

**CONTROL DE ALUVIONES PARA PREVENCIÓN  
DE INUNDACIONES MEDIANTE  
ENROCADOS, FORESTACIÓN Y MANEJO AMBIENTAL  
EN UNA CUENCA SEMIÁRIDA:  
LA QUEBRADA DE CANSAS EN ICA, PERÚ**

por:

David Bayer Weiss  
Alejandro Pavez Wellmann  
Félix Quinteros Ferreira

Recibido el 10 de octubre de 2003

Aprobado el 30 de noviembre de 2003

**CONTROL DE ALUVIONES PARA  
PREVENCIÓN DE INUNDACIONES  
MEDIANTE ENROCADOS,  
FORESTACIÓN Y MANEJO  
AMBIENTAL EN UNA CUENCA ÁRIDA:  
LA QUEBRADA DE CANSAS EN ICA,  
PERÚ**

**David Bayer Weiss<sup>24</sup>**  
**Alejandro Pavez Wellmann<sup>25</sup>**  
**Félix Quinteros Ferreyra<sup>26</sup>**

**Organización:** Equipo "Huarango-Ica".  
**Dirección:** Las Casuarinas 536, Urb.  
La Angostura, Ica – Perú  
e-mail: montt@aemail4u.com

**RESUMEN**

El agua, tan vital y necesaria en zonas áridas, es paradójicamente causa de grandes desastres naturales y cuantiosos daños, que atentan contra la viabilidad del desarrollo. Como ejemplo, el Valle y la ciudad de Ica en Perú han sido arrasados por diversas inundaciones y aluviones a través de la historia.

En las cuencas áridas como Ica, la naturaleza y los cambios climáticos globales plantean exigencias extraordinarias que agravan la situación de vulnerabilidad y han sido escasamente estudiadas. El resultado es la formación de crecientes corrientes de barro y piedras (huaycos) en las cuencas secas secundarias, las que incrementan instantáneamente el caudal del cauce principal del río y provocan su desborde; sepultan extensas áreas por colmatación y modifican la

topografía y el patrón de drenaje. Los diagnósticos y soluciones técnicas a estos problemas, ejecutados en los últimos 70 años, han resultado insuficientes ante el efecto concatenado de las precipitaciones intensas sobre terrenos áridos y deforestados, de elevada pendiente y nula capacidad de retención de agua.

El presente trabajo presenta un método muy sencillo y económico para regular las aguas en cauces aluvionales, consistente en dispersar las aguas de aluvión mediante una serie de enrocados permeables escalonados y pozas de decantación de sedimentos. Así como el inicio de la recuperación de la capacidad natural de protección de la cuenca, mediante la instalación de plantaciones forestales a lo largo de los cauces entre los enrocados, en el cono aluvial de una de las cuencas tributarias al valle de Ica más críticas por la frecuencia y peligrosidad en la generación de aluviones: la Quebrada de Cansas.

El trabajo tiene por objetivo mostrar lineamientos de un plan de mitigación de inundaciones y aluviones mediante el ordenamiento territorial y manejo ambiental, aplicable a las cuencas hidrográficas de la vertiente del Pacífico en los Andes Centrales.

**ABSTRACT**

Water, so vital in arid zones, is paradoxically the cause of great natural and costly disasters, which work against the viability of development. As an example, the Valley and the City of Ica in Peru have been covered over by diverse hydro-meteorological events through out history.

In arid basins like Ica, nature makes extraordinary demands which aggravate its vulnerability and which have been scarcely studied. Hundreds of millions of loess tons exist over the hills, up to altitudes of 2,500

<sup>24</sup> Sociólogo, Cornell University. Doctor en Educación, University Of San Francisco.

<sup>25</sup> Geógrafo, Pontificia Universidad Católica de Chile.

<sup>26</sup> Conservacionista de Flora y Fauna, Premio Nacional Bárbara D'Achille, 1992.

meters. Loess is fine sediment deposited by the wind. The local precipitation consists of hot and cold air generated rains, far more copious and devastating, due to the steep inclines. Furthermore, the mud slides or *huaycos* are currents of mud which contain more than 50% of dissolved solids and with a density so high that it is capable of dragging huge rocks.

The diagnostic and technical solutions for riverside defenses are insufficient when confronted by the rapid downpour of intense precipitation over arid and deforested land. These generate mud currents in the secondary dry basins which instantly increase the water flow in the principal river channel, burying extensive areas with a thick mud paste and creating a permanent modification of the topography.

The objective of the project is to illustrate lines of action in a plan which can mitigate the floods and mud slides of Ica, using environmental and territorial management techniques which are applicable for the hydrographic basins of the Pacific vertebrae of the Central Andes. One line of action is to return the natural forest cover to protect the arid basin from the hydro-meteorological events. Along with this is the important component of research and knowledge generation about the local climate and geodynamics.

The present work will demonstrate results from a very simple and economic method for regulating the waters of hydro-meteorological events. It consists in dispersing the waters of the mud slide by creating a series of scaled and permeable rock barriers and decanting pools for the sediments. Within the same area of these structures, forest plantations are installed. These simple environmental practices, using materials from the same zone, will be carried out in the alluvial cone of one of the most critical geographical zones

within the contributing foothills in the Ica basin which has been the center of frequent and dangerous mud slides: the Cansas Canyon.

## INTRODUCCION

Considerado el valle más árido y seco de la costa del Perú, Ica comúnmente padece de escasez de agua, lo cual ha atrasado su desarrollo. Sin embargo, por la recurrente presencia del evento "El Niño" y otros eventos climáticos locales, se presentan casos contrastantes y dramáticos en los cuales el agua sobra y se desborda, arrasando los campos de cultivo y los centros poblados. Lo que alguna vez fue una bendición natural y una oportunidad para los pobladores se transforma ahora en una tragedia. Así ha ocurrido periódica, frecuente y naturalmente en una paradójica forma de compensación de la naturaleza.

La ciudad de Ica tiene dos grandes amenazas naturales no resueltas: 1º) Las amenazas de inundación por aluviones procedentes de las alturas en las subcuencas aluvionales o episódicas por el lado oriental; y 2º) En el valle, por la presencia del Río Ica que no discurre por su lecho natural y que increíblemente llega a fluir a mayor altura que la ciudad en su tramo urbano, a través de una canalización precaria y estrecha, construida originalmente entre 1932 y 1935. El tramo urbano canalizado del río Ica, posee la menor capacidad hidráulica del cauce y soporta un caudal máximo de 280 m<sup>3</sup>/segundo.

La mayor amenaza de inundación a la aglomeración urbana de Ica (300.000 habitantes) no es el río Ica en sí mismo, sino los efectos de las corrientes de barro y piedras provenientes de la Quebrada de Cansas; corrientes que ingresan al valle y al río de Ica 3 kilómetros aguas arriba de la ciudad, *en su tramo de menor capacidad hidráulica*. Cansas drena una subcuenca árida

de 17.600 hectáreas (176 km<sup>2</sup>), de flujos episódicos muy violentos (corrientes de barro y piedras o huaycos) que se inician desde los 3.200 metros de altitud y recorren unos 34 kilómetros, descendiendo 2800 metros en total. Cuando crecen, activan varios cauces de drenaje que se dispersan por un cono o abanico aluvial de 4.200 hectáreas de extensión (42 km<sup>2</sup>) entre las cotas 900 y 400, que ingresa al valle en La Tinguña, sepultando campos de cultivo, canales de regadío e interrumpiendo el mismo río Ica, sobre la ciudad misma.

En la historia, hay registros de aluviones en Cansas desde 1720. Entre 1922 y el año 2002, la prensa local reporta aluviones de magnitud en 32 oportunidades. Estos aluviones se repiten cada 2 o 3 años, y al cabo de un período de 10 años en promedio, sobreviene un evento de gran magnitud. Los grandes aluviones en estos 82 años han acontecido en 1925, 1932, 1946, 1955, 1967, 1972, 1983 y 1998<sup>27</sup>.

El asentamiento de pobladores sobre terrenos ubicados en la margen sur del cono aluvial de Cansas (los actuales distritos de Parcona y La Tinguña, periféricos de Ica) a partir de la década de 1970 interrumpió los cauces de desagüe natural de estos huaycos, al rellenar estos terrenos para lotizar. Para proteger a esta creciente población, ha sido necesario encauzar estas corrientes al denominado Desaguadero de Chanchajalla. Por su parte, a fines de la década de 1990, importantes empresas agrícolas exportadoras se asentaron en la margen norte del cono aluvial de Cansas, y para su protección también se han interrumpido y encauzado las corrientes al Desaguadero de Chanchajalla.

En la práctica, estas obras de "encauzamiento", para proteger intereses particulares locales han concentrando estas enormes corrientes de barro en el Desaguadero de Chanchajalla, el cual

desemboca, como señalamos, sobre el cauce mismo del río Ica, 3 kilómetros aguas arriba de la ciudad. Los efectos de este diseño explican el desastre ocurrido en Ica los días 24 y 29 enero de 1998<sup>28</sup>.

La inundación de barro que sufrió la ciudad y el valle de Ica en enero de 1998 afectó al 40% de la población urbana del cercado de Ica (por desborde del río Ica, impactado por la corriente de barro de Cansas) y prácticamente al 100% de los pobladores asentados en conos aluviales de los distritos de Parcona, La Tinguña y San José de los Molinos (por las corrientes de barro y piedras provenientes de las subcuencas de Cansas y La Yesera), con un total de 120.000 damnificados. En el valle, fueron afectadas 16.000 hectáreas agrícolas, (el 65% de las tierras de cultivo del valle) y se destruyó el 97% de las obras de infraestructura de defensas ribereñas y estructuras de captación de agua de regadío, además de la casi totalidad de la infraestructura urbana de desagüe. Con un costo total de US \$ 140 millones en pérdidas públicas y US \$ 420 millones en pérdidas sociales, además de una enorme involución social y económica de Ica, de la cual aún no se repone<sup>29</sup>.

Los diagnósticos y consiguientes soluciones a aplicar a estos problemas por los organismos del Estado, contemplan la realización de obras de defensa ribereña en el valle (encauzamientos y ampliación del río Ica y pozas de disipación de caudal en lugares próximos a la ciudad, a un costo de US \$ 54 millones); con técnicas y materiales que resultan insuficientes ante la arremetida de las inmensas corrientes de barro y piedras, y a un costo imposible de asumir por el Estado a corto plazo<sup>30</sup>. En la Quebrada Cansas/Chanchajalla, se plantean rectificaciones de cauce, elevación de diques, revestimiento de taludes, muros de

<sup>27</sup> Pavez, A. (2002)

<sup>28</sup> Diario "EL Comercio" de Lima. (2002)

<sup>29</sup> Viñé, F.J. (1999).

<sup>30</sup> ATA- SWECO / PETACC, (2000)

estabilización de rasante, en una longitud de 9.100 metros y construcción de diques transversales en la cota 550 del cono de deyección. A un costo estimativo de US \$ 5.700.000.

En resumen, hasta diciembre del 2002, ninguna de las obras de defensa ribereña y encauzamientos (existentes y proyectados) en la Quebrada de Cansas/Desaguadero de Chanchajalla prevenía eficazmente la disminución de la velocidad del aluvión; la captura y decantación de la sedimentación, y por último – lo más importante –, *el diseño final no resuelve eficazmente la incorporación de caudales adicionales al cauce del río Ica, generados en esta quebrada, en forma simultánea a una crecida del río principal.*

## METODOLOGIA

### Los Desafíos de la Naturaleza: geología, geomorfología, clima e hidrología.

La cuenca del Río Ica, de 7.711 km<sup>2</sup> de extensión y cuyas nacientes se ubican en la Región Huancavelica a 4600 metros de altitud, presenta algunas particularidades naturales que la hacen extremadamente vulnerable al impacto de los aluviones y corrientes de barro y piedras.

La cuenca alta del río Ica, o cuenca ignimbrífera de 2.234 km<sup>2</sup> de extensión sobre los 2500 metros de altitud, presenta un régimen hídrico torrentoso e irregular, de crecidas violentas e intempestivas de pocas horas de duración<sup>8</sup>, y un caudal que ha ido disminuyendo paulatinamente en los últimos 30 años. En general, las precipitaciones en esta cuenca alta corresponden a valores muy bajos (230 a 370 mm al año), con un régimen concentrado en los meses de verano<sup>9</sup>.

En su tramo medio, el cauce del río Ica cambia su orientación predominante de E-O a N-S, correspondiente al valle cultivado en el cual está emplazada la ciudad de Ica y diversos centros poblados. Este valle recibe así desde el Este las descargas de diversas subcuencas aluvionales secas que nacen en macizos montañosos pre-andinos a altitudes de 3.200 metros, como Cansas, Tortolitas, La Yesera, Yauca de Cocharcas y Tingue, entre otras. Estos macizos montañosos presentan características abruptas y pendientes muy elevadas. De tal modo, estas quebradas salvan desniveles de 2800 a 3000 metros en poco más de 30 kilómetros de longitud, y descargan al valle a través de extensos conos o abanicos aluviales, producto del vaciado de material de arrastre, que aquí se asemejan a verdaderos “ríos de piedras”.

La característica geológica más distintiva de estos macizos montañosos pre-andinos es que están cubiertos de depósitos de sedimentos finos de origen eólico o *loess* (localmente denominados *yapanas* o *yapanadas*), en equilibrio precario y sobre pendientes muy abruptas, hasta 40%, y con espesores variables hasta de 6 metros. Estos depósitos se extienden entre los 800 y 2500 metros de altitud, (evidenciando un proceso natural de depositación que ocurre día a día) y presentan un inmenso riesgo hidrodinámico, porque al contacto con el agua de lluvia se incorporan a su descarga y fluyen en suspensión, aumentando su masa y su destructiva energía cinética. Los procesos de remoción en masa pueden arrastrar rocas de hasta 40 toneladas de peso, sobre este fluido más o menos pastoso.

Para completar este escenario, los cerros que dividen estas subcuencas - hasta 3.200 metros de altitud -, producen un efecto orográfico en la precipitación, al capturar nubes bajas que en contacto con las laderas se ven obligadas a ascender, ocasionando lluvias esporádicas de gran intensidad. El desarrollo de esta actividad *convectiva*, asociada a presencia de

<sup>8</sup> ONERN (1971)

<sup>9</sup> ATA-SWECO / PETACC (2000)

nubes cumuliiformes, es frecuente en el verano; al converger masas de nubes cálidas, húmedas y bajas provenientes del oeste (originadas en el Océano Pacífico) que se encuentran en altura con masas de aire continental, inestables y frías, provenientes de la vertiente Atlántica y que trasponen la cordillera andina<sup>10</sup>.

Esto ha ocurrido intempestivamente, no necesariamente asociado a eventos El Niño (como en 1998), y puede ayudar a determinar la ocurrencia de catastróficos aluviones sobre el valle de Ica en 1946, 1955, 1961, 1963, 1967, 1994 y 1999, las cuales no están vinculadas a eventos El Niño<sup>11</sup>.

La presencia de estas nubes de gran desarrollo vertical, producto de la ruptura de la *inversión térmica* en verano, y asociadas a una alta temperatura atmosférica (superior a 23° C), incrementa la capacidad de generar precipitaciones de gran intensidad y variabilidad al interior de estas subcuencas cerradas. El análisis hidrológico de un fenómeno de generación de aluviones en Ica ocurrido en enero del 2003, permitió determinar que las corrientes de barro se generan a partir de precipitaciones de 4 mm/hora, con una intensidad instantánea de 0,25lt/m<sup>2</sup>/minuto, en laderas con un 20% de pendiente, cubiertas de loess (*yapanas*).

Las corrientes de barro y piedras generadas en estos eventos no han sido dimensionadas en forma directa, al discurrir por quebradas despobladas en las cuales se carece de instrumental de medición. Observaciones indirectas practicadas en las quebradas para el evento del año 1998 estiman que estas corrientes se componen en volumen por más del 50% de sólidos disueltos y fluyen a velocidades de 5 a 8 m/seg., de acuerdo a la pendiente, y con una densidad estimada entre 1,5 y 1,7. Con alturas de escurrimiento variables

de 0,25 hasta 9 metros en cauces estrechos y con un caudal instantáneo “pico” determinado (para la Quebrada de Cansas) en 424 m<sup>3</sup>/segundo en el Desaguadero de Chanchajalla.

En la práctica, este caudal ha sido significativamente superior en el cauce principal y al inicio del cono o abanico aluvial. Podemos suponer que, en el evento del 29 de enero de 1998, el caudal del aluvión de la Quebrada de Cansas alcanzó un volumen de 3 millones de m<sup>3</sup>, el cual alcanzó a incorporarse al caudal del río Ica azolvando su cauce (por mayor densidad) y se extendió sobre la ciudad de Ica.

#### **Las defensas naturales de estas subcuencas y su destrucción.**

Estas lluvias son también el soporte de diversas formaciones vegetales naturales de protección de laderas y cauces de escurrimiento, pero hoy arrasadas por la tala, la extracción de leña y la actividad de criadores errantes de ganado caprino (*chivateros*).

Entre las formaciones de protección y estabilización de laderas en estas subcuencas están las formaciones de “*lomas pre-andinas*” de actividad estacional en verano, compuestas por bromeliáceas, gramíneas y leguminosas. Asimismo, el matorral desértico montano bajo, compuesto por plantas euforbiáceas muy resistentes a la sequía y de actividad efímera de verano, conocidas localmente como “bosques de pati o pasallo” (*Eriotheca sp.*) y “huanarpo”. Además, cactáceas del género *Cereus*, como el “candelabro”, el “tuno” y el “gigantón”.

Las formaciones vegetales de protección de los cauces de escurrimiento, conos aluviales y fondos de quebradas están compuestas por unas 25 especies arbóreas propias de climas áridos, capaces de obtener su riego tanto de la humedad atmosférica, como desde las napas freáticas

<sup>10</sup> BCEOM (1999).

<sup>11</sup> PAVEZ, A (2002).

profundas y de las aguas de aluvión que discurren esporádicamente en los meses de verano<sup>12</sup>. Las especies principales son huarangos (*Prosopis pallida*), molles (*Schinus molle*), sauces (*Salix humboldtiana*), espinos (*Acacia macracantha*), chilcos (*Baccharis latifolia*), pajarobobos (*Tessaria integrifolia*), toñuz (*Pluchea chingoyo*), cahuato (*Tecoma arequipensis*), totoras (*Typha domingensis*), y tamarix (*Tamarix africana*) árbol invasor incorporado por la actividad minera y que muestra el mayor potencial de desarrollo en la zona.

Estas formaciones vegetales han sido intervenidas desde épocas del incanato, para la explotación y fundición de cobre en el antaño importante distrito minero de *Cansa*<sup>13</sup>. En la actualidad, la crianza trashumante de ganado caprino y la deforestación han transformado el paisaje en cerros pelados y áridos, donde hoy sólo sobrevive una fauna silvestre (arácnidos, reptiles e insectos) que se protege bajo las piedras, y en miles de hectáreas de pedregal estéril, arrastrado por las aguas y calcinado por el sol. Ante la falta de cobertura vegetal, nada impide que las aguas arrasen todo a su paso. A causa del deterioro socioeconómico y ambiental en Ica y la ausencia de control, son cada vez más los extractores de leña y criadores trashumantes de caprinos que arrasan una vegetación cada vez más exigua. El caprino es un animal migrante y rústico que come plantas enteras hasta las raíces, y todo tipo de plantas tiernas de regeneración natural. En 1994 se censaron 5.000 criadores de caprinos en el Departamento de Ica, con 120.000 animales. Una cifra que parece ser muy superior en la actualidad, por el carácter marginal de esta actividad de subsistencia, la ausencia de control estatal y el progresivo abandono de los terrenos de cultivo en laderas altoandinas y en el valle iqueño (posterior a la inundación de 1998).

<sup>12</sup> PAVEZ, A. (1998).

<sup>13</sup> FUCHS, F (1905).

## **Un círculo de involución socio-económica y ambiental.**

En el medio ambiente urbano, las zonas afectadas por los recurrentes aluviones de la Quebrada de Cansas (80.000 pobladores asentados en el cono aluvial) y los consiguientes desbordes del Río Ica en la ciudad (40.000 pobladores asentados en los antiguos lechos eventuales del río) constituyen lugares críticos en lo referente a situación socioeconómica y cultural de la población. Estos terrenos han sido ocupados irresponsablemente por la población de menores recursos en los últimos 30 años. En un proceso de urbanización improvisada y extremadamente vulnerable, que se acentúa actualmente, ante la falta de autoridad y el tráfico de lotes, proceso muchas veces impulsado por las mismas autoridades locales.

Ante las recurrentes y periódicas inundaciones y aluviones, los afectados persisten en permanecer en estos sitios exigiendo asistencialismo por parte del Estado, *y perpetuando un gravísimo círculo de involución socioeconómica y moral*, cuyos efectos más directos son el aumento de la pobreza y pobreza crítica, la destrucción periódica de los medios de producción y de bienestar familiar, la destrucción de la autoestima y voluntad personal y por último, al incremento de la depredación del medio ambiente y al aumento de la vulnerabilidad ante los desastres. Lo que se traduce en la perpetuación de las condiciones de subsistencia, dependencia y fatalismo.

## **Métodos de dispersión de las aguas de aluvión.**

El trabajo del Equipo Huarango - Ica tiene, como líneas de actuación, devolver a la naturaleza —específicamente a la cubierta forestal—, la misión de proteger el valle y la ciudad de Ica de los efectos de las corrientes de barro, interviniendo

*inicial y prioritariamente* sobre las subcuencas secas que descargan al río principal. Con un importante componente de investigación y generación de conocimiento sobre la climatología local y geodinámica, desarrollado en conjunto con el Centro Internacional de la Papa (CIP) de Lima y en convenio con el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, SENAMHI.

A objeto de dispersar la energía y caudal instantáneo “pico” de los aluviones, se diseñó un sencillo y económico método de dispersión, consistente en el establecimiento de una batería de enrocados permeables escalonados, localizados en la parte superior o “cabecera” del cono aluvial de la Quebrada de Cansas, emplazados perpendicularmente a la dirección del escurrimiento y espaciados de acuerdo a la pendiente y condiciones de cimentación del terreno.

Entre enero y marzo del 2003, la Dirección Regional de Agricultura de Ica ejecutó la construcción de los tres primeros enrocados escalonados, entre las cotas 830 y 865 (cabecera del cono aluvial), con 265, 155 y 67 metros de longitud, 40 metros de ancho en las base, 13 metros de ancho en la corona y 8 metros de altura máxima. Con un volumen de 50.000 m<sup>3</sup> de rocas movilizadas, y un costo total de S/ 250.000 (US \$ 70.000). Conformando 27 hectáreas de terrenos como pozas de decantación de sedimentos entre los enrocados, en los cuales es posible acumular 200.000 m<sup>3</sup> de sólidos.

La ejecución de enrocados presentó una importante reducción de costos unitarios, al utilizar el material rocoso existente “in situ”, que sólo es necesario desplazarlo y acomodarlo mecánicamente.

Estos enrocados, aún cuando estaban en plena fase de construcción, permitieron interceptar los caudales que discurrieron por la Quebrada Cansas durante las lluvias acontecidas en el verano 2003

y la formación de una laguna de casi una hectárea de extensión.

En vista y en complemento de esta experiencia, se hace necesario extender la construcción de unos 100 enrocados escalonados de menor magnitud, sobre la totalidad de los cauces secundarios que discurren por el cono o abanico aluvial. Con un volumen de 120.000 m<sup>3</sup> de rocas movilizadas, y un costo estimativo de S/ 500.000 (US \$ 145.000). Con la habilitación de estos 100 enrocados se espera lograr la conformación de unas 400 hectáreas de terrenos escalonados para disipación de caudales y pozas de decantación de sedimentos, a lo largo de los cauces de las quebradas; la disminución de la velocidad del aluvión de 5 a 0,9 m/seg. (con la consecuente disminución del volumen flujo o caudal instantáneo “pico” y el retardo de la llegada del aluvión al valle y al río Ica mismo, en un momento de crecida); y la retención de un volumen máximo de 2 a 3 millones de m<sup>3</sup> de sedimentos gruesos y finos en las pozas de decantación, en lugares alejados al menos 5 kilómetros de los centros poblados.

De igual modo, las 400 hectáreas de pozas de decantación de sedimentos podrán ser aprovechadas para cultivos estacionales de ciclo corto y forestación asociada. Generando un importante proceso productivo para el mercado local y demanda de mano de obra.

### **El inicio de la forestación: un modelo demostrativo.**

La construcción de los primeros tres enrocados y la decantación de aguas de aluvión permitió iniciar de inmediato el repoblamiento forestal de 27 hectáreas entre los enrocados, y comprende un total de 6500 plantas de especies como tamarix (*Tamarix africana*), huarango o algarrobo (*Prosopis pallida*), espino (*Acacia macracantha*), sauce (*Salix humboldtiana*), molle (*Schinus molle*),

cinerarias (*Prosopis cineraria*) y casuarinas. Una vez crecidas, estas plantas formarán una formidable cortina vegetal de alta densidad, a lo largo de 1200 metros del cauce de la quebrada de Cansas.

El método de plantación es indirecto, mediante plantones previamente desarrollados en vivero, que son insertados en un hoyo excavado a tal efecto y regados periódicamente (cada 10 días) hasta asegurar su prendimiento. Para proteger la planta, se cubre la base del plantón con piedras.

Dada la existencia de una laguna en la zona, generada por lluvias de verano que han arrastrado sedimentos fértiles o "yapanas", se procedió a irrigar la plantación con esta agua, no considerando adición de otros fertilizantes a la plantación.

En una cuenca árida de carácter torrencial como Cansas, ha sido necesario asegurar el riego inicial de las plantas por medio de camiones cisterna, desde la ciudad de Ica. El riego a la plantación completa y en pleno desarrollo deberá proveerse por un pozo existente en la cota 905 de la Quebrada de Cansas, donde se extraerá el agua mediante equipos accionados por energía eólica (aerobombas), y será conducida gravitacionalmente a las cortinas forestales.

Existen recursos hídricos subsuperficiales, actualmente no inventariados ni aprovechados, que discurren por el fondo de esta quebrada a partir de la cota 1000, y que presumiblemente están asociados a un sistema de avenamiento a través de fallas o diaclasas, cuya recarga es externa al área de la subcuenca.

En estas áreas extremadamente degradadas y sometidas a presión intensa por parte de las poblaciones en pobreza crítica, es necesario mantener la vigilancia de las plantaciones forestales y asegurar su crecimiento a perpetuidad. A objeto de que en un plazo de 3 a 5 años las

cortinas forestales puedan constituirse en una defensa formidable, eficaz y definitiva contra los aluviones.

En esta etapa de plantación y mantenimiento de la forestación se deben crear en Ica las condiciones institucionales y legales para *establecer una concesión a largo plazo, con fines de forestación y repoblamiento forestal*, pero con la condición expresa de asegurar su intangibilidad y reposición de las cortinas vegetales que puedan ser dañadas por aluviones de magnitud.

## CONCLUSION

En los Andes Centrales, desde el Ecuador hasta el norte de Chile, las cuencas hidrográficas de la costa del Pacífico están amenazadas por los efectos concatenados de los eventos hidrometeorológicos y la destrucción de la cubierta vegetal de protección natural. La intervención de estos desastres naturales en la historia y el desarrollo humano es trascendental, recurrente y decisiva; inmensamente más relevante que otros aspectos a los que se atribuye la falta de desarrollo y las dramáticas carencias sociales.

El riesgo mayor parece estar concentrado en las subcuencas áridas (los cauces aluvionales y conos de deyección bajo la cota de 2500 a 3000 metros), que descargan e impactan sobre los cauces principales de los ríos de la costa. En los cuales se asientan, en forma creciente e improvisada, la mayor proporción de la población urbana y rural en condiciones de pobreza crítica y sus precarios medios de producción.

Más que desastres naturales, las inundaciones y aluviones son consecuencia de un desastre social: el deterioro ambiental y socioeconómico. Se ha conformado un círculo negativo *o de involución*, que retroalimenta el riesgo y la vulnerabilidad de

las áreas más pobladas del territorio peruano. En el escenario presente, con recursos insuficientes para la reconstrucción periódica y con obras de protección de diseño inadecuado frente a las exigencias del entorno natural, y sin considerar la experiencia histórica local, amplias zonas se enfrentan a la postración e inviabilidad de su desarrollo, como visión de futuro.

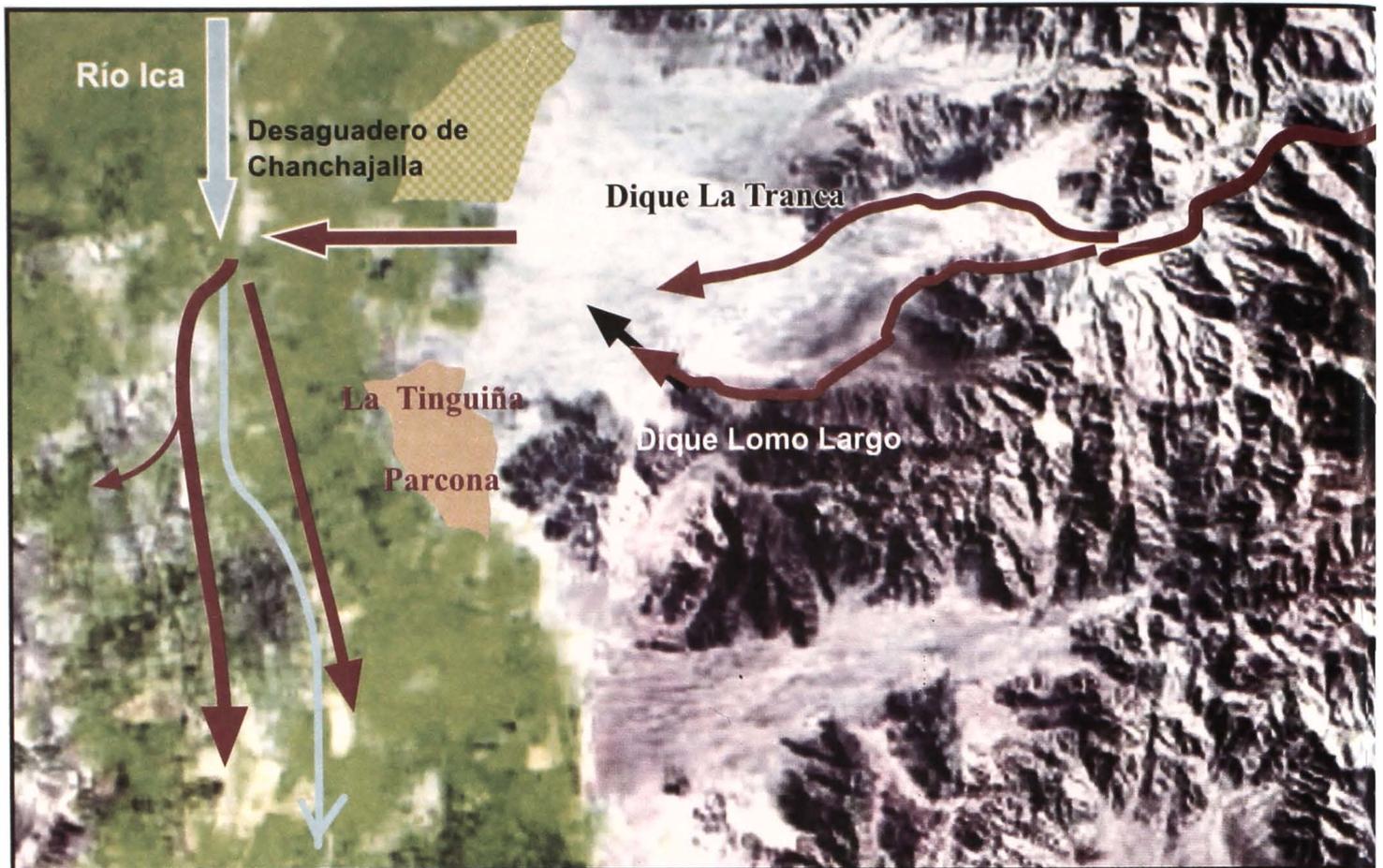
Pese a estas evidencias, en el Perú no existe un programa de investigación específica sobre las cuencas áridas de la Costa, bajo la cota de los 3.000 metros; sobre los *huaycos*, aluviones y corrientes de barro, sobre las causas que los originan y sus efectos en el comportamiento hidráulico de los cauces principales. Por esta razón, los diagnósticos y soluciones a estos problemas se han establecido sobre conocimientos, títulos y experiencias adquiridas en base al estudio y ejemplo de lugares y realidades distintas, - y a menudo opuestas -, a la realidad de las cuencas secas de la costa de los Andes Centrales.

En este sentido, el presente trabajo de control de aluviones para prevención de inundaciones en la subcuenca de Cansas (Ica) mediante la forestación y recuperación ambiental será el primer modelo de investigación de campo y validación de acciones de manejo y gestión de cuencas hidrográficas secas en Perú, adaptado a las condiciones de extrema aridez y a riesgos naturales específicos del lugar.

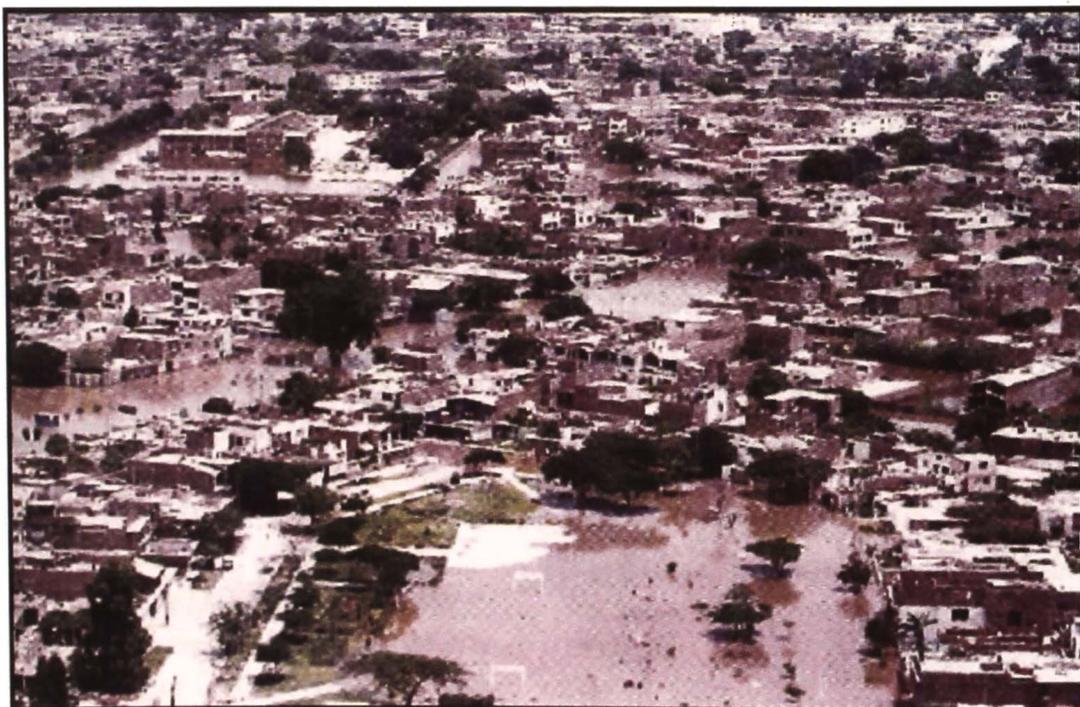
Las subcuencas áridas torrenciales y conos aluviales son de vital importancia para sustentar el desarrollo de las actividades humanas localizadas en las zonas bajas de la costa de los Andes Centrales. Deberán ser manejadas dentro de un Plan de Manejo y Gestión de Cuencas, y deben ser consideradas como cauces naturales, intangibles e intransferibles. En virtud de lo anterior, deben ser declaradas como Zonas de Aptitud Forestal, con propósitos de forestación

para prevención y mitigación de inundaciones. Por parte de las autoridades regionales y alcaldes distritales.

Estas autoridades no podrán vender o transferir estas áreas a particulares u ocupantes precarios. Deben considerar la concesión de estas áreas por plazos definidos, con el fin de ser mantenidas como *Reservas Forestales de Protección*, de carácter intangible. El Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) y las autoridades regionales y alcaldes deben asegurar la protección y el mantenimiento de los bosques de protección para prevención de inundaciones, disponiendo los necesarios apoyos legales, financieros e institucionales a sus concesionarios.



*Figura 1 Diagrama de la inundación de Ica 1998*



*Figura 2 La ciudad de Ica inundada, enero de 1998*



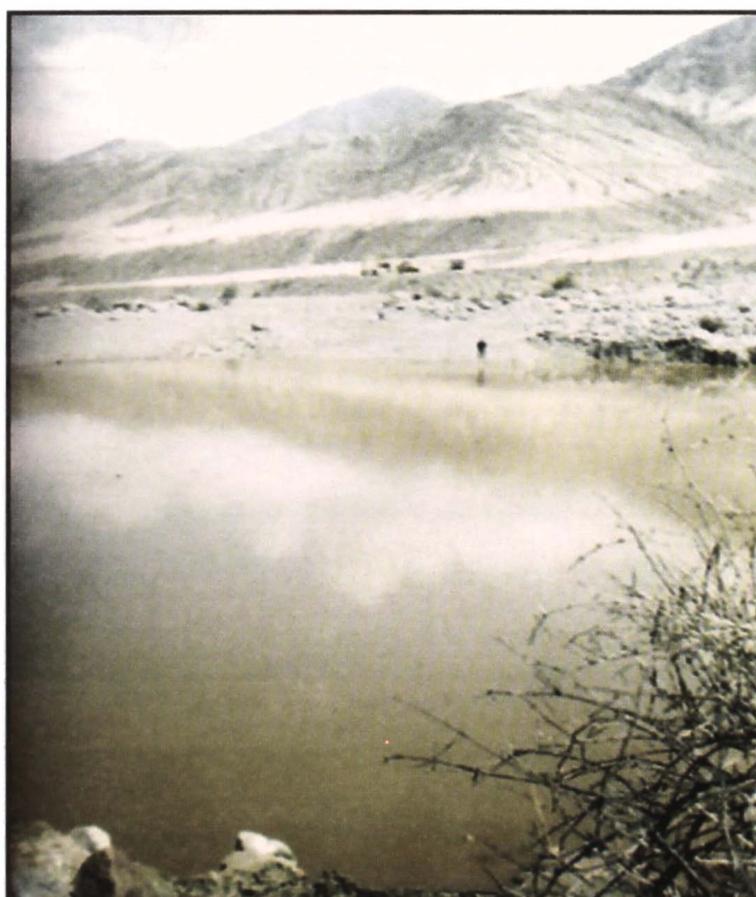
*Figura 3 Vista aérea de la zona de construcción de enrocados, al inicio del cono aluvial de Cansas. Se observa la magnitud de los depósitos de loess*



*Figura 4 Construcción de los enrocados: Acumulación de rocas existentes en el lugar*



*Figura 5 Imagen Landsat TM con la ubicación de la Quebrada de Cansas en el Valle de Ica*



*Figura 6 Captación de aguas de aluvión. Enero del 2003*

## **BIBLIOGRAFIA**

**ATA SWECO/PETAC, (2000)** “ Estudio Definitivo: Proyecto Para el Control de Inundaciones del Río Ica y Quebrada Canasas/Chanchajala”, Asesores Técnicos Asociados S.A., Lima, Perú.

**BCEOM, (1999)** “Estudio Hidro-Meteorológico de la Vertiente del Pacífico en el Perú con Fines de Evaluación y Pronóstico del Fenómeno de El Niño para Prevención y Mitigación de Desastres”. Ministerio de Economía y Finanzas, Oficina de Inversiones, Lima, Perú.

**DIARIO “EL COMERCIO” de Lima. (2002)** “Especialistas Advierten Sobre Nuevo Peligro de Inundación”. 17.11.2002, página a31.

**FUCHS, F (1905)** “La Región Cuprífera de los Alrededores de Ica y Nazca”. En: Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas del Perú N° 29. Ministerio de Fomento, Lima.

**ONERN, (1971)** “Inventario, Evaluación y Uso Racional de los Recursos Naturales de la Costa, Cuenca del Río Ica”. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales del Perú, Lima.

**PAVEZ, A (1998)** “ Catastro de Recursos Naturales Renovables en el Departamento de Ica”. Dirección de Investigación, Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” de Ica. Ica, Perú.

**PAVEZ, A. (2002)** “Registro Histórico de Inundaciones y Aluviones en Ica 1921-2002”. Diario La Voz de Ica, 25.11.2002, página 5.

**VIÑÉ, F. J. (1999)** “Ica, 29 de Enero 1998, Un Caudal de Dolor e Impotencia”, 1ª. Edición, Edigusa, Lima, Perú