

## LA JOSEFINA: LECCIONES APRENDIDAS EN ECUADOR

Galo Plaza Nieto

Othón Zevallos Moreno

Escuela Politécnica Nacional Quito

*Se describe las características, los efectos y el manejo de la emergencia y la reconstrucción relacionadas con el deslizamiento ocurrido el 29 de marzo de 1993 en el austro ecuatoriano. El complejo deslizamiento de 20 millones de m<sup>3</sup> de piedra y tierra embalsó el río Paute con una presa de 100 m. de alto y 1.1 Km. de longitud, formando un lago de 200 millones de m<sup>3</sup>. Se excavó un canal de 18 m. de alto y 6 m. de ancho con el fin de bajar el nivel de la cresta de vertido y disminuir la inundación aguas arriba y aguas abajo. A los 26 días el agua rebasó por el canal y a los 33 días la presa falló por erosión superficial causando una onda de crecida con un pico de más de 10.000 m<sup>3</sup>/s, que produjo daños a lo largo de más de 100 Km. aguas abajo. Las pérdidas directas han sido evaluadas preliminarmente en 148.5 millones de dólares.*

*El peligro fue advertido con dos años de anticipación, pero ningún organismo tomó medidas para evitar la desastre. El manejo del desastre permitió mitigar los impactos adversos y evitó víctimas adicionales. Técnicamente las predicciones de la rotura de la presa a través de modelos matemáticos y físicos constituyeron una herramienta adecuada para las predicciones y elaboración de escenarios. Las medidas de prevención para el Proyecto Hidroeléctrico Paute, el principal del país, minimizaron los daños. A pesar del gran shock que produjo el desastre, la región comienza a recuperarse. El Estado creó un Consejo de Reconstrucción que está planificando e iniciando obras de reconstrucción en diferentes campos. Particular importancia está adquiriendo la reconstrucción de la Esperanza, liderada por la iglesia progresista, las ONG y grupos comunitarios.*

### INTRODUCCIÓN

#### Marco Geográfico

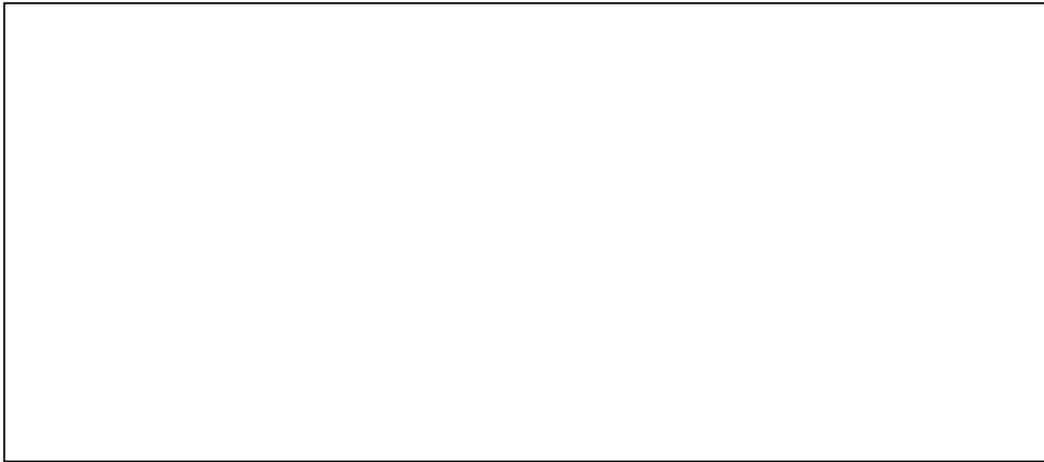
El 29 de marzo de 1993 un gran deslizamiento de tierras represó el valle del río Paute, aproximadamente a 20 Km. al noreste de la ciudad de Cuenca en la región austral del Ecuador. El río Paute se origina en los Andes Ecuatorianos y fluye con dirección Este hacia la cuenca Amazónica.

El deslizamiento obstruyó la confluencia del río Paute con el río Jadán. En esta área el río Paute presentaba un gradiente aproximado del 1%, cruzando un valle estrecho y encañonado de 100 a 150 m. de ancho inmediatamente aguas abajo de la confluencia, mientras que aguas arriba, el valle se ensanchaba formando una planicie aluvial de hasta 450 m. de ancho. El clima en el área es temperado y seco, con lluvias anuales variables entre 500 a 1,000 mm. y temperaturas entre 14o y 18oC (Acosta y Salazar, 1993). El valle es densamente poblado en los alrededores del sitio del deslizamiento. Las terrazas aluviales eran el asiento de una productiva y floreciente actividad agroindustrial y artesanal. Numerosas y costosas viviendas vacacionales habrían sido

construidas en los últimos años, así como obras de infraestructura para desarrollar una prometedora actividad turística.

Paralelos al cauce del río se ubicaban la línea del ferrocarril y varias carreteras, una de las cuales era la principal vía de acceso al proyecto hidroeléctrico Paute. Este proyecto está localizado aproximadamente a 50 Km. aguas abajo del sitio del deslizamiento y produce alrededor del 65% de la energía eléctrica que consume el Ecuador. Consta de una presa de hormigón (tipo arco gravedad) de 170 m. de altura y 420 m. de longitud en la corona, además del embalse Amaluza de 120 millones de m<sup>3</sup> y 12 Km. de largo y una planta generadora con una capacidad instalada de alrededor de un millón de megavatios.

### **Figura 1: Localización del deslizamiento de la Josefina**



### **Marco Geológico**

El área del deslizamiento forma parte del borde oriental de una cuenca sedimentaria interandina neógena. En este contexto afloran rocas pelíticas y semipelíticas metamorfozadas, rocas sedimentarias cretácicas, rocas volcánicas oligo-miocénicas del basamento de la cuenca y los sedimentos continentales neógenos (Plaza y Egüez, 1993).

La tectónica regional ha producido grandes fallas de dirección NNE-SSO, NE-SO y N-S que afectan los conjuntos litológicos, señalándose movimientos transpresivos y transtensivos en las diferentes fases de evolución geológica de los Andes ecuatorianos (Noblet *et al.*, 1988).

En el área del deslizamiento, según Plaza y Egüez (1993), afloran areniscas rojas y grises, microconglomerados y un complejo volcánico-subvolcánico de composición andesítica. El complejo constituye una red de espesos filones tardíos que afectan a mantos volcánicos ignimbríticos, riolíticos, riolíticos y a las areniscas y microconglomerados. Las rocas metamórficas se encuentran también afectadas por el complejo volcánico-subvolcánico y se ubican parcialmente en la parte oriental del deslizamiento. Además, se tiene en el área ocurrencias escasas de dioritas de grano fino a medio.

Se ha determinado en el área un sistema principal de fallas de dirección N50 que aparece limitando y parcialmente afectando al conjunto subvolcánico. Al Este del deslizamiento se encuentra un lineamiento muy marcado definido por una falla que al afloramiento presenta una dirección N50 buzando con alto ángulo (60-80 grados) al Este. En la parte Norte cerca a la corona del deslizamiento se encuentra una importante zona de fracturas de dirección promedio N115 y N145, con buzamientos de alto ángulo hacia el NE y SO. El intenso diaclasamiento de las rocas volcánicas y subvolcánicas determina tres familias con planos de debilidad preferenciales: N50/50S; N156/60S y N120/70N. Los dos primeros planos contribuyen a la forma de deslizamiento en la dirección N186 con buzamientos de 32o (Plaza y Egüez, 1993).

El análisis de las fotografías aéreas tomadas en los años 1963, 1980 y 1989 revela en la zona la presencia de numerosos y evidentes deslizamientos antiguos, uno de ellos localizado en la ladera donde se produjo el deslizamiento del 29 de marzo de 1993.

Este deslizamiento antiguo presentaba un escarpe de aproximadamente 80 m. de altura, un ancho promedio de la masa deslizada de 500 m. y un espesor máximo estimado de 100 m. La cabeza del deslizamiento se ubicaba a los 2650 m.s.n.m., siendo difícil reconocer con exactitud el límite inferior. Este límite podría haber estado ubicado a los 2,400 m.s.n.m. o a los 2,280 m.s.n.m. coincidiendo con el cauce del río Paute.

### **Características del deslizamiento**

El deslizamiento ocurrió en el flanco izquierdo del valle del río Paute; en una ladera ubicada entre los 2280 m.s.n.m. en el fondo del valle y los 2800 m.s.n.m. en la cima de la loma Parquiloma o Tubón.

El movimiento formó un área inestable de 1.1 Km<sup>2</sup>, con una longitud de 1,500 m. desde la corona al pie y un ancho promedio de 600 m. El escarpe formado es de 800 m. de longitud, 300 m. de altura con inclinación de hasta 45o. El volumen movilizado ha sido estimado entre 20 millones de m<sup>3</sup> (Plaza y Egüez, 1993) y 40 millones de m<sup>3</sup> (James, 1993).

Se considera que el movimiento se produjo de forma violenta con dirección general Norte-Sur. Se mencionan dos hipótesis sobre la superficie de ruptura, ambas relacionadas con la reactivación de un antiguo deslizamiento a través de su plano de ruptura. La primera hipótesis plantea una superficie de ruptura que coincide con el escarpe antiguo y continua hacia el pie de la ladera finalizando a nivel de cauce del río. La segunda plantea la misma superficie de ruptura en la parte superior pero finalizando a los 2400 m.s.n.m. en el tercio inferior de la ladera.

El deslizamiento parece haber sido principalmente provocado por causas naturales como las precipitaciones y las características geomorfológicas (reactivación de un deslizamiento antiguo) y causas artificiales como la explotación no controlada de las canteras ubicadas al pie de la ladera.

En efecto, la cantidad de lluvia en el mes de marzo de 1993 en la estación Paute cercana al sitio fue de 196.1 mm., mientras que la media normal para este mes es de 99.1 mm. (Zevallos, 1993). Se conoce que para el período total de registros de la estación Paute (1964 a 1993) no se alcanzó en ningún mes cantidades de precipitación iguales a la de marzo de 1993, presentándose este mes como el más lluvioso en muchos años.

De otra parte, al pie de la ladera se ubicaban varias canteras que explotaban el material, con cortes a cielo abierto, casi verticales que progresaban desde 40 m. de altura en 1963 a más de 120 m. de altura en 1989 (Beltrán, 1993). Se conoce que para 1989 las canteras explotaban material en todo el tramo que corresponde al ancho del deslizamiento actual y que los cortes habían avanzado por lo menos 100 m. hacia el interior y alcanzando la cota de los 2,400 a 2,450 m.s.n.m.

En marzo de 1991 un informe técnico realizado por geólogos del Estado sobre las condiciones de las canteras del sector (Tusa y Ampuero, 1991) había advertido ya sobre el peligro de una explotación antitécnica y la posibilidad de un deslizamiento-represamiento del río Paute. Los periódicos locales publicaron esta advertencia. Sin embargo, no se consideró ninguna atención al caso y no se tomó medida alguna de mitigación.

#### **Características de la Presa Natural y del Embalse (Fig. 2)**

El depósito formó una presa natural de 1,100 m, de longitud en su base (dirección paralela al cauce del río), 500 m. de ancho en el talud aguas arriba y 100 m. de alto en la parte más baja de la corona. Los materiales en el eje de la presa consistían de bloques angulares, secos y no meteorizados de rocas masivas (andesitas y microdioritas) cuyo tamaño principal oscilaba entre 0.4 y 1.0 m., con esporádicos bloques mayores a 2 m. En la parte superior al depósito presentaba bloques de roca meteorizada, suelo y cobertura vegetal que reflejaban el material del antiguo deslizamiento.

El componente fino granular que conformaba la matriz de los bloques constituía en ciertas partes hasta el 70%. Una muestra de este material, tomada en la corona de la presa, presentó las siguientes características:

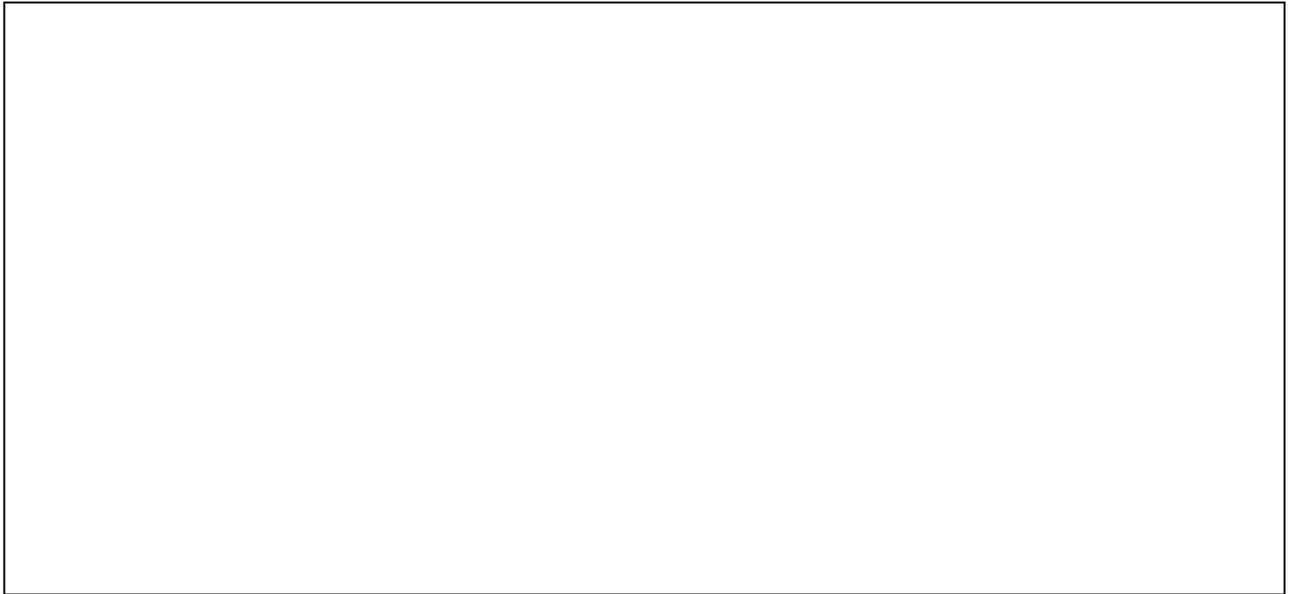
- \* granulometría extendida entre 0.1 mm. y 30 mm.
- \* densidad de solidos: 2.76 gr./cm.3
- \* humedad natural: 12%

Se ha reconocido que la determinación de las características geotécnicas de los materiales, así como el conocimiento de su distribución espacial fueron uno de los aspectos más importantes para la modelación del fenómeno de ruptura de la presa. Estos aspectos presentaron gran incertidumbre y algunas discrepancias en la apreciación de los técnicos.

Con el fin de reconocer los materiales y su distribución subsuperficial, el Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL) realizó doce sondeos eléctricos verticales en el cuerpo de la presa (Sevilla, 1993). Estos resultados fueron poco utilizados y para algunos parecen haber sido poco confiables (Departamento de Asuntos Humanitarios, 1993).

El embalse formado durante 33 días tuvo una longitud máxima de 9 Km. en el río Paute y 2.5 Km. en el río Jadán. Almacenó 200 millones de m<sup>3</sup>, inundando un área de 9 Km<sup>2</sup>. Las características de llenado y vaciado de este embalse se presentan en la Figura 4.

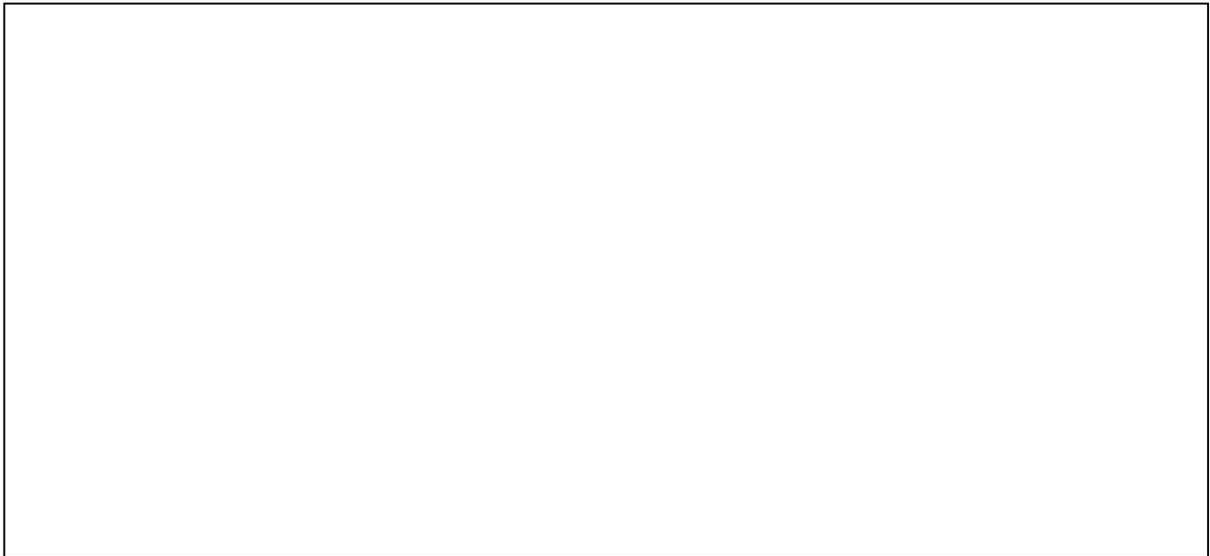
**Figura 2: Mapa del deslizamiento y localización del corte A´A.**



**Figura 3: Corte A´A. Deslizamiento La Josefina**



**Figura 4: Llenado y vaceado del embalse LA Josefina**



### **El manejo de la crisis**

A las 36 horas de ocurrido el deslizamiento el Presidente de la República y los Ministros de Defensa, Obras Públicas y Salud estuvieron en el sitio de la tragedia (Diario *El Comercio*, 31 de marzo de 1993). Desde las instalaciones de la III Zona Militar en Cuenca el Presidente dirigió algunas veces personalmente las operaciones.

### **El conflicto de mando**

El mismo día el Presidente emitió un decreto declarando el estado de emergencia y conformando un Comité de Gestión de Crisis, organismo no contemplado en ninguna ley ecuatoriana. (Borja, 1993). Desde esta fecha la ejecución de los trabajos y el liderazgo indiscutible lo ejercieron de inmediato las Fuerzas Armadas Ecuatorianas, a través del comandante de la Zona Militar.

Sin embargo, ocho días antes de la catástrofe, la Dirección Nacional de Defensa Civil había concluido en Cuenca un seminario sobre atención de desastres, conformando el Centro de Operaciones de Emergencias (COE), que prácticamente nunca llegó a funcionar.

Como lo señala Cruz (1993), el operativo de emergencia dirigido a través de un Comité de Crisis alejado de la Doctrina de la Defensa Civil, ocasionó duplicidad de funciones, conflicto de mando, desperdicio de abastecimientos y desfases en la atención de la emergencia.

### **El manejo de las alertas**

La improvisación y el desconocimiento sobre atención de desastres se evidenció en el manejo de las alertas. El comandante a cargo de la operación, estableció como alertas la amarilla, azul y roja, en lugar de las aceptadas internacionalmente. Luego se impusieron y se suspendieron en forma caótica las alertas, lo que provocó incertidumbre en la población y falta de credibilidad.

Así, el 13 de abril se dispuso la alerta azul ante la inminencia de la unión de los embalses del río Paute y del río Jadán (Diario *El Comercio*, 13 de abril de 1993), lo cual no tenía ninguna trascendencia. El 27 de abril se impuso una "alerta azul restringida" que permitía a los pobladores regresar a sus hogares por dos horas mediante turnos (Galarza y Galarza, 1993). El día 30 de abril se levantó la alerta roja "para evitar el estrés de la población" (Diario *El Mercurio*, 1 de mayo de 1993) y al siguiente día se rompió la presa natural.

### **La falta de coordinación y el caos en los datos**

A causa del manejo restringido y poco transparente de los datos técnicos, las fuentes de información extraoficiales tuvieron total preponderancia frente a la información oficial. Los datos sobre volumen embalsado, estimación del tiempo de llenado, caudales, etc. no tuvieron confiabilidad. Se reconoció que datos importantes como la altura de la presa y las cotas de inundación fueron erróneos, lo que provocó importantes pérdidas materiales (Klinkicht, 1993).

### **El rol de las fuerzas armadas**

A este respecto, Klinkicht (1993) considera que, "Es absolutamente necesario que la ciudadanía se plantee como punto de reflexión el hecho de que las Fuerzas Armadas hayan asumido el mando de todas las operaciones de emergencia, incluyendo el manejo de la información", señalando además que, "Hay que anotar que las autoridades civiles no defendieron el espacio de liderazgo que la ley les confiere y prefirieron ceder sin resistencia el mando a las Fuerzas Armadas".

Durante la emergencia la preponderancia militar en el manejo de la crisis trajo consigo serias discrepancias, que culminaron con la destitución del Coordinador Provincial de Defensa Civil y con una propuesta del Gobernador de la Provincia del Azuay para reducir el número de integrantes del Comité de Crisis y mover la sede desde la Zona Militar a la Gobernación (Galarza y Galarza, 1993).

Sin embargo, la estructura operativa, en todo caso, contó con la aceptación nacional. Los medios televisivos y los impresos destacaron la sacrificada labor desarrollada por los militares y su brazo ejecutor, el Cuerpo de Ingenieros del Ejército.

El país reconoció la importancia de la presencia militar, sin la cual posiblemente la situación se habría vuelto mas caótica y valoró también la iniciativa del gobierno para mitigar los efectos del desastre, pero reprobó la improvisación, el voluntarismo desorganizado y un pretendido manejo político de la crisis.

### **Las acciones técnicas**

#### **Los estudios de predicción**

Por la magnitud e importancia del fenómeno, así como por la duración del mismo, pocos desastres naturales en el Ecuador han recibido tanta atención de los técnicos. Las acciones se concentraron en disminuir la inundación aguas arriba, estimar los efectos hacia aguas abajo por la posible rotura de la presa y predecir un escenario de consecuencias sobre el Proyecto Hidroeléctrico Paute.

Aunque los estudios y resultados difirieron, todos concordaron en la severidad de los efectos de la rotura de la presa. Una excepción fue el criterio de Penille y Jácome (1993), quienes sostuvieron que la estabilidad general del depósito se estimaba asegurada debido al sobredimensionamiento dado por la naturaleza.

Por seguridad, para la cota de evacuación de la población, se adoptaron las condiciones más severas de ruptura de la presa. La determinación de las cotas máximas de inundación aguas abajo señalaron niveles entre 7.8 y 19.3 m., los mismos que fueron utilizados por el Comité de Crisis (Aguilera y Romo, 1993).

## Los Caudales máximos

Varios grupos de trabajo dedicaron sus esfuerzos a la predicción del comportamiento de la ruptura de la presa natural y al tránsito de la crecida.

La misión italiana con apoyo de la Universidad del Cuenca implementó un modelo de erosión y eligió cinco hipótesis como representativas de la situación. Este grupo consideró la ruptura en 72 horas como el caso más crítico, determinando que durante este período se desembalsarían 177 millones de m<sup>3</sup>, con un caudal pico de 1.954 m<sup>3</sup>/s, alcanzado 22 horas después de iniciado el desborde (Natala, 1993).

James *et al.* (1993), adoptaron los resultados del modelo de Natala como el caso más probable. Utilizando el modelo DAMBRK, con un tiempo de rotura de 15 horas, determinó que el caudal pico más desfavorable sería igual a 5,479 m<sup>3</sup>/s.

El grupo conformado por los técnicos de la Escuela Politécnica Nacional y el INECEL, utilizando el modelo BREACH para el cálculo de los caudales consiguió los siguientes resultados (Valdospinos y Bastidas, 1993).

\* Caudal máximo desembalse: 7.100-16.500 m<sup>3</sup>/s

\* Caudal en Amaluza: 5.500-12.000 m<sup>3</sup>/s

\* Q<sub>máx</sub> vertido en Amaluza: 0-3.033 m<sup>3</sup>/s

- Niveles máximos: 8-16 m.

- 

Ante la incertidumbre de los materiales constitutivos de la presa este grupo realizó también un modelo físico 1:200 adoptando dos materiales y estableciendo dos hipótesis de rotura: una optimista en la que por la presencia de grandes bloques en la parte inferior de la presa el proceso de ruptura se estabilizaba a la cota 2,345 m.s.n.m. y otra pesimista que simulaba una presa homogénea de material intermedio (Zevallos, 1993), consiguiendo los siguientes resultados:

	Hipótesis Optimista	Hipótesis Pesimista
Granulometría (D50%)	25 cm.	10 cm.
Cota inicial cresta [m.s.n.m.]	2356.6	2356.6
Caudal Máximo [m <sup>3</sup> /s]	7,900	16,000
Inicio desembalse [hs]	37	36
Tiempo de desembalse [hs]	8	6
Volumen desembalse [m <sup>3</sup> ]	75x106	185x106
Cota equilibrio [m.s.n.m.]	2345	2344

Otro grupo realizó también un modelo físico 1:150 obteniendo los siguientes resultados (Rivero y Marin, 1993):

	PRUEBA 1	PRUEBA 2
Cota inicial [m.s.n.m.]	2,353	2,358.8
Vol. Almacenado [m <sup>3</sup> ]	126x106	150x106
Caudal Máximo [m <sup>3</sup> /s]	8,000	6,500
Tiempo al pico [horas]	21	30
Cota equilibrio [m.s.n.m.]	2,330.85	2,329.85
Vol. final [m <sup>3</sup> ]	36x106	33x106

Por último no faltaron las predicciones que afirmaban que "solo desaguará el vaso del Río Jadán" con un caudal de dos mil y más m<sup>3</sup>/s (Uzcátegui, 1993).

### El canal de desagüe

Para disminuir los efectos de la inundación aguas arriba y aguas abajo de la presa, el Comité de Crisis decidió de manera inmediata y en razón del tiempo, la construcción de un canal en la corona. Sin embargo, se analizaron y desecharon por ser poco viables otras opciones como la utilización de explosivos, un sifón invertido, túnel, bombeo, estabilización y/o aprovechamiento del dique y la represa (Aguilera y Romo, 1993).

En un esfuerzo enorme de varios organismos públicos y de la empresa privada, a los tres días del desastre ya los tractores estaban excavando el canal, luego de haber construido un camino piloto de acceso de 3 Km. para el transporte de plataformas de más de 40 toneladas (Sánchez, 1993).

Para el día 7 de abril, ocho días después del deslizamiento, estaban trabajando 18 tractores, los que permanecieron hasta el 14 de abril, día en que se retiraron debido al desgaste sufrido por la maquinaria y por el peligro impuesto por el talud vertical del canal en los últimos 5 m. (Aguilera y Romo, 1993).

En los 13 días laborados se logró remover 165,000 m<sup>3</sup> de material a un promedio de 12,690 m<sup>3</sup>/día con 13.8 máquinas/día y 14 horas/diarias de trabajo; configurando un canal con las siguientes características:

Longitud: 407 m.

Profundidad: 18 m.

Ancho en la base: 6 m.

Cota del fondo: 2,357 m.s.n.m.

La ejecución del canal logró disminuir la inundación de 250 Ha. aguas arriba. De no haberse ejecutado el mismo, la inundación habría continuado por 20 días más, el volumen de embalse habría alcanzado los 330 millones de m<sup>3</sup> y el pico habría bordeado los 30,000 m<sup>3</sup>/s con consecuencias más graves todavía (Zevallos, 1993).

### **La rotura de la presa**

El 25 de abril se inició el vertido de agua por el canal. Entre esta fecha y la rotura de la presa se produjeron varios taponamientos en el canal de desagüe debido al proceso erosivo y a la inclinación de los taludes. Estos fueron evacuados sucesivamente por las maquinarias.

El 22 de abril el Comité de Crisis declaró anticipadamente la alerta roja. El 31 de marzo se levantó la alerta roja. Contradictoriamente, a las 16:00 horas de ese día se dispararon dos cohetes antitanque "loh" para intentar fisurar un bloque de roca situado en el canal. A las 5:00 horas del 1 de mayo un operador de INECEL, a cargo del monitoreo en la presa natural, notificó a la central un caudal aproximado de 200 m<sup>3</sup>/s. Para buena parte de los afectados aguas arriba concluía la pesadilla, pero se iniciaba el drama para los pobladores del valle de Paute aguas abajo.

El caudal pico resultante fue del orden de los 10,000 m<sup>3</sup>/s y ocurrió a las 9:40 horas del 1 de mayo. El mayor desembalse se produjo en un período de 6-8 horas, aunque caudales menores continuaron fluyendo hasta por 24 horas después (Zevallos *et al.*, 1993). Se conoce que el pico de la crecida llegó al embalse Amaluza en 3 horas.

### **Las medidas de atención y mitigación**

Inmediatamente ocurrido el deslizamiento, voluntarios de Cruz Roja y luego personal de la Defensa Civil, se hicieron presentes en el sitio para ayudar a las víctimas, lo que permitió el rescate y traslado a un hospital de ocho personas afectadas directamente por el fenómeno; la labor de éstos continuó con la organización de 44 campamentos para albergar en carpas a 7,500 personas (Cruz Roja, 1993)

El 22 de abril el Parlamento ecuatoriano aprobó un decreto por el cual se descontaba un día de salario a todos los servidores públicos, por un monto total aproximado de 7.5 millones de dólares que servirían para afrontar la emergencia. La Cruz Roja Internacional, el programa SUMA de Naciones Unidas, el gobierno Alemán, USAID, el Grupo de Socorro Suizo, la oficina de Asuntos Humanitarios de Naciones Unidas, la Cooperación Italiana, tuvieron importante participación de ayuda internacional.

El área sanitaria fue atendida por un Comité presidido por el Director Provincial de Salud. Sin embargo, debido a la falta de coordinación se conformaron dos comités de salud adicionales, uno dirigido por el Municipio de Cuenca y otro por parte de la Cruz Roja (Borja, 1993). La interrupción de la carretera Panamericana dejó incomunicada varias poblaciones importantes, creando una verdadera emergencia vial, que afectó la economía y la movilidad de la población. Ello obligó a que el Ministerio de Obras Públicas habilitara caminos de tercer orden para el tráfico.

En una una evaluación posterior sobre la atención de la emergencia, realizada por la Organización Panamericana de la Salud (OPS), se señalan entre otras muchas dificultades las siguientes: multiplicidad de sitios de recepción de las ayudas, falta de políticas y organización para el manejo de suministros, falta de clasificación de suministros (Martínez, 1993).

## El proyecto hidroeléctrico Paute

Como medida de prevención frente a la crecida ocasionada por la ruptura de presa, se decidió bajar el nivel del embalse de Amaluza en 50 m., para disponer de un volumen libre de 60 millones de m<sup>3</sup>. Además se realizó la debida protección para evitar la inundación del sitio de la casa de máquinas. Estas medidas de prevención evitaron daños cuantiosos para el proyecto. Sin embargo, las carreteras y puentes de acceso fueron destruidos y se tiene en inestabilidad precaria varias laderas ubicadas dentro de la zona de influencia del proyecto.

## Los efectos del desastre

### **Daños ocasionados**

Oficialmente se contabilizaron 35 personas fallecidas por efectos del deslizamiento y la población directamente damnificada fue de 6,420 personas (Cruz, 1993). Aguas arriba se inundaron 920 Ha. de tierras agrícolas, viviendas, quintas vacacionales y caseríos, una central termoeléctrica de 30.000 Kw, la carretera Panamericana y la línea férrea.

Aguas abajo se destruyeron 880 Ha. de cultivos, 2 canales de riego, 5 puentes, la vía a los centros turísticos Paute y Gualaceo, importantes instalaciones agroindustriales como una fábrica de licores y una florícola, un colegio agropecuario. El 50% de la ciudad de Paute fue destruida afectando casas, edificios públicos, red eléctrica y telefónica, alcantarillado y el sistema vial.

El total de viviendas afectadas aguas arriba y aguas abajo fue de 716, de las cuales el 70% fueron completamente destruidas. En total 40 Km. de vías asfaltadas fueron dañados. Una evaluación preliminar de las pérdidas directas realizada por la Defensa Civil (Cruz, 1993) presenta los siguientes resultados:

Viviendas (716)	7.13
Sector Agropecuario (1,800 Ha.)	22.17
Tierras y activos	26.06
Empresas agroindustriales (15)	8.83
Infraestructura Vial, riego, ferrocarril, termoeléctrica, redes, etc.	73.56
Puentes (8)	2.56
Infraestructura educativa, obras comunales (Escuelas, coliseos, mercado, canchas, camal, estación agua potable, iglesias, etc.)	0.69
Otros daños	7.85
Total [en millones de dólares]	148.85

No se presentaron casos adicionales de mortalidad salvo los ocurridos durante el deslizamiento y no se declararon epidemias. La morbilidad en los campamentos se incrementó en lo referente a patología infantil y disturbios de tipo psíquico y emocional (Ochoa, 1993).

La magnitud del flujo erosionó las márgenes del río, y transportó 3.2 millones de m<sup>3</sup> de sedimentos al reservorio de Amaluza del Proyecto Paute (Jervez, 1993). El sedimento disminuyó en forma directa 1.5 años de vida útil del embalse Amaluza y volvió muy crítico el futuro del proyecto, ya que queda abundante material disponible a lo largo del curso del río.

El descenso rápido del agua en el embalse de La Josefina provocó algunos deslizamientos y dejó laderas en equilibrio precario. Al día siguiente de la rotura de la presa, se puso en marcha las turbinas de la central, las cuales a las pocas horas debieron ser apagadas por severos daños de desgaste a causa de la altísima concentración de sedimentos en las aguas turbinadas.

### **El lago remanente**

Después de la ruptura parcial de la presa natural quedó una laguna remanente de 40 m. de alto a la cota 2,322.4 m.s.n.m., con un volumen de 25 millones de m<sup>3</sup>. Esta situación había sido observada durante la simulación con los modelos físicos. Posteriormente se realizó la construcción de otro canal en la corona de la presa remanente que ha permitido bajar el nivel de las aguas en aproximadamente 7 m.

Se conoce que el agua del lago ha sido contaminada a causa de las descargas de aguas servidas de una población de más de 300 mil habitantes de las ciudades de Cuenca y Azogues y debido al derrame de 20,000 galones de bunker.

Según estudios realizados por Narváez (1993), el agua del embalse está contaminada por coliformes fecales y coliformes en concentraciones de 104 a 106. Este autor advierte en un futuro cercano la generación de condiciones anóxicas del lago a causa de la alta concentración de fósforo.

### **La reconstrucción**

#### **El Consejo de Programación de Obras de Emergencia-CPOE**

Después de la ruptura de la presa, el gobierno creó un organismo de reconstrucción denominado Consejo de Programación de Obras de Emergencia (CPOE). Este organismo ha planificado y contratado obras y estudios en los campos de la vialidad, salud, agricultura, riego e infraestructura educativa por un monto aproximado de 22 millones de dólares. En su plan de inversión ha destinado un rubro de 4 millones de dólares para créditos de vivienda y ha realizado gestiones para conseguir acuerdos ministeriales que permitan a los propietarios de terrenos agrícolas que fueron afectados por el desastre, aprovecharlos convenientemente (Serrano, 1994).

La inversión en vialidad está destinada a la construcción de nuevas carreteras, que forman un anillo vial alternativo al existente, al mejoramiento, mantenimiento y rectificación de varias vías alternas y a la restitución de puentes.

La inversión en salud comprende la construcción de sistemas de agua potable y alcantarillado, la ampliación de hospitales, programas de letrización, recolección y tratamiento de desechos sólidos y construcción de rellenos sanitarios.

En agricultura y riego se ha financiado la rehabilitación de 350 Ha. cultivables y la reconstrucción de los canales de riego. En el área de la educación se construyen y rehabilitan varias locales escolares.

Parte de la inversión ha sido destinada también a la construcción de otro canal en la presa remanente, varios muros de gabiones y estribos para puentes, edificios comunales y tendido de líneas eléctricas; así como a la rectificación del cauce del río.

La inversión en estudios comprende: levantamientos aerofotogramétrico, ingeniería de carreteras, peligros por deslizamientos, sistemas catastrales urbanos, calidad del agua, ordenamiento territorial, agua potable y alcantarillado, etc.

### **Reacciones, Respuestas y Propuestas**

Luego de la atención y solidaridad que concitó el desastre, ha cundido una sensación de abandono y desánimo en la población, principalmente por la lentitud de la reconstrucción. Se comenta que la región cuenta con el triste récord de encabezar el índice de pesimismo en el país (Diario *Hoy*, 10 de octubre de 1994).

Se reconoce que el apremio de respuestas inmediatas a los devastadores efectos del desastre provocó en los pobladores diversas actitudes. Unos, disuadidos por la oferta, prefirieron esperar la ayuda de los organismos de gobierno. Otros sensibilizados por el espíritu fraterno de los campamentos y las propuestas de solidaridad y trabajo común, fueron cautivados por la idea de modelar el futuro con sus propias manos. De estos últimos nació la iniciativa de formar un comité que se llamó "Paute construye" (Vásquez y Gonzales, 1994).

Por iniciativa de algunos líderes políticos y gobernantes locales, se han realizado varias Asambleas Populares con ánimo de demandar atención del gobierno nacional, incluso a través de la amenaza de paro. En todo caso, los reclamos parecen haber dado resultado, pues el gobierno ha asignado a partir de entonces mayores recursos y ha dado mayor agilidad a los trámites burocráticos y contrataciones.

El Consejo de Programación asegura haber recibido la cantidad de 20 millones de dólares por rendimiento de una ley que le provee fondos (Serrano, 1994).

Se reconoce que el desastre obliga a los pueblos del noreste azuayo a identificarse como una subregión con características propias, que debe obtener en la complementación, el intercambio, la cooperación mutua, una respuesta a la adversidad y una proyección futura. Para esto se plantea un desarrollo subregional descentralizado en base a ciertas condiciones necesarias en los campos: político, económico, histórico-cultural y autogestionario- organizativo, pues en la emergencia y en la reconstrucción se evidencia un centralismo y autoritarismo evidentes. En

este marco los consejos provinciales de la subregión han programado su primera sesión de trabajo con ocasión del primer aniversario del desastre (Vásquez y Gonzales, 1994).

### **La reconstrucción de la Esperanza**

La curia está a cargo de la solución de los problemas de la gente que perdió sus viviendas. Para ello está construyendo 419 casas y reconstruyendo 217 en 13 nuevos asentamientos, para lo cual previamente adquirió las tierras necesarias. Los fondos provienen de donaciones locales y extranjeras, así como de aportes gubernamentales con un total de casi 2 millones de dólares (Diario *Hoy*, 7 de enero de 1994).

La labor de la iglesia se orienta no sólo a la construcción física, sino también a lo que se ha dado en llamar "la reconstrucción de la Esperanza". Junto a varias fundaciones se está ejecutando un valioso trabajo de organización comunitaria, autogestionario y de desarrollo de tecnologías apropiadas en la construcción de las viviendas.

### **Reflexiones y lecciones**

- \* A pesar de haber sido advertido el peligro, ningún organismo hizo nada para evitarlo. Ello evidencia la falta de conciencia en el tema de la prevención de desastres.
- \* La causa del peligro fue la conjunción de fenómenos naturales (geológicos y meteorológicos) agudizados por intervención humana (explotación antitécnica de canteras). El desastre de La Josefina no fue un problema de la naturaleza; es más bien un ejemplo del desequilibrio en la relación del ser humano y la sociedad con la naturaleza.
- \* La estructura y organización para la atención del desastre evidenció debilidad. La hegemonía militar en el manejo de la emergencia creó conflicto de mando y fallas. Sin embargo, la presencia militar fue efectiva en la evacuación.
- \* La población afectada durante la crisis fue tratada como un objeto pasivo, como si los damnificados fueran "menores de edad" y no como sujeto responsable, capaz de apoyar en el propio proceso de atención y mitigación de los efectos del desastre.
- \* La construcción del canal de desagüe fue una medida acertada y efectiva para disminuir los daños aguas arriba y aguas abajo, dadas las condiciones de tiempo y recursos. De no haberse construido éste los daños habrían sido más catastróficos todavía.
- \* Las medidas de prevención para el proyecto Hidroeléctrico Paute fueron adecuadas y evitaron daños de importancia.
- \* Aunque existieron discrepancias en los resultados, los modelos matemáticos y, sobre todo, los modelos físicos fueron herramientas útiles para la predicción de la rotura de la presa y la conformación de escenarios con el fin de mitigar los efectos.
- \* El deslizamiento de La Josefina demostró la necesidad de ampliar la responsabilidad en la prevención, mitigación, preparación, atención y reconstrucción de los efectos de un desastre en

toda la comunidad y principalmente en las estructuras de poder local. Se demostró también la necesidad de prepararnos para convivir con los desastres.

\* La cooperación entre gobierno, sociedad, comunidad científica, ONGs, es la relación más conveniente para el manejo de desastres.

\* Durante la etapa de emergencia como de reconstrucción se ha evidenciado problemas de centralismo y autoritarismo en todos los niveles y en diferentes campos. La respuesta de la comunidad es la formación de una subregión con desarrollo descentralizado.

### **Bibliografía**

ACOSTA, T. Y J. SALAZAR, (1993) "Hipótesis sobre el origen del deslizamiento La Josefina y geomorfología del área de influencia." Ponencia presentada en el Coloquio Científico El Deslizamiento La Josefina, EPN, Quito, 21-23 de julio.

AGUILERA, E. Y M. ROMO (1993) "Deslizamiento La Josefina: Planificación y Decisiones para el manejo de la crisis." Ponencia presentada en el Coloquio Científico El Deslizamiento La Josefina, EPN, Quito, 21- 23 de julio.

BELTRÁN, G. (1993) "Deslizamiento en los ríos Paute y Jadán." Ponencia presentada en el Coloquio Científico El Deslizamiento de La Josefina, EPN, Quito, 21-23 de julio.

BORJA, R. (1993) *La Josefina ¿Por qué se vino el cerro abajo?* Centro para el Desarrollo Social, Quito.

CEPEDA, L. (1993) "Proyecto Hidroeléctrico Paute. Medidas de mitigación y situación del Proyecto." Ponencia presentada en el Coloquio Científico El Deslizamiento de La Josefina. EPN. Quito, 21-23 de Julio.

CISNEROS, F. Y L. GALARZA, (1993) "Deslizamiento La Josefina: Manejo técnico de la crisis antes y después del desfogue." Ponencia presentada en el Coloquio Científico El Deslizamiento de La Josefina, EPN, Quito, 21-23 de julio.

CRUZ, M. (1993) "Evaluación de daños. Defensa Civil." Ponencia presentada en el Coloquio Científico El Deslizamiento de La Josefina, EPN, Quito, 21-23 de julio.

CRUZ ROJA (1993) "Intervención, Ayudas y Experiencias." Ponencia presentada en el Coloquio Científico El Deslizamiento de La Josefina, EPN, Quito, 21-23 de julio.

DEPARTAMENTO DE ASUNTOS HUMANITARIOS (DHA), CUERPO SUIZO DE SOCORRO (CSS) (1993) *El Deslizamiento La Josefina en el Valle del Río Paute, Cuenca, Ecuador*. Berna, Suiza.

GALARZA, J. Y L. GALARZA (1993) *Más allá de las lágrimas. La Josefina...y después?* Ninacuru editores, Quito.

JAMES, M. Y OTROS (1993) *Informe de Resultados de los Modelos Matemáticos*.

JERVES, L. (1993) "Efecto del tránsito de la crecida por desbordamiento de La Josefina, en el embalse Amaluza." Ponencia presentada en el Coloquio Científico El Deslizamiento de La Josefina. EPN. Quito, 21-23 de Julio.

KLINKICHT, S. (1993) "La Catástrofe de La Josefina: El manejo de la información y la comunicación." Ponencia presentada en el Coloquio Científico El Deslizamiento de La Josefina. EPN. Quito, 21-23 de Julio.

LÓPEZ, R. (1993) *La tragedia del austro*. Ediciones Golondrina, Quito.

MARTÍNEZ, V. (1993) "Recepción y distribución de suministros de Naciones Unidas y Ayudas Internacionales. OPS-NUU. Proyecto SUMA." Ponencia presentada en el Coloquio Científico El Deslizamiento de La Josefina. EPN, Quito, 21-23 de julio.

- NARVÁEZ, C. (1993) "Diagnóstico Ambiental del deslave en el sitio La Josefina. Embalse de los ríos Cuenca, Burgay y Déleg." Ponencia presentada en el Coloquio Científico El Deslizamiento de La Josefina. EPN, Quito, 21-23 de julio.
- NATALA, L. (1993) *Reporte técnico de la misión italiana sobre simulación de erosión en la presa sector La Josefina Río Paute*. Quito.
- OCHOA, G. (1993) "Plan de emergencia de salud en la Provincia de Azuay." Ponencia presentada en el Coloquio Científico El Deslizamiento de La Josefina. EPN. Quito, 21-23 de julio.
- PENILLE, L. Y A. JÁCOME (1993) *Informe del Deslizamiento La Josefina Ciudad de Cuenca, Ecuador*.
- PLAZA, G. Y A. EGÜEZ (1993) Consideraciones Geológicas-Geotécnicas sobre el Deslizamiento La Josefina. Ponencia presentada en el Coloquio Científico El Deslizamiento de La Josefina. EPN, Quito, 21-23 de julio.
- RIVERO, J. Y L. MARÍN (1993) *Breve descripción del comportamiento del Modelo Hidráulico de la Presa La Josefina*. Guayaquil.
- SÁNCHEZ, J. E. (1993) "Construcción del Canal de Desfogue 'La Josefina'". Ponencia presentada en el Coloquio Científico El Deslizamiento de La Josefina. EPN, Quito, 21-23 de julio.
- SERRANO, A. (1994) Informe de Labores. Consejo de Programación de Obras de Emergencia de las cuencas del río Paute y sus afluentes. Inédito
- SEVILLA, J. (1993) El Deslizamiento "La Josefina". Consideraciones Geológicas. Coloquio Científico El Deslizamiento de La Josefina. EPN. Quito, 21-23 de Julio.
- TUSA, R. Y J. AMPUERO (1991) *Informe Técnico sobre la reubicación de las canteras del sector el Tual-La Josefina*. INEMIN, Quito.
- UZCÁTEGUI, G. (1993) Ministerio de Obras Públicas, *Informe El Deslizamiento La Josefina*. Quito.
- VALDOSPINOS, N. Y L. BASTIDAS (1993) "Modelación matemática del proceso de rotura del deslizamiento La Josefina." Ponencia presentada en el Coloquio Científico El Deslizamiento de La Josefina. EPN, Quito, 21-23 de julio.
- VASQUEZ, P. E I. GONZÁLEZ (1994) *Aspectos socio-económicos y humanos en la catástrofe*. Inédito.
- ZEVALLOS, O. (1993) "El deslizamiento La Josefina -Evaluación Hidráulica." Ponencia presentada en el Coloquio Científico El Deslizamiento de La Josefina, EPN, Quito, 21-23 de julio.
- ZEVALLOS, O. (1994) "Lecciones del Deslizamiento 'La Josefina', Ecuador." Ponencia presentada en la Conferencia Interamericana sobre reducción de los desastres naturales, experiencias nacionales. Memorias, Tomo I. Cartagena de Indias, Colombia.
- ZEVALLOS, O., L. BASTIDAS Y N. VALDOSPINOS (1993) *Estudio del Proceso de Rotura del Embalse La Josefina*. Escuela Politécnica Nacional-INECEL, Quito.