

*In :*  
*Bulletin de liaison n°12 "Equateur", Dpt. H*  
*ORSTOM, Paris, 06/87, pp 30-47.*

## LA UTILIZACION DE LOS INVENTARIOS REALIZADOS EN EL ECUADOR PARA LA INVESTIGACION SOBRE EL FUNCIONAMIENTO DEL RIEGO

por Thierry Ruf<sup>\*</sup>, Patrick Le Goulven<sup>\*\*</sup>

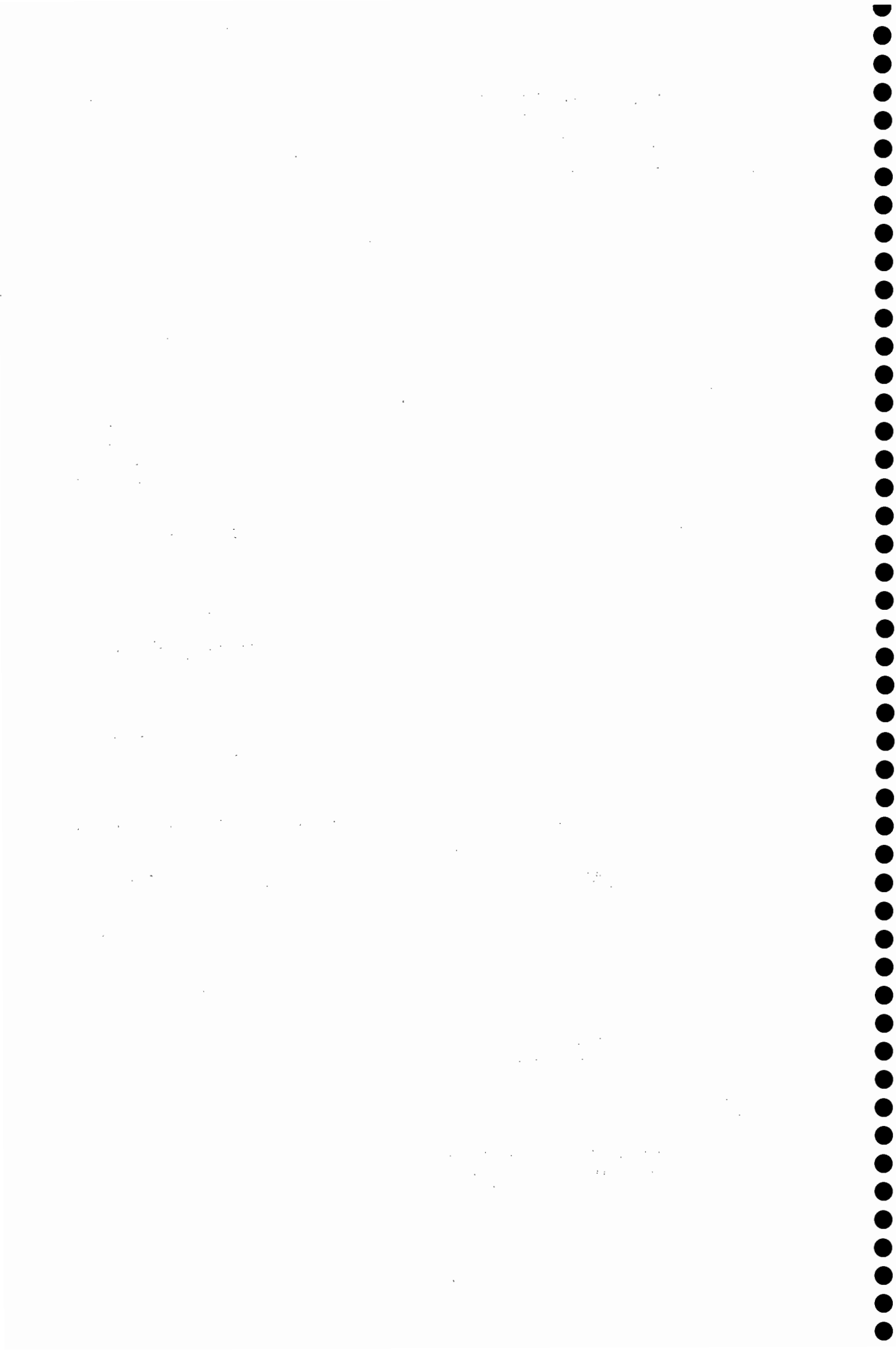
Quito, junio de 1987

INERHI : Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos  
INIAP : Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias  
ORSTOM : *Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération*  
(Instituto Francés de Investigación Científica para el Desarrollo en Cooperación)

---

\* agro-economista ORSTOM, Mission ORSTOM, Apartado 17-11-6596, Quito, ECUADOR

\*\* hidrólogo ORSTOM, Mission ORSTOM, Apartado 17-11-6596, Quito, ECUADOR



Desde enero de 1987, un equipo del ORSTOM, compuesto por los dos autores de este artículo, asociados al Departamento « Plan Nacional de Riego » del INERHI, trabaja en un proyecto de estudio sobre el funcionamiento del riego particular en el Ecuador. Instalados en la Institución que administra el agua, se fijaron el objetivo de establecer un diagnóstico pluridisciplinario sobre las zonas regadas del país y proponer recomendaciones adaptadas a cada situación. Este trabajo es considerado como preliminar a la elaboración de un Plan Nacional de Riego para los años noventas.

## 1. IMPORTANCIA DEL RIEGO EN EL TIEMPO Y EN EL ESPACIO

Incluso antes de la firma del acuerdo entre el INERHI y el ORSTOM, el equipo constató la considerable amplitud de las redes de riego llamadas privadas o tradicionales más o menos antiguas (en oposición a las redes modernas realizadas por el Estado aquí o allá). Aunque no existen estadísticas precisas, se estima que más de las dos terceras partes de la superficie regada del país dependen de estas redes privadas.

La diversidad de situaciones bioclimáticas, de cultivos y de situaciones socio-económicas, parecen constituir una primera dificultad. Tanto en el callejón interandino como en la llanura costera, los climas son muy diversos: a las estaciones lluviosas con precipitaciones más o menos abundantes y regulares, siguen estaciones más o menos secas largas e intensas. El riego interviene tanto para completar las lluvias en la estación húmeda, como para permitir proseguir los cultivos en las estaciones secas. Los que cultivan cacao y banano en las plantaciones industriales o campesinas del sur de la llanura costera reciben fuertes lluvias durante seis meses (enero a junio) y luego sobreviven los seis meses de estación seca gracias al agua de los ríos que descienden de los Andes. En la Sierra, los campesinos de Ambato logran realizar al menos dos cultivos anuales en sus parcelas de tierra, gracias al agua que proviene de la vertiente norte del volcán Chimborazo.

## 2. ANTECEDENTES, RIQUEZA Y POBREZA DE LA INFORMACION EXISTENTE

Antes de estudiar un fenómeno, es necesario localizarlo, determinar la importancia de los espacios en los que incide y buscar las informaciones que otros han recogido tanto sobre el fenómeno como sobre los espacios. En el Ecuador, el riego no ha sido objeto hasta ahora de una investigación específica por parte del ORSTOM, ni por parte de las instituciones ecuatorianas.

Así, el INERHI no dispone de servicios de investigación, ni de evaluación de los proyectos que ejecuta. El INIAP, específicamente encargado de la investigación agronómica, no trabaja en los problemas de riego como tales.

*A priori* se dispone de muy poca información sobre los fenómenos que queremos caracterizar: disfuncionamientos técnicos, repartición desigual, escasez de agua, valorización agrícola limitada, condiciones socio-económicas desfavorables, etc.

Se cuenta en cambio con una serie impresionante de inventarios y descripciones bajo diversas formas: mapas a escala 1:50.000 de uso de los suelos, en donde se aprecia la extensión de las zonas regadas en la Sierra (nada existe sobre la llanura costera), tramas hidrológicas, inventarios de tomas de agua, estadísticas demográficas, inventarios socio-económicos de parroquias y cantones, etc.

Desafortunadamente, las unidades espaciales son cada vez diferentes y es casi imposible relacionar las informaciones entre sí.

En resumen, la información existe, es incluso abundante, pero no se refiere directamente al funcionamiento de las zonas regadas ni al espacio que estas constituyen.

## 3. DOS USOS DIFERENTES DE LOS INVENTARIOS NACIONALES

Vamos a utilizar los inventarios de dos maneras: la explotación de los datos existentes y la creación de un inventario específico para los problemas de riego.

### 3.1. Explotación de los datos existentes

#### 3.1.1 *El estudio de la oferta y la demanda de agua se basa en la explotación sistemática de los datos cronológicos, climáticos e hidrológicos.*

Como los datos existentes son numerosos y pueden ser alterados por cualquier error humano, es necesario proceder a su homogeneización según el método de las simples y dobles masas y, en el caso de datos faltantes, deberán ser completados mediante correlaciones entre estaciones climáticas.

Se crea así un nuevo inventario a fin de:

1. establecer una pluviometría mensual por cuenca unitaria que origina los caudales disponibles;
2. establecer la evapotranspiración potencial (ETP) mensual por cuenca unitaria, indicador de la demanda de agua.

Posteriormente, se evalúa el recurso de agua, según un modelo de transformación de las lluvias en caudales, que depende de las características del flujo en cada cuenca. Paralelamente, se evalúan las necesidades teniendo en cuenta las superficies regadas, la ETP y la eficiencia del transporte de agua (variable según el tipo de infraestructura). Finalmente, se pueden confrontar los recursos con las necesidades y juzgar si existe adecuación o desequilibrio.

En esta operación, la unidad espacial para estudiar el recurso está bien definida y es la cuenca unitaria, pero la unidad espacial para estudiar las necesidades no se define fácilmente. Veremos más adelante que fue necesario crearla en función de los sistemas existentes.

#### 3.1.2 *En lo concerniente a la valorización agrícola del agua, contrariamente a los hidrólogos, los agro-economistas no disponen inventario nacional alguno en su campo*

En efecto, los censos agrícolas y las encuestas socio-económicas no separan la agricultura con riego del resto de agricultura.

Por otro lado, el funcionamiento de las redes de riego complejas no puede juzgarse solamente por los rendimientos agrícolas de los cultivos regados, sino que debe basarse en la productividad global de los sistemas de producción representados. Además, la igualdad en la repartición del recurso agua entre diferentes grupos de usuarios es, desde nuestro punto de vista, uno de los criterios esenciales para juzgar la valorización agrícola del agua.

El agro-economista debe entonces, en primer lugar, trabajar en el campo para elaborar las referencias que necesita. Es en este punto en donde se une al hidrólogo quien también necesita referencias, por ejemplo sobre la eficiencia del transporte de agua, y tiene que confrontar la realidad con los modelos matemáticos de explotación de los inventarios climáticos e hidrológicos.

#### 3.1.3 *La elección de los terrenos de estudio se basa en los inventarios existentes.*

En efecto, se necesita disponer de referencias que cubran el conjunto de los sistemas agrarios con riego.

La representación de su diversidad se basa en criterios físicos definidos por el hidrólogo y en criterios socio-económicos definidos por el agro-economista. Se cuenta con los trabajos de « regionalización agraria » realizados por los hidrólogos y socio-economistas de PRONAREG-ORSTOM. Más adelante veremos la concepción de este trabajo de selección.

### 3.2. Creación de un nuevo inventario

A fin de conocer la importancia de los problemas de riego en todo el país, es necesario realizar un inventario específico de las zonas regadas del Ecuador, el mismo que debe proporcionarnos la localización precisa de los canales y perímetros, su disposición y sus dependencias, al igual que la existencia de diversos disfuncionamientos identificados en las zonas de estudio representativas.

Este trabajo se apoya en varias fuentes de información. El ORSTOM y PRONAREG conocen las zonas bajo influencia del riego a través de la interpretación de fotografías aéreas. Desgraciadamente, la imprecisión en cuanto a la extensión de las tierras realmente sometidas al riego se revela muy importante (más o menos del 50 % de parcelas regadas)

Por otra parte, el INERHI como administrador del agua, conoce las concesiones de riego, es decir las tomas de agua y los caudales que en principio se toman de los ríos. Desafortunadamente, existen tomas que no cuentan con una concesión oficial.

Finalmente, es prácticamente imposible confrontar el inventario de las tomas con el de las zonas regadas, debido a la gran complejidad del tercer conjunto: las redes de canales.

Para citar algunos ejemplos que conocemos bien, se observa frecuentemente que un canal riega varios perímetros distintos o que un perímetro recibe agua de varios canales. A menudo la disposición espacial de los perímetros y canales presenta toda una serie de dificultades: cruces de canales, distancia considerable entre dos perímetros, uso de quebradas naturales que constituyen en realidad segmentos de canal, etc.

A esto hay que añadir la existencia, en ciertas regiones, de redes públicas modernas de canales revestidos, que, en general, se sobreponen a las antiguas redes de tierra sin eliminarlas.

Sólo se pueden explotar los trabajos de investigación detallados sobre los disfuncionamientos del riego si se dispone de un inventario sistemático, confiable y adaptable, aspecto que fue destacado en el documento metodológico del proyecto (Le Goulven, Ruf y Ribadeneira, 1987); la operación titulada « Localización, Organización y Caracterización del Riego en el Ecuador » es el eje central, la base de la futura planificación.

Sin embargo, antes de dar mayores detalles sobre la manera de explotar los inventarios o de realizar nuevos inventarios, examinaremos nuestro razonamiento orientado a encontrar una unidad espacial adaptada a nuestros objetivos.

## 4. CREACION DE UNA UNIDAD ESPACIAL DE INVENTARIO Y DE ANALISIS DEL FUNCIONAMIENTO: LA ZARI (ZONA DE ANÁLISIS Y DE RECOMENDACIONES PARA EL RIEGO)

La ZARI es una unidad operacional de investigación y de planificación concebida a partir de la observación de varias obras hidro-agrícolas.

### 4.1. Las etapas de concepción

La cuenca unitaria es la unidad fundamental de los hidrólogos: les permite estudiar las transformaciones lluvias-caudales y estimar los recursos hídricos.

En caso de modelización de una gran cuenca hidrográfica, constituye la unidad espacial elemental, la malla en la cual se calcularán los resultados de oferta y demanda (ver esquema nº 1 de una cuenca unitaria tipo con emplazamiento de los canales, caso del río Guambi, 30 km al Este de Quito).

El primer inconveniente surge en su definición: como cuenca vertiente, sus límites están definidos por líneas de separación de flujo bien visibles en las partes montañosas, pero bastante confusas cuando se llega al callejón interandino o cuando se trabaja en la llanura costera.

Adicionalmente, se han dibujado cuencas de enlace para unir las cuencas unitarias entre sí, y constituir una red hidrológica completa de las grandes cuencas. Evidentemente, esas unidades adicionales respetan el sentido del drenaje, guardan las mismas dimensiones que las cuencas trazadas por PRONAREG-ORSTOM y tienen en cuenta las estaciones hidrométricas existentes (ver esquema nº 2 de una cuenca de enlace, caso del río Guambi).

Desgraciadamente, la mayoría de esas unidades incluyen fondos de valles, obstáculos naturales que dividen entidades físicas y humanas a menudo diferentes.

Ahora bien, es en esas zonas en donde el riego es más necesario y está más desarrollado, captando parte de los recursos hídricos de las cuencas unitarias vecinas.

La primera idea sería admitir una prolongación de las cuencas unitarias que eliminaría así, las cuencas de enlace. Sin embargo, los límites seguan siendo difíciles de definir a causa de la gran complejidad de las redes caracterizadas por:

- una fuerte densidad de canales y múltiples cruces (superposición de redes de riego);
- una falta de información confiable sobre la localización de las tomas, el caudal que captan, los trayectos de los canales, las subdivisiones, etc.;
- numerosas transferencias entre cuencas, que hacen más difícil la comprensión de su funcionamiento.

Frente a estos problemas, era indispensable encontrar una unidad espacial con una definición clara y sensata, y con límites relativamente simples de identificar en el terreno.

La noción de Zona de Análisis y Recomendaciones para el Riego (ZARI), trata de resolver el problema de entidad espacial y de límites claros. Su definición es la siguiente:

**ZARI: Unidad espacial de organización de la toma, el transporte y la utilización del agua de riego**

Se trata entonces de una zona elemental en la que se encontrarán las tomas, los canales y los perímetros regados. En el caso de dos cuencas unitarias yuxtapuestas, el límite corresponderá frecuentemente a los ríos mismos y en consecuentemente la ZARI estará formada por dos mitades de cuencas unitarias, aumentadas con una parte de la cuenca de enlace (ver esquema nº 3 de una ZARI tipo en el caso de dos cuencas unitarias yuxtapuestas: ZARI de Puenbo-Pifo).

En otros casos, la ZARI estará limitada por una gran línea de cresta y por un río (simple media cuenca unitaria); a veces, habrá una correspondencia entre la cuenca unitaria y la ZARI.

El hecho de tomar como límites los obstáculos naturales adaptados a cada caso real, nos hace pensar que la ZARI será válida tanto en la Sierra como en la Costa.

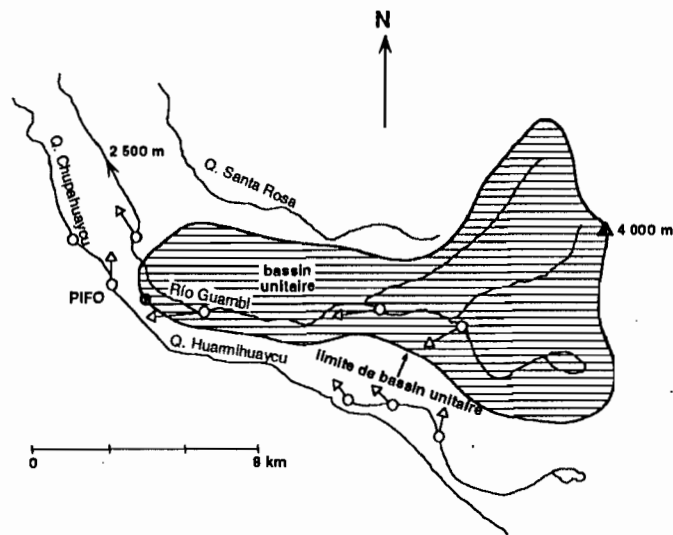
Subsistirán a pesar de todo algunas transferencias entre ZARI, pero tales casos serán pocos.

#### **4.2. Implicaciones para el análisis hidrológico**

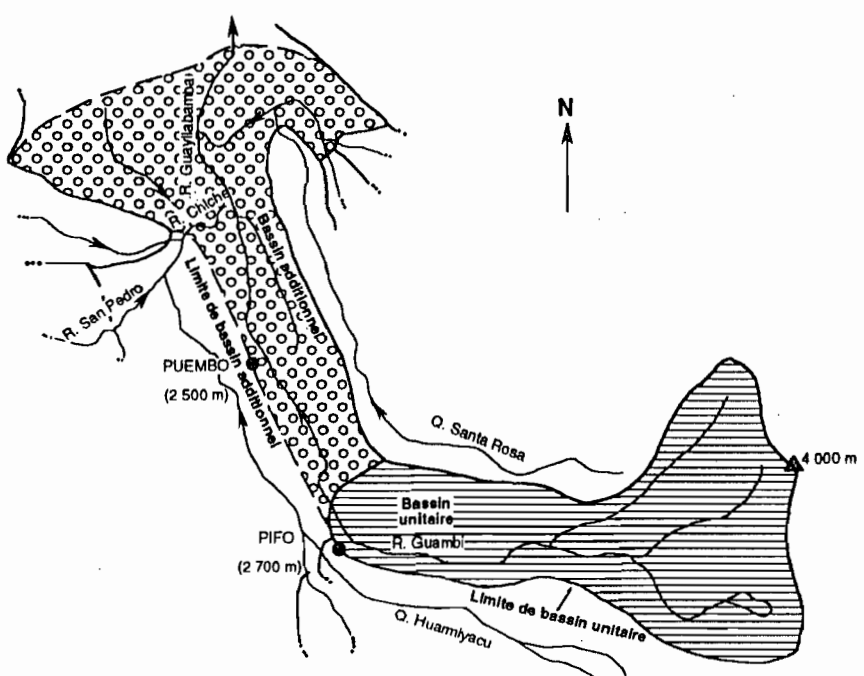
La discordancia entre cuencas vertientes y ZARI exigirá dos tramas diferentes para cada cuenca hidrográfica, pero como cada tipo de demanda (agrícola, hidroeléctrica, humana) está ligada a la red hidrográfica a través de la toma de agua correspondiente, será fácil pasar de la una a la otra.

Las demandas potenciales deberán en cambio ser asignadas a una cuenca unitaria para verificar la disponibilidad de agua y el impacto que puede ocasionar aguas abajo.

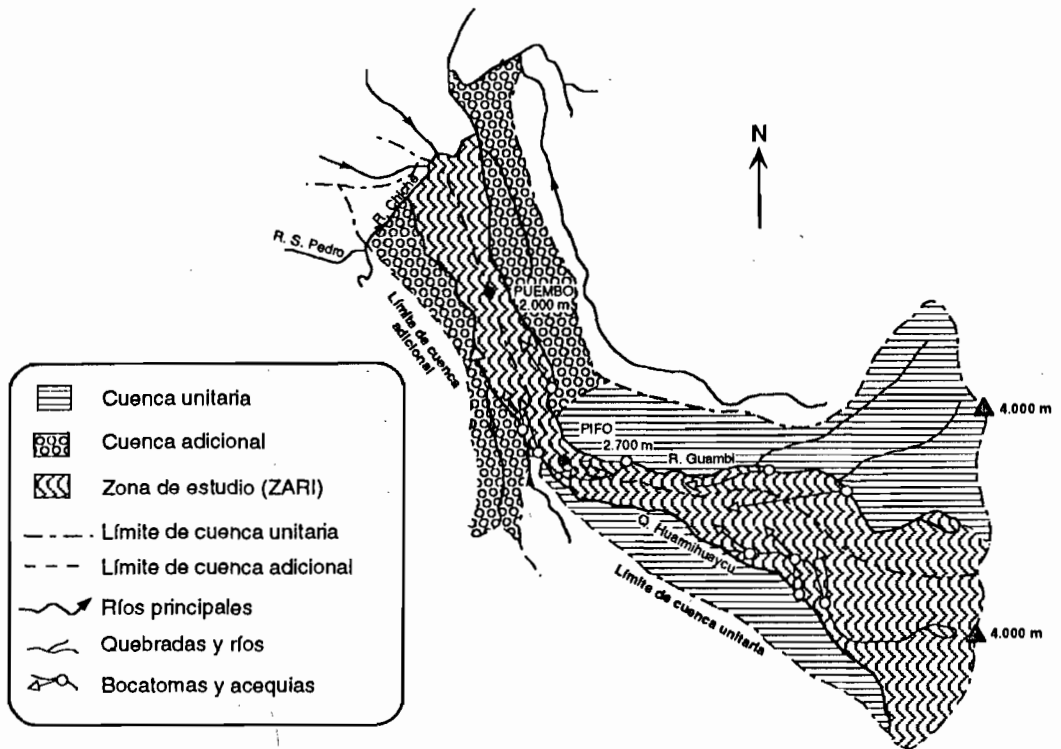
En los estudios de campo detallados sobre las ZARI representativas, se abordarán también las cuencas vertientes circundantes para analizar las dependencias propias de cada toma de agua (ver esquema nº 4, Teoría de las relaciones entre cuencas unitarias y ZARI).



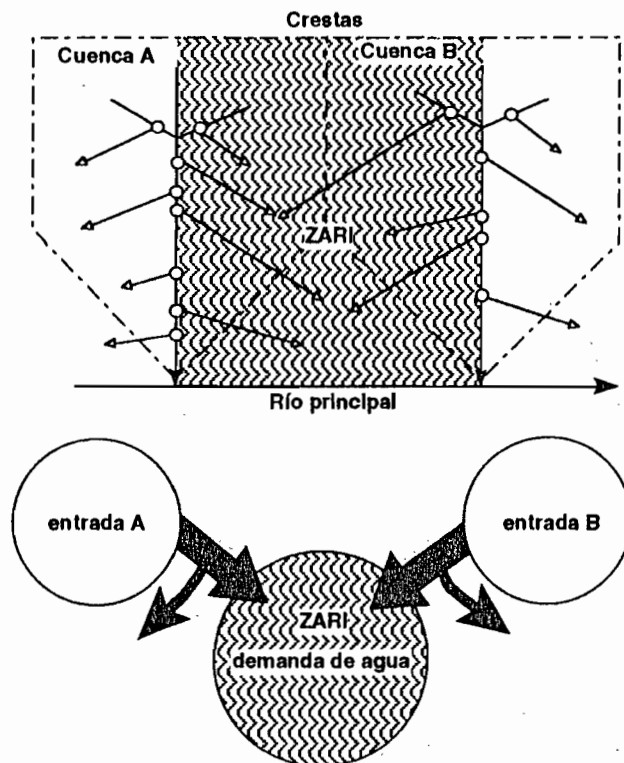
**Schéma 1**  
Exemple de bassin unitaire : celui du rio Guambi (30 km à l'est de Quito)



**Schéma 2**  
Exemple de bassin de liaison à l'aval du bassin unitaire du rio Guambi



Esquema 3 - Ejemplo de ZARI: la ZARI de Puenbo-Pifo, que depende en parte de la cuenca unitaria del río Guambi



Esquema 4 - Teoría de las relaciones entre cuencas unitarias y ZARI



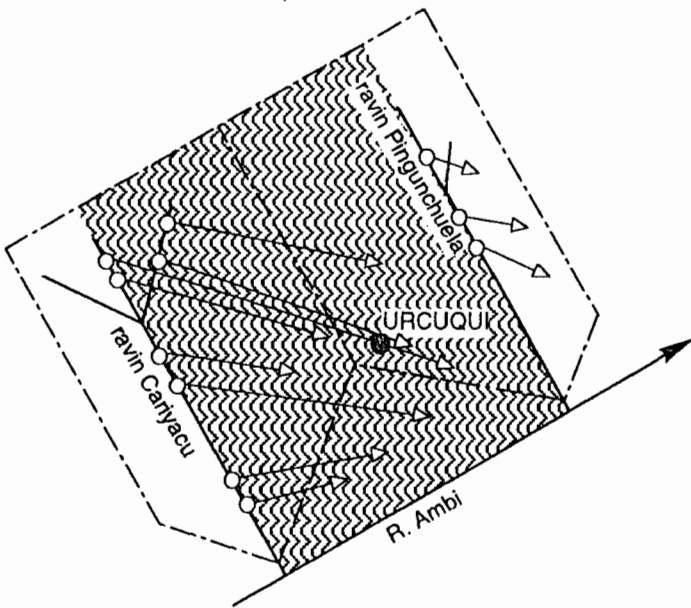
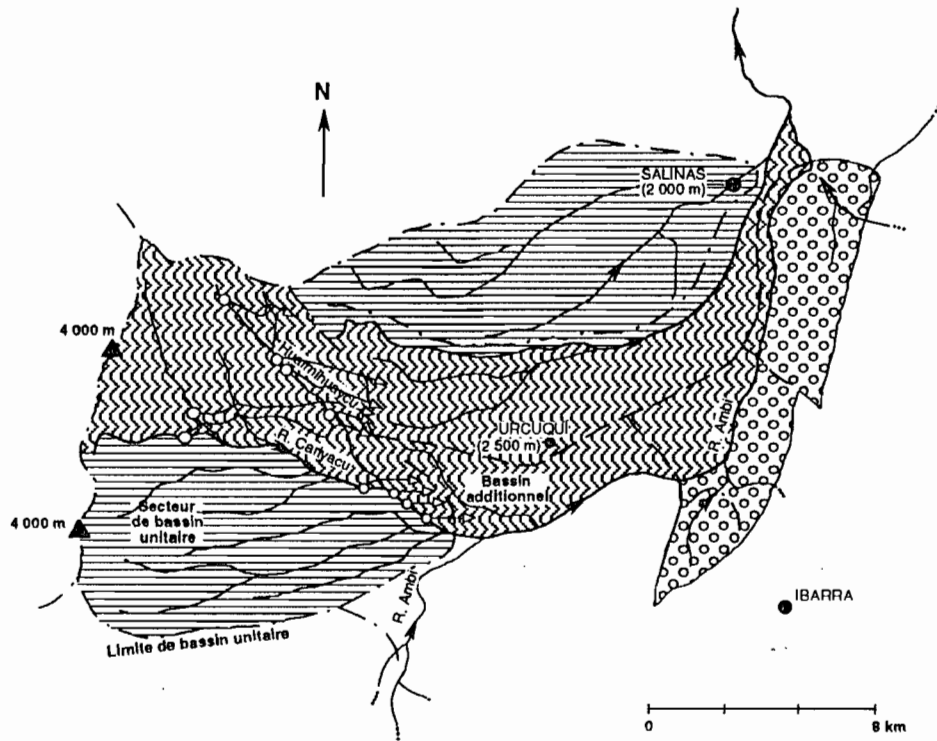


Schéma 5 - La ZARI d'Urququí (province d'Imbabura, 130 km au nord de Quito)

#### 4.3. Un ejemplo de aplicación: la ZARI de Urcuquí

Situada en la provincia de Imbabura y formando parte de la cuenca hidrográfica del río Mira, la ZARI de Urcuquí fue escogida como terreno representativo.

Inicialmente se había escogido la cuenca unitaria del río Pingunchuela, pero en ese caso los perímetros más grandes se alimentaban de la cuenca vecina!

Desplazando la zona de estudio y tomando como nuevos límites los ríos encañonados del fondo de valle, se obtiene un conjunto homogéneo con respecto al sistema de riego como se indica en esquema nº 5 de la ZARI de Urcuquí, entre el río Cariyacu y la quebrada Pingunchuela.

#### 5. UTILIZACION DE LOS INVENTARIOS ANTERIORES EFECTUADOS EN TODO EL PAIS, CON MIRAS A LA SELECCION DE LAS ZARI REPRESENTATIVAS

El procedimiento escogido para seleccionar los terrenos representativos dependía en realidad de los datos disponibles y explotables en el menor tiempo posible. Se procedió en dos etapas:

- una primera selección de pequeñas regiones denominadas ZAPI (Zona Agrícola para la Programación Integral) por los autores de ese inventario (PORTAIS y ALARCÓN, 1979);
- una segunda selección de una pequeña cuenca vertiente por cada ZAPI escogida anteriormente.

En los dos casos, la elección se realiza a la luz de criterios físicos y agro-socio-económicos. Por supuesto, no se consideran los espacios que, manifiestamente, no están involucrados por el riego.

La primera selección se efectúa en base a tres grandes series de criterios existentes en el inventario de las ZAPI:

- la situación climática (identificación de las estaciones secas) y la importancia probable del riego;
- la presión demográfica, en relación con el tipo de estructuras actuales de la propiedad dominadas ya sea por las haciendas o por los minifundios (fuerte densidad demográfica);
- los grandes sistemas de producción.

Con ayuda del programa DATAVISION de M. ROUX (INRA, Montpellier), se procede a un análisis factorial de las correspondencias, del que se obtiene un agrupamiento de las ZAPI de características similares. Para la segunda etapa, se escoge una ZAPI representativa de cada grupo. Sin embargo, para confirmar la validez de esta primera elección, es decir una buena representatividad de la diversidad regional, se buscan otros elementos analíticos que confirmen que la muestra abarca efectivamente las diversas situaciones agrícolas.

Este trabajo se basa esencialmente en el estudio de las dinámicas de la propiedad desde 1950. Se encuentra efectivamente una representación de las diversas evoluciones de la propiedad.

Aunque esto sea satisfactorio, se puede ir más lejos ya que disponemos también de otros documentos de PRONAREG-ORSTOM que proporcionan en especial los calendarios agrícolas a nivel cantonal y provincial (SUÁREZ y otros, 1978). Se puede comprobar que la selección de ZAPI (cuyos límites coinciden más o menos con los límites cantonales) refleja adecuadamente todos los tipos de calendarios agrícolas de los principales cultivos. Por ejemplo, los diferentes calendarios del maíz en la Sierra están bien representados en la muestra.

Además, podemos explotar esos inventarios, mostrando que las ZAPI escogidas disponen de sistemas agrícolas diferentes según la existencia o predominio de estaciones de cultivo. Así, existen en la Sierra ecuatoriana regiones con un solo cultivo al año, otras con dos cultivos (con predominio de uno de ellos) e incluso regiones con tres cultivos por año.

Se explotó entonces al máximo la información preexistente sobre los espacios regionales (ZAPI y cantones), pudiendo pasar a la siguiente fase: la elección de una cuenca vertiente representativa.

¿Por qué no se pasa directamente a la ZARI representativa? La respuesta es simple: a este nivel del estudio, la infraestructura del riego sigue siendo desconocida. Es aún imposible definir una ZARI que contenga con certeza las tomas de agua, los canales y los perímetros correspondientes. Los únicos límites espaciales conocidos están dados ya sea por los inventarios de los hidrólogos — límites de cuencas — o por aquellos de los socio-economistas — límites de parroquias.

La elección de la cuenca vertiente representativa de la ZAPI se efectúa en base al análisis de indicadores descriptivos determinados por el hidrólogo y el agro-economista, y disponibles ya sea en mapas a escala 1:200.000 realizados por PRONAREG-ORSTOM, o en inventarios demográficos y socio-económicos reunidos en una ficha de síntesis (ver cuadro nº 1 ). Hay que destacar una vez más el problema de la unidad espacial que difiere en el caso de los datos socio-económicos: nos vemos forzados a ponderar de manera bastante aproximativa esos indicadores según la parte ocupada por cada territorio parroquial en una cuenca vertiente.

Una comisión de trabajo formada por el equipo franco-ecuatoriano examina las fichas descriptivas de las cuencas vertientes seleccionado aquellas que parecen representar mejor a la ZAPI.

Comienza entonces la operación pluridisciplinaria en el campo para diagnosticar cómo funciona el riego. Se comenzará por definir los límites de la ZARI, denominada desde entonces ZARI representativa o ZARI piloto.

### Datos de inventario reunidos en una ficha de síntesis

1. Extracto del mapa de usos del suelo a escala 1:200.000 con el detalle de las unidades de uso del suelo representadas como regadas en más de un 50 %.
2. Características físicas (altitud máxima, promedio, mínima, tipo de relieve, superficie total, pluviometría anual, número de meses secos, déficit anual, emplazamiento de las estaciones climatológicas e hidrométricas).

Datos provenientes de los inventarios hidrológicos del programa PRONAREG-ORSTOM (trabajos de P. Pourrut).

3. Características agrícolas (porcentajes superficie agrícola / total, superficie regada / agrícola) y socio-económicos (densidad de población, tipos de estructuras de propiedad dominantes)

Datos provenientes:

- del censo de población de 1982 (Delaunay, 1986);
- de los mapas de uso del suelo (trabajos de P. Gondard);
- los inventarios de las ZAPI (Portais, 1979)

### Utilización

Se busca una zona que disponga de la mayoría de sistemas de producción existentes en la ZAPI.

Se busca una zona que corresponda al modelo general de la región pues servirá de referencia para la calibración de los modelos matemáticos de transformación de las lluvias en caudales.

Se busca obtener en la muestra situaciones variadas para cada uno de los criterios: por ejemplo, zonas muy densas o poco densas, zonas muy « artificializadas » por el riego o no, zonas en que predominan las haciendas tradicionales, etc.

**Cuadro nº 1**  
**Utilización de los inventarios con el fin de seleccionar terrenos representativos para los estudios de funcionamiento**

## 6. UTILIZACION DE INVENTARIOS LOCALES PARA LA INVESTIGACION SOBRE EL FUNCIONAMIENTO DEL RIEGO

La base misma de los trabajos de campo es la explotación de los inventarios. Se trata de establecer un mapa preciso de las infraestructuras de riego llamado particular o tradicional

El cuadro nº 2 muestra los tipos de documentos utilizados y el avance de los conocimientos en el ejemplo de la ZARI de Puembo-Plifo, localizada 30 km al Este de Quito.

Una vez terminado este trabajo que reúne la explotación de documentos de inventarios y las salidas al campo, confrontando los documentos con las observaciones, se establecen objetivos complementarios e indispensables para la investigación futura:

1. un mapa del riego a escala 1:25.000 en el que se representen las tomas, las acequias, los perímetros y las características de todos esos elementos (por ejemplo: toma rústica, canal de tierra, perímetro de minifundios con dominio del cultivo de maíz-fréjol);
2. un esquema hidráulico de la zona;
3. un archivo de descripción de todos los canales principales (y secundarios si se trata de un perímetro aislado);
4. un archivo de descripción de los perímetros;
5. un plan de encuestas sobre la repartición del agua, (selección del número de encuestados según la importancia del perímetro y muestra de parcelas).
6. una campaña de aforos en la estación seca a fin de diagnosticar la equidad de la repartición del agua.

Tipo de documentos	Utilización
1. Mapa topográfico a escala 1:50.000	Identificación de los límites de la ZARI.
2. Mapa de Estado Mayor a escala 1:25.000	Escala de trabajo considerada indispensable para dar cuenta de los detalles de las infraestructuras.
3. Inventario de los canales de riego realizado en 1978 por personal contratado por el INERHI	Trabajo incompleto, poco confiable, pero que proporciona los nombres de las acequias y da una idea general sobre importancia de las infraestructuras.
4. Memorias técnicas de la agencia provincial del INERHI	Trabajo de buena calidad al ser producto de inspecciones de campo, pero sólo existe para los canales que cuentan con una concesión oficial; proporciona generalmente los caudales derivados y las superficies « bajo influencia » de un canal.
5. Plan quinquenal del proyecto público de riego El Pisque, 1982	Identificación de los sectores regados por el canal moderno revestido.
6. Fotografías aéreas a escala 1:20.000 de 1973 y de 1983	Identificación de las acequias con precisión; identificación de los puntos particulares a verificarse en el campo; identificación de los contornos de los perímetros; determinación de una muestra de parcelas para las encuestas sobre la repartición y la utilización del agua.
7. Catastro a escala 1:25.000 de 1964 para la zona baja situada bajo influencia del canal público El Pisque	Verificación de los trayectos de las acequias; identificación de los canales que han desaparecido.
8. Verificaciones de campo (aproximadamente 10 días de trabajo para una ZARI de 50 km <sup>2</sup> con 5.000 hectáreas regadas en 25 perímetros que reciben agua .	Justificación de los límites de ZARI; confirmación de nombres de canales (un canal lleva a menudo varios nombres); visitas sistemáticas a las tomas de agua; análisis de puntos.

**Cuadro nº 2**  
**Utilización de los inventarios como base de un estudio**  
**sobre el funcionamiento del riego en una ZARI**  
**Ejemplo del trabajo realizado en la ZARI de Puenbo-Pifo en abril-junio de 1987**

## 7. ELABORACION DE UN NUEVO INVENTARIO ADAPTADO, EVOLUTIVO DE LAS ZARI

Afinamos esta operación comenzando por aplicarla a una gran cuenca hidrográfica del Norte de la Sierra, la cuenca del Mira, cuya extensión es de aproximadamente 3.000 km<sup>2</sup>. En ella se encuentran alrededor de cincuenta cuencas unitarias casi todas utilizadas para el riego de las zonas bajas sometidas a un clima a menudo seco o muy seco en el verano.

Obviamente, este trabajo se inspira directamente en la experiencia adquirida en las ZARI representativas, pero la operación deberá desarrollarse más rápidamente y probablemente con pocas verificaciones de campo, al menos en la primera fase del inventario.

En efecto, entra en juego el financiamiento de tal operación, que es forzosamente limitado.

Luego de haber recogido toda la documentación existente en los servicios centrales del INERHI o en las agencias regionales, se procede a la delimitación del conjunto de las ZARI de la gran cuenca hidrográfica.

La validez de los límites depende de la calidad de la información recogida sobre las tomas y las acequias. En ciertos casos, se modificaran tales límites si se observa que canales conocidos inicialmente no son considerados.

Veinte y un ZARI fueron así definidas (julio 1987). Cuatro grupos de trabajo de dos personas cada uno realizan el inventario.

Como en el caso de la ZARI representativa, se trata de elaborar un mapa de localización a escala 1:50.000 que contenga las tomas, los canales y los perímetros. Consideramos que esta escala es la adecuada para el trabajo de inventario sistemático y para el nivel de precisión deseado en la mayoría de las ZARI. Sin embargo, en ciertos casos muy complejos, trabajaremos a una escala mayor, esto es 1:25.000.

Para admitir la existencia de una red, se adoptó el siguiente principio: si tres fuentes diferentes se muestran coherentes, consideramos confiable la existencia de la red. Por ejemplo, un inventario de 1967 indica un canal con su toma y su zona de influencia; luego se encuentra esa red en los documentos de la agencia regional del INERHI que asigna en 1980 la concesión administrativa de la toma con un informe técnico que la justifica; finalmente, el mapa del uso del suelo a escala 1:50.000 confirma la presencia del perímetro regado.

Si no se dispone de esos tres elementos, únicamente se supone la existencia de la red. Hay que buscar una confirmación recurriendo a:

1. La foto-interpretación en base a fotografías aéreas interpretadas en parte por PRONAREG-ORSTOM o a fotografías más recientes en ciertos casos en que se estime que las redes han evolucionado considerablemente (la cobertura utilizada por PRONAREG-ORSTOM data de inicios de los años sesentas): con ayuda del trazado supuesto de la acequia, se busca confirmar su existencia y precisar los contornos del perímetro.
2. Si subsiste una duda sobre la red, se efectuará una visita al campo.

El mapa no es el único resultado de la síntesis de los inventarios. Como en el caso de la ZARI representativa, se obtiene igualmente un esquema hidráulico, fichas descriptivas y de caracterización de las acequias y los perímetros y una ficha de síntesis sobre cada ZARI del nuevo inventario.

En una segunda fase, se ha previsto, si se obtiene el financiamiento correspondiente, proceder a un inventario exhaustivo complementario relativo a:

- por una parte, los datos descriptivos faltantes;
- por otra, los indicadores del funcionamiento definidos durante los estudios de las ZARI representativas.

Este trabajo se efectuará con encuestadores contratados y capacitados especialmente para ello.

Si no hay financiamiento, se trabajará de manera menos confiable, tratando de relacionar, en las ZARI representativas, los indicadores de funcionamiento con los datos estructurales, para efectuar luego la transferencia de los resultados de la investigación a los grupos de ZARI de estructuras equivalentes.

Por supuesto, el primer procedimiento nos parece más aconsejable.

La totalidad de datos estructurales y funcionales será luego computarizada, lo que permitirá un diálogo instantáneo entre las agencias locales y el computador central del INERHI.

## 8. CONCLUSION

Hemos tratado de demostrar que los inventarios son fundamentales cuando se quiere conocer cómo funcionan los sistemas regados en el Ecuador.

Permiten razonar una muestra. Ofrecen el marco de estudio del funcionamiento preciso de las ZARI. Finalmente, la lógica prosecución de tales estudios consiste en buscar la representatividad de los disfuncionamientos descubiertos a través de un nuevo inventario adecuado, en la definición tanto de las unidades espaciales de referencia como del contenido estructural y funcional.

Sobre esta base, el INERHI podrá razonar la elección de proyectos de mejoramiento del riego existente en el Ecuador.

Por otro lado, más allá de la planificación a mediano plazo, el Instituto poseerá un panel de control de la situación del riego en el país con la posibilidad de actualizar la información. También será posible hacer evaluaciones periódicas.

Además, para la investigación, la base de datos podrá ser explotada de diversas maneras. Así, si se desean seleccionar las ZARI o las acequias según dos criterios preestablecidos — zona de minifundios, anomalías del funcionamiento del turno de agua, por ejemplo —, se obtendrá una representación bastante completa del conjunto del país pudiéndose proseguir investigaciones sobre el tema considerado.



## ELEMENTOS BIBLIOGRAFICOS

- DELAUNAY, D., 1986. *Demografía en el Ecuador: una bibliografía; poblaciones de las parroquias, Ecuador 1950-1982*, Documentos de Investigación, serie Demografía y geografía de la población, nº 1 y 2, CEDIG, Quito, 67 p.
- FAUROUX, E.; RAMOS, M. et al., 1979. *Diagnóstico socio-económico del medio rural ecuatoriano. Formación de las estructuras agrarias en el Ecuador. Metodología*, MAG-ORSTOM, Quito, 95 p. polig.
- FAUROUX, E.; RAMOS, M. et al., 1979. *Diagnóstico socio-económico del medio rural ecuatoriano. B. ZSEH de la Costa, C. ZSEH de la Sierra*, MAG-ORSTOM, Quito, 2 vol., B 194 p., C 178 p., polig.
- GONDARD, P. 1984. *Inventario y cartografía del uso actual del suelo en los Andes ecuatorianos*, MAG-ORSTOM-CEPEIGE, Quito, 92 p., fig., cart., fot., biblio.
- GONDARD, P. 1985. L'utilisation des terres dans les Andes équatoriennes. De l'inventaire à la dynamique des transformations, in *Car. Rech. Dévt.*, nº 6, abril 1985, Montpellier, p. 45-54.
- INAMHI, 1960-1987, Datos de las estaciones meteorológicas e hidrológicas.
- INERHI, 1966 à 1987, Inventarios de las tomas y acequias (cobertura incompleta y de calidad variable), INERHI, Quito.
- INERHI, 1966 à 1967, Memorias técnicas para la concesión de caudales realizadas por las agencias regionales.
- INERHI-CEDEX, 1987. Resultados obtenidos por el Plan Nacional de Recursos Hídricos en el marco de su colaboración con el CEDEX, INERHI, Quito.
- INERHI-ORSTOM, 1987. *Choix des micro-bassins d'étude dans la Sierra. 1<sup>ère</sup> partie : choix des zones agricoles et vérification de leur représentativité*, documento provisional, INERHI-ORSTOM, Quito.
- POURRUT, P.; CADIER, E., 1976 à 1986. *Études hydrométriques et hydrogéologiques préliminaires (ríos Pastaza, Chimbo, Chanchán, etc)*; otros estudios : *L'eau en vue de l'irrigation*. MAG-ORSTOM, Quito.
- SUÁREZ, E.; VERA, D.; ENDARA, J.; ARIAS, E.; BERNARD, A.; PRONAREG, 1978. *Diagnóstico socio-económico del medio rural ecuatoriano, A. Producción agrícola; B. Productividad agrícola; C. Insumos agrícolas; D. Calendario agrícola*, doc. nº 4, MAG-ORSTOM, Quito, 4 vol., A 294 p., B 397 p., C 517 p., D 528 p. polig.
- VERA ALARCÓN, D.; PORTAIS, M., 1979, *Delimitación de las zonas agrícolas para la programación integral (ZAPI) 1. Costa 2. Sierra*. PRONAREG-ORSTOM, MAG, Quito, 391 p.
- LE GOULVEN, P.; RUF, T ; RIBADENEIRA, H., 1987. *Méthodologie générale et détails des opérations du projet INERHI-ORSTOM*, INERHI-ORSTOM, Quito, 91 p. + an.

## CARTOGRAFIA

### Trabajos de PRONAREG-ORSTOM a escala 1:200.000

Mapas de síntesis de los estudios hidro-meteorológicos  
Mapas del uso del suelo y de las formaciones vegetales (síntesis) para la Sierra  
Mapas de las formaciones vegetales y del uso del suelo para la Costa

### Trabajos de PRONAREG-ORSTOM a escala 1:50.000

Mapas del uso del suelo para la Sierra

### Otros

Mapas de los proyectos públicos de riego del INERHI  
Mapas de los límites parroquiales y cantonales  
Mapas que acompañan a ciertos inventarios de infraestructuras de riego