

6.- PROGRAMA DE OBRAS Y PRESUPUESTOS

A continuación se presentan los programas y presupuestos respectivos, de los estudios y obras recomendado en el presente informe (Ver lámina 29).

6.1 Estudios

6.1.1 Evaluación Hidrológica de las Medidas

Es necesario mantener en la Cuenca Superior del Reventado un sistema que permita evaluar la efectividad de las diferentes obras y trabajos realizados para el restablecimiento del balance hidrológico. Este sistema debe incluir una densa red de estaciones medidoras de lluvia, principalmente del tipo de registro automático, y estaciones para la medición del caudal y la recolección de muestras de sedimento. Mientras las avenidas transporten altas concentraciones de sólidos, será necesario que los niveles sean leídos por observadores, los que también deberán obtener las muestras para el análisis de sedimentos. Una vez que el río comience a estabilizarse, se podrán instalar estaciones para el registro automático de niveles, en cada uno de los principales tributarios del Río Reventado.

Este programa de evaluación hidrológica de las medidas debe durar como mínimo, hasta que la Cuenca recobre su normalidad com

pleta lo cual se estima que no ocurrirá antes de 1969. De acuerdo con lo anterior se estima que el costo de estos estudios es como sigue:

Año 1965 (de setiembre a diciembre = 4 meses)

1) Mano de Obra

3	Inspectores de pluviómetros a \$ 300/mes	\$ 3,600	
	Instalación 4 estaciones medidoras de lluvia.		200
	Análisis datos	1,000	
	Leyes Sociales 30%		<u>1,140</u>
	Sub-Total		<u>\$ 5,940</u>

2) Equipo y Materiales

4	Pluviógrafos de registro mensual a \$ 1,600 c/u	6,400	
	Materiales para la instalación de 4 pluviógrafos		<u>200</u>
	Sub-Total		<u>6,600</u>

3) Otros Gastos

	Transporte: 2000 Km. \$ 0.75 =	1,500	
	Ingeniería y Administración 10% sobre \$ 14,040	1,404	
	Imprevistos 10% sobre 14,040		<u>1,404</u>
	Sub-Total		<u>4,308</u>
	<u>TOTAL AÑO 1965</u>		<u>\$16,848</u>

Año 1966

1) Mano de Obra

2	Inspectores a ¢ 400/mes	¢ 9,600
	Instalación 8 estaciones medidoras de lluvia y una pluviográfica	1,400
	Análisis de los datos: ¢ 400/mes	4,800
	Leyes Sociales: 30%	<u>4,700</u>
	Sub-Total	<u>¢ 20,500</u>

2) Equipo y Materiales

8	Pluviógrafos registro mensual a ¢ 1,600 c/u	12,800
1	Limnógrafo registro mensual	2,100
	Material instalación estaciones	<u>2,000</u>
	Sub-Total	<u>16,900</u>

3) Otros Gastos

	Transportes: 6000 Km. @ 0,75 Km. =	4,500
	Ingeniería y Administración 10% sobre ¢ 41,900	4,190
	Imprevistos 10% sobre ¢ 41,900	<u>4,190</u>
	Sub-Total	<u>12,880</u>
	<u>TOTAL AÑO 1966</u>	<u>¢ 50,280</u>

Año 1967

1) Mano de Obra

2	Inspectores a ¢ 400/mes	9,600
	Instalación estaciones pluviográficas Ríos Reventado y Retes	3,000
	Análisis de los datos: ¢ 400/mes	4,800
	Leyes Sociales: 30%	<u>5,200</u>
	Sub-Total	<u>¢ 22,600</u>

2) Equipo y Materiales

2 Limnigrafos de registro mensual a ¢ 2,100 c/u	=	¢ 4,200	
Materiales instalación estaciones		<u>4,000</u>	
Sub-Total			<u>¢ 8,200</u>

3) Otros Gastos

Transportes: 8000 Km. a ¢ 0,75 Km.	=	6,000	
Ingeniería y Administración 10% sobre ¢ 36,800		3,680	
Imprevistos 10% sobre ¢ 36,800		<u>3,680</u>	
Sub-Total			<u>13,360</u>
<u>TOTAL AÑO 1967</u>			<u>¢ 44,160</u>

Año 1968

1) Mano de Obra

2 Inspectores a ¢ 400/mes	=	9,600	
Mantenimiento estaciones	=	1,000	
Análisis de los datos: ¢ 400/mes	=	4,800	
Leyes Sociales 30%		<u>4,600</u>	
Sub-Total			20,000

2) Equipo y Materiales

Repuestos equipo		1,000	
Materiales reparación estaciones		<u>1,500</u>	
Sub-Total			<u>2,500</u>

3) Otros Gastos

Transportes: 4000 Kms. ¢ 0,75 Km.		3,000	
Ingeniería y Administración 10% sobre ¢ 25,500		2,550	
Imprevistos: 10% sobre ¢ 25,500		<u>2,550</u>	
Sub-Total			<u>8,100</u>
<u>TOTAL AÑO 1968</u>			<u>¢ 30,100</u>

Año 1969: Igual presupuesto que para el año 1968, o sea ¢ 30,100

6.1.2 Estudios Geológicos del deslizamiento de Llano Grande

Se considera que es necesario hacer un total de cuatro perforaciones geológicas en el deslizamiento de Llano Grande, a fin de descubrir el plano de falla y la forma del mismo, así como la importancia del agua subterránea en su lubricación. Como ya una de las perforaciones fue efectuada, se estima que para las tres restantes será necesario perforar un total de 140 metros a razón de ₡ 150/metro, con un costo total de ₡ 21,000. Puede ser necesario hacer algún levantamiento por el método de resistividad o sísmico, para lo cual es conveniente dejar una partida de ₡ 9,000 como mínimo. Por lo tanto será necesario invertir ₡ 30,000 en los estudios geológicos del deslizamiento de Llano Grande durante el año 1965. No se prevee ningún otro estudio de esta naturaleza en los años siguientes.

6.1.3 Medición del Movimiento en los Deslizamientos

Se considera necesario mantener un control, semanal durante la estación lluviosa y quincenal durante la estación seca, sobre la dirección y magnitud del movimiento, en cada una de las áreas inestables más importantes (Llano Grande, Prusia, Retes y Pavas I y Pavas II), por lo menos hasta finales del año 1966, o hasta que se haya alcanzado la estabilización de esos deslizamientos. Para esto, debe mantenerse una cuadrilla de topografía integrada por un topógrafo, un ayudante y dos peones. Operar esta cuadrilla costaría mensualmente:

1°) Mano de Obra

1	Topógrafo de ₡ 1,200/mes, 1/2 mes =	₡ 600	
1	Ayudante de topógrafo ₡ 600/mes, 1/2 mes =	300	
2	Peones ₡ 350/mes, 1/2 mes	350	
1	Calculista ₡ 500/mes, 1 mes	500	
	Leyes Sociales 30%	<u>1,750</u>	
	Sub-Total		<u>₡ 2,275</u>

2°) Materiales

₡ 50/mes 50

3°) Otros Gastos

	Transporte: alquiler 1 jeep por mes	1,500	
	Viáticos	<u>300</u>	
	Sub-Total		<u>1,800</u>
	Total Mensual		₡ 4,125

Anualmente el control topográfico costaría:
₡ 4,125 x 12 = ₡ 49,500

Para efectos de presupuesto se estima conveniente considerar este gasto hasta el año 1969 inclusive.

6.2 Construcción y Mejoramiento de Caminos de Acceso

Tanto para efectuar las obras para el restablecimiento del balance hidrológico, como para el mantenimiento y vigilancia de las mismas, se requiere contar con una red adecuada de caminos de acceso en toda la Cuenca Superior. Estos caminos luego serían básicos para la autoridad encargada de la administración y manejo de la cuenca, lo mismo que para la explotación turística del área, - si la misma llegara a convertirse en un parque nacional.

Se estima que es necesario mejorar alrededor de 25 Km. de caminos, los cuales deben quedar en condiciones de ser transitados durante todo el año, por lo que será necesario construir 100 metros de puente y 3,100 metros de alcantarilla. Entre los puentes el principal será el del ramal Reventado, a la altura de la Finca Prusia (Ver lámina 30).

El costo total de construcción y mejoramiento de caminos en la Cuenca Superior se estima en ¢ 2,374,500, de acuerdo con el siguiente detalle:

TABLA 6 1

CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DE LOS CAMINOS DE ACCESO

(Se estima una longitud de 25 Km. a desarrollar)

MOVIMIENTO DE TIERRA

Zona Baja:

125 Km.; 4,500 m³/Km. a ¢ 6/m³ = ¢ 27,000/Km. ¢ 337,500

Zona Quebrada:

12.5 Km.; 12,000 m³/Km. a ¢ 6,00/m³
= ¢ 72,000/Km. 900,000

Excavación para estructuras:

7,000 m³ ¢ 5,00/m³: 35,000

Sub-Total =

¢ 1,272,500

ALCANTARILLAS (Tubo de concreto)

Tubo de 18": 250 Alcantarillas, 2,500 m ¢ 50/m 125,000

Tubo de 24": 50 Alcantarillas, 300 m ¢ 75/m 22,500

Tubo de 36": 30 Alcantarillas, 300 m ¢ 100/m ¢ 30,000

(Continúa)

80 Bocas de acceso a ₡ 500 c/u	<u>₡ 40,000</u>
Sub-Total	<u>₡ 217,500</u>
<u>SUB-BASE</u> (espesor de 15 cm.)	
(Se necesitará en un 60% de los caminos)	
12,000 m ³ de lastre a ₡ 20/m ³	<u>240,000</u>
<u>PUENTES</u>	
100 metros a ₡ 2,000/metro	<u>200,000</u>
<u>CERCAS</u>	
25 Km. de cerca a ₡ 1,500/Km. (ambos lados)	<u>37,500</u>
<u>DERECHO DE VIA</u>	
37.5 Hectáreas a ₡ 300/Ha.	<u>11,250</u>
Sub-Total	1,978,750
Imprevistos: 10% sobre ₡ 1,978,750	197,875
INGENIERIA Y ADMINISTRACION: 10% sobre ₡ 1,978,750	<u>197,875</u>
GRAN TOTAL	<u>₡ 2,374,500</u>

De este total se estima que ₡ 200,000 se deben invertir entre setiembre y diciembre de 1965; ₡ 1,000,000 en el año 1966, ₡ 500,000 en el año 1967; - ₡ 500,000 en el año 1968 y ₡ 174,500 en el año 1969. Dentro de las obras a ejecutarse entre setiembre y diciembre 1965, se incluye la construcción del puente colgante de una sola vía sobre el ramal del Reventado, a la altura de la finca Prusia, obra que es imprescindible para garantizar la comunicación con la sub-cuenca de Retes y Puesto 10. Se recomienda solicitar al Ministerio de Transportes el suministro de planos que tenga preparados para puentes de luces similares.

6.3 Obras para el Control de Escurrimiento superficial

6.3.1 Zanjeo

De acuerdo con los planes actuales del Departamento de Ingeniería Rural del M.A.G. a setiembre de 1965, faltaban - por construirse 30 Km. de zanjas a contorno, incluyendo aquellas que serán usadas para el desvío de aguas hacia - cuencas vecinas.

Como cada kilómetro de excavación de zanjas cuesta cerca - de \$ 2,000 será necesario invertir en la construcción de los restantes 30 Km., la suma de \$ 60,000, entre setiembre de 1965 y marzo de 1966. En algunas áreas, cerca de la di - visoria de aguas, especialmente en el límite norte de la - Cuenca Superior, es factible el uso de tractores pequeños para construir canales de desvío hacia cuencas vecinas, con lo cual acelerarían notablemente los trabajos y se bajarían sus costos.

6.3.2 Mantenimiento de Zanjas

Como el agua y el viento depositan ceniza en las zanjas, - haciéndoles perder su efectividad, se hace necesario efectuar un mantenimiento de todo el sistema de zanjas y canales. Se considera que en el año normal, será necesario - limpiar por lo menos tres veces este sistema, por lo tanto, el mantenimiento anual costaría:

$$160 \text{ Km.} \times 3 \times \$ 500 \text{ c/Km.} = \$ 240,000/\text{año}$$

Este mantenimiento conviene mantenerlo hasta el año 1969

inclusive, o hasta cuando la vegetación se haya recobrado a tal grado, que la ceniza volcánica no sea puesta en movimiento por el agua de lluvia o el viento.

6.3.3 Siembra de Gramíneas

Este programa, que ha estado a cargo del Departamento de Ingeniería Rural del M.A.G., ha avanzado a tal extremo que al 20 de setiembre de 1965 sólo faltaban de sembrar 300 hectáreas. Se está sembrando avena, mielcilla y triguillo por medio de semillas y kikuyo por transplante de porciones o macoyas. De acuerdo con los datos del M.A.G., cada hectárea sembrada cuesta, incluyendo semillas y abonos, cerca de ₡ 450. Por lo tanto las 300 hectáreas que restan por sembrar requieren una inversión total de ₡ 450 x 300 = ₡ 135,000.

Se espera concluir este trabajo en el invierno del año 1965.

6.3.4 Reforestación

Se considera conveniente la siembra de árboles y arbustos en la Cuenca Superior del Río Reventado. Este programa está siendo estudiado, y será llevado a la práctica en forma cooperativa entre el I.T.C.O (Instituto de Tierras y Colonización) y el M.A.G.

De las 1,410 hectáreas de la Cuenca Superior, el plan original contemplaba dejar para bosque 941 hectáreas, 156 para semi-bosque y 410 para pastizales y cultivos controlados. Sin embargo, este informe recomienda la siembra de árboles únicamente dentro del área arriba de la cota 2600 metros, es decir, en la zona que se recomienda declarar -

reserva nacional (920 hectáreas, aproximadamente). Las restantes 490 hectáreas de la Cuenca Superior, se podrían dejar para pastizales y cultivos controlados.

Para llevar a cabo este programa se requieren alrededor de 1,800,000 arbolitos (sembrados cada 5 metros en promedio), cuya siembra, abonamiento y cuidado cuesta cerca de ₡ 2,340,000. Se considera que un programa tan extenso debe tomar de tres a cuatro años para su ejecución. De manera que si el mismo pudiera iniciarse en mayo de 1966, duraría hasta el año 1969, a un costo promedio anual de ₡ 710,000.

6.3.5 Construcción de Presas para el Control de la Erosión

El M.A.G., dentro de los programas de control del escurrimiento superficial, ha construido y deberá construir, una serie de pequeñas presas en los canales naturales y artificiales, para evitar que sean profundizados y destruidos por la erosión. Estas presas, hasta la hora, han sido hechas de estacas o troncos clavados en el suelo, detrás de los cuales se forma un pequeño relleno que estabiliza el canal aguas arriba de la presa. La altura de estas presas varía entre unos 0,15 metros y 1 metro. Se está considerando el uso de pequeños gaviones rellenos con material pétreo, de granulometría fina, los cuales se colocarían detrás de las presas para favorecer la sedimentación. En ciertos sitios pueden usarse también gaviones grandes de 1 x 1 x 2 metros, cuando no existan cerca,

troncos de árboles para la construcción de las presas. Siendo prácticamente imposible precisar el número de presas de estos tipos que aún quedan por construir, se estima que será necesario invertir un total de \$ 50,000 en la construcción de estas presas, de los cuales \$ 30,000 deberán gastarse entre setiembre y diciembre de 1965 y los \$ 20,000 restantes en el verano del año 1965.

6.4 Obras para la Estabilización de los Cauces

Para la estabilización de los cauces de los tributarios de la Cuenca Superior del Río Reventado, se propone la construcción de las 147 presas de gaviones de 300 metros de altura, siempre que se obtenga buen éxito con las cuatro primeras presas que deberán construirse, con fines experimentales, en la época seca del año 1966. Se calcula que en promedio cada una de estas presas con su contrapresa, cuesta alrededor de \$ 135,630, de acuerdo con el siguiente detalle:

TABLA 6-2

COSTO PROMEDIO DE UNA PRESA DE GAVIONES DE 3 METROS DE ALTURA

CON SU CONTRAPRESA

1) <u>Mano de Obra (Incluyendo Leyes Sociales)</u>	\$ 40,000
2) <u>Materiales</u>	
500 gaviones a \$ 90 c/u =	\$ 45,000
Dinamita	1,000
Madera	300
14 metros cúbicos de concreto a \$ 350/m ³	<u>5,000</u>
Sub-Total	\$ 51,300

(Continua)

3)	<u>Herramientas gastables</u>		
4)	<u>Uso de Equipo</u>		¢ 800
	1 Transcavador	¢ 5,000	
	1 Tractor D-4	3,300	
	1 Chapulín	3,000	
	1 Vagoneta	3,000	
	1 Compresor	1,000	
	2 Camiones	8,000	
	Otros Transportes	<u>1,500</u>	
	Sub-Total		<u>24,800</u>
5)	<u>Otros Gastos</u>		
	Alojamiento y comida del Personal Técnico	1,200	
	Medicinas	<u>200</u>	
	Sub-Total		<u>1,400</u>
	Administración e Ingeniería		5,000
	Imprevisto 10% sobre ¢ 123,300		<u>12,300</u>
	COSTO TOTAL		¢135,630

De acuerdo con lo anterior, caso de que las cuatro presas experimentales tuvieran buen resultado, sería necesario invertir ¢ 19,937,610, distribuidos así:

Año 1966	: 4 x ¢ 135,630	¢ 542,520
Año 1967	: 60 x 135,630	8,137,800
Año 1968	: 60 x 135,630	8,137,800
Año 1969	: 23 x 135,630	<u>3,119,490</u>
TOTAL		¢ 19,937,610

No se incluye en este costo ningún cargo para construcción ni mantenimiento de caminos, pues los que se usaron en la construcción pertenecerán a la red general de caminos de acceso, cuyo costo se analiza por aparte.

6.5 Obras para la Estabilización de Deslizamientos

6.5.1 Control de Agua Superficial y Sellado de Grietas

Con el objeto de evitar que el agua de escorrentía superficial se infiltre en las masas inestables de los deslizamientos activos, se recomienda la construcción de obras adecuadas para encauzarla y alejarle de las áreas inestabilizadas. El sellado de las grietas también tiende a impedir que el agua de la lluvia consiga penetrar hasta el plano de falla, lubricándolo y aumentando la presión hidrostática. Este trabajo obliga a mantener cuadrillas de mantenimiento en la Cuenca Superior del Reventado, durante todo el año, pero especialmente durante la estación lluviosa. De acuerdo con la experiencia obtenida hasta la fecha, estas cuadrillas cuestan mensualmente \$ 50,000; incluyen cerca de 88 personas, bajo la dirección de un Ingeniero Civil (medio tiempo): 2 maestros de obra, 3 capataces, 3 operarios, 6 ayudantes de operario, 65 peones y 8 personas más entre cocineros, choferes y empleados administrativos. Como estos datos pertenecen a los costos obtenidos durante una época relativamente poco lluviosa, se considera conveniente aumentar el costo mensual por lo menos a \$ 65,000, para cubrir la mayor labor a desarrollar durante la época más lluviosa. El costo anual de este programa sería de \$ 780,000 y deberá

mantenerse hasta que los deslizamientos se estabilicen a tal grado que no representen ningún peligro; para efectos de presupuesto se consideró que será necesario llegar al año 1969 con este programa.

6.5.2 Movimiento de Tierra en el Deslizamiento de Retes

De acuerdo con cálculos de estabilidad realizados para el deslizamiento de Retes, se encontró que efectuando un movimiento de tierra, de magnitud razonable en la cabeza de este deslizamiento, era posible incrementar favorablemente la estabilidad del mismo.

Usando la topografía disponible según levantamiento de octubre de 1964, se estima a "grosso modo" que el volumen a remover es del orden de los 160,000 m³. Considerando un máximo de acarreo de 1 Kilómetro, el precio normal de remoción sería de \$ 7,00/m³, aproximadamente. De donde el costo total del movimiento de tierra estaría alrededor de \$ 1,120,000.

Se estima que tres tractores de orugas de tamaño igual o superior al D-7 (o su equivalente), podrán efectuar este movimiento en tres meses. El costo y tiempo de construcción indicados, consideran que los trabajos se llevarán a cabo en la época seca del año 1966. Es conveniente considerar la posibilidad de no tener que acarrear el material excavado, lo que bajaría considerablemente el precio unitario, siempre que el material pueda disponerse sin peligro de que cause algún problema secundario aguas abajo, o

contribuya a crear nuevas zonas inestables.

6.5.3 Otras Obras

Hasta la fecha de escribir este informe, no se ha encontrado ningún método directo de estabilización de los deslizamientos, a no ser mediante la construcción de presas de control dentro del mismo cauce inestable. Estas presas podrán ser una serie de pequeñas presas, o una sola de mayor envergadura al final del deslizamiento. Sin embargo, se considera que la construcción de cualquier tipo de presa, en o al final de las grandes áreas inestables (Llano Grande, Prusia, y Retes), debe dejarse para cuando la Cuenca Superior haya recobrado a cierto grado el balance hidrológico y en consecuencia los caudales de las avenidas, y por ende los materiales transportados, sean menores. Dada la complejidad del problema de los deslizamientos, se considera conveniente dejar una reserva de \$ 1,000,000 por año, a partir de 1966 y hasta 1969, para hacer frente a cualquier obra que pudiera llegar eventualmente a necesitarse para estabilizar los mismos.

6.6 Manejo de la Cuenca

Se considera estrictamente necesario establecer una autoridad sobre la Cuenca Superior, cuyas funciones básicamente serían:

- 1) Velar por el mantenimiento de todas las obras y cultivos hechos en la Cuenca Superior.
- 2) Velar por el acatamiento estricto de las normas que se lleguen a dictar sobre el uso de la tierra en la Cuenca Superior.

- 3) Velar por la recolección de los datos hidrológicos básicos - para el análisis del comportamiento de la cuenca, conforme - el proceso regenerativo avance y se ensayen diferentes coberturas vegetales.
- 4) Representar la autoridad del estado, y ejercer la vigilancia típica sobre el área de la Cuenca Superior que se llegue a - declarar Reserva o Parque Nacional.
- 5) Dirigir y administrar los programas de reforestación de la - Cuenca Superior.

Esta organización, deberá depender de la Comisión Ejecutiva del Irazú, o en su defecto, de alguna institución u organismo del Estado, tal como el ITCO o el Ministerio de Agricultura.

Se considera que es necesario contar con el siguiente presupuesto:

1) Jefe o Administrador General		₡ 3,000/mes
2) Ingeniero Agrónomo		2,300/mes
3) Secretaria		750/mes
4) Planillero		600/mes
5) Maestros de Obras: 2 x ₡ 800	=	1,600/mes
6) 3 Operarios (albañiles-Carpinteros): 3 x ₡ 600	=	1,800/mes
7) 12 Peones misceláneos: 12 x ₡ 350	=	4,200/mes
8) 4 Inspectores o guardabosques: 4 x ₡ 450	=	1,800/mes
9) 2 Choferes: 2 x ₡ 500	=	1,000/mes
Total Mensual		₡17,050
Sub-Total anual ₡ 17,050 x 12	=	204,600
Leyes Sociales 30% sobre ₡ 204,600	=	<u>61,800</u>
Sub-Total Anual	=	<u>₡ 266,400</u>

(Continua)

(Continuación)

Materiales

1) Mantenimiento siembras		
Semillas, árboles, alambre de púas Herramientas, etc.	¢ 25,000	
2) <u>Mantenimiento de Presas</u>		
Gaviones, Cemento, Piedra, Varillas, etc.	<u>125,000</u>	
Sub-Total		<u>¢ 150,000</u>
<u>Otros Gastos</u>		
1) Operación 2 vehículos tipo "Jeep" a ¢ 2,000/mes	4,000	
2) Alquiler bestias	500	
3) Viáticos 10 personas a ¢ 12/día/persona 10 x 12 x 25 =	3,000	
4) Alquiler Oficinas	<u>700</u>	
Sub-Total mensual	8,200	
Sub-Total Anual = 8,200 x 12		<u>98,400</u>
Imprevistos: 10% sobre 514,800		<u>51,480</u>
TOTAL ANUAL MANEJO DE LA CUENCA		<u>¢ 566,280</u>

6.7 Obras Defensivas de Cartago

Será necesario mantener una vigilancia y mantenimiento cuidadosos de las obras defensivas de la ciudad de Cartago, especialmente - mientras se llega al restablecimiento hidrológico de la Cuenca Superior. Estimar en forma precisa el costo de este mantenimiento, que incluye la remoción del material del cauce y zona de sedimentación y su transporte a los diques u otras áreas es imposible, - pues no se puede predecir ni el número ni la intensidad de las - tormentas que ocurrirán en los años venideros, ni el grado de re-

COSTO DE MANTENIMIENTO DE DIQUES Y CANALES EN LA CUENCA BAJA DEL RIO REVENTADO

PARA EL PERIODO SETIEMBRE 1965 - DICIEMBRE 1969

Período	Estación (a)	Volumen día-rio removido (b) (m ³)	Costo Unitario (c) \$/m ³	Costo Diario (\$) (d)	Costo por Estación (\$) (e)	Costo canalización del cauce (\$) (f)	Costo const.y mantenimiento de diques (\$) (g)	Costo Total Anual (\$) (h)
Set.-Dic. 1965	Lluviosa	3,000	10	30,000	4,680,000	2,808,000	1,872,000	4,680,000
Año 1966	Seca	1,600	10	16,000	1,920,000	1,152,000	768,000	6,912,000
	Lluviosa	2,400	10	24,000	4,992,000	2,995,200	1,996,800	
Año 1967	Seca	1,220	10	12,800	1,536,000	921,600	614,400	5,529,600
	Lluviosa	1,920	10	19,200	3,993,600	2,396,160	1,597,440	
Año 1968	Seca	1,025	10	10,250	1,230,000	738,000	492,000	4,422,800
	Lluviosa	1,535	10	15,350	3,192,800	1,915,680	1,277,120	
Año 1969	Seca	820	10	8,200	984,000	590,400	393,600	3,538,240
	Lluviosa	1,228	10	12,280	2,554,240	1,532,544	1,021,696	
TOTALES						15,049,584	10,033,056	25,082,640

a) Estación seca: 2 meses de 26 días = 200 dfa
Estación lluviosa: 4 meses de 30 días = 120 días

b) Volumen de movimiento de materiales en la estación seca de 1965 = 2,000 m³/día
Volumen de movimiento de materiales en la estación lluviosa de 1965 = 33,000 m³/día
Se supone de aquí en adelante una disminución anual del 20% en el transporte de materiales por el Río Reventado.

c) Se usó un valor promedio del costo del equipo alquilado y propio

d) Se supone que los costos anuales se distribuyen en limpieza del cauce y mantenimiento de diques en la siguiente forma:

AÑO	CAUCE	DIQUES
1965	60%	40%
1966	60%	40%
1967	65%	35%
1968	70%	30%
1969	70%	30%

e) Datos suministrados por la Oficina de Defensa Civil el 8-9-65.

cuperación que posea la cuenca al presentarse esas tormentas. Las estimaciones de costo que se incluyen en Tabla 6-3, suministradas por ingenieros de la Oficina de Defensa Civil, consideraron que el transporte anual de materiales por el río, disminuye a razón de un 20 por ciento debido a la recuperación paulatina de la Cuenca Superior.

6.3 Resumen de Costos

Del cuadro resumen que se incluye en Tabla 6-4, se han obtenido los siguientes totales anuales de gastos en los estudios y obras del Río Reventado.

<u>Año 1965</u> (setiembre a diciembre)	₡ 5,588,348
<u>Año 1966</u>	13,010,580
<u>Año 1967</u>	17,557,340
<u>Año 1968</u>	16,436,480
<u>Año 1969</u>	<u>10,208,110</u>
TOTAL	₡ 62,800,858

Los costos indicados no incluyen la dirección y administración central del proyecto (Jefatura de Oficina de Defensa Civil, o Junta Directiva de la Comisión Ejecutiva del Irazú), ni el sistema de alertas (Oficina de Comando, personal destacado en los puestos y el Servicio Meteorológico Nacional). Tampoco incluye una estimación del posible costo de las 920 hectáreas del terreno que se recomienda dejar como reserva nacional, arriba de la elevación 2600 m.s.m.n.

RESUMEN DE PRESUPUESTOS DE ESTUDIOS Y OBRAS DEL RIO REVENTA
PERIODO: SEPTIEMBRE DE 1965-DICIEMBRE DE 1969

DESCRIPCION	1 9 6 5	1 9 6 6	1 9 6 7	1 9 6 8	1 9 6 9	Total
1) ESTUDIOS						
a) Evaluación Hidrológica de las medidas	\$ 18,043	\$ 50,200	\$ 44,160	\$ 30,100	\$ 30,100	\$ 171,488
b) Geología del Deslizamiento de Llano Grande	30,000					30,000
c) Medición del Movimiento en los deslizamientos	18,500	49,500	49,500	49,500	49,500	214,000
SUB-TOTAL	83,340	99,700	93,660	72,600	79,600	415,988
2) CONSTRUCCION Y MANTENIMIENTO CAMINOS DE ACCESO						
	200,000	1,000,000	300,000	900,000	174,800	2,374,500
3) OBRAS PARA EL CONTROL DE ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL						
a) Zanjco (inclusive desvío a cuencas vecinas).	40,000	20,000				60,000
b) Mantenimiento de zanjas	65,000	240,000	240,000	240,000	240,000	1,025,000
c) Siembra de gramíneas	150,000					150,000
d) Siembra de árboles		710,000	710,000	710,000	710,000	2,840,000
e) Construcción presas para control de erosión	30,000	20,000				50,000
SUB-TOTAL	285,000	980,000	950,000	950,000	950,000	4,125,000
4) OBRAS ESTABILIZACION DE LOS CAUCES						
a) Construcción de 4 presas experimentales a \$ 135,630 c/u		542,520				542,520
b) Construcción de 143 presas a razón de 60 presas por verano (a)			8,137,800	8,137,800	3,119,490	19,395,090
SUB-TOTAL		542,520	8,137,800	8,137,800	3,119,490	19,937,610
5) OBRAS ESTABILIZACION DE LOS DESLIZAMIENTOS						
a) Control de agua superficial y sellado de grietas	260,000	710,000	710,000	700,000	780,000	3,360,000
b) Movimiento de tierra en deslizamiento de Retes		1,120,000				1,120,000
c) Otras Obras		1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	4,000,000
SUB-TOTAL	260,000	2,830,000	1,710,000	1,700,000	1,780,000	8,500,000
6) MANEJO DE LA CUENCA						
	100,000	566,200	510,200	566,280	566,280	2,365,120
7) OBRAS DEFENSIVAS DE LA CIUDAD DE CARTAGO						
a) Canalización	2,000,000	4,147,200	3,317,760	2,653,680	2,122,844	15,049,564
b) Ampliación y Mantenimiento de diques	1,872,000	2,784,000	2,211,740	1,769,120	1,415,295	10,033,056
SUB-TOTAL	4,680,000	6,931,200	5,529,500	4,422,800	3,538,140	21,082,640
TOTAL	5,508,340	13,010,500	17,557,340	6,436,400	10,204,130	62,800,853 (b)

Note: a) Estas presas se construirán si las cuatro presas experimentales ya tienen buen éxito
 b) No incluye el posible costo de los terrenos de la Cuenca Superior que se recomendará delimitar por el respectivo nacional (C. O. H. S.) ni la administración central del proyecto (Oficina de Defensa Civil, Directiva Comisión Ejecutiva de Inozu, Comando, etc.)

LISTA DE REFERENCIAS

- 1) Ministerio de Economía y Hacienda: Atlas Estadístico de Costa Rica: (Dirección General de Estadística y Censos, San José, Costa Rica: - 1953) Página 34.
- 2) Lara Tomás, Dr. Manrique, Ingeniero Consultor: Quince Informes al - Ing. Carlos Ulate R., Jefe de la División de Desarrollo del I.C.E. en relación con los Estudios de Suelos de la Cuenca del Río Reventado, (25 de mayo de 1965 -19 de agosto de 1965).
- 3) U.S. Bureau of Reclamation: Design of Small Dams (Washington D.C.:U.S. Government Printing Office, first edition, 1960).
- 4) Malavassi V., Ing. Enrique: Informe Sobre la Geología de Retes y - Quebrada Pavas en la zona Norte de Llano Grande (San José, Costa Rica: Informe al Dr. César Dóndoli B., Jefe del Depto. de Geología, - Minas y Petróleo del M.I., 7 de mayo de 1964).
- 5) Malavassi V., Ing. Enrique y otros: Reporte Preliminar Sobre la Geología de la Cuenca del Río Reventado, Cartago. (San José, Costa Rica: Informe al Dr. César Dóndoli B., Jefe del Depto. de Geología Minas y Petróleo del M.I.,18 de abril de 1964).
- 6) Fernández C., Ing. Mario: Informe Sobre Inspección Realizada a Algunas Secciones del Cauce Superior del Río Reventado y al Area del - Curso Bajo de Dicho Río, Afectadas por Inundación de Lodo la Noche del 9 de diciembre de 1963, en la Zona de Taras. (San José, Costa Rica: Informe al Dr. César Dóndoli B., Jefe del Depto. de Geología, Minas y Petróleo del M.I.,13 de enero de 1964).
- 7) Waldron, Howard H: Preliminary Report on Some Engineering Geologic Problems Associate With The Irazu Volcano. (San José, Costa Rica: - Informe mimeografiado al Jefe de la Misión de U.S.A.I.D y al Jefe - de la Oficina de Planificación, julio de 1964).
- 8) Land Slides and Engineering Practice (Washington D.C.: National - Academy of Sciences, Highway Research Board, Publication 549, 1959).
- 9) Solución al Problema del Río Reventado-Informe Preliminar (San José Costa Rica: Instituto Costarricense de Electricidad, mimeógrafo, diciembre de 1964).
- 10) Montes de Oca A, Ing. José F: Informe al Ing. Arturo Zúñiga O., Jefe de Ingeniería de Campo de la Oficina de Defensa Civil, relativo a obras ejecutadas en el área de Cartago entre febrero de 1964 y junio de 1965, (San José, Costa Rica, 16 de julio de 1965).
- 11) Lizano P., Ing. Fernando, Jefe del Depto. de Ingeniería Rural del - M.A.G. Comunicación escrita al Ingeniero Manuel Corrales V., Jefe de la Oficina de Control de Ríos del I.C.E., informando sobre los trabajos de control de escurrimiento y restauración de la vegetación en - la Cuenca Superior del Río Reventado. (San José, Costa Rica 10 de mayo de 1965).

- 12) Lizano P. Ing. Fernando, Jefe del Depto. de Ingeniería Rural M.A.G. Informe al Ing. Arturo Zúñiga O, Jefe de Ingeniería de Campo de la Oficina de Defensa Civil, informando sobre avance realizado en las obras de Control de escurrimiento superficial hasta el 30 de junio de 1965 (San José, 12 de julio de 1965).
- 13) Informe de la Casa Maccaferri de Bolonia, Italia, relativo al problema del Río Reventado, contenido en nota del 12 de junio de 1965, enviada a la Caribbean Export & Import Co. de San José, Costa Rica.
- 14) Preliminary Engineering Report For Cartago Flood Control Project, Cartago, Costa Rica. (Jacksonville, Florida, U.S.A.: Reynolds, - Smith and Hills, reporte preparado para la USAID, Costa Rica, Agosto de 1964).
- 15) Harris, Robert V., Current Status Of The Irazu Emergency Remedial Programme and Recommend Treatment of Soil Problems (San José, Costa Rica: Informe mimeografiado por el I.C.E. para la Oficina de Operaciones de Asistencia Técnica de las Naciones Unidas, noviembre de 1964).
- 16) Meléndez Ch., Lic. Carlos.: La ciudad del Lodo. (Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica: Departamento de Publicaciones de la Universidad de Costa Rica, Serie Historia y Geografía No. 5, 1962).
- 17) "Miguel Salguero": Lluvia de Ceniza Durante Varios Años, a partir de 1917. (San José, Costa Rica: Periódico "La Nación", 11 de agosto de 1963).
- 18) Corrales V., Ing. Manuel F. y Rodríguez M., Ing. Agustín: Causas de la Creciente del 10 de diciembre de 1963 del Río Reventado. (San José, Costa Rica: Periódico "La Nación", 17 de diciembre de 1963).
- 19) Salazar Cubero, Jorge, Comandante de Plaza de Cartago: Informe al Ing. Manuel F. Corrales V., Jefe de la Oficina de Control de Ríos del I.C.E., sobre las crecientes del Río Reventado (Cartago, Costa Rica, 19 de octubre de 1964).
- 20) González Víquez, Lic. Cleto: Temblores, Terremotos, Inundaciones y Erupciones Volcánicas en Costa Rica. (San José de Costa Rica: Tipografía de Avelino Alsina, 1910).
- 21) Pittier, H.: Observaciones y Exploraciones Efectuadas en el Año 1888. (San José, Costa Rica: Tipografía Nacional, 1889).
- 22) Oficina de Defensa Civil, Gobierno de Costa Rica: Programa de Mantenimiento y Mejoras en el Distrito de Conservación del Irazú. (San José, Costa Rica, octubre de 1964).
- 23) Murata, K.J.: Project For Scientific Studies of Irazu Volcano (San José, Costa Rica: U.S.A.I.D. Informe mimeografiado, 20 de octubre de 1964).

- 24) Shepard, Francis P. (ed.): Sub-marine Geology (New York: Harper & Row, Second Edition, 1963). Cap. Sedimentación.
- 25) Murillo M. Ing. Miguel A., y Montes de Oca, Ing. José F.: Informe al Ing. Arturo Zúñiga O., Jefe Ingeniería de Campo de la Oficina de Defensa Civil, Sobre el Comportamiento de las presas de Llano Grande, durante las avenidas de mayo de 1965, (San José, Costa Rica, 14 de junio de 1965).