

**I TALLER LATINOAMERICANO REDUCCION DE LOS EFECTOS DE LOS DESASTRES  
NATURALES EN LA INFRAESTRUCTURA ENERGETICA**

**DAÑOS OCURRIDOS EN LA CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDERAS POR LA AVALANCHA EN LA  
QUEBRADA LA ARENOSA**

**Ing. Germán Colonia García  
ISAGEN S. A. FAX (91) 282-8763**

**I. INTRODUCCION**

En la zona central de los Andes Colombianos, se han presentado en los últimos años cinco (5) eventos climáticos excepcionales consistentes en precipitaciones de alta intensidad originadas en celdas de tipo convectivo concentradas en pequeñas áreas, ocasionando crecientes torrenciales de tipo avalancha, causando pérdidas de vidas humanas, graves daños ecológicos y pérdidas materiales y económicas

Uno de estos eventos es el relacionado con la fuerte precipitación ocurrida en la noche del 21 al 22 de septiembre de 1990 que ocasionó en la cuenca de la quebrada la Arenosa una creciente torrencial de tipo avalancha, acompañada de procesos erosivos acelerados, la cual causó serios daños a la cuenca, viviendas, cultivos y la destrucción casi total de la Central Hidroeléctrica de Calderas.

En este informe se presentan datos característicos de la cuenca La Arenosa, de la Central Hidroeléctrica de Calderas, así como los daños ocasionados por la avalancha. Finalmente un resumen de costos de reparación y efectos en la producción energética.

**II. CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDERAS**

**Localización**

La zona de la Central se encuentra en la estribación oriental de la cordillera central entre los 2200 y 1100 msnm, en inmediaciones de la carretera que de Medellín conduce a San Carlos y a una distancia de 100 km. aproximadamente de la ciudad de Medellín (ver fig. 1).

**Descripción general de las obras**

La central capta las aguas del río Tafetanes y se desvían por un túnel a la Quebrada Los Medios afluente del río Calderas. Los caudales conjuntos del Tafetanes y del Calderas se desvían a su vez hacia el río San Carlos afluente del río Guatapé, a través de una presa de gravedad y un túnel de 3287 m.

La desviación del río Tafetanes consta de: Una presa de concreto con un volumen aproximado de 7500 m<sup>3</sup>, con azud central y módulos de cierre lateral. Una captación lateral comunicada con el túnel de presión mediante un pozo vertical de 53 m. de profundidad. Un túnel de presión con una longitud de 1208 m con revestimiento solamente en las zonas en las cuales es necesario por razones geológicas (zonas de falla o baja cobertura) y con una sección mínima de construcción. Una tubería de presión metálica de 240 m. de longitud colocada dentro del túnel en su extremo final, y por último un pozo dissipador de energía donde una válvula de cono fijo tipo "Howell bungler" descarga las aguas a la quebrada Los Medios, tributaria del río Calderas

La desviación del río Calderas consta de(ver fig.2): Una presa de gravedad en concreto sobre este río, con un volumen de 30.000 m<sup>3</sup> de concreto y 25 metros de altura en su parte más profunda. Un conducto de desviación que a su vez sirve de canal de purga para evacuar los sedimentos del embalse, una captación de aducción frontal comunicada con el túnel de presión mediante un pozo vertical de 56 m de profundidad, un túnel de presión con una longitud de 2730 m de 5.6 m<sup>2</sup> de sección y revestido en las zonas de falla o en los sitios de baja cobertura lateral, un pozo de presión vertical de 79 m de profundidad el cual empata por medio de un túnel horizontal de 112 m de

longitud con un túnel blindado de 424 m de longitud. Aguas abajo del portal del túnel blindado la conducción continúa con una tubería expuesta de 13 m de longitud la cual se bifurca en ramales que conectan con las válvulas esféricas.

La casa de máquinas es superficial y alberga dos (2) unidades con una capacidad instalada de 21.1 MW. Por último, un canal de descarga revestido en concreto que vierte las aguas desviadas a la quebrada La Arenosa tributaria del río San Carlos que a su vez es tributario del río Guatapé Equipos principales.

La casa de máquinas cuenta con dos turbinas tipo "Pelton" de eje vertical, con una potencia nominal de 11.3 MW para un salto neto de 152.5 m y una velocidad de rotación de 240 r / min. El caracol, en lámina de acero, tiene un diámetro de 1.4 m a la entrada. Como elemento de cierre se tiene una válvula esférica.

Los dos (2) generadores son trifásicos, sincrónicos, de eje vertical, con sistema de excitación estático, capacidad nominal de 11.5 MVA cada uno, voltaje nominal de 13.8 kV, velocidad sincrónica 240 r / min, velocidad de embalamiento 460 r / min., frecuencia 60 Hz y factor de potencia 0.95

Las dos unidades están conectadas a un tablero principal de 13.8 kV del cual sale una conexión para un transformador trifásico de potencia, 20/26.66 MVA, de los devanados. El voltaje nominal entre terminales del devanado de alta tensión es de 115 kV y el voltaje entre terminales del devanado de baja tensión es de 13.2 kV. Las conexiones entre los generadores, el tablero de 13.8 kV y el transformador de potencia se hacen con cables de 750.000 cmil. Los generadores tienen equipo de excitación estático a base de tiristores y transformador seco conectado a los terminales del generador.

Del tablero principal a 13.8 kV se conectan, a través de interruptores, un transformador de servicios auxiliares de 300 kVA, 13.8 kV - 480/277 V y un transformador de 5 MVA, 13.2-113.2 / 7.62 kV, que alimenta el tablero de distribución principal de servicios auxiliares a 13.2 kV. Este último transformador se utiliza para formar un

sistema de distribución de cuatro (4) hilos y para aislar los tableros de distribución principal a 13.8 kV y de distribución principal de servicios auxiliares.

El tablero de distribución principal de servicios auxiliares a 480 V tiene tres (3) alimentadores, enclavados eléctricamente y provenientes de los transformadores de servicios auxiliares de 300 kVA mencionados anteriormente y de una planta diesel con capacidad de 275 kW.

Los generadores, transformadores y cables están protegidos con relés del tipo estático o híbridos. Las unidades poseen tres modos de selección de control: local manual, local automático y remoto supervisor. Para las secuencias de arranque y paro de las unidades se utilizan controladores lógicos programables.

La central está conectada al Centro de Control Nacional por medio de unidades terminales remotas programables y un sistema por onda portadora.

### **III. DESCRIPCION GENERAL DE LA CUENCA**

#### **Localización y Fisiología**

La cuenca de la quebrada La Arenosa se localiza a 160 km. al oriente de Medellín en jurisdicción territorial del municipio de San Carlos. Esta cuenca, de poca extensión, es una porción de la hoya tributaria que alimenta al embalse de Punchiná perteneciente a la Central Hidroeléctrica de San Carlos.

Fisiográficamente la cuenca está localizada en el sector sudeste del macizo oriental Antioqueño en terrenos de la vertiente oriental de la Cordillera Central. Forma parte de la red hidrográfica que drena la vertiente oriental del macizo Antioqueño y es considerada como el tronco principal del drenaje.

La quebrada la Arenosa tiene sus cabeceras aproximadamente a 1750 msnm. Entre su cabecera y la Central Hidroeléctrica de Calderas, la corriente alcanza un desarrollo de 3300 m con descuelgue cercano a los 650 m .

La parte que comprende su zona alta y media, alcanza un perímetro de 13.1 km y cubre un área de 10.5 km<sup>2</sup> con amplitud promedio de 3 km. . El

drenaje es en general entre paralelo y sub-dentrítico, con densidad media y con afluentes de confluencia ortogonal

Topográficamente la cuenca puede dividirse en tres zonas, a saber:

- Una zona alta y empinada, localizada por encima de la cota 1400 msnm, conformada por vertientes fuertes hasta escarpadas, con declives promedios superiores a 27° (50%), frecuentemente hasta de 45° (100%). Estas vertientes cubren cerca del 50% de su relieve.
- Una zona intermedia moderadamente empinada, localizada entre los 1250 y 1400 m de altitud, constituida por vertientes que se limitan por colinas alargadas, con inclinaciones entre 6° y 14° (10% y 35%). Estas vertientes conforman la transición entre la zona alta y la zona baja de la cuenca y cubren cerca del 35% de su relieve.
- Una zona baja con relieve desde poco empinado hasta suave, localizada en general por debajo de los 1250 m de altitud, con inclinaciones menores de 6° (10%). Constituye el fondo de la cuenca y comprende cerca del 15% de su área.

#### **Clima, Suelos y Vegetación**

La cuenca de la quebrada La Arenosa se asienta dentro de una zona muy húmeda del Magdalena Medio, con precipitaciones anuales promedias superiores a los 3000 mm. Esta faja de la cordillera central es parte de la zona de condensación de los aires cálidos muy húmedos que ascienden por la vertiente occidental del valle del Magdalena. La precipitación se incrementa notablemente hacia el borde del macizo con promedios entre 4000 y 5000 mm anuales

En general, las precipitaciones ocurren preferentemente en la tarde o en la noche y se presentan como aguaceros fuertes o chaparrones de corta duración. La frecuencia de estas precipitaciones se debe al flujo constante de las masas de aire caliente cargadas de humedad provenientes del valle del río Magdalena.

El gradiente de temperatura está relacionado con el relieve y se observa con promedios anuales entre 17° y 25 ° centígrados.

Desde el punto de vista agrícola los suelos de la cuenca están poco desarrollados. Su aptitud de explotación está determinada en buena medida por las condiciones topográficas; los terrenos de pendientes moderadas y configuración ondulada aparecen como los más adecuados para la ganadería y alguna agricultura; los terrenos desarrollados sobre topografía empinada y escarpada son los más aptos para la conservación de bosques y reforestación. La actividad forestal no se aplica de acuerdo con prácticas adecuadas, razón por la cual todos los terrenos muestran procesos paulatinos de franca erosión

#### **Geología y Geomorfología**

Litológicamente la cuenca de la quebrada La Arenosa es prácticamente homogénea constituida casi en su totalidad por cuarzodioritas y granodioritas del Batolito Antioqueño, de edad cretáceo superior, definido como un cuerpo ígneo muy intenso de rocas intrusivas. Como resultado de procesos de erosión ocurridos en la zona, se presentan depósitos coluviales y aluviales del cuaternario que rellenan el fondo de los valles y cubren las partes bajas de las vertientes.

El rasgo geológico dominante es la profunda meteorización de las rocas, consecuencias de las condiciones climáticas, produciendo suelos residuales. Los mayores eventos de erosión masiva ocurrida en la cuenca durante el pasado geológico han quedado registrados en el terreno como aluviones, flujos de lodo y flujos de escombros.

Los depósitos no consolidados están constituidos en orden de abundancia por flujos, coluviones y aluviones. Estos depósitos fueron erodados, retrabajados y en parte destapados por la avalancha del 21 de septiembre de 1990.

#### **IV. DESCRIPCION GENERAL DEL EVENTO**

En la noche del 21 al 22 de septiembre de 1990, se presentó en la cuenca de la quebrada La Arenosa una tormenta de carácter excepcional, que se inició aproximadamente a las 17 horas del día 21, estuvo acompañada de ventisca y alguna

granizada. Totalizó 205 mm entre las 20 y las 23 horas y 231 mm hasta las 04 horas del día 22, según registros de una estación pluviográfica próxima a la central

De acuerdo con las curvas de intensidad - frecuencia - duración de la precipitación de una estación de San Carlos, se estimó que el período de retorno de este aguacero fue del orden de 200 años.

La fuerte precipitación ocurrida en la zona, provocó una saturación generalizada de los suelos, disminuyendo su estabilidad natural, condición que combinada con la topografía abrupta y en parte por las prácticas de cultivo, ocasionó una serie de deslizamientos de tipo rotacional o translacional que afectaron principalmente las laderas empinadas que constituyen las partes altas de la hoya. Estos deslizamientos ocurrieron casi simultáneamente y sus escombros fueron a dar a los cauces de las numerosas cañadas que drenan la cuenca, produciéndose, junto con la escorrentía, una corriente de lodo y arena que arrastró numerosos bloques rocosos procedentes tanto de los suelos residuales como de los orgánicos que acorazaban gran parte de los cauces de las corrientes.

La masa así conformada, cual puede definirse como un flujo de escombros, viajó ladera abajo, arrasando y degradando el curso alto de la quebrada, retrabajando depósitos antiguos por sobre los que antes corría y profundizando el cauce, para continuar con un proceso de agradación o depositación en la parte de aguas abajo de la cuenca. En esta forma se creó un amplio abanico de escombros, bloques y arena que quedó en inmediaciones del sitio de la casa de máquinas. A partir de este sector el fenómeno continuó cauce abajo del río San Carlos como una avalancha de arena y lodo, con escasa presencia de bloques, cuyos efectos se hicieron sentir hasta aguas abajo de la población del mismo nombre, inundando y arrasando los terrenos ribereños.

Como consecuencia del evento catastrófico descrito, se estima, en forma preliminar, que la cuenca de la quebrada La Arenosa ha entrado en un período de inestabilidad dentro de su desarrollo morfogenético, representado por un proceso de degradación y agradación que tiene

estrecha relación con la génesis y forma de ocurrencia de este fenómeno. De hecho, este tipo de eventos fue relativamente frecuente en la evolución geomorfológica de las vertientes de la cordillera durante los cambios climáticos ocurridos en el cuaternario. (Período reciente de unos 700.000 años de duración).

#### **Efectos sobre la cuenca**

Son considerables los efectos en la cuenca a causa del evento, lo cual, dados los objetivos de este taller, no serán expuestos. Sin embargo, se mencionan las consecuencias más importantes: Procesos erosivos (deslizamientos), socavación de cauces, depositación en la planicie coluvio-aluvial, inestabilidad y futuros deslizamientos, etc

#### **Efectos sobre las obras civiles de la central**

La avalancha y la creciente de la quebrada La Arenosa ocasionaron los siguientes daños en las obras civiles de la central hidroeléctrica de Calderas.

- Destrucción de la caseta de la planta diesel, bodegas y mallas exteriores.
- Depositación de rocas y lodo alrededor de la casa de máquinas, especialmente en los costados sur, oriental y occidental.
- Depositación de rocas y lodo cubriendo completamente el canal de descarga y la tubería de comunicación entre el túnel de presión y la central.
- Inundación y depositación de lodo y rocas que llenaron totalmente el piso de la cota 1115, parcialmente el piso principal a cota 1118.50, destruyendo una porción de las fachadas del edificio y averiaron la estructura de servicios auxiliares y control de la central.
- Daños en algunas estructuras metálicas de la subestación.
- Incremento de sedimentos al embalse de Punchiná de la Central Hidroeléctrica de San Carlos.

### **Efectos sobre los equipos de la central**

La avalancha y la creciente de la quebrada La Arenosa ocasionaron los siguientes daños a los equipos de la Central Hidroeléctrica de Calderas:

- Pérdida de los equipos auxiliares eléctricos y mecánicos, equipos de control y protección, instalaciones eléctricas de la cada de máquinas y subestación, generadores y equipos instalados en la caseta de relés de la subestación.
- Daños serios a la tubería de conexión entre el túnel y la casa de máquinas, válvulas esféricas, y válvulas y tuberías de contrachorro de las turbinas. Daños menores en las estructuras y equipos de la subestación.
- Pérdidas de los repuestos almacenados en la central y bodega.
- Los rotores de las turbinas no sufrieron daños serios.

### **V. EVALUACION ECONOMICA**

Los efectos económicos producidos por la avalancha se reflejan en pérdidas directas ocasionadas a las obras civiles y a los equipos electromecánicos y en pérdidas consecuenciales relacionadas con la producción de energía en los centros productivos de Calderas y San Carlos.

#### **Pérdidas Directas**

Económicamente las pérdidas directas se pueden asimilar a los costos relacionados con la reparación, reposición y montaje de las obras civiles y equipo electromecánico. El valor final por estos conceptos sólo podrá conocerse cuando los contratos de obras civiles, suministros y montajes hallan sido liquidados.

#### **Obras Civiles**

A junio 30 de 1995 las obras civiles llevan un avance del 95% aproximadamente. En la tabla N° 1 se presentan los valores de los contratos en miles de dólares, cuyo valor representa las pérdidas económicas en obras civiles por efecto de

la avalancha. El valor estimado de los contratos asciende a 487.560 dólares.

#### **Equipo Electromecánico**

A junio 30 de 1995 el suministro de equipos estaba en un 98% y el montaje en un 70%. En la tabla N° 2 se presentan los valores de los contratos en miles de dólares. El valor estimado de dichos contratos es la suma de 9.2 millones de dólares.

El valor total estimado de pérdidas incluyendo obras civiles y equipos electromecánicos asciende a la suma de 9.7 millones de dólares.

#### **Pérdidas Consecuenciales**

Se refieren, entre otras, a un estimativo del valor que en términos económicos dejó de percibir el centro productivo Calderas y el centro productivo de San Carlos por no disponer del recurso. Para nuestro caso sólo se evaluará desde el punto de vista energético, presentando valores estimados de GWh dejados de producir por efectos de la avalancha.

Teniendo en cuenta la hidrología histórica promedio de los aportes al embalse de Calderas, se hicieron simulaciones de producción de energía en el sistema, llegándose a la conclusión de que en la Central Calderas se pudieron dejar de producir alrededor de 342 GWh lo cual representan, a las tarifas vigentes, 7.4 millones de dólares entre los años 1990 a 1995. Igualmente en la Central San Carlos se pudieron dejar de producir, para el mismo período, alrededor de 1320 GWh para un valor de 28.33 millones de dólares (ver tablas Nos 3 y 4)

#### **Transferencia de pérdidas**

Interconexión Eléctrica S.A. tenía como política tomar para sus centrales una Póliza de Daños por Operación. Después de un estudio de riesgos en todas las centrales de ISA, se recomendó tomar una Póliza de Todo Riesgo que incluyera no sólo operación sino daños materiales combinados, nueve meses antes de la ocurrencia del evento.

En tal sentido se tomó con la aseguradora "La Previsora" una "Póliza de Todo Riesgo" con cubrimiento casi total y en dólares a valores de

reposición. Dado el poco riesgo, se recomendó no incluir en la póliza la estructura de Casa de Máquinas ni los equipos del patio de conexiones. El valor asegurado era de US 17.5 millones con un deducible de US\$0,000.00.

El valor total de las pérdidas, estimado por los aseguradores, fue de 12.5 millones de dólares por todo concepto. A junio 30 de 1995 el valor por reposición era de 7.1 millones de dólares y las aseguradoras habían girado a ISA 7.05 millones de dólares.

## **VI. CONCLUSIONES**

La precipitación ocurrida en la cuenca de la Arenosa en la noche del 21 de septiembre de 1990 fue excepcional. La intensidad probablemente tiene un período de retorno de más de 100 años. Dicha precipitación fue la causante principal de la avalancha.

Parece ser que las intensidades extremas de precipitación, con duraciones entre 30 y 40 minutos, son las que normalmente originan presiones intersticiales excesivas en los suelos, suficientes para originar los deslizamientos especialmente en terrenos con pendientes fuertes.

Es evidente que el considerable número de derrumbes que se produjeron en la hoya de la quebrada La Arenosa durante la tormenta del 21 de septiembre, constituyó un aporte significativo de sedimentos para el río San Carlos y consecuentemente para el embalse de Punchiná de la Central San Carlos.

La probabilidad de que se repita un evento tan excepcional, durante la vida útil de la Central y que ocasione una avalancha de características similares, es baja

Fue muy importante tomar una Póliza de Todo Riesgo, con la cual se recuperó prácticamente la totalidad de las pérdidas directas.

A raíz del evento se generalizó para todo el sector eléctrico la toma de Pólizas de Todo Riesgo, incluyendo las estructuras de obras civiles.

## **VII. RECOMENDACIONES**

### **ESPECIFICAS**

A pesar de que la probabilidad de ocurrencia es mayor de 100 años, es necesario proveer defensas que amortigüen una posible avalancha de lodo y roca, construyendo diques o jarillones para deflecharla. Igualmente profundizar el cauce actual de la quebrada en el tramo adyacente a la Casa de Máquinas.

Introducir modificaciones en Casa de Máquinas para prevenir el anegamiento por crecientes excepcionales.

Implementar obras de estabilización de la hoya que reduzcan la erosión y consiguientemente los daños futuros por avalanchas.

Investigar detalladamente la llegada de sedimentos al embalse de Punchiná para tomar medidas correctivas en caso necesario tales como presas bajas para retención de sedimentos a lo largo del curso del río San Carlos .

### **GENERALES**

En las etapas de diseño de Proyectos Hidroeléctricos se debe evaluar la torrencialidad y las áreas desprovistas de vegetación en la zona de influencia de los futuros embalses. Igualmente en las Centrales en Operación.

Realizar mapas de riesgos por avalanchas ocasionadas por torrencialidad y por sismos.

Identificar, evaluar, reducir y transferir los riesgos de las Centrales.

Monitorear las cuencas de alto riesgo por avalanchas con el propósito de prevenir a la comunidad de posibles catástrofes.

Es necesario que las autoridades encargadas del Medio Ambiente, estudien la posibilidad de expedir normas especiales para las cuencas con influencia directa sobre los embalses, particularmente en lo que se refiere a la prevención de erosión por la construcción de obras.

Conjuntamente con los Comités Locales de Emergencia se deben tener en cuenta los estudios que se realicen (mapas de riesgos, etc.), con el fin de desarrollar sus programas de prevención y atención de emergencias, lo mismo que los programas de educación a la comunidad.

### **BIBLIOGRAFIA**

INTEGRAL S.A.- Informe sobre daños en la central calderas por avalancha ocurrida en la quebrada la arenosa el 21 de septiembre de 1990. Medellín, octubre 3 /1990

OROZCO, R.G. Evaluación de efectos de la avalancha de la quebrada la Arenosa en septiembre de 1990, sobre la población, la cuenca, la central hidroeléctrica de Calderas y el embalse de Punchiná. Medellín agosto 1993

INGEOMINAS, Evaluación de la torrencialidad y áreas desprovistas de vegetación en el área de influencia de los embalses de Punchiná y San Lorenzo. Medellín, junio de 1995.

**PROYECTO RECUPERACION CALDERAS  
CONTRATOS - PRECIOS A DIC.31/94  
OBRAS CIVILES - TABLA N° 1**

CONTRATO N°	CONTRATISTA	OBJETO	PLAZO (meses)	VALOR miles US
2935	Aldo Walker Jaramillo	Construcción bodega y oficinas	3	44.47
9402200	Heneo Diaz Lda	Acabados arquitectónicos en Casa de Máquinas	60	51.35
9401535	Arquitectura actual	Desobstrucción sistemas de drenaje interno de Casa de Máquinas	10(días)	2.60
2349	Inición S A	Remoción de escombros livianos, limpieza y recuperación de la subestación	3	35.67
2365	Inición S A	Remoción de escombros pesados, limpieza y reacondicionamiento de la Casa de Máquinas y el canal de descarga	5	239.58
2451	Vias Ltda.	Construcción obras de protección y recuperación de las estructuras de Casa de Máquinas y sus áreas exteriores	3	25.83
2490	Concreto S A	Suministro de personal Obras varias(grama, cerramientos, suministro equipos y personal etc.)	4	52.29
				35.78
<b>SUBTOTAL</b>				<b>487.96</b>
<b>TOTAL</b>				<b>9702.38</b>



**PROYECTO RECUPERACION CALDERAS  
CONTRATOS - PRECIOS A DIC.31/84  
EQUIPOS - TABLA N° 2**

CONTRATO N°	CONTRATISTA	OBJETO	PLAZO (meses)	VALOR miles US
2380	Integral S A	Diseño y Asesoría recuperación casa de máquinas y protección Central San Carlos	36	1263.13
2756	Asea Brown Boveri Ltda	Tableros de control y medida para subestacion a 115 kV	9	154.89
2769	Fuji Electric Co.Ltda	Partes faltantes de turbinas, válvulas esféricas y puente grua	12	727.90
2854	Sulzer Escher Wyss	Reguladores de velocidad	24	1124.85
2868	Asea Brown Boveri del Brasil(ABB)	Generadores y equipo asociado	20	3061.97
2894	Bombas Sibi Halberg S A	Bombas de eje vertical	6	0.04
2903	Edospina S.A	Planta de aire comprimido	9	80.65
2898	Electro Hidráulica Ltda.	Equipo antincendio para transformadores, planta de tratamiento aguas negras y válvulas y accesorios	5	102.56
2899	Fadaltec S.A	Cables de fuerza y control	4	63.62
2904	Estructuras Ceno de Antioquia S A.	Sistema de bandejas portacables y tuberías metálicas	2	23.86
2926	Equipos Técnicos Ltda	Planta de emergencia Diesel 300 KW	4	63.84
2905	Transformadores Sierra Ltda.	Transformadores de potencia	7	21.13
2960	AEG Colombiana	Tableros de distribución y control	10	407.27
2967	Siemens S A	Batería, cargador de batería e inversor	10	169.23
2981	Schneider de Colombia S.A.	Sistema de control digital	19	574.59
2963	Siemens S A.	Sistema de comunicación por onda portadora	8	410.67
3012	Concreto S A	Montaje equipos electromecánicos	16	796.44
2993	Electrica de Medellín Lda	Suministro e instalación de elementos eléctricos y metálicos varios	120	113.88
2976	Asea Brown Boveri Ltda	Partes faltantes de la subestación a 115 kV	5	54.31
<b>SUBTOTAL</b>				<b>9214.82</b>

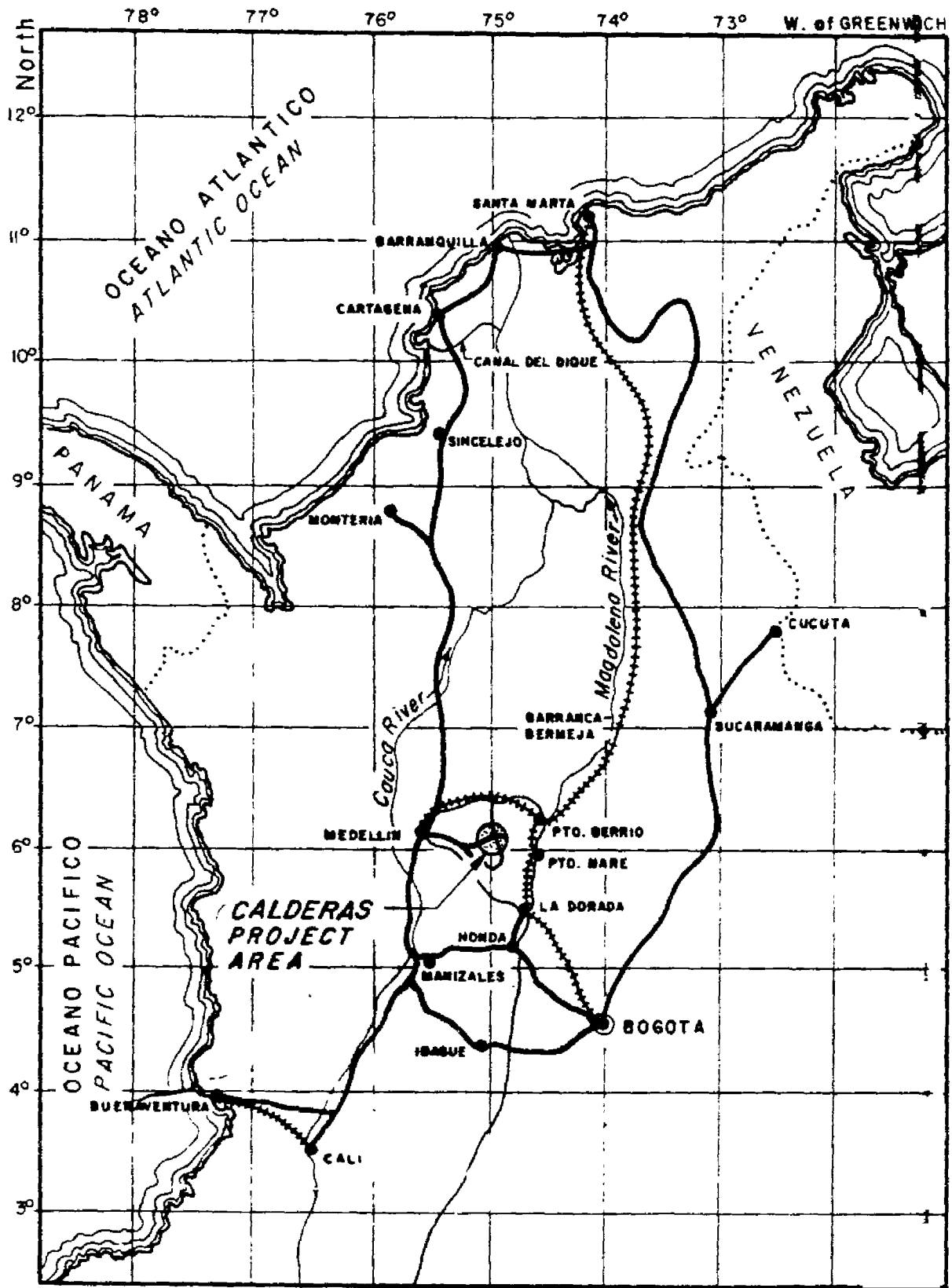
TABLA 3

RESUMEN TOTAL DE LOS APORTES ECONOMICOS

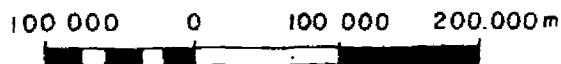
AÑO	TOTAL CALDERAS		TOTAL SAN CARLOS		TOTAL	
	MILLON. DE (\$)	(MWH)	MILLON. DE (\$)	(MWH)	MILLON. DE (\$)	(MWH)
1990	434.37	26522.1	1636.8	102320.1	2071.13	128842.2
1991	1219.41	76075.8	4849.5	293493.8	5868.94	369569.6
1992	852.92	52942.1	3235.7	204246.1	4088.59	257188.2
1993	918.59	57087.3	3489.0	220237.5	4407.60	277324.8
1994	1839.68	93040.6	7027.7	358942.4	8867.38	451983.0
1995	730.07	36367.1	2746.9	140301.2	3477.02	176668.3
<b>TOTAL</b>	<b>5995.04</b>	<b>342035.1</b>	<b>22785.6</b>	<b>1319541.0</b>	<b>28780.66</b>	<b>1661576.1</b>

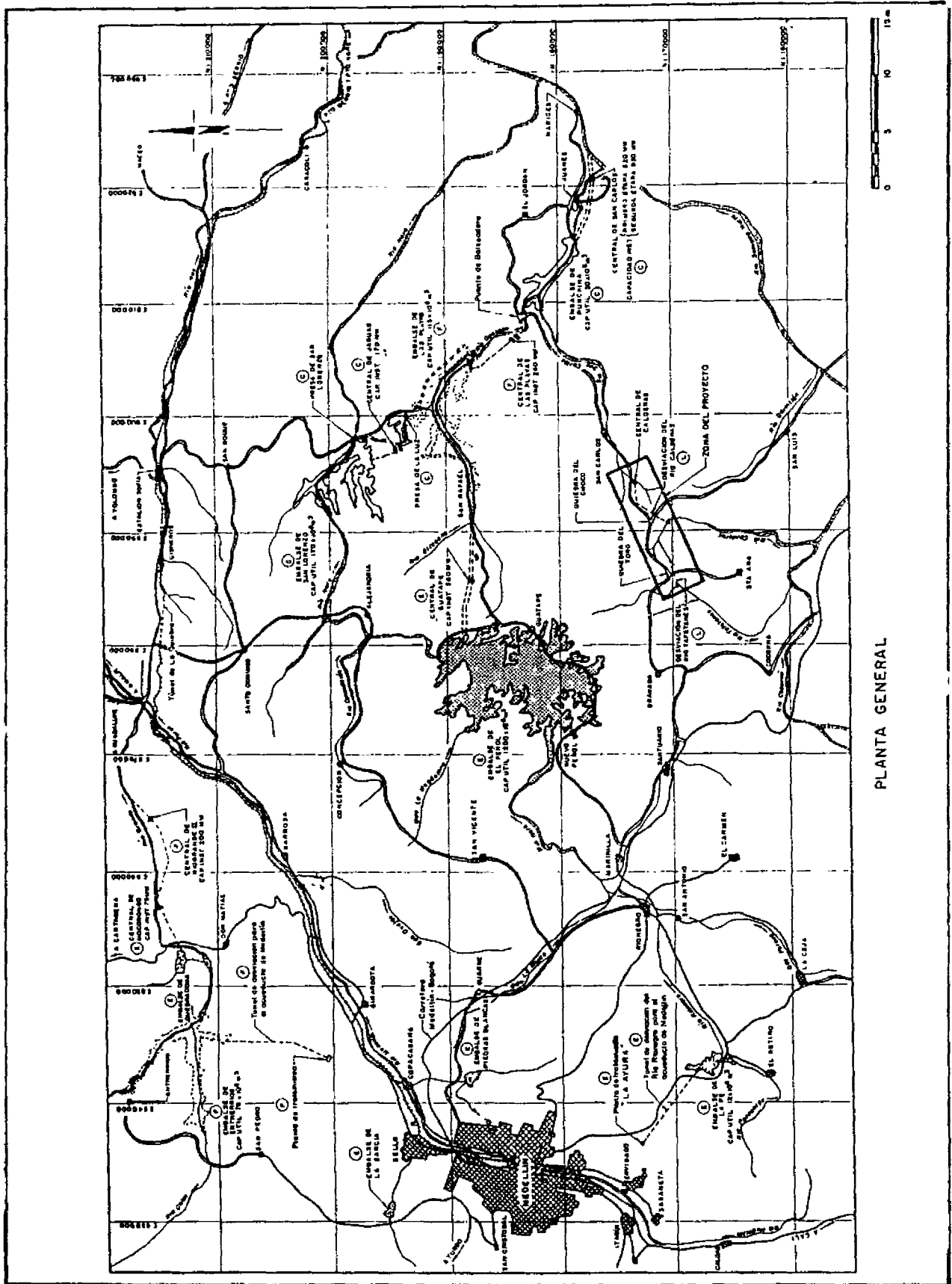
TABLA 4

AÑO	MILES DE DOLARES		MILES DE DOLARES		MILES DE DOLARES	
	TOTAL CALDERAS	TOTAL SAN CARLOS	TOTAL SAN CARLOS	TOTAL	TOTAL	TOTAL
1990	540.05	2034.93	2034.93	2574.98	2574.98	2574.98
1991	1516.05	5780.63	5780.63	7296.68	7296.68	7296.68
1992	1060.41	4022.82	4022.82	5083.23	5083.23	5083.23
1993	1142.05	4337.78	4337.78	5479.84	5479.84	5479.84
1994	2287.22	8737.34	8737.34	11024.56	11024.56	11024.56
1995	907.68	3415.20	3415.20	4322.88	4322.88	4322.88
<b>TOTAL</b>	<b>7453.46</b>	<b>28328.70</b>	<b>28328.70</b>	<b>35782.16</b>	<b>35782.16</b>	<b>35782.16</b>



LOCALIZACION DEL PROYECTO EN EL PAIS  
 PROJECT LOCATION IN THE COUNTRY  
 SCALE 1:5'000 000



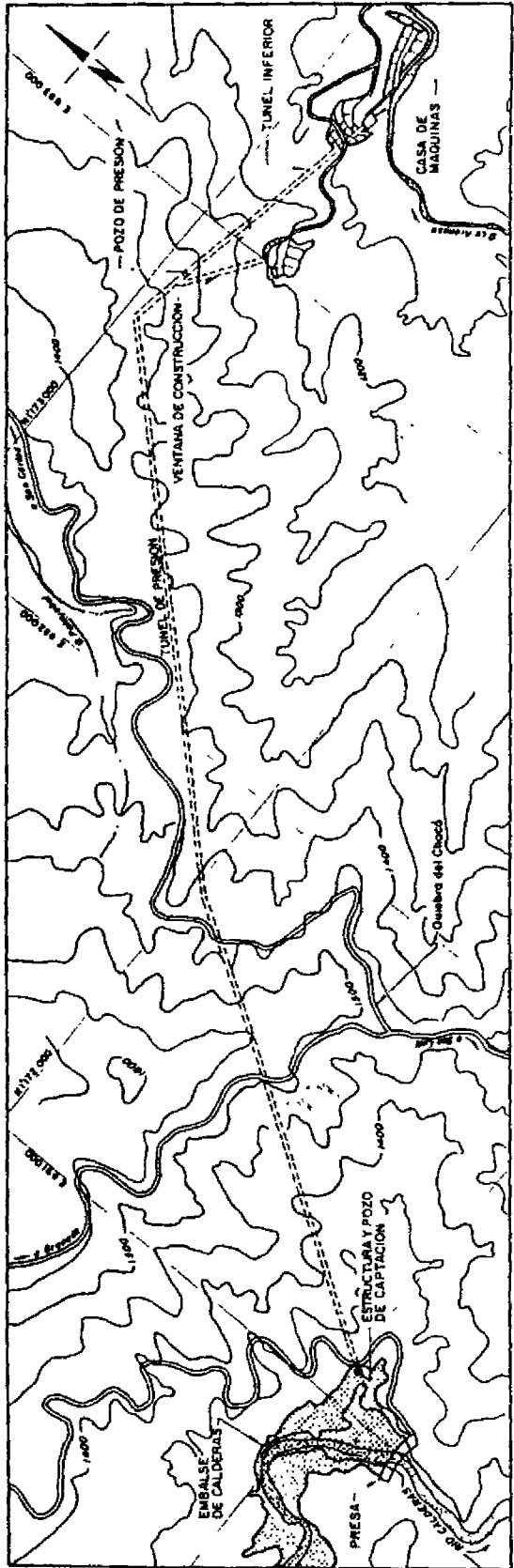


PLANTA GENERAL

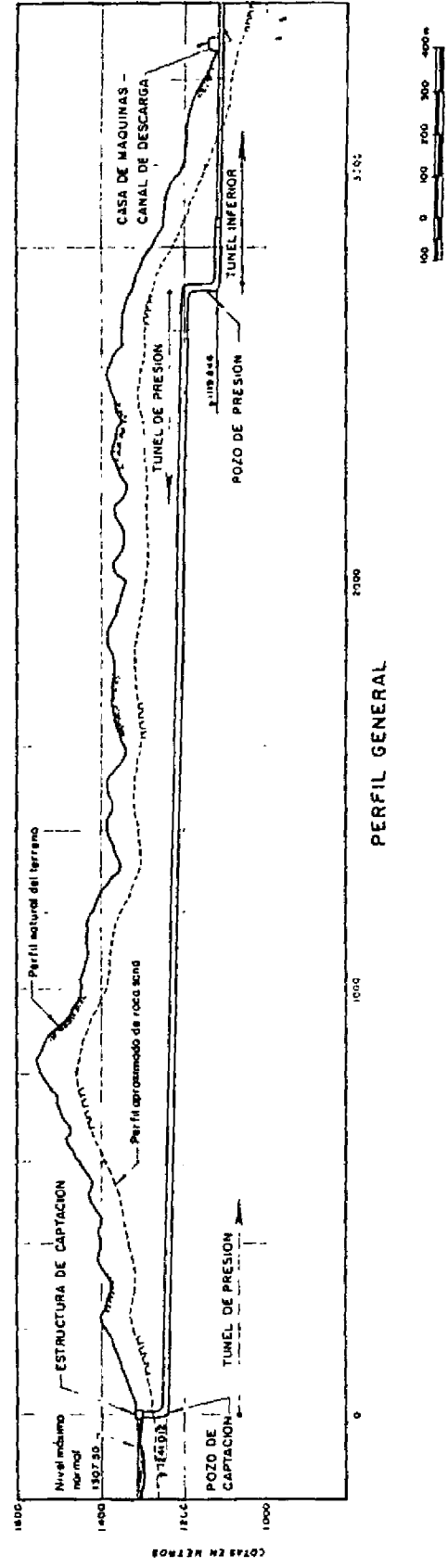


PROYECTO HIDROELECTRICO DE CALDERAS  
 UBICACION DEL PROYECTO CALDERAS  
 DENTRO DEL DESARROLLO HIDROELECTRICO  
 DE LOS RIOS NARE Y GUATAPE

ESCALA GRAFICA  
 FECHA  
 FIGURA Nº  
 0-1



PLANTA GENERAL



PERFIL GENERAL

INTEGRAL S A.  
INGENIEROS  
Medellin Colombia

**ISAGEN**  
PROYECTO HIDROELECTRICO DE CALDERAS  
PLANTA Y PERFIL GENERALES

DISEÑO INTEGRAL  
DIBUJO M Mejia M  
APROBO

ESCALA GRAFICA  
FECHA  
FIGURA Nº 2