

ecuador DEBATE

NOVIEMBRE DE 1987

QUITO-ECUADOR



FUEGO EN LOS ANDES
ECUATORIANOS

14

ecuador DEBATE

DIRECTOR: José Sánchez-Parga

CONSEJO EDITORIAL: Galo Ramón, Manuel Chiriboga, Byron Toledo, Jaime Borja, Francisco Rhon Dávila, José Sánchez-Parga.

COMITE DE REDACCION: Alfonso Román, Campo Burbano, Iván Cisneros, José Bedoya, Guillermo Terán, Juan Carlos Ribadeneira, José Sola, Antonio Pineda, José Mora Domo, Lenny Field, Fredy Rivera.

COMITE ASESOR: Andrés Guerrero, Hernán Rodas, Juan Pablo Pérez, Francisco Gangotena.

DISEÑO: José Mora Domo

DIAGRAMACION: Vladimir Lafebre.

PORTADA : "LA SED"
OLEO DE E. KINGMAN
CASA DE LA CULTURA— QUITO

1500 Ejemplares

Impreso en talleres CAAP

Fotomecánica: G. Acosta

Composér: M. Collaguazo

Centro Andino de Acción Popular

Quito — Ecuador



PRECIO 300 SUCRES

ecuador DEBATE

La revista Ecuador Debate es una publicación del Centro Andino de Acción Popular -CAAP-, bajo cuya responsabilidad se edita.

Junta Directiva del CAAP: José Laso Ribadeneira, Manuel Chiriboga, Agustín Armas, Francisco Rhon Dávila, Marco Romero.

Director Ejecutivo: Francisco Rhon Dávila.

ECUADOR DEBATE es una publicación periódica que aparece tres veces al año y cuyos precios son los siguientes:

	<i>Suscripción</i>	<i>Ejemplar suelto</i>
<i>América Latina</i>	<i>US\$ 12</i>	<i>US\$ 4</i>
<i>Otros países</i>	<i>US\$ 15</i>	<i>US\$ 5</i>
<i>Ecuador</i>	<i>\$ 850</i>	<i>\$ 300</i>

La dirección postal de la Revista es: Apartado Aéreo 173 - B Quito, Ecuador, Oficina ubicada en Diego Martín de Utreras 733 y Selva Alegre.

El material sometido para su publicación (artículos, comentarios, etc.) deberá ser canalizado en la medida de lo posible a través de los miembros del Comité editorial

Opiniones y comentarios expresados por los colaboradores son de responsabilidad exclusiva de éstos y no necesariamente de la Revista.

El material publicado en la Revista podrá ser reproducido total o parcialmente, siempre y cuando se cite la fuente que le dé el respectivo crédito.

El símbolo de la revista es el logotipo del Centro Andino de Acción Popular.

Indice

	Pág.
EDITORIAL	5
COYUNTURA	
CRISIS EN LA RECONSTRUCCION... UNA CRISIS DE HEGEMONIA Comité de Redacción Ecuador Debate	9
ESTUDIOS	
RIEGO PRECOLONIAL EN LA SIERRA NORTE Gregory Knapp	17
RIEGO COLONIAL: DE LA COCA A LA CAÑA EN EL VALLE DEL CHOTA. Rosario Coronel Feijóo	47
LA ACEQUIA DEL PUEBLO DE PIMAMPIRO. RIEGO TRADICIONAL EN EL NORTE DEL ECUADOR. Patricia Mothes	69
POLITICAS DE RIEGO EN EL ECUADOR . Guillermo Gallardo	87
LEGISLACION DE AGUAS Y CAMPESINADO. Carles Arrobo Rodas	99

R22M 1316 4892

ANALISIS Y EXPERIENCIAS

UNA EXPERIENCIA EN RIEGO. CHINGAZO – PUNGALES.

Nelson Martínez 111

EL ACCESO AL RIEGO EN TABACUNDO.

Leopoldo Chontasi A. 131

RIEGO EN TUNGURAHUA

Leopoldo Bravo Moncayo 141

UN MODELO ESQUEMATICO DE CAPACITACION:

PROBLEMATICA DE RIEGO.

CAAP/División de Capacitación 151

GUANGUILQUI: EL AGUA PARA LOS RUNAS.

Iván Cisneros 161

DEBATE BIBLIOGRAFICO

“EL BANANO EN EL ECUADOR” DE CARLOS LARREA

MALDONADO.

Manuel Chiriboga 183

“LOS INDIGENAS Y EL ESTADO EN EL ECUADOR” DE

ALICIA IBARRA.

José Sánchez Parga 186

RESPUESTA AL SEÑOR CASTELNUOVO.

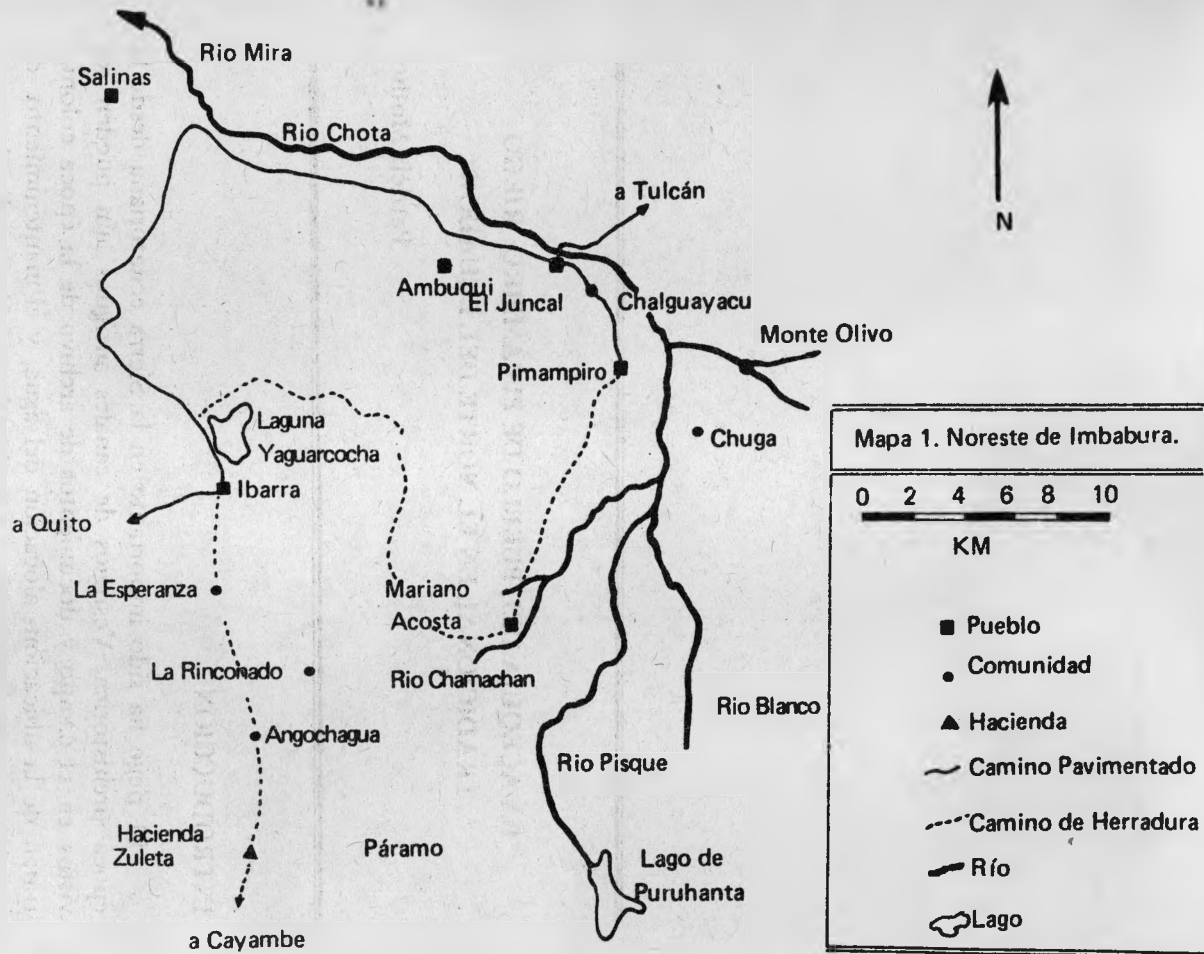
José Sánchez Parga 188

**LA ACEQUIA DEL PUEBLO DE PIMAMPIRO: RIEGO
TRADICIONAL EN EL NORTE DEL ECUADOR**

Patricia Mothes

INTRODUCCION

El riego ha sido importante en la Sierra ecuatoriana desde la época prehistórica. Vestigios de canales antiguos aún pueden ser vistos en el campo y documentos de archivo de la época colonial tratan de la ubicación- alocación del agua, y el mantenimiento de canales construidos en tiempos prehispánicos. Un estudio de un canal de origen prehispánico todavía en funcionamiento, tal como la



Acequia del pueblo de Pimampiro en el noroeste de Imbabura (mapa 1) da cuenta del éxito de la agricultura tradicional y prehistórica (Mothes 1986).

Aunque en la época contemporánea la Acequia del Pueblo han sufrido modificaciones para mejorar su eficacia, esencialmente, sigue siendo un canal "tradicional" ya que no tiene cobertura de cemento y es mantenido por una Junta de Aguas comunal. Este documento discutirá el aspecto actual y el funcionamiento de la Acequia del Pueblo de Pimampiro el énfasis es la eficacia y conveniencia del manejo de los recursos tradicionales (Field y Chiriboga 1984; Brownrigg 1986).

Por dos factores este canal es especialmente funcional para el transporte de agua. Primero, su excavación en una formación de Cangahua- un depósito volcanoplástico semi rocoso (frecuentemente llamado toba) permite poca infiltración de agua y de ahí impide la exhudación del canal. También tanques en la zona irrigada facilitan el riego y actúan como trampas para los sedimentos y nutrientes contenidos en el barro transportado por el agua de la acequia. Este documento discute 1) el uso del riego y de los recursos tradicionales por los agricultores prehispánicos en el Norte del Ecuador; 2) las características de la Acequia del Pueblo; 3) las áreas irrigadas de Pimampiro y la utilización de los tanques con su implicación para la conservación y la fertilidad de los suelos; 4) conclusiones.

USO DEL RIEGO Y DE LOS RECURSOS TRADICIONALES

El manejo de los recursos tradicionales ha sido objeto de estudio de varios autores (Caillavet, 1984; Gondard, 1985; Gondard y López, 1983; 1984; Knapp y Preston, 1985; Salomon, 1980; Ramon y López, 1981; y Ramon, 1986.). Las discusiones sobre el manejo de recursos tradicionales en el reciente COLOQUIO "Ecuador 86" son otras pruebas del fuerte interés en la materia.

Desde el período pre-conquista hasta el asentamiento español post-conquista temprano, la tecnología agrícola evolucionó hasta explotar un abanico de condiciones ecológicas existentes en norte del Ecuador - desde áreas planas mal drenadas hasta fuertes pendientes secas. Más específicamente, encontramos que campos elevados

(camellones) ya eran utilizados antes de la conquista, y también aunque de manera más limitada en épocas post-conquista, para cultivar las planicies de Cayambe, San Pablo, Chillogallo y otras (Knapp, 1984; Gondard y López, 1983). Se utilizaban también terrazas, aunque en escala menor. El uso de acequias para transportar agua desde el páramo o sub-páramo hasta las faldas de valles secos fue también una adaptación importante para contrarrestar los riesgos de sequía. Recien ahora, se empieza a investigar la importancia y extensión del riego tradicional en el norte del Ecuador (vease Mothes, 1986; Knapp, 1986, y este documento).

Muchos canales tradicionales en el norte del Ecuador siguen funcionando. El agua de las acequias irriga variedades de cosechas indígenas y de cultivos importados, así como de árboles. Uno puede preguntarse cómo se explica el funcionamiento a largo plazo de estos canales, y cómo están mantenidos canales tan antiguos como la Acequia del Pueblo de Pimampiro, dada la situación dinámica que incluye ambos cambios geográficos y económicos. Como lo pueden apreciar geógrafos culturales y ecologistas culturales, las estrategias en el manejo de recursos tradicionales son "a prueba del tiempo", a menudo funcionan con gran seguridad, y necesitan inversiones de poco capital en comparación con muchas innovaciones modernas (Denevan, 1980). En fin, un estudio de las tecnologías y prácticas del riego tradicional tienen aplicaciones en el desarrollo de sistemas modernos de riego.

Generalmente, el riego en la Sierra Norte del Ecuador está practicada en el bosque seco montano bajo o en la estepa premontano seco (Canadas, 1983). En estas dos zonas ecológicas, las precipitaciones anuales varían entre 500-1.000 mm por año y la evaporación-transpiración a menudo supera las precipitaciones. Durante los meses lluviosos de Septiembre a Noviembre, y de Marzo a Mayo el riego es más complementario que obligatorio (Mothes, 1986:30). Dentro de estas normas climáticas, una de las áreas de riego más antiguo se encuentra cerca de Ibarra, Atuntaqui, y en el valle alto del río Guayllabamba.

En el centro del Valle del Chota, por ejemplo, cae menos de 500 mm de precipitación y el clima es semi-árido. Aquí el riego es necesario todo el año para disminuir los riesgos de sequía. Como lo reportaba el Padre Borja (1965:249) en 1582, Los Indios del

cacicazgo Chapi utilizaban agua del río Chota para hacer crecer algodón y coca, empleando como mano de obra a los Indios de Pasto. En la cercanía de Ambuquí, se cree que las bocatomas de la acequias prehispánicas están relacionadas con las ubicaciones de tolas (Knapp, 1986).

LA ACEQUIA DEL PUEBLO DE PIMAMPIRO

La acequia del Pueblo de Pimampiro tiene casi 20 kilómetros de largo y un desnivel de más de 800 metros. Lleva agua desde la bocatoma (altura 3.040 m) en el Río Chamachán arriba de Mariano de Acosta a las tierras irrigadas alrededor de Pimampiro (altura 2.200 m) (mapa 2). El agua es utilizada por unos 400 usuarios de la acequia para el cultivo de fréjoles, tomates, pepinos, maíz, papas, cosechas de árboles y otros cultivos comerciales. Dentro de área hay otras tres acequias en función (mapa 2). La gente del lugar dice que estos otros canales han sido construidos en la época moderna, aunque las acequias La Esperanza y Las Gradadas muestran muchas características de las acequias tradicionales.

La acequia puede ser identificada como un canal usado por el cacicazgo Chapi mencionado por el Padre Borja en 1582 (Borja, 1965; Knapp y Preston, 1986). Borja (1965:249) escribe:

“El agua de que aquestos naturales del pueblo de Pimampiro se sirven, es de una quebrada que está en la montaña de Chapi ya dicha, y traénla por una acequia a este pueblo de más de dos leguas; y con el agua de la acequia riegan las sementeras de maíz que tienen en este pueblo, que las chácaras de coca y algodón que están en el valle, riéganlas con el agua del río grande”.

Un pasaje escrito por otro sacerdote de Pimampiro, El Clérigo Agradecido, Pedro Ordoñez de Cevallos (1614'225), quien estuvo en Pimampiro alrededor de 1586, cuenta cómo utilizó la ayuda de Indios para reconstruir (o limpiar) un canal hasta una profundidad de una vara y media (1.5 metros) y un ancho de una vara y media, una tarea que le llevó 15 días.

Estos dos comentarios identifican claramente un canal en la proximidad de Pimampiro en el cual los Chapi confiaban para la agricultura del maíz. La Acequia del Pueblo es el canal que mejor corresponde a las descripciones de Borja y del Clerigo Agradecido

Mapa No. 2

El Area del Riego – La Acequia del Pueblo de Pimampiro

área Irrigada

Bocatoma

Óvalo

Reservorio

ACEQUIA

ACEQUIA

ACEQUIA

ACEQUIA

ACEQUIA

ACEQUIA

ACEQUIA

ACEQUIA

ACEQUIA

ACEQUIA

ACEQUIA

ACEQUIA

ACEQUIA

ACEQUIA

ACEQUIA

ACEQUIA

ACEQUIA

ACEQUIA

ACEQUIA

ACEQUIA

ACEQUIA

ACEQUIA

ACEQUIA

ACEQUIA

ACEQUIA

ACEQUIA

ACEQUIA

ACEQUIA

ACEQUIA

ACEQUIA

ACEQUIA

ACEQUIA

ACEQUIA

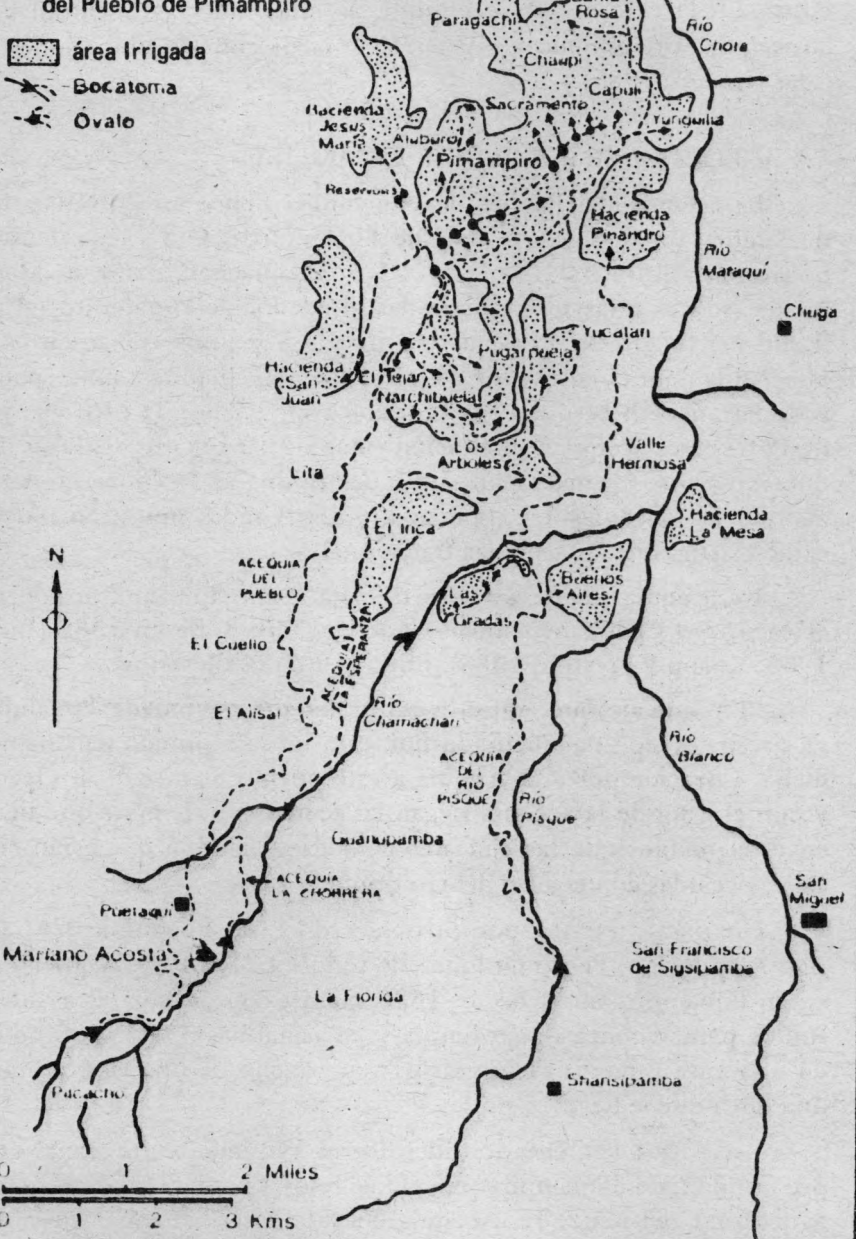
ACEQUIA

ACEQUIA

ACEQUIA

ACEQUIA

ACEQUIA



(Knapp y Preston, 1986). Dos meses de trabajo de campo por el autor en 1985 y entrevistas con los usuarios de la acequia, los aguateros y la Junta de Aguas de Pimampiro, confirman que la Acequia es muy antigua.

CARACTERISTICAS DE LA ACEQUIA: La parte superior

En la bocatoma la acequia saca su agua del río Chamachán, un río de caudal variable entre los meses húmedos y secos. El flujo a través de la bocatoma es de aproximadamente 120 litros por segundo (INRHI, 1983), a los que hay que añadir unos 60 litros adicionales proporcionados por la Acequia La Chorrera, situada en el lado este de Mariano Acosta (mapa 2). El descargo total de la Acequia es de mas o menos 180 litros por segundo, aunque puede ser mayor o menor en función de la cantidad de intensidad de las precipitaciones y de las fluctuaciones del nivel del río.

El declive de la acequia a lo largo de su recorrido no es constante o uniforme. En unos sitios, tiene una inclinación moderada de 2-3^o/o, mientras que en otros el agua se despeña un vertiente de 1-2 metros. El poder erosivo es significativo, principalmente en las vueltas, y provoca debilitamientos de las orillas exteriores que a veces pueden romperse. También la dimensión de la acequia varía mucho, desde 1.5 metros de ancho hasta 5 metros.

Empezando por su parte superior, la acequia serpentea a lo largo de las colinas, contorneando las quebradas por el interior. Parcelas de papas, chochos y maíz estan plantadas sobre pendientes de 35-40^o tanto arriba como abajo de la acequia. Aquí los cultivos no están irrigados.

Hasta 1915, el cabo superior de la acequia y los cerros adyacentes estaban cubiertos de bosques. Las comunidades de Mariano Acosta, Puetaquí y Guanupamba fueron instaladas recientemente por los indígenas que migraron de Angochagua y la Rinconada al sur de Ibarra (Theisen y Costales, 1969). Esto marca la reiniciación de agricultura intensiva en el área por primera vez desde la reducción de los Chapi por los españoles 400 años antes.

El actual cultivo intensivo de cosechas anuales sobre pendientes fuertes e inestables encima de la acequia ha causado crecientes movimientos hacia abajo en la parte arriba del canal. Este movimien-

to de masa provoca quebraduras en el muro exterior inmediatamente, a menudo por la construcción de puentes de cemento. Materiales para la reparación son llevados por caballos o por hombres a lo largo del camino que sigue el canal. Según el Presidente anterior de la Junta, Anibal Sevilla, roturas en el muro del canal antes se reparaban substituyendo y colocando troncos ahuecados para transportar el agua encima de la parte dañada.

Los deslizamientos de tierra y los derrumbes hacen necesario un continuo mantenimiento del canal. Las reparaciones de importancia se hacen por mingas pagadas con un sueldo diario. La limpieza general, organizada por la Junta local, tiene lugar en Agosto o Septiembre. Entonces, la mayoría de los usuarios participan en la limpieza del canal desde la bocatoma hasta las zonas irrigadas. Tres aguateros se encargan del antenimiento diario de la acequia. Uno de los aguateros vive en Mariano Acosta y varias veces por semana verifica el nivel del agua corriendo por la bocatoma, especialmente después de una lluvia fuerte. Para proteger la acequia de crecidas durante las lluvias fuertes, el aguatero pone ramas y troncos delante de la bocatoma. Los otros dos aguateros vigilan el tramo de acequia entre Mariano Acosta y Pimampiro, y en las áreas irrigadas.

A pesar de las reparaciones, filtraciones de cantidad medible (2.5-5 litros por segundo) ocurren donde las roturas están mal enmendadas. También hay pérdidas debido a las salpicaduras en las vueltas del canal. Se estima que la pérdida global de agua está compensada por la adición de agua caída desde las vertientes, numerosas infiltraciones y goteras, y agua llevada adentro por las zanjas (desagues) cavadas por los agricultores para drenar los suelos muy arcillos ("mollic"), incluyendo las laderas en la zona húmeda arriba de Pimampiro.

En Mariano Acosta, el agua de la Acequia se utiliza para uso doméstico para lavar y dar de beber al ganado, pero no para el riego. La comunidad no tiene derecho al agua, lo que provoca el descontento de algunos líderes de la comunidad quienes están manteniendo una disputa con las Autoridades en Pimampiro. Más abajo y al norte de Mariano Acosta, la acequia atraviesa pastos, bajando por una pendiente de 2-3° (mapa 2). Después de dejar el pequeño asentamiento de Puetaquí, la acequia sigue su camino por las laderas

del cañón del río Chamachán hasta la distribución del agua en el área irrigada. Túneles de hasta 150 metros de largo son utilizados para llevar el agua más allá de las secciones especialmente torrentosas. Hoy en día los túneles se cavan dentro de la cangahua con hazadón. Tal vez hachas de obsidiana se utilizaban durante la época prehispánica. Ventanas laterales están excavadas a intervalos de 10-15 m a lo largo de los túneles para ayudar a la limpieza realizada internamente por hombres, traspalando los sedimentos acumulados a través de las ventanas.

LA PARTE INFERIOR AL CANAL Y EL AREA IRRIGADA

En su recorrido, el canal atraviesa una zona húmeda con fuerte vegetación y baja a una zona más seca y casi de semi-aridez. Pimampiro recibe un promedio de 520 mm de lluvias anualmente. El riego empieza en El Tejar, a 300 m más alto que Pimampiro (mapa 2). Aquí las precipitaciones tienen supuestamente unos 750 mm anualmente (Mothes, 1986:p.2). El agua está repartida a través de cajas de distribución de cemento que interseccionan la acequia (fig. 1) El flujo a través de estas cajas es continuo.

El agua de la acequia esta dividida igualmente entre los 400 usuarios que viven en Pimampiro, y las dos haciendas, Santa Rosa y San Juan. Arriba de Pimampiro, en el límite entre El Tejar y Aluburo, una caja de división más grande divide en dos los 180 litros de la Acequia. Los 90 litros por segundo atribuidos a los 400 usuarios se interseccionan con cajas de distribución construidas en la acequia misma (fig. 1). El agua sale a través del agujero de la caja (óvalo), permitiendo el paso de unos 6-8 litros por segundo, y entra en una acequia secundaria (rama) de la cual cada agricultor saca agua en su momento asignado (turno).

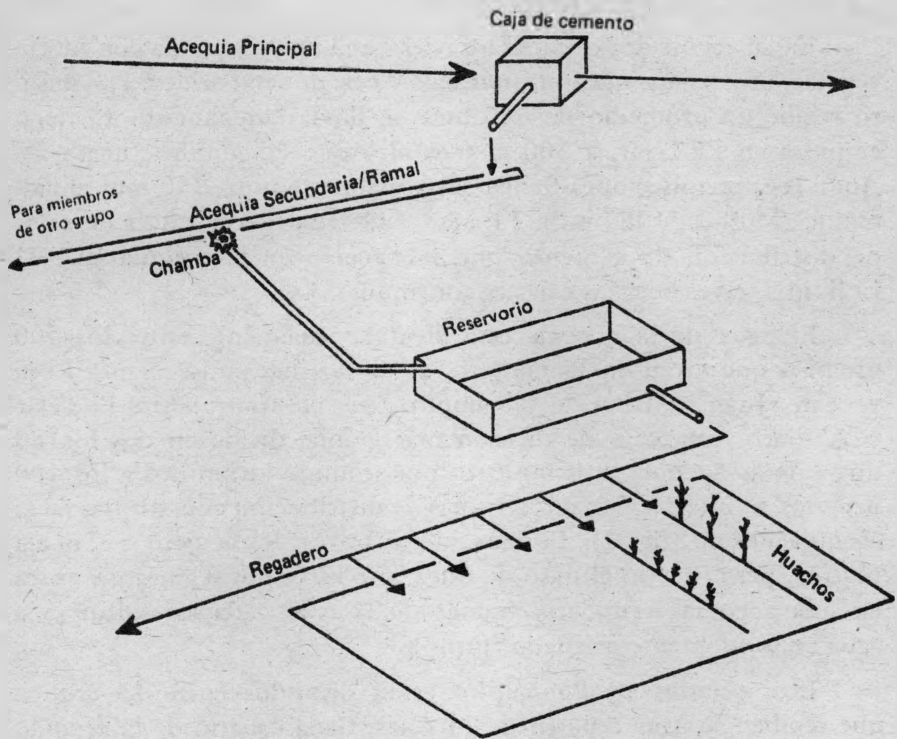
Los usuarios de Pimampiro están divididos entre 13 grupos que reciben su agua a partir de 11 cajas. Cada usuario de la acequia obtiene su agua desde un ramal que fluye arriba de su parcela.

El agricultor utiliza una roca o chamba para dirigir el agua desde el ramal hacia su parcela. Cada usuario dispone de agua cada ocho días y paga por el agua una taas por hora. Las horas de un usuario de la acequia varían mucho y han sido parcialmente determinadas por derechos de compra y venta anterior a 1972, fecha

antes de la cual era permitido vender derechos de agua. Ahora, por el contrario, los derechos de agua no pueden ser comprados ni vendidos, y son inseparables de la tierra. Por ejemplo, alguna gente tiene 4 horas de agua por hectárea mientras que otra tiene 12 horas, el máximo permitido por hectárea.

FIGURA 1

COMPONENTES FISICOS DE LOS CANALES DE DISTRIBUCION DEL AGUA



En la actualidad, tomates y frejoles son los cultivos más importantes de Pimampiro. Estas cosechas tanto como las otras se venden en los mercados de Ibarra y Quito, aunque la mayor parte de la cosecha de fréjol se vende en la vecina Colombia. Hasta los años 1950,

el cultivo principal era el trigo y la caña de azúcar, y un mayor promedio de tierra era controlado por haciendas (Di Vincenzo, 1984; V. Tobar, com. pers. , 1985). Durante los 30 años pasados tuvo lugar la parcelación de grandes haciendas, permitiendo a más ciudadanos hacerse propietarios. Hoy en día, en razón de la fuerte y constante demanda de agua, muchos agricultores se quejan de la insuficiencia del agua para satisfacer las necesidades de sus cultivos, y por consecuencia la siembra coincide normalmente con el comienzo de las lluvias de Septiembre o Febrero . Las haciendas que tienen una mayor disponibilidad de agua tienden a sembrar a mediados de los meses más secos de Julio y Agosto.

RESERVORIOS

El riego en Pimampiro se encuentra facilitado por el uso de tanques y reservorios de tierra. Se estima que 50% de los 400 usuarios de la acequia utilizan reservorios excavados en el suelo mismo, en una parte más elevada que las parcelas a irrigar. Un pequeño canal lleva el agua desde el canal hasta el reservorio (fig. 1). Un reservorio típico mide de 2-3 metros de profundidad, 7-9 metros de largo y 4-5 metros de ancho: esta cavado en la cangahua y a menudo se deja sin cobertura de cemento. A veces es necesario enlucir el tanque de cemento, total o parcialmente cuando la cangahua está quebrada o el tanque está cavado en un nivel permeable del suelo.

El uso de tanques da al agricultor una mayor flexibilidad en la recolección y utilización del agua. Por ejemplo si un agricultor tiene un turno nocturno para irrigar o sus campos ya están saturados por lluvias abundantes, él a menudo canaliza el agua hacia el tanque para un uso futuro. Entonces puede irrigar más adecuadamente durante el día o unas semanas más tarde cuando su parcela está seca. Almacenando el agua, puede repartirla según las necesidades de sus plantas. Este último punto es especialmente importante cuando hay varias siembras y las plantas jóvenes requieren más agua que las otras plantaciones más maduras.

Otra ventaja del uso de tanques a menudo mencionada por los agricultores es el reducido poder erosivo del agua repartida por los tanques de comparación con el potencial erosivo del agua derivada directamente del ramal. Un tubo de 2-3 pulgadas de diámetro

saliendo del tanque provee un volúmen de agua más pequeño, más controlable y con menor potencial erosivo sobre los surcos ubicados en su mayoría sobre pendientes superiores a 15° grados. Esta ventaja es particularmente importante cuando se considera la tarea laboriosa de llevar a hombros la tierra de superficie hacia arriba o de crear nuevas superficies de siembra rompiendo a duras penas la cangahua.

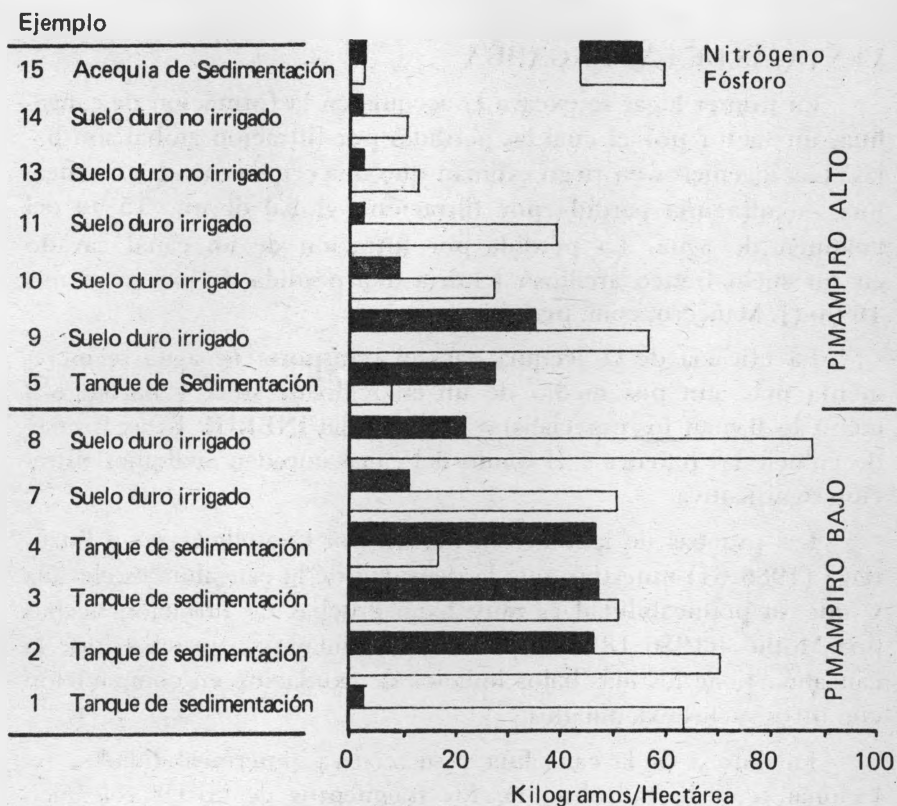
Los sedimentos de suspensión en el agua de la acequia se acumulan en el fondo de cada reservorio. Los agricultores llaman "harina de agua" a estos sedimentos de suspensión en la acequia. La cantidad de barro de suspensión en la acequia varía con la intensidad y la cantidad de las precipitaciones, así como con las actividades agrícolas y las prácticas de conservación de suelos de los campesinos en la parte alta de las pendientes. Normalmente los tanques se limpian una vez al año, por lo general a finales de verano después de la cosecha de fréjol pero antes de sembrar nuevos cultivos en Septiembre. Se han visto en varios tanques acumulación entre 0.1 y 1.0 metros de depósitos estratificados de sedimentos arcillosos.

Los depósitos de los tanques son muy valorados constituyen una rica fuente de nutrimentos para plantas (abono). Los agricultores sacan los sedimentos con palas y picas, y con una carretilla y reparten juiciosamente a las parcelas preparadas. Algunos agricultores decían que abandonaban momentáneamente el uso de fertilizantes químicos después de esparcir los depósitos de tanques.

En los Andes del Norte, el fósforo es un nutrimento escaso (Knapp 1984 : 83). En las muestras cogidas en los tanques, los niveles de fósforo son altos (fig. 2). Varias muestras tienen valores de más de 60 kilogramos por hectárea de fósforo utilizable se encuentra a menudo en los campos inclinados en la Sierra Norte (Knapp, 1984: 85), y una disponibilidad de casi 60 kilogramos por hectárea puede potencialmente hacer crecer una cosecha de maíz y papa 2.2 veces las cosechas esperadas en los campos conteniendo los valores promedios de fósforo (Knapp, 1984:117). En Pimampiro las cosechas de fréjol por unidad de semilla de 20:1 a 24:1 recogidas en parcelas fertilizadas en los depósitos de tanques eran iguales a las cosechas provenientes de parcelas altamente fertilizadas con mezclas químicas.

Se desconoce las fuentes de fósforo. Muestras tomadas en lugares bajos de Pimampiro tienen generalmente altos valores, mientras que aquellas de sitios altos tienen valores de fósforo más bajos (fig. 2). La correlación entre localización de valores de fósforo sugiere que este nutriente proviene en parte del agua de desecho de uso doméstico que se bota a la acequia. Adicionalmente, el fósforo de los fertilizantes químicos es otra fuente probable. La cangahua contribuye muy poco ya que su contenido en fósforo es sólo de 3.5-6 ppm (Cabrera y Sánchez, 1974).

FIGURA 2. VALORES DE NITROGENO Y FOSFORO EN LOS SUELOS DE PIMAMPIRO.



El autor no observó la existencia de tanques en otras comunidades irrigadas del Ecuador del Norte. Tampoco los especialistas en riego del INERHI reportan el uso de tanques en la región. No se sabe desde cuando usan tanques en Pimampiro. Un relato en Martínez de la Vega (1958) menciona un conflicto a propósito de reservorios en los años 1760. Queda incierto el uso de tanques en la época prehispánica, ya que no se encuentran menciones en los relatos históricos. Se siguen construyendo tanques, y cada propietario invierte el equivalente de 300-400 US \$ (1985) en gastos de mano de obra.

El uso de tanques durante las épocas prehispánicas y coloniales habrían contribuído significativamente en el mantenimiento de la fertilidad y estabilidad del suelo, además de asegurar mejores resultados en los cultivos.

VENTAJAS DE LA CANGAHUA

En primer lugar se excava la acequia en la formación de cangahua, un factor por el cual las pérdidas por filtración global son bajas. Los ingenieros en riego estiman que una cequia cavada en cangahua tendrá una pérdida por filtración global de un 15% del volumen de agua. La pérdida por filtración de un canal cavado en un suelo franco arcilloso tendría una pérdida de más o menos 40% (J. Mancero, com. pers.).

La eficacia de la acequia para el transporte de agua se incrementa más aún por medio de un enlucido de sílice ("barbasco") como lo llaman los especialistas en riego del INERHI. Estas formas de enlucir las paredes y el fondo del canal impiden cualquier filtración significativa.

Las pruebas de laboratorio hechas por Caujolle-Gazet y Luzuriaga (1986:61) muestran que la densidad de la cangahua es elevada y que su permeabilidad es muy baja. Pruebas de filtración hechas por Mothes (1986:185) en el área de Pimampiro prueban que la cangahua tiene los más bajos indicios de exudación en comparación con otros suelos examinados.

La dureza de la cangahua y su relativa impermeabilidad se relacionan con la hidrólisis de los fragmentos de cristal volcánico

amorfo que comprenden 10-30% de la matriz (Vera y López, 1986:22). Mientras que el origen de la mayor parte de la cangahua es de ceniza y de polvo volcánico-prioclasticos que se han petrificado, enormes diferencias se observan en el grado de consolidación y en la composición de la matriz de su formación. Factores exógenos y endógenos son responsables de las diferencias de composición dentro de la formación de cangahua tanto como del grado de meteorización y diágenesis de la ceniza volcánica original en una toba petrificada e impermeable o en un determinado suelo (Vera y López, 1986:26). El factor más crítico para la pedogénesis de una ceniza en un suelo es la cantidad de humedad presente.

La dureza y resistencia de la cangahua hacen posible la excavación de largos túneles para transportar el agua alrededor de pendientes muy fuertes. Por lo tanto, las caídas verticales que llevan el agua desde las alturas arriba de Pimampiro a las zonas irrigadas muestran poca erosión. El hecho que la acequia fue construída en cangahua sin duda juega un papel importante en la larga duración de su funcionamiento y ciertamente en su eficacia para el transporte del agua.

CONCLUSIONES

La Acequia del Pueblo debe ser evaluada dentro de su contexto ecológico y social. Primero, es un canal de larga tradición que ha funcionado con éxito durante cientos de años. Su funcionamiento durable puede ser atribuído a su excavación en la formación de cangahua, una ceniza volcánica petrificada que es común a lo largo de los Andes Septentrionales volcánicamente activos. Igualmente importante es la existencia de una organización social competente para ejecutar la planificación y el mantenimiento de la acequia.

La Junta de Aguas y los aguateros tienen años de conocimiento acumulado sobre el funcionamiento de la acequia y su distribución de agua. Un investigador debería mirarles como una fuente de información de primera mano y como depositarios de la concepción indígena del riego.

La acequia tiene otra ventaja ya que muy poca inversión se necesita para su mantenimiento. En primer lugar, la mano de obra humana, el conocimiento comunitario y materiales locales se usan

para su conservación.

La acequia es parte de un paisaje cultural dinámico. Hace 80 años, la parte superior del río Chamachán era totalmente cubierta de bosques, como lo eran la mayoría de las tierras con fuertes pendientes arriba de la acequia. Ahora este paisaje está intensamente cultivado, cubierto por una variedad de cultivos, zanjas de drenaje y vías de comunicación. Problemas de deslizamiento hacia la acequia, incrementos de la sedimentación y un rápido escurrimiento se pueden atribuir a estos cambios en el manejo de las tierras. De la misma manera, en la actualidad, las hectáreas irrigadas alrededor de Pimampiro son principalmente destinadas a los mercados comerciales urbanos y la demanda en agua se incrementó substancialmente en comparación con las últimas décadas. Cultivos (tomates, fréjoles, ajís y guisantes) con mayor requerimiento en agua reemplazaron el trigo y la caña de azúcar. Por otro lado, la continua subdivisión de las tierras obliga a los agricultores a aceptar una asignación de agua cada vez más reducida.

En consideración de un contexto de un entorno donde la cangahua está a menudo a un metro o menos de profundidad debajo de la capa superficial del suelo, un canal tal como la Acequia del Pueblo es un medio eficiente y sencillo para transportar agua. En fin, un buen potencial no suficientemente valorado de la acequia es su contribución en un manejo a largo término de la fertilidad del suelo por el aprovisionamiento continuo de los tanques con sedimentos ricos en nutrientes que se pueden utilizar más tarde como fertilizantes para los campos.

REFERENCES

Borja, fr. Antonio de. 1965 (1982). Relación en suma de la doctrina e beneficio de Pimampiro de las cosas notables que en ella hay, de la cual es beneficiado el P. Antonio Borja. In

Relaciones Geográficas de Indias, Marcos Jiménez de la Espada. ed., vol. 2, pp. 248-253. Ediciones Atlas (Biblioteca de Autores Españoles, Vol. 184). Madrid.

Brownrigg, Leslie Ann. 1986. *Al Futuro Desde La Experiencia*. Ediciones Abya-Yala. Quito.

Caillavet, Chantal. 1983. Toponimia Histórica, Arqueología y Formas Prehispánicas en la Región de Otavalo. Ecuador. *Boletín del Instituto Francés de Estudios Andinos*, vol. 12 (3-4), pp. 1-21.

Cañadas. Luis, 1983. El Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador. MAG-PRONAREG, Quito.

Cabrera, J.A. y J.H. Sánchez, 1974. Estudio de las Cangahuas y Materiales que Dieron lugar a la Formación de la Cangahua. Tesis del Grado. Universidad Central, Quito.

Caujolle-Gazet A. y C. Luzuriaga. 1986. Estudio de un tipo de Cangahua en Ecuador: Posibilidades de Mejoramiento Mediante el Cultivo. CEDIG. Documentos de Investigación, No. 6, "La Erosión en el Ecuador". Quito.

Denevan, Williams M. 1980. Latin America. In *World Systems of traditional Resource Management*. Gary A. Klee, ed. John Wiley: and sons. New York.

DiVicenzo, Janet. 1984. *Middlemen and Peasants in Pimampiro: Changing Market Relations in a Highland Ecuadorian Canton*. M.A. Thesis. Univ. of Texas, Austin.

Field. Leonard and Manuel Chiriboga. 1984 *Agricultura Andina: Propuesta de Investigación*. Centro Andino de Acción Popular (CAAP). Quito.

Gondard, Pierre. 1985. La organización del espacio precolombino en los Andes Septentrionales del Ecuador. Paper presented at 45th International Congress of Americanists. Bogotá, Colombia.

Gondard, Pierre Freddy López. 1983, *Inventario Arqueológico Preliminar de los Andes Septentrionales del Ecuador*. PRONAREG-ORSTROM. Quito.

INERHI (Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos) 1983. Informe Inédito sobre la Acequia del Pueblo de Pimampiro. INERHI. Oficina Regional de Ibarra.

Knapp, Gregory. 1984. *Soil, Slope, and water in the Equatorial Andes: a study of Prehistoric Agricultural Adaptation*. University Microfilms. Ann Arbor. Michigan. Spanish translation in press. Banco Central del Ecuador. Quito.

Knapp, Gregory. 1986. Along Ancient Irrigation Canals. Paper presented at the annual meeting of the Asociation of American Geographers. May 6. Minneapolis, Minnesota.

Knapp Gregory, and William Denevan. 1985. The use of wetlands in the Prehistoric Economy of Northern Ecuadorian Highlands. In Prehistoric Intensive Agriculture in the Tropics. Ian Farrington. ed., BAK (British Archaeological Reports) International Series 232. pp. 184-207. Oxford, England.

Knapp Gregory, and David Preston. 1986. Evidence of Prehistoric Ditched Fields on Sloping Land in Northern Highland Ecuador. In Prehispanic Agricultural Fields in the Andean Region. W.M. Denevan, R. Mathewson, and G. Knapp eds. Bak (British Archaeological Reports) International Series (In Press), Oxford.

Mancero, Jorge. Ing. Especialista de irrigación. INERHI. Oficina Regional, Ibarra, comunicación personal, 1985.

Martínez de la Vega, Luis. 1986. Monografía de la Parroquia de Pimampiro del Cantón Ibarra. Imprenta Municipal, Ibarra.

Mothes, Patricia. 1986 Pimampiro's Canal: Adaptation and Infrastructure in Northern Ecuador. Unpublished Masters Thesis: Dept. of Geography, The University of Texas at Austin, Austin, Texas, U.S.A.

Ramón Galo. 1986. Del Cacicazgo Andino a la Hacienda: la Transformación del Espacio Productivo. Presentación Oral. Coloquio "Ecuador 86". Julio 7-9. Quito.

Ramón, Galo. y Marcelo López. 1981. La Agricultura en los Andes Ecuatorianos. En Comunidad Andina: Alternativas Políticas de Desarrollo. CAAP. Quito. pp. 25-63.

Salomon, Frank. 1980. Los Señores Etnicos de Quito en la Epoca de los Incas. Instituto Otavaleño de Antropología. Otavalo.

Theisen, Andres and Alfredo Costales, 1969. Área de Pimampiro. Misión Andino. Quito.

Tobar, Vicente. Historiador Local. Pimampiro. Personal Communication. 1985.

Vera, Ramón y Rocía López. 1986. El Origen de la Cangahua. Paisajes Geográficos. No. 16. CEPEIGE, Quito.