

A N E X O   F

INFORME SOBRE LAS PRESAS DE CONTROL DEL DESLIZAMIENTO DE LLANO GRANDE

C O N T E N I D O

	<u>Página</u>
1.-	
1.- INTRODUCCION	288
2.- PLAN PARA LA ESTABILIZACION DEL DESLIZAMIENTO DE LLANO GRANDE	290
3.- DETALLES DE LA CONSTRUCCION DE LAS PRESAS	291
3.1 Limpieza de Seguridad en los Taludes	291
3.2 Excavación Lateral	292
3.3 Excavación en el Fondo del Río	292
3.4 Colocación y Llenado de los Gaviones	294
3.5 Relleno Aguas Arriba de la Presa	297
3.6 Colocación de Concreto Sobre el Vertedero	297
4.- AVENIDA DEL 25 DE MAYO DE 1965	302
5.- AVENIDA DEL 26 DE MAYO DE 1965	307
6.- ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LAS PRESAS DURANTE LAS AVENIDAS DEL 25 Y 26 DE MAYO DE 1965.	309
7.- CONCLUSIONES	310

A N E X O F

INFORME SOBRE LAS PRESAS DE CONTROL DEL DESLIZAMIENTO DE LLANO GRANDE

1.- INTRODUCCION

Es conocida la situación de inestabilidad que se presentó en el cauce de la Cuenca Superior del Río Reventado, incluyendo sus tributarios - Río Retes y Quebrada Pavas, como una de las consecuencias indirectas de la precipitación de ceniza volcánica sobre la misma, durante el período de actividad explosiva del Volcán Irazú, de marzo de 1963 a marzo de 1965.

Al finalizar el año 1964, existían en la Cuenca Superior del Reventado dos áreas de inestabilidad perfectamente definidas, además de tramos importantes del cauce afectados por derrumbes localizados, conocidas como deslizamientos de Prusia (de 22 hectáreas de superficie) y deslizamiento de Retes (12 hectáreas de extensión). Además se manifestaba en forma incipiente el deslizamiento de Llano Grande, el cual, el 7 de octubre de ese mismo año, destruyó el puente de concreto del camino Llano Grande - Tierra Blanca (carretera nacional No. 6).

A partir de ese momento, el deslizamiento de Llano Grande se mostró muy activo, afectando, a enero de 1965, 41 hectáreas de terreno; su superficie superior a la de los deslizamientos de Prusia y Retes juntos. De acuerdo con el programa de trabajo contenido en el informe preliminar que sobre el problema del Río Reventado había entregado el I.C.E. al Gobierno en diciembre de 1964 (9), las obras de estabilización del

---

(9) Op. cit.

cauce, deberían iniciarse por el Río Retes, en el entendido que todas las presas de control de la cuenca superior estuvieron finalizadas antes del inicio de las lluvias del año 1965. Un programa de esta naturaleza demandaba fuertes erogaciones, y el gobierno no tenía disponibilidad de fondos para hacerle frente, lo cual fue conocido por el I.C.E., en forma oficial, el 5 de marzo de 1965.

Conocida por el I.C.E. esta falta de fondos y considerando:

- 1) Que el deslizamiento de Llano Grande era el que involucraba en esos momentos el mayor volumen de material inestable,
- 2) Que tal inestabilidad podría provocar el cierre temporal del río, con la consiguiente formación de un embalse, el cual al fallar podría constituir un peligro potencial para la ciudad de Cartago,
- 3) Que el tratamiento clásico para la estabilización de los cauces de los ríos exige que las presas de control se construyan de aguas abajo hacia aguas arriba, para evitar que el agua, desprovista en parte de su carga de material sólido por el efecto de las presas, tenga un mayor poder de transporte aguas abajo de las mismas.

Con base en las consideraciones anteriores, el I.C.E. recomendó al Gobierno la construcción de las seis presas de control en el deslizamiento de Llano Grande, a fin de aprovechar en la mejor forma los pocos fondos disponibles y la parte del período seco del año 1965, que aún restaba.

Esta recomendación se hizo en el entendido de que las presas de Llano Grande correrían cierto riesgo de ser destruidas, dada la magnitud del deslizamiento y las grandes avenidas del Río Reventado, cargadas de ma

terial sólido. Sin embargo se consideró que era preferible correrse ese riesgo, a permanecer inactivos ante el problema, por lo cual el plan fue llevado a la práctica por la Oficina de Defensa Civil, con los diseños y la inspección de la Oficina de Control de Ríos del I.C.E.

2.- PLAN PARA LA ESTABILIZACION DEL DESLIZAMIENTO DE LLANO GRANDE

El plan de estabilización del deslizamiento de Llano Grande, consistía en la construcción de seis presas de control de 6 metros de alto y la eliminación de cualquier agua superficial, que pudiera llegar a infiltrarse en el área inestable.

Las presas eran de gaviones, hechos de malla de alambre galvanizado No. 10 (A.W.G.), de aberturas romboicas de 6 cm. de diagonal, llenas de piedra obtenida del lugar. Tenían forma de triángulo rectángulo, con el cateto vertical constituyendo el paramento de aguas abajo, y la hipotenusa el de aguas arriba. Esta disposición evita que la presa sea destruida por las piedras que transportan las avenidas. Fueron diseñadas como muros de gravedad suponiendo que sobre ellas actuaba toda la presión hidrostática de la avenida de diseño con densidad 1.5 y la presión activa del suelo, calculada mediante la fórmula de Rankine.

Las presas estaban ubicadas de manera que si el río efectuaba un relleno con 6 por ciento de pendiente, la No. 6 protegería a la No. 5, la No. 4 a la No. 3 y la No. 3 a la No. 2. Debido a lo difícil de la topografía, a lo limitado de los recursos económicos y al poco tiempo disponible, no se planeó la protección de todas y cada una de las presas por medio del relleno creado por la presa de aguas abajo,

pues hubiera sido necesario haber construido ocho presas en vez de las seis. Los tramos que quedarían descubiertos por la construcción de só lo seis presas corresponden a tramos en roca, en los cuales el río des ciende con una alta pendiente.

Los sitios de presa escogidos, dentro de la difícil y cambiante topografía del deslizamiento, parecían reunir relativamente buenas condiciones, especialmente, ubicación, sección transversal y buena roca aflorando en la mayoría de los sitios. Debido a la falta de tiempo no fue posible realizar ningún estudio geológico o de suelos en los sitios escogidos, lo cual no sólo hubiera sido muy difícil por lo inaccesible de los sitios, sino también por lo peligroso para el personal, pues continuamente se producían desprendimientos de roca que hacían de mucho riesgo cualquier estudio dentro del cauce.

### 3.- DETALLES DE LA CONSTRUCCION DE LAS PRESAS

Las seis presas de Llano Grande se iniciaron a principios del mes de abril de 1965. Se le dio prioridad a la No. 6, la cual estaba situada unos 120 metros aguas abajo del deslizamiento y en una sección rocosa del río. Se trataba de construir todas las presas simultáneamente, pero en algunas hubo ciertos problemas de inestabilidad que atrasaron los trabajos, por ejemplo en la No. 3, en la cual los taludes se der rumbaban continuamente.

La secuencia seguida en la construcción fue la siguiente:

#### 3.1 Limpieza de Seguridad en los Taludes

Se trataba de eliminar cualquier material o piedra que pudiera afectar la seguridad del personal, y se extendía a unos 20 metros a cada lado de la línea de la presa.

### 3.2 Excavación Lateral

A mano, o por medio de dos Tractores D-6 en "tandem," unidos mediante un cable de acero (uno de los cuales servía de sostén al que cortaba casi verticalmente el talud), se removía el material suelto de la sección que ocuparía la presa. Luego a pico y pala se cavaban las gradas de empotramiento lateral, las cuales en casi ningún caso se construyeron a la profundidad solicitada en los planos. Esto puede atribuirse al temor de que las paredes se inestabilizaron más de lo que ya estaban y causaran serios problemas.

### 3.3 Excavación en el Fondo del Río

En los planos respectivos se indicaba 0.50 metros como mínimo empotramiento en el fondo rocoso, en el lado aguas abajo de la presa.

Sin embargo, cuando las excavaciones se iniciaron, se encontraron varios problemas, entre los cuales podemos citar:

- a) Falta de equipo y personal adecuados para la obra; posteriormente este problema fue solucionado.
- b) Que la roca estaba a una profundidad mayor que la esperada. - La roca afloraba en la mayoría de los sitios escogidos, pero el río había profundizado mucho en el centro del cauce, existiendo en el mismo material de arrastre: grandes piedras, cantos rodados, grava y arena.

El sitio de fundación de cada presa se limpió por medio de un tractor de carriles, generalmente un D-6, ayudado por un cargador de

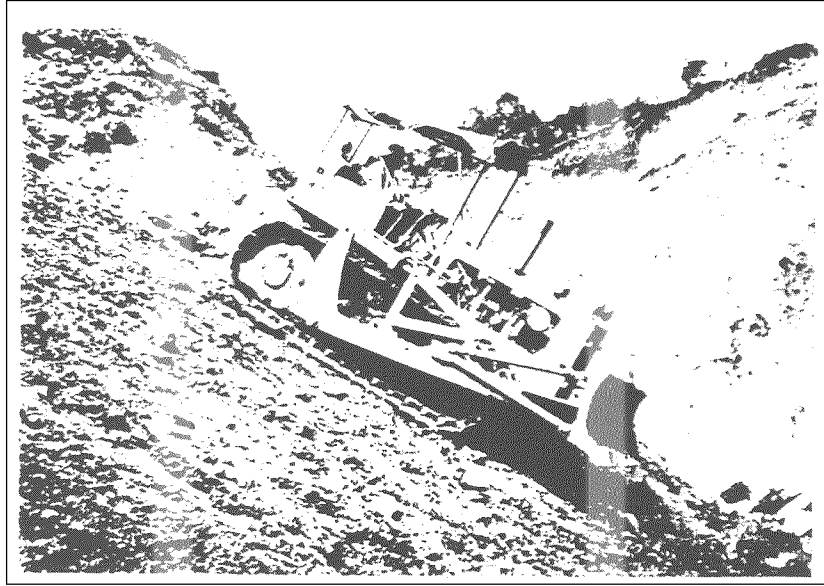


Foto No. F-1

Construcción presas de control en el deslizamiento de Llano Grande. Excavación lateral en la presa No. 3 usando dos tractores de oruga unidos en "Tandem". (Foto I.C.E. del 11 de mayo de 1965.)

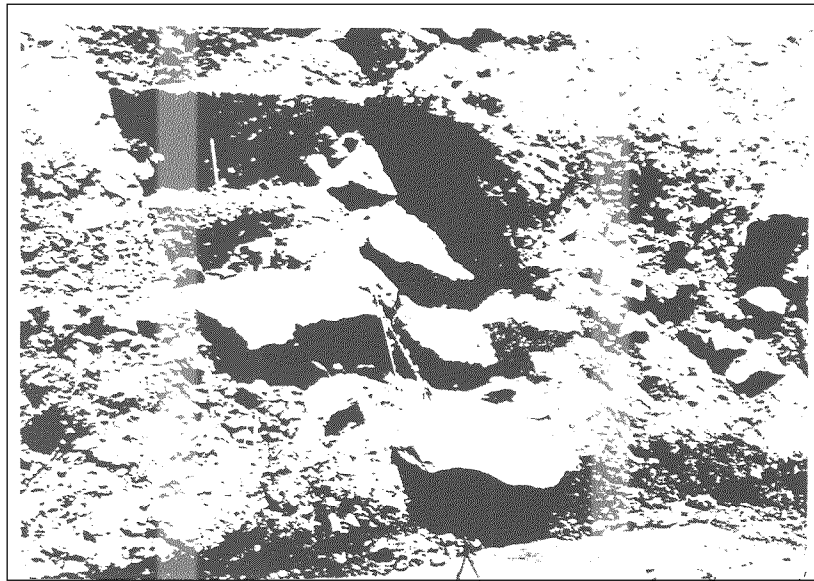


Foto No. F-2

Construcción de las presas de control en el deslizamiento de Llano Grande. Excavación del empotramiento lateral en presa No. 5. (Foto I.C.E. del 11 de abril de 1965.)



llantas de hule. Sólo en las presas No. 5 y No. 6 se hicieron voladuras de cierta importancia, para remover parte de la roca y formar la gaveta de fundación.

En las restantes presas, una vez efectuada la limpieza en la forma explicada, se aplicaba una capa de concreto, de profundidad variable, a fin de formar una superficie más o menos regular sobre la cual se colocaban los gaviones. El I.C.E. había aceptado que no se hiciera la gaveta en roca, siempre que se construyera un pie o soporte de concreto armado, en lugar del empotramiento rocoso, pero tal soporte no pudo llegar a construirse en ninguna de las presas. El mismo tenía por objeto evitar la erosión al pie de la presa, y constituir un factor adicional de seguridad contra deslizamiento.

#### 3.4 Colocación y Llenado de los Gaviones

A pesar de la falta de experiencia del personal en este tipo de trabajo, el armado y llenado de gaviones se hizo con mayor rapidez de la esperada. Se había estimado que cada metro cúbico de gavión demandaba 4 horas-hombre para el llenado, pero se estima que este tiempo se redujo a 3 horas, como promedio. Los principales problemas encontrados en esta labor fueron:

- a) Tendencia del personal a usar alambre inadecuado para amarras.
- b) Tendencia del personal a tirar la piedra, y no a acomodarla, lo que se traducía en gaviones deformados, o susceptibles de deformarse.
- c) Tendencia del personal a usar piedra de diámetro inferior a

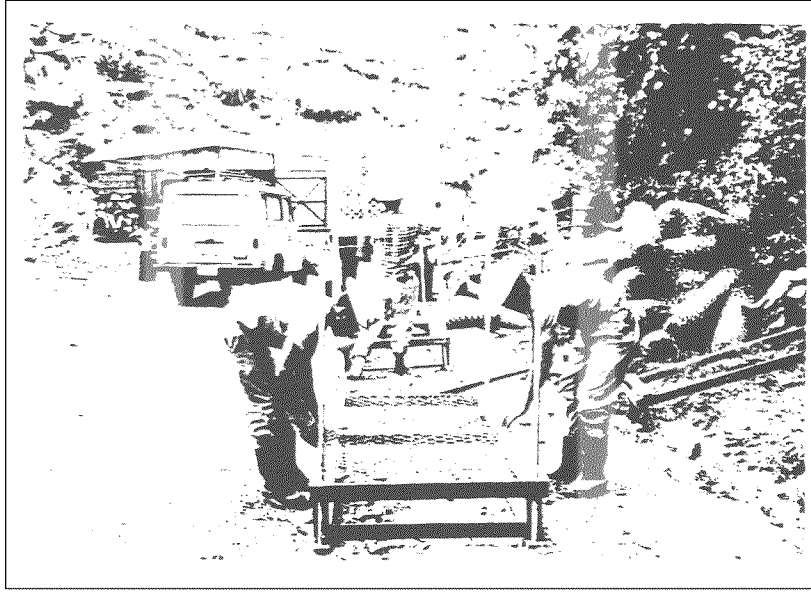


Foto No. F-3

Construcción de las presas de control en el deslizamiento de Llano Grande. Armado de los gaviones en el campo. Obsérvense los gaviones en tres etapas: 1.- a la derecha en rollo ( como venían de la fábrica de malla ); 2.- en primer plano, comenzando a armar el fondo, y 3.- atrás, sacando del molde un gavión terminado. ( Foto I.C.E. del 11 de mayo de 1965. )



Foto No. F-4

Construcción de las presas de control en el deslizamiento de Llano Grande. Colocación de los gaviones en la presa No. 4. Obsérvese el armado de los gaviones entre sí. ( Foto I.C.E. del 11 de mayo de 1965. )

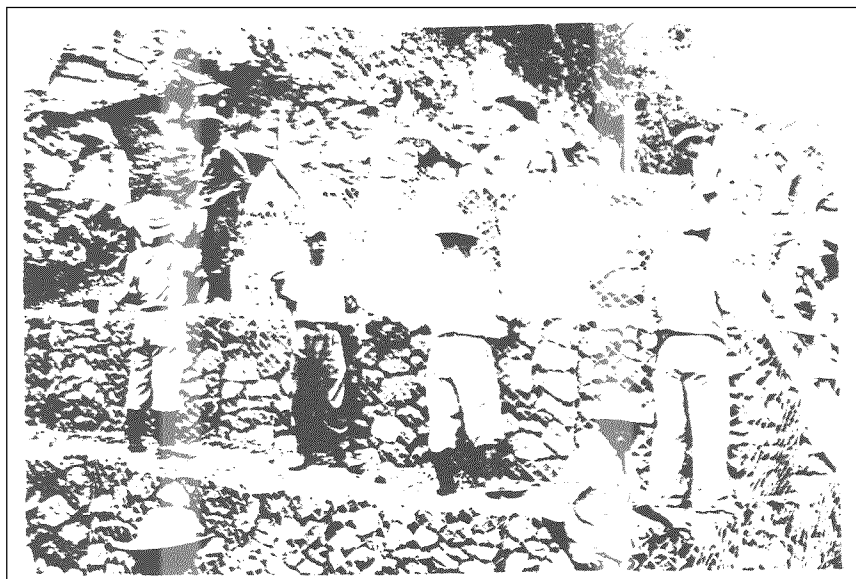


Foto No. F-5

*Construcción de las presas de control en el deslizamiento de Llano Grande. Llenado de los gaviones en presa No. 5. Obsérvense las cadenas de hombres para mover la piedra. (Foto I.C.E. del 16 de abril de 1965.)*



Foto No. F-6

*Construcción de las presas de control de Llano Grande. Preparación y transporte de la piedra para el llenado de los gaviones. Los transcavadores fueron muy útiles para acarrear la piedra en distancias medias, por dentro del cauce del río. (Foto I.C.E. del 11 de marzo de 1965.)*

las aberturas de la malla.

- d) Tendencia del personal a usar piedra de mala calidad (porosa, liviana, muy alterada y de poca resistencia a la compresión).
- e) Falta de capacidad de la industria nacional para suministrar la cantidad de gaviones a la velocidad requerida. Esto obligó usar ciertas técnicas para economizar gaviones, los cuales, sólo por la situación de carencia de malla, eran permisibles.

### 3.5 Relleno Aguas Arriba de la Presa

A pesar de que se indicó la necesidad de que el relleno se fuera haciendo conforme la presa se iba levantando, lo cierto es que en algunas presas este relleno se dejó para último y en la mayoría de las presas no se completó, sino que fue el mismo río el que se encargó de formarlo con limo, arena, grava y algunas piedras. Como se explicará más adelante esto no es recomendable, ya que durante las siguientes avenidas la turbulencia y velocidad del agua incorporan a la misma las partículas depositadas, anulando el efecto del relleno, el cual es, principalmente, absorber los impactos que pueden producir sobre el paramento de aguas arriba de la presa, las piedras y otros materiales pesados transportados por las avenidas.

### 3.6 Colocación de Concreto Sobre el Vertedero

En los planos se pedía de 5 a 10 cm. de concreto sobre la malla del vertedero y paredes laterales del mismo, colocado a presión mediante un equipo similar a la "Aliva".