

**INSTITUTO INTERNACIONAL DEL MANEJO DE LA IRRIGACION
IIMI**

**IMPACTOS AMBIENTALES DEL RIEGO EN
LADERA (COLOMBIA Y ECUADOR)**



**INFORME FINAL DE CONSULTORIA
BAJO PROYECTO
BID REGIONAL ATN/SF-4828-R6**

ROMULO RODRIGUEZ

CALI, ENERO 2/96

Va/

in...

H 19021

Tabla de Contenido

EXECUTIVE SUMMARY

INTRODUCCION.....	5
METODOLOGIA UTILIZADA.....	6
COLOMBIA.....	7
PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES.....	8
SELECCIÓN DEL AREA DE ESTUDIO Y DE LOS INDICADORES A ANALIZAR.....	12
ESTRATEGIA DE MONITOREO.....	18
ECUADOR.....	21
PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES.....	21
SELECCIÓN DE LAS AREAS DE ESTUDIO Y DE LOS INDICADORES A ANALIZAR.....	24
ESTRATEGIA DE MONITOREO.....	28
CONCLUSIONES.....	32
REFERENCIAS.....	34

ANEXOS

Lista de Tablas

Tabla 1. Colombia. Impactos Ambientales por Distrito de Riego	12
Tabla 2. Colombia. Valoración de Criterios para la Selección de Sitios	13
Tabla 3. Distrito Samaca. Riego en laderas. Impactos sobre la calidad del agua. Indicadores propuestos.....	15
Tabla 4. Ecuador. Sistemas de riego de ladera. Principales impactos ambientales	24
Tabla 5. Cuenca Alta del Río Pastaza. Competencia Intersectorial por Recursos Hídricos.....	25
Tabla 6. Distrito de Riego Lacatunga-Salcedo-Ambato. Estudio de Calidad de Agua y su Impacto en la Salud de la Población de la Primera Zona de Riego.....	26
Tabla 7. Estudio de los Problemas de Erosión Hídrica y Eólica	27

Environmental Impacts of Hillside Irrigation

(COLOMBIA y ECUADOR)

Executive Summary

This report consists of an environmental impact assessment of hillside irrigation systems located in the andean region of Colombia and Ecuador, both in South America. In addition, a set of indicators, presented within the context of studies to be conducted, were identified and monitoring strategies to measure these indicators were outlined.

The assessment is based on field observation and interviews of key informants (technical personnel in charge of the operation of the systems, field workers, NGO's technical people, and representatives of the associations of irrigation users. As a whole, sixteen irrigation districts were visited; of those, ten were located in Colombia, and six in Ecuador.

The main environmental impacts identified in the districts visited are indirect impacts associated with: (a) the intensification of land use resulting from constant water availability made possible by the system; (b) the introduction of agricultural activities to previously inaccessible hillside areas due to the construction of the road to the headwork or the platform of the main canal. Also, neighboring hillside areas of low potential for agricultural use have had to be incorporated into the irrigation system because of the pressure imposed on governmental irrigation agencies by farmers living in those areas.

The main environmental impact of hillside irrigation systems in Colombia is the deterioration of water quality due the excessive use of agrochemicals. This impact has potential implications on the environment and on health. Further studies have been recommended for the Samacá irrigation system where the problem was identified and is presumably very serious. Samaca also offers a convenient institutional environment to develop research activities. Main indicators are presented in table 3.

Two main environmental impacts were identified in Ecuador: first, the deterioration of sanitary condition in the First Irrigation Zone due to indigenous population's multipurpose use of contaminated water that should be used only for irrigation purposes. The seriousness of this problem -mainly affecting women and children-, and its complexity makes of this problem a challenge from an action-research point of view.

The second environmental impact of hillside irrigation systems is the acceleration of soil erosion, both wind and rainfall induced. The Quimiag and Licto irrigation systems have been proposed to study the wind and rainfall erosion processes, respectively.

Additionally, the upper Pastaza watershed, where all the irrigation districts visited in Ecuador are located, offers a unique opportunity to analyse the problem of intersectorial competition for water resources. In effect, this watershed is the source of water for a strategically important hydroelectric plant located on the Pastaza river.

This watershed is the location of several small cities, industrial parks, recreational facilities to serve international tourism attracted by its spectacular mountainous landscape, and of course,

agricultural activities developed on irrigated and non-irrigated areas. There is competition among these uses and the production of hydroelectric power. Thus, it is of strategic importance to evaluate this problem so that an adequate analytical framework is available for policy formulation purposes.

These observations should be confirmed before proceeding with the monitoring of impacts. The study of these impacts requires an organizational and financial effort on the part of IIMI. Because of this we suggest that the work is carried out in stages, with the activities concentrated in a limited number of sites. We also recommended monitoring strategies which, for the most part, are achievable with a reasonable organizational and financial effort and with inter-institutional coordination.

The implementation of this process will require financial and organizational support on the part of IIMI's headquarters. In its present level of organization, IIMI/Latin-America will not be able to undertake the stages recommended in this report. We think that the potential for research emerging from the situations observed during this field trip justifies this initial support which, in the future, will have synergistic effects.

Coordination with governmental and non-governmental organizations is also a priority. Since research into environmental impacts is costly and long-term, it is important to identify any possibilities offered by resource management projects being implemented in the area by other organizations. An example of such an opportunity is the monitoring and evaluation component of the watershed of the watershed management project in the upper Pastaza river.

IMPACTOS AMBIENTALES DEL RIEGO EN LADERAS (COLOMBIA y ECUADOR)

INTRODUCCION

En el presente informe se presentan las conclusiones derivadas de un recorrido por 16 sistemas de riego de ladera -o que incluyen riego en ladera- localizados en áreas andinas de Colombia (10) y Ecuador (6) (Ver Tabla A1 en Anexo 1). Este recorrido tuvo como objetivo central identificar impactos ambientales actuales o potenciales generados por la construcción y operación de dichos sistemas de riego. Los impactos ambientales identificados constituirán la base para definir prioridades de investigación futura en esta materia.

Este informe ha sido organizado en dos capítulos y anexos. En el primer capítulo se presentarán las conclusiones para el caso de Colombia y en el segundo las correspondientes al caso ecuatoriano. En cada capítulo se enumeran y describen los impactos ambientales identificados y se comentan particularidades de los sistemas visitados en este respecto.

En segundo lugar, se propone un conjunto de indicadores factibles para la medición de los impactos ambientales identificados; previamente, se comentan algunos criterios a tomar en cuenta para la selección de los indicadores propuestos.

En tercer lugar se propone una estrategia para el monitoreo de estos indicadores y se analizan los criterios que sustentan dicha propuesta. Por último, se sugieren sitios para iniciar trabajos de investigación en cada uno de los países.

En anexos se presenta una tabla que describe brevemente las principales características de los sistemas visitados, el informe de actividades realizadas, y una copia de los términos de referencia de esta consultoría.

Las conclusiones presentadas en este informe están basadas exclusivamente en observaciones de campo así como en entrevistas con usuarios (por lo general, dirigentes de sistemas de riego) y personal técnico de INAT e INERHI¹. En menor medida se recurrió a referencias escritas sobre los proyectos. Dado lo anterior, dichas conclusiones tienen un carácter preliminar y deberán ser confirmadas a través de investigaciones posteriores.

¹ INAT: Instituto Nacional de Adecuación de Tierras (Colombia); INERHI: Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos (Ecuador). Este último ha sido transformado en el Consejo Nacional de Recursos Hidráulicos (CNRH). En la región visitada se denomina CORSICEN (Corporación Regional Sierra Centro).

METODOLOGIA UTILIZADA

Debido a las restricciones de tiempo y recursos, originalmente se planteó un esquema de trabajo conformado por tres tipos de actividades:

- (a) análisis de información cartográfica, fotografías aéreas o imágenes de satélite. Este análisis se haría con los propósitos de i) definir los límites de las áreas relevantes para el análisis de cada sistema (microcuenca, subcuenca o cuenca hidrográfica); ii) identificar patrones de uso del suelo en las áreas a analizar; ii) to identify areas to visit.
- (b) Observaciones de campo tanto a nivel de los sistemas como de las áreas adyacentes. El objetivo de esta actividad fue identificar -o inferir- características generales del clima, características geológicas -tipo de materiales, estabilidad de taludes-; características de los suelos, principalmente granulometría, estructura, contenido de materia orgánica, salinidad y acidéz; procesos erosivos; vegetación -básicamente, cobertura y variedad de especies; finalmente, uso de la tierra: intensidad y compatibilidad de usos.
- (c) Entrevistas a informantes calificados, esto es funcionarios de las instituciones relacionadas con la operación y mantenimiento de los sistemas de riego; agentes de extensión y usuarios. El objetivo de estas entrevistas es obtener información sobre: i) principales características de los sistemas visitados; ii) comportamiento estacional de las variables observadas en el campo; iii) sistemas agrícolas predominantes en cada sistema; iv) problemas ambientales y sus causas.

De las actividades originalmente planificadas, sólo las dos últimas pudieron ser realizadas sistemáticamente. Ello se debió a la inexistencia de material disponible con la cobertura y escala adecuadas para los objetivos propuestos. En general, las oficinas de los sistemas de riego disponían de material cartográfico sobre el área de riego. Sin embargo, no fue posible disponer de mapas en los cuales el área del sistema apareciera en el contexto más amplio de la cuenca. Pareciera que la consideración de los sistemas en el contexto más amplio de la cuenca no es un punto de interés para el personal encargado de los sistemas.

Tanto la observación de campo como las entrevistas a informantes calificados se hicieron para inferir -o descartar- los siguientes tipos de impactos : (a) degradación de suelos: erosión, compactación, aguachinamiento, salinización, pérdida de nutrientes; (b) azolvamiento de la infraestructura de conducción y almacenamiento del sistema y aguas abajo del sistema; (c) proliferación de vegetación y algas en los reservorios de agua del sistema y aguas abajo del mismo; (d) obstrucción de canales por vegetación; (e) deterioro de la calidad del agua: en el sistema y aguas abajo del sistema: efectos sobre la población humana y la fauna (microfauna del suelo, fauna acuática); (f) disminución de la cantidad de agua disponible aguas abajo de las áreas bajo riego; (g) Introducción o incremento de la incidencia de enfermedades originadas en el agua o relacionadas con el agua ,tales como cólera, enteritis, oncocercosis, malaria, esquistosomiasis; (h) impactos sobre las áreas regadas provenientes de actividades realizadas aguas arriba del sistema.

COLOMBIA

Las dos zonas visitadas en Colombia fueron el Valle del Cauca (Departamentos Valle y Cauca) y el Departamento Boyacá. En el caso del Valle, dos características merecen ser resaltadas a los efectos de este informe: (a) el enorme contraste de escala y, con muy pocas excepciones, de cultivos existente entre la agricultura realizada en las áreas de ladera y la llevada a cabo en las planicies y (b) la relativa independencia entre los sistemas de riego de ladera visitados y los sistemas de las grandes plantaciones localizadas en la planicie del Valle².

Ambas características nos llevan a pensar que los impactos ambientales generados por estos sistemas de riego no son muy importantes cuando se les considera a una escala regional. Sin embargo, esta afirmación debería ser confirmada mediante el análisis de la distribución espacial de estos sistemas, la caracterización tanto de dichos sistemas como del entorno en donde fueron construidos. De esta forma, podría tenerse una mejor idea sobre el efecto agregado de estos pequeños sistemas en la cuenca del río Cauca o en alguna(s) subcuenca(s) de esta cuenca.

Aun cuando los impactos ambientales generados por estos sistemas no parecen ser muy relevantes a nivel regional, a nivel micro se pudo detectar la existencia de impactos que merecen atención dadas sus potenciales implicaciones en materia de salud pública y calidad ambiental. Estos impactos serán comentados en la sección relativa a impactos ambientales.

En los distritos de riego visitados en el Departamento de Boyacá la situación es distinta, al menos en lo que respecta a aquellos sistemas relativamente grandes que incorporan zonas de ladera y zonas de planicie en un mismo sistema; v.g. Samaca, Siachoque y Circunsi. En estos distritos, las actividades desarrolladas en las laderas tienen un impacto potencial mayor en las actividades realizadas en las planicies. De hecho, en Samaca, los usuarios de las planicies cuentan con sistemas independientes en términos de la red, tomas utilizadas y sistemas de almacenamiento ("vallados" y reservorios). De esta forma tienen mayor independencia en cuanto a disponibilidad de agua en épocas de estiaje.

Al menos en los distritos señalados, el efecto regional de los impactos generados por el riego es potencialmente mayor y, por tanto, su análisis resulta relevante.

En otro orden de hechos, actualmente el sector riego se encuentran en un proceso de transformación orientado a disminuir el rol del Estado en lo relativo a la operación y mantenimiento de los sistemas actualmente en operación. De acuerdo a lo anterior, el Estado se dedicará a realizar nuevas inversiones para la adecuación de tierras con fines agrícolas así como en la rehabilitación de aquellos sistemas que así lo requieran. La meta para el cuatrenio 1994-1998 es adecuar 200.000 ha, repartidas de la siguiente forma: (a) 110.000 Ha de proyectos de mediana y gran irrigación; (b) 40.000 de proyectos de pequeña irrigación; (c) 50.000 Ha para programas de rehabilitación de Distritos (INAT, 1995).

² Se asume que las áreas visitadas son representativas del total y que la proporción de áreas de ladera bajo riego con respecto a las zonas regadas en planicie es muy pequeña.

Por otra parte, el Estado promoverá la organización y capacitación de los usuarios de manera que éstos adquieran la capacidad financiera y destrezas técnico-administrativas necesarias para manejar autónomamente los sistemas en operación y aquellos que están por construirse.

De ser exitosos estos proyectos, podría esperarse un proceso de intensificación de uso del suelo y, en consecuencia, un incremento de impactos ambientales asociados a tal proceso. Tal intensificación sería el resultado tanto de la ampliación del área bajo riego como del incremento en la eficiencia de riego generado por la organización y capacitación de los usuarios en cada sistema.

De acuerdo a lo anterior, pudieran plantearse dos escenarios extremos: en el primero, los planes del Estado se llevan a cabo exitosamente, en el segundo, los planes del Estado encuentran numerosos obstáculos para concretarse. Este segundo escenario correspondería a una prolongación de la situación actual con mayor área incorporada al riego.

El análisis de estos escenarios y de la probabilidad de ocurrencia de los mismos escapa del alcance de esta consultoría. No obstante, el análisis ex-ante y el monitoreo de los impactos ambientales generados a partir de la ejecución de estos planes es un área de investigación que merece ser adelantada dado el efecto multiplicador de impactos que dichos planes pueden tener.

Principales impactos ambientales

De las observaciones de campo y entrevistas con informantes calificados se puede inferir que el principal problema ambiental atribuible a los sistemas de riego es el deterioro de la calidad de agua. Este es un impacto indirecto resultante de la intensificación del uso de la tierra asociada a la introducción del riego.

En efecto, la disponibilidad del riego ha favorecido la implementación de tres y, hasta cuatro, ciclos de producción agrícola al año. En buena parte de los distritos visitados se practica el monocultivo -vg. cebolla, papa, tomate, uva³. Este patrón de cultivos ha permitido la proliferación de plagas y enfermedades. De acuerdo a la percepción de nuestros informantes, esta proliferación ha aumentado en los últimos años.

En ausencia de un servicio efectivo de asistencia técnica, los productores acuden a las casas comerciales dedicadas a la venta de agroquímicos con el objeto de buscar la solución de este problema. El productor tiende a confiar plenamente en las recomendaciones de las casas comerciales. Si el producto adquirido no resuelve el problema, el productor vuelve por una alternativa más potente o redobla la dosis originalmente prescrita por el comerciante.

El punto crítico en este problema es que el productor no tiene alternativa inmediata. Con excepción de recomendaciones generales, cuya efectividad no ha sido demostrada y cuyos proveedores no gozan de su confianza, el productor no tiene alternativa inmediata para

³ También se observan áreas sembradas con otros cultivos tales como las arvejas, el maíz, el frijol, o pastos como la alfalfa

enfrentar este problema. Soluciones obvias desde el punto de vista técnico tales como la rotación de cultivos, no lo son desde el punto de vista económico⁴.

Por otra parte, es importante recordar que la introducción de un nuevo cultivo supone un proceso de aprendizaje de parte del agricultor. Este proceso implica costos que el productor debe encarar; vg. bajos rendimientos y pérdida parcial del cultivo por falta de experiencia en la cosecha o almacenamiento del mismo.

En ausencia de servicios de asistencia técnica al alcance del productor y de tecnologías cuya factibilidad técnica y económica haya sido validada, no es extraño entonces que el productor siga utilizando las recomendaciones de las casas comerciales hasta tanto encuentre una alternativa viable que responda a sus necesidades técnicas y económicas.

Un aspecto que merece ser señalado es que en un número significativo de sectores de la mayoría de los sistemas visitados el agua de riego es utilizada también para consumo humano y animal. Tal es caso de los sistemas Siachoque, Circunsi, Salitrillo, Tibasosa y Samaca.

Los problemas ambientales susceptibles de generarse a partir de la combinación de factores antes señalada son variados: (a) Problemas potenciales de salud pública resultantes del uso con fines domésticos de aguas contaminadas con estos agroquímicos: efectos tóxicos, residuales, efectos cancerígenos; (b) posibles efectos sobre los animales de rebaño y domésticos, y sobre la fauna en general y la fauna acuática en particular; y (c) posibles efectos sobre la microfauna del suelo -lombrices, gusanos y otras formas de vida- y, paralelamente, resistencia de las plagas y agentes patógenos a los productos de mayor utilización en cada sector (Cox & Atkins, 1979; Börner, 1994).

Cabe esperar que el ámbito de ocurrencia de estos problemas sea el correspondiente a las áreas de los distritos de riego y su entorno inmediato. La ocurrencia de impactos sobre la calidad de las aguas no resulta tan evidente a nivel regional o al nivel más amplio de la cuenca hidrográfica. Lo anterior no significa que deba descartarse la existencia de estos impactos en este segundo ámbito geográfico. Se trata simplemente de determinar la ocurrencia in situ de estos impactos antes de proceder a determinar su presencia y magnitud a un nivel regional.

El segundo impacto en importancia es el **agotamiento de las fuentes**, por sobre-explotación de la misma, y la consecuente insuficiencia relativa de agua en las áreas incorporadas al riego. Esta insuficiencia relativa es fuente de conflictos entre los usuarios del sistema y productores cuyas actividades son desarrolladas aguas arriba y aguas abajo del sistema. Los sistemas visitados más afectados por este impacto son Potrerito, Samaca (sectores 6 y 71), Salitrillo y Circunsi.

Entre los factores que provocan este problema cabe destacar: (a) falta de información necesaria para el diseño adecuado de los sistemas y, por tanto, estimación y diseño de

⁴ Jairo García, uno de nuestros informantes en el Distrito de riego Siachoque, nos comentaba que no encontraba alternativa al cultivo de la papa debido al bajo precio o a problemas de mercado de los cultivos alternativos con los cuales él estaba familiarizado.

caudales inadecuados; (b) sobreestimación por parte de los productores de los rendimientos hídricos de la cuenca y, consecuentemente, sobre-explotación de la misma; (c) problemas de organización de los productores y falta de capacitación en relación al manejo del agua en períodos de sequía.

La proliferación de vegetación en reservorios y canales fue detectada en los Distritos de riego Samaca (canales) y Santa Bárbara (reservorio). Este problema puede ser debido a la presencia de abundantes nutrientes provenientes de las áreas agrícolas y ganaderas circundantes. El lavado de estos nutrientes por efecto de la lluvia y el riego mismo favorecen la proliferación de hierbas en las márgenes de canales no revestidos y en las zonas de aguas poco profundas en los reservorios. Esta vegetación reduce la eficiencia hidráulica de los canales y contribuye a la eutrofización de las aguas en los reservorios.

En el caso del Distrito de riego Samaca, de acuerdo con nuestros informantes, los encargados del mantenimiento de los "vallados"⁵ utilizan herbicidas para el control de estas malezas. Esta práctica contribuye a agravar los problemas de calidad de agua en el sector y a aumentar los riesgos potenciales de salud en las áreas planas del Distrito. En el caso del reservorio del distrito Santa Bárbara, de acuerdo a nuestros informantes, la remoción es hecha manualmente.

La importancia relativa del resto de los impactos mencionados es menor, bien sea porque se trata de impactos muy localizados o porque su magnitud es moderada a baja. En distritos donde hay deslizamientos y cárcavas, el problema obedece a la inestabilidad morfodinámica de las formaciones geológicas superficiales -esquistos muy meteorizados- y no necesariamente a la presencia de los sistemas de riego. La pérdida de suelos en parcelas agrícolas no es evidente en la mayoría de los casos. Tampoco pudieron ser observados problemas de excesivo azolvamiento de tanques o canales de distribución. A pesar del uso de tractores para las labores de preparación de tierras, no fueron observadas evidencias de problemas de anegamiento en las áreas visitadas. Cuando preguntamos sobre el uso de subsoladores en las labores de preparación de tierras, se nos informó que no es una práctica común. Sin embargo, la intensidad de uso del suelo en los distritos más grandes (Samaca, Siachoque, y Circunsi), permite sospechar que estos problemas pueden existir. Particularmente en el área de Samaca fuimos informados acerca del excesivo laboreo del suelo - hasta seis pases de rastra- por parte de algunos agricultores en las zonas de planicie.

En cuanto a los impactos generados por actividades realizadas aguas arriba de las obras de captación no parecen ser muy serios, al menos en los Distritos visitados. En su mayor parte, se trata de deforestaciones en la zona de captación del sistema con fines de producción agrícola. En varios Distritos -Cajamarca, Salitrillo, Potrerito y Samaca- se han realizado iniciativas para cercar y reforestar dichas zonas. Llama la atención la confianza que los productores tienen en este tipo de medidas como mecanismos para incrementar los rendimientos hídricos a nivel de la microcuenca⁶. De hecho, la fuente del conflicto indicado en la

⁵ derivaciones directas del río Gachanecas para el riego en la zona de planicies del Distrito Samaca.

⁶ En los casos visitados, la coincidencia de las reforestaciones con un año de lluvias abundantes ha contribuido a aumentar esta confianza.

tabla 1 para el distrito Tibasosa son las actividades ejecutadas por el propietario de una finca localizada en las cabeceras de la cuenca que alimenta dicho distrito. Dichas prácticas son: la deforestación con fines de producción agrícola, la plantación de eucalipto -especie que los usuarios del sistema perciben como gran consumidora de agua- y uso de agroquímicos. Estas intervenciones han motivado a los usuarios del sistema a introducir una demanda ante los tribunales competentes a objeto de lograr su prohibición.

En otros sectores los conflictos se manifiestan bajo la forma de pequeños sabotajes tales como taponamiento de la bocatoma para aumentar el caudal del río, obstrucción de canales para producir desbordes hacia quebradas que drenan zonas no regadas, manipulación de las compuertas para "robar" agua a otros usuarios y ruptura de tuberías.

En efecto, hasta ahora sólo se cuenta con indicios de que: (a) hay un problema generalizado de uso de agroquímicos durante todo el año o una buena parte del mismo; (b) puede haber una alta concentración de sustancias tóxicas en el agua, el suelo y los cultivos mismos; (c) esta concentración puede estar afectando la salud de los usuarios del sistema y pudiera afectar también población localizada aguas abajo del área bajo riego; (d) el uso prolongado de estas sustancias puede afectar la microfauna del suelo y, en consecuencia, restringir o eliminar su función como agentes de mejoramiento de las condiciones biológicas y de aireación de los suelos; (e) al mismo tiempo, este excesivo uso podría estar generando problemas de resistencia en las poblaciones plagas que supuestamente deben combatir.

El primer paso, entonces, consistiría en confirmar que los problemas arriba mencionados están ocurriendo realmente y en determinar cuál es la magnitud de dichos problemas. En este punto es importante recordar que aun cuando el interés de IIMI se centra en los aspectos relativos al agua, si se quiere involucrar otras instituciones en el proceso investigativo, el impacto debe ser estudiado desde todas las perspectivas necesarias para **resolver el problema**. Desde este punto de vista, IIMI tendría que desempeñar un rol proactivo como animador de la actividad de investigación de otras instituciones alrededor de este problema.

Para esta primera etapa, de confirmación de la existencia de los impactos identificados preliminarmente, sólo se requiere confirmar la presencia de los elementos del problema, particularmente de aquellos que pueden ser identificados en el corto plazo, y un conjunto de mediciones iniciales que proporcionen una imagen puntual del estatus actual del problema.

En este sentido, los elementos del problema son: (a) la extensión y magnitud del problema de plagas y enfermedades; (b) las estrategias utilizadas para el control de plagas; (c) las concentraciones de agroquímicos en el ambiente, particularmente en las aguas; (d) el uso del agua en el distrito y aguas abajo del distrito; (e) las consecuencias de dichos usos en la salud humana, animal y en la calidad del ambiente.

De los elementos citados, sólo los anotados bajo (b), (d) y (e) pueden ser determinados en un estudio de corto plazo (1 año); los restantes requieren ser monitoreados por un lapso mayor a objeto de tener una idea apropiada de sus variaciones temporales. Sin embargo, todos pueden -y deberían ser-, ser iniciados en el corto plazo.

Tabla 3.

Distrito Samaca. Riego en laderas.

Impactos sobre la calidad del agua. Indicadores propuestos

Elementos del Problema	Indicadores Propuestos
Estatus del Problema	<p>Proporción de plantas dañadas por tipo de plaga o enfermedad o por ambas según tipo de cultivo por Ha, sector y etapa de crecimiento de la planta (o época en el ciclo productivo).</p> <ol style="list-style-type: none">1. Tipo de plaga por cultivo por sector por época del año: población por Ha.2. Agentes patógenos: tipos; nivel de infección del suelo (por m²)
Estrategias para el control de plagas y enfermedades	<p>Control químico:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Cantidad de agroquímicos⁹ vendidos por tipo , y año.2. Tipo y cantidad de agroquímicos⁸ utilizada por Ha por aplicación (según cultivo y sector)3. Número de aplicaciones por tipo de agroquímico⁸, ciclo, época de aplicación (según cultivo y sector).4. Existencia de estrategias complementarias o alternativas: tipo por cultivo y sector.
Concentración de agroquímicos en el ambiente	<ol style="list-style-type: none">1. mg de ing. act. por volumen de agua2. Partes por millón por unidad de superficie o por unidad de masa del cultivo.
Usos (demandas) del Agua del sistema	<ol style="list-style-type: none">1. Riego2. Consumo doméstico: tipo, cantidad y frecuencia según sector y época del año.3. Consumo de animales: cantidad y frecuencia según sector y época del año.

⁹ La expresión final debería ser expresada en términos de cantidad de ingrediente activo.

Elementos del Problema

Indicadores Propuestos

Efectos sobre

4. recreación (canales y reservorios): tipo y frecuencia según sector y época del año
5. waste disposal (canales y reservorios): tipo, cantidad y frecuencia según sector y época del año.

La población humana:

1. casos reportados de intoxicación por agroquímicos
2. casos de cancer y otras enfermedades atribuibles al uso de agroquímicos.
3. casos de deformaciones en neonatales; vg. paladar hendido.

La microfauna del suelos y otras formas de vida

1. acumulación en tejidos de especies acuáticas o anfibias o alteraciones de tejidos por efecto de sustancias químicas¹⁰

La resistencia de plagas y enfermedades

1. mortalidad acumulada en % vs dosis utilizada por unidad de superficie (probit analysis)

Una vez confirmada la existencia del impacto sobre la calidad de las aguas preliminarmente identificado, la siguiente etapa consiste en estudiar el impacto. En esta etapa, se identificarán y cuantificarán las demandas de agua, las fuentes -puntuales y difusas- de contaminación así como los efluentes incorporados a las aguas del río Gachaneca. Así mismo, se identificarán los mecanismos de incorporación de estos efluentes; vg. disposición directa, transporte superficial y sub-superficial. En todos los casos, es necesario analizar las variaciones espaciales y estacionales de los elementos señalados anteriormente.

En adición a los indicadores señalados en la tabla 3, será indispensable contar con un conjunto de mediciones -fundamentalmente, variables climáticas e hidrológicas- en distintos puntos de la cuenca del río Gachanecas. La información aportada por estas mediciones permitirá el análisis de las variaciones espaciales y estacionales de los indicadores de impacto ambiental.

¹⁰ Numerosos estudios han demostrado que los pesticidas interfieren en la reproducción de los peces mediante la alteración de los tejidos al nivel de los ovarios (Sahai, S., 1987). Estas investigación sugieren que dichos insecticidas pudieran también generar problemas similares en otras especies animales e incluso en humanos.

La responsabilidad institucional por desarrollar este tipo de actividad corresponde al Estado, a través del IDEAM. En la actualidad las actividades de aforos periódicos al parecer se encuentran paralizadas debido a que la institución responsable se encuentra en proceso de reestructuración. No obstante, sería recomendable iniciar contactos con los responsables de esta actividad, dirigidos a establecer acuerdos en cuanto a sitios de aforo de interés para IIMI, frecuencia de los mismos y eventuales mecanismos de coordinación para su realización.

Asímismo, sería conveniente que IIMI estudiara la conveniencia de complementar la red de estaciones climáticas existentes en la cuenca del río Gachaneca a objeto de contar con registros que permitan definir variaciones espaciales de variables claves tales como precipitación - volúmenes promedio mensuales y anuales, intensidad-duración-frecuencia-; evaporación -promedios mensuales y anuales-; temperatura -promedios mensuales y anuales, variaciones diarias-, y vientos - velocidad y dirección de los vientos predominantes.

La densidad espacial de mediciones, así como la cantidad de aforos a realizar debe ser suficiente para poder correlacionar comportamiento hidrológico del río con los problemas de calidad de aguas asociados al uso de agroquímicos en puntos claves del sistema; v.g., bocatoma, sitios de derivación de "vallados" o acequias, reservorios, aguas arriba y abajo de zonas industriales, minas de carbón y centros poblados. En otras palabras interesa conocer como varía la calidad del agua tanto espacial como estacionalmente, cuáles son los factores que condicionan estas variaciones, cuáles son los mecanismos por medio de los cuales estos factores contribuyen a generar los problemas de calidad de agua estudiados y cuál es el aporte específicamente atribuible al sistema.

Algunos indicadores adicionales a ser determinados en esta etapa de estudio de problemas son:

1. Los relacionados con aquellas propiedades físicas de los suelos que influyen en el escurrimiento superficial y subsuperficial de las aguas y, consecuentemente con el movimiento de contaminates sobre el suelo y a través del perfil del mismo. Específicamente nos referimos a la capacidad de infiltración y percolación de los suelos y a la capacidad de retención de humedad.
2. Cantidad de agroquímicos (identificados por tipo) efectivamente utilizada en cada uno de los sistemas de cultivos diferenciados en el distrito de riego.
3. Velocidad de escurrimiento superficial y sub-superficial en diferentes pendientes y tipos de cobertura.
4. Características físico-químicas del agua, con especial énfasis en la presencia de sustancias químicas asociadas al uso de agroquímicos en el distrito de riego.

IIMI estaría en condiciones de proponer a otras instituciones un programa integrado de evaluación de aquellos efectos que por su importancia merezcan un esfuerzo sostenido de largo plazo orientado a la comprensión de los factores contribuyentes y mecanismos de acción así como de las posibles opciones de solución a los problemas o efectos ambientales identificados.

La tercera etapa en una secuencia lógica de acción sería la Identificación de opciones de manejo de recursos que contribuyan al mejoramiento de la calidad del agua, via reducción del

uso de agroquímicos o cualquier otra alternativa que resulte factible. Sin embargo, suele ocurrir que esta etapa se solapa con la segunda. Ello es debido principalmente, a la presión que se genera, tanto a nivel institucional como a nivel de los usuarios del sistema, una vez que el impacto ambiental y las consecuencias asociadas al mismo han sido razonablemente identificados.

Los indicadores en esta etapa son los típicos indicadores de evaluación de un proyecto: indicadores de factibilidad técnico-ambiental, institucional, financiera y económica. La selección de indicadores va a depender del tipo de solución a implementar ya sea que se trate de soluciones estructurales -ingenieriles- o soluciones no-estructurales, tales como modificación de prácticas, establecimiento de regulaciones e implementación de incentivos, entre otras. A los fines de esta consultoría, resultaría prematuro intentar una definición al respecto.

Estrategia de Monitoreo

Es obvio que la estrategia de monitoreo a implementar deberá estar asociada a las etapas identificadas anteriormente, esto es: (a) confirmación del impacto sobre la calidad del agua atribuible al proceso de intensificación del uso del suelo que acompaña a la introducción del riego y (b) estudio del problema y (c) de las soluciones factibles al mismo.

Para la primera etapa, más que un programa de monitoreo lo que se requiere es un estudio dirigido a confirmar la existencia de los elementos del problema indentificados en la Tabla 3. Se trata de un análisis estático y, por tanto, la duración de esta etapa no debería ser mayor de un año.

Los elementos relevantes de la estrategia de monitoreo en esta etapa son:

1. La unidad espacial de análisis es el Distrito de riego Samaca. El primer elemento de la estrategia de monitoreo es la sectorización del Distrito a objeto de diferenciar:
 - (a) condiciones físico-naturales: particularmente microclima (pp), geología y fisiografía (tipo de formación y pendientes), estabilidad morfodinámica (actual y potencial), suelos, cobertura vegetal.
 - (b) Tipo e intensidad de uso de la tierra;
 - (c) demandas de aguas asociadas a cada tipo e intensidad de uso de la tierra (por sector);
 - (d) fuentes puntuales y difusas de contaminantes (efluentes).

El criterio de sectorización puede variar siempre cuando sea relativamente fácil su reconocimiento tanto en el mapa como en el terreno. En este sentido, cabe mencionar la "vereda" y la unidad de riego, como dos criterios ampliamente utilizados en el distrito.

1. La Identificación de sistemas de cultivos, identificación de fincas tipo (?) y muestreo por sectores: Interesan fundamentalmente los aspectos relativos al control de malezas, plagas y enfermedades. Sin embargo, sería importante coleccionar información sobre otros aspectos técnicos del proceso de producción, tales como las técnicas de preparación de tierras, fertilización, siembra y cosecha.

Se propone el muestreo aleatorio simple a nivel de cada sector. El tamaño de la muestra será identificado en cada sector dependiendo del coeficiente de variabilidad tomando como criterio base el tamaño de las explotaciones. La información sobre el tamaño de las explotaciones está disponible en las oficinas del distrito de riego.

Los resultados obtenidos a partir del muestreo serán expandido a todo el sector a objeto de cuantificar el uso de agroquímicos por tipo y época del año en cada sector.

2. Indagatoria en cuanto a los efectos del uso de agroquímicos en el distrito: Esta actividad puede ser realizada acudiendo a los centros de asistencia médica existentes en el área del distrito y sus alrededores a objeto de solicitar las estadísticas sobre casos de intoxicación, enfermedades crónicas u otro tipo de problemas potencialmente asociables al uso, manipulación o ingesta involuntaria de agroquímicos; o mediante consulta a informantes calificados, tales como agentes de extensión, canaleros, sacerdotes, médicos o curanderos, parteras o dirigentes de los productores. Asimismo, podrían incluirse preguntas relativas a la caracterización de los sistemas agrícolas.
3. La identificación y cuantificación del uso del agua en cada sector: Esta información podrá ser obtenida a través de la encuesta dirigida a identificar los sistemas agrícolas, y en aquellos sectores donde existen usos distintos del uso agrícola, vg. industrial, minero o usos urbanos mediante encuestas complementarias a realizar en dichos establecimientos.

Los siguientes elementos pueden formar parte de la primera etapa, pero se prolongarán a lo largo de la segunda y tercera etapas del proceso de monitoreo del impacto ambiental de los sistemas de riego de ladera.

1. Muestreo periódico de la calidad del agua por sector. El objetivo de esta actividad es determinar el grado de contaminación de las aguas del sistema con compuestos químicos originados en la aplicación de agroquímicos a nivel de cada sector. La selección de los sitios de muestreo debería estar orientada por todos o algunos de los siguientes criterios: (a) adyacencia a las áreas de producción agrícola; (b) adyacencias a centros poblados o áreas de mayor densidad de ocupación relativa; (c) zonas sin servicio de acueducto; (d) bebederos de animales.
2. Programa de medición de variables climáticas e hidrológicas. Este punto ya fue mencionado anteriormente. El elemento clave en la implementación de este programa es la coordinación con las instituciones responsables de llevarlo adelante y los posibles acuerdos de complementación que puedan establecerse entre las dos instituciones.
3. La comparación entre la situación sin riego y la situación con riego. El objetivo de esta comparación es determinar el impacto adicional atribuible al riego. Es poco realista pensar que la situación sin riego es equivalente a un estado natural donde no hay actividad humana. Lo más probable es que en la situación sin riego, la intensidad en el uso del suelo estaría determinada por las fluctuaciones estacionales de las lluvias y que, por tanto, sería menor que la intensidad de uso con riego. Una forma de inferir cómo sería la situación sin riego es observar lo que sucede en aquellos sectores del Distrito donde por diversos factores el sistema no está funcionando bien y por tanto los productores dependen fundamentalmente de las lluvias o de reservorios construidas en sus fincas u, observar áreas adyacentes al sistema, con características físico-naturales similares a las que existen en las áreas bajo riego del sistema. Cualquiera que sea la alternativa seleccionada, en estas áreas deberá realizarse el mismo tipo de estudio realizado en las áreas bajo riego del Distrito.

4. Por último, será necesario proceder a la actualización periódica de la información obtenida durante la primera etapa, en particular en lo relativo a la caracterización de los sistemas de cultivo y al uso del agua por sectores. Estas dos variables son de extraordinaria importancia para el análisis del impacto ambiental asociado a la operación de los sistemas de riego en ladera.

ECUADOR

Los distritos de riego visitados en Ecuador están localizados en las provincias de Cotopaxi y Tungurahua (Ambato-Guache-Pelileo y Lacatunga-Salcedo-Ambato) y Ríobamba (Chambo, Quimiag, Cebadas y Licto). Los ríos que alimentan dichos sistemas pertenecen todos a la cuenca del río Pastaza, en su sección alta.

En la cuenca del río Pastaza está emplazada una importante central hidroeléctrica, la cual forma parte del sistema interconectado de producción y distribución de energía eléctrica a nivel nacional. Recientemente, este sistema ha venido experimentando problemas que han obligado a las autoridades competentes a establecer el racionamiento eléctrico temporal a nivel nacional. Un período prolongado de sequía en los últimos años, el avance del "desierto humboliano" generado por el sobrepastoreo y la tala desmedida del bosque en el sur serrano¹¹ y los problemas de acumulación de sedimentos e inestabilidad geológica en la central hidroeléctrica más importante del país (embalse de Amaluza en la cuenca del río Paute) parecen ser los factores causantes de este crisis.

La acelerada reducción de la vida útil del embalse de Amaluza aumenta la importancia estratégica relativa de los demás componentes del sistema interconectado, incluyendo la de la central hidroeléctrica localizada sobre el río Pastaza. Dada su localización y tamaño (ver tabla A1 en anexo 1), cabe esperar que la operación de los sistemas de riego arriba mencionados tenga una incidencia importante sobre la operación y vida útil de la represa hidroeléctrica localizada aguas abajo. En efecto, el riego y la represa compiten por el agua -sobre todo en período de estiaje; asimismo, el riego permite una intensificación del uso del suelo y una ampliación de las fronteras agrícolas que, eventualmente, puede acelerar procesos de desestabilización morfodinámica o de pérdida de suelos y, consecuentemente, de producción de sedimentos.

Otros aspectos importantes que merecen ser destacados en el caso de los sistemas de riego visitados en Ecuador, son: (a) la pluralidad étnica existente entre los usuarios de los sistemas; (b) el sistema de tenencia de la tierra y (c) en el caso específico del sistema Lacatunga-Salcedo-Ambato, la calidad del agua que ingresa al sistema. Estos aspectos están relacionados y, en conjunto, contribuyen a generar problemas ambientales a nivel de los sistemas.

Principales impactos ambientales

Los principales impactos ambientales identificados en los sistemas visitados fueron:

La aceleración de procesos de desestabilización morfodinámica y de degradación de suelos. Este impacto es especialmente fuerte en zonas de laderas adyacentes a los sistemas de riego localizadas en los distritos Quimiag, Cebadas, Licto y Lacatunga-Salcedo-Ambache. Los factores contribuyentes a la aceleración de estos procesos son:

¹¹ término utilizado por el meteorólogo Guillermo Maggio (de acuerdo a noticia de prensa del diario El Comercio, fecha 18-11-95, pag. A6, referida a la disminución de la cota del embalse de Amaluza en la cuenca del río Paute)

1. La ampliación de la frontera agrícola hacia áreas de fuertes pendientes y alta inestabilidad morfológica. La tendencia a la utilización de estas áreas fue favorecida por la apertura de accesos al sitio de construcción de la bocatoma y por la construcción de la plataforma del canal principal. La eliminación de la cobertura natural de los suelos en estas zonas ha generado intensos procesos de erosión eólica (grandes polvaredas) e hídrica (evidenciada por la presencia de surcos de erosión). Este el caso de los distritos Cebadas y también en Lacatunga-Salcedo-Ambato;
2. El predominio del riego por surcos en áreas de ladera de todos los Distritos, que favorece la formación de surcos de erosión.
3. La labranza en el sentido de la pendiente. Esto fue observado principalmente en el distrito Licto, donde las parcelas son muy angostas en sentido de las curvas de nivel y alargadas en el sentido de las pendientes y, por tanto, labrar en el sentido de la pendiente reduce el número de pases.

El segundo impacto en importancia es la aceleración de los procesos de producción de sedimentos. Este proceso es una consecuencia de la aceleración de los procesos erosivos antes señalados. La intensidad del mismo está por tanto asociada a la intensidad de la erosión y a factores tales como la pendiente de las laderas aportantes y de los cauces receptores así como del caudal de estos últimos. De acuerdo a lo anterior, los mayores aportes de sedimentos se estarían produciendo en los sistemas Quimiag, Cebadas, potencialmente en Licto y en el sistema Lacatunga-Ambato-Galileo.

El deterioro de la calidad del agua y el incremento de problemas de salud atribuibles a la calidad del agua constituyen dos impactos importantes en los sistemas Ambato-Guache-Galileo y, en mayor medida, Lacatunga-Salcedo-Ambato. En este último sistema, el problema de calidad de agua no se origina como consecuencia de la operación del sistema. En efecto, el agua captada a nivel de la bocatoma del sistema está severamente contaminada por los efluentes químicos provenientes de una zona industrial localizada aguas arriba de la bocatoma¹² y del vertido directo de las aguas servidas, no tratadas, de la ciudad de Lacatunga en el río Cutuchí. Este último constituye la fuente principal del sistema.

La incorporación de estas aguas altamente contaminadas al sistema de riego ha contribuido a generar -o agravar- problemas de salud entre la población indígena localizada en la primera de las cuatro zonas en las cuales se encuentra dividido el sistema.

De acuerdo con nuestros informantes, en esta zona la población indígena ha venido ejerciendo presión para que se hagan los arreglos necesarios para incorporar zonas de ocupación indígena localizadas por encima de la cota del canal principal de riego.

¹² Esta zona industrial está localizada al Norte de la ciudad de Lacatunga. En la misma están emplazados una planta procesadora de pulpa para la producción de papel, varios establecimientos dedicados a la producción de productos lácteos, curtiembres, y varias estaciones de servicio (gasolineras). De acuerdo con nuestros informantes, ninguno de estos establecimientos trata sus efluentes antes de verterlos al río Cutuchí.

Sin embargo, pareciera que los productores indígenas, cuyas parcelas están localizadas en la zona de riego, no aprovechan la ventajas que supone el hecho de disponer de agua durante todo el año. Así, por ejemplo, estos productores siguen produciendo una cosecha anual del cultivo que tradicionalmente han venido produciendo -el maíz-, utilizando las mismas tecnologías tradicionales características del minifundio.

Un segundo elemento, observado durante la visita al sistema, es el uso que los usuarios -en este caso, las mujeres- hacen del canal principal y, en menor medida, de las derivaciones secundarias: lavado de la ropa, consumo doméstico, consumo animal, aseo personal y disposición de desechos sólidos.

Asociando los elementos anteriores, pudiera pensarse que la población indígena usuaria del sistema no percibe el sistema como una obra de infraestructura hidráulica de apoyo a la producción agrícola sino como un río de flujo permanente cuyo valor de uso es múltiple.

Esta forma de percibir y usar el sistema de riego ha contribuido a generar severos problemas sanitarios en la zona debido al alto grado de contaminación de las aguas utilizadas por el sistema. De hecho en la zona se han reportado brotes de cólera que han afectado a numerosos miembros de la comunidad indígena y que incluso han ocasionado numerosas muertes. Dado que el problema de contaminación de las aguas del río Cutuchí no luce fácil de resolver en el corto plazo, resulta necesario idear opciones de corto plazo orientadas a disminuir los efectos del mismo sobre la salud humana y de los animales en esta zona.

El problema de la insuficiencia relativa de agua no fue percibido como un problema grave en ninguno de los sistemas analizados. Sin embargo, si planteamos este problema en forma agregada, es decir, de todas las demandas de agua a nivel de la cuenca alta del río Pastaza en relación con las demandas de agua de la central hidroeléctrica localizada aguas abajo, el problema adquiere otra magnitud.

En efecto, la central hidroeléctrica del río Pastaza requiere para su operación un volumen fijo y confiable de agua y una baja entrega de sedimentos en el sitio del embalse¹³. En este sentido hay razones para pensar que existe un conflicto entre las demandas de agua y los resultados del uso de la misma aguas arriba y los requerimientos operativos de la central hidroeléctrica antes aludidos. Dada la importancia estratégica de esta última, se considera que el estudio de la magnitud de dicho conflicto es de gran importancia.

En la tabla 4 se enumeran los impactos antes señalados y se les califica de acuerdo a la magnitud observada o inferida.

¹³ Es importante destacar que aun cuando el diseño de la central hidroeléctrica incluye infraestructura de retención de sedimentos (desarenador), el incremento de la producción de sedimentos en la cuenca alta incrementaría los costos de mantenimiento de la central. De acuerdo a lo anterior, el incremento de las tasas de producción y entrega de sedimentos seguirá siendo un impacto indeseable atribuible a la operación de los sistemas de riego aguas arriba de dicha central.

Tabla 4.

Ecuador. Sistemas de riego de ladera. Principales impactos ambientales

Impactos	Distritos					
	a	b	c	d ¹⁴	e	f
Aceleración Procesos desestabilización morfodinámica y degradación de suelos	2	3	3	3	2	3
Aceleración procesos de producción de sedimentos	2	2	3	3		3
Insuficiencia relativa de agua	2	1		1		2
Deterioro de la calidad del agua	2				3	3
Incremento de problemas de salud atribuibles a la calidad del agua	1				?	3
Impactos sobre el sistema						3
Conflictos por el uso del agua	1	2	1	1	1	2

Sistemas: a: Chambo; b: Quimiag; c: Cebadas; d: Licto; e: Ambato-Guache-Galileo; f: Lacatunga-Salcedo-Ambato. **Valoración del impacto:** 1. bajo; 2. moderado; 3. alto.

Selección de las Areas de Estudio y de los Indicadores a Analizar

En base a lo anteriormente expuesto, se considera relevante la investigación de los siguientes aspectos:

Estudio No. 1: Competencia intersectorial por recursos hídricos. El problema que se propone es la determinación del impacto del uso del agua asociado a las actividades humanas desarrolladas en la sección alta de la cuenca del río Pastaza, sobre la generación de energía eléctrica a nivel nacional. La consideración del impacto del riego desarrollado en dicha sección merece especial atención dada la importancia de este sector en cuanto a consumo de agua y alteración de sus condiciones físico-químicas. Los elementos a considerar son los siguientes:

¹⁴ La construcción de este sistema no ha sido culminada, sin embargo, los productores están organizándose y reciben entrenamiento a través de un proyecto financiado y ejecutado por la agencia de cooperación holandesa. Debido a lo anterior, lo anotado en la tabla se refiere a impactos potenciales que pudieran generarse una vez el sistema entre en operación.

Tabla 5

Cuenca Alta del Río Pastaza. Competencia Intersectorial por Recursos Hídricos.

Elementos del Problema	Tipos de Indicadores
Oferta de recursos hídricos en la cuenca alta del río Pastaza (hasta el sitio del embalse)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fuentes de alimentación del sistema: vg., precipitaciones y deshielo de nevados. 2. Escurrimiento superficial: volumen promedio mensual y anual; caudales promedio mensual y anual Flujo subsuperficial: volumen y velocidad de flujo, puntos de afloramientos, rendimientos. Profundidad del nivel freático 3. Análisis de la red de drenaje: densidad y régimen estacional. 4. Calidad del agua con respecto a los distintos tipos de uso del suelo presentes en el área de estudio, con énfasis en contenido de sales, acidéz, características bacteriológicas y carga de sedimentos. 5. Infraestructura de almacenamiento y conducción, tratamiento y disposición de agua.
Demandas de recursos hídricos en la cuenca alta del río Pastaza (hasta el sitio del Embalse)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cantidad y calidad de agua demandadas en la actualidad para usos: <ol style="list-style-type: none"> a. doméstico y comercial b. Industrial c. Riego d. Turístico-recreacional e. gasto ecológico f. Producción de energía 2. Costos vs Tarifas actuales 3. Demandas futuras del recurso para los diferentes usos considerados
Evaluación socio-económica de los patrones actuales de uso del agua	<ol style="list-style-type: none"> 1. Producto Regional Bruto, incluyendo consideraciones relativas al uso del recurso hídrico. 2. Rentabilidad generada por la utilización del agua en los usos analizados: costos y beneficios económicos y tasa interna de retorno.
Análisis de opciones de uso y manejo del	1. Indicadores de evaluación socio-económica

Elementos del Problema	Tipos de Indicadores
recurso.	

Estudio No. 2: Los problemas de calidad de agua existentes en el distrito de riego Lacatunga-Salcedo-Ambato. Impacto sobre la salud de la población asentada en el distrito con especial énfasis en la población indígena localizada en la primera zona de riego de dicho Distrito.

Los elementos a analizar en este caso, son los siguientes:

Tabla 6

Distrito de Riego Lacatunga-Salcedo-Ambato. Estudio de Calidad de Agua y su Impacto en la Salud de la Población de la Primera Zona de Riego

Elemento del Problema	Indicador
Calidad del agua que ingresa al sistema (bocatoma) - zona 1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Efluentes industriales: composición y concentración ingredientes activos (mg/lt), cantidad (lt) y potenciales daños asociados a su presencia. 2. Aguas servidas vertidas en el río Cutuchí: m³/día 3. Calidad físico-química y bacteriológica de las aguas: <ol style="list-style-type: none"> a. Contenido de sales (mg/lt) b. Trazas de metales pesados (mg/lt) c. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO-20 días) o equivalente poblacional (Kg de O₂/día/hab.) d. rata de reoxigenación del agua (mg/lt/día) 4. Presencia de agentes patógenos <ul style="list-style-type: none"> bacterias Viruses Protozoos helminths
Caracterización del uso del agua en la primera zona de riego	<ol style="list-style-type: none"> 1. .Percepción del valor de uso por parte de la población usuaria: visión según genero y rol en el proceso de producción. 2. Tipos de uso y frecuencia 3. Usuarios por categoría de uso
Epidemiología en la primera zona de riego del sistema	<ol style="list-style-type: none"> 1. Antecedentes: número de casos por tipo de agente patógeno: identificación de los mecanismos de transmisión. 2. Carga de agentes patógenos en excretas (No. de individuos/litro)

Elemento del Problema	Indicador
	3. Latencia del agente patógeno (días) 4. Persistencia en el ambiente del agente patógeno(días) 5. Capacidad de multiplicación en el ambiente del agente patógeno 6. Dosis infestante promedio del agente patógeno (DI ₅₀) 7. Respuesta del hiesped: portante o infectado (categoría y número) 8. Afectación de hiespedes no humanos.
Alternativas de solución	Tipos de solución (estructurales y/o no estructurales) 1. Tratamiento de las aguas de riego 2. Medidas agronómicas 3. Medidas profilácticas

Estudio No 3: Problema de erosión eólica e hídrica en los distritos Quimiag, Cebadas, Licto y Lacatunga-Salcedo-Ambato, con especial énfasis en el impacto del riego en la problemática y en el diseño de soluciones.

En este caso, la selección del sitio de estudio estará condicionada fundamentalmente por la disponibilidad de recursos financieros y técnicos así como por la intensidad de los procesos. En tal sentido, probablemente sea necesario priorizar las áreas de estudio antes mencionadas. De ser así, se propone el Distrito Quimiag para el estudio de la erosión eólica. La intensidad de la erosión eólica en este distrito es muy alta.

Por otra parte, se propone el distrito Licto, para el estudio de la erosión hídrica. Demás está decir que los estudios de este tipo son estudios de largo plazo. En este sentido, el distrito Licto ofrece la ventaja de que, como la construcción del sistema de riego aun no ha sido culminada, se podría cuantificar la magnitud del problema sin y con proyecto.

Tabla 7

Estudio de los Problemas de Erosión Hídrica y Eólica

Elementos del Problema	Tipos de Indicadores
Identificación de los factores y mecanismos del problema y su cuantificación	1. Velocidad y dirección de los vientos: variaciones estacionales. 2. Precipitaciones: intensidad-duración-frecuencia de las precipitaciones. 3. Riego: método utilizado, cantidad de agua aplicada. 4. Suelos: descripción de perfil, granulometría, contenido de materia orgánica, estructura y profundidad del perfil superficial. 5. Cobertura vegetal

Elementos del Problema	Tipos de Indicadores
	6. pérdida de suelo: cm/m ² /year (erosión eólica); Kg/m ² /año (erosión hídrica)
Estudio de las opciones para la recuperación de las áreas bajo erosión eólica	1. Tipo de medida a. Barreras rompevientos b. revegetación natural c. reforestación 2. Efectividad de las medidas aplicadas a. Control de las polvaredas b. Superficie reforestada o bajo cobertura vegetal (Ha)
Estudio de las opciones para el control de las pérdidas de suelo por erosión hídrica en parcelas agrícolas bajo riego.	1. Tipo de medida a. medidas estructurales b. prácticas agronómicas c. prácticas agroforestales d. regulaciones y/o incentivos 2. Efectividad de las medidas aplicadas a. pérdidas de suelo evitadas (Kg/m ² /years) b. Pérdida de nutrientes evitadas (mg/lit)

Estrategia de Monitoreo

Estudio No. 1: En líneas general se propone la estructuración de un sistema de información geográficamente referenciado para organizar la data necesaria para el análisis de la competencia intersectorial por recursos.

El primer aspecto a considerar son las entradas de agua en el sistema, básicamente, las lluvias y los deshielos de los nevados y volcanes de la región. Obviamente el monitoreo de la oferta de aguas al sistema sólo podrá ser realizado mediante la instalación de una red de estaciones climáticas y una red de aforos que permita determinar los patrones de distribución espacial y estacional de los recursos hídricos en la cuenca alta del río Pastaza.

Al igual que en Colombia, el Estado tiene la responsabilidad por la instalación, operación y mantenimiento de la red de estaciones climáticas e hidrometeorológicas del país. En este sentido, IIMI tendrá que analizar el nivel de detalle requerido para este estudio y, sobre esta base, decidir en cuanto a la densidad -y localización- de estaciones climáticas o hidrometeorológicas adecuadas para la escala del estudio. Sobre la base de lo anterior, estará en condiciones de explorar posibilidades de acuerdos para complementar -en caso de ser necesario- la red o los equipos de las estaciones existentes. En este sentido, los acuerdos con la entidad responsable por la ejecución del Proyecto de Manejo de la Cuenca del Río Pastaza resultan de obvia importancia.

El análisis del flujo subsuperficial resulta más complejo. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que lo que se requiere es contabilizar la cantidad del recurso disponible. En este sentido, para una primera etapa bastaría con realizar un estudio hidrogeológico para determinar el potencial de almacenamiento subsuperficial de agua y la identificación de sitios con potencial para afloramiento. El uso de técnicas de sensores remotos, particularmente la interpretación de imágenes de radar y fotografías aéreas, constituye una alternativa práctica para estos fines.

Otro componente importante en el monitoreo de la disponibilidad de agua es el inventario de la infraestructura de almacenamiento, conducción, disposición y tratamiento de los recursos hídricos de la cuenca. La capacidad de estas infraestructuras definirá en muchos casos la cantidad de agua disponible para distintos usos en distintas localidades de la cuenca.

El análisis de calidad de las aguas constituye el tercer componente en la determinación de la oferta de agua en el área de estudio. La disponibilidad de agua es función tanto de la cantidad del recurso como de su calidad. El agua que recibe los vertidos de una ciudad pierde su potencial para ser consumida aguas abajo a menos que sea sometida a tratamiento o que, en el recorrido hasta el sitio de consumo, logre autodepurarse.

En este sentido, se sugiere el mapeo de la calidad del agua para distintos usos potenciales. Para ello se requiere la elaboración de perfiles de los ríos principales de la cuenca en diferentes sitios de su recorrido: en zonas naturales no intervenidas; aguas arriba y aguas abajo de zonas urbanas, industriales, agrícolas y pecuarias. Las características a evaluar estarán relacionadas con los requerimientos de cada uso en particular y de las condiciones ecológicas necesarias para asegurar la vida de especies acuáticas; vg. potabilidad en el caso del consumo doméstico; contenido de oxígeno, pH, salinidad, carga en suspensión y temperatura en el caso de especies acuáticas.

Paralelamente a la elaboración del mapa de disponibilidad de recursos hídricos, será necesario determinar las demandas actuales y potenciales de recursos hídricos en el área de estudio. Esta demanda está determinada por la capacidad de la infraestructura de distribución del agua así como por las tarifas que los usuarios deben pagar por el abastecimiento del agua. Es conveniente aclarar que la tarifa no necesariamente representa el costo económico del recurso o el costo financiero de la prestación del servicio.

El primer paso en la determinación de la demanda actual es la estimación del consumo actual y déficit o superavit de agua por cada tipo de uso. En segundo lugar, se trata de determinar cuál sería la demanda potencial si la tarifa fuese aumentada para reflejar al menos el costo financiero de las operaciones necesarias para la dotación del servicio y cuál sería la disposición a pagar por el mejoramiento de la asignación actual del recurso; vg. incremento de la dotación o mejoramiento de la calidad del recurso para consumo humano, riego o producción de energía eléctrica.

La información anterior permitiría la identificación de opciones de uso y manejo del recurso agua así como el análisis de las implicaciones socio-económicas de las opciones identificadas tanto desde el punto de vista de la economía en su conjunto como la de los distintos grupos de población asentados en la cuenca.

Estudio No. 2: El primer paso en la estrategia de monitoreo para realizar este estudio es el diagnóstico o estudio epidemiológico en la primera zona de riego del distrito Lacatunga-

Salcedo-Ambato. Dicho estudio puede ser iniciado con la revisión de los antecedentes del problema a nivel de centros de salud y hospitales más cercanos. Una encuesta¹⁵ a nivel local -en lo posible realizada por miembros de la comunidad- complementaría la revisión de los antecedentes y permitiría recolectar información para el análisis de las formas de uso del agua por parte de la población de la primera zona de riego.

En segundo lugar, se procedería a seleccionar una muestra de la población, estratificada según género y grupos de edad, a objeto de realizarle exámenes de heces y de sangre. Mediante esta actividad se trata de establecer un componente importante de la información de línea base, relativa a la carga de agentes patógenos en excretas y, eventualmente, en sangre circulante (contaminantes provenientes de actividades industriales localizadas aguas arriba de la bocatoma). Asimismo, se trata de establecer el status actual en cuanto a respuesta del hésped: portante o infestado. Es conveniente, dependiendo de la disponibilidad de recursos, extender este análisis a nivel de la población animal.

El muestreo de la población debería ser realizado anualmente a objeto de apreciar la evolución del problema y la respuesta de diferentes tipos de tratamientos del mismo.

En tercer lugar, se puede proceder a iniciar el muestreo periódico del agua a nivel de la bocatoma y de algunos puntos en la primera zona de riego, vg. canal principal y derivaciones secundarias. Se trata de determinar la presencia en el agua de contaminantes industriales y agentes patógenos (en particular, *vibrio cholerae*), cuya presencia haya sido confirmada a través de las encuestas y análisis de excretas y sangre, previamente realizados. Asimismo, serían analizados los aspectos relativos a la latencia, persistencia y capacidad de multiplicación en el ambiente de los agentes patógenos identificados.

El muestreo de las aguas debería ser realizado al menos dos veces al año -por ejemplo, a finales de los períodos de lluvias y seco- por un número de años suficiente para observar las variaciones estacionales en la calidad de las aguas de riego y los cambios atribuibles a diferentes opciones de solución.

Estudio No. 3: Para la cuantificación de los procesos de erosión eólica se propone la instalación de varillas graduadas que permitan medir variaciones atribuibles al transporte y deposición de las partículas del suelo. La localización de estas varillas es función de la velocidad del viento, topografía local, presencia de barreras naturales y/o construidas por el hombre, entre otras.

En el caso de la erosión hídrica, se propone la selección de un conjunto de fincas y la medición de las pérdidas de suelo experimentadas durante la temporada lluviosa y durante el período seco (época de riego). La selección de la muestra estará en función de las variaciones en cuanto a localización -vg. ladera, planicie, piedemonte-; características topográficas -micropendientes-, geometría, tipo de cultivo y características de los suelos.

¹⁵ Se puede considerar la conveniencia de aplicar otro tipo de instrumentos, tales como entrevistas individuales o por grupos, u otras técnicas participatorias.

Las fincas deberán ser caracterizadas en cuanto a: suelos -características físicas, químicas y biológicas-, pendiente -gradiente y longitud-, cobertura del suelo -tipos de cultivo, otras formas de vegetación- y prácticas de manejo de los suelos y los cultivos.

Se propone un tipo de monitoreo sencillo que permita medir pérdida de suelo por unidad de área y unidad de tiempo ($\text{Kg}/\text{m}^2/\text{año}$). El monitoreo puede ser realizado mediante la colocación de trampas para captación de sedimentos en la parte de menor altura relativa de la finca. A objeto de controlar el área que aporta los sedimentos sería necesario aislar las fincas mediante la colocación de barreras en la parte de mayor altura relativa de la misma o límite superior de la misma. En cada finca se tratará de diferenciar el efecto de la lluvia, el riego y el laboreo de la tierra.

La expansión de los resultados del monitoreo realizado a nivel de fincas requerirá ser discutida en cada caso por los agrónomos encargados de la realización de estos estudios. El uso de modelos tales como la USLE, RUSLE, WEPP o SLEMSA es una alternativa que debe ser estudiada con cuidado. Esta alternativa suele ser muy exigente en materia de información básica y requiere de la implementación de un lapso prolongado de mediciones de campo para la calibración de los mismos. En cualquier caso esta puede ser una opción a manejar en el largo plazo y para la cual, podría iniciarse la recolección de la información sobre la cual podrá formularse la versión local de los modelos mencionados o de cualquier otra alternativa que se decida producir.

En función de construir viabilidad futura a la formulación de modelos de simulación del proceso de erosión en las zonas de riego, será necesario complementar las mediciones a nivel de finca con el monitoreo de factores tales como la erosividad de la lluvia y de la erodabilidad de los suelos. En el primer caso, será necesario contar con registros de lluvia que permitan determinar las variaciones espaciales y temporales de la intensidad, duración y frecuencia de las lluvias en el área de estudio. En el segundo caso, será necesaria la implementación de estudios de suelos con fines de clasificación agrológica o, en su defecto, la identificación de las características granulométricas y contenido de materia orgánica del horizonte superficial de dichos suelos.

En la actualidad se ejecuta un proyecto de conservación en la cuenca del río Pastaza, el cual está siendo financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo. Cabe esperar que una de las consideraciones centrales en la conceptualización de este proyecto haya sido el control de los procesos de erosión y, probablemente, producción de sedimentos en la sección alta de la cuenca. Siendo esto así, se presenta una situación muy favorable para coordinar esfuerzos en el monitoreo de estos problemas a nivel de todos, o algunos, sistemas de riego de la cuenca alta del Pastaza.

CONCLUSIONES

De las observaciones realizadas en los distritos de riego visitados se desprende que los principales impactos ambientales atribuibles a los sistemas de riego en zonas de ladera son de carácter indirecto. En efecto, los mismos están asociados a la intensificación del uso del suelo resultante de la disponibilidad de agua¹⁶ durante todo el año; la ampliación de la frontera agrícola hacia zonas de escaso potencial para la agricultura, debido a la apertura de vías de acceso y/o a la construcción de la plataforma del canal principal. Así mismo dicha ampliación ha sido favorecida por las presiones de la población vecina al Distrito que quiere beneficiarse de las ventajas observadas del riego.

En el caso de los distritos visitados en Colombia, el deterioro de la calidad del agua asociada al excesivo uso de agroquímicos aparece como el problema más grave debido a sus potenciales implicaciones ambientales y sanitarias. Se ha recomendado estudiar este problema en el distrito Samacá, no porque el mismo no exista en otros distritos, sino porque el distrito Samacá ofrece mejores condiciones relativas para concentrar la actividad de IIMI en Colombia. Para una institución en fase de organización, concentrar esfuerzos es una estrategia recomendable.

En el caso de Ecuador, se da la circunstancia de que los distritos visitados pertenecen todos a una misma cuenca y de que esta cuenca es importante desde el punto de vista de la producción hidroeléctrica. Esta circunstancia plantea la posibilidad de estudiar el problema de la competencia intersectorial por el recurso agua. El mismo constituye una de las líneas de investigación definidas como prioritarias por IIMI en el marco de la iniciativa intercentros sobre manejo del agua.

Por otra parte, dos impactos también atribuibles a los sistemas de riego adquieren características espectaculares por sus implicaciones ambientales, sociales y económicas. Uno, es el problema de calidad de agua y su impacto en la salud de la población indígena asentada en la primera zona de riego del distrito Lacatunga-Salcedo-Ambache. En esta zona las formas de utilización de las aguas de riego por parte de la población indígena y, particularmente, por mujeres y niños, han generado problemas de salud bastante serios. La gravedad de estos problemas y la riqueza de situaciones a analizar le confieren a esta zona gran interés desde el punto de vista de la investigación y la acción.

El segundo impacto es el desencadenamiento de los problemas de erosión hídrica y eólica en laderas de varios distritos de riego. La aceleración del proceso de erosión eólica, particularmente en el distrito Quimiag, es el resultado de la ampliación de la frontera agrícola hacia áreas frágiles de escaso potencial debido a la apertura de acceso hacia el sitio de la bocatoma y a la construcción de la plataforma del canal principal. Los problemas de erosión hídrica y por riego, son menos espectaculares pero no por ello menos serios. Ambos problemas requieren atención debido a sus implicaciones sobre la productividad agrícola y la producción de sedimentos.

¹⁶ al menos en algunos sectores de los distritos.

La identificación de impactos realizada en el marco de esta consultoría tiene un carácter preliminar. Como ya fue explicado en otras partes de este informe la misma se basó en observaciones de campo complementadas con informaciones aportadas básicamente por funcionarios de las instituciones encargadas de la operación de los sistemas de riego, agentes de extensión y dirigentes de las juntas de usuarios de los distritos visitados. Dichas apreciaciones deben ser confirmadas antes de proceder al monitoreo de los impactos

El estudio de estos impactos requiere un esfuerzo de organización y financiero de parte de IIMI. Es por ello que se ha hecho un esfuerzo por presentar el trabajo por etapas, se ha sugerido concentrar los esfuerzos en unas pocas áreas geográficas y se ha sugerido, en la medida de lo posible, estrategias de monitoreo alcanzables con un razonable esfuerzo organizativo, de coordinación interinstitucional y financiero.

La necesidad de coordinación con agencias gubernamentales y no gubernamentales, así como con otras instituciones de investigación es prioritaria. La investigación en materia de impacto ambiental es costosa y de largo plazo. En este sentido, es importante identificar todas las posibilidades de investigación que ofrecen proyectos de inversión que se estén realizando en la zona. Uno de estos proyectos es el proyecto de manejo de la cuenca alta del río Pastaza, cuyo componente de monitoreo y evaluación pudiera ofrecer posibilidades de colaboración entre IIMI y la entidad encargada de la ejecución de dicho proyecto. Se trata de la misma cuenca y, probablemente, de problemas de investigación similares.

REFERENCIAS

- BÖRNER, H (ed) . 1994. "Pesticides in Ground and Surface Water". In: Ebing, W (ed). 1994. "Chemistry of Plant Protection". Springer-Verlag. Berlin Heidelberg. Germany
- C.E.E. 1995. "Guerra a la Pobreza. Como Multiplicar por Diez la Producción Agrícola en Cinco Años con un Proyecto de Desarrollo". Proyecto Chambo. Desarrollo Agrícola. Convenio 87/1. Ecuador
- CODOCAL. 1995. "Caracterización del Sistema de Riego GUARGUALLA -LICTO". CESA Licto. Chimborazo, Ecuador.
- COX, G.W.; ATKINS, M.D. 1979. "Agricultural Ecology. An analysis of World Food Production Systems" San Diego State University. W.H. Freeman and Company. San Francisco. USA.
- DUNNE, T.; LEOPOLD, L. 1978. "Water in Environmental Planning". W.H. Freeman and Company. San Francisco. USA
- IIMI. 1995. "Inter-Center Initiative on Water Management. A Proposal to the Technical Advisory Committee (TAC). Colombo, Sri Lanka.
- INAT. 1995. "Informe de Gestión". Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Instituto Nacional de Adecuación de Tierras. Regional No. 13. Valle. Cartago. Colombia
- INAT. 1995. "Política de Modernización Agropecuaria y Rural 1994 - 1998. Adecuación de Tierras" Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Santa Fé de Bogotá. Colombia
- KANT, S.; VHORA, S y SAHAI, Y.N. (EDS). (1987). "Trends in Environmental Pollution and Pesticide Toxicology". Proceedings of the National Symposium on Environmental Pollution and Pesticide Toxicology and 8th Annual Session of Academy of Environmental Biology, India, Held at University of Jammu, Jammu (J&K) from Dec. 10-12, 1987. Jagminder Book Agency, New Delhi, India.
- SHUVAL, H.L.; ADIN, A.; FATTAL, B.; RAWITZ, E.; YEKUTIEL, P. 1986. "Integrated Resource Recovery. Wastewater Irrigation in Developing Countries. Health Effect and Technical Solutions". World Bank Technical Paper Number 51. UNDP Project Management Report Number 6. Washington, D.C., USA.
- WORLD BANK. 1991. "Environmental Assessment Sourcebook. Volume II. Sectoral Guidelines." Environmental Department. World Bank Technical Paper Number 140. Washington DC, USA.
- Wright, Angus. 1990. "The death of Ramón González. The Modern Agricultural Dilemma" University of Texas Press, Austin. USA

ANEXOS

ANEXO 1

Tabla A1. Sistemas de Riego Visitado

Sistema	Localización	Características
Cajamarca	Colombia. Dpto. Valle; Mcpio. Roldanillo; (120 Km) ¹	Construcción finalizada en 1991; 200 Ha; 70 familias ² ; Fuente quebrada El Salto (Cuenca río San Juan); Sistema de ladera sin conexión con el valle. Infraestructura: bocatoma-tubería-tanques desarenador y distribuidor-derivaciones secundarias (tubería) y terciaria (manguera)-Hidrantes y aspersores.
Guásimo Lucero	Colombia; Dpto. Valle; Mcpio. La Unión; (130 Km) ²	Construcción finalizada en 1994; 84 Ha; 59 familias; Fuente Camal Intersector sistema ASORUT (Cuenca río Cauca); Sistema de ladera alimentado por bombeo desde una cota inferior al área de riego (contrapendiente). Infraestructura: Canal interceptor-estación de bombeo-tubería-tanques desarenador y distribuidor-derivaciones secundarias (tubería) y terciaria (manguera)-Hidrantes. Se riega con manguera cada planta.
Calle Larga	Colombia: Dpto. Valle; Mcpio. Dovio; (130 Km) ²	Construcción finalizada en 1988; 35 Ha; 19 familias; Fuente quebrada subsidiaria del río Dovio (Cuenca río San Juan); Sistema de ladera sin conexión con el valle. Infraestructura: bocatoma-tubería-tanques desarenador y distribuidor-derivaciones secundarias (tubería) y terciaria (manguera)-Hidrantes y aspersores.
Potrerito	Colombia; Dpto. Valle; Mcpio. Pradera; (50 Km) ²	Construcción finalizada en 1987; 75 Ha; 55 familias; Fuente quebrada (Cuenca río Cáuca); Sistema de ladera sin conexión con el valle. Infraestructura: bocatoma-tubería-tanques desarenador y distribuidor-derivaciones secundarias (tubería) y terciaria (manguera)-Hidrantes y aspersores.

¹ Distancia aproximada desde Cali

² El número de familias ha aumentado en 106.

Sistema	Localización	Características
Samaca	Colombia; Dpto. Boyacá; Mcpio. Samaca	Construcción finalizada en 1986; 2894 Ha (1027 Ha en laderas - 1637 Ha en valle); 1906 familias; Fuente Río Gachaneca, surtido por dos reservorios -Gachanecas 1 y 2 (Cuenca río); Infraestructura: Embalses - dos canales primarios: Ruchical y Pataguy, que surten áreas de ladera y valle (parcialmente); Tanques almacenamiento; derivaciones (tuberías); hidrantes y aspersores. En el Valle el riego se realiza a través de acequias -vallados- derivados del río Gachanecas en su recorrido por el Valle.
Salitrillo	Colombia; Dpto. Boyacá; Mcpio. Santa Sofía	Construcción finalizada en 1988; 45 Ha; 35 familias; Fuente quebrada Camelo y el Moral (Cuenca río); Sistema de ladera sin conexión con el valle. Infraestructura: reservorio-tubería-tanques desarenador y distribuidor-derivaciones secundarias (tubería) y terciaria (manguera)-Hidrantes y aspersores.
Santa Bárbara	Colombia; Dpto. Boyacá; Mcpio. Sáchica	Construcción finalizada en 1993; 35 Ha; 24 familias; Fuente río Sáchica (Cuenca río); Sistema de ladera sin conexión con el valle. Infraestructura: laguna-est. bombeo-tanques desarenador y distribuidor-derivaciones secundarias (tubería) y terciaria (manguera)-Hidrantes y aspersores.
Siachoque	Colombia; Dpto. Boyacá; Mcpio. Siachoque	Construcción finalizada en 1988; 263 Ha; 192 familias; Fuente quebradas las Cañas (Cuenca río). El sistema riega áreas de ladera y planicie en forma integrada. Infraestructura: bocatoma-Canal y tuberías-tanques desarenador y distribuidor-derivaciones secundarias (tubería) y terciaria (manguera)-Hidrantes y aspersores.
Circunsi	Colombia; Dpto. Boyacá; Mcpio. Sogamoso	Construcción finalizada en 1989; 300 Ha; 370 familias; Fuente quebradas Peñas Blancas; Biquiteñas y Melgarejo (Cuenca río); El sistema riega áreas de ladera y planicie en forma integrada. Infraestructura: reservorio-canal-tanques desarenador y distribuidor-derivaciones secundarias (tubería) y terciaria (manguera)-Hidrantes y

Sistema	Localización	Características
		aspersores.
Tibasosa	Colombia: Dpto. Boyacá; Mpio. Ayalas	Construcción finalizada en 1988; 22 Ha; 24 familias; Fuente quebradas Ositania y Cajita (Cuenca río). Sistema de ladera no integrado a áreas de planicie. Infraestructura: reservorio-tubería-tanques desarenador y distribuidor-derivaciones secundarias (tubería) y terciaria (manguera)-Hidrantes y aspersores.
Chambo	Ecuador; Prov. Chimborazo; Cantones de Riobamba y Guano; a 200 Km de Quito	Construcción canal principal concluyó en 1952; reconstrucción de la bocatoma; rehabilitación del canal principal y la red secundaria; reservorio, construcción de un nuevo sifón de 12 Kms y 7 reservorios; construcción canal TB.11 (1982-1995); fuente Río Chambo (Cuenca del río Pastaza); Cubre laderas y valle, en un sistema integrado. Riego en ladera por gravedad (surcos); Uso de aspersores es muy limitado, generalmente, zona de valle en grandes propiedades; Sup. total 10000 Ha., actualmente 5245 Ha y unos 10412 usuarios. El sistema riega áreas de ladera y planicie en forma integrada.
Quimiag	Ecuador; Provincia Chimborazo	Construcción finalizó en 1987; sup.: 1331 Ha.; fuente río Blanco, tributario del río Chambo (Cuenca río Pastaza); El sistema riega áreas de ladera y planicie en forma integrada. Infraestructura: bocatoma sobre el río Blanco - desarenador - canal revestido y tubería hasta caseta planta hidroeléctrica, desde allí canal revestido, derivaciones secundarias por tubería y canal en algunos casos. Riego por gravedad en su gran mayoría.
Cebadas	Ecuador, provincia Chimborazo, a 40 Km de Riobamba	Construcción finalizó en 1982; sup. 651 Ha.; 413 usuarios; Fuente río Cebadas formado por las aguas de las lagunas Colay, Yuctana y Mactalán que forman el río Cebadas (Cuenca del río Pastaza); El sistema riega áreas de ladera y planicie en forma integrada. Infraestructura: Bocatoma - canal principal revestido - túneles - sifón -

Sistema	Localización	Características
		canales secundarios y riego por gravedad (surcos).
Licto	Ecuador, Provincia Chimborazo	Actualmente en construcción; sup. 1700 Ha; 1400 usuarios; Fuente río Guargualla, afluente río Chambo (cuenca del río Pastaza); El sistema riega áreas de ladera y planicie en forma integrada. Infraestructura: Bocatoma - túneles - canal de conducción principal - sifones; canales de derivación y secundarios (tubería); reservorios; red terciaria conformada por tanques de distribución y tuberías de PVC. Riego por gravedad (surcos)
Ambato-Guache-Pelileo	Ecuador, provincia Cotopaxi	Construcción finalizó en 1991; sup. 6400 Ha; 13200 beneficiarios; área actual bajo riego 8200 Ha.; fuente río Ambato (Cuenca río Pastaza). El sistema riega áreas de ladera y planicie en forma integrada. Infraestructura: bocatoma - túneles - tanques de distribución; red secundaria, canales y tanques distribuidores; red terciaria, canales y acequias. Riego por gravedad.
Lacatunga-Salcedo-Ambato	Ecuador, provincia Cotopaxi	Construcción finalizó en 1886. sup. 6800 ha.; fuente: ríos Ambato y Pumacunchi, ambos afluentes del río Chambo (cuenca río Pastaza). El sistema riega áreas de ladera y planicie en forma integrada. Infraestructura: bocatomas sobre los ríos Ambato y Pumacunchi; túneles y estaciones de bombeo; derivaciones secundarias y terciarias por canales revestidos. Riego por gravedad.

Fuentes: informantes; CESA, 1995; Proyecto Cebada; INAT 1995; CEE, 1995.

ANEXO 2

Informe de Actividades

Fecha: 29-10-1995	Lugar: Ithaca-Cali
Descripción: Vuelo a Cali, Colombia. Llegué a Cali a las 9:30 pm donde fui recibido por el Dr. Carlos Garcés, Quien me trasladó hasta el hotel.	
Fecha: 30-10-1995	Lugar: Centro Internacional de Agricultural Tropical (CIAT). Instituto Nacional de Adecuación de Tierras (INAT) Cartago - Departamento del Valle del Cauca.
Participantes: Carlos Garcés (IIMI), Fernando Fernández (INAT), Jaime Villegas (INAT); Antonio José Obando (Director INAT); Rómulo Rodríguez (consultor)	
Descripción: Durante la mañana, permanecimos en la sede del IIMI para arreglar asuntos administrativos relativos a mi estadía en Colombia. A primera hora de la tarde partimos hacia Cartago, una ciudad localizada a tres horas de Cali. En la sede del INAT en Cartago, sostuvimos una reunión con los ingenieros Fernando Fernández y Antonio José Obando. En esta reunión hicimos arreglos para nuestra visita a algunos distritos de riego de ladera en el Departamento del Valle del Cauca. El Sr. Obando nos hizo una breve exposición acerca de la situación de los distritos que visitaríamos. Por su parte, el Dr. Garcés explicó los objetivos de IIMI en América Latina y entregó material informativo al Sr. Obando.	
Fecha: 31-10-1995	Lugar: Cajamarca and Guásimo-Lucero irrigation districts
Participantes: Carlos Garcés, Fernando Fernández (INAT); Maximiliano Echeverry (INAT); Luis E. Villa (INAT); Rómulo Rodríguez (consultor)	
Descripción: durante el día hicimos un recorrido por ambos distritos y nos entrevistamos con los dirigentes Fernando Marin (Cajamarca) y Servio tulio Girón (Guásimo-Lucero). El principal problema ambiental en ambos distritos es el uso excesivo de agroquímicos para control de plagas y enfermedades. Este problema es particularmente grave en el Distrito Guásimo-Lucero. En este distrito los productores fumigan sus viñedos cada dos días durante la temporada lluviosa y semanalmente durante el período seco. Ellos preparan una mezcla - bomba- con el insecticida, fungicida y fertilizante foliar cuya reacción química es desconocida. Ellos aplican esta mezcla sin ningún tipo de protección.	
Fecha: 11-01-1995	Lugar: Calle Larga and Potrerito Irrigation District
Participantes: Carlos Garcés, Fernando Fernández (INAT); Maximiliano Echeverry (INAT); Luis E. Villa (INAT); Rómulo Rodríguez (consultor)	
Descripción: Hicimos un recorrido por los dos distritos y sostuvimos entrevistas con los dirigentes Miguel Rodriguez (Calle Larga) y Doña Emma (Potrerito). Estos son dos pequeños distritos que han tenido problemas organizativos y operacionales muy serios. Por esta razón, los productores en estos distritos han aprovechado muy poco las ventajas del riego. En este sentido, estos distritos no son muy significativos para los propósitos de esta consultoría. En horas de la tarde regresamos a Cali.	
Fecha: 02-11-1995	Lugar: CIAT (Centro Internacional de Agricultura tropical)
Participantes: Carlos Garcés (IIMI); Rómulo Rodríguez (consultor); Ron Knapp (CIAT-hillside program); Randolph Barker (IIMI); Ricardo Uribe (CIAT-GIS); Mauricio Rincón (CIAT-GIS).	
Descripción: Asistí a algunas de las reuniones programadas para el Dr. R. Barker. El resto del día trabajé con mis notas de campo y en la modificación del esquema de entrevistas a aplicar en el campo.	

¹ International Center for Tropical Agriculture

Fecha: 11-03-1995	Lugar: Visita a CIPASLA y la cuenca del río Cabuyal; Visita a Popayán.
Participantes: C. Garcés, R. Barker, R. Knapp, J. Alonso, R. Ramirez and R. Rodriguez	
Descripción: Realizamos una visita a las instalaciones del Consorcio Inter-institucional para una Agricultura de Ladera Sostenible (CIPASLA), donde fuimos informados acerca de los objetivos de este consorcio. CIPASLA es una interesante experiencia promovida por CIAT y 18 agencias gubernamentales y no-gubernamentales. El objetivo último de CIPASLA es mejorar las condiciones de vida de la población en la cuenca del río Cabuyal. Cuantiosos recursos han sido invertidos en esta cuenca experimental. En mi opinión el principal problema de este tipo de experiencia es la dificultad para replicar esta experiencia a otras cuencas y, por tanto, la dificultad para generalizar las conclusiones obtenidas a partir de la misma. En la tarde nos trasladamos a la ciudad de Popayán. Allí nos reunimos con el señor Orlando Bonilla (Director de la Oficina de INAT en Boyacá). La conversación giró en torno al proceso de transferencia de los sistemas de irrigación y a la reorganización institucional que actualmente tiene lugar en Colombia. Esta reorganización está dirigida a reducir el rol que el Estado ha venido ejerciendo en el sector riego. En el futuro próximo INAT concentrará sus esfuerzos en la organización y entrenamiento de los usuarios de los sistemas de riego. Las nuevas inversiones en sistemas de riego estarán basadas en las demandas de los potenciales usuarios. Los costos financieros de estos nuevos desarrollos serán compartidos con los beneficiarios. Hasta ahora la participación de los beneficiarios ha sido fijada en un 20% de la inversión total. La meta de la actual administración (1994-1998) es incrementar el área bajo riego en 200.000 Ha. Dado que, de acuerdo al nuevo esquema, los potenciales beneficiarios de los nuevos sistemas de riego deberán pagar parcialmente las nuevas inversiones, todavía no es claro si el Gobierno logrará cumplir esta meta. Por otro lado, en caso de lograrse esta meta, será interesante analizar el impacto que tal logro tendrá en los esfuerzos organizacionales y de entrenamiento de los usuarios que INAT está comprometido a promover.	
Fecha: 04-11-1995	Lugar: Valle del Cauca
Participantes: C. Garcés, R. Barker and R. Rodriguez	
Descripción: Durante el día realizamos un recorrido por el Valle del Cauca, una importante región agrícola de Colombia.	
Fecha: 11-05-1995	Lugar: Cali-Bogotá-Tunja
Descripción: En la mañana viajé a Bogotá por avión. En el aeropuerto El Dorado, en Bogotá, me encontré con Luis A. Mora. Luis es un joven ingeniero agrícola recientemente contratado por C. Garcés para trabajar en el Distrito de Riego Samacá (Dpto. de Boyacá). Luis es inteligente y luce deseoso de aprender. Por otra parte, muestra bastante habilidad para comunicarse con los productores, una cualidad muy importante en el tipo de trabajo que desempeñará. Viajamos en autobús a Tunja. Durante mi estadía en el Departamento de Boyacá, Luis fue de gran ayuda para mí.	
Fecha: 06-11-1995	Lugar: Visita al Distrito de Riego Samacá.
Participantes: Luis A. Mora (IIMI); Nelson Niño (Irrigation District); R. Rodriguez	
Descripción: En este día recorrimos todos los sectores del Distrito. Comenzamos nuestro recorrido en el sitio de los reservorios Gachaneca I y II, aguas arriba de la bocatoma del sistema. En este lugar se puede observar que el agua tiene un color muy oscuro, probablemente debido al contenido de materia orgánica proveniente de la vegetación sumergida en dichos reservorios. Asimismo, llamó la atención que, pese a que el año ha sido lluvioso, el nivel de las aguas de ambos reservorios era bastante bajo. Posteriormente recorrimos los dos canales principales que se desprenden de la bocatoma: Pataguy y Ruchical. Estos dos canales distribuyen el agua en las zonas de ladera. Las áreas planas	

del sistema son regadas mediante un conjunto de "vallados" o derivaciones tomadas directamente del río Gachaneca. Las actividades agrícolas en Samacá son intensivas. En las zonas de ladera se desarrolla la actividad hortícola, mientras que en las áreas planas predomina la actividad ganadera.

El problema ambiental potencialmente más importante en el Distrito se deriva del excesivo uso de agroquímicos. La práctica del monocultivo -cebolla y/o papa- y la falta de controles sanitarios han conducido al incremento de problemas de plagas y enfermedades. Tal como fue mencionado en el informe principal, la carencia de alternativas para controlar el problema lleva a los productores a aplicar altas dosis de insecticidas y fungicidas, mezclados en lo que los productores -principalmente mujeres y niños- llaman "bombas". El potencial de intoxicación, o de desarrollo de enfermedades crónicas, es alto. Desde el punto de vista ecotoxicológico también hay un alto potencial que debería ser estudiado. Por estas razones, hemos recomendado central la atención en el estudio de este problema.

Durante nuestra visita a este Distrito no sostuvimos ninguna entrevista debido a que Luis había planificado esta actividad para el próximo viernes.

Fecha: 11-07-1995 | **Lugar:** Distritos de Riego Salitrillo y Santa Bárbara.

Participantes: L.A. Mora; Oscar H. Jaime (INAT); R. Rodríguez; Francisco Amón (Salitrillo) and Jairo Sierra (Santa Bárbara)

Descripción: En el Distrito de riego Salitrillo conversamos con el Sr. Francisco Amón, líder de los productores. El Sr. Amón nos comentó acerca de los problemas de falta de agua que han tenido desde el inicio mismo de las operaciones del Sistema. Este hecho ha incidido en la falta de motivación de los productores para organizarse. Recientemente, INAT construyó un reservorio para solventar, al menos parcialmente, este problema. Nosotros visitamos el reservorio. Allí pudimos observar que el mismo está completamente lleno pero que, quizá debido a ello, está mostrando rupturas y deslizamientos en sus paredes. Ello amenaza con frustrar las esperanzas que los productores han puesto en esta solución.

El distrito Santa Bárbara está en mejores condiciones que el Distrito Salitrillo. Con excepción de la proliferación de vegetación en el reservorio principal no encontramos ningún hecho que llamara nuestra atención. Este problema puede ser el resultado de la acumulación de nutrientes en las aguas provenientes de las áreas vecinas. Dependiendo del método utilizado para erradicar la vegetación, -por ejemplo, uso de herbicidas-, pudieran producirse algunos impactos ambientales en el Distrito.

Fecha: 11-8-1995 | **Lugar:** Distritos de riego Siachoque y Circunsi.

Participantes: L.A. Mora; Oscar H. Jaime, R. Rodríguez; Jairo García (UMATA)

Descripción: durante toda la mañana visitamos el Distrito Siachoque. En este distrito fue posible observar evidencias de conflicto entre usuarios y no usuarios del sistema. En efecto, a lo largo del recorrido observamos rupturas de tuberías y obstrucción del canal principal. Nuestros informantes nos confirmaron que estas acciones son realizadas con el objeto de desviar el agua hacia zonas no servidas por el sistema. La carencia relativa de agua de las fincas en zonas fuera del distrito ha sido remediada parcialmente mediante la construcción de pequeños reservorios de agua en algunas fincas.

En otro orden de idea, pudimos observar de nuevo el problema de excesivo uso de agroquímicos para control de plagas y enfermedades. Esta zona ha sido afectada por la "polilla guatemalteca" que afecta la producción de papas en la región. La mayor parte de las tierras regadas están dedicadas al monocultivo de la papa. De acuerdo con nuestro informante los productores no rotan cultivos debido a que los precios de los productos sustitutos son muy bajos.

Durante la tarde hicimos recorrido por el Distrito Circunsi. De acuerdo con los usuarios del

<p>sistema, la mayor limitante en el Distrito ha sido la falta de agua. Por esa razón, se construyó un reservorio que este año se llenó completamente. Los productores están muy optimista con relación al próximo ciclo de cosecha. En este distrito se nos manifestó la necesidad de asistencia técnica así como, la necesidad de apoyo para resolver algunos problemas de filtraciones e inestabilidad de taludes. Estos problemas ponen en peligro el funcionamiento del sistema.</p>	
Fecha: 09-11-1995	Lugar: Distrito Ayalas (Tibasosa)
Participantes: Gabriel Convariza, Luis A. Mora, y Parmenio Rodriguez	
Descripción: En este distrito realizamos una rápida visita. Pudimos observar el reservorio recientemente construido y tuvimos oportunidad de conversar con algunos productores. En este distrito se presenta una situación conflictiva con productores cuyas fincas están localizadas aguas arriba del reservorio que alimenta el sistema. De acuerdo con nuestro informante, las deforestaciones y el uso intensivo de agroquímicos, por parte de dichos productores, afectan tanto los rendimientos hídricos como la calidad de las aguas provenientes de la zona de captación del sistema.	
Fecha: 10-11-95	Lugar: UMATA Distrito Samaca; Oficina Distrito de Riego Samacá
Participantes: Jairo Rojas (UMATA); Julio Mojica (ODRS); Javier Suescun (ODRS); José Alemán (ODRS); Nelson Leal (ODRS); Gladys Rodriguez (Gerente ODRS); Luis A. Mora (IIMI)	
Descripción: Entrevista sobre aspectos técnicos y organizativos del Distrito. Durante la mañana nos reunimos con Jairo Rojas -encargado de la UMATA- quien nos habló sobre los aspectos agrícolas del sistema. De acuerdo con su explicación, a nivel del Valle, anualmente se rotan tres cultivos: papa, arveja y cebolla cabezona. En las zonas de ladera, se observan zonas dedicadas a ganadería de doble propósito (aprox. 60%) y el resto está dedicado al cultivo de la papa, arvejas y cebollas. Como ya fuera señalado en el informe principal, el problema de plagas en la zona es bastante serio. Asociado a este problema está el excesivo de agroquímicos que genera situaciones potencialmente peligrosas tanto desde el punto de vista de salud humana y animal (toxicológico) como desde el punto de vista ambiental (eco-toxicológico). Por otra parte, fuimos informados acerca de los conflictos existentes entre usuarios del sistema y de los problemas de diseño del sistema.	
Fecha: 11-11-95	Lugar: Tunja - Bogotá
Participantes: Luis A. Mora; RR	
Descripción: Regreso a Bogotá	
Fecha: 12-11-95	Lugar: Bogotá - Quito - Riobamba
Descripción: Vuelo a Quito y viaje a Riobamba (Ecuador)	
Fecha: 13-12-95	Lugar: Riobamba ; Distrito Río Chambo
Participantes: Cesar Abarca (Presidente Corporación Juntas de Regantes Sistema Río Chambo); Juan Romero (Director de CORSICEN)	
Descripción: A primera hora sostuve una reunión con César Abarca. Nuestra conversación giró en torno a aspectos agrícolas, particularmente intensidad de uso del suelo, formas de preparación de la tierra, control de plagas, enfermedades y malezas. Finalmente, hablamos sobre los aspectos organizativos más importantes. En nuestra conversación no pude identificar algún aspecto resaltante en términos de impactos ambientales. Posteriormente, me reuní con Juan Romero, Director de CORSICEN, quien me habló sobre los principales aspectos técnicos del sistema de riego. Un problema significativo que salió a relucir de nuestra conversación fue el riesgo de colapso del sistema debido a problemas de	

estabilidad a nivel de los túneles no revestidos del sistema. La estrategia a implementar para resolver este problema es uno de los puntos centrales de las negociaciones que actualmente se llevan a cabo para culminar la transferencia de este sistema a sus usuarios. Asimismo, pudimos apreciar el trabajo de planificación de la operación del sistema a nivel de la primera zona de riego. Dicha zona cuenta con un catastro bastante detallado, en base al cual se han organizado los turnos de riego.

Después de culminadas estas conversaciones iniciamos el recorrido por las siete zonas que conforman el Distrito de riego. En la zona 1, observamos que ha sido necesario colocar candados para evitar la manipulación de las válvulas que controlan el caudal a nivel de la red secundaria y terciaria del sistema. La influencia del riego en el desarrollo agrícola de la región es bastante notable en esta zona y disminuye a medida que avanzamos hacia la cola del sistema. En el sector 71, a nivel de la cola del sistema, esta influencia es casi nula.

El cultivo predominante en el Distrito es la cebolla. Otros cultivos hortícolas importantes en el distrito son la lechuga y la zanahoria. Fuimos informados de que la práctica de rotación de cultivos es prácticamente inexistente. En cuanto al manejo del cultivo las prácticas predominante son: el abonamiento orgánico (gallinasa); deshierbe con uso de agroquímicos; abundante uso de agroquímicos para control de plagas y enfermedades (no pudimos observar evidencias de esto en el terreno).

En líneas generales el nivel de organización de los usuarios es bastante alto; cuentan con un liderazgo genuino, capaz y emprendedor. Los miembros de las juntas de usuarios cuentan con el nivel de autoridad necesario para hacer cumplir los acuerdos en materia de turnos y existe una estructura de incentivos -multas, corte del servicio- para respaldar tal autoridad. No obstante, existen evidencias de conflictos entre usuarios, tales como la manipulación indebida de las válvulas que controlan el caudal de los canales secundarios y el incumplimiento en el pago de las cuotas a las juntas.

El problema ambiental más aparente a lo largo de nuestro recorrido es la erosión acelerada debido a la ejecución de actividades agrícolas en zonas de ladera geológicamente inestables. La erosión se manifiesta tanto en forma de desplazamientos de masas (deslizamientos), como de surcos en parcelas agrícolas. En segundo lugar, es posible inferir que a nivel de las primeras zonas de riego, podrían haber problemas de contaminación de suelos y aguas por el excesivo uso de agroquímicos.

Fecha: 14-11-95 **Lugar:** Distritos de Riego Quimiag y Cebadas

Participantes: Jorge Ceballos, Carlos Arias (Corsicen)

Descripción: El recorrido por el Distrito Quimiag comenzó en el centro poblado que lleva el mismo nombre. En los alrededores del pueblo se observan áreas agrícolas donde predomina el maíz. También se puede apreciar parcelas dedicadas a la horticultura (remolacha y papa). El uso de bueyes para preparación de la tierra es generalizado. Según nuestros informantes, el uso de agroquímicos para control de plagas y enfermedades no es muy común. Ello es debido a que los productores no tienen suficientes medios financieros para afrontar los costos de tales insumos.

Desde el pueblo de Quimiag nos trasladamos hasta el sitio de la bocatoma. A lo largo del recorrido se puede observar como las laderas vecinas a la vía de acceso han sido deforestadas (tala y quema), para permitir la actividad agrícola (horticultura) y la ganadería. En las inmediaciones de la bocatoma ha sido decretada un área de parque nacional (Sangay); sin embargo, aun en el área del parque hay intervención de las laderas. Estas intervenciones constituyen la fuente de impacto más relevante en este distrito. En efecto, las zonas de ladera son muy inestables desde el punto morfológico y estas intervenciones han contribuido a acelerar los procesos erosivos en laderas.

El recorrido por el Distrito Cebadas comenzó en el sitio donde confluyen los ríos Chambo, Guamote y Cebadas. En este sitio se observan evidencias de problemas erosivos ocasionados por la actividad agrícola (horticultura). Durante el recorrido por este distrito, dos aspectos llamaron nuestra atención. Primero, la intensidad de los procesos de erosión eólica en laderas y, relacionado con lo anterior, lo que podríamos calificar como el efecto de "imitación" que se produce en las áreas adyacentes a la zona de riego.

La erosión eólica en laderas es muy intensa. A distancia se observan polvaredas a lo largo de grandes extensiones de terreno. Los suelos en estas laderas son arenosos, sin estructura, semejantes a playas de arena. El clima es árido. En condiciones naturales, estos suelos están cubiertos con vegetación rala propia de las zonas de páramo. El sobrepastoreo de estas áreas ha sido el elemento desencadenante de la aceleración de los procesos de erosión eólica. Según fuimos informados, la intervención de estas áreas se produjo como consecuencia de la construcción de las vías de acceso hacia el sitio de la bocatoma y de la plataforma del canal principal.

El efecto que, en ausencia de una mejor definición, hemos llamado de "imitación" consiste en la demanda por riego que surge en las áreas adyacentes a los sistemas de riego, una vez que los productores no incorporados al sistema observan las ventajas del riego en las áreas vecinas. En el caso de este distrito, pudimos observar un canal construido a partir de la estructura de desfogue del canal principal. Este canal fue construido por productores de áreas vecinas al sistema e incorpora tierras, en ladera, poco aptas para desarrollar una agricultura intensiva. La intensificación del uso del suelo en estas áreas, sin duda contribuirá a la aceleración de los procesos de erosión hídrica y eólica.

Fecha: 15-11-95

Lugar: Distrito Licto

Participantes: Grupo seminario sobre transferencia Sistemas de Riego realizado en Riobamba.

Descripción: Este día nos incorporamos a la actividad programada por los organizadores del seminario sobre transferencia de sistemas de riego. Dicha actividad consistió en una visita al área del proyecto Licto. Dicho proyecto beneficia unas 2800 familias -13000 habitantes, en su mayoría indígenas-, distribuidas en 24 comunidades. Una de las características más relevantes en el área del proyecto Licto es el sistema de tenencia de la tierra: numerosos minifundios (pequeños solares), repartidos dentro de una comunidad, o entre comunidades, pertenecientes a un solo productor. Esta forma de tenencia de la tierra es una restricción tanto para la operación del sistema como para la organización de los usuarios del mismo. La infraestructura de captación del sistema (bocatoma) no ha sido concluida aún. Ello es debido a que el sitio originalmente seleccionado para construir la bocatoma se perdió debido a un deslizamiento. Esto obliga a relocalizar la bocatoma y a construir un túnel que originalmente no estaba planteado. Esta solución es compleja desde el punto de vista ingenieril y muy costosa desde el punto de vista financiero.

Lo anterior plantea una situación única de acuerdo con la cual, los productores están siendo organizados y capacitados para operar eficientemente el sistema, sin embargo, la incertidumbre en cuanto al tipo de solución a adoptar, la fuente de los medios financieros y la fecha de finalización de las obras es muy alta. De no resolverse esta situación, el potencial para el conflicto es muy alto.

En el recorrido realizado por el distrito, pudimos apreciar el trabajo realizado por CESA, la organización no gubernamental encargada de la organización y capacitación de los productores. CESA recibe la asistencia de la Agencia de Cooperación Holandesa.

Particularmente notables son los modelos a escala utilizados para entrenar a los usuarios en el manejo del sistema. Asimismo, las parcelas experimentales y demostrativas donde se prueban diferentes prácticas culturales, particularmente, abonamiento.

El principal problema ambiental detectado en la zona es la erosión de los suelos. CESA está consciente del alto potencial para la erosión existente y, por ello, la conservación de los suelos es una de sus prioridades. No obstante, el riego por gravedad en surcos será una fuente permanente de arrastre de suelo y, las posibilidades de introducir otras formas de riego -por ejemplo, aspersión- son muy escasas dado la forma de tenencia de la tierra imperante en el área del sistema. El control de los procesos de pérdida de suelos será una de los grandes retos desde el punto de vista ambiental.

Fecha: 16-11-95 | **Lugar:** Sistema Ambato-Guache-Pelileo

Participantes: Patricio Torres (CORCICEN); Gonzalo Sánchez (Presidente Junta de Usuarios); Rómulo Rodríguez

Descripción: La actividad de este día consistió en un recorrido por el Sistema Ambato-Guache-Pelileo. Después de resolver algunos problemas logísticos, comenzamos el recorrido por la bocatoma del sistema. Esta estructura está localizada en un cañón estrecho sobre el río Ambato. Inmediatamente, el agua es derivada a través de un túnel cuya longitud es de 12 km. Este Túnel sale a una estructura de la cual surgen dos derivaciones: una, que alimenta al canal principal del sistema y, la otra, que abastece de agua potable a la ciudad de Ambato. El agua es clara y de buena calidad. Un indicador de ello es la presencia de truchas en el sitio de la bocatoma.

En esta zona hay abundancia de frutales, particularmente, durazno, claudia y mora. No pudimos obtener mayor información sobre las prácticas de manejo de suelo y cultivos en la zona. A pesar de mostrarse comunicativo en muchos aspectos, nuestro informante respondió evasivamente cuando tratamos de averiguar acerca de las prácticas de fertilización, deshierbe y de control de plagas y enfermedades.

En la zona hay una presencia notoria del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Este instituto ha venido promoviendo la fruticultura en la zona. La presencia de esta institución en la zona es un factor potencialmente positivo desde el punto de vista ambiental. Un aspecto a observar con detenimiento es el de la utilización del agua de riego con fines múltiples. A lo largo de nuestro recorrido pudimos observar la utilización masiva de las aguas del canal principal para el lavado de la ropa. Asimismo, fuimos informados de que dichas aguas también son utilizadas para otros usos domésticos, como medio de descarga de desechos sólidos y líquidos. Más preocupante aún es el uso del agua para lavar las bombas asperjadoras utilizadas para fumigar los cultivos con pesticidas. CORCICEN ha venido ensayando varias maneras de controlar este problema. La construcción de "lavanderías" en áreas vecinas al canal parece ser una medida adecuada para enfrentar el problema. En nuestro recorrido pudimos apreciar que las mismas son aceptadas por algunas personas. Otro aspecto que llamó nuestra atención es la presencia de algunas áreas erosionadas. Este es un aspecto al cual debe prestarse atención dado que las áreas de ladera presentan problemas de estabilidad morfodinámica. A lo largo de nuestro recorrido pudimos apreciar varios deslizamientos.

Al finalizar el día me trasladé a Rupimanba de las Rosas donde pernocté.

Fecha: 17-11-95 | **Lugar:** Sistema Lacatunga-Ambato-Galileo.

Participantes: Renán Lara (Jefe Oficina CORCICEN); Marcos Palate (CORCICEN); Alonso Arias (CORCICEN); Rómulo Rodríguez

Descripción: Las actividades del día comenzaron con una reunión en la sede de CORCICEN en Ambato. En dicha reunión tuve la oportunidad de informar al Ing. Renán Lara, jefe de la Oficina, sobre el propósito de mi visita. El ingeniero Lara se mostró interesado y me comentó acerca de los problemas de contaminación aguas arriba de la bocatoma del sistema sobre el río Cutuchí. El Ing. Lara colaboró logísticamente con las actividades del día. Su colaboración es altamente apreciada.

Siguiendo la sugerencia iniciamos el recorrido con una visita a la zona industrial de Lacatunga. En dicha zona se localizan una variedad apreciable de establecimientos industriales dedicados a la producción de tubos, aceros, productos lácteos, procesamiento de harinas, producción de papel, y estaciones de servicio (lubrificadoras).

Estos establecimientos descargan sus efluentes hacia el río Cutuchí, fuente principal del sistema de riego. Este río recibe además la descarga de algunas fincas ganaderas también localizadas aguas arriba de la bocatoma del sistema y de las aguas servidas de la ciudad de Lacatunga. Estas aguas altamente contaminadas son captadas y utilizadas por los usuarios del sistema sin que exista ningún tratamiento de las mismas.

Después de visitar la bocatoma del sistema sobre el río Cutuchí fuimos al sitio de la segunda bocatoma de este sistema. Esta bocatoma está localizada sobre el río Pumacunchi, el cual no parece tener los problemas de contaminación del río Cutuchí.

Inmediatamente, nos trasladamos hacia la primera zona de riego. Ya hemos comentado en el informe principal acerca de los tremendos problemas ambientales y de salud existentes en esta zona. La utilización de aguas altamente contaminadas (provenientes del río Cutuchí), con múltiples propósitos parece ser la fuente de dichos problemas.

En esta zona se observan haciendas ganaderas coexistiendo con zonas indígenas donde predomina el minifundio. El cultivo principal en las zonas indígenas es el maíz. En algunas parcelas hay papa y pasto para el ganado. Los líderes indígenas están solicitando la incorporación al riego de zonas de ladera localizadas por encima de la cota del canal principal. Estas laderas están bastante degradadas por efecto de la erosión tanto hídrica como eólica. Aparentemente el riego es bastante costosa de recuperación de estas áreas, dado su escaso potencial agrícola.

Continuando nuestro recorrido fuimos a la segunda zona de riego. En esta zona el sistema cuenta con tres sifones grandes que tienen una longitud de 2.5 km. La agricultura en esta zona es más diversificada que en la primera. Durante nuestro recorrido por esta zona pudimos observar pastizales, papas, maní, habano, lechuga. Según nuestros informantes los productores de hortalizas son personas que viven en Ambato, que han comprado tierras en la zona y utilizan mano de obra local. Estos productores siembran hasta cuatro ciclos al año.

En la tercera zona de riego predomina la ganadería y la horticultura. En esta zona pudimos observar fincas hortícolas y ganaderas bastante grandes. El canal principal atraviesa algunas de estas fincas. En la mayoría de los casos, los dueños de estas fincas han incorporado al riego áreas localizadas en cotas superiores a la del canal principal. Para ello han construido reservorios que son alimentados por el canal y luego bombean las aguas de estos reservorios hacia las zonas más altas. De esta forma se crea una presión sobre el sistema, dado que en su diseño original estas áreas no estaban incorporadas. En esta zona, pudimos observar que el canal principal es utilizado para la disposición de desechos sólidos (basura). Según nuestro acompañante, esto sucede sobre todo en las inmediaciones de zonas de mayor densidad relativa de población.

Nuestro recorrido con una visita a la zona 4 donde predomina la horticultura. Los cultivos principales son la cebolla, col, remolacha, ají real, lechuga y papa. También siembran maíz, en períodos de sequía.

Después de recorrer el sistema, nos trasladamos a Riobamba donde me reuní con Carlos Garcés y Jorge Sotomayor. Al día siguiente nos trasladamos a Quito, de donde regresé a Ithaca al día siguiente.