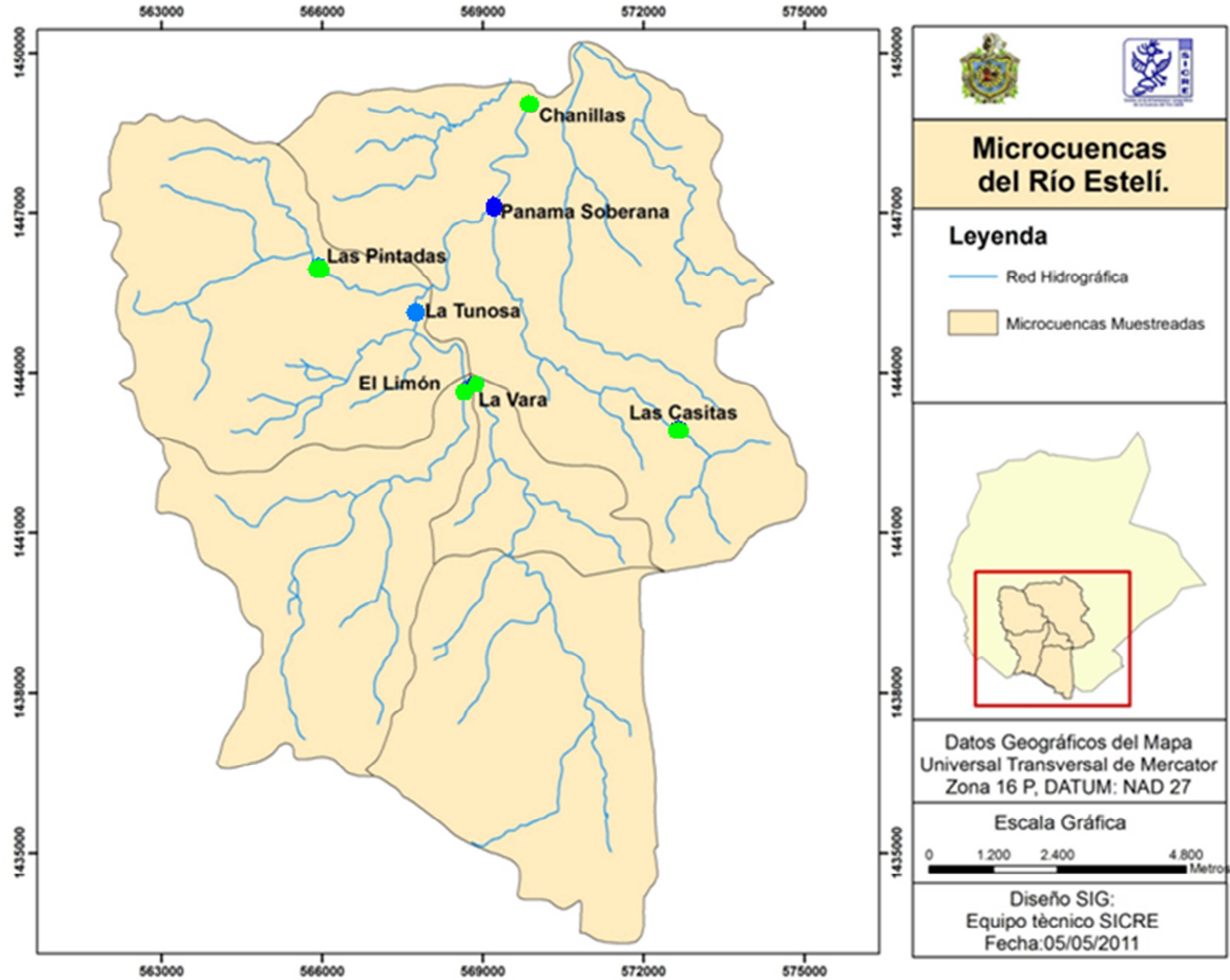
Mapa de les microconques del riu Estelí i els punts de mostreig estudiats, representats mitjançant la categoria assignada per l'índex IAIFM



Mapa de les microconques del riu Estelí i els punts de mostreig estudiats, representats mitjançant la categoria assignada per l'índex BMWP/CR', a la mostra 1.



Mapa de les microconques del riu Estelí i els punts de mostreig estudiats, representats mitjançant la categoria assignada per l'índex BMWP/CR', a la mostra 2.





“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”



MARENA
Ministerio del Ambiente y
Los Recursos Naturales

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE

UNA / CARE – MARENA – PIMCHAS

PROYECTO

***MONITOREO Y EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL PROYECTO CARE – MARENA –
PIMCHAS A TRAVÉS DE LOS INDICADORES DE LA INFILTRACIÓN DE AGUA,
MATERIA ORGÁNICA, EROSIÓN, CALIDAD DE AGUA, ESCORRENTÍA Y
SEDIMENTOS EN CINCO MICROCUENCAS DE LAS SUBCUENCAS DE LOS RÍOS
VIEJO Y ESTELÍ.***

12 DE MAYO DEL 2009

MANAGUA, NICARAGUA

I. RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO

1.1. NOMBRE DEL PROYECTO

Monitoreo y evaluación del impacto del proyecto CARE – MARENA – PIMCHAS a través de los indicadores de la infiltración de agua, materia orgánica, erosión, calidad de agua, escorrentía y sedimentos en cinco microcuencas de las subcuencas de los ríos Viejo y Estelí.

1.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto será ejecutado en los municipios de La Trinidad, Estelí, La Concordia, Condega y Pueblo Nuevo, en los departamentos de Estelí y Jinotega, específicamente en las micro cuencas de Tomabú, Las Chichiguas, El Coyote, La Pita y La Laguneta a través de las **Áreas de Sensibilidad Ambiental Social (ASAS)** de alta y media sensibilidad que son de gran prioridad e importancia, para la parte alta de la subcuenca del río Viejo y río Estelí.

1.3. POBLACIÓN META

La población meta del proyecto son 576 productores y productoras mujeres, hombres, jóvenes y adolescentes de las micro cuencas de Las Chichiguas (100), Tomabú (160), La Laguneta (116), La Pita (100) y El Coyote (100) ubicadas en las subcuencas de los ríos Viejo y Estelí. De manera indirecta se involucrará a todos los habitantes de estas cinco microcuencas donde existirá intervención del proyecto.

1.4. DURACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto tendrá una duración de 30 meses calendario contados a partir de la firma de la aceptación y ejecución de la presente propuesta y que comprenderá tres épocas lluviosas que son claves para poder lograr el monitoreo en materia del impacto del proyecto CARE – MARENA – PIMCHAS por medio de los indicadores de la erosión del suelo, infiltración de agua, materia orgánica, calidad de agua, escorrentía y sedimentos en cinco microcuencas de las subcuencas de los ríos Viejo y Estelí.

1.5. ENTIDAD EJECUTORA.

La entidad ejecutora será la Universidad Nacional Agraria cuya fundación se remonta a 1929 como Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería (ENAG), producto del desarrollo alcanzado en más de 60 años de calidad y prestigio científico – docente, en 1990 con la Ley de Autonomía de las Instituciones de Educación Superior es elevada a la categoría de Universidad.

1.5.1 Misión:

La UNA es una institución académica superior, pública, autónoma, sin fines de lucro, orientada al desarrollo agrario sostenible, a través de: la formación de profesionales

competitivos, con valores éticos, morales y cultura ambientalista; la generación de conocimientos científicos, tecnologías y la proyección social.

1.5.2 Visión

Es una institución con liderazgo e impacto en el ámbito nacional y con proyección regional en la promoción del desarrollo agrario sostenible, caracterizada por su eficiencia, excelencia académica y elevados niveles de calidad y pertinencia.

II. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La introducción de las enseñanzas y tecnologías de la revolución verde y agricultura moderna en Nicaragua, han implicado un uso intensivo de fertilizantes químicos, funguicidas, herbicidas, e insecticidas sintéticos para la producción agropecuaria en general. El suelo se considera desde el punto de vista físico y químico, obviando la biodiversidad del mismo. La mecanización excesiva conlleva a una disminución del uso de mano de obra y erosión del suelo. Todas estas prácticas están dirigidas a la promoción del monocultivo y la reducción de la biodiversidad en los campos rurales de la subcuenca del río Viejo y río Estelí.

Producto de las prácticas inadecuadas ahora se presenta una mayor inestabilidad y disminución de la biodiversidad. Pérdida del potencial productivo de los suelos (afectando en su fertilidad, sus propiedades físicas, químicas y las biológicas). Además, se ha provocado la contaminación de alimentos por los agroquímicos, así como del agua, suelo y atmósfera y de los mismos pobladores rurales. Los productores tienen problemas económicos, producto del aumento de los costos de producción, debido al aumento de la resistencia de malezas e insectos por el uso indiscriminado de herbicidas e insecticidas y a la reducción de la productividad del suelo por la pérdida de materia orgánica. Finalmente, estas malas prácticas también inciden en la desaparición de la vida silvestre, insectos benéficos y polinizadores.

Uno de los grandes problemas en la subcuenca del río Viejo es el deterioro ambiental que por muchos años se ha profundizado y llevado a que en la subcuenca el 53% de los suelos se encuentren sobre utilizados y un 50% de los bosques de galería han desaparecido (Plan de Cuenca 2008). Un 76% de los productores utiliza agroquímicos para cultivar lo cual profundiza la dependencia hacia este tipo de recurso generando por consiguiente procesos de contaminación del recurso hídrico y mas aun cuando un 34% de ellos deja tirados los envases en cualquier lado sin darle ningún tratamiento.

Adicionalmente, el uso indiscriminado de prácticas de agricultura de monocultivo, han provocado una rápida deforestación en áreas de ladera, de protección y producción de agua lo que incide en la degradación ambiental y social de la subcuenca, lo que hace necesario el establecimiento de ensayos que permitan la recuperación forestal de las áreas ribereñas de los ríos, de tal manera que se logre la recuperación de la producción de agua en cantidad y calidad para el beneficio de las familias rurales.

III. ANTECEDENTES

Durante un extendido período de tiempo en Nicaragua se han ejecutado diversos proyectos para alcanzar sólo el desarrollo económico en el sector rural, sin embargo estos proyectos se han dirigido a mejorar el nivel de vida de las familias en el ámbito económico-productivo sin tener en consideración a la parte ambiental. Por esta razón dichos proyectos no han logrado los resultados previstos.

La deforestación ocasionada por la ampliación de áreas dedicadas a la producción agropecuaria, así como las necesidades y demanda que plantean actividades relacionadas a la mueblería y ebanistería, construcción, hornos y cocinas de leña, ha sido un problema que cada año se ha ido incrementando de manera desproporcionada y dramática. La deforestación ha tenido impacto negativo no solamente en la escasez del recurso maderable sino también del no maderable, como es el caso de la pérdida de biodiversidad, erosión de los suelos con su consecuente pérdida de fertilidad, desertificación, y la escasez más sentida que es el líquido vital, el agua. Ante esta situación se hace necesario desarrollar en conjunto con las poblaciones de las microcuencas, sistemas de producción que sean más amigables con el medio ambiente y sobretodo poner en práctica de manera consciente las diferentes maneras de restauración forestal como una condición clave en la recuperación de la microcuenca, principalmente en la producción en cantidad y calidad del agua como fuente de producción y de vida.

IV. JUSTIFICACIÓN

Para poder tener la certeza del logro de un impacto real en la vida de los habitantes de cinco microcuencas de los ríos Viejo y Estelí de proyectos tales como el proyecto CARE – MARENA – PIMCHAS, se hace necesario de establecer un sistema de monitoreo de tales efectos por medio de la medición de algunos indicadores que podrán determinar el grado de impacto que las intervenciones del proyecto realizará por los siguiente tres años en las cinco microcuencas.

Para poder medir el resultado esperado en las microcuencas señaladas se necesita de diferentes tipos de intervenciones en las que participarán conjuntamente la Universidad Nacional Agraria, otras 6 organizaciones no gubernamentales, las Alcaldías de Estelí, La Trinidad, Condega, La Concordia y Pueblo Nuevo, además de los mismos productores y productoras de estas microcuencas.

V. OBJETIVOS

5.1 Objetivo de Desarrollo:

- Evaluar el impacto de las intervenciones del proyecto CARE – MARENA – PIMCHAS en las áreas de sensibilidad ambiental y social (ASAS), a través del monitoreo de los indicadores de infiltración de agua, materia orgánica, calidad de

agua, escorrentía y sedimentos en cinco microcuencas de las subcuencas de los ríos Viejo y Estelí.

5.2 Objetivos Específicos:

- Determinar el impacto de alternativas tecnológicas sostenibles para la conservación de suelos y aguas en parcelas de uso agropecuario, principalmente en lo relacionado a cambios en el contenido de materia orgánica y disponibilidad de agua en el suelo.
- Determinar el efecto de las intervenciones en el ámbito de la restauración ripariana realizadas por el proyecto CARE – MARENA – PIMCHAS a través del monitoreo de los indicadores de escorrentía, sedimentos y calidad físico biológica del agua en cinco microcuencas de las subcuencas de los ríos Viejo y Estelí.
- Evaluar la calidad y cantidad del agua y definir la relación entre el uso de la tierra y la degradación físico-química, biológica y geomorfológica en cuatro microcuencas del río Estelí.

VI. RESULTADOS ESPERADOS:

Este proyecto incluye varios componentes entre los cuales están la producción agroecológica, restauración forestal de áreas riparianas y la determinación de la calidad del agua por lo que se espera que al final de la ejecución del mismo parte de la población de esta cuenca haya sido expuesta y participado en prácticas de diversificación en la producción rural de tal manera que pueda llegar a ser sensibilizada y se desarrollado conciencia sobre la importancia de la protección y conservación de la base de los recursos naturales que utilizan para su sobrevivencia.

Por tal razón los resultados que se esperan al finalizar el proyecto son:

- Evaluadas y aplicadas tecnologías de producción agroecológica a través de sistemas agroforestales.
- Evaluado el impacto de la restauración de áreas riparias sobre la erosión de suelos, contenido de materia orgánica, fauna del suelo y calidad del agua.
- Evaluada la calidad y cantidad del agua y su relación con los usos de la tierra y la disponibilidad de agua en cuatro microcuencas del río Estelí, por medio de la cuantificación de los indicadores fisicoquímicos y biológicos.
- Fortalecido las capacidades locales en el monitoreo la calidad biológica del agua.
- Documentado el monitoreo a través de tesis de culminación de estudios de estudiantes de pregrado (5-6) y de postgrado (1).

VII. DESCRIPCION DEL PROYECTO

Este estudio se realizará con el concurso de un equipo de profesores y académicos de la UNA, y en el cual se involucrarán estudiantes de pregrado y postgrado. También se realizarán coordinaciones y tendrá que existir una participación integral de los profesionales y técnicos de los organismos ejecutores locales, así como los miembros participantes de las comunidades rurales que están insertas en las ASAS respectivas de las cinco microcuencas. Para materializar estas coordinaciones y alianzas participativas se realizarán diferentes actividades en tres momentos, tales como la línea base, el monitoreo propiamente dicho y que se realizará a través del tiempo establecido en este proyecto, y la documentación del monitoreo, ver figura 1.

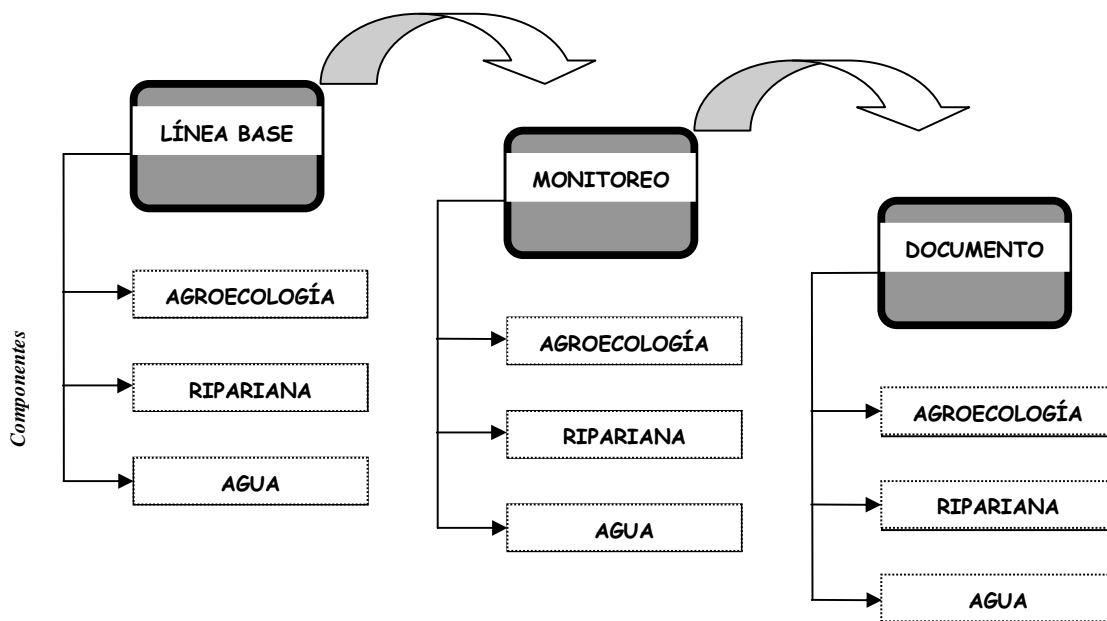


Figura 1. Esquema del diagrama de flujo metodológico

7.1. Línea base

7.1.1. Producción agroecológica con sistemas agroforestales

Primero se desarrollarán reuniones y visitas de familiarización y coordinación entre el equipo técnico de la UNA, organismos coejecutores y los miembros comunitarios beneficiarios. Posteriormente se definirán los sitios y productores en donde se establecerán las áreas de los ensayos de las alternativas de producción agroecológica agroforestales y en donde a través de la duración de todo el proyecto se hará el monitoreo de los indicadores de materia orgánica, infiltración de agua y erosión.

Una vez seleccionados las áreas de los ensayos se tomarán las muestras de suelo para determinar los contenidos de materia orgánica y humedad, lo que constituirá la línea

base o punto de partida que permita comparar la evolución a través del tiempo, con el monitoreo posterior, de tal manera que se aprecie el grado de impacto del proyecto.

La primera medición de la línea base se realizará por sistemas SAF establecidos, este incluye, indicadores agroecológicos, productivos, y de salud de suelos tales como, materia orgánica, infiltración, retención de humedad, estabilidad de agregados, acidez del suelo o pH, Conductividad eléctrica con equipos de campo, y macro y micro fauna del suelo. El muestreo de suelo se hará por sistema agroforestal en transeptos o toposecuencias, que permita monitorear la calidad de suelos localizadas en la parte baja, media y alta de la microcuenca.

Durante los encuentros y reuniones con los socios locales, se organizará un taller participativo, con las familias de la microcuenca que viven en la parte baja, media y alta, dependiendo de la población en la misma. Estos talleres no pueden pasar de 20 participantes y en un primer momento los facilitadores diagnosticarán el manejo conceptual sobre la calidad de los suelos. Luego con preguntas claves se determinarán criterios y parámetros para medir calidad de suelo localmente. A la vez, los participantes generan y seleccionan los indicadores técnicos y locales, tipos de uso de tierra a monitorear donde se aplicaran, sistema de monitoreo de áreas degradadas, y también se capacitan interactivamente para su medición en campo. Adicionalmente se realizarán ferias agroecológicas con los agricultores vecinos de las microcuencas para difundir y compartir conocimientos en el ámbito correspondiente a las prácticas agroecológicas e indicadores de calidad de suelos y agua, presentación de videos y diapositivas sobre los SAF, y giras de campo a las parcelas de validación agroecológicas.

7.1.2. Restauración ripariana

La metodología a utilizar para el estudio de la restauración forestal a través de reforestación, regeneración natural y enriquecimiento forestal en áreas deforestadas riparianas en cinco microcuencas, partirá del establecimiento de una línea base del proyecto.

Esta línea base requiere de un proceso de concertación local con los actores locales (coejecutores y productores) por cada microcuenca. Primero se determinará de manera conjunta, los sitios en donde se realizará el inventario forestal para determinar y evaluar el estado de los bosques riparianos, luego se organizará un taller para dar a conocer la metodología a emplear, y asimismo identificar y seleccionar los indicadores locales y técnicos que se implementaran en el inventario forestal.

Una vez definidas las áreas y consensuada la metodología se procederá a la aplicación del inventario forestal. Con los resultados y análisis respectivo, del inventario forestal, se formulará de manera conjunta con los actores locales el diseño del establecimiento de las parcelas en las áreas riparias que se establecerán por microcuenca. Finalmente, y una vez definidos los sitios, se seleccionarán especies nativas forestales y no forestales de rápido crecimiento para establecer las fajas de parcelas con diferentes tipos de sistemas forestales, en las riberas de los ríos, así como el montaje de los instrumentos y técnicas que permitirán definir posteriormente la ganancia y/o pérdida de

suelo a través del monitoreo. La línea base consistirá en la medición de la altura a la que se fijarán los instrumentos y técnicas de monitoreo con respecto a la línea superficial del suelo en las parcelas experimentales correspondientes.

En total para definir la línea base en la producción agroecológica y área riparia se tomarán 630 muestras de suelo en los tres años.

7.1.3. Calidad y cantidad de agua

a. Selección de estaciones de muestreo

Se seleccionarán 3 sitios de muestreo en cada una de las microcuencas: 1 en la parte alta, 1 en la parte media y 1 en la parte baja. Para ello se hará una gira de reconocimiento y se tomarán criterios para la selección de las estaciones como: Áreas con influencia humana, áreas con cultivos agrícolas y pecuarios e influencia de las lluvias.

b. Digitalización, procesamiento y análisis SIG (ArcGIS 9.2).

El análisis SIG servirá para realizar una caracterización y diagnóstico de los recursos hídricos de las microcuencas en cuestión y también para representar la distribución geográfica de las familias de macroinvertebrados, identificar focos o fuentes de contaminación y zonas vulnerables.

Se georeferenciarán los sitios de muestreo de cada microcuenca y con ello se hará la representación cartográfica de la calidad del agua en las estaciones de muestreo, según los valores obtenidos. Los sitios representarán la red hidrográfica según el color, que se hace corresponder con una determinada clase de calidad.

Para la caracterización de las microcuencas se estudiarán los siguientes parámetros:

c. Superficie y delimitación de la cuenca

A partir del modelo de elevación digital se delimita la cuenca y se calcula la superficie de la cuenca. Se comprobará en el campo con GPS, el modelo digital del terreno y los límites del parte aguas de la cuenca.

d. Red de drenaje

En una cuenca, a partir de manantiales y pequeños arroyos se originan corrientes y ríos que van aumentando de tamaño. La distribución de las corrientes en las cuencas siguen pautas de organización o jerarquía que son importantes a la hora de mantener el equilibrio dinámico de la red hidrográfica.

De acuerdo con esta idea han surgido numerosos intentos de clasificar las cuencas ordenando las corrientes de agua. A mediados de siglo HORTON y STRAHLER definen:

Una corriente de primer orden como aquella que no recibe ningún afluente. Cuando dos corrientes de primer orden se juntan, la corriente resultante se denomina de 2^{do} orden. Cuando confluyen dos de segundo orden se crea una de 3^{er} orden y así sucesivamente.

El orden de corriente de una cuenca es el mismo que el de la corriente principal en su salida. Así el orden de corriente de la cuenca es 4.

Otros indicadores del grado de bifurcación o eficiencia de una cuenca son:

Densidad de corriente: definida como el número de corrientes perennes e intermitentes por unidad de área. Esta característica es un indicador de la eficiencia de drenaje de una cuenca.

$$Dc = Ns/A \quad \begin{array}{l} Ns: \text{número de corrientes perennes e intermitentes} \\ A: \text{área de la cuenca (km}^2\text{)} \end{array}$$

Densidad de drenaje: es la longitud de corrientes por unidad de área.

$$Dd = Ls/A \quad Ls: \text{longitud total de las corrientes (km)}$$

La densidad de drenaje es la mayor o menor facilidad que presenta una cuenca hidrográfica para evacuar las aguas que provenientes de las precipitaciones quedan sobre la superficie de la tierra, debido al grado de saturación de las capas del subsuelo. Si este se encuentra saturado y la lluvia continua almacenándose sobre la superficie, llegará un momento en que las aguas allí contenidas escurrirán hacia el cauce natural, produciéndose así el drenaje de la cuenca.

e. Número de orden del cauce principal

El orden de corriente, es una clasificación que refleja el grado de ramificación o bifurcación dentro de una cuenca (figura 2).

Un orden de corriente alto o una densidad elevada refleja una cuenca altamente disectada, que responde rápidamente a una tormenta. Las densidades u orden de corrientes pequeñas se observan donde los suelos son muy resistentes a la erosión o muy permeables y donde estos indicadores son elevados, generalmente impermeables los suelos se erosionan fácilmente o son relativamente impermeables, las pendientes son altas y la cobertura vegetal es escasa.

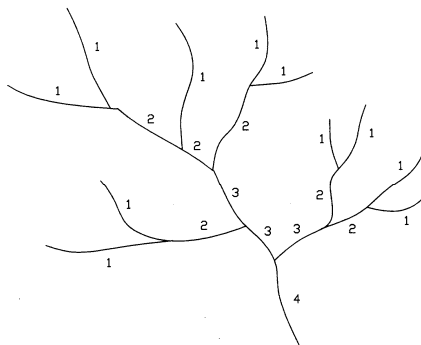


Figura 2. Orden de corrientes de red hidrográfica

f. Pendiente media

Para calcular la pendiente media de la cuenca utilizaremos el método de Horton creando una rutina de análisis en ArcGIS 9.2.

7.2. Monitoreo de indicadores

7.2.1. Producción agroecológica con sistemas agroforestales

El monitoreo se efectuará a través del establecimiento de 9 mini parcelas de escorrentía por micro cuenca, con zanjas para capturar sedimentos, y a la par de que se establezca el sistema pluviométrico. Paralelamente se capacitará a los agricultores y técnicos locales sobre el monitoreo de las mini parcelas de escurrimiento. Se deberá incluir una mini parcela de escurrimiento testigo por micro cuenca. Las mini parcelas de escorrentía tendrán una dimensión de 1.5 metros de ancho por 11 metros de largo, en la parte de aguas abajo se construirá un canal cubierto con plástico negro que permita recolectar los sedimentos después de ocurrida una lluvia. Este monitoreo requiere de un compromiso por parte del agricultor dueño de la parcela, así como de los técnicos miembro de los organismos coejecutores respectivos.

El muestreo de suelo para medir materia orgánica, estabilidad de agregados, macro y micro fauna, infiltración de agua en el suelo, escorrentía, profundidad de raíces se va a realizar en cada parcela con sistema agroforestal en transeptos o toposecuencias, para medir el efecto micro localizado en la parte baja, media y alta de cada una de las microcuencas. Este monitoreo se realizará una vez al año, principalmente en el mes de Junio. El total de muestras va a depender del número de parcelas SAF que se vayan a establecer, sin embargo se considera que estas no pueden pasar de 3, y siempre se tratará de muestrear una parcela testigo o tradicional en cada micro cuenca.

El monitoreo de la captación de sedimentos en las mini parcelas, se realizará después de cada evento de lluvia. Donde el agricultor colectará la cantidad total de sedimentos y la pesará, luego almacenará una muestra de un kilo en un recipiente para medir su contenido de humedad, y de esa forma calcular la pérdida de suelo. Cada parcela tendrá un pluviómetro, para medir las intensidades y volúmenes de lluvia del área experimental. El agricultor también llevará un registro diario de los eventos lluviosos, (cantidad de lluvia precipitada en el sitio).

El monitoreo de la macro y micro fauna del suelo se realizará en parcelas de 1 metro cuadrado, en donde se contabilizará el número de macro y micro organismos, su clasificación taxonómica y se podrá determinar un índice de diversidad por sistema SAF. Este monitoreo tiene que realizarse en el mes de junio de cada año.

7.2.2. Restauración ripariana

El monitoreo en la restauración ripariana se efectuará a través del método de clavos y arandelas, ya que es muy económico, sencillo y de fácil establecimiento y uso, por lo que su adopción por parte de los productores puede ser de rápida extensión.

El método consiste en utilizar varillas, colocadas a lo largo de un transecto a intervalos regulares. La varilla se coloca de manera que descansa sobre la superficie del suelo, al haz de la marca hecha con pintura. El propósito es marcar cortes en el terreno ocasionados por erosión o acumulación y de esta forma medir el espesor de la capa de suelo perdido o ganado. Se colocan a una distancia regular abarcando una superficie de 200 a 250 metros cuadrados. En el caso del monitoreo en las parcelas experimentales en las áreas riparianas, se establecerán al menos 3 parcelas de 6 por 6 metros para instalar un conjunto de 20 varillas pintadas de hierro para monitorear sedimentación o erosión en las áreas riparianas de cada micro cuenca.

Las varillas que se utilizan son de hierro liso de 3/8 cm de diámetro y 30 cm de largo, se marcan a una altura de 20 cm con un anillo amarillo de aproximadamente 1 cm de ancho. La varilla marcada se introduce en la tierra hasta la marca de los 20 cm. (línea inferior del anillo amarillo), de manera que la parte inferior toque ligeramente la superficie del suelo. En este caso la marca de pintura sirve como referencia al igual que la arandela para efectos de las mediciones que se tengan que realizar (Figura 3).

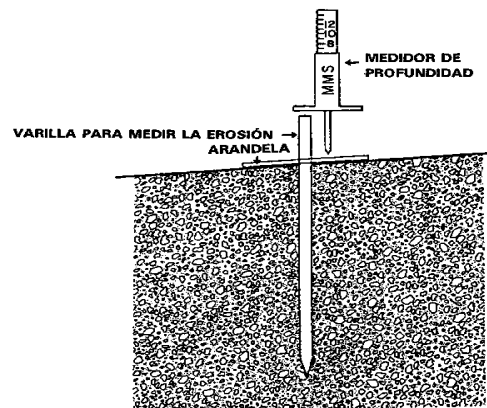


Figura 3. Forma de medir la pérdida de suelo en milímetros a partir de las varillas de hierro con arandelas.

Cuantificación de ganancia o pérdida de suelo

Las parcelas tienen que tener una protección con alambre de púa para que el ganado no la pisotee, El monitoreo que medirá la diferencia de altura entre la línea de pintura inicial y la final determina la lámina de suelo erosionada o sedimentada, Este se podrá contabilizar por ciclo agrícola, una en primera y otra para postrera. Para prevenir una pérdida de barrillas también se podrán pintar piedras grandes para medir el mismo efecto.

La cuantificación de los resultados se hace a través de la siguiente fórmula:

$$P = H * A * DAP$$

Donde:

P= pérdida de suelo

H= altura de la lámina perdida

A= área medida

DAP= densidad aparente

$$G = H * A * DAP$$

Donde:

G= ganancia de suelo

H= altura de la lámina acumulada

A= área medida

DAP= densidad aparente

Para complementar el análisis de los resultados se debe tomar en cuenta los registros de las precipitaciones que se dieron en el período que duró la investigación y correlacionarla con la cantidad de suelo perdido.

Adicionalmente y para medir la escorrentía y sedimentación se utilizará el método de colección en vertederos de pequeños drenajes que caen a las áreas riparianas. Este método consiste en establecer un tubo con 5 brazos a diferentes alturas, que permita ubicar en cada brazo un tarro colector de sedimentos. El método permite estimar caudales y medir dentro de esos caudales el transporte de sedimentos. Estos instrumentos se establecen en los puntos terminales de cada drenaje o parte más cerca de las áreas riparianas.

7.2.3. Calidad y cantidad de agua

Para este caso se utilizará el *Biological Monitoring Working Party* (BMWP), el cual determina la calidad de agua basándose en la presencia de familias de invertebrados indicadores. En este método la escala para calificar es de 1 a 10, donde el valor de 10 se asigna a familias de organismos indicadores de aguas de calidad excelente y el valor de 1 a familias de organismos indicadores de aguas con una calidad muy mala.

La toma de muestras es del tipo cualitativo, se eligen tramos en los ríos de hasta 100 metros, donde se realiza la captura de los organismos bentónicos; esta captura se realiza utilizando coladores plásticos, en todos los microhábitats existentes en la zona (hojarasca, debajo de las piedras, troncos, orilla con o sin vegetación zonas de arenas en corrientes y sin ella, entre otros), se procede a muestrear de aguas abajo a aguas arriba y el contenido de cada redada se vacían en bandejas plásticas de color blanco para extraer los organismos presentes, utilizando pinzas entomológicas que al ser flexibles no los dañan.

Se realizará una evaluación de la calidad del entorno de los sitios de muestreos, utilizando el **índice de integridad física de la estación de monitoreo**, adaptada de la metodología elaborada por la Environmental Protection Agency (EPA, 2001; modificada por García, 2003). La información que se recolecta para aplicar esta metodología es la siguiente: Sustrato disponible para fauna, Perturbación de los hábitats disponibles, Velocidad/Profundidad, Deposición de sedimentos, Flujos del canal, Alteración del canal, Frecuencia de hábitat, Estabilidad del canal, Protección por vegetación y Ancho de la zona ripariana.

Para calibrar la calidad física - química, se utilizarán parámetros físico-químicos tales como pH, temperatura, conductividad eléctrica, Demanda Bioquímica de Oxígeno y Demanda Química de Oxígeno, con el objetivo de determinar la carga de contaminantes

residuales de caseríos situados en la ribera de los ríos. La cantidad de agua de cada muestra será de dos litros, suficientes para determinar los parámetros antes expuestos, siguiendo las medidas necesarias para no alterar las muestras (frascos homogenizados, ausencia de aire en la muestra, refrigeración, entre otras). Posteriormente serán trasladadas al laboratorio del Centro de Investigación de Ecosistemas Acuáticos (CIDEA-UCA) para su análisis correspondiente.

La determinación de la Demanda Biológica de Oxígeno, se hará por el método Test de cinco días; para Demanda Bioquímica de Oxígeno el método 5220-C; para determinación del pH, el método potenciométrico validado por el laboratorio y Conductividad eléctrica por el método del electrodo. Para determinar Coliformes fecales y totales se utilizará el método de fermentación de tubos múltiples.

Para conocer la calidad bacteriológica del agua se determinara por coliformes totales, ya que son los mejores indicadores de contaminación fecal en las aguas. La toma de muestras se realizará utilizando bolsas esterilizadas de pirex; luego serán llevadas al Laboratorio CIDEA-UCA para su análisis; el cual utiliza el método de fermentación de tubos múltiples.

En el caso de calibrar el método biológico con los parámetros fisicoquímicos, la presencia de las familias identificadas en los sitios de muestreo obtendrá una puntuación según la calidad del agua en base a calificaciones obtenidas en otros sitios o países vecinos. Esta puntuación se compara con los resultados de los análisis fisicoquímicos y se valora la posibilidad de asignar mayor o menor puntaje, si los resultados son consistentes y una familia de macroinvertebrados acuáticos nos esta indicando algún tipo de contaminación o por el contrario aparece siempre en aguas limpias, entonces se corrige el puntaje inicialmente asignado, de forma que se corresponda a su nivel de tolerancia a efectos perturbadores del ecosistema.

Para determinar el caudal de agua que circula en un momento determinado se realizará el aforo con el método del flotador. Para ello se seleccionarán 5 sitios de acuerdo a criterios como: i) Ríos que circula agua todo el año, ii) Que exista influencia humana en el margen del río, y iii) Fácil acceso.

El método del flotador consiste en relacionar velocidad/superficie, siendo necesario medir la velocidad media de la corriente y el área de la sección trasversal del canal en cada uno de los sitios muestreados. El caudal circulante se determinará utilizando la formula que se detalla a continuación:

$$Q = A \times V$$

Donde: Q= Caudal (m³/s)

A= Área de la sección trasversal (m²)

V= Velocidad (m/s)

Medida de las alturas

La altura del tirante de un curso de agua, puede ser medida con un limnómetro, que no es otra cosa que una regla graduada (estadia), colocada adecuadamente, en una de las márgenes del río. Esta escala puede ser en metal, en madera o en cemento. Se debe procurar que su extremidad inferior, esté siempre sumergida en el agua, aún en épocas de estiaje. Estas se realizan con el objetivos de registra los caudales ver figura 4.

Caudales promedios diarios, son calculados a partir de la altura h , leída en la escala limnimétrica o de la registrada por un limnógrafo de la estación de aforo, considerada para el día, utilizando la curva de calibración. La altura promedio se determina de 3 lecturas tomadas a las 7 a.m. 12 m y 5 p.m.

Caudales promedios mensuales, son calculados tomando la media aritmética, del caudal diario registrado en el mes considerado.

Caudales promedios anuales o módulos, se calcula tomando la media aritmética, de los caudales correspondientes a los 12 meses del año.

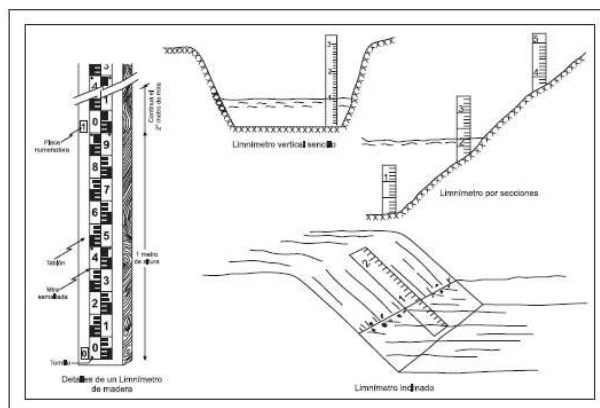


Figura 4. Limnómetros

7.3. Documentación del monitoreo

Tanto la línea base como el monitoreo se sistematizará y documentará a través de trabajos de tesis que desarrollarán estudiantes de pregrado y de postgrado, con el asesoramiento de los profesores integrantes del equipo técnico de la UNA. Sin embargo, e independientemente de las tesis, los indicadores del suelo y su evolución serán proporcionados al proyecto CARE – MARENA – PIMCHAS a través de los informes técnicos de avance que se entregarán de acuerdo a los períodos de tiempo establecidos por el proyecto.

En la figura 5, se presenta un diagrama de las actividades que se desarrollarán en términos generales para los tres componentes incluidos en este proyecto.

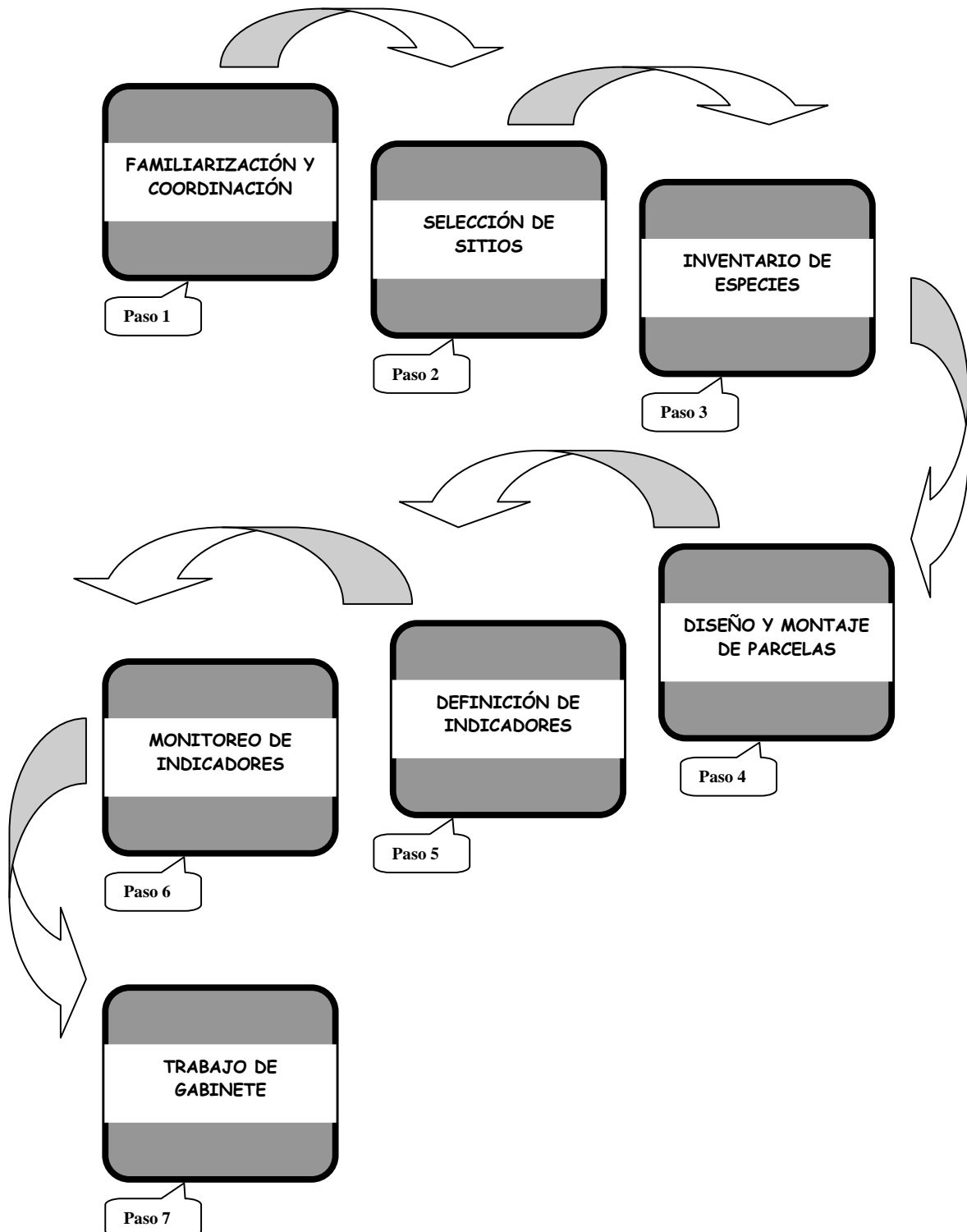


Figura 5. Esquema del diagrama de flujo de las actividades de cada componente.

VIII. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

La forma del trabajo de la asistencia técnica, consistirá en el desarrollo de una estrecha relación de colaboración y de negociación a nivel del equipo de trabajo de la UNA, el proyecto CARE-MARENA-PIMCHAS, los diferentes organismos coejecutores y los beneficiarios y beneficiarias directas de las comunidades locales que se encuentran ubicadas en las ASAS previamente definidas en las cinco microcuencas de las subcuencas del río Viejo y Estelí.

1. En primer lugar se efectuarán reuniones de trabajo de familiarización de manera individual o separadamente y luego conjuntamente con los actores principales con los cuales el equipo de asistencia tendrá estrecha relación (poderes locales, organismos coejecutores y habitantes comunitarios beneficiados).
2. Posteriormente a las reuniones de familiarización se realizarán talleres para la planificación de las actividades en general, la cual servirá de insumo para la elaboración de los planes operativos anuales (POAs).
3. Previo a la elaboración de los POAs se desarrollarán reuniones y visitas *in situ*, en donde, a través de metodologías participativas, el equipo asistente, organismos coejecutores, productores y productoras beneficiarias discutirán, analizarán y negociarán los diferentes sistemas de producción agroecológica que se establecerán y evaluarán a través del monitoreo de los indicadores correspondientes.
4. Definir cómo, cuándo y con quién establecer los sistemas de producción agroecológica y restauración ripariana; tamaño de parcela, pendiente, especies y requerimientos edafoclimáticos.
5. Elaboración de los POAs en donde se planteen las capacitaciones y establecimiento de las diferentes tecnologías a desarrollar en las áreas definidas para los Supermercados de Opciones en Laderas (SOL).
6. Selección participativa de las diferentes tecnologías (prácticas agroforestales y de producción agroecológica) por los agricultores para validarlas en sus fincas (se incluyen las necesidades de capacitación, talleres, guías, trabajos de campo, monitoreo y acompañamiento de las actividades planificadas.)
7. Definir frecuencia y período del monitoreo del impacto de la tecnología introducida, considerando cómo mínimo 2 años después de establecidas, lo cual se hará por medio del monitoreo a los diferentes indicadores previamente determinados.

Una vez definidos los sitios específicos se procederá al establecimiento conjuntamente con los actores involucrados, de las diferentes tecnologías seleccionadas, así como los momentos y frecuencia de los monitoreos en las microcuencas respectivas.

Determinados los sitios, los socios y productores, los indicadores, la frecuencia y tecnologías a utilizar se procederá al monitoreo y evaluación. Información que una vez

colectada y analizada se interpretará y sistematizará a través de informes escritos que serán entregados al proyecto CARE-MARENA-PIMCHAS.

Para efectos de desarrollar la estrategia de implementación y ejecución de este proyecto se plantea un presupuesto monetario de US\$ 163,533.00 (Ciento sesenta y tres mil quinientos treinta y tres dólares americanos), de los cuales PIMCHAS aportaría US\$ 110,968.00 (Ciento diez mil novecientos sesenta y ocho dólares americanos) y la UNA US\$ 52,564.00 (Cincuenta y dos mil quinientos sesenta y cuatro dólares americanos).

IX. PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO

Las diferentes actividades planteadas en este proyecto estarán definidas por un cronograma general elaborado con la formulación de la propuesta que posteriormente se dará a conocer a los actores principales involucrados con la finalidad de poderse ajustar de acuerdo a las características de cada uno de los componentes incluidos en esta propuesta integral.

Cada componente tiene definido su propio protocolo de investigación con sus respectivos cronogramas de actividades y en ellos se incluyen los monitoreos y seguimientos respectivos los cuales se realizarán conjuntamente con los actores (ONG, Productores y productoras, Alcaldías y PIMCHAS) y se materializarán principalmente a través de los informes y visitas de campo de comprobación.

Este plan de monitoreo y seguimiento estará a cargo del coordinador del proyecto conjunto, cuya responsabilidad recaerá sobre el Dr. Emilio Pérez Castellón. Los principales académicos participantes en la ejecución de los componentes del proyecto además del Dr. Pérez son: Dra. Martha Orozco, MSc. Bismarck Mendoza, MSc. Glenda Bonilla, MSc. Luis Hernández, así como los profesores Ing. Ignacio Rodríguez, Ing. Antonio Avilés, Ing. William Gámez Lic. Miguel Garmendia y Lic. Benito Quezada quienes tendrán participaciones puntuales sin incluir a dos estudiantes de maestría.

X. IMPACTOS DEL PROYECTO.

Con el desarrollo y ejecución de este proyecto se espera tener un impacto positivo en la reducción del uso de prácticas que sean degradantes de los recursos naturales base, al menos en las ASAS definidas y que están incluidas en las cinco microcuencas de los ríos Viejo y Estelí, en donde el proyecto CARE – MARENA – PIMCHAS tendrá su mayor oportunidad de incidencia e intervenciones.

Las capacitaciones establecidas en los diferentes componentes serán una de las formas que podrán permitir el desarrollo y fortalecimiento de capacidades de todos los actores a nivel local, de tal manera que en el futuro puedan llegar a poder conducir sus propios monitoreos y evaluaciones de los indicadores de impacto; ya sea de este proyecto en particular, o de otros proyectos en general y que estén orientados al mejoramiento del uso y aprovechamiento racional de las cuencas hidrográficas de los ríos mencionados.

XI. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:

En el cuadro se presentan de manera general las actividades a realizar durante el proyecto.

	ACTIVIDADES	AÑO 1			AÑO 2				AÑO 3		
		2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
L Í N E A B A S E M O N I T O R E O S	Elaboración de proyecto	■									
	Reconocimiento	■				■					
	Negociación	■	■	■		■	■	■	■	■	■
	Definición del área	■				■					
	Selección de sitios de muestreo	■				■				■	
	Adquisición materiales inertes	■				■					
	Toma de muestras	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Adquisición materiales vegetales	■				■					
	Establecimiento de parcelas		■	■			■	■			
	Mantenimiento de parcelas		■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Medición en parcelas		■	■	■		■	■	■		■
	Análisis de laboratorio	■		■		■		■		■	
	Talleres devolución		■	■	■		■	■	■		■
	Talleres capacitación		■	■	■		■	■	■		■
	Evaluación		■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Análisis información		■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Retroalimentación		■	■	■	■	■	■	■	■	■
Informes técnicos		■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Informe final										■	

Nota: El cronograma de actividades está planificado en base a 30 meses de proyecto.

XII. PRESUPUESTO

Nombre del proyecto: Monitoreo y evaluación del impacto del proyecto CARE – MARENA – PIMCHAS a través de los indicadores de la erosión del suelo, infiltración de agua, materia orgánica, calidad de agua, escorrentía y sedimentos en cinco microcuencas de las subcuencas de los ríos Viejo y Estelí.						
ITEM	COMPONENTES	Cant	Costo unit	TOTAL GENERAL	PIMCHAS Compensación /Fondo Ambiental	Contraparte UNA
	PORCENTAJE DE APORTES				67.9	32.1
	TOTAL GENERAL			163.533	110.968	52.564
A	TOTAL INVERSIONES			29.991	29.691	300
I	Inversión en Fincas			16.003.80	16.003.80	-
	Material de campo (Calidad de agua)	30.00	150.13	4.503.90	4.503.90	-
	Material de campo (Ripario)	30.00	150.00	4.500.00	4.500.00	-
	Material de campo (Monitoreo de suelo)	30.00	233.33	6.999.90	6.999.90	-
II	Capacitación e Intercambios			13.987.50	13.687.50	300.00
	Giras de intercambio	10.00	250.00	2.500.00	2.500.00	-
	Talleres comunitarios	25.00	150.00	3.750.00	3.750.00	-
	Talleres de capacitación	25.00	212.50	5.312.50	5.312.50	-
	Material para capacitación	25.00	97.00	2.425.00	2.125.00	300.00
B	TOTAL GASTOS ADMINISTRATIVOS			55.280.20	25.348.00	29.932.20
III	Gastos Operativos (30 meses)			55.280.20	25.348.00	29.932.20
	Pago por servicios básicos de Oficina	30.00	250.00	7.500.00	-	7.500.00
	Pago por servicios de Laboratorio	30.00	600.00	18.000.00	14.500.00	3.500.00
	Equipo y mobiliario de Oficina	30.00	200.00	6.000.00	3.500.00	2.500.00
	Materiales, mapas y equipo de oficina	30.00	181.60	5.448.00	2.448.00	3.000.00
	Publicaciones	5.00	380.00	1.900.00	1.900.00	-
	Comunicaciones	30.00	148.34	4.450.20	1.000.00	3.450.20
	Administrador	30.00	399.40	11.982.00	2.000.00	9.982.00
C	TOTAL GASTOS ASISTENCIA TECNICA			78.261.00	55.928.80	22.332.20
IV	Asistencia Técnica (30 meses)			78.261.00	55.928.80	22.332.20
	Líder Coordinador	30.00	491.70	14.751.00	12.075.00	2.676.00
	10 profesores	20.00	1450.50	29.010.00	12.954.00	16.056.00
	Viáticos personal	30.00	650.00	19.500.00	19.500.00	-
	Transporte	30.00	500.00	15.000.00	11.399.80	3.600.20

El incremento en el presupuesto se debe a la toma de 630 muestras de suelo en los tres años del proyecto, que se aumentaron para el caso de la línea base y monitoreos.

PROGRAMACIÓN DE DESEMBOLSOS.

Se considera una programación de desembolsos que se realicen cada 6 meses y de acuerdo a porcentajes diferenciados.

PROGRAMACIÓN DE DESEMBOLSOS	MONTO US \$	%
Primer Desembolso	33.290	30
Segundo Desembolso	16.645	15
Tercer Desembolso	27.742	25
Cuarto Desembolso	22.194	20
Quinto Desembolso	11.097	10
TOTAL	110.968	100



A. Datos Generales

Nombre del manantial: _____

Nombre de la cuenca: _____

Estación: _____ Orden del río: _____

Colectores: _____ Fecha: _____ Hor _____

Coordenadas: _____

Estación del año: _____ Invierno _____ Verano _____

Muestreo número: _____

Función (uso) del curso de agua/sitio de muestreo: _____

Caracterización de la Fuente

Tipo de río: Perenne _____ Intermitente _____

Área de la cuenca en Km² _____

Caracterización de la Cuenca

Uso predominante de la tierra

Bosque _____ Casas _____ Pastura _____ Otros _____ Agricultura _____

Vegetación Riparia (ancho 18 metros)

Tipo de vegetación predominante _____

Estado del clima actual: Ahora Hace 24 horas antes

Fuerte lluvia _____

Lluvia _____

Cielo encapotado _____

Día soleado _____

Temperatura del aire: _____

Temperatura del agua: _____

Otras observaciones: _____





B. Caracterización

Ambiente en los alrededores:

Agrícola _____ Industrial _____ Residencial _____ Otros _____

A.Tipo: Curso inicial _____ Medio _____ Bajo _____ Desembocadura _____

B.Río/quebrada (tierra baja, montaña), canal, estanques, laguna, lago, otros

D.Velocidad del agua: rápido, moderado, lento, estancado (_____ m/s)

Características del Canal

Dimensiones

Velocidad del agua _____ Ancho del canal _____ Profundidad _____

Cobertura del canal

Cubierto por la vegetación _____
Sombra parcial _____
Sin sombra _____

Tipo de corriente:

Alta corriente _____
Pozas _____
Corriente suave _____

Modificación del canal:

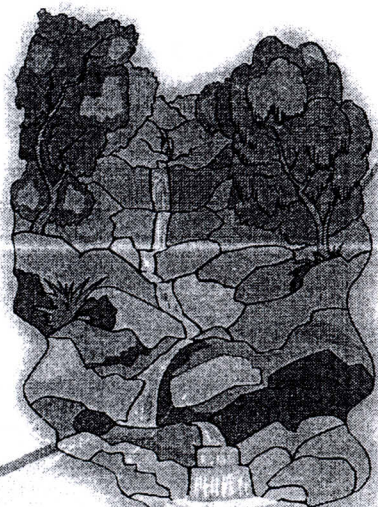
Zona canalizada _____
Estado natural: _____

Parámetros Físico Químicos Medidos en Campo

Temperatura _____
Conductividad _____
Sólidos totales disueltos _____
Nitratos _____
Fosfatos _____
pH _____
Turbiedad _____
Oxígeno disuelto _____
Instrumento usado _____

Vegetación Acuática

Vegetación dominante _____
Plantas flotantes: _____
Algas flotantes _____
Plantas sumergidas _____
Algas adheridas a piedras: _____





edimentos

tipo de material depositado en el lecho: _____

Estado de la Contaminación

Caracterización visual:

Ninguna _____ Mediana _____ Moderada contaminada _____ Muy contaminada _____

Presencia de:

Desechos orgánicos _____ Espumas _____ Aceites _____ Organismos muertos _____ Desechos sólidos _____

Fuentes de contaminación: Doméstica _____ Industrial _____ Agrícola _____

Otras _____

Presencia de peces: _____

Observación personal: _____

Color del agua: _____ Olor: _____

Transparencia: Clara _____ Turbia _____ Muy turbia _____ No transparente _____ (_____ cm. Secchi)

Porcentaje de material orgánico

Tipo de sustrato	Características	% observado
Detritus	Hojas, troncos, material vegetal en general Material particulado fino Fragmentos minúsculos	

Porcentaje de material inorgánico

Tipo de sustrato	Diámetro	% observado
Rocas	(>256 mm)	
Piedra	(64-256 mm)	
Grava	(2-64 mm)	
Arena	(0.06-2 mm)	
Arcilla	(0.004-0.006 mm)	
Limo	(<0.0004 mm)	





C. Índice para la Evaluación de la Integridad Física de la Estación de Monitoreo

Parámetros del Hábitat	Óptimo	Sub Óptimo	Marginal	Pobre
1 Substratos Disponibles para la Fauna	Más del 70% de los substratos disponibles para la vida de los organismos acuáticos	Del 40% al 70% de los substratos disponibles para la vida de los organismos acuáticos	Del 20% al 40% de los substratos disponibles para la vida de los organismos acuáticos	Menos del 20% de los substratos disponibles para la vida de los organismos acuáticos
Puntuación	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
2 Perturbación de los Hábitat Disponibles	Grava, roca pequeña y roca madre rodeada en un 0% al 25% de sedimentos finos	Grava, roca pequeña y roca madre rodeada en un 25% a 50% de sedimentos	Grava, roca pequeña y roca madre rodeada en un 50% a 75% de sedimentos	Grava, roca pequeña y roca madre rodeada en un 75% a 100% de sedimentos
Puntuación	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
3 Velocidad Profundidad	Presenta los cuatro hábitat (piscinas, corriente lenta, corriente rápida y turbulencias)	Solamente hay tres de los cuatro hábitat (La turbulencia no es común)	Solamente hay dos de los cuatro hábitat (La turbulencia y la corriente rápida no son común)	Domina sólo un tipo de velocidad, predominan las piscinas
Puntuación	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
4 Deposición de Sedimentos	Pequeñas barras o islas de sedimentos en el fondo del lecho menores de 5%	5% a 30% de sedimento como grava. Arena y sedimento fino en las piscinas y zonas con baja corriente	30% a 50% de sedimento como grava. Arena y sedimento fino en las piscinas y zonas con baja corriente	Fuerte deposición con mas del 50% de grava. Arena y sedimento fino. Ausencia de piscinas
Puntuación	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
5 Flujo del Canal	Una mínima cantidad del substrato es expuesta	< 25% del substrato es expuesta	Entre el 25% al 75% del substrato es expuesta	Muy poca agua en el canal y el agua existente se encuentra en pozas o piscinas
Puntuación	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0

Parámetros del Hábitat	Óptimo	Sub Óptimo	Marginal	Pobre
6 Alteración del Canal	Ausencia o mínimo grado de canalización o dragados	Algún tipo de canalización presente realizada hace 20 años. Actualmente no hay actividades recientes	Canalización efectuada en el río en un 40% a 80% del área	Presencia de gaviones y cemento mas del 80% del río ha sido canalizado
Puntuación	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
7 Frecuencia de Hábitat	Alta ocurrencia de substratos disponibles	Poca ocurrencia de substratos disponibles	Ocurrencia ocasional de substratos disponibles	Poca ocurrencia de substratos disponibles
Puntuación	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
8 Estabilidad del Canal	Evidencia de erosión ausente o mínima. Pocos problemas potenciales a futuro <5% del canal afectado	Erosión poco frecuente, pequeñas áreas presentan erosión entre el 5% al 30%	Las áreas presentan erosión entre el 30% al 60%. Alta erosión potencial al aumentar el flujo	Áreas con mucha erosión. Hay presencia de cárcavas en un 60% a 100%
Lado Derecho	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
Lado Izquierdo	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
9 Protección por Vegetación	Más del 90% de los bordes subyacentes e inmediatos a la vegetación riparia presenta plantas nativas (árboles arbustos y plantas del sotobosque)	Entre el 70% y 90% de los bordes subyacentes e inmediatos a la vegetación riparia presenta plantas nativas (árboles arbustos y plantas)	Entre el 50% y 70% de los bordes subyacentes e inmediatos a la vegetación riparia presenta plantas nativas (árboles arbustos)	Menos del 50% de los bordes subyacentes e inmediatos a la vegetación riparia presenta plantas nativas (árboles arbustos)
Lado Derecho	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
Lado Izquierdo	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
10 Ancho de la Zona Riparia	Ancho de la vegetación riparia mayor de 18 metros	Ancho de la vegetación riparia entre 12 a 18 metros	Ancho de la vegetación riparia entre 6 y 12 metros	Ancho de la vegetación menor de 6 metros o ausencia debido a las actividades humanas
Lado Derecho	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
Lado Izquierdo	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
Lado Izquierdo				
Puntaje Total				



D. Índice Físico - Químico de Calidad del Agua

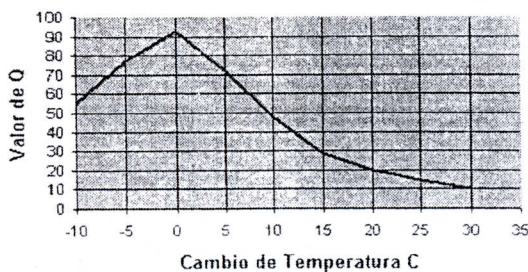
Escala de Puntuación del Estado del Agua Físico - Químico

Buena	40 - 45
Aceptable	30 - 40
Contaminada	20 - 30
Muy contaminada	- 20

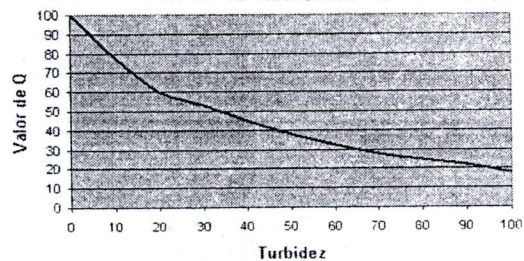
Water Quality Survey
Fisheries and oceans, Canada 2000

Parámetro	Resultado	Valor Gráfica	Peso	Valor Obtenido
Temperatura			x 0.10	
Oxígeno			x 0.17	
pH,			x 0.11	
Turbiedad			x 0.08	
Indice total				

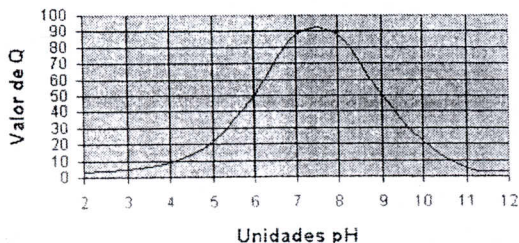
Resultados del Test de Temperatura



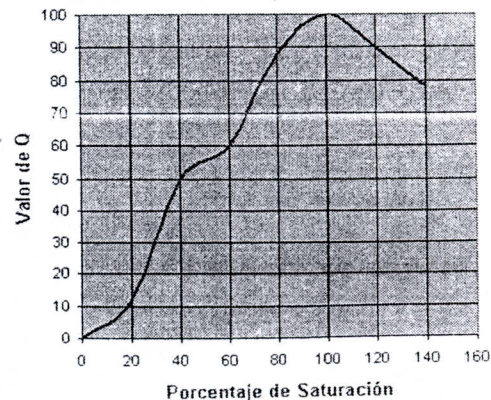
Resultados de Turbidez



Resultados Test de pH



Test de Oxígeno Disuelto



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE
DEPARTAMENTO DE MANEJO DE CUENCA**



**Evaluación de la calidad del agua utilizando indicadores biológicos
en la cuenca del río Estelí**

Elaborado por:

**Ph.D. Martha Orozco
Ph.D. Carlos Zelaya Martínez**

Managua, Febrero, 2009.

Evaluación de la calidad del agua utilizando indicadores biológicos en la cuenca del río Estelí

Introducción

Las determinadas características, restricciones y potencialidades del recursos hídrico superficial es de suma importancia para el desarrollo de la vida. En el caso de la cuenca del río de Estelí este recurso es vital desde el punto de vista del abastecimiento de agua para el consumo y actividades domésticas, aguar el ganado, riego de cultivos agrícolas, turismo, entre otras. Sin embargo, la cantidad y la calidad de las aguas superficiales se encuentran afectadas, en gran medida por las actividades humanas.

Los ecosistemas fluviales han sido empleados por el hombre como fuente de recursos y como vía para la eliminación de residuos, lo cual ha producido una degradación histórica de éstos ecosistemas. Hoy día existen numerosas causas de degradación de la calidad del agua y de las comunidades biológicas que habitan en ella, tales como contaminación por materia orgánica, enriquecimiento por nutrientes, la eliminación o degradación del bosque ripario o de galería, la regulación de cauces entre otras (Prat y Ward, 1994; Allan, 1995; Suárez et al, 2002).

Para analizar la perturbación sufrida en un ecosistema acuático, los métodos tradicionalmente utilizados han sido los físico-químicos, pero estos ofrecen tan solo información puntual del estado del agua. Actualmente, los análisis biológicos que se efectúan con base a organismos están siendo fuertemente implementados, ya que dan información de lo que aconteció días y horas antes de la toma de la muestra. Además, el análisis biológico es más económico que el físico-químico, debido a los altos costos que han tenido en los últimos años los equipos y reactivos del laboratorio (Alba-Tercedor, 1996). Es aceptado que el análisis biológico no reemplaza la información físico-química, pero ambos convergen y se complementan (García, 2003).

De todas la metodologías que usan bioindicadores, la más utilizada se basa en el estudio de macro-invertebrados bentónicos, debido a que son relativamente grandes y tienen un ciclo de vida largo, que los hace permanecer en el agua el tiempo suficiente para detectar la perturbación, por lo que son sensitivos a los impactos de fuentes difusas y puntuales. Los macro-invertebrados acuáticos son muy diversos y con una amplia gama de tolerancia frente a la contaminación, y pueden ser usados para medir el impacto de la contaminación térmica. Además, su muestreo es fácil y existen técnicas de colectas estandarizadas de medición que no requieren equipos costosos (Alba-Tercedor, 1996).

El conocimiento de las características y abundancia de los organismos bentónicos en un sistema acuático es fundamental para relacionarlos con las condiciones del medio. Las comunidades de macro-invertebrados bentónicos en zonas tropicales son muy similares a las comunidades de zonas templadas. De todos los organismos que se encuentran dentro de un sistema acuático, los macro-invertebrados bentónicos ofrecen ventajas para ser usados como indicadores de contaminación (Figueroa et al., 1999; Figueroa et al., 2003).

Los macro-invertebrados son organismos que se observan a simple vista. Normalmente, poseen un tamaño mayor a 0.5 mm. Dentro de este grupo se encuentran Poríferos, Hidrozoos, Turbelarios, Oligoquetos, Hirudíneos, Insectos, entre otros. Estos viven en lagos y ríos enterrados en el fondo, sobre rocas y troncos sumergidos, adheridos a vegetación flotante o enraizada. Algunos nadan libremente dentro del agua o sobre la superficie (Roldán, 1992).

Su utilidad como indicadores se basa en encontrarse en todos los sistemas acuáticos, por lo que favorecen los estudios comparativos y la taxonomía de muchos grupos está bien estudiada (Hellawell 1986). Dichos organismos colonizan hábitat acordes a las exigencias ambientales donde se adaptan. Estos cambios u otros a nivel morfológico, fisiológico o de desarrollo de estos organismos pueden indicar que las condiciones físicas y/o químicas están fuera de sus límites naturales (Rosenberg y Resh 1993). Para llevar a cabo los análisis de calidad de agua es importante identificar y clasificar taxonómicamente los organismos, con el fin de recopilar dicha información dentro de un parámetro que permita asignar valores a los datos acumulados a través del análisis de las comunidades y fijar criterios acerca del grado de perturbación de un ecosistema (Zúñiga de Cardoso *et al.* 1994).

Los métodos biológicos para determinar la calidad de las aguas, han sido usados en Europa desde principios de siglo. Sin embargo, sólo en la década de los 50 se tuvo mayor consideración en las respuestas que ofrecían plantas y animales como evidencia directa de la contaminación (Alba- Tercedor, J. 1996).

El Biological Monitoring Working Party (BMWP) fue establecido en Inglaterra en 1970, como un método simple y rápido para evaluar la calidad del agua usando los macro-invertebrados como bioindicadores. Las razones para ello fueron básicamente económicas y del tiempo que se requiere invertir. El método solo requiere identificar a los macro-invertebrados hasta nivel de familia y los datos son cualitativos (presencia / ausencia).

En Nicaragua no existe hasta el momento suficiente información para calibrar este método de bioindicadores a las cuencas nacionales, pero basados en el conocimiento que actualmente se tiene en Costa Rica y Colombia de los diferentes grupos de macro invertebrados hasta el nivel de Familia, *se propone utilizar el método BMWP/Col como una primera aproximación para evaluar los ecosistemas acuáticos de montaña.* Se hace énfasis en este punto, pues es en esta región donde se ha trabajado más intensamente y por lo tanto, la información se considera confiable (Roldán, 1988, 1992, 1997, 1999). Zúñiga de Cardozo *et al.* (1997) fueron los primeros que hicieron una adaptación de este método para algunas cuencas del Valle del Cauca, Colombia. García 2003, en el río Tascalapa, Yoro, Honduras ha evaluado y calibrado este método como indicador de la calidad del agua. El objetivo de emplear este método en nuestro país es el de generar información básica que permita determinar las tendencias de la calidad del agua en la cuenca del río Estelí, evaluando según los diferentes usos del suelo y calibrando con los indicadores fisicoquímicos y biológicos de calidad de agua en la cuenca.

Objetivo General

Evaluar la influencia del uso de la tierra en la calidad del agua de la cuenca del río Estelí, utilizando para ello indicadores físico-químicos, biológicos y bacteriológicos con la finalidad de generar la línea base como soporte a la toma de decisiones para el manejo integrado de la cuenca.

Específicos

- Evaluar influencia de uso de la tierra en la calidad del agua y definir la relación entre el uso de la tierra y la degradación físico-química, biológica y geomorfológica en la cuenca del río Estelí.
- Cuantificar indicadores físicoquímicos y biológicos de calidad de agua en la cuenca.
- Identificar áreas que se deben priorizar para ejecutar acciones de manejo sostenible en la cuenca.
- Identificar las familias de macroinvertebrados que se asocian a la calidad del agua.
- Elaborar guía técnica para identificación de macroinvertebrados.

Resultados esperados:

- 1.- Evaluada la influencia del uso de la tierra en la calidad del agua y definida la relación entre los usos de la tierra y la degradación a que esta sometida la cuenca del río Estelí
- 2.- Cuantificado los indicadores físicoquímicos y biológicos de calidad de agua en la cuenca
- 3.- Identificadas las áreas priorizadas para la ejecución de acciones de manejo sostenible
- 4.- Identificados las familias de macro invertebrados asociados a la calidad del agua
- 5.- Elaborada una guía técnica para identificación de macro invertebrados para evaluar la calidad del agua
- 6.- Elaborada una tesis de maestría
- 7.- Elaboradas dos tesis de pregrado

Población objetivo

El Gobierno Municipal, Entidades Gubernamentales y no Gubernamentales, Organizaciones de la Sociedad Civil, Líderes de los Comités Territoriales presentes en la cuenca del río Estelí.

Periodo considerado: Marzo 2009 – Febrero 2010

Metodología

1. Selección de estaciones de muestreo: 9 sitios o estaciones de muestreo, 3 en la parte alta, 3 en la parte media y 3 en la parte baja de la cuenca del río Estelí
2. Captura e identificación de macroinvertebrados: se utilizará el Biological Monitoring Working Party (BMWP), el cual determina la calidad de agua basándose en la presencia de familias de invertebrados indicadores. En este método la escala para calificar es de 1 a 10, donde el valor de

