



INSTITUTO COLOMBIANO
DE
ENERGIA ELECTRICA

CENTRAL HIDROELECTRICA
DE
CALDAS



DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL INFORME DE FACTIBILIDAD TECNICA PROYECTO MIEL I

VOLUMEN II

APENDICE A - HIDROLOGIA

APENDICE B - ESTUDIOS DE POTENCIA Y ENERGIA

CONSORCIO RIO LA MIEL

INTERDISEÑOS - SUELOS Y FUNDACIONES - GEOCOLOMBIA

JUNIO 1979

FINANCIADO POR EL FONDO NACIONAL DE PROYECTOS DE DESARROLLO (FONADE)

333.71409861
IS9 d
V.2
EJ.1



INSTITUTO COLOMBIANO
DE
ENERGIA ELECTRICA

CENTRAL HIDROELECTRICA
DE
CALDAS

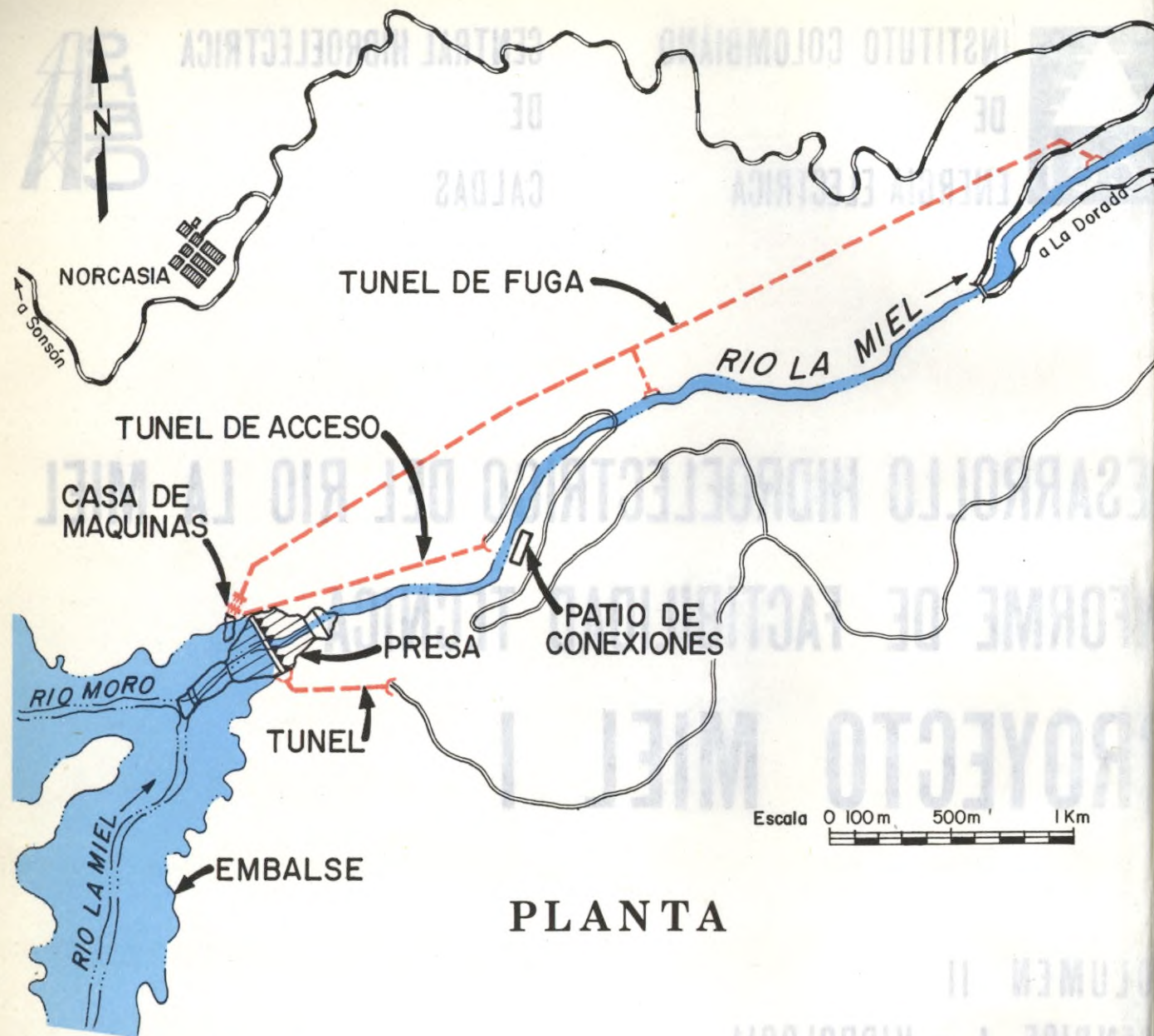


DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL INFORME DE FACTIBILIDAD TECNICA PROYECTO MIEL I

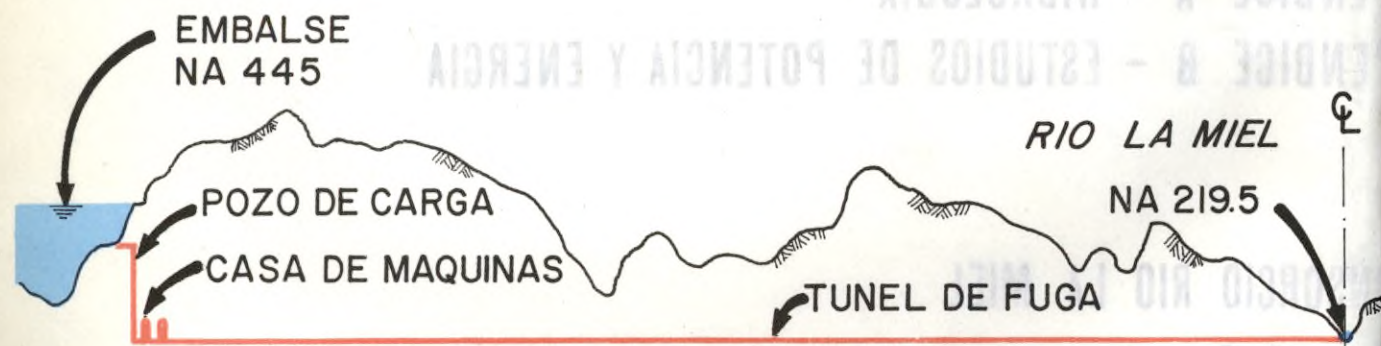
VOLUMEN II
APENDICE A - HIDROLOGIA
APENDICE B - ESTUDIOS DE POTENCIA Y ENERGIA

CONSORCIO RIO LA MIEL
INTERDISEÑOS - SUELOS Y FUNDACIONES - GEOCOLOMBIA
JUNIO 1979

FINANCIADO POR EL FONDO NACIONAL DE PROYECTOS DE DESARROLLO (FONADE)



PLANTA



PERFIL

PROYECTO MIEL I

PROYECTO MIEL I
 CARACTERISTICAS PRINCIPALES
 (Nivel máximo de embalse : 445 Fp = 0.5)

DATOS GENERALES	Caudal de Diseño; 170 m ³ /s. Salto bruto máximo: 225.5 m. Capacidad instalada: 324 mw. Capacidad confiable: 220 mw. Energía firme: 964 gwh/año.
DATOS HIDROLOGICOS	Area de la hoya hidrográfica: 770 km ² . Precipitación media: 5000 mm. Caudal medio del río: 85.4 m ³ /s.
EMBALSE	Area: 12 km ² . Volumen total: 570 Mm ³ . Volumen útil: 430 Mm ³ . Nivel máximo: cota 445. Nivel mínimo: cota 390.
DESVIACION	Capacidad: 1500 m ³ /s. Longitud del túnel: 890 m. Diámetro: 9.5 m. Altura de la ataguía: 34 m.
REBOSADERO	Capacidad: 5800 m ³ /s. Tipo: dos túneles. Diámetro de los túneles: 11.0 m. Compuertas: 4 de 18.0H x 9.0L.
PRESA	Tipo: enrocado con cara de concreto. Altura: 180 m. Volumen: 7.3 Mm ³ .
CASA DE MAQUINAS	Tipo: Subterránea. Pérdida máxima de carga: 5 m. Tres turbinas tipo Francis de 120 mw. Tres generadores de 108 mw.
CONDUCTOS DE CARGA	Tres, uno para cada unidad. Longitud túnel superior: 30 m. Altura del pozo: 165.5 m. Longitud del túnel inferior: 35 m. Diámetro del sector revestido en concreto: 3.5 m. Diámetro del sector blindado: 3.0 m.
TUNEL DE FUGA	Longitud: 3980 m. Diámetro: 8.8 m.
COSTO DEL PROYECTO	US\$213 millones



VOLUMEN II

INDICE GENERAL

Apéndice A	-	HIDROLOGIA
Anexo 1	-	MODELO DE GENERACION DE CAUDALES
Apéndice B	-	ESTUDIOS DE POTENCIA Y ENERGIA

PROYECTO MIEL 1
VOLUMEN II
APENDICE A
HIDROLOGIA

ANEXO A
EXPERIENCIA
ESTUDIOS DE HORMIGON

VIII
CARACTER
MUESTRA DE OBSERVACION DE

ANEXO B
HIDROLOGIA

INDICE GENERAL

1953

PROYECTO MIEL I
VOLUMEN II
APENDICE A -
HIDROLOGIA

APENDICE A

INDICE

CAPITULO		PAGINA
1	INTRODUCCION	A-1
2	DESCRIPCION DE LA CUENCA Y CLIMATOLOGIA	
	2.1 Descripción General de la Cuenca	A-2
	2.2 Climatología de la Zona	A-2
	2.2.1 Clima	A-2
	2.2.2 Temperatura y Humedad Relativa	A-3
	2.2.3 Precipitación	A-3
	2.2.4 Vientos	A-4
	2.2.5 Características Morfológicas de la Hoya	A-5
3	REGISTROS HIDROMETRICOS Y CLIMATOLOGICOS	
	3.1 Generalidades	A-5
	3.2 Caudales	A-6
	3.3 Lluvias	A-7
	3.4 Datos Meteorológicos	A-7
	3.5 Evaporación	A-7
4	INSTALACION Y OPERACION DE ESTACIONES	
	4.1 Generalidades	A-8
	4.2 Instalaciones Limnimétricas y Limnigráficas	A-8
	4.3 Instalaciones Meteorológicas	A-8
	4.4 Muestreo de Sedimentos	A-9
	4.5 Aforos	A-10

CAPITULO

PAGINA

5	CAUDALES	
5.1	Generalidades	A-10
5.2	Caudales Medios Diarios	A-11
5.3	Caudales para Estudios de Generación	A-11
5.3.1	Metodología	A-11
5.3.2	Análisis Estadístico de la Serie Histórica de Caudales	A-12
5.3.3	Modelo para Generación	A-12
5.3.4	Generación para Series Estocásticas	A-12
6	CRECIENTE PARA DESVIACION DEL RIO	A-13
7	CRECIENTE DE DISEÑO DEL REBOSADERO	
7.1	Metodología	A-14
7.2	Precipitación Máxima Probable (PMP)	A-14
7.2.1	Generalidades	
7.2.2	Evaluación de la Precipitación Máxima Probable	A-14
7.2.3	Precipitación Puntual	A-15
7.2.4	Distribución de la Lluvia en el Tiempo	A-15
7.2.5	Maximización Espacial de la Lluvia	A-16
7.2.6	Hietograma Crítico de Lluvia Efectiva	A-16
7.2.7	Precipitación Máxima Probable Efectiva	A-17
7.3	Hidrograma Unitario	
7.3.1	Generalidades	A-17
7.3.2	Régimen de Crecientes	A-18
7.3.3	Cálculo del Hidrograma Unitario	A-18
7.4	Creciente Máxima Probable	A-19
7.5	Amortiguación del Embalse	A-19

A-10
A-11
A-11
A-11
A-12
A-12
A-12

7.1.1. Características
7.1.2. Caudales medios
7.1.3. Caudales para Estudios de Liberación
7.2.1. Metodología
7.2.2. Áreas de Liberación de la Serie
7.2.3. Métodos de Caudales
7.2.4. Datos para Construcción
7.2.5. Normativa para Series Estadísticas

CRITERIO PARA DISEÑO DEL RIO

CRITERIO DE DISEÑO DEL REBORADERO

A-11
A-11
A-14
A-15
A-15
A-15
A-15
A-15

7.1.1. Metodología
7.1.2. Procedimiento según Tratamiento (WAP)
7.2.1. Metodología
7.2.2. Evaluación de la Precipitación
7.2.3. Adecuación de la Precipitación
7.2.4. Metodología de la Liberación de la Línea
7.2.5. Metodología de la Liberación de la Línea
7.2.6. Metodología de la Liberación de la Línea
7.2.7. Metodología de la Liberación de la Línea

A-17
A-18
A-18
A-19
A-19

7.3.1. Metodología
7.3.2. Metodología de Construcción
7.3.3. Metodología del Sistema de Liberación
7.4.1. Características del Tratamiento
7.4.2. Características del Tratamiento

CAPITULO

PAGINA

8

EVAPORACION

A-19

9

SEDIMENTACION

- 9.1 Introducción
- 9.2 Programa de Muestreos
- 9.3 Sedimentos en Suspensión
- 9.4 Arrastre de Fondo
- 9.5 Transporte Total de Sedimentos
- 9.6 Aporte Promedio de Sedimentos
- 9.7 Volumen de Sedimentos en el Embalse

A-20
A-20
A-20
A-21
A-21
A-21
A-22

REFERENCIAS

A-53

APENDICE A

CUADROS

CUADRO		PAGINA
A-1	Datos Climatológicos	A-23
A-2	Caudales Medios Diarios - Río La Miel Estación 4-152 - Año 1963	A-25
A-3	Caudales Medios Mensuales - Río La Miel Estación 4-152 - m ³ /s	A-40
A-4	Período de Registro de Caudales	A-41
A-5	Período de Registros Pluviométricos y Pluviográficos	A-42
A-6	Período de Registro de Evaporación	A-43
A-7	Análisis Físico de Sedimentos en Suspensión Sitio de Presa	A-44
A-8	Parámetros Estadísticos de los Caudales Medios Mensuales	A-46
A-9	Caudales Máximos Instantáneos Registrados Río La Miel - Estación 4-152	A-47
A-10	Análisis Estadístico de Caudales	A-48
A-11	Registros Pluviométricos Máximos Anuales de 24 horas - mm	A-49
A-12	Precipitación Máxima Probable sobre la Cuenca y Cálculo de la Precipitación Efectiva	A-50
A-13	Evaporación en el Embalse	A-52

APENDICE A

F I G U R A S

- A-1 Isoyetas medias anuales e Información Hidrológica.
- A-2 Distribución de las Pendientes en la Cuenca del Río La Miel
- A-3 Curva Hipsométrica de la Hoya Hidrográfica del Río La Miel
- A-4 Perfil Longitudinal del Río La Miel
- A-5 Curva de Calibración - Estación 4-152
- A-6 Frecuencia de Caudales Máximos Instantáneos Estación 4-152
- A-7 Curvas de Duración de las Tormentas
- A-8 Crecientes Máximas Observadas en la Estación 4-152
- A-9 Curva S
- A-10 Hidrograma Unitario Miel I
- A-11 Creciente Máxima Probable Miel I
- A-12 Hidrograma de Afluencia y Efluencia
- A-13 Curva de Calibración de Transporte Total de Sedimentos Estación 4-152
- A-14 Curva de Duración de Transporte Total de Sedimentos Estación 4-152

ANEXO 1

MODELO DE GENERACION Y CAUDALES

CAPITULO		PAGINA
1	ECUACIONES Y PRUEBAS ESTADISTICAS	
	1.1 Parámetros Estadísticos	1
	1.2 Funciones de Distribución	2
	1.2.1 Función Normal	2
	1.2.2 Función Gamma	3
	1.3 Pruebas de CHI Cuadrado y Kolmogorof	3
	1.3.1 Prueba de CHI Cuadrado	3
	1.3.2 Prueba de Kolmogorof	4
2	MODELO MATEMATICO PARA SINTESIS DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES	
	2.1 Introducción	5
	2.2 Primer Período	6
	2.2.1 Parte Determinística	6
	2.2.2 Función de Distribución	6
	2.2.3 Números Aleatorios	6
	2.2.4 Ecuación del Modelo	7
	2.3 Segundo Período	7
	2.3.1 Parte Determinística	7
	2.3.2 Función de Distribución	8
	2.3.3 Números Aleatorios	8
	2.3.4 Ecuación del Modelo	8

PAGINA

1
2
3
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20

MODELOS DE GENERACION Y CAUDALES

CONDICIONES Y SERIES ESTADISTICAS

1.1.1. Series estadísticas
1.1.2. Distribución de probabilidad
1.1.3. Método de Transformada Normal
1.1.4. Método de Thomas Fiering
1.1.5. Método de Citi Queda
1.1.6. Método de Fiering

MÉTODOS MATEMÁTICOS PARA FUENTES DE CAUDALES

2.1.1. Método de Fiering
2.1.2. Método de Transformada Normal
2.1.3. Método de Thomas Fiering
2.1.4. Método de Citi Queda
2.1.5. Método de Fiering
2.1.6. Método de Fiering
2.1.7. Método de Fiering
2.1.8. Método de Fiering
2.1.9. Método de Fiering
2.1.10. Método de Fiering

CAPITULO

PAGINA

3

MODELOS DE GENERACION

3.1 Introducción 9
3.2 Método de Transformada Normal 9
3.3 Método de Thomas Fiering 10

APENDICE A

HIDROLOGIA

1. INTRODUCCION

En este Apéndice se presentan los resultados de los trabajos de hidrología ejecutados para el estudio de factibilidad del Proyecto Miel I, del Desarrollo Hidroeléctrico del Río La Miel. Estos trabajos fueron ejecutados en dos etapas: Etapa A Prefactibilidad y Etapa B Factibilidad. Los trabajos hidrológicos de la Etapa A se presentan en el Informe "Desarrollo Hidroeléctrico del Río La Miel y Hoyas Vecinas - Identificación y Evaluación de Posibles Aprovechamientos Hidroeléctricos".

Los estudios incluidos en este Apéndice son los siguientes:

- Climatología de la hoya.
- Evaluación e instalaciones, hidrometeorológicas.
- Operación y mantenimiento de estaciones hidrometeorológicas.
- Ajuste de caudales registrados.
- Determinación estocástica de los caudales para efectuar los estudios de operación del embalse.
- Determinación de la crecida de desviación del río durante la construcción.
- Determinación de la crecida máxima probable para diseño del rebosadero.
- Cálculos de evaporación y sedimentación en el embalse.
- Evaluación de las características morfológicas de la cuenca.

Los trabajos de campo fueron ejecutados por Ingenieros del Consorcio y las comisiones de hidrología de la CHEC. El laboratorio de suelos de la CHEC estuvo encargado de los análisis de los sedimentos de suspensión.

DESCRIPCION DE LA CUENCA Y CLIMATOLOGIA

2.

Descripción General de la Cuenca

2.1

La zona objeto del presente estudio está ubicada en el oriente del Departamento de Caldas y cubre una extensión de 770 km², de los cuales 260 corresponden a la cuenca de los ríos Pensilvania y Tenerife y 210 a la hoya del río Moro.

En la cuenca se presentan elevaciones que van desde los 3500 metros sobre el nivel del mar, hasta los 200 metros en la zona del proyecto.

El régimen de lluvias en la región está influenciado por el desplazamiento de la zona intertropical de convergencia (ITC) de los vientos alisios. Hans Jrojer adelantó estudios básicos para una climatología dinámica en Colombia, los cuales aplicados a la zona del proyecto permiten observar la influencia de la ITC de los vientos alisios y la ascensión de las masas de aire que por efecto de su calentamiento en la superficie de la tierra originan perturbaciones que dan lugar a tormentas de gran intensidad. La distribución anual de la precipitación se caracteriza por presentar dos estaciones lluviosas bien definidas en los meses de abril-mayo y octubre-noviembre.

Debido a los efectos orográficos principalmente, la lluvia en la cuenca varía entre los 3000 y 8000 mm anuales. La distribución de estas variaciones puede verse en la Figura A-1, en la cual se muestran las isoyetas correspondientes a la precipitación media anual. Como puede observarse, la cuenca del río Moro se ve afectada por las isoyetas de mayor valor, comprobándose de esta manera su alta pluviosidad.

Las características de escorrentía y de retención de los terrenos están influenciados grandemente por las pendientes de los terrenos, conforme se puede apreciar en los estudios de las características morfológicas de la cuenca. La respuesta de los ríos a las lluvias es casi siempre inmediata y aún más acentuada cuando se presentan lluvias previas en la región.

2.2

Climatología de la Zona

2.2.1

Clima

La región oriental de la cordillera central cae bajo las formas climáti

cas típicas del Magdalena, caracterizadas por un tiempo húmedo con períodos cortos relativamente secos en las zonas de transición del río.

Predomina el concepto de invierno para el período de lluvias y verano para el período seco o menos lluvioso. Existen condiciones tropicales en la precipitación, esto es, alternación con cierta regularidad de los períodos lluvioso y seco.

Por efecto del fuerte relieve se encuentran diferentes pisos térmicos desde el cálido al frío. En la cuenca el 50% de la superficie total corresponde al piso térmico templado, con elevaciones comprendidas entre los 1000 y 2000 m y temperaturas superiores a los 17°C y un 25% con elevaciones inferiores a los 1000 m correspondiente al piso térmico cálido y temperaturas medias comprendidas entre los 24°C y 29°C. La zona del proyecto Miel I se encuentra en este último piso.

Del análisis de todos los factores que intervienen en el comportamiento del clima y con base a las clasificaciones existentes, resultan para la hoya hidrográfica del río La Miel los siguientes tipos de clima: caliente, superhúmedo, característico de zonas con temperaturas superiores a los 23°C y con un régimen pluviométrico anual mayor de 3500 mm y templado superhúmedo, correspondiente a áreas cuya temperatura oscila entre los 17°C y 23°C con lluvias mayores de 3000 mm.

Estas condiciones climáticas se observan respectivamente en la parte baja y media de la cuenca y corresponden a las características observadas en las estribaciones de la Cordillera Central hacia el valle del río Magdalena en el oriente de Caldas.

2.2.2 Temperatura y Humedad Relativa

Como estación representativa del piso térmico cálido se ha elegido a Palanquero a la cota 172 y para el piso térmico templado a Samaná a la cota 1476. Los registros de temperatura y humedad relativa correspondientes a las medias mensuales pueden verse en el Cuadro A-1. En la Figura A-1 puede apreciarse comparativamente, la variación de la temperatura y la humedad relativa, correspondiendo a los meses más cálidos menor humedad relativa, aproximadamente.

2.2.3 Precipitación

Una característica importante de las lluvias en la región es que se pre

2.2.3

sentan con regularidad en las horas de la noche.

Las lluvias más frecuentes en la región son de corta duración, menores de seis horas. En el caso de la estación pluviográfica de Samaná, en promedio más del 75% del total precipitado cae en las primeras tres horas de tormenta. Conforme se dijo existen fenómenos meteorológicos a sociados con efectos orográficos en la zona del proyecto que explican la alta pluviosidad que se presenta en la hoya. Esto es, existen condiciones topográficas favorables que estimulan los procesos convectivos durante el día y que en conjunto con los vientos dan lugar a precipitaciones intensas, particularmente evidentes en la cuenca de los ríos Moro y Manso.

En la hoya hidrográfica del río La Miel la precipitación media anual es de 5000 mm, con valores máximos de 8000 mm en la cabecera del río Moro y mínimas de 3000 mm en las cabeceras de los ríos Miel y Pensilvania.

La precipitación promedio anual en el sitio de presa se estima en 4080 mm correspondiente a la estación pluviométrica de Norcasia (4-1066).

Los valores máximos de precipitación se distribuyen en dos períodos - lluviosos que corresponden a los meses de abril-mayo y octubre-noviembre, aún cuando se presentan lluvias en cualquier época del año. En general, el año hidrológico presenta dos períodos húmedos que se extienden de marzo-mayo y de octubre-diciembre y dos épocas secas durante los meses de enero-febrero y junio-julio-agosto, siendo septiembre un mes de transición. En el Cuadro A-1 se muestran los promedios de precipitación en las estaciones de Florencia, Bolivia y Norcasia, representativos de las características climatológicas en diferentes puntos y elevaciones de la cuenca. Ver Figura A-1.

2.2.4

Vientos

La circulación de las corrientes de aire en la región es bastante compleja. Un examen de los datos disponibles muestra que en promedio la influencia de los vientos sobre la superficie se mantiene en los cuadrantes NE y SE. El desplazamiento de la zona intertropical de convergencia (ITC) de los vientos alisios entre los 12° y 15° de latitud norte y el Ecuador explican las dos estaciones lluviosas que se presentan en el valle del Magdalena.

2.2.5 Características Morfológicas de la Hoya

a. Area

El área de la hoya del río La Miel hasta la estación 4-152 (Puente de Hierro) es de 770 km² distribuidos de la siguiente manera:

Río Pensilvania	120 km ²
Río Tenerife	140 km ²
Río Moro	210 km ²
Río La Miel	300 km ²

b. Pendiente de los Terrenos

En la Figura A-2 se muestra la distribución de pendiente de la cuenca del río La Miel, expresada en porcentaje de los terrenos con pendiente igual o mayor a los valores indicados.

Las pendientes medias encontradas son del 32% y 28% para los ríos La Miel y Moro respectivamente, explican las características de escurrimiento y retención de los terrenos. La respuesta de los ríos en la zona del proyecto es casi siempre inmediata y aún más acentuada en la época húmeda.

c. Alturas de la Hoya

En la Figura A-3 se muestra la curva hipsométrica de las cotas de los terrenos en la cuenca, expresadas en porcentajes de terrenos con valores iguales o mayores que los indicados.

d. Pendiente del Río

Se elaboró un perfil longitudinal del río desde su nacimiento hasta el Puente de Hierro. En la Figura A-4 se muestra el perfil, la pendiente media y la pendiente media equivalente, las cuales se utilizaron en la evaluación del transporte de sedimentos.

3. REGISTROS HIDROMETRICOS Y CLIMATOLOGICOS

3.1 Generalidades

En la zona del proyecto existe una red de estaciones hidrométricas y

climatológicas que cubre la gran mayoría del área cuyo registro de datos abarca un período general de 15 años. Esta red comprende estaciones meteorológicas, limnimétricas y limnigráficas, como se describe a continuación.

3.2 Caudales

En la cuenca del río La Miel existen seis estaciones de aforo, de las cuales cuatro están dotadas de limnigrafos tipo Stevens y las restantes están provistas de mira. Su localización está indicada en la Figura A-1.

En las estaciones se ejecutaron mediciones por métodos convencionales, con las cuales se ajustaron las curvas de calibración por medio de un programa de computador elaborado para tal efecto. Las cartas de limnógrafo se analizaron en el Consorcio, se compararon sus lecturas con los datos limnimétricos y con base en la curva de calibración y en un programa de computador para integración de las lecturas horarias de los limnigrafos, se determinaron los caudales medios diarios.

La estación limnigráfica principal del proyecto, por la extensión y calidad de sus registros, así como por estar muy cerca al sitio escogido para la presa, aproximadamente tres kilómetros aguas abajo, es la estación 4-152. El área de drenaje del río La Miel hasta esta estación es de 770 km² y existen 15 años de registros continuos, con algunos meses de interrupciones.

Hasta el mes de agosto de 1969, las lecturas se hacían en una mira instalada en la margen derecha en el Puente de Hierro, en la vía que conduce a Norcasia. A partir de esta fecha se instaló un limnógrafo con lecturas ininterrumpidas hasta la fecha. En el Cuadro A-2 se presentan los caudales medios, máximos y mínimos diarios observados, así como los promedios mensuales y anuales registrados en esta estación desde febrero de 1963 hasta diciembre de 1977.

En el Cuadro A-3 se presenta el resumen de los caudales medios mensuales para el río en esta estación y en el Cuadro A-4 el período de registros correspondiente a otras estaciones situadas en la hoya hidrográfica del río La Miel

3.3 Lluvias

Existen en la zona 15 estaciones pluviométricas y ocho estaciones pluviográficas. La ubicación y extensión de los registros de estas estaciones se indican en la Figura A-1 y en el Cuadro A-5 respectivamente.

Se puede decir que aún cuando la distribución geográfica de las estaciones no sea la más conveniente, el análisis de las lluvias en las más antiguas, en conjunto con los registros de estaciones situadas en cuencas vecinas, permitieron la caracterización del régimen pluvial de la hoya.

Una homogenización general de los datos de lluvia permitió la determinación de las curvas de igual precipitación anual en la cuenca para el período 1966-1977 y el trazado de las isoyetas respectivas.

En la Figura A-1 se puede observar la distribución mensual de las lluvias en Bolívar, Norcasia y Florencia, así como el mapa de isoyetas medias anuales de la cuenca.

3.4 Datos Meteorológicos

En la Figura A-1 se muestra la variación mensual de la humedad relativa y la temperatura media en la estación meteorológica de Samaná. En el Cuadro A-1 se muestra la variación mensual de la humedad relativa y la temperatura en las estaciones meteorológicas de Samaná y Palanquero.

3.5 Evaporación

Existían en la región tanques de evaporación situados en estaciones meteorológicas que no pudieron ser utilizados en los estudios debido a la pobre exposición del tanque a los efectos meteorológicos de radiación solar y viento, motivo por el cual se instalaron tanques estandar clase A en el campamento de Norcasia, Puente Linda, Argelia, Florencia y Pensilvania y se recolectaron los datos disponibles de Samaná y Palanquero. En el Cuadro A-6 se muestran los períodos de registro de estas estaciones, los cuales cubren la gama de variación de las cotas de los embalses en estudio. La ubicación se muestra en la Figura A-1.

INSTALACION Y OPERACION DE ESTACIONES

4.1 Generalidades

De acuerdo con las recomendaciones de la Etapa A y con el objetivo de conocer mejor las características hidrológicas del río La Miel, se efectuaron reconocimientos en campo para la instalación de estaciones pluviométricas y meteorológicas, las cuales se muestran en la Figura A-1 y se mencionan en los numerales siguientes.

4.2 Instalaciones Limnimétricas y Limnigráficas

Se instaló una estación limnigráfica y de aforos, aguas abajo de la confluencia de los ríos Pensilvania y Miel, en un sitio próximo al previsto de la presa del proyecto Miel II. Su ubicación se muestra en la Figura A-1. Se le ha designado como estación 4-156 Miel II y se construyó en el mes de febrero de 1978.

Se instalaron también miras limnimétricas en los lugares previstos para la salida del túnel de desviación y del túnel de fuga del proyecto Miel I, que permitieron, por correlación con la estación limnigráfica 4-152, y las características topográficas de la sección, determinar las correspondientes curvas de calibración.

4.3 Instalaciones Meteorológicas

Para el estudio de las crecientes de diseño de las obras del rebosadero y desviación se instalaron estaciones provistas de aparatos registradores en varios sitios dentro de la hoya, considerando factores tales como un fácil acceso, condiciones topográficas y libertad de obstáculos. La ubicación y montaje de los instrumentos se realizó con auxilio de personal técnico del HIMAT y de la CHEC y bajo la supervisión inmediata de un ingeniero del Consorcio.

Las localidades en que se instalaron pluviógrafos de registro diario fueron: Arboleda, Argelia, Florencia, Norcasia, Manzanares y Pensilvania.

En Argelia, Puente Linda, Florida, Norcasia y Pensilvania se instalaron tanques evaporimétricos estandar, de forma que cubrieran una amplia gama de elevaciones para las cotas de los embalses en estudio.

Los tanques fueron suministrados por el HIMAT y fueron instalados después de un reconocimiento de campo por personal de la CHEC, HIMAT y el Consorcio.

Para el estudio de las principales características climatológicas asociadas con las tormentas de gran intensidad y corta duración que se observan en la cuenca, se instalaron un termohigrógrafo y un sicrómetro en las localidades de Florencia y Pensilvania.

4.4 Muestreo de Sedimentos

Con el objeto de definir mejor el actual régimen de transporte sólido en el río se programaron mediciones de caudal y recolección de muestras de sedimentos en el período comprendido entre el 23 de febrero de 1977 y diciembre de 1978, en las estaciones 4-152, 4-156 y Puente Colgante, sitio próximo al eje de la presa.

Las mediciones del material transportado en suspensión por la corriente se hicieron por medio de una turbisonda integradora en profundidad del tipo US-DH48. El número inicial de verticales para recogida de las muestras fué de cinco igualmente espaciados; posteriormente se redujo a tres puntos verticales situados en secciones de igual caudal.

La toma de muestras se efectuaba después del aforo correspondiente en la sección y la temperatura del agua era medida. Estas actividades, fueron ejecutadas por la Comisión de Hidrología de la CHEC, constituida por dos hidrometristas y un auxiliar, bajo la supervisión de un ingeniero del Consorcio.

En el Cuadro A-7 se muestran los resultados del análisis físico realizado en conjunto con algunas características hidráulicas del escurrimiento, correspondientes a los aforos efectuados con ocasión de la recolección de muestras de sedimentos.

Al no disponer de un muestreador adecuado para hacer tomas de fondo, se optó por hacerlas manualmente para establecer las características de los materiales transportados. Una vez establecida su granulometría se evaluó el transporte sólido total mediante las expresiones dadas para el efecto.

Aforos

Para definir el régimen de caudales, aguas abajo de la confluencia de los ríos Miel y Pensilvania, se instaló una estación limnigráfica y de aforos en el sitio denominado Miel II. Hasta diciembre de 1978, se realizaron 52 mediciones de caudal, y se tomaron 28 muestras para análisis del sedimento en suspensión. Se hizo un levantamiento topográfico de precisión de la sección de aforos y un perfil longitudinal del río desde la sección de aforos hasta la confluencia de los ríos Pensilvania y Miel.

Se hicieron aforos igualmente en las estaciones 4-153, 4-154 y 4-155 situadas sobre la hoya del río La Miel, las cuales se muestran en la Figura A-1.

Para la estación 4-152 se realizaron también numerosos aforos que permitieron definir mejor la curva de calibración, en especial para niveles altos del río.

Para cada una de las estaciones mencionadas se hizo un levantamiento topográfico de las secciones de medida con el fin de utilizar el método de Stevens para extrapolación de las curvas de calibración.

CAUDALES

Generalidades

En este capítulo se presentan los estudios realizados para la obtención de caudales medios diarios y la serie de caudales medios mensuales a largo plazo en el sitio de la presa necesarios para los estudios de generación. Para estos estudios se utilizó la estación limnigráfica 4-152, localizada 3.0 km aguas abajo del sitio de presa. El área de drenaje de la hoya hasta la estación es de 770 km² y difiere únicamente en 11 km² de la del sitio de presa. Por esta razón, los caudales de esta estación han sido adoptados sin correcciones como los caudales de diseño para el proyecto.

La estación 4-152 tiene 15 años de registros iniciados en marzo de 1963 y sólo presenta algunas interrupciones menores que obedecen a fallas de operación del limnógrafo.

Caudales Medios Diarios

En la Figura A-5, Curva de Calibración, se pueden observar los aforos efectuados en el río, en el período comprendido entre 1963 y 1977. Se puede ver que hay un número apreciable de mediciones y una buena estabilidad de la sección. Un análisis de los aforos realizados muestra muy poca dispersión de los datos alrededor de la curva de relación cota-caudal.

El ajuste de la curva de calibración se hizo por mínimos cuadrados y la extrapolación por el método de Stevens, utilizando para ello un levantamiento topográfico de la sección de aforos hasta un nivel superior al correspondiente a las trazas de la máxima avenida histórica.

Con base en esta curva se determinaron por integración de los registros horarios del limnígrafo los correspondientes caudales diarios, máximos y mínimos instantáneos. En el Cuadro A-2 se presentan los caudales medios diarios del período 1963-1977 y los caudales máximos instantáneos registrados en cada mes.

Caudales para Estudios de Generación

Metodología

En vista de que los 15 años de registros de caudales son un período muy corto para los estudios de generación, se desarrollaron modelos matemáticos para obtener series de caudales del río que **representen** su comportamiento a largo plazo.

Basados en los caudales medios mensuales de la estación 4-152, que se muestran en el Cuadro A-3, se estableció conjuntamente con el Consultor Jaime Amorocho la metodología para la obtención de caudales a largo plazo. Dicha metodología incluye los siguientes tópicos generales:

- Análisis estadístico de la serie histórica de caudales.
- Selección e implantación del modelo de generación.
- Generación de caudales y selección de la secuencia de diseño.

5.3.2 Análisis Estadístico de la Serie Histórica de Caudales

Se procedió inicialmente a determinar los parámetros estadísticos de la estación 4-152 para el período 1963-1977. Tales parámetros son la media, la desviación estandar, el coeficiente de asimetría y los coeficientes de correlación serial, con desfase (Lag) uno y dos, tanto para los caudales de cada mes como para el promedio anual. Los resultados se muestran en el Cuadro A-8.

Del análisis de estos resultados se infiere la existencia en el año de dos períodos diferentes: período seco que abarca los meses de junio a septiembre y período húmedo comprendido entre los meses de octubre a mayo. A estos dos períodos se les ajustó una función de distribución, correspondiendo una función normal al período seco y log-normal al período húmedo. La bondad de los ajustes de tales distribuciones fue verificada por las pruebas de CHI cuadrado y Kolmogorof. De igual manera, se procedió a ajustar funciones de distribución, tanto para cada mes, como para el promedio anual, encontrándose que los caudales siguen leyes Gamma y Log-Gamma de acuerdo con las pruebas de CHI cuadrado y Kolmogorof.

5.3.3 Modelo para Generación

Se utilizó un modelo autoregresivo mensual con desfase uno, en el cual se utilizan las medias, desviaciones estandar, asimetrías y coeficientes de correlación serial con desfase uno para cada mes, adicionando una componente aleatoria que sigue una ley de distribución Gamma cuya media es igual a cero y desviación estandar igual a la unidad.

Para desarrollar esta teoría se preparó un programa de computador que además de generar la serie, efectúa las pruebas de CHI cuadrado y Kolmogorof y calcula el diagrama de masas y la curva de regulación de la serie generada.

Las ecuaciones, detalles analíticos de este modelo y un macrodiagrama de flujo del programa de computador utilizado se explica en el Anexo 1.

5.3.4 Generación de Series Estocásticas

Por medio del modelo de generación de caudales descrito, y emplean

Se generaron 20 series de 100 años, 50 series de 50 años y 2 series de 500 años, para determinar la secuencia de caudales bajos con una probabilidad de ser excedida del 94%. Se efectuó un análisis de las curvas de regulación obtenidas para cada serie, y se encontró que presentaban una dispersión muy grande. Con los valores de la secuencia de caudales bajos con una probabilidad del 94% de ser excedida, de cada serie se elaboró una distribución estadística de frecuencias experimental y se seleccionó el valor correspondiente a la mediana. Se escogió la mediana por ser el parámetro que mejor presentó la tendencia central de distribuciones de probabilidad asimétrica como la analizada. El valor obtenido corresponde a la secuencia encontrada en la serie No. 32. Para corroborar el resultado obtenido, se prolongaron dos de las series de 50 años a 500 y se encontró que las distribuciones de probabilidad de cada serie eran iguales entre sí, e iguales a la obtenida en la serie No. 32.

Para la determinación de la energía firme se seleccionó la secuencia de caudales bajos con una probabilidad de ser excedida del 94% obtenida de la distribución de probabilidad de la serie de 500 años. Para determinar la energía promedio y la secundaria se escogió la serie No. 32 de 50 años que representa la vida útil del proyecto.

Modelo para Generación

Para el diseño de la desviación del río durante la construcción de las obras del sitio de presa se determinó por medio de un estudio estadístico de las crecientes registradas en la estación 4-152.

Para dicho estudio se utilizaron las crecientes máximas anuales registradas entre los años 1968 y 1977. Los datos de los años 1963 a 1967 no se utilizaron puesto que en esa época la estación no contaba con limnógrafo y solo se registraban niveles de mira a las 7 am y a las 7 pm.

Estas lecturas no registraban los picos de las crecientes, que en este río son de muy poca duración y ocurren generalmente entre las 10 pm, y las 3 am.

Generación de Series Históricas

A los diez datos de caudales máximos anuales, los cuales se presentan en el Cuadro A-9, se les aplicaron las distribuciones Log Pearson Tipo III, Log Pearson Tipo III con desviación estándar modificada y Gumbel, adoptándose la segunda por presentar un mejor ajuste. La curva de probabilidad de crecientes obtenida por este método se muestra en la Figura A-6 y los valores para períodos de recurrencia entre 2 y 100

do el computador del DANE, se generaron 20 series de 100 años, 50 series de 50 años y 2 series de 500 años, para determinar la secuencia de caudales bajos con una probabilidad de ser excedida del 94%. Se efectuó un análisis de las curvas de regulación obtenidas para cada serie, y se encontró que presentaban una dispersión muy grande. Con los valores de la secuencia de caudales bajos con una probabilidad del 94% de ser excedida, de cada serie se elaboró una distribución estadística de frecuencias experimental y se seleccionó el valor correspondiente a la mediana. Se escogió la mediana por ser el parámetro que mejor presentó la tendencia central de distribuciones de probabilidad asimétrica como la analizada. El valor obtenido corresponde a la secuencia encontrada en la serie No. 32. Para corroborar el resultado obtenido, se prolongaron dos de las series de 50 años a 500 y se encontró que las distribuciones de probabilidad de cada serie eran iguales entre sí, e iguales a la obtenida en la serie No. 32.

Para la determinación de la energía firme se seleccionó la secuencia de caudales bajos con una probabilidad de ser excedida del 94% obtenida de la distribución de probabilidad de la serie de 500 años. Para determinar la energía promedio y la secundaria se escogió la serie No. 32 de 50 años que representa la vida útil del proyecto.

6. CRECIENTE PARA DESVIACION DEL RIO

La creciente para el diseño de la desviación del río durante la construcción de las obras del sitio de presa se determinó por medio de un estudio estadístico de las crecientes registradas en la estación 4-152.

Para dicho estudio se utilizaron las crecientes máximas anuales registradas entre los años 1968 y 1977. Los datos de los años 1963 a 1967 no se utilizaron puesto que en esa época la estación no contaba con limnógrafo y solo se registraban niveles de mira a las 7 am y a las 7 pm. Estas lecturas no registraban los picos de las crecientes, que en este río son de muy poca duración y ocurren generalmente entre las 10 pm, y las 3 am.

A los diez datos de caudales máximos anuales, los cuales se presentan en el Cuadro A-9, se les aplicaron las distribuciones Log Pearson Tipo III, Log Pearson Tipo III con desviación estándar modificada y Gumbel, adoptándose la segunda por presentar un mejor ajuste. La curva de probabilidad de crecientes obtenida por este método se muestra en la Figura A-6 y los valores para períodos de recurrencia entre 2 y 100

años se presentan en el Cuadro A-10. (6,8)

Para el diseño de las obras de desvío se adoptó una creciente de 1500 m³/s con un período de recurrencia de uno en 25 años.

7. CRECIENTE DE DISEÑO DEL REBOSADERO

7.1 Metodología

La determinación de la creciente de diseño del rebosadero se hizo calculando la precipitación máxima probable (PMP) en la hoya del proyecto y aplicando esta tormenta sobre la hoya en conjunto con el hidrógrafo unitario, obteniendo así la creciente máxima probable (CMP). Posteriormente se transitó la CMP por el embalse para obtener la creciente de diseño del rebosadero.

7.2 Precipitación Máxima Probable (PMP)

7.2.1 Generalidades

La precipitación máxima probable corresponde a la mayor cantidad de precipitación que teóricamente puede caer sobre la hoya de un río en determinado período. Para la determinación de la PMP se estudiaron los registros históricos de las estaciones en la hoya asociadas con la duración e intensidad de las tormentas registradas en la región, la distribución en el tiempo y en el espacio de dichas tormentas y otros fenómenos, tales como las relaciones existentes entre la lluvia media en la cuenca y la lluvia que efectivamente escurre.

7.2.2 Evaluación de la Precipitación Máxima Probable (PMP)

Para evaluar la PMP se usó el método de Hershfield. Este método está basado en el análisis estadístico del registro histórico de los datos de precipitación. Este método es aplicable universalmente cuando existen datos de precipitación suficientes para definir la precipitación promedio anual máxima en 24 horas. Existe un buen número de estos datos en la hoya del río La Miel donde hay 8 estaciones de precipitación, con datos diarios desde hace 12 años.

La ecuación básica para la determinación de la PMP es: (1,3,4).

$$X_m = X_n + K_m S_n,$$

Donde:

X_n y S_n : Son la media y desviación estándar de los máximos anuales.

K_m : Es una constante que varía con X_n y con la duración de la tormenta.

X_m : Es la precipitación máxima probable antes de los ajustes por área de drenaje.

Hershfield provee gráficas para determinar K_m , para ajustar X_n y S_n en base al número de años de datos, y un factor de distribución que permite ajustar la PMP puntual para aplicarla sobre la hoya en cuestión.

7.2.3 Precipitación Puntual

Los datos de precipitación de 24 horas son tomados en un intervalo de tiempo fijo y los máximos ocurridos pueden ser omitidos por el observador. Los máximos de 24 horas fueron ajustados añadiéndoles el 50% del máximo del día anterior o del día siguiente al máximo. Estos datos así ajustados se presentan en el Cuadro A-11 para 8 estaciones con el valor de PMP correspondiente para cada estación derivado de la ecuación y las gráficas. El valor de K_m usado en la ecuación se dedujo de asumir una duración de tormentas de 6 horas. Al examinar las tormentas que producen las máximas escorrentías en los ríos de la hoya se concluyó que estas escorrentías provienen de tormentas que duran menos de 6 horas. (2,5).

Se derivó un valor promedio de la PMP de 334 mm promediando los valores de PMP calculados para las 8 estaciones seleccionadas el cual se distribuyó en intervalos de media hora.

7.2.4 Distribución de la Lluvia en el Tiempo

El método empleado envuelve la derivación de una curva de profundidad duración que está basada en el patrón promedio de distribución de las

tormentas en el tiempo.

En la cuenca las lluvias de corta duración, menores de 6 horas, son las más frecuentes y las que producen el máximo escurrimiento. En el caso de la estación pluviográfica de Samaná, más del 75% del total precipitado cae en las primeras tres horas. Para esta estación se elaboraron secuencias acumuladas de la lluvia, expresada en porcentaje, con relación a la duración de las 23 tormentas analizadas. En la Figura A-7 se pueden apreciar estas secuencias y las distribuciones que fueron consideradas como críticas y representativas para la producción de un máximo escurrimiento en la cuenca, según se considere a una duración de la tormenta de 3 ó 6 horas.

7.2.5 Maximización Espacial de la Lluvia

Como las lluvias de mayor intensidad y menor duración producen los máximos escurrimientos, se hizo una maximización reduciendo los intervalos de tiempo entre chubascos sucesivos de una misma tormenta que sea crítica y meteorológicamente posible. Se combinaron dos situaciones meteorológicas similares ocurridas en intervalos consecutivos de 3 horas de duración, separados una hora. Esta división de la tormenta en dos chubascos es representativa y característica de las distribuciones de las mayores tormentas observadas, entre ellas la correspondiente a la noche del 21 de noviembre de 1974, que ha sido una de las más altas registradas en la cuenca.

7.2.6 Hietograma Crítico de Lluvia Efectiva

Los resultados de los otros cálculos que llevan a la elaboración del hietograma crítico se muestran en el Cuadro A-12 en donde la columna 1 representa los porcentajes de profundidad de la Figura A-7 para intervalos de media hora; la columna 2 multiplica estos porcentajes por la PMP total que representa las profundidades de lluvia; la columna 3 muestra los factores de reducción de área correspondiente a cada duración y estos son aplicados para obtener la PMP acumulada directa de la columna 4 y en la columna 5 se presentan los incrementos correspondientes de cada media hora.

El cálculo final consiste en arreglar estos incrementos de lluvia, con el objeto de seleccionar un hietograma crítico que produzca el máximo

caudal pico. Al examinar las mayores tormentas se encontró que no existe una localización específica para los grandes chubascos. Teniendo esto en cuenta se encontró el hietograma en forma tal que creciera gradualmente y absorviera las pérdidas por retención en las primeras horas de la tormenta. Con base en el comportamiento de las mayores crecientes de adoptaron los coeficientes de escurrimiento de 0.64 para el primer chubasco y de 1.0 para el segundo; la retención total es de 30 mm, distribuída como se muestra en la columna 7. Los valores correspondientes de precipitación efectiva se muestran en la columna 8 del Cuadro A-12. (5,7).

7.2.7 Precipitación Máxima Probable Efectiva

La precipitación máxima probable efectiva fué determinada a partir de la precipitación máxima probable puntual, reducida por los factores de área y retención como se muestra en el Cuadro A-12, columna 9. Este hietograma crítico tiene una precipitación máxima probable efectiva de 223 mm.

7.3 Hidrograma Unitario

7.3.1 Generalidades

El hidrógrafo unitario (HU) se define como el hidrograma resultante de un escurrimiento superficial de volumen unitario. El HU es una constante de la cuenca hidrográfica que refleja las características de escurrimiento en la sección que se considere. Por comodidad de cálculo el volumen es medido en altura de agua sobre la cuenca y se fijó en 1 mm de escurrimiento efectivo. De acuerdo con los enunciados fundamentales del método, los estudios comparativos que se hacen entre los diversos hidrogramas de crecientes solo pueden ser efectuados cuando los mismos sean resultado de precipitaciones de igual duración. El tiempo, o período unitario que fué escogido se conservó constante durante los estudios y fué de media hora, con lo cual las variaciones en la intensidad de la lluvia que se presentan normalmente en el transcurso de las tormentas, no produzcan efectos sensibles sobre el hidrograma.

7.3.2 Régimen de Crecientes

Se estudiaron todos los registros limnimétricos y limnigráficos disponibles en la estación 4-152, sobre el río La Miel. Con base en estos datos se pudieron destacar las mayores crecientes registradas y examinar sus principales características. En la Figura A-8 se presentan los hidrogramas correspondientes a las mayores crecientes observadas en esta estación.

Como no se dispone de datos horarios de lluvias en la cuenca sino a partir de agosto de 1974, fecha en que fué instalado un pluviógrafo en el municipio de Samaná, se hizo un estudio detallado de las mayores crecientes observadas a partir de esta fecha en conjunto con las lluvias que las originaron. Esto permitió determinar las características de escurrimiento y retención de los terrenos, así como las características comunes a todas las tormentas. Además, de los registros horarios de Samaná, fueron usados también los pluviogramas de las estaciones de Palanquero, Llanadas, Norcasia, Argelia, Arboleda, Florencia y Pensilvania. Cinco de las crecientes máximas registradas fueron seleccionadas para el análisis del hidrograma en la estación 4-152.

7.3.3 Cálculo del Hidrograma Unitario

El análisis del hidrograma que conlleva al hidrograma unitario, ilustrado en la Figura A-10 consiste en separaciones del caudal base y la deducción de éste del caudal total para obtener las ordenadas de escorrentía directa correspondientes a la lluvia. Estas ordenadas son sumadas para producir el volumen total de escorrentía directa y convertido en milímetros de profundidad de lluvia sobre la hoya hidrográfica. Dividiendo cada ordenada por esta profundidad produce una serie de caudales que representan un hidrograma unitario de 1 milímetro de lluvia efectiva.

Este procedimiento fué seguido en cinco hidrogramas, se elaboraron las curvas S en cada caso como se muestra en la Figura A-9. La curva S es independiente de la duración de la tormenta y es empleada para coordinar hidrogramas unitarios de diferente duración. Una curva S promedio puede ser usada para derivar el hidrograma unitario para cualquier duración. En este caso la curva S promedio de la Figura A-9 se usó para obtener el hidrograma unitario final de media hora para Miel I.

7.4

Creciente Máxima Probable

Para determinar la creciente máxima probable se utilizaron los datos obtenidos anteriormente para la PMP y el HU. La PMP determinada es de 253 mm con una duración de 6 horas, repartida en dos chubascos de 84 y 169 mm, cada uno de 3 horas de duración y separados entre sí por un intervalo de 1 hora.

El hietograma crítico en combinación con el hidrograma unitario sirvió para definir el hidrograma de diseño para el rebosadero de Miel I. Este hidrograma o creciente máxima probable se muestra en la Figura A-11 con un pico de aproximadamente 7.700 m³/s.

7.5

Amortiguación del Embalse

Se hizo un tránsito de la CMP por el embalse utilizando el método de Muskingum. Se permitió que el nivel del agua alcanzar como máximo, la cota 448.2. Con esta amortiguación el pico de 7700 m³/s se redujo a 5800 m³/s, valor que se adoptó para el diseño del rebosadero, como se muestra en la Figura A-12.

8

EVAPORACION

La estación meteorológica instalada por el Consorcio en el campamento de Norcasia, cercana al sitio de presa, se consideró como representativa de las condiciones que irá a prevalecer en la zona del embalse.

Tal como se muestra en el Cuadro A-13, las pérdidas por evaporación que se producirán en la zona del embalse de Miel I, se verán ampliamente compensadas por la alta precipitación que se presenta en la región.

La rata promedio de evaporación en el embalse se determinó en 1.6 Mm³ mensuales. Esta pérdida expresada en caudal es de 0.6 m³/s, un valor que es despreciable comparado con el caudal medio del río en el sitio de presa de 85.4 m³/s.

SEDIMENTACION

9.1 Introducción

Existen datos de sedimentos en suspensión desde 1970 en la estación 4-152. Sin embargo, hasta 1977 estas mediciones se limitaron a la toma de una muestra superficial de agua y a la lectura del nivel en el río. Por esta razón, el Consorcio llevó a cabo el programa intensivo de muestreos que se describe a continuación.

9.2 Programa de Muestreos

Para este estudio se programó una campaña de mediciones de caudal y de recolección de muestras de sedimentos a partir del 23 de febrero de 1977 en las estaciones 4-152, 4-156 y Puente Colgante.

Las mediciones del material transportado en suspensión por la corriente se hicieron por medio de una turbisonda integradora en profundidad del tipo US-DH48. El número inicial de verticales para recolección de muestras fué de cinco en puntos igualmente espaciados; posteriormente se redujo a tres verticales situadas en secciones de igual caudal. La toma de muestras se efectuaba después del aforo correspondiente en la sección y se medía la temperatura del agua inmediatamente después del muestreo de sedimentos.

En el período que sirvió de base a los estudios se realizaron las siguientes mediciones:

<u>Estación</u>	<u>No. de Mediciones</u>	<u>Caudal Máximo Medido (m³/s)</u>	<u>Caudal Mínimo Medido (m³/s)</u>
Río La Miel 4-152	46	316	25
Río La Miel 4-156	16	64	10

9.3 Sedimentos en Suspensión

Con la información obtenida de los muestreos mencionados anteriormente, se procedió a determinar la relación entre el caudal del río y la concentración de sedimentos en suspensión y a la clasificación granulométrica de estos sedimentos. El resultado de dichos análisis se presenta en el Cuadro A-7.

9.4 Arrastre de Fondo

No fué posible la medición del material de arrastre de fondo en el río . Sin embargo, de la observación de las muestras obtenidas se pudieron establecer las características de los materiales transportados en el fondo para su empleo en las fórmulas empíricas de transporte sólido.

9.5 Transporte Total de Sedimentos

Para las determinaciones del transporte total se ensayaron diferentes procedimientos y se seleccionaron finalmente las fórmulas sugeridas por Einstein-Brown, Engelund-Hansen y Colby.

Inicialmente se determinó la capacidad de transporte del río, con base en criterios de velocidades de arrastre y fuerzas cortantes críticas, que permitieron establecer que no existe transporte de material con dimensiones superiores a los 10 mm para condiciones normales de escurrimiento.

Con base en las características hidráulicas del escurrimiento y resultados de laboratorio de los sólidos en suspensión, se hicieron los cálculos correspondientes por los tres procedimientos. Se hicieron comparaciones con los resultados de la medición, los cuales se dibujaron en una gráfica de caudal líquido vs. gasto sólido. El método de Einstein-Brown mostró ser bastante consistente con los resultados de las mediciones y fué seleccionado como representativo de las condiciones del transporte sólido en el río La Miel. En la Figura A-13 se muestran los valores obtenidos, correspondientes a los cálculos realizados según el método de Einstein-Brown, ajustado por Colby, de forma que se considera el arrastre del material no medido en la capa junto al lecho del río.

9.6 Aporte Promedio de Sedimentos

La integración de las curvas de calibración de transporte total de sedimentos permitió obtener la curva de duración de gasto sólido, la cual se muestra en la Figura A-14. De esta curva se deduce que el transporte promedio de sedimento del río en el sitio de presa es de 3070 ton/día, lo cual corresponde, en esta hoya, a un promedio de 1460 ton/año por kilómetro cuadrado.

Basados en las características físicas de los sedimentos transportados se ha supuesto un peso específico del material sólido de 1300 kg/m^3 , - con lo cual se obtuvo un volumen de sedimentos de $860.000 \text{ m}^3/\text{año}$.

Volumen de Sedimentos en el Embalse

Basados en los resultados anteriores, el aporte total de sedimentos al embalse en 50 años fué calculado en 43 millones de metros cúbicos.

El nivel mínimo de operación del embalse, cota 390, suministra un embalse muerto de 140 Mm^3 , volumen más que suficiente para acomodar el aporte total de sedimentos aún considerando que la retención de estos sea total. Por esta razón, no se hizo un estudio detallado de retención y distribución de los sedimentos en el embalse. Hay que tener en cuenta además, que en caso de construir el embalse de Miel II el aporte de sedimentos será aún menor.

CUADROS

CUADRO A-1

DATOS CLIMATOLOGICOS

M E S

P R E C I P I T A C I O N mm

	B o l i v i a			N o r c a s i a			F l o r e n c i a		
	Min.	Media	Máx.	Min.	Media	Máx.	Min.	Media	Max.
Enero	45	213	355	72	206	446	300	629	938
Febrero	61	243	345	23	143	293	87	515	838
Marzo	163	286	463	135	331	682	293	519	901
Abril	261	379	750	138	291	628	419	716	1194
Mayo	216	380	573	94	450	675	410	751	1232
Junio	20	178	301	117	257	583	168	438	755
Julio	28	118	331	12	196	329	25	338	970
Agosto	129	228	419	140	317	599	400	622	886
Septiem.	120	273	395	144	411	693	350	687	882
Octubre	298	445	710	376	610	1068	640	884	1154
Noviem.	261	398	551	207	578	766	580	913	1278
Diciem.	103	264	428	74	289	593	309	688	1121

CHICAGO

CUADRO A-1

DATOS CLIMATOLOGICOS

Table with multiple columns and rows, likely containing meteorological data for Chicago. The text is very faint and difficult to read.

M E S	ESTACION SAMANA		ESTACION PALANQUERO	
	Temperatura °C	Humedad Relativa	Temperatura °C	Humedad Relativa
Enero	18.4	89	28.0	71
Febrero	19.4	91	26.9	78
Marzo	19.7	91	29.8	75
Abril	19.5	92	27.5	79
Mayo	19.4	90	27.1	80
Junio	19.6	86	27.4	75
Julio	20.0	77	26.7	76
Agosto	20.1	82	28.0	75
Septiem.	18.9	84	27.1	78
Octubre	18.7	90	26.6	81
Noviem.	19.0	92	26.5	83
Diciem.	18.6	91	27.3	77

CAUDALES MEDIOS DIARIOS
 RIO LA MIEL - ESTACION 4-152
 AÑO 1963

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	DIA
1	*****	*****	82.5	99.0	84.5	65.6	57.5	59.1	51.3	109.9	90.3	109.9	1
2	*****	*****	92.6	71.9	112.2	66.7	56.8	59.1	49.9	52.5	88.4	104.0	2
3	*****	*****	65.3	86.1	115.6	65.3	56.0	57.5	50.4	69.6	104.0	77.0	3
4	*****	*****	68.2	68.9	67.5	65.5	56.0	55.8	31.3	62.5	117.8	122.7	4
5	*****	*****	68.7	65.3	218.2	71.9	56.0	56.8	50.3	63.8	98.7	87.2	5
6	*****	*****	68.2	66.5	71.7	66.8	67.6	52.9	41.0	79.7	273.9	109.9	6
7	*****	*****	197.4	66.4	70.5	65.8	58.1	55.2	42.3	166.3	151.0	104.0	7
8	*****	*****	72.1	105.3	119.1	66.0	57.5	54.4	34.9	122.7	109.9	122.7	8
9	*****	*****	73.1	69.8	101.6	66.6	56.8	52.9	32.0	90.6	95.9	63.4	9
10	*****	*****	106.4	67.1	115.6	65.1	56.0	56.8	161.1	97.2	153.9	52.9	10
11	*****	*****	70.7	71.3	67.1	108.7	62.2	53.3	37.8	59.2	215.3	129.5	11
12	*****	*****	74.5	84.5	63.3	163.7	57.9	56.0	183.4	172.7	248.0	52.1	12
13	*****	*****	166.1	67.7	70.0	92.6	60.5	63.4	115.7	265.8	211.2	77.0	13
14	*****	76.1	86.4	149.7	81.3	85.9	57.5	53.6	87.2	81.1	120.9	133.7	14
15	*****	68.2	72.8	79.5	95.9	74.2	81.8	57.7	80.1	98.1	93.4	136.4	15
16	*****	66.0	256.4	239.2	81.5	70.0	57.7	77.0	104.0	122.7	88.7	104.0	16
17	*****	65.1	86.3	86.8	35.3	67.1	73.6	61.7	166.7	81.0	90.3	122.7	17
18	*****	81.7	82.5	82.5	141.6	66.0	57.9	60.0	92.6	65.7	122.7	104.0	18
19	*****	144.4	100.2	83.3	32.6	65.1	67.1	109.9	122.7	77.0	90.3	77.0	19
20	*****	147.8	69.6	78.4	83.0	64.3	57.7	122.7	72.3	87.2	96.2	55.2	20
21	*****	87.4	96.5	90.8	85.7	63.4	91.1	104.0	67.7	104.0	112.9	59.1	21
22	*****	90.1	201.5	65.5	85.0	63.0	61.9	52.9	99.4	102.6	239.8	82.1	22
23	*****	78.8	91.6	112.5	73.3	61.9	57.3	60.8	97.7	86.0	59.1	52.9	23
24	*****	141.0	65.1	67.8	111.3	69.8	56.6	59.1	87.2	87.2	98.1	87.2	24
25	*****	110.1	64.3	65.3	95.6	58.9	56.0	92.6	56.8	103.4	109.9	54.1	25
26	*****	74.4	67.8	200.9	87.3	59.1	55.2	87.2	102.5	61.7	87.2	177.8	26
27	*****	104.0	66.0	69.8	97.0	57.7	55.2	116.3	61.2	60.2	109.9	87.2	27
28	*****	82.6	63.0	102.1	113.7	57.9	54.6	109.9	63.4	51.3	98.1	72.6	28
29	*****	*****	64.9	66.6	95.9	57.5	64.0	52.6	87.2	82.1	122.7	63.4	29
30	*****	*****	75.2	103.4	92.9	57.3	93.5	55.2	116.3	59.1	63.4	53.6	30
31	*****	*****	245.0	*****	88.3	*****	93.3	52.1	*****	72.3	*****	77.0	31
PRDM	*****	54.5	98.8	90.9	97.1	70.7	62.9	63.8	81.2	91.8	125.5	51.1	
MAX FECHA	***** **	166.7 20	360.8 31	338.2 25	324.7 5	269.8 12	125.4 21	122.7 20	201.0 10	315.6 7	315.6 6	315.6 26	
MIN FECHA	***** **	65.1 17	62.5 28	64.3 5	65.1 12	56.8 28	54.4 28	52.1 31	29.4 4	51.3 28	55.2 16	52.9 10	

QMAX ANUAL = 360.8 M3/S QMIN ANUAL = 29.4 M3/S QMED ANUAL = 89.2 M3/S
 VOLUMEN ANUAL ESCURRIDO = 2447.4 MILLONES DE M3 EN 321 DIAS

CAUDALES MEDIOS DIARIOS
RIO LA MIEL - ESTACION 4-152
m³/s

AÑO 1964

DIA FNE FEB MAR APR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC DIA

DIA	FNE	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DEC	DIA
1	55.2	59.1	77.0	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	1
2	109.9	77.0	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	2
3	84.1	67.7	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	3
4	60.8	104.0	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	4
5	57.6	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	5
6	67.7	87.2	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	6
7	122.7	51.3	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	7
8	164.8	52.6	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	8
9	59.1	64.0	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	9
10	52.9	59.1	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	10
11	44.7	55.2	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	11
12	51.3	59.1	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	12
13	48.3	251.2	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	13
14	47.7	260.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	14
15	51.3	77.0	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	15
16	49.9	59.1	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	16
17	55.2	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	17
18	109.9	87.2	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	18
19	59.1	63.4	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	19
20	52.9	54.4	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	20
21	87.2	59.1	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	21
22	98.1	56.2	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	22
23	44.2	77.0	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	23
24	47.7	67.7	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	24
25	51.3	58.1	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	25
26	77.0	62.3	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	26
27	66.0	67.7	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	27
28	67.7	59.1	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	28
29	72.3	77.0	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	29
30	158.8	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	30
31	122.7	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	31

CUADRO A-2

A-26

OMIN ANUAL = 44.2 M³/S
 OMAX ANUAL = 360.8 M³/S
 VOLUMEN ANUAL ESCURTIDA = 2295.6 MILLONES DE M³ EN 300 DIAS
 OMIN ANUAL = 88.6 M³/S

CAUDALES MEDIOS DIARIOS
 RIO LA MIEL - ESTACION 4-152
 m³/s
 AÑO 1965

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AUG	SE P	OCT	NOV	DIC	DIA	
1	98.3	84.4	41.7	63.2	73.5	52.7	34.4	15.2	46.4	53.6	75.6	130.5	1	
2	69.1	66.9	32.0	46.9	104.0	52.7	50.8	24.9	24.7	75.8	126.3	157.0	2	
3	65.5	159.4	22.0	83.8	53.1	59.1	29.0	18.0	113.1	223.0	103.7	101.4	3	
4	92.1	85.4	37.1	61.1	51.6	76.5	37.8	36.1	177.6	77.0	81.3	50.0	4	
5	65.2	66.4	36.3	50.3	46.5	59.1	24.4	17.1	55.4	68.4	89.9	60.8	5	
6	90.1	69.4	82.0	223.0	44.2	62.8	73.0	16.5	61.2	53.1	78.3	77.0	6	
7	76.1	62.3	59.1	107.5	53.0	76.8	27.1	62.3	45.4	48.8	73.5	91.5	7	
8	83.4	73.6	52.3	143.1	43.4	37.8	24.2	19.0	55.2	55.1	66.4	96.5	8	
9	82.1	55.3	51.4	104.2	43.6	28.3	22.4	72.0	53.6	84.0	76.5	83.6	9	
10	67.9	87.7	62.9	73.6	115.6	35.3	22.1	25.0	45.3	73.6	106.9	97.4	10	
11	108.3	50.4	72.8	64.4	54.4	26.9	21.1	24.3	47.2	98.9	75.8	126.0	11	
12	168.1	51.3	58.2	67.1	160.0	33.0	21.1	17.7	43.6	106.9	73.6	96.7	12	
13	87.4	69.8	59.2	53.3	35.0	33.2	21.0	16.8	41.0	68.4	77.8	163.8	13	
14	87.8	75.3	68.2	63.4	251.4	32.0	19.9	16.4	33.2	91.3	70.5	99.7	14	
15	101.3	63.8	55.2	161.1	110.0	23.0	20.7	43.2	39.8	81.4	78.4	84.5	15	
16	77.2	56.4	61.2	87.4	103.7	32.0	19.7	24.8	47.2	58.2	84.4	87.8	16	
17	85.0	52.4	66.6	93.3	71.4	29.6	18.3	20.9	33.8	91.3	77.3	59.4	17	
18	117.9	52.1	146.0	74.9	75.1	28.9	18.4	44.4	33.3	85.7	176.0	87.6	18	
19	87.2	80.0	243.5	84.6	71.9	27.8	17.5	70.8	29.7	77.0	61.8	75.4	19	
20	194.1	43.5	89.9	135.1	75.6	27.8	17.5	37.8	82.6	87.2	106.6	115.3	20	
21	103.0	38.6	83.4	72.6	63.3	27.3	17.5	30.7	33.3	74.4	81.6	70.7	21	
22	87.4	39.4	61.5	58.1	71.2	25.9	16.8	25.0	30.4	133.2	80.6	63.0	22	
23	128.3	37.8	55.2	54.2	51.1	25.4	16.4	23.1	61.8	87.7	89.4	61.3	23	
24	77.2	37.8	53.1	68.0	52.5	25.0	16.2	21.3	31.0	76.1	78.6	73.7	24	
25	88.9	34.2	52.7	89.6	84.6	23.9	16.1	23.1	166.6	71.7	72.3	94.6	25	
26	74.9	216.4	49.3	54.8	61.9	23.1	15.4	20.5	237.6	83.4	94.4	73.7	26	
27	63.4	37.8	45.6	94.7	73.3	25.4	15.7	19.9	68.4	83.1	241.7	67.9	27	
28	60.2	38.6	40.2	92.5	153.2	22.2	15.7	18.6	53.5	98.1	240.9	112.2	28	
29	48.5	*****	44.2	59.3	68.6	24.6	15.5	18.8	77.3	113.8	149.6	95.1	29	
30	46.7	*****	45.3	64.3	69.6	22.2	18.3	27.3	74.0	85.7	109.3	131.2	30	
31	53.4	*****	69.2	*****	104.2	*****	15.4	29.7	*****	68.4	*****	92.9	31	
PROM	88.3	67.4	64.8	85.9	81.5	37.0	23.2	28.1	65.8	85.0	99.8	95.8		
MAX	315.6	324.7	315.6	315.6	315.6	77.0	77.0	109.9	260.9	315.6	333.7	220.0		
FECHA	23	3	18	6	14	4	6	9	25	3	28	13		
MIN	45.6	32.0	32.0	44.2	42.3	22.2	15.4	15.0	24.0	47.7	55.2	51.3		
FECHA	30	25	2	2	8	28	26	2	2	7	19	5		
QMAX ANUAL =	333.7 M3/S			QMIN ANUAL =			15.0 M3/S			QMED ANUAL =			68.6 M3/S	
VOLUMEN ANUAL ESCURPIDO = 2163.2 MILLONES DE M3 EN 355 DIAS														

RIO LA MIEL - ESTACION 4-152
 m³/s
 AÑO 1966

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	DIA
1	80.8	38.3	93.1	38.9	63.4	73.6	118.9	49.3	157.3	74.8	73.7	264.4	1
2	90.8	94.4	98.6	34.2	107.5	106.1	*****	40.5	63.4	326.5	232.3	226.1	2
3	63.4	43.8	59.1	35.9	63.4	76.1	*****	37.8	165.0	89.7	84.8	93.7	3
4	67.0	63.7	57.9	64.3	50.1	68.9	72.3	63.5	62.6	64.7	66.6	264.4	4
5	77.8	54.3	56.6	45.0	41.0	90.6	67.5	57.7	66.8	79.3	120.0	87.1	5
6	71.5	50.2	49.9	42.4	37.1	85.9	68.5	73.2	55.2	67.9	191.7	271.4	6
7	85.9	139.6	47.7	30.5	77.2	95.2	59.8	77.5	65.3	282.6	66.7	274.5	7
8	75.1	100.2	46.2	32.0	49.9	92.6	58.3	42.1	61.7	90.1	74.3	156.2	8
9	96.5	77.7	48.2	30.4	45.6	82.1	66.8	34.2	56.6	89.2	73.3	87.4	9
10	70.2	62.5	77.0	32.0	64.3	102.5	58.3	32.0	63.5	91.2	60.6	226.4	10
11	53.6	55.3	70.4	43.5	69.0	59.9	57.7	30.4	47.7	67.4	76.1	309.5	11
12	50.8	59.1	75.1	34.9	54.6	113.8	67.4	29.5	63.9	71.5	89.4	159.6	12
13	54.0	83.1	63.4	31.2	62.0	76.6	59.4	85.3	135.7	66.5	79.7	164.9	13
14	69.3	63.4	73.4	28.4	49.8	52.9	66.9	85.3	67.6	91.5	92.4	188.3	14
15	83.4	65.4	64.3	37.4	64.0	75.0	54.2	133.0	114.3	76.0	236.1	128.5	15
16	74.7	59.7	77.0	32.0	93.5	126.8	47.9	62.6	65.7	62.1	107.0	132.3	16
17	75.8	55.2	98.1	29.7	203.9	60.6	46.2	79.4	53.3	89.8	120.2	158.6	17
18	61.7	57.5	107.5	222.6	60.8	72.7	44.7	59.1	63.7	83.3	87.3	123.5	18
19	85.2	81.9	90.8	78.5	69.4	88.5	40.7	64.0	57.9	92.5	61.7	185.1	19
20	66.0	67.0	100.4	57.1	83.3	104.6	37.8	66.4	76.7	57.5	76.6	94.6	20
21	55.2	95.9	63.1	34.8	77.5	182.0	34.9	61.8	57.7	73.8	145.3	133.2	21
22	51.3	88.9	49.0	76.3	94.6	88.6	*****	56.7	57.6	84.5	77.1	107.5	22
23	61.5	59.1	43.6	66.0	113.9	82.9	66.2	68.2	58.7	71.0	63.0	93.9	23
24	66.0	47.2	42.3	91.8	74.0	59.1	53.9	41.0	77.7	57.9	60.3	62.1	24
25	42.3	96.4	41.8	113.1	87.4	73.1	47.6	65.2	61.9	105.8	171.5	71.2	25
26	40.4	47.7	97.0	73.5	71.5	107.4	58.3	95.8	57.0	82.6	88.8	84.1	26
27	57.5	44.5	78.6	65.1	75.4	76.2	47.4	54.8	75.3	92.9	85.7	76.8	27
28	47.7	34.3	69.7	59.1	75.6	54.8	37.8	61.7	49.6	96.2	102.7	117.7	28
29	49.5	*****	32.0	75.4	57.0	76.8	37.8	71.7	65.8	61.9	129.0	156.5	29
30	54.6	*****	30.3	63.1	57.7	64.9	71.5	71.2	93.5	67.6	256.1	91.3	30
31	63.8	*****	29.3	*****	110.2	*****	108.3	85.0	*****	64.7	*****	71.0	31
PROM	65.5	67.5	65.5	56.9	78.0	87.0	55.2	62.4	75.7	92.7	108.3	151.6	
MAX FECHA	100.5 9	194.0 7	116.3 2	274.3 18	315.6 17	299.6 21	118.9 1	166.7 15	315.6 3	397.2 7	315.6 2	315.6 1	
MIN FECHA	39.7 27	34.3 28	28.9 31	28.4 14	34.9 6	52.1 17	34.9 21	28.4 12	45.3 11	48.5 24	54.4 16	60.0 24	
QMAX ANUAL = 397.2 M ³ /S QMIN ANUAL = 28.4 M ³ /S QMED ANUAL = 81.1 M ³ /S													
VOLUMEN ANUAL ESCURRIDO = 2538.1 MILLONES DE M ³ EN 352 DIAS													

RIO LA MIEL - ESTACION 4-152
m³/s

AÑO 1967

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	DIA
1	61.5	69.7	73.8	79.7	84.4	90.1	36.5	46.2	28.7	25.1	130.4	81.8	1
2	84.4	71.7	90.9	64.3	107.4	64.3	40.4	37.4	25.6	29.7	71.7	56.6	2
3	74.2	77.0	77.7	63.4	90.4	56.4	32.9	34.2	23.6	72.2	66.8	57.7	3
4	92.2	67.1	110.4	61.0	112.8	299.3	31.1	31.5	45.0	47.3	62.8	75.4	4
5	74.9	245.3	104.9	113.9	99.8	78.5	51.0	29.3	35.9	35.3	55.0	69.1	5
6	58.9	53.2	222.7	82.9	61.7	97.4	31.8	24.2	23.7	29.8	59.2	68.9	6
7	64.0	74.9	270.9	96.5	57.3	104.0	29.8	22.2	28.7	26.4	55.4	58.7	7
8	58.1	65.3	85.0	72.7	75.4	74.4	28.2	21.3	25.3	24.2	47.9	64.7	8
9	56.0	74.1	109.7	88.8	91.2	69.9	27.8	33.2	70.7	40.7	72.6	92.3	9
10	57.3	96.5	92.6	70.6	80.8	74.2	26.3	29.5	158.1	36.1	43.4	68.2	10
11	106.6	64.9	65.9	53.6	65.8	207.5	123.6	27.3	51.3	42.5	39.1	75.6	11
12	53.2	85.3	85.5	63.8	98.9	68.5	36.6	52.9	43.2	34.5	72.3	66.7	12
13	117.4	59.5	61.7	63.8	84.4	61.5	69.5	69.8	41.5	36.1	70.8	61.5	13
14	74.4	52.5	78.0	43.6	100.3	65.1	34.5	44.9	37.7	33.7	230.3	69.7	14
15	62.2	45.7	66.6	117.2	75.3	60.8	37.2	39.1	36.2	31.8	95.4	71.5	15
16	70.3	76.3	127.4	52.5	236.1	58.3	35.3	24.0	34.8	29.3	251.0	62.1	16
17	76.6	95.7	55.4	90.3	202.5	56.0	32.7	22.2	31.9	26.7	125.9	57.9	17
18	129.9	60.2	82.7	79.3	88.9	54.2	43.1	23.0	31.0	31.9	97.9	58.7	18
19	92.6	80.9	102.3	92.9	103.9	50.4	38.0	21.4	29.3	31.7	110.1	72.1	19
20	90.1	55.0	84.6	90.6	89.4	64.7	36.5	22.2	28.2	100.1	270.5	84.2	20
21	77.1	49.5	64.9	63.6	100.9	47.7	47.4	22.7	26.3	71.7	133.1	79.6	21
22	81.4	58.0	107.5	58.1	94.6	44.4	42.3	21.3	25.3	46.5	286.8	91.7	22
23	73.3	55.8	74.6	99.8	87.5	42.0	38.9	126.7	29.1	39.4	143.7	71.9	23
24	67.7	100.4	62.5	76.0	83.9	40.5	35.6	31.6	25.1	36.3	80.6	83.4	24
25	58.9	137.1	92.1	61.3	71.9	40.4	33.5	26.4	23.9	59.8	100.8	68.3	25
26	63.4	165.4	189.8	45.5	55.8	39.1	31.9	24.0	52.3	43.3	72.8	62.1	26
27	58.7	90.8	71.9	52.6	61.7	39.7	30.4	89.5	35.5	42.0	72.6	57.3	27
28	63.6	63.4	106.0	47.4	64.3	36.5	25.3	50.7	33.4	181.4	173.5	53.6	28
29	68.9	****	106.8	175.5	55.0	43.9	35.3	33.7	31.1	122.7	220.4	62.5	29
30	58.0	****	64.3	81.3	84.4	40.4	21.3	31.0	29.1	132.7	131.6	55.0	30
31	147.8	****	61.9	****	72.5	****	37.5	30.7	****	115.3	****	50.6	31
PROM	76.6	83.4	59.7	78.1	91.7	71.8	39.2	36.9	33.3	53.4	115.0	68.1	
MAX	270.0	315.6	315.6	299.6	315.6	315.6	260.9	278.7	283.2	260.5	379.0	109.9	
FECHA	31	5	7	29	15	4	11	23	10	28	20	1	
MIN	51.3	43.6	57.5	42.9	54.4	36.1	25.9	20.6	22.7	23.6	37.8	49.2	
FECHA	12	1	23	14	26	28	10	8	3	8	11	31	
QMAX ANUAL	= 379.0 M3/S												
QMIN ANUAL	= 20.6 M3/S												
QMED ANUAL	= 70.9 M3/S												
VOLUMEN ANUAL ESCURRIDO = 2234.7 MILLONES DE M3 EN 365 DIAS													

CAUDALES MEDIOS DIARIOS
 RIO LA MIEL - ESTACION 4-152
 m³/s

AÑO 1968

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	JTA
1	63.6	63.0	127.4	47.0	80.7	57.9	58.2	26.7	52.3	130.6	61.6	126.2	1
2	60.6	113.2	60.6	56.6	63.4	81.6	56.7	26.5	91.0	41.9	72.8	113.3	2
3	61.5	75.3	64.0	61.7	63.2	68.4	48.6	26.3	171.9	33.0	67.3	111.4	3
4	48.1	66.5	57.9	58.7	57.9	106.7	67.8	25.4	148.5	60.8	66.5	98.1	4
5	45.6	70.3	61.7	53.8	62.3	89.4	60.8	37.7	72.0	33.4	59.3	179.9	5
6	43.6	64.3	56.8	50.6	71.2	80.6	71.2	77.9	59.8	33.0	58.7	117.3	6
7	41.3	60.4	49.0	53.2	82.1	91.9	63.4	48.3	52.9	32.0	60.2	100.3	7
8	46.9	58.3	45.3	58.1	131.3	72.3	67.7	43.8	37.8	76.1	86.5	92.6	8
9	44.1	55.5	42.1	96.4	82.1	64.9	48.1	29.5	209.0	183.9	57.0	79.3	9
10	41.5	49.3	40.2	79.8	233.4	127.7	44.2	27.7	103.6	57.7	54.2	70.2	10
11	46.3	46.0	74.4	301.9	103.2	135.3	42.4	43.0	68.5	51.5	54.0	102.9	11
12	49.9	78.4	57.0	325.1	82.9	80.6	40.5	28.0	93.1	74.3	60.5	113.6	12
13	61.9	138.2	53.8	380.7	93.3	70.7	42.3	26.8	65.3	99.7	90.0	87.0	13
14	66.8	192.9	113.3	287.2	143.1	65.5	38.1	25.9	58.6	64.0	82.1	82.1	14
15	50.9	125.1	213.6	82.1	92.4	60.8	39.1	27.7	47.7	104.6	77.9	120.9	15
16	58.9	84.7	147.9	73.5	73.6	57.1	39.6	24.8	61.5	91.4	62.3	115.5	16
17	51.7	72.3	80.5	62.8	71.4	92.1	65.5	25.4	88.8	154.0	55.8	76.5	17
18	63.0	65.1	108.1	112.8	72.6	84.9	42.0	25.4	102.6	92.6	205.0	68.2	18
19	208.5	59.5	81.4	86.5	65.1	79.6	53.1	23.3	71.5	121.8	162.8	64.5	19
20	81.1	78.7	68.8	70.7	76.9	72.1	39.2	22.9	57.5	476.8	148.5	64.5	20
21	68.6	74.7	63.4	63.4	112.8	85.9	47.7	23.5	55.2	166.9	108.8	126.6	21
22	96.0	92.4	62.8	94.8	98.8	81.8	41.8	22.7	60.0	122.2	190.8	121.6	22
23	74.9	70.3	59.1	125.0	73.9	85.3	39.1	22.2	51.6	94.3	153.7	155.2	23
24	64.9	80.3	56.8	221.3	71.2	72.3	77.5	22.2	40.2	81.6	52.9	323.8	24
25	94.1	71.9	54.4	237.3	66.2	66.0	58.9	23.0	39.4	77.0	147.8	128.2	25
26	71.5	66.8	56.2	145.3	61.5	61.0	31.9	45.6	38.4	103.8	118.5	99.7	26
27	60.6	93.0	52.1	92.6	64.0	64.0	30.2	86.2	70.3	77.0	101.0	78.9	27
28	55.2	83.5	49.7	78.8	80.6	67.8	29.9	98.0	39.2	82.1	93.5	72.3	28
29	86.9	58.9	47.6	64.7	64.9	74.2	28.9	58.8	51.6	91.1	104.0	81.0	29
30	70.1	****	65.3	204.7	58.7	68.2	27.4	75.8	39.4	93.8	87.2	133.6	30
31	74.7	****	51.7	****	63.4	****	27.2	87.3	****	121.6	****	67.1	31
PRM	64.2	79.5	71.7	124.4	84.9	80.1	48.7	39.0	73.2	100.6	95.5	108.6	
MÁX	315.6	333.7	260.9	671.4	315.6	210.5	133.7	151.0	324.7	671.4	324.7	621.7	
FECHA	19	14	1	13	10	11	24	23	3	20	22	24	
MIN	40.4	44.9	39.7	46.3	57.5	57.5	26.8	22.2	37.8	32.0	52.9	63.4	
FECHA	10	11	10	1	4	1	31	20	9	3	11	10	
QMAX ANUAL	= 671.4 M ³ /S			QMIN ANUAL = 22.2 M ³ /S			QMED ANUAL = 80.9 M ³ /S						
VOLUMEN ANUAL ESCURRIDO = 2559.7 MILLONES DE M ³ EN 366 DIAS													

CUADRO A-2

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	DIA
1	130.5	47.7	96.4	79.8	101.0	66.8	40.7	43.6	54.3	144.6	112.8	101.7	1
2	73.7	45.1	91.6	108.9	114.0	65.7	42.3	27.8	47.4	150.5	83.7	136.5	2
3	65.3	49.7	59.1	77.6	93.2	68.5	39.1	27.3	42.3	175.5	129.9	140.6	3
4	59.5	48.1	85.0	112.7	182.3	118.2	36.5	24.0	40.5	154.2	85.6	123.2	4
5	56.8	113.8	192.2	118.8	85.0	78.8	35.9	22.2	36.8	140.5	106.2	125.0	5
6	62.0	43.6	122.1	106.9	77.8	68.1	37.2	22.2	39.5	112.4	105.0	106.2	6
7	52.2	68.3	82.5	126.2	82.8	63.0	34.5	22.2	61.8	173.5	115.1	121.1	7
8	53.4	106.4	81.2	114.1	63.4	74.7	33.6	21.3	40.5	162.0	121.6	103.3	8
9	51.1	111.0	63.8	121.2	58.6	57.9	35.5	27.4	45.9	245.7	127.4	115.8	9
10	56.8	179.6	58.3	126.1	179.1	54.4	38.5	25.5	37.3	158.6	292.9	96.4	10
11	88.6	79.4	51.7	124.5	150.0	99.5	36.1	21.6	35.0	155.0	152.6	130.1	11
12	88.8	56.4	87.2	141.7	74.4	63.6	33.5	21.4	33.3	134.5	213.3	118.5	12
13	104.0	47.7	70.4	109.7	71.2	55.0	32.6	21.4	31.9	148.2	134.9	203.4	13
14	79.1	54.6	151.7	58.5	60.1	85.4	30.0	32.4	31.0	116.4	110.9	168.2	14
15	54.7	49.9	70.3	179.6	77.2	54.0	29.9	31.4	41.9	131.3	122.7	123.2	15
16	48.6	48.5	64.9	186.7	91.4	56.2	29.0	36.3	32.1	108.8	175.8	99.0	16
17	52.5	43.9	67.7	55.0	63.2	51.7	29.0	78.7	60.7	98.2	315.6	87.6	17
18	50.8	41.3	58.7	66.9	134.7	50.6	27.8	37.6	60.0	91.7	205.4	79.3	18
19	51.9	83.0	53.1	203.7	70.1	103.0	27.3	165.5	85.8	81.1	160.9	78.9	19
20	49.3	47.2	46.9	85.7	63.6	56.8	26.8	207.2	59.8	81.1	142.0	126.1	20
21	63.3	40.4	47.6	74.2	65.0	60.9	26.8	58.4	61.7	91.0	115.7	178.6	21
22	69.9	71.4	76.3	66.3	59.6	47.0	26.3	51.4	115.4	97.9	105.2	291.1	22
23	65.1	40.7	55.2	66.3	201.4	50.1	26.0	63.7	63.1	77.2	58.1	150.5	23
24	53.1	38.1	44.4	349.3	71.0	50.9	25.5	50.6	123.5	86.0	146.6	110.0	24
25	46.5	47.7	43.4	210.3	71.4	42.6	25.4	44.4	141.2	72.5	95.1	114.3	25
26	44.6	177.9	50.8	114.5	71.6	35.9	24.5	45.6	147.1	70.1	116.7	101.6	26
27	56.8	78.4	68.2	56.2	61.7	63.2	24.5	54.8	185.3	157.1	103.0	101.2	27
28	49.7	62.1	47.7	81.8	62.3	42.6	24.0	69.5	132.0	90.5	86.1	85.5	28
29	42.3	****	55.5	67.7	68.0	74.9	23.6	80.1	119.0	83.7	92.8	86.1	29
30	46.5	****	53.5	72.1	51.3	54.9	23.6	60.6	157.4	75.6	77.4	76.6	30
31	45.1	****	47.1	****	146.3	****	****	87.8	****	85.8	****	80.1	31
PROM	61.7	69.6	72.1	118.8	91.9	63.8	30.9	51.1	72.3	121.1	135.3	121.3	
MAX	151.0	379.0	315.6	646.5	272.0	183.4	44.2	315.6	328.3	331.5	732.0	661.5	
FECHA	1	26	5	24	13	19	1	20	24	9	16	22	
MIN	40.4	37.8	41.0	49.9	50.6	34.9	23.6	21.0	29.9	66.8	72.3	71.4	
FECHA	29	24	28	17	30	26	29	8	14	26	2	19	
QMAX ANUAL	= 732.0 M3/S			QMIN ANUAL = 21.0 M3/S				QMED ANUAL = 84.2 M3/S					
VOLUMEN ANUAL ESCURRIDO = 2648.1 MILLONES DE M3 EN 364 DIAS													

CAUDALES MEDIOS DIARIOS

RIO LA MIEL - ESTACION 4-152

m³/s

AÑO 1969

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	DIA
1	130.5	47.7	96.4	79.8	101.0	66.8	40.7	43.6	54.3	144.6	112.8	101.7	1
2	73.7	45.1	91.6	108.9	114.0	65.7	42.3	27.8	47.4	150.5	83.7	136.5	2
3	65.3	49.7	59.1	77.6	93.2	68.5	39.1	27.3	42.3	175.5	129.9	140.6	3
4	59.5	48.1	85.0	112.7	182.3	118.2	36.5	24.0	40.5	154.2	85.6	123.2	4
5	56.8	113.8	192.2	118.8	85.0	78.8	35.9	22.2	36.8	140.5	106.2	125.0	5
6	62.0	43.6	122.1	106.9	77.8	68.1	37.2	22.2	39.5	112.4	105.0	106.2	6
7	52.2	68.3	82.5	126.2	82.8	63.0	34.5	22.2	61.8	173.5	115.1	121.1	7
8	53.4	106.4	81.2	114.1	63.4	74.7	33.6	21.3	40.5	162.0	121.6	103.3	8
9	51.1	111.0	63.8	121.2	58.6	57.9	35.5	27.4	45.9	245.7	127.4	115.8	9
10	56.8	179.6	58.3	126.1	179.1	54.4	38.5	25.5	37.3	158.6	292.9	96.4	10
11	88.6	79.4	51.7	124.5	150.0	99.5	36.1	21.6	35.0	155.0	152.6	130.1	11
12	88.8	56.4	87.2	141.7	74.4	63.6	33.5	21.4	33.3	134.5	213.3	118.5	12
13	104.0	47.7	70.4	109.7	71.2	55.0	32.6	21.4	31.9	148.2	134.9	203.4	13
14	79.1	54.6	151.7	58.5	60.1	85.4	30.0	32.4	31.0	116.4	110.9	168.2	14
15	54.7	49.9	70.3	179.6	77.2	54.0	29.9	31.4	41.9	131.3	122.7	123.2	15
16	48.6	48.5	64.9	186.7	91.4	56.2	29.0	36.3	32.1	108.8	175.8	99.0	16
17	52.5	43.9	67.7	55.0	63.2	51.7	29.0	78.7	60.7	98.2	315.6	87.6	17
18	50.8	41.3	58.7	66.9	134.7	50.6	27.8	37.6	60.0	91.7	205.4	79.3	18
19	51.9	83.0	53.1	203.7	70.1	103.0	27.3	165.5	85.8	81.1	160.9	78.9	19
20	49.3	47.2	46.9	85.7	63.6	56.8	26.8	207.2	59.8	81.1	142.0	126.1	20
21	63.3	40.4	47.6	74.2	65.0	60.9	26.8	58.4	61.7	91.0	115.7	178.6	21
22	69.9	71.4	76.3	66.3	59.6	47.0	26.3	51.4	115.4	97.9	105.2	291.1	22
23	65.1	40.7	55.2	66.3	201.4	50.1	26.0	63.7	63.1	77.2	58.1	150.5	23
24	53.1	38.1	44.4	349.3	71.0	50.9	25.5	50.6	123.5	86.0	146.6	110.0	24
25	46.5	47.7	43.4	210.3	71.4	42.6	25.4	44.4	141.2	72.5	95.1	114.3	25
26	44.6	177.9	50.8	114.5	71.6	35.9	24.5	45.6	147.1	70.1	116.7	101.6	26
27	56.8	78.4	68.2	56.2	61.7	63.2	24.5	54.8	185.3	157.1	103.0	101.2	27
28	49.7	62.1	47.7	81.8	62.3	42.6	24.0	69.5	132.0	90.5	86.1	85.5	28
29	42.3	****	55.5	67.7	68.0	74.9	23.6	80.1	119.0	83.7	92.8	86.1	29
30	46.5	****	53.5	72.1	51.3	54.9	23.6	60.6	157.4	75.6	77.4	76.6	30
31	45.1	****	47.1	****	146.3	****	****	87.8	****	85.8	****	80.1	31
PROM	61.7	69.6	72.1	118.8	91.9	63.8	30.9	51.1	72.3	121.1	135.3	121.3	
MAX	151.0	379.0	315.6	646.5	272.0	183.4	44.2	315.6	328.3	331.5	732.0	661.5	
FECHA	1	26	5	24	13	19	1	20	24	9	16	22	
MIN	40.4	37.8	41.0	49.9	50.6	34.9	23.6	21.0	29.9	66.8	72.3	71.4	
FECHA	29	24	28	17	30	26	29	8	14	26	2	19	
QMAX ANUAL	= 732.0 M3/S			QMIN ANUAL = 21.0 M3/S				QMED ANUAL = 84.2 M3/S					
VOLUMEN ANUAL ESCURRIDO = 2648.1 MILLONES DE M3 EN 364 DIAS													

CUADRO A-2

CAUDALES MEDIOS DIARIOS
 RIO LA MIEL - ESTACION 4-152
 m³/s
 AÑO 1970

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	DIA
1	86.9	74.6	70.7	87.3	122.5	104.3	171.8	70.6	56.9	93.7	104.4	157.7	1
2	80.8	84.7	64.9	93.7	128.8	87.8	70.8	53.6	58.6	94.3	124.2	236.7	2
3	68.9	81.9	60.7	65.3	89.1	81.0	57.6	52.0	77.9	82.3	112.1	259.0	3
4	63.5	118.9	57.5	70.3	81.9	74.0	52.8	104.5	56.2	163.7	121.7	383.9	4
5	60.9	81.0	58.4	63.5	124.9	69.9	51.1	65.3	78.4	126.0	119.7	269.7	5
6	55.9	94.3	79.8	52.7	145.7	68.7	48.0	62.0	96.9	111.5	103.2	265.2	6
7	56.9	88.6	54.7	49.4	93.2	91.5	49.6	89.3	67.4	99.7	145.5	224.0	7
8	53.5	70.4	55.7	49.3	81.4	114.1	51.7	58.4	59.0	141.5	161.3	167.3	8
9	50.2	63.6	62.0	47.2	90.8	109.9	62.0	52.4	54.5	167.6	341.2	378.9	9
10	80.1	65.1	53.5	43.4	74.3	103.7	48.4	49.1	51.1	174.7	184.0	204.1	10
11	65.4	59.7	60.7	69.1	69.9	89.6	46.2	46.3	48.3	152.2	198.2	168.1	11
12	98.9	53.4	48.7	81.4	224.2	84.2	68.1	44.9	49.7	119.2	144.4	139.5	12
13	75.2	50.6	47.8	52.5	101.4	72.7	48.7	53.6	45.1	97.7	132.7	124.0	13
14	89.4	48.5	49.2	125.6	89.6	76.0	44.7	136.3	107.3	86.3	228.3	120.0	14
15	85.8	46.3	56.5	89.0	133.4	100.3	42.5	89.9	52.0	78.7	180.1	137.1	15
16	65.9	48.4	48.7	77.9	94.9	70.5	58.1	59.1	62.0	79.6	188.5	102.2	16
17	66.0	166.8	46.4	66.2	188.0	68.6	55.7	59.9	56.6	71.3	232.0	100.4	17
18	71.6	87.4	48.9	74.0	128.0	62.2	43.5	50.9	94.7	97.8	239.5	109.2	18
19	66.2	65.9	84.1	87.0	146.7	57.5	41.2	50.6	54.3	74.0	204.3	179.9	19
20	118.5	128.1	51.4	98.0	151.7	55.2	76.0	50.7	87.5	141.5	207.1	285.8	20
21	82.9	79.7	47.8	63.1	115.0	53.5	46.7	45.5	91.1	97.8	260.5	157.5	21
22	84.2	264.0	43.8	107.9	136.9	52.1	42.7	46.3	74.8	103.3	190.6	253.6	22
23	71.9	144.3	42.2	82.6	101.8	49.3	40.6	42.3	128.7	142.9	344.1	175.9	23
24	79.9	161.2	40.9	143.4	95.4	47.7	39.5	106.3	98.3	115.9	207.4	143.7	24
25	73.8	111.2	46.3	194.7	97.5	47.0	37.1	57.8	81.0	97.9	228.6	152.1	25
26	63.0	106.3	39.0	113.0	78.1	108.4	36.6	172.0	130.6	178.6	165.2	138.9	26
27	61.5	84.6	37.6	366.0	102.8	50.9	53.0	67.5	142.2	144.1	163.0	125.0	27
28	71.8	76.0	38.9	162.7	163.2	46.8	38.8	88.8	98.6	116.2	250.6	125.9	28
29	133.1	****	86.6	158.4	128.2	53.7	81.5	70.9	132.7	166.4	233.9	126.8	29
30	78.3	****	182.4	124.3	98.0	58.1	106.8	71.9	95.4	122.0	211.0	96.2	30
31	121.6	****	70.4	****	155.5	****	62.1	62.4	****	135.1	****	89.4	31
PROM	76.9	93.1	58.9	98.7	117.2	73.6	57.2	68.7	79.6	118.5	190.9	180.6	
MAX	451.9	504.7	523.9	832.1	644.1	342.7	368.1	397.2	327.4	404.5	777.3	1002.2	
FECHA	28	17	30	27	12	26	1	14	14	9	9	9	
MIN	49.2	44.2	35.5	42.3	67.7	44.2	32.0	40.4	44.2	59.1	91.6	86.2	
FECHA	9	16	28	10	11	30	25	23	13	1	3	31	
QMAX ANUAL	= 1002.2 M3/S			QMIN ANUAL = 32.0 M3/S				QMED ANUAL = 101.1 M3/S					
VOLUMEN ANUAL ESCURRIDO = 3188.7 MILLONES DE M3 EN 365 DIAS													

CUADRO A-2

CAUDALES MEDIOS DIARIOS

RIO LA MIEL - ESTACION 4-152

m³/s

AÑO 1971

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	DIA
1	83.4	167.0	69.5	141.0	98.7	82.6	70.2	39.2	109.7	210.3	203.4	101.1	1
2	89.2	120.3	68.7	104.0	126.7	76.8	46.3	36.3	78.5	125.3	231.7	118.5	2
3	124.7	263.9	66.9	125.6	141.5	72.5	60.4	35.0	75.6	126.9	165.7	112.7	3
4	207.8	217.0	125.0	116.9	149.7	69.8	102.9	45.3	101.2	124.0	177.0	115.6	4
5	131.9	149.3	67.4	94.9	295.8	78.2	58.3	72.5	65.4	157.5	210.4	84.4	5
6	122.3	121.2	115.9	106.4	131.5	161.5	49.8	41.5	67.1	161.7	189.1	82.5	6
7	157.8	137.3	93.6	232.3	94.9	107.8	49.3	37.4	63.0	228.7	177.1	73.9	7
8	131.6	153.1	72.8	175.8	149.2	82.4	44.2	67.6	83.0	131.9	221.2	69.8	8
9	112.9	112.8	75.4	119.1	180.9	73.2	41.4	39.9	75.0	117.1	251.0	66.5	9
10	112.9	94.9	117.8	130.1	224.2	67.2	39.9	37.2	96.1	143.9	178.0	111.3	10
11	104.3	91.4	71.8	115.7	179.4	63.5	38.8	35.9	64.5	130.7	201.4	168.1	11
12	126.9	84.8	156.7	127.3	123.0	78.9	39.4	48.9	59.9	93.9	188.2	114.1	12
13	120.7	172.5	82.7	93.8	104.9	80.8	59.2	41.0	97.1	98.7	142.7	206.7	13
14	123.0	239.6	121.1	125.1	239.8	60.0	79.6	39.4	70.7	94.6	219.0	126.1	14
15	128.7	158.8	148.2	170.4	203.4	60.2	40.0	39.7	205.3	132.1	161.4	113.5	15
16	184.6	129.4	93.4	101.5	256.7	54.7	36.9	37.0	116.4	133.0	130.7	116.9	16
17	131.5	120.8	163.8	176.9	217.3	52.2	35.5	134.8	95.1	239.5	131.8	101.8	17
18	207.7	239.8	306.8	130.1	155.8	50.4	34.3	153.2	105.8	120.5	126.3	92.0	18
19	146.5	210.8	259.4	162.0	133.6	57.3	33.3	256.0	114.8	145.5	128.8	85.8	19
20	183.4	147.4	211.3	110.1	131.6	65.2	31.6	96.1	110.9	142.8	103.2	85.6	20
21	130.4	146.5	139.6	108.9	135.2	51.2	30.9	85.1	124.9	164.2	94.0	142.5	21
22	117.0	134.3	141.0	90.4	150.3	106.4	30.2	174.4	93.3	117.6	91.9	87.1	22
23	152.7	101.1	273.5	87.3	247.8	61.5	29.4	89.9	87.3	158.4	88.2	85.4	23
24	193.7	89.2	257.0	77.7	146.3	53.5	29.6	208.7	84.4	158.1	140.1	77.5	24
25	170.7	80.8	237.1	72.1	214.3	49.8	29.5	102.3	73.6	124.2	130.1	92.0	25
26	143.8	90.2	245.3	68.0	210.0	51.5	84.5	180.2	112.9	123.2	115.2	72.3	26
27	213.7	71.0	164.2	68.2	135.2	47.0	84.6	120.6	76.4	124.2	336.9	107.3	27
28	137.2	67.7	132.9	87.7	123.4	55.3	79.7	92.3	114.9	127.8	159.4	159.6	28
29	128.0	*****	171.8	119.7	113.9	56.7	49.2	86.1	150.7	137.0	122.7	184.2	29
30	146.4	*****	124.3	71.8	112.5	46.2	53.0	73.2	215.8	314.6	103.0	134.1	30
31	110.7	*****	124.5	*****	91.7	*****	42.3	70.0	*****	236.7	*****	130.8	31
PROM	141.2	139.7	145.1	114.7	159.0	69.1	49.5	84.4	99.6	149.8	164.0	110.3	
MAX FECHA	683.9 27	586.8 1	1019.0 22 /	504.7 8	673.9 16	368.1 6	379.0 14	772.5 19	815.4 15	982.0 30	961.8 27 ✓	636.6 28	
MIN FECHA	77.0 2	65.1 28	59.1 3	64.3 27	67.7 1	43.6 30	27.8 25	33.7 3	58.3 12	79.0 15	80.1 23	64.3 9	

QMAX ANUAL = 1019.0 M³/S

QMIN ANUAL = 27.8 M³/S

QMED ANUAL = 118.8 M³/S

VOLUMEN ANUAL ESCURRIDO = 3745.9 MILLONES DE M³ EN 365 DIAS

ESTACION 4-152 - ESTACION DE LA MIEL

1972		1971		1970		1969		1968		1967		1966	
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB
115.9	55.2	56.8	49.5	66.8	87.3	48.1	42.0	115.7	79.4	87.5	149.5	115.9	55.2
89.0	51.3	107.7	42.3	68.0	85.2	47.0	28.9	87.9	48.6	163.5	93.1	89.0	51.3
83.0	72.1	87.1	42.9	55.2	76.1	46.0	57.9	75.2	49.4	110.1	82.1	83.0	72.1
75.2	117.7	55.2	40.0	115.0	74.7	44.9	29.2	63.4	90.0	127.0	71.4	75.2	117.7
75.0	57.9	56.8	39.1	78.8	67.8	43.6	25.4	52.9	50.7	107.6	66.0	75.0	57.9
92.4	33.7	56.0	42.3	90.4	64.3	48.5	33.2	50.7	77.4	86.9	63.4	92.4	33.7
81.1	116.2	51.0	36.3	70.6	67.9	167.1	25.4	50.6	64.3	89.0	59.2	81.1	116.2
79.2	63.7	51.4	34.3	199.8	62.5	47.7	29.5	47.0	71.8	114.5	55.2	79.2	63.7
72.1	60.8	76.8	84.8	153.7	112.6	43.6	25.4	44.6	82.1	89.5	57.7	72.1	60.8
63.8	109.0	54.4	45.8	203.6	104.4	71.9	25.6	77.8	59.1	73.3	55.2	63.8	109.0
62.9	91.9	55.2	66.7	80.1	200.4	47.7	33.1	44.9	55.2	71.8	64.8	62.9	91.9
58.1	82.3	44.9	44.3	93.4	221.5	43.6	35.0	42.3	73.1	82.5	47.0	58.1	82.3
52.9	80.1	50.6	45.6	85.3	109.0	43.6	36.2	39.7	111.8	67.6	49.5	52.9	80.1
84.0	83.6	57.8	47.0	242.5	130.8	41.0	28.9	39.7	291.7	91.6	61.0	84.0	83.6
59.3	54.4	44.6	44.6	104.0	112.8	40.4	25.0	40.0	116.3	89.0	46.3	59.3	54.4
90.8	57.5	42.0	70.8	73.5	100.5	38.4	24.5	79.5	72.3	108.2	86.2	90.8	57.5
84.4	124.3	59.9	65.5	115.5	92.6	37.5	38.8	71.1	73.1	110.4	50.0	84.4	124.3
72.3	90.2	42.3	52.1	93.7	80.1	36.9	54.6	75.3	63.4	84.6	54.9	72.3	90.2
69.3	61.7	50.7	49.5	149.2	73.3	36.1	96.1	70.6	56.0	82.1	46.7	69.3	61.7
208.0	68.8	125.7	69.3	553.6	69.1	35.5	177.3	92.6	62.1	95.9	48.2	208.0	68.8
254.9	58.3	64.8	46.3	197.3	108.7	39.8	50.6	50.9	122.1	249.5	43.2	254.9	58.3
101.7	54.4	55.6	50.0	281.4	71.4	37.9	205.1	47.3	62.5	110.4	46.4	101.7	54.4
84.1	52.1	68.8	56.8	265.7	66.0	34.9	60.9	44.7	61.0	175.0	42.3	84.1	52.1
99.8	50.2	73.0	51.4	222.1	63.4	33.7	51.4	43.6	55.2	120.1	40.4	99.8	50.2
89.9	76.8	52.6	75.2	151.5	60.0	51.3	58.4	91.4	44.2	181.2	46.5	89.9	76.8
75.2	55.2	61.8	54.4	124.2	64.3	37.2	49.9	41.0	48.9	113.2	39.7	75.2	55.2
77.4	61.1	51.4	73.7	204.3	60.0	43.8	171.1	51.9	44.2	107.5	42.9	77.4	61.1
69.2	91.4	62.9	87.3	115.0	53.6	34.6	118.4	86.9	164.9	90.5	41.0	69.2	91.4
68.8	62.5	107.6	66.0	102.9	51.3	34.0	79.5	52.8	130.8	105.8	41.0	68.8	62.5
58.3	****	53.5	50.0	126.1	50.2	32.0	180.5	47.5	72.3	90.1	39.7	58.3	****
62.6	****	52.9	****	58.3	****	32.3	129.9	****	169.6	****	39.1	62.6	****
PPOM	87.4	72.1	62.5	54.1	147.8	88.1	45.8	65.1	60.7	84.6	109.2	57.1	PPOM
MAX FECHA	324.7	157.3	173.4	125.4	791.6	306.6	260.9	803.5	336.4	322.0	315.6	201.0	MAX FECHA
	21	7	20	9	20	12	7	30	1	14	21	1	
MIN FECHA	51.3	33.2	40.4	33.7	54.4	49.9	32.0	24.5	38.4	44.2	64.3	37.8	MIN FECHA
	12	6	16	8	3	30	30	16	15	6	13	26	

CAUDALES MEDIOS DIARIOS

RIO LA MIEL - ESTACION 4-152
m³/s
AÑO 1972

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	DIA
1	115.9	55.2	56.8	49.5	66.8	87.3	48.1	42.0	115.7	79.4	87.5	149.5	1
2	89.0	51.3	107.7	42.3	68.0	85.2	47.0	28.9	87.9	48.6	163.5	93.1	2
3	83.0	72.1	87.1	42.9	55.2	76.1	46.0	57.9	75.2	49.4	110.1	82.1	3
4	75.2	117.7	55.2	40.0	115.0	74.7	44.9	29.2	63.4	90.0	127.0	71.4	4
5	75.0	57.9	56.8	39.1	78.8	67.8	43.6	25.4	52.9	50.7	107.6	66.0	5
6	92.4	33.7	56.0	42.3	90.4	64.3	48.5	33.2	50.7	77.4	86.9	63.4	6
7	81.1	116.2	51.0	36.3	70.6	67.9	167.1	25.4	50.6	64.3	89.0	59.2	7
8	79.2	63.7	51.4	34.3	199.8	62.5	47.7	29.5	47.0	71.8	114.5	55.2	8
9	72.1	60.8	76.8	84.8	153.7	112.6	43.6	25.4	44.6	82.1	89.5	57.7	9
10	63.8	109.0	54.4	45.8	203.6	104.4	71.9	25.6	77.8	59.1	73.3	55.2	10
11	62.9	91.9	55.2	66.7	80.1	200.4	47.7	33.1	44.9	55.2	71.8	64.8	11
12	58.1	82.3	44.9	44.3	93.4	221.5	43.6	35.0	42.3	73.1	82.5	47.0	12
13	52.9	80.1	50.6	45.6	85.3	109.0	43.6	36.2	39.7	111.8	67.6	49.5	13
14	84.0	83.6	57.8	47.0	242.5	130.8	41.0	28.9	39.7	291.7	91.6	61.0	14
15	59.3	54.4	44.6	44.6	104.0	112.8	40.4	25.0	40.0	116.3	89.0	46.3	15
16	90.8	57.5	42.0	70.8	73.5	100.5	38.4	24.5	79.5	72.3	108.2	86.2	16
17	84.4	124.3	59.9	65.5	115.5	92.6	37.5	38.8	71.1	73.1	110.4	50.0	17
18	72.3	90.2	42.3	52.1	93.7	80.1	36.9	54.6	75.3	63.4	84.6	54.9	18
19	69.3	61.7	50.7	49.5	149.2	73.3	36.1	96.1	70.6	56.0	82.1	46.7	19
20	208.0	68.8	125.7	69.3	553.6	69.1	35.5	177.3	92.6	62.1	95.9	48.2	20
21	254.9	58.3	64.8	46.3	197.3	108.7	39.8	50.6	50.9	122.1	249.5	43.2	21
22	101.7	54.4	55.6	50.0	281.4	71.4	37.9	205.1	47.3	62.5	110.4	46.4	22
23	84.1	52.1	68.8	56.8	265.7	66.0	34.9	60.9	44.7	61.0	175.0	42.3	23
24	99.8	50.2	73.0	51.4	222.1	63.4	33.7	51.4	43.6	55.2	120.1	40.4	24
25	89.9	76.8	52.6	75.2	151.5	60.0	51.3	58.4	91.4	44.2	181.2	46.5	25
26	75.2	55.2	61.8	54.4	124.2	64.3	37.2	49.9	41.0	48.9	113.2	39.7	26
27	77.4	61.1	51.4	73.7	204.3	60.0	43.8	171.1	51.9	44.2	107.5	42.9	27
28	69.2	91.4	62.9	87.3	115.0	53.6	34.6	118.4	86.9	164.9	90.5	41.0	28
29	68.8	62.5	107.6	66.0	102.9	51.3	34.0	79.5	52.8	130.8	105.8	41.0	29
30	58.3	****	53.5	50.0	126.1	50.2	32.0	180.5	47.5	72.3	90.1	39.7	30
31	62.6	****	52.9	****	58.3	****	32.3	129.9	****	169.6	****	39.1	31
PPOM	87.4	72.1	62.5	54.1	147.8	88.1	45.8	65.1	60.7	84.6	109.2	57.1	PPOM
MAX FECHA	324.7	157.3	173.4	125.4	791.6	306.6	260.9	803.5	336.4	322.0	315.6	201.0	MAX FECHA
	21	7	20	9	20	12	7	30	1	14	21	1	
MIN FECHA	51.3	33.2	40.4	33.7	54.4	49.9	32.0	24.5	38.4	44.2	64.3	37.8	MIN FECHA
	12	6	16	8	3	30	30	16	15	6	13	26	

QMAX ANUAL = 803.5 M3/S QMIN ANUAL = 24.5 M3/S QMED ANUAL = 77.9 M3/S

VOLUMEN ANUAL ESCURRIDO = 2463.4 MILLONES DE M3 EN 366 DIAS

A. L. DIAZ

CUADRO A-2

CAPDALES MEDIOS DIARIOS
 RIO LA MIEL - ESTACION 4-152
 m³/s

AÑO 1973

LIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	DIA
1	46.7	45.6	63.0	92.8	99.2	47.1	109.1	70.4	157.1	75.5	205.3	81.5	1
2	43.0	42.1	69.6	75.0	61.3	48.2	79.4	68.6	121.3	144.9	157.5	142.0	2
3	39.7	40.3	133.1	75.3	58.9	57.0	67.7	57.1	100.3	134.7	214.9	112.6	3
4	42.3	43.5	49.4	65.1	54.3	46.1	61.4	53.3	110.3	115.6	219.8	77.4	4
5	39.7	40.3	93.4	90.9	70.9	122.0	62.0	56.0	86.2	96.5	182.2	96.0	5
6	39.1	53.2	63.3	86.3	89.9	60.8	71.6	56.6	107.4	84.3	285.9	91.1	6
7	37.2	76.9	74.8	96.4	60.3	137.1	53.0	61.9	96.9	101.7	151.0	104.9	7
8	37.2	45.7	73.6	97.1	54.6	76.5	50.2	55.0	78.0	87.4	126.9	84.7	8
9	44.5	42.9	50.8	77.2	56.5	64.5	47.3	87.9	77.8	75.6	142.5	81.6	9
10	51.9	42.3	49.3	115.6	50.1	63.8	44.9	111.6	110.2	94.8	152.1	94.4	10
11	40.4	37.7	56.0	75.9	65.2	59.6	43.2	62.9	241.1	75.0	151.5	73.3	11
12	42.9	39.1	51.7	91.1	80.3	58.4	41.8	85.4	142.9	107.9	143.0	79.5	12
13	57.7	43.2	49.6	69.6	52.6	64.5	40.5	92.4	116.1	178.1	123.5	116.6	13
14	49.3	40.4	57.4	73.5	49.3	53.4	38.8	169.2	126.0	103.6	126.1	143.3	14
15	86.6	41.0	46.9	103.6	46.7	50.4	45.1	163.1	135.7	142.5	122.5	142.4	15
16	55.2	40.4	40.4	70.5	44.8	66.1	52.7	120.5	104.0	104.5	124.9	108.2	16
17	44.2	40.4	37.6	80.6	78.4	72.9	40.3	145.6	176.7	187.7	105.2	121.3	17
18	44.9	39.1	75.3	83.5	90.3	56.5	37.7	96.5	115.2	282.8	146.1	153.0	18
19	75.6	39.7	44.6	66.0	75.8	63.9	44.5	99.0	186.0	223.5	209.5	108.1	19
20	50.9	39.1	61.7	93.0	72.2	64.4	54.5	77.7	146.9	191.5	106.9	106.6	20
21	45.6	38.4	52.1	180.3	85.2	51.7	40.5	103.3	110.2	196.1	188.9	625.3	21
22	56.3	37.8	47.7	273.4	63.5	89.8	44.4	74.3	141.2	169.4	124.3	397.2	22
23	84.2	37.8	49.2	153.4	60.0	102.6	52.3	78.3	107.0	266.5	156.6	*****	23
24	66.2	36.3	63.8	121.9	67.0	94.1	44.3	75.6	117.5	285.0	166.3	*****	24
25	112.9	35.8	147.5	99.1	55.0	91.8	94.2	63.5	125.1	361.5	125.5	*****	25
26	96.5	34.9	93.3	89.3	72.4	68.1	56.3	93.9	125.1	212.7	125.7	*****	26
27	96.8	34.3	111.4	77.1	57.5	74.7	45.8	156.6	102.9	165.2	185.4	*****	27
28	68.7	35.5	76.2	74.1	52.1	62.3	41.7	148.1	117.1	138.0	126.9	*****	28
29	55.3	*****	82.8	64.9	49.1	86.8	99.5	247.6	87.7	202.6	136.9	*****	29
30	52.9	*****	146.1	62.4	46.7	107.6	65.8	165.2	81.6	146.4	112.7	*****	30
31	47.0	*****	94.9	*****	52.3	*****	94.9	188.9	*****	145.8	*****	*****	31
FROM	59.1	41.3	71.6	96.8	63.6	72.1	56.9	102.5	121.5	158.1	156.3	142.8	
MAX	136.4	148.1	552.7	499.9	312.0	444.6	371.7	552.7	985.4	1046.0	331.9	934.9	
FECHA	13	7	25	22	1	7	29	14	11	25	3	21	
MIN	36.6	34.3	36.6	58.3	43.6	43.6	36.1	48.5	71.4	68.6	101.6	52.1	
FECHA	7	26	17	30	16	2	20	6	10	11	17	4	

QMAX ANUAL = 1046.0 M3/S

QMIN ANUAL = 34.3 M3/S

QMED ANUAL = 94.4 M3/S

VOLUMEN ANUAL ESCURRIDO = 2902.6 MILLONES DE M3 EN 356 DIAS

CAUDALES MEDIOS DIARIOS
 RIO LA MIEL - ESTACION 4-152
 m³/s
 AÑO 1974

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	DIA
1	*****	*****	64.8	60.8	144.1	*****	39.4	24.6	47.2	75.3	143.5	*****	1
2	*****	*****	67.8	77.6	104.3	*****	32.5	87.0	35.7	75.4	167.9	*****	2
3	*****	*****	61.2	92.4	112.2	*****	32.1	45.1	31.9	94.7	148.0	*****	3
4	*****	*****	62.4	66.6	110.4	*****	30.2	28.6	30.5	86.0	169.8	*****	4
5	*****	*****	123.3	65.7	88.0	61.7	29.4	37.3	31.2	133.6	241.7	*****	5
6	*****	*****	91.4	67.3	86.3	64.4	28.2	62.9	34.1	116.7	156.9	*****	6
7	*****	*****	73.3	73.3	113.8	56.0	29.0	41.0	45.4	94.0	180.5	*****	7
8	*****	*****	79.6	75.1	212.8	71.1	28.2	30.4	65.7	200.9	184.7	*****	8
9	*****	*****	111.5	157.3	91.0	71.1	27.0	28.1	69.7	209.1	148.9	*****	9
10	*****	*****	91.2	100.9	141.5	58.3	27.6	25.4	31.7	108.1	148.7	*****	10
11	*****	*****	106.2	138.3	96.6	42.7	26.4	39.3	29.7	88.4	156.8	*****	11
12	*****	*****	70.5	92.1	131.3	45.8	26.2	38.8	148.2	74.2	323.3	*****	12
13	*****	*****	127.7	90.5	85.8	41.0	26.3	88.6	41.0	67.3	164.9	*****	13
14	*****	*****	72.3	119.7	154.5	41.4	29.2	62.2	41.2	82.9	137.9	*****	14
15	*****	*****	64.7	93.9	82.6	45.1	29.7	38.6	71.2	145.8	174.8	*****	15
16	*****	*****	139.6	85.2	194.2	30.1	34.6	32.7	50.1	84.7	177.6	*****	16
17	*****	*****	78.6	79.8	80.7	39.7	32.9	29.5	50.7	91.4	166.1	*****	17
18	*****	*****	69.6	76.4	91.4	34.9	29.2	27.0	61.8	76.6	186.9	*****	18
19	*****	*****	64.7	74.3	72.8	45.1	30.6	25.3	74.4	120.2	163.3	*****	19
20	*****	*****	59.7	76.6	66.9	35.8	30.6	24.2	51.1	120.2	139.0	*****	20
21	*****	*****	56.0	75.5	66.1	36.4	27.4	23.4	119.3	82.1	181.0	*****	21
22	*****	77.0	84.3	73.1	62.1	38.6	40.6	25.1	181.7	72.3	240.8	*****	22
23	*****	199.2	64.3	78.7	129.6	35.7	31.6	22.2	108.7	74.4	227.6	*****	23
24	*****	210.9	59.2	79.6	67.3	36.3	31.6	22.2	168.7	101.0	166.0	*****	24
25	*****	178.2	61.8	73.2	140.9	32.8	26.5	31.9	107.2	127.6	258.4	*****	25
26	*****	194.0	78.1	104.1	64.7	50.6	25.9	48.5	165.1	244.5	212.0	*****	26
27	*****	148.5	74.4	92.4	57.9	35.6	25.4	81.0	131.2	258.3	169.9	*****	27
28	*****	63.0	66.9	91.3	74.5	36.6	25.1	32.2	87.3	148.4	211.1	*****	28
29	*****	*****	63.0	201.2	72.0	46.4	24.9	80.6	83.8	142.3	*****	*****	29
30	*****	*****	135.4	146.8	60.4	34.0	25.8	45.7	70.5	180.1	*****	*****	30
31	*****	*****	66.0	*****	95.5	*****	25.9	62.6	*****	*****	*****	*****	31
PROM	*****	153.0	79.9	92.3	101.7	45.2	29.3	41.7	75.5	119.2	183.9	*****	
MAX FECHA	***** **	227.9 24	331.0 5	355.4 26	315.6 8	115.0 29	77.0 22	480.7 26	241.9 12	315.6 26	856.0 12	***** **	
MIN FECHA	***** **	62.5 28	54.4 21	59.1 1	56.8 27	32.0 25	24.0 28	21.0 24	27.8 4	66.8 13	115.0 21	***** **	

QMAX ANUAL = 856.0 M3/S QMIN ANUAL = 21.0 M3/S QMED ANUAL = 86.7 M3/S

VOLUMEN ANUAL ESCURRIDO = 2059.3 MILLONES DE M3 EN 275 DIAS

CAUDALES MEDIOS DIARIOS
 RIO LA MIEL - ESTACION 4-152
 m³/s
 AÑO 1975

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	DIA
1	*****	82.4	63.9	98.6	164.0	106.1	82.6	51.7	73.5	153.5	109.5	140.6	1
2	*****	51.3	101.3	71.2	96.1	133.6	111.8	47.6	89.2	110.0	99.4	101.0	2
3	*****	63.2	83.2	85.2	119.7	123.1	101.7	57.5	73.8	102.5	127.4	178.7	3
4	*****	50.8	133.3	106.6	183.9	240.5	121.2	75.7	72.2	165.2	127.6	158.2	4
5	*****	64.0	110.8	164.5	126.3	181.5	193.9	51.1	81.5	108.0	134.5	100.9	5
6	*****	48.4	77.7	83.0	164.9	125.7	146.1	45.4	106.4	110.0	115.6	112.2	6
7	*****	132.2	67.6	72.9	119.4	105.2	160.8	43.6	112.1	97.3	124.4	167.4	7
8	*****	105.7	67.9	73.6	168.9	97.0	119.8	50.4	143.4	126.6	134.4	166.7	8
9	*****	59.4	115.5	75.9	147.5	85.8	94.4	42.9	125.6	86.8	130.7	117.2	9
10	*****	59.5	90.5	66.6	120.1	128.3	84.6	55.8	95.0	101.8	296.4	96.5	10
11	*****	50.2	69.5	62.4	114.5	87.7	73.3	42.2	141.7	156.7	177.5	107.8	11
12	*****	44.5	62.2	61.1	224.1	78.9	113.8	42.4	119.0	114.7	157.3	110.6	12
13	*****	42.3	75.7	57.4	178.9	73.8	90.1	38.8	151.4	109.3	144.8	115.0	13
14	*****	71.6	77.6	52.8	139.8	70.2	174.1	39.9	135.0	136.7	132.3	151.6	14
15	*****	116.9	103.0	78.1	115.3	65.1	186.2	173.8	107.1	102.6	129.0	193.9	15
16	*****	87.2	65.2	80.6	135.4	61.4	107.8	59.8	91.1	103.5	127.9	238.8	16
17	*****	149.8	72.8	64.7	110.1	66.2	89.4	48.6	79.3	105.5	204.9	147.7	17
18	*****	288.9	58.7	64.0	99.8	57.2	97.5	45.9	88.0	97.7	247.2	140.4	18
19	*****	135.2	61.7	55.0	137.1	55.1	72.8	46.4	104.0	82.1	154.1	225.6	19
20	*****	25.1	156.2	64.7	231.0	53.0	67.5	70.5	144.2	80.2	142.3	91.3	20
21	*****	78.2	75.4	51.7	117.6	50.8	75.8	73.4	117.0	91.3	142.3	129.8	21
22	*****	69.1	63.7	177.9	169.3	49.2	60.0	57.4	109.5	193.7	152.7	117.1	22
23	*****	61.6	58.3	98.2	107.3	42.9	57.1	44.8	95.6	117.4	151.3	127.5	23
24	*****	61.8	54.3	99.9	97.8	41.3	52.7	44.5	114.3	101.4	260.4	112.6	24
25	*****	72.3	100.7	108.9	98.5	76.7	52.7	62.6	87.5	114.8	240.2	102.4	25
26	*****	57.0	61.8	137.2	147.2	144.2	50.5	80.7	121.8	124.1	228.1	129.7	26
27	*****	82.2	73.5	204.6	145.2	62.4	64.8	75.0	174.8	144.3	211.7	82.6	27
28	*****	66.9	58.0	114.6	106.4	71.9	60.6	62.1	170.5	259.5	234.8	79.0	28
29	30.0	*****	68.1	97.6	101.9	46.7	56.0	112.0	106.9	187.9	137.6	83.7	29
30	28.8	*****	99.1	109.6	91.0	65.5	113.3	83.5	147.8	111.3	119.1	71.9	30
31	33.7	*****	71.5	*****	81.2	*****	70.4	68.5	*****	96.8	*****	66.4	31
PPOM	30.8	83.8	79.8	91.0	134.1	88.2	97.1	61.1	112.6	122.4	162.8	127.9	
MAX	39.1	930.1	391.8	894.3	1137.6	624.1	511.9	815.4	1076.3	870.4	827.3	808.3	
FECHA	31	18	20	22	12	4	14	15	27	28	10	15	
MIN	28.4	34.9	51.3	47.7	79.0	39.1	48.5	37.2	56.8	76.1	98.1	44.2	
FECHA	30	1	25	22	31	25	26	15	1	21	2	21	

QMAX ANUAL = 1137.6 M3/S QMIN ANUAL = 28.4 M3/S QMED ANUAL = 105.0 M3/S
 VOLUMEN ANUAL ESCURRIDO = 3056.3 MILLONES DE M3 EN 337 DIAS

C. I. M. S. A. I. T. E.

CUADRO A-2

CAUDALES MEDIOS DIARIOS
 RIO LA MIEL - ESTACION 4-152
 m³/s

AÑO 1976

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	DIA
1	66.0	93.2	106.4	65.5	135.4	65.5	31.7	19.4	16.7	32.4	85.2	46.3	1
2	84.3	79.1	102.3	60.8	134.5	64.7	31.0	19.4	16.4	33.6	77.9	45.5	2
3	57.9	60.5	116.7	76.6	82.5	60.8	30.7	19.2	17.4	42.0	73.6	58.6	3
4	94.3	86.9	76.5	68.0	88.1	56.8	29.7	18.8	29.2	36.2	144.3	45.6	4
5	149.1	56.4	92.5	60.5	85.6	53.3	29.7	19.4	25.2	49.6	111.8	45.2	5
6	67.4	54.0	81.5	72.6	82.4	61.4	29.1	19.0	19.2	57.9	97.8	45.5	6
7	140.0	79.0	69.7	153.7	75.0	51.3	28.1	23.1	20.7	47.6	81.0	41.9	7
8	69.2	81.1	62.1	75.3	72.3	49.2	27.1	19.9	18.0	56.0	74.0	59.2	8
9	121.8	112.6	58.3	87.8	68.7	46.0	27.3	18.9	16.4	131.8	76.8	45.7	9
10	74.7	257.8	111.5	101.2	68.6	47.7	26.1	18.6	16.5	159.8	68.2	42.6	10
11	65.1	179.4	73.7	71.9	80.1	43.9	27.3	20.2	15.7	76.7	63.8	40.2	11
12	60.4	90.0	71.0	127.9	73.2	46.7	26.3	18.7	15.6	54.2	73.3	39.3	12
13	98.3	76.2	101.6	92.1	67.7	43.9	25.9	22.0	15.1	81.8	79.8	37.7	13
14	131.0	79.7	91.1	133.0	71.1	181.6	25.4	18.7	14.7	116.3	67.8	37.2	14
15	148.6	69.6	78.5	128.2	109.6	48.5	25.0	18.5	14.5	70.0	61.2	55.1	15
16	138.2	61.7	86.1	107.8	58.7	46.3	25.0	18.0	14.1	53.7	150.1	43.6	16
17	148.1	58.3	73.9	125.0	57.1	46.4	22.8	21.3	16.1	46.2	134.0	45.9	17
18	103.9	56.4	209.0	96.1	87.9	42.0	22.6	28.6	14.8	101.0	92.8	40.8	18
19	121.7	50.9	254.6	81.6	115.9	43.6	22.4	25.5	14.1	105.2	76.6	38.3	19
20	133.2	77.6	99.0	76.2	63.0	46.2	22.1	46.2	15.6	71.3	68.3	39.7	20
21	240.9	56.4	104.6	103.2	62.1	58.8	20.5	22.0	15.0	86.7	115.4	82.7	21
22	176.8	93.0	184.0	128.6	56.0	39.1	24.3	18.8	15.2	83.1	77.8	59.8	22
23	146.2	104.5	84.6	87.8	52.5	37.8	23.1	29.2	15.1	96.7	65.1	47.7	23
24	148.1	125.5	117.2	154.2	179.5	36.9	21.6	34.9	15.5	72.8	61.7	57.8	24
25	143.6	140.3	112.3	124.5	185.4	34.6	21.8	22.5	27.9	85.0	57.1	57.6	25
26	114.5	108.8	108.1	123.7	69.9	48.0	21.4	20.7	25.3	75.8	53.6	50.0	26
27	86.9	110.0	89.4	196.8	84.2	34.3	20.8	23.9	20.9	79.9	50.9	51.7	27
28	75.1	105.2	102.6	144.9	144.2	36.6	21.2	19.6	20.1	62.7	57.1	44.3	28
29	70.0	115.2	80.6	123.7	124.1	34.6	20.8	18.4	18.2	89.8	59.4	42.2	29
30	66.8	*****	77.1	103.7	104.4	32.6	20.4	17.7	28.1	168.4	48.8	40.0	30
31	61.7	*****	70.0	*****	74.8	*****	19.8	17.0	*****	102.4	*****	64.5	31
PROM	109.8	93.8	101.5	105.1	90.8	51.3	24.9	21.9	18.2	78.3	80.2	48.1	
MAX FECHA	722.5 21	1261.6 10	347.2 19	722.5 27	466.3 28	304.3 14	32.0 1	152.6 20	69.6 30	315.6 10	308.4 4	210.5 21	
MIN FECHA	57.5 3	50.6 19	57.5 9	56.8 5	50.6 24	32.0 30	18.2 21	12.8 23	14.1 16	19.8 1	47.7 30	36.6 20	

QMAX ANUAL = 1261.6 M3/S

QMIN ANUAL = 12.8 M3/S

QMED ANUAL = 68.6 M3/S

VOLUMEN ANUAL ESCURRIDO = 2168.4 MILLONES DE M3 EN 366 DIAS

CAUDALES MEDIOS DIARIOS
 RIO LA MIEL - ESTACION 4-152
 CUADRO m³/s

AÑO 1977

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	DIA
1	43.7	37.1	53.1	166.3	73.1	69.8	92.9	83.5	32.5	130.9	79.8	76.2	1
2	71.2	34.6	53.4	104.1	67.3	87.1	45.9	52.0	30.9	91.0	73.8	109.6	2
3	49.7	53.6	45.2	91.3	52.5	63.4	41.9	43.5	31.0	68.7	70.0	137.5	3
4	53.8	42.5	42.1	88.2	72.0	58.3	41.2	33.8	29.9	58.1	60.0	104.6	4
5	44.9	50.4	39.9	77.1	145.4	53.7	43.7	37.6	30.5	87.5	81.3	91.2	5
6	41.8	46.7	38.0	68.4	74.4	69.7	54.2	37.7	27.8	98.6	109.2	79.0	6
7	44.8	40.2	36.5	61.5	64.6	68.8	131.4	43.0	26.6	77.7	77.3	77.3	7
8	40.9	35.5	34.8	59.1	70.8	144.2	57.2	43.5	26.3	80.2	86.2	77.5	8
9	37.7	33.6	33.8	54.1	59.3	74.1	50.4	46.3	26.0	123.0	76.8	71.9	9
10	36.2	34.8	32.2	55.5	55.2	64.8	45.8	47.3	32.4	122.8	103.6	98.2	10
11	34.9	46.2	31.0	49.7	51.9	69.3	42.8	39.3	27.7	134.2	111.0	71.9	11
12	33.8	43.5	31.3	47.0	51.6	81.1	41.0	37.5	29.1	146.5	93.2	72.8	12
13	33.1	37.1	48.5	44.6	46.3	118.7	39.1	49.4	25.4	189.9	186.2	114.4	13
14	31.6	44.9	30.7	43.4	81.7	161.9	37.8	83.6	25.7	133.7	119.9	77.6	14
15	30.6	58.8	104.3	41.4	71.8	92.2	39.0	49.7	25.4	132.3	135.6	79.6	15
16	40.8	66.5	94.8	39.9	65.2	77.6	49.0	105.9	25.2	109.3	119.5	76.3	16
17	32.6	76.6	55.1	38.6	64.9	69.5	36.7	59.5	24.7	125.1	130.9	70.5	17
18	63.3	53.6	53.2	37.9	91.3	64.1	35.0	54.7	34.0	121.2	104.3	105.3	18
19	42.6	66.1	68.2	39.3	59.3	60.5	33.9	53.8	46.0	91.7	143.3	110.4	19
20	38.5	85.1	59.4	36.0	71.3	56.5	39.0	54.8	109.3	151.4	101.7	79.3	20
21	35.5	96.3	64.9	50.6	56.2	57.4	33.0	83.1	74.6	94.0	89.9	70.8	21
22	56.7	64.2	87.9	37.2	71.3	51.4	31.6	56.2	42.3	82.1	114.3	64.2	22
23	42.4	63.4	58.4	41.2	102.9	49.3	31.7	48.3	54.8	91.0	97.6	83.3	23
24	38.2	53.7	52.2	37.0	79.5	48.3	41.2	44.3	42.0	99.2	110.0	62.4	24
25	52.6	57.8	52.3	49.9	73.7	45.3	35.0	41.7	33.7	120.9	83.1	58.8	25
26	41.8	55.4	75.6	55.9	71.2	43.5	40.5	39.9	149.3	138.8	91.2	72.0	26
27	42.9	71.3	57.8	59.1	73.0	42.1	80.6	38.1	61.0	92.5	158.2	63.4	27
28	38.3	57.9	115.1	46.1	63.4	41.0	40.7	36.5	66.5	117.9	96.5	64.0	28
29	36.7	*****	77.0	49.6	89.3	39.7	35.6	35.0	78.9	87.3	82.7	59.0	29
30	35.5	*****	140.6	62.4	64.8	40.6	33.4	33.9	57.9	86.5	74.8	52.9	30
31	32.9	*****	88.1	*****	58.9	*****	61.7	35.6	*****	76.8	*****	50.3	31
PROM	41.9	54.2	61.5	57.7	70.8	68.8	47.2	50.3	45.9	108.4	102.8	80.0	
MAX	130.9	216.2	430.0	285.5	314.7	391.8	287.9	260.9	212.4	331.0	329.2	322.9	
FECHA	2	21	15	1	5	13	26	16	26	26	13	12	
MIN	29.9	31.5	29.9	33.7	44.9	37.8	30.4	33.2	24.5	53.6	65.1	49.2	
FECHA	15	10	12	25	13	30	23	30	17	4	3	31	

QMAX ANUAL = 430.0 M3/S QMIN ANUAL = 24.5 M3/S QMED ANUAL = 65.9 M3/S

VOLUMEN ANUAL ESCURRIDO = 2076.9 MILLONES DE M3 EN 365 DIAS

CUADRO A-2

CUADRO A-2

ESTACION 4-152 - CAUDALES MEDIOS MENSUALES

AÑO	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octub.	Noviem.	Diciem.	MED.
1963		94.5	98.8	90.9	97.1	70.7	62.9	69.8	81.2	91.8	125.5	91.1	88.6
1964	74.0	85.4			95.5	95.5	76.4	91.6	97.0	90.5	89.0	92.4	88.7
1965	88.3	67.4	64.8	85.9	81.5	37.0	23.2	28.1	65.8	85.0	99.8	95.8	68.5
1966	65.5	67.5	65.5	56.9	78.0	87.0	59.2	62.4	75.7	92.7	108.3	151.6	80.9
1967	76.6	83.4	99.7	78.1	91.7	71.8	39.2	36.9	33.3	53.4	115.0	68.1	70.6
1968	66.2	79.6	71.7	124.4	84.9	80.1	48.7	39.0	73.2	100.8	95.5	108.6	81.1
1969	61.7	58.6	72.1	118.8	91.9	63.8	30.9	51.1	72.3	121.1	135.3	121.3	84.1
1970	76.9	93.1	58.9	98.7	117.2	73.6	57.2	68.7	79.6	118.5	190.9	180.6	101.2
1971	141.2	139.7	145.1	114.7	159.0	69.1	49.5	84.4	99.6	149.8	164.0	110.3	118.9
1972	87.4	72.1	62.5	54.1	147.8	88.1	45.8	65.1	60.7	84.6	109.2	57.1	77.9
1973	59.1	41.8	71.8	96.8	63.6	72.1	56.9	102.9	121.5	158.1	156.3	142.8	95.3
1974			79.8	92.3	101.7	45.2	29.3	41.7	75.5	119.2	183.9		85.4
1975		83.8	79.8	91.0	134.1	88.2	97.1	61.1	112.6	122.4	162.8	127.9	105.5
1976	109.8	93.8	101.5	105.1	90.8	51.3	24.9	21.9	18.2	78.3	80.2	48.1	68.7
1977	41.9	54.6	61.5	57.7	70.8	68.8	47.2	50.3	45.9	108.4	102.8	80.0	65.8
Prom.	79.0	80.4	81.0	90.4	100.4	70.8	49.9	58.3	74.1	105.0	127.9	105.4	85.4
Mín.	41.9	41.8	61.5	56.9	63.6	37.0	23.2	21.9	18.2	53.4	80.2	48.1	
Máx.	141.2	139.7	145.1	124.4	159.0	95.5	97.1	102.9	121.5	158.1	183.9	180.6	

CUADRO A-3

CAUDALES MEDIOS MENSUALES

RIO LA MIEL - ESTACION 4-152 - m³/s

AÑO	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octub.	Noviem.	Diciem.	MED.
1963		94.5	98.8	90.9	97.1	70.7	62.9	69.8	81.2	91.8	125.5	91.1	88.6
1964	74.0	85.4			95.5	95.5	76.4	91.6	97.0	90.5	89.0	92.4	88.7
1965	88.3	67.4	64.8	85.9	81.5	37.0	23.2	28.1	65.8	85.0	99.8	95.8	68.5
1966	65.5	67.5	65.5	56.9	78.0	87.0	59.2	62.4	75.7	92.7	108.3	151.6	80.9
1967	76.6	83.4	99.7	78.1	91.7	71.8	39.2	36.9	33.3	53.4	115.0	68.1	70.6
1968	66.2	79.6	71.7	124.4	84.9	80.1	48.7	39.0	73.2	100.8	95.5	108.6	81.1
1969	61.7	58.6	72.1	118.8	91.9	63.8	30.9	51.1	72.3	121.1	135.3	121.3	84.1
1970	76.9	93.1	58.9	98.7	117.2	73.6	57.2	68.7	79.6	118.5	190.9	180.6	101.2
1971	141.2	139.7	145.1	114.7	159.0	69.1	49.5	84.4	99.6	149.8	164.0	110.3	118.9
1972	87.4	72.1	62.5	54.1	147.8	88.1	45.8	65.1	60.7	84.6	109.2	57.1	77.9
1973	59.1	41.8	71.8	96.8	63.6	72.1	56.9	102.9	121.5	158.1	156.3	142.8	95.3
1974			79.8	92.3	101.7	45.2	29.3	41.7	75.5	119.2	183.9		85.4
1975		83.8	79.8	91.0	134.1	88.2	97.1	61.1	112.6	122.4	162.8	127.9	105.5
1976	109.8	93.8	101.5	105.1	90.8	51.3	24.9	21.9	18.2	78.3	80.2	48.1	68.7
1977	41.9	54.6	61.5	57.7	70.8	68.8	47.2	50.3	45.9	108.4	102.8	80.0	65.8
Prom.	79.0	80.4	81.0	90.4	100.4	70.8	49.9	58.3	74.1	105.0	127.9	105.4	85.4
Mín.	41.9	41.8	61.5	56.9	63.6	37.0	23.2	21.9	18.2	53.4	80.2	48.1	
Máx.	141.2	139.7	145.1	124.4	159.0	95.5	97.1	102.9	121.5	158.1	183.9	180.6	

A-40

CUADRO A-4

PERIODO DE REGISTRO DE CAUDALES

Estación	N O M B R E	Período	Meses sin Registro
4-152	Río La Miel-Norcasia	1963-1978	(3/4)64, (1/2/12)74, 1/75
4-153	Río La Miel-Puente a Samaná	1970-1978	4/74, (1/6/10)75
4-154	Río La Miel-Tebaida	1971-1977	(7/8)71, (8/9/10)76, 9/77
4-155	Río Pensilvania	1971-1978	(10/11)72, (11/12)73, (1 a 4)74, (4/5/6/10)75, (7/8)76
4-156	Río La Miel	1978-1978	
4-920	Río Moro	1965-1976	10/66 a 12/66

CUADRO A-5

PERIODO DE REGISTROS PLUVIOMETRICOS Y PLUVIOGRAFICOS

<u>Estación</u>	<u>N O M B R E</u>	<u>Período</u>	<u>Meses sin Registro</u>
4-9021	Bolivia	1964-1978	
4-9032	El Líbano (Pensilvania)	1967-1978	(8/11)71
4-9022	Belén (Florencia)	1964-1978	
4-9023	La Palma (Samaná)	1964-1978	(3/4)75
4-9031	La Palma (Pensilvania)	1967-1978	(9/10)77
4-9030	San Daniel	1967-1978	
4-1066	Norcasia	1967-1978	(2/6)72, (10/11)73, 4/74
4-9035	Cañaveral (Victoria)	1968-1978	6/73, 12/77
4-9033	Arboleda	1967-1978	(3/4)70, (3/7/10)71, y 1974
4-9019	Alto de la Virgen (Marulanda)	1964-1978	8/69, 11/77
4-9034	La Leonera (Letras)	1968-1978	12/74, 1/75, 2/76, 4/77 (3/4)78
4-9048	Subestación (Marquetalia)	1975-1978	(7 a 12)76
4-9049	El Higuerón	1977-1978	
4-9054	Subestación Dorada	1975-1978	6/77
4-9053	La Victoria	1975-1978	11/77
4-9025	Puente Linda	1965-1977	
4-9036	Butantán	1969-1978	(8/9/10)71, (7/8)72
	Llanadas (Cenicafé)	1951-1978	8/52, 7/53, 1954, 1/70

PLUVIOGRAFICOS

Manzanares	1977-1978	
Norcasia (Campamento)	1977-1978	(9/10)78
Pensilvania	1978-1978	(5/6)78
Argelia	1977-1978	(11/12)77
Arboleda	1977-1978	(7/11)77, (4/5/6/7)78
Florencia	1977-1978	(10/11)77
Samaná	1974-1978	
Palanquero	1973-1978	

CUADRO A-6

PERIODO DE REGISTRO DE EVAPORACION

<u>Estación</u>	<u>LOCALIZACION</u>	<u>Período</u>	<u>Meses sin Registro</u>
	Norcasia - Campamento	1977-1978	9/77, 12/77 a 2/78, (4/5)78
	Florencia	1978-1978	7/78 a 9/78
	Argelia	1977-1978	
	Puente Linda	1977-1978	8/77 a 3/78, 5/78 a 7/78
	Pensilvania	1977-1978	(8/9/12)77, (1/2/3)78, 7/78
	Samaná	1974-1976	(5/7/8/9)75, (1/2/6/9/10)76
	Palanquero	1973-1976	1/76, 7/76 a 12/76

CUADRO A-7

SITIO DE PRESA

ANALISIS FISICO DE SEDIMENTOS EN SUSPENSION

Río La Miel en la Estación 4-152

<u>Fecha</u>	<u>Profundidad media (m)</u>	<u>Caudal (m³/s)</u>	<u>Velocidad media (m/s)</u>	<u>Concentración (gr/m³)</u>	<u>Contenido de Arenas (%)</u>
23-02-77	1.69	62.6	0.85	141	(%)
22-03-77	2.25	98.6	1.12	138	
21-04-77	1.99	66.5	0.90	107	
28-04-77	1.77	52.7	0.80	137	
25-05-77	2.19	102.5	1.17	230	
22-06-77	1.80	59.2	0.87	88	
04-08-77	1.74	47.5	0.76	81	
21-08-77	2.47	140.5	1.38	348	
14-09-77	1.48	32.2	0.62	103	
16-09-77	1.46	31.2	0.61	129	
26-10-77	2.50	144.0	1.40	225	
18-11-77	2.36	131.0	1.35	229	
24-11-77	2.27	120.0	1.31	237	
27-11-77	2.57	178.0	1.57	319	
29-11-77	2.12	97.7	1.15	215	
14-12-77	2.05	89.5	1.09	184	
29-12-77	1.85	67.0	0.95	257	
03-03-78	1.84	84.0	1.16	282	
19-03-78	2.63	170.0	1.54	2854	
01-04-78	2.49	162.0	1.44	122	
02-04-78	2.39	158.0	1.44	212	
07-04-78	2.32	144.0	1.41	105	
08-04-78	2.45	168.0	1.52	305	
10-05-78	2.56	165.5	1.40	783	
10-05-78	2.48	157.7	1.38	355	
11-06-78	2.14	96.6	1.13	413	
20-06-78	1.97	76.4	1.02	144	
23-06-78	2.12	96.0	1.12	137	
06-07-78	1.80	86.2	1.20	112	

Río La Miel en la Estación 4-152

Fecha	Profundidad media (m)	Caudal (m ³ /s)	Velocidad media (m/s)	Concentración (gr/m ³)	Contenido de Arenas (%)
06-07-78	1.78	81.2	1.14	117	
13-07-78	1.62	56.7	0.92	61	
17-07-78	2.11	109.0	1.29	265	
21-07-78	1.94	89.5	1.15	230	
03-09-78	1.42	32.2	0.65	28	82.1
07-09-78	1.51	40.9	0.75	155	37.6
10-09-78	2.04	76.0	0.96	294	75.0
12-09-78	2.45	137.7	1.41	734	51.2
19-09-78	1.97	74.6	1.00	44	60.0
15-10-78	3.36	328.2	1.99	1121	82.4
16-10-78	2.27	153.0	1.64	568	93.0
18-10-78	2.59	186.2	1.63	181	55.2
22-10-78	2.39	185.4	1.69	152	97.5

Río La Miel Puente Colgante

23-11-78	2.30	75	1.16	1202	65.5
24-11-78	2.94	146	1.77	908	49.3
24-11-78	2.46	104	1.51	988	82.2
25-11-78	2.42	88	1.30	258	38.0

CUADRO A-8

PARAMETROS ESTADISTICOS DE LOS CAUDALES MEDIOS MENSUALES

	<u>Media</u>	<u>Desviación Standar</u>	<u>Asimetría</u>	<u>Correlación Serial</u>
Enero	79.0	26.0	1.1	0.61
Febrero	80.4	22.9	0.9	0.86
Marzo	81.0	26.5	1.5	0.81
Abril	90.4	22.4	-0.3	0.40
Mayo	100.4	27.6	0.9	0.38
Junio	70.8	16.5	-0.5	0.25
Julio	49.9	19.9	0.7	0.79
Agosto	58.3	23.2	4.3	0.62
Septiembre	74.1	27.8	4.3	0.78
Octubre	105.0	27.4	0.3	0.74
Noviembre	127.9	35.5	0.5	0.68
Diciembre	105.4	37.3	0.3	0.71

ANÁLISIS DE LAS ESTACIONES DE LOS CAUDALES
MEDIOS MENSUALES

Correlación Serial	Amplitud	Desviación Standard	Medias
0.61	1.1	38.0	70.0
0.88	0.9	35.0	80.0
0.81	1.5	38.0	81.0
0.40	0.7	32.4	80.0
0.38	0.9	31.8	100.4
0.28	0.5	28.0	70.0
0.18	0.7	28.0	40.0
0.82	0.7	33.0	50.0
0.70	0.3	37.0	70.0
0.78	0.5	37.4	100.0
0.88	0.5	32.8	137.0
0.71	0.2	37.0	102.4

CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS REGISTRADOS
RIO LA MIEL - ESTACION 4-152

A Ñ O	CAUDAL Mm ³ /s
1968	671.4
1969	732.0
1970	1,002.2
1971	1,019.0
1972	803.5
1973	1,046.0
1974	856.0
1975	1,137.6
1976	1,261.6
1977	430.0

CUADRO A-10

ANALISIS ESTADISTICO DE CAUDALES

<u>Período de Recurrencia</u> <u>Años</u>	<u>Caudal</u> <u>m³/s</u>
2	913
5	1 195
10	1 336
15	1 400
20	1 450
25	1 500
30	1 520
50	1 557
100	1 624

CUADRO A-11

REGISTROS PLUVIOMETRICOS MAXIMOS ANUALES DE 24 HORAS - mm

ESTACION \ AÑO	1.967	1.968	1.969	1.970	1.971	1.972	1.973	1.974	1.975	1.976	1.977	1.978	PMP mm
Norcasia (4-1066)	102.5	90.0	134.5	134.0	112.5	124.5	110.0	160.0	140	106.0	149.0	116.0	178
Bolivia (4-9021)	77.5	92.5	97.5	120.0	88.5	92.0	105.5	82.0	103.0	105.0	176.5	91.0	365
Belén (4-9022)	144.0	190.0	143.0	146.5	117.5	182.5	145.0	185.0	142.5	215.0	167.0	170.5	330
La Palma-Samaná (4-9023)	120.0	167.5	175.0	145.0	135.0	150.0	150.0	160.0	153.5	150.0	180.0	170.5	306
San Daniel (4-9030)	97.5	159.0	104.0	88.0	103.0	106	92.5	96.5	78.0	57.5	61.5	137.0	347
La Palma-Pensilvania (4-9031)	103.0	151.0	190.0	175.0	140.0	130.0	106.0	146.5	140.0	156.0	106.5	169.0	361
Cañaverl (4-9035)		191	278	177	197	158	150	160	148	181	135	151	498
Manzanares-Llanadas (4-9047)	55	88	75	132	94	96	91	130	102	73	92	104	287

PMP Promedio = 334 mm

A-49

(1-1000)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
(2-1000)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
(3-1000)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
(4-1000)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
(5-1000)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
(6-1000)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
(7-1000)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
(8-1000)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
(9-1000)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
(10-1000)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

CUADRO A-11

CUADRO A-12

PRECIPITACION MAXIMA PROBABLE SOBRE LA CUENCA Y CALCULO DE LA PRECIPITACION EFECTIVA

<u>Col. 0</u>	<u>Col. 1</u>	<u>Col. 2</u>	<u>Col. 3</u>	<u>Col. 4</u>	<u>Col. 5</u>
Tiempo (Horas)	Distribución de Lluvia en %	PMP Acumulada Puntual mm	Factor de Reducción por área	PMP Acumulada Directa mm	PMP Parcial Directa mm
0.5	70.0	78	0.50	39	39
1.0	92.5	103	0.64	66	27
1.5	97.0	108	0.67	72	6
2.0	98.5	109	0.70	76	4
2.5	99.5	110	0.72	79	3
3.0	100.0	111	0.76	84	5
3.5		111		84	0
4.0		111		84	0
4.5	70.0	267	0.50	133	49
5.0	92.5	317	0.64	203	70
5.5	97.0	327	0.67	219	16
6.0	98.5	331	0.70	232	13
6.5	99.5	333	0.72	240	8
7.0	100.0	334	0.76	253	13
				TOTAL:	253

A-50

A-50

(Нормы) Темпо	Гипотеза в м ² Дистрибуция в м ²	Баланс мм БМБ Успешная	Бол. злов Басот. де Насрестон	Инфестр мм БМБ Успешная	Дистрибу мм БМБ Басотел
Col. 1	Col. 2	Col. 3	Col. 4	Col. 5	Col. 6
1' 0	100' 0	334	0' 18	323	13
2' 2	88' 2	333	0' 13	340	8
4' 0	88' 2	331	0' 10	335	13
2' 0	81' 0	351	0' 21	318	18
5' 0	85' 2	311	0' 24	303	10
4' 0	10' 0	361	0' 20	133	43
4' 0		111		84	0
3' 2		111		84	0
1' 0	100' 0	111	0' 18	84	7
3' 2	88' 2	110	0' 13	18	3
3' 0	88' 2	108	0' 10	18	4
1' 2	81' 0	108	0' 21	13	8
1' 0	85' 2	103	0' 24	88	31
0' 2	10' 0	18	0' 20	38	38

DE LA PRECIPITACION EFECTIVA
PRECIPITACION MAXIMA PROBABLE SOBRE LA CUENCA Y CALCULO DE LA PRECIPITACION EFECTIVA

CUADRO A-12

A-51

PRECIPITACION MAXIMA PROBABLE SOBRE LA CUENCA Y CALCULO DE LA PRECIPITACION EFECTIVA

Tiempo (Horas)	Col. 5	Col. 6	Col. 7	Col. 8		Col. 9
	PMP Parcial Directa mm	Retención del Terreno Acumulada mm	Retención del Terreno Parcial mm	P M P Acumulada	Parcial	Hietograma Crítico mm
0.5	39	18	18	21	21	21
1.0	27	30	12	36	15	15
1.5	6	30	0	42	6	6
2.0	4	30	0	46	4	5
2.5	3	30	0	49	3	4
3.0	5	30	0	54	5	3
3.5	0	30	0	54	0	0
4.0	0	30	0	54	0	0
4.5	49	30	0	103	49	70
5.0	70	30	0	173	70	49
5.5	16	30	0	189	16	16
6.0	13	30	0	202	13	13
6.5	8	30	0	210	8	13
7.0	13	30	0	223	13	8
Sumas Parciales:	253		30			223

REFERENCIAS

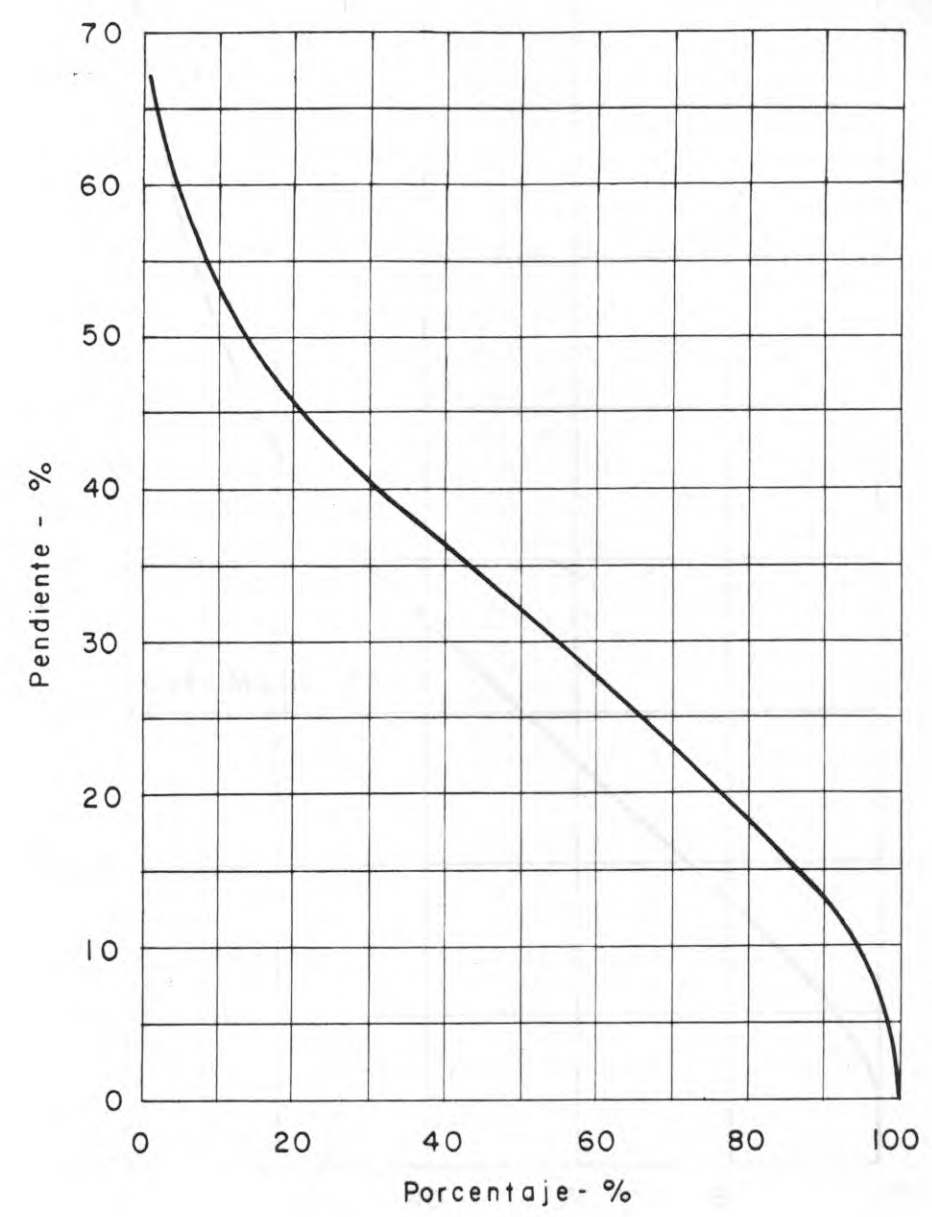
1. Manual for estimation of Probable Maximum Precipitation, World Meteorological Organization, 1973.
2. Court, A., 1961. Area-depth rainfall formulas. Journal Geophysical Research. American Geophysical Union, Vol.66, pp. 1823-1832.
3. Hershfield, D.M., 1961, Estimating the Probable Maximum precipitation. Proceedings ASCE, Journal Hydraulics Division, Vol. 37, pp 99-106.
4. Hershfield, D.M. 1965; Method for estimating probable maximum precipitation, Journal American Waterworks Association, Vol. 57, pp 965-977.
5. Huff, F.A., 1967; Time distribution of rainfall in heavy storms. Water resources research, American Geophysical Union, Vol.3, pp 1007-1019.
6. Chow, Ven Te, 1964; Frequency Analysis, Handbook of Applied Hydrology, pp 8-1 hasta 8-23.
7. Maximum precipitation Deviations in Colombia, Mejía y Villegas, Integral Ltda., Agosto 1979; American Meteorological Society, Boston, U.S.A.
8. Statistical Methods in Hydrology, Charles T. Haan, Iowa State University 1977.
9. Sediment Transport Technology, Dary B. Simons y Fuat Senturk.

REFERENCIAS

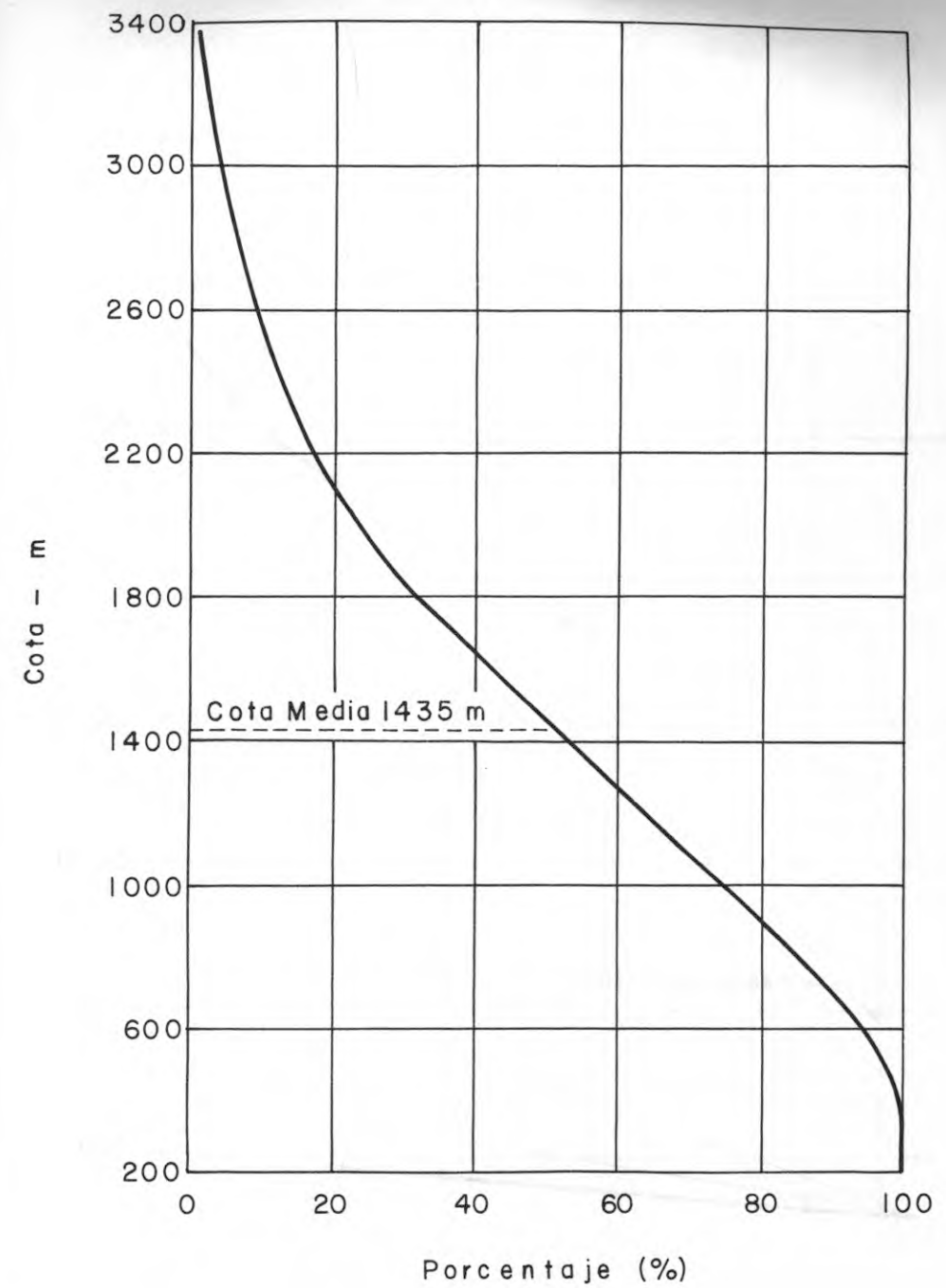
1. Method for estimation of Probable Maximum Precipitation, World Meteorological Organization, 1973.
2. Court, A., 1981, Area-Depth rainfall formulas, *Journal Geophysical Research*, American Geophysical Union, Vol. 86, pp. 1823-1829, 1981.
3. Hershfield, D.M., 1961, Estimating the Probable Maximum precipitation, *Proceedings ASCE, Journal Hydraulics Division*, Vol. 87, pp. 98-106.
4. Hershfield, D.M., 1965, Method for estimating probable maximum precipitation, *Journal American Waterworks Association*, Vol. 57, pp. 667-677.
5. Huff, W.A., 1957, Time distribution of rainfall in heavy storms, *Weather Research*, American Geophysical Union, Vol. 3, pp. 1007-1014.
6. Chow, Ven Te, 1964, *Frequency Analysis*, Handbook of Applied Hydrology, pp. 8-1 hasta 8-23.
7. Maximum precipitation Deviations in Colombia, Mejia y Villegas, *Informe final*, Agosto 1979, American Meteorological Society, Boston, U.S.A.
8. *Statistical Methods in Hydrology*, Charles J. Haktanir, Iowa State University, Ames, Iowa.
9. *Transport Technology*, Terry R. Shuman y Paul Santak.

FIGURAS





Nota:
 La curva indica el porcentaje de la cuenca con pendiente igual o mayor a los valores indicados.



NOTA:

La curva indica el porcentaje del área con cota igual o mayor a los valores indicados.

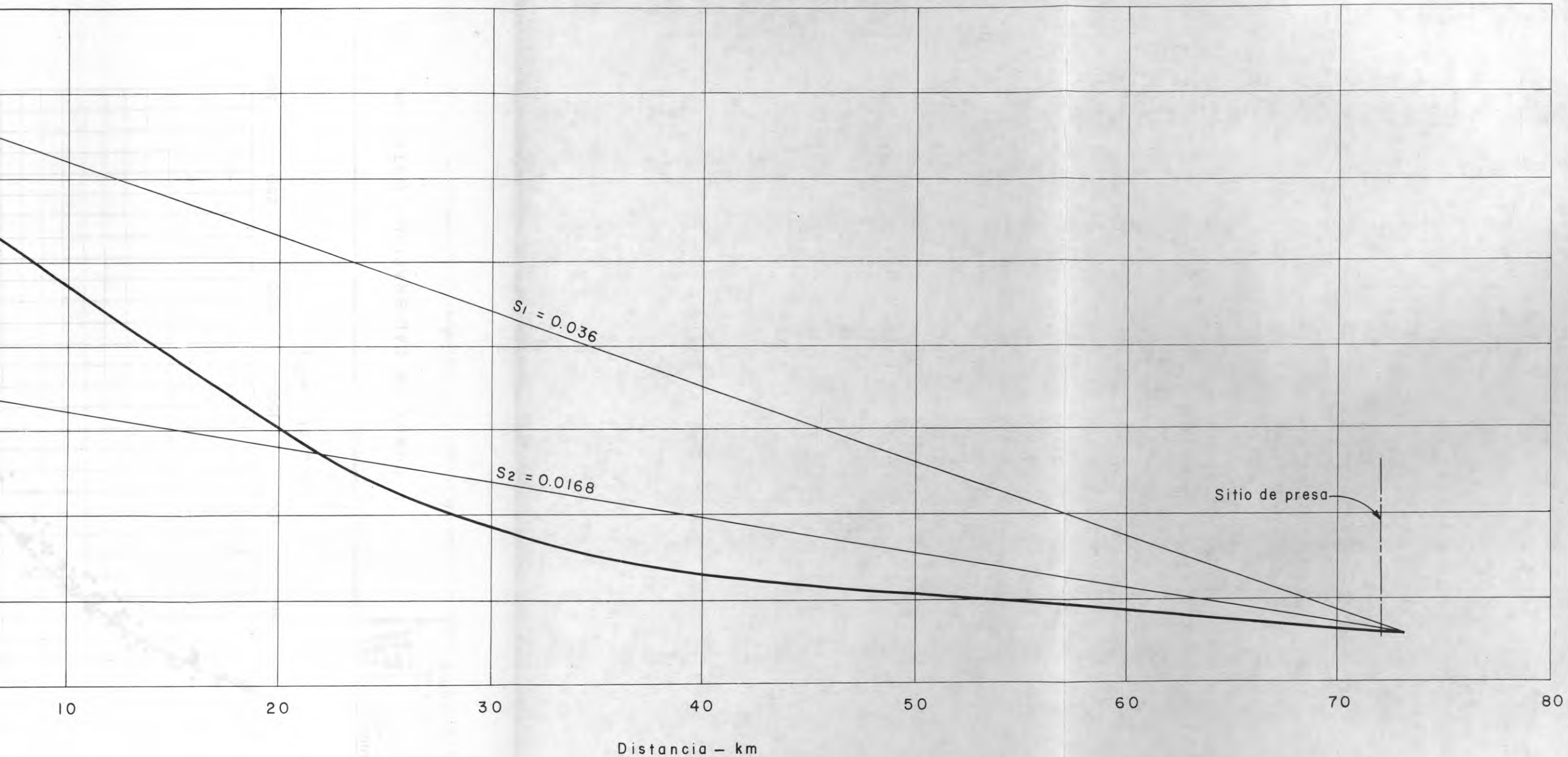


INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS




DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA

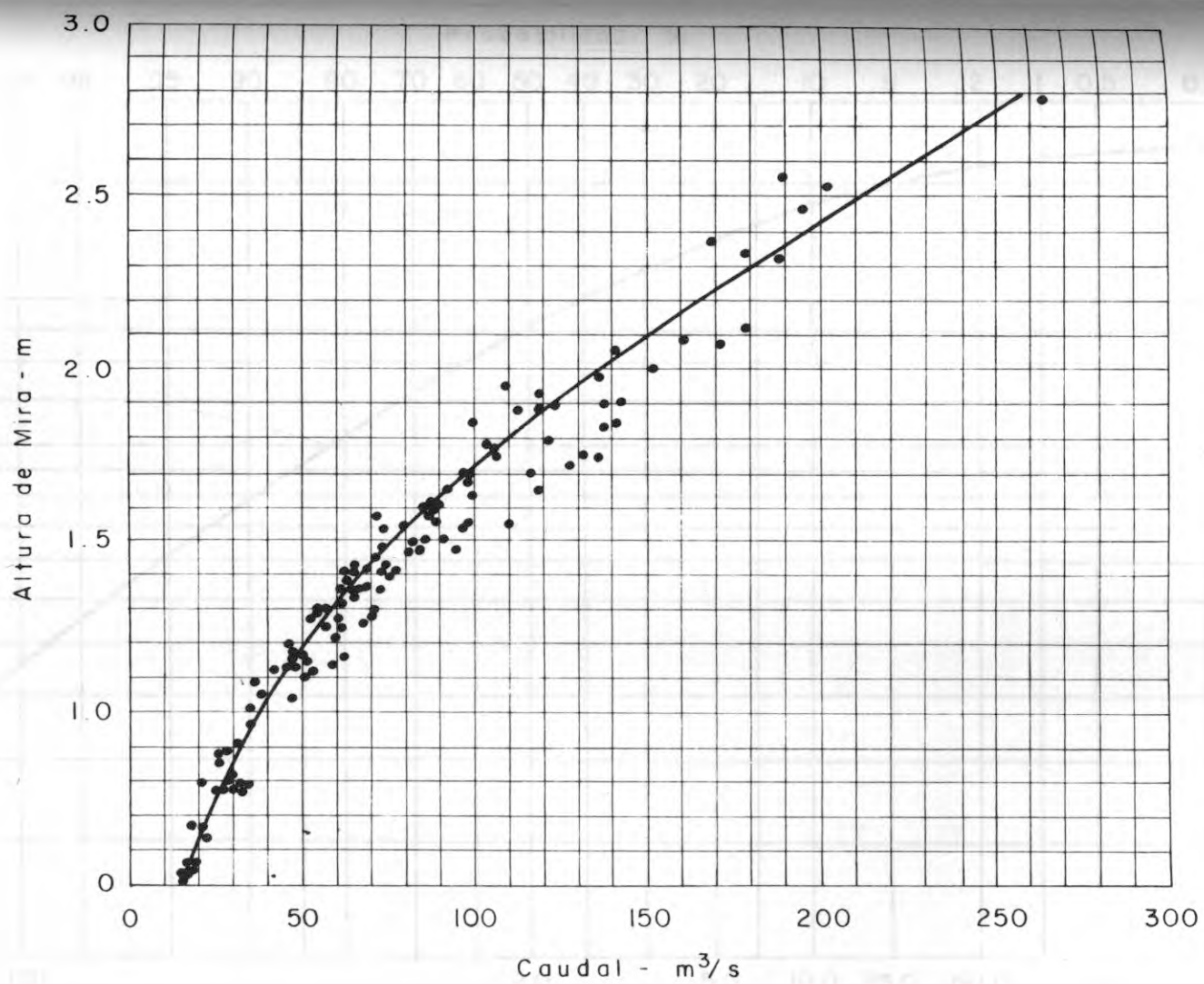
CURVA HIPSOMETRICA DE LA HOYA
HIDROGRAFICA DEL RIO LA MIEL



dia
 uivalente

	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA	
	CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS	
DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA		

PERFIL LONGITUDINAL
 DEL RIO LA MIEL



INSTITUTO COLOMBIANO
DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRAL HIDROELECTRICA
DE CALDAS



DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA

FRECUENCIA CURVA DE CALIBRACION - ESTACION 4-152

ESTACION - 4 - 152

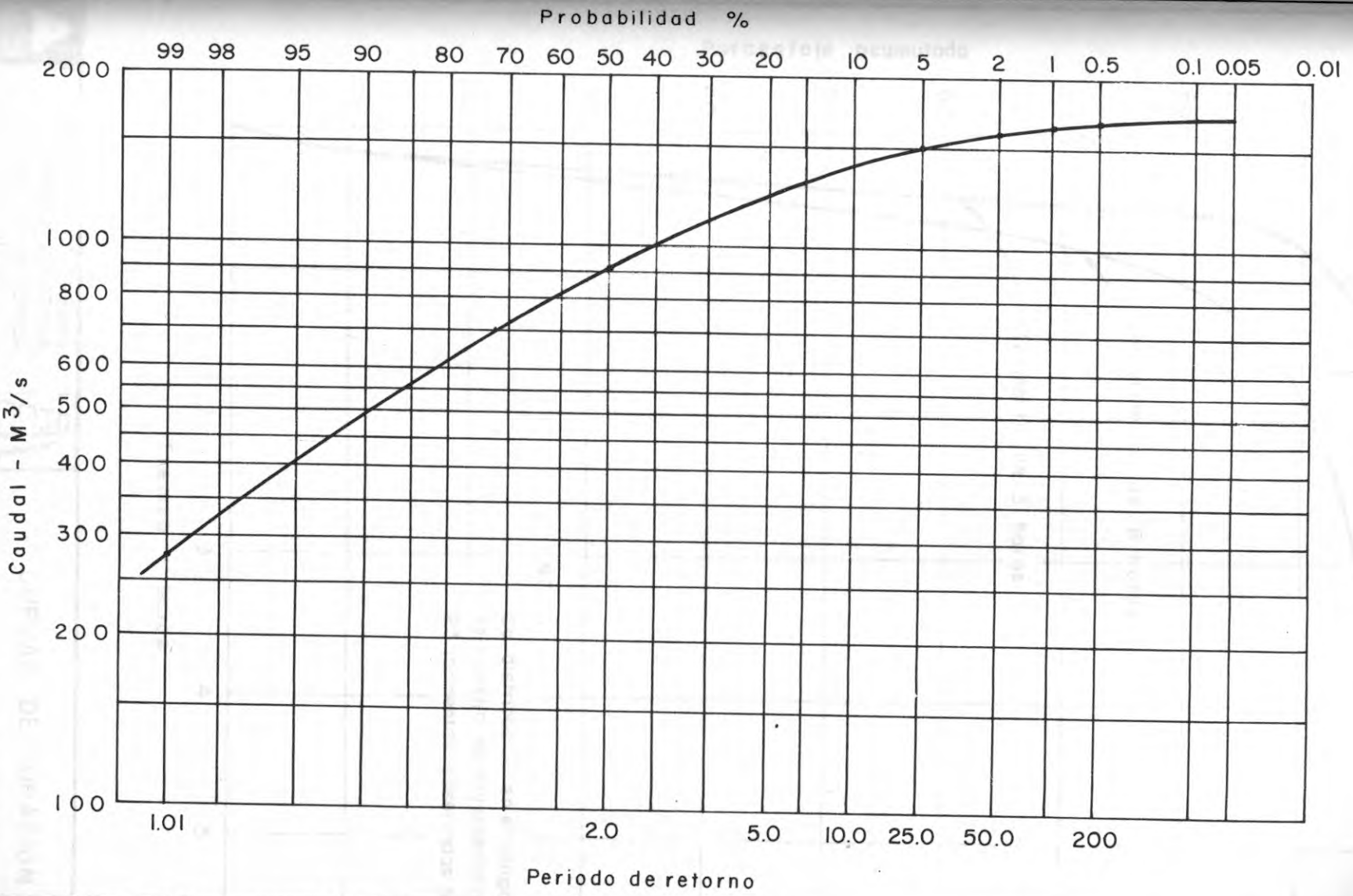


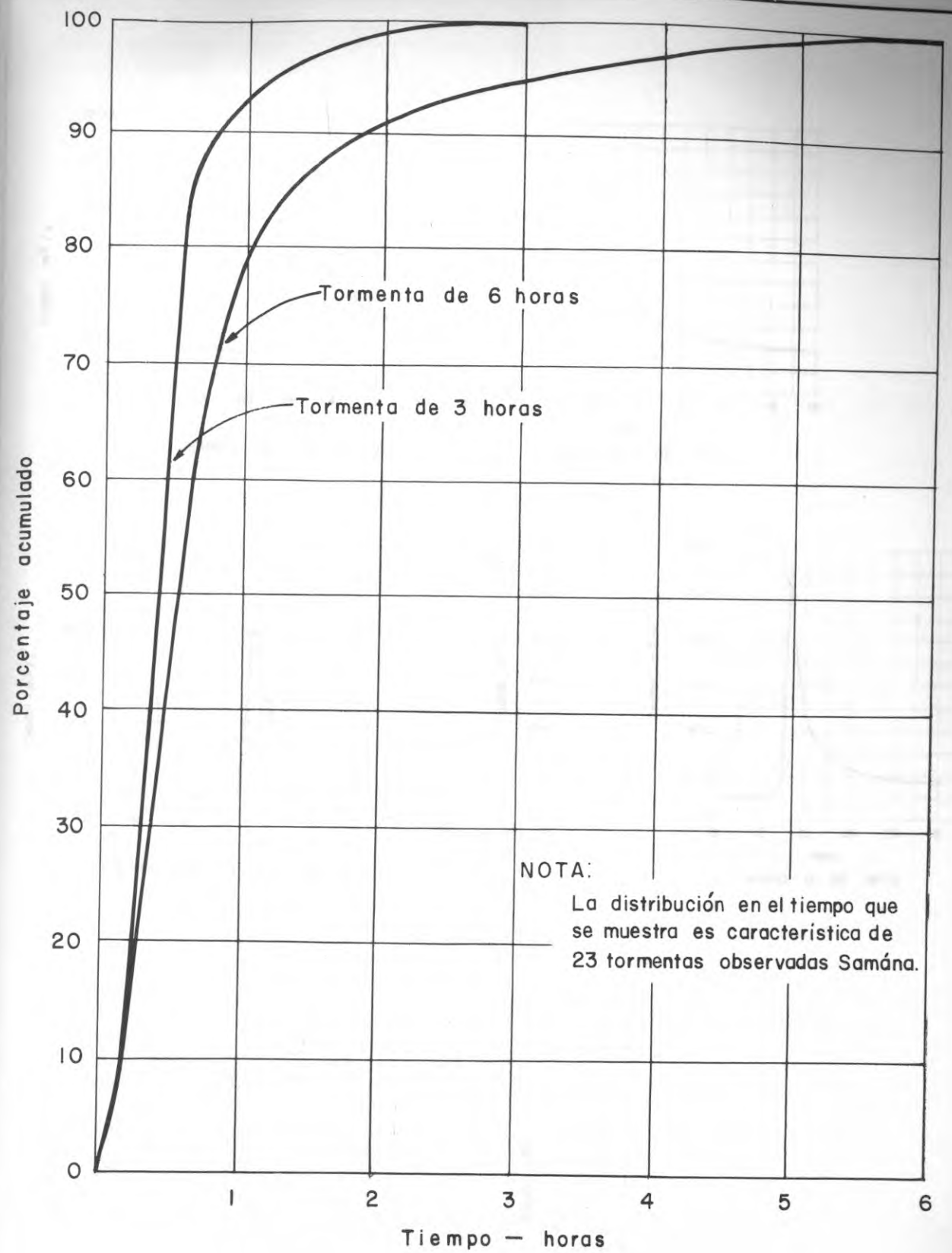


FIGURA A - 6

	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA	
	CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS	
DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA		

FRECUENCIA DE CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS
ESTACION - 4 - 152

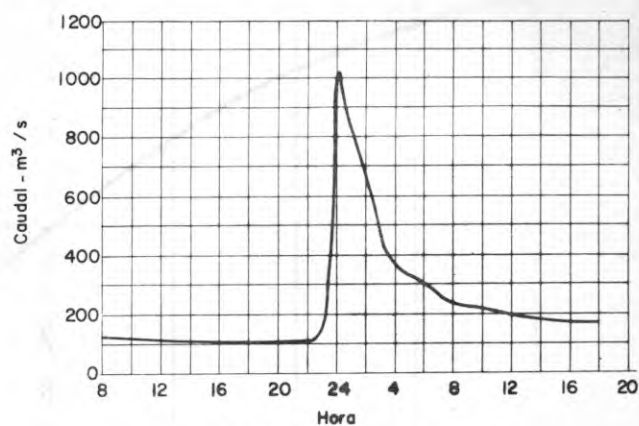


INSTITUTO COLOMBIANO
DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRAL HIDROELECTRICA
DE CALDAS

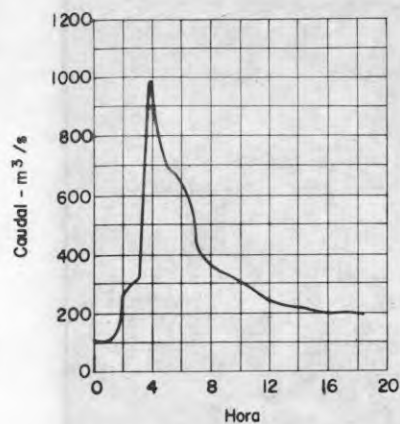


DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA

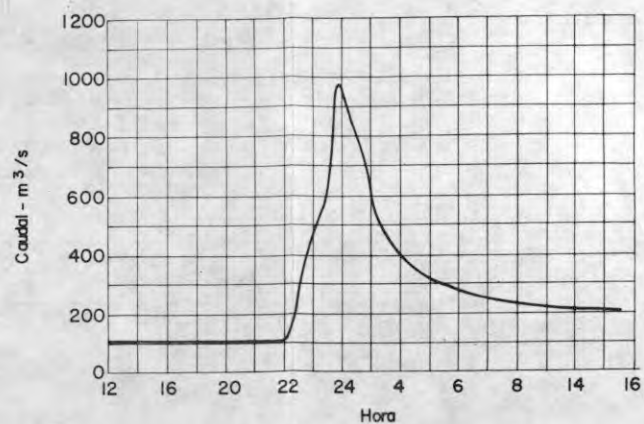
CURVAS DE DURACION DE
LAS TORMENTAS



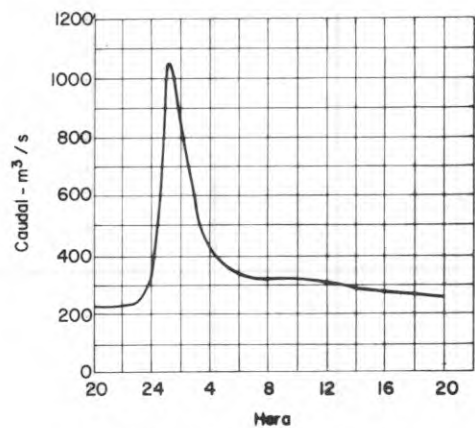
MARZO 22 Y 23 DE 1971



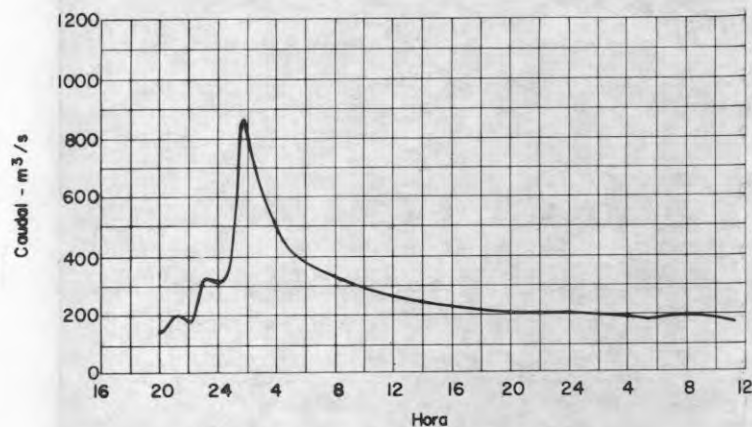
OCTUBRE 30 DE 1971



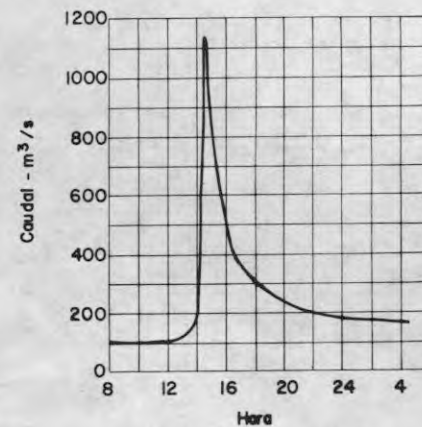
NOVIEMBRE 26 Y 27 DE 1971



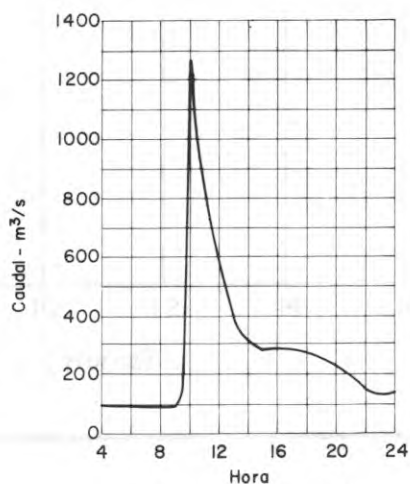
OCTUBRE 24 Y 25 DE 1973



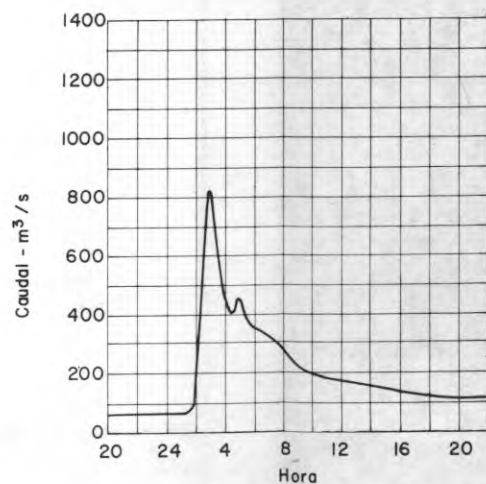
NOVIEMBRE 11-12 Y 13 DE 1974



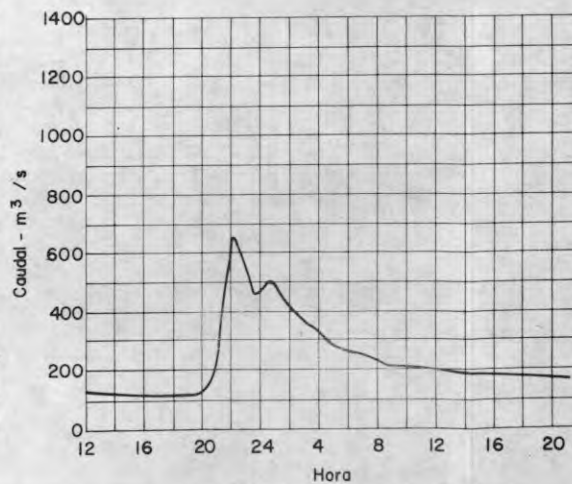
MAYO 12 DE 1975



FEBRERO 10 DE 1976



MAYO 24 Y 25 DE 1978



NOVIEMBRE 21 Y 22 DE 1974

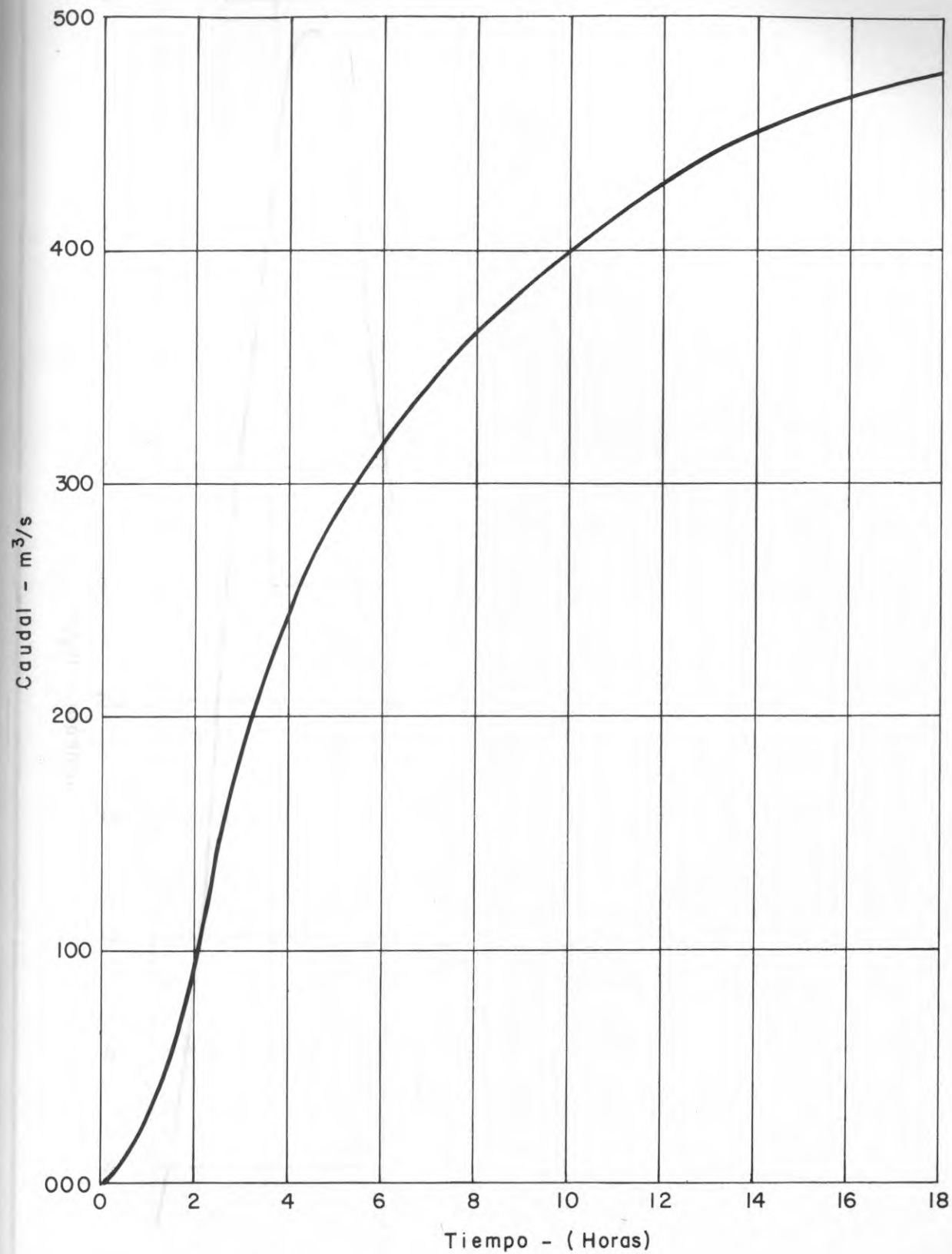


INSTITUTO COLOMBIANO
DE ENERGÍA ELÉCTRICA
CENTRAL HIDROELÉCTRICA
DE CALDAS



DESARROLLO HIDROELÉCTRICO DEL RÍO LA MIEL
PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TÉCNICA

CRECIENTES MÁXIMAS OBSERVADAS
EN LA ESTACION 4-152

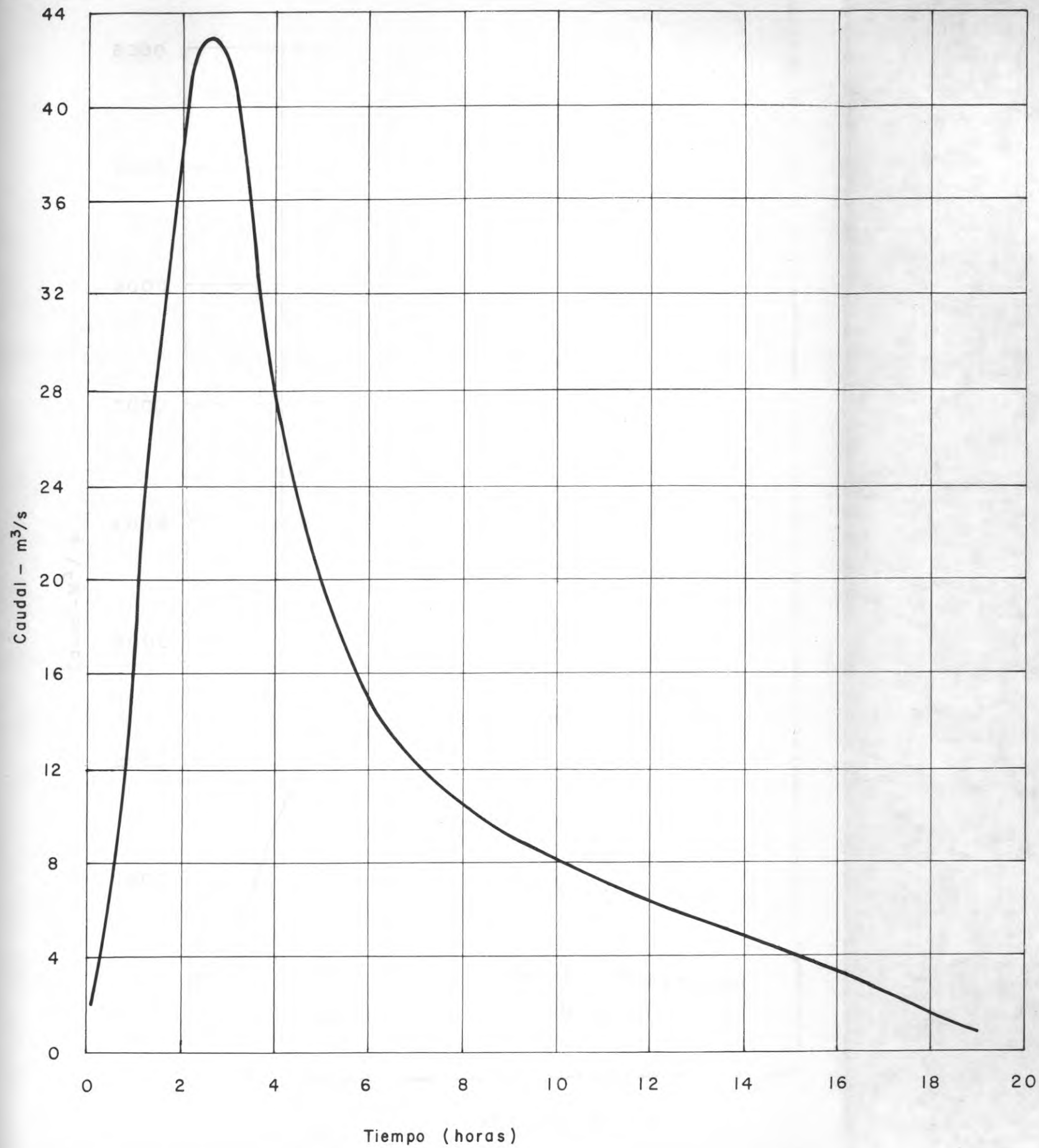



INSTITUTO COLOMBIANO
DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRAL HIDROELECTRICA
DE CALDAS



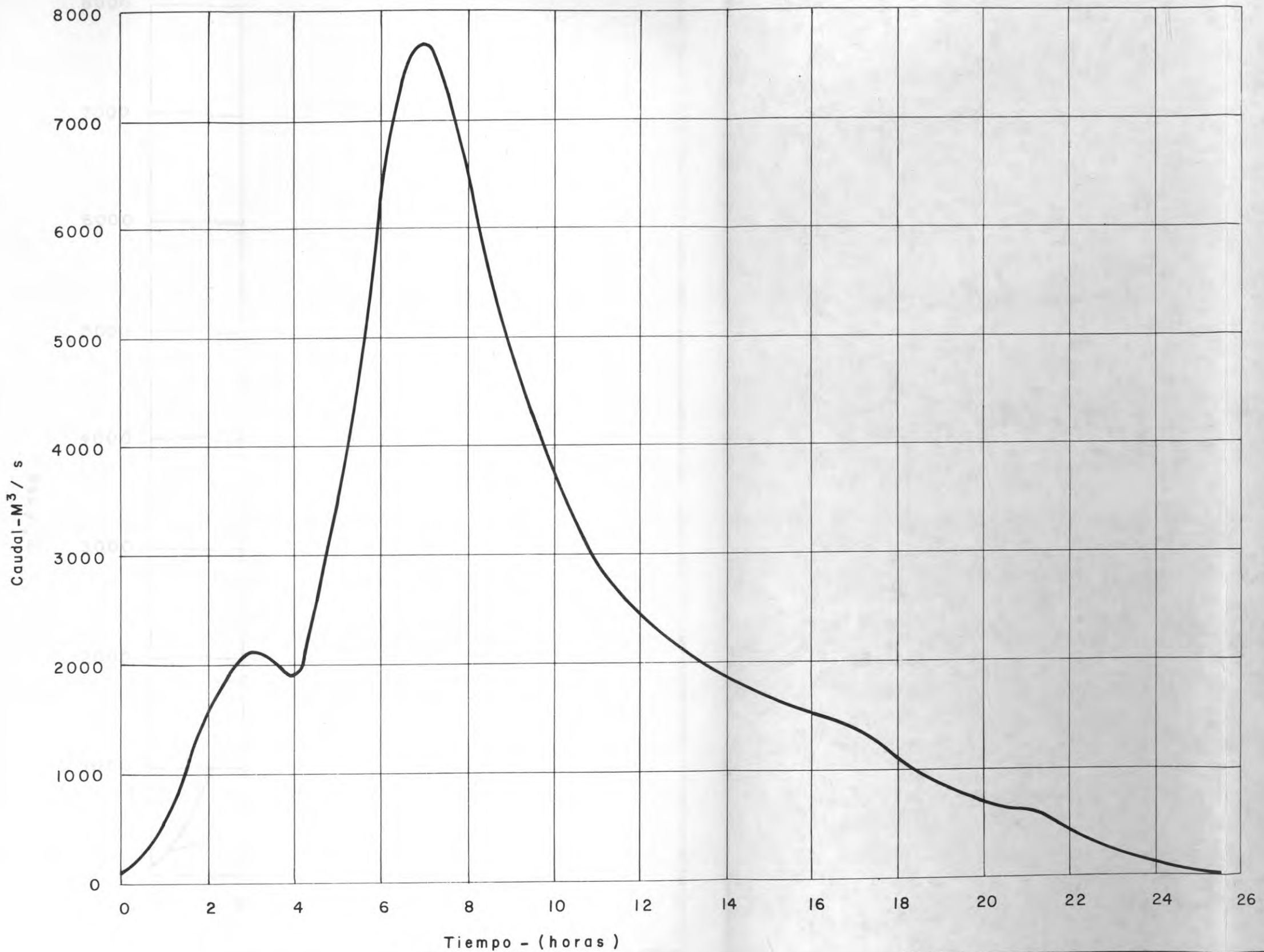
DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
PROYECTO MIEL II - FACTIBILIDAD TECNICA

CURVA - S



	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA	
	CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS	
DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA		

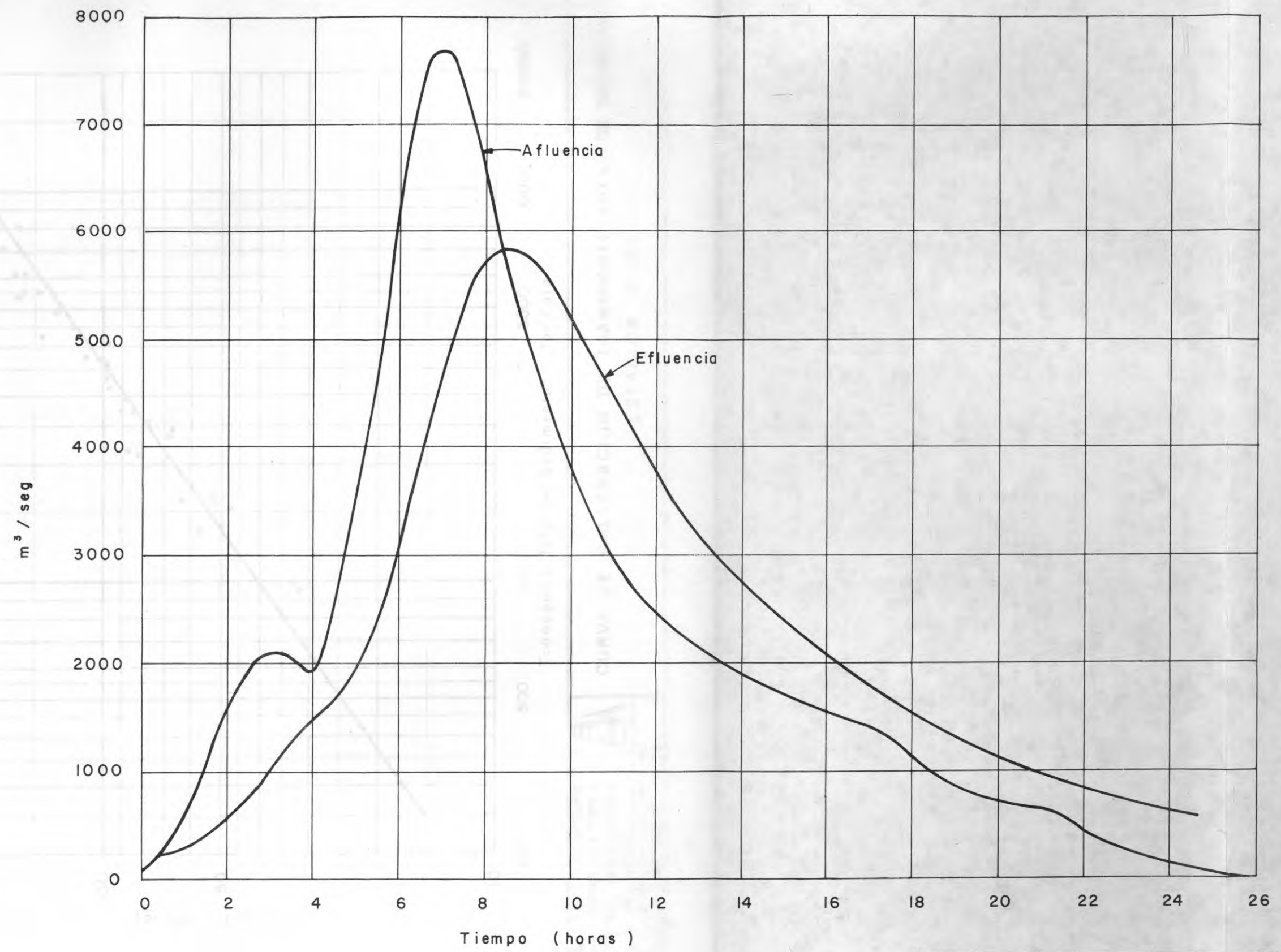
HIDROGRAMA UNITARIO
MIEL I





Ministerio de Minas y Energía
BIBLIOTECA

	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS	
	DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA	

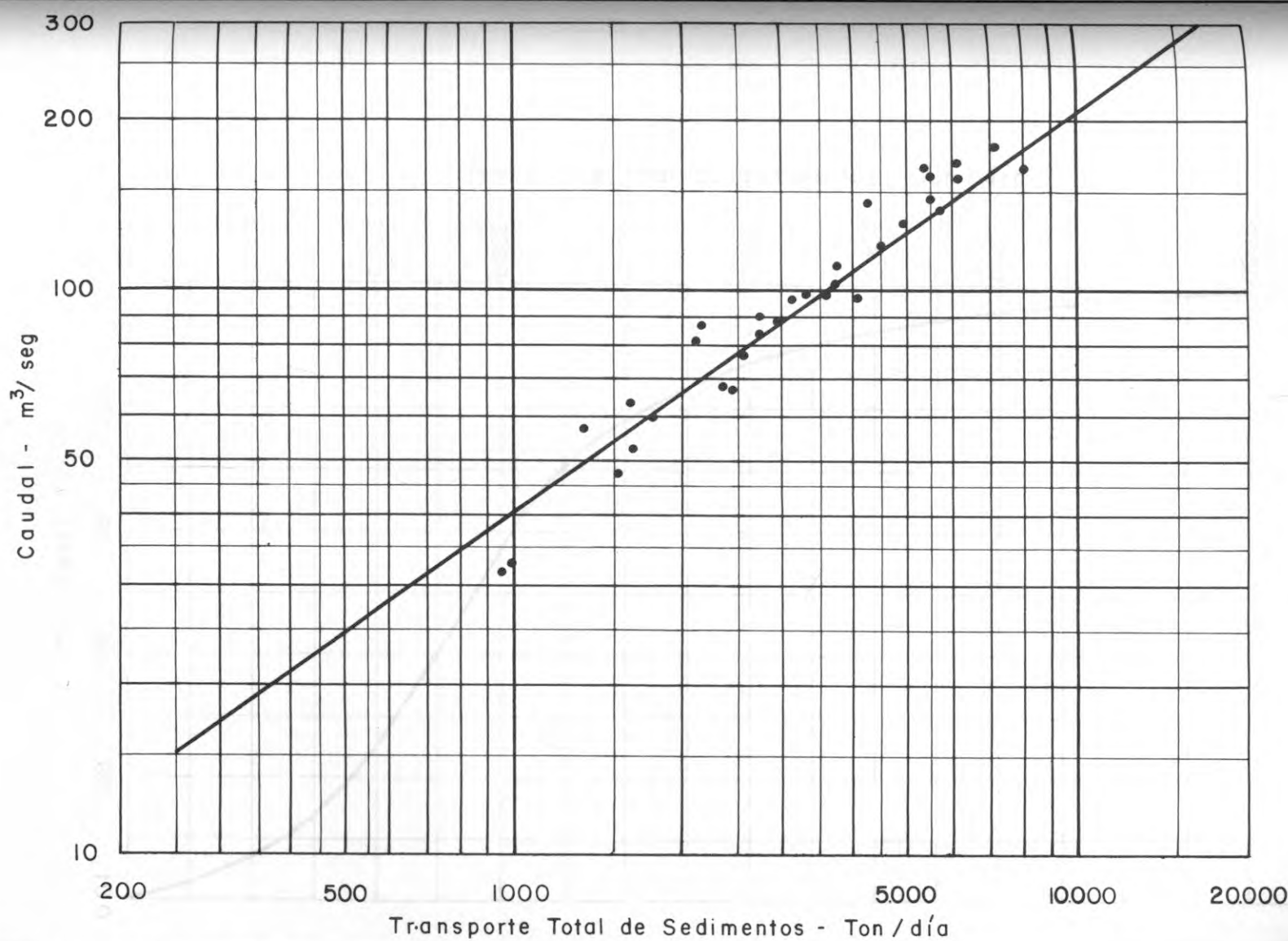
CRECIENTE MAXIMA
PROBABLE MIEL I




 INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
 CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS


 DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
 PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA

HIDROGRAMA DE AFLUENCIA Y EFLUENCIA
MIEL I

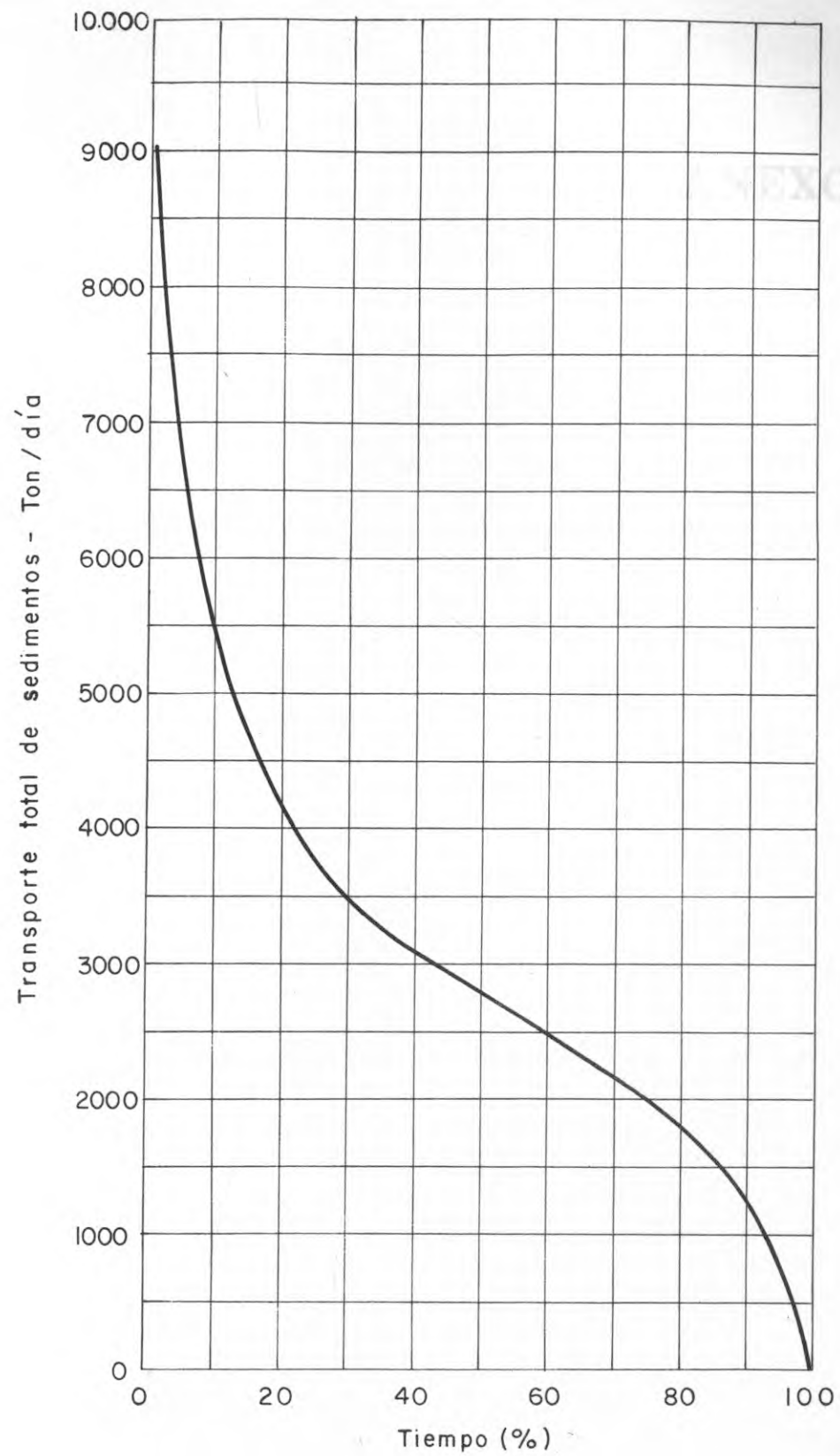


INSTITUTO COLOMBIANO
DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRAL HIDROELECTRICA
DE CALDAS



DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
PROYECTO MIEL 1 - FACTIBILIDAD TECNICA

CURVA DE CALIBRACION DE TRANSPORTE TOTAL DE SEDIMENTOS
ESTACION 4-152

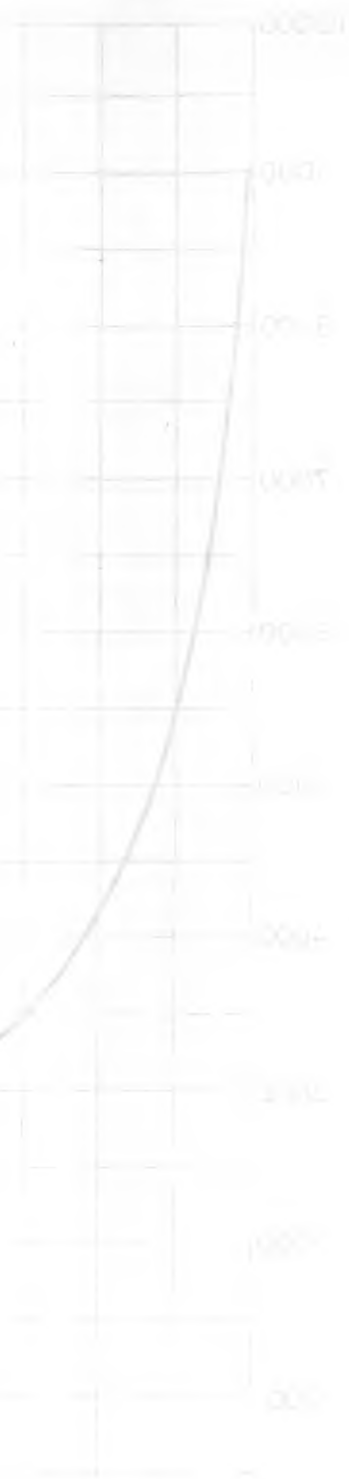


INSTITUTO COLOMBIANO
DE ENERGÍA ELÉCTRICA
CENTRAL HIDROELÉCTRICA
DE CALDAS



DESARROLLO HIDROELÉCTRICO DEL RÍO LA MIEL
PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TÉCNICA

CURVA DE DURACION DE
TRANSPORTE TOTAL DE SEDIMENTOS
ESTACION 4-152



1000
 900
 800
 700
 600
 500
 400
 300
 200
 100
 0

ANEXO I

SECTION 101

CONSTRUCTIONS

When the last...
 ...
 ...

$$W = \frac{1}{2} \rho g H^2$$

$$W = \frac{1}{2} \rho g H^2 \left(\frac{1}{2} \frac{H}{L} + \frac{1}{2} \frac{H}{L} \right)$$

$$W = \frac{1}{2} \rho g H^2 \left(\frac{1}{2} \frac{H}{L} + \frac{1}{2} \frac{H}{L} \right)$$

$$\left(\frac{1}{2} \frac{H}{L} + \frac{1}{2} \frac{H}{L} \right)$$

$$\left[\frac{1}{2} \rho g H^2 \left(\frac{1}{2} \frac{H}{L} + \frac{1}{2} \frac{H}{L} \right) \right]$$



ANEXO 1

MODELO DE GENERACION DE CAUDALES

1. ECUACIONES Y PRUEBAS ESTADISTICAS

Se presentan en este anexo un resumen de las principales ecuaciones empleadas para el cálculo de los parámetros estadísticos de una serie de caudales así como de las funciones de distribución y de los test o pruebas de CHI cuadrado y Kolmogorof.

1.1. Parámetros Estadísticos

Los parámetros estadísticos comunmente empleados son la media, la desviación estandar, el coeficiente de asimetría y los coeficientes de correlación serial con diferentes desfases (Lag).

Las ecuaciones utilizadas para su cálculo son:

- Media

$$QM(I) = \frac{1}{N} \sum_{J=1}^N Q(J, I)$$

- Desviación estandar

$$SM = \left(\frac{\sum_{J=1}^N Q^2(J, I) - \left(\sum_{J=1}^N Q(J, I) \right)^2 / N}{N - 1} \right)$$

- Coeficiente de asimetría

$$G(I) = \frac{\sum_{J=1}^N Q^3(J, I) - 3QM(I) \sum_{J=1}^N Q^2(J, I) + 2NQM^3(I)}{N \left(\frac{\sum_{J=1}^N Q^2(J, I)}{N} - QM^2(I) \right)^{1.5}}$$

- Coeficiente de correlación serial con desfase (Lag) K

$$R(I, K) = \frac{\left[\sum_{J=1}^N Q(J, I) \cdot Q(J, I - K) \right] \frac{1}{N} - \sum_{J=1}^N Q(J, I) \sum_{J=1}^N Q(J, I - K)}{(N-1) SM(I) \cdot SM(I - K)}$$

Q (J,I)	=	Caudal del mes I y año J
I	=	Indicativo del mes; varía de 1 a 12
J	=	Indicativo del año; varía de 1 a N
N	=	Número total de años de la muestra

1.2 Funciones de Distribución

Se indican en esta parte las ecuaciones empleadas en este estudio para de terminar la función de distribución de una serie de caudales a partir de los datos de la misma, sin detallar las bases matemáticas de la función en sí. Se explicarán las funciones Normal y Gamma ya que las log-normal y log-Gamma se trabajan en forma idéntica pero utilizando los logaritmos de los caudales en vez de usar los caudales naturales.

1.2.1 Función Normal

Para calcular el valor teórico de la función de distribución co rrespondiente a un caudal dado, se empleó la siguiente expresión, que corresponde a una aproximación de la función pero cuyo error es inferior 7.5×10^{-8} . Esta expresión es:

$$F(X) = f(X) \left[b_1 t^1 + b_2 t^2 + b_3 t^3 + b_4 t^4 + b_5 t^5 \right]$$

$$t = \frac{1}{1 + r x}$$

$$X = \frac{Q - QM}{SM}$$

$$\begin{aligned} r &= 0.2316419 \\ b_1 &= 0.31938153 \\ b_2 &= -0.356563782 \\ b_3 &= 1.781477937 \\ b_4 &= 1.821255978 \\ b_5 &= 1.330274429 \end{aligned}$$

Q = Caudal de la Serie
 QM = Media de los Caudales
 SM = Desviación estandar de los caudales

Esta expresión es válida para X mayor o igual a cero; para valo res negativos de X, el valor de la función esta dado por:

$$F(-X) = 1 - F(X)$$

1.2.2 Funciones Gamma

Dada la complejidad de las fórmulas para ajustar y determinar el valor para una función Gamma, en el presente estudio se utilizó una transformación polinómica sugerida por Wilson y Hilferty, mediante la cual se transforma una función Gamma en normal haciendo más fácil luego los estudios posteriores.

Dicha expresión es la siguiente:

$$X = \frac{G}{G} \left\{ \left[\frac{G(Q - QM)}{2 SM} + 1 \right]^{1/3} \right\} + \frac{G}{6}$$

- X = Variable transformada normal
G = Coeficiente de asimetría de la serie
Q = Caudal de la serie
QM = Media de la serie
SM = Desviación estandar de la serie

Conocido X es posible mediante la aplicación de las ecuaciones enunciadas en el aparte anterior determinar la función de distribución de dicha variable transformada.

1.3 Pruebas de CHI Cuadrado y Kolmogorof

Se describen a continuación los métodos utilizados para la aplicación de las pruebas citadas, las que son de gran utilidad para contrastar la bondad del ajuste entre la distribución teórica y la observada.

1.3.1 Prueba de CHI Cuadrado

Se basa en la expresión:

$$X^2 = \sum_{k=1}^{NC} \frac{(OK - EK)^2}{EK}$$

- X² = CHI Cuadrado del ajuste
NC = Número de clases en las que se divide la muestra
OK = Frecuencia observada en la clase K
EK = Frecuencia esperada en la clase K

La frecuencia esperada en una clase determinada se calcula como la diferencia de las funciones de distribución de los límites de clase multiplicada por el número total de valores de la serie.

El valor del CHI Cuadrado del ajuste se compara con el valor correspondiente de la función tabulada al grado o nivel de confianza deseado, generalmente el 95%.

1.3.2 Prueba de Kolmogorof

Esta prueba consiste en determinar la máxima diferencia en valor absoluto, D_n , dato a dato, entre el valor de la función de distribución teórica $F_t(X)$ y la función de distribución observada $F_i(X)$.

$$D_n = \text{Max} \left| F_t(X) - F_i(X) \right|$$

$$F_i(X) = \frac{i}{1 + N}$$

Con este valor de la diferencia máxima se calcula la relación

$Z = D_n / \sqrt{N}$, la cual se compara con el valor tabulado de la función de Kolmogorof al nivel de confianza deseado.

2 MODELO MATEMATICO PARA SINTESIS DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES

2.1 Introducción

Con el propósito de obtener una serie de caudales para el río La Miel a partir del dato del río Magdalena para el período 1934-1962 fué necesario implantar un modelo matemático con base en las ecuaciones de regresión obtenidas y estudiadas en el Anexo No. 2.

El modelo consistió en considerar el caudal sintetizado como la suma de una parte determinada y una componente aleatoria.

La parte determinada se obtiene mediante la aplicación de las ecuaciones de regresión. La componente aleatoria será función de la variación inexplicada u ocasionada al azar existente en la correlación y tendrá una función de distribución igual a la de los caudales en el río La Miel así como media cero y varianza igual a la unidad. Expresado matemáticamente será:

$$Q = Q_d + Q_a$$

Q = Caudal en el río La Miel

Q_d = Caudal deducido a partir de las ecuaciones de regresión

Q_a = Caudal correspondiente a la componente aleatoria

$$Q_a = S \sqrt{1 - R^2} U$$

en donde:

S = Desviación estandar de la variable dependiente

R = Coeficiente de correlación del análisis de regresión

U = Número aleatorio cuya media es cero y varianza uno, y cuya función de distribución es la misma de la variable dependiente.

Como en el presente estudio se determinaron dos períodos, será necesario para cada uno de ellos encontrar los componentes determinístico y aleatorio así como la función de distribución de la variable dependiente, en este caso, los caudales del río La Miel.

2.2 Primer Período (Septiembre-Mayo)

2.2.1 Parte Determinística

Según lo expuesto en el Anexo 2 se obtiene :

$$Q \text{ Miel I} = 4.8688 (Q \text{ Magd})^{0.4210}$$

$$R = 0.848$$

$$S = 31.958$$

2.2.2 Función de Distribución

De acuerdo con lo explicado en anteriores anexos, se buscó para los caudales del período la función de distribución que exhibiera mejor ajuste según las pruebas clásicas. Se encontró que tal función era la función Gamma.

En consecuencia la función de distribución de los números aleatorios debe ser Gamma con media cero y varianza uno.

2.2.3 Números Aleatorios

Para la generación de números aleatorios distribuidos según una ley Gamma se utilizó el siguiente método :

- a. Generación de números aleatorios uniformemente distribuidos en el intervalo 0-1, según el algoritmo :

$$U_i = \text{FRACCIONARIO } 997 \ U_{i-1}$$

$$U_0 = 0.5284163$$

- b. Conversión de estos números (u) uniformemente distribuidos en números (t) distribuidos según una ley normal o de Gauss, utilizando la transformación de Box y Muller.

$$t_i = \sqrt{2 \ln \frac{1}{U_i}} \cos 2 \pi U_{i+1}$$

$$t_{i+1} = \sqrt{2 \ln \frac{1}{U_i}} \text{ Sen } 2 \pi U_{i+1}$$

- c. Conversión de los números (t) normalmente distribuidos a números x, distribuidos según una función Gamma. Se utilizará el inverso del método de Wilson y Hilferty descrito en el anexo anterior, así:

$$X_i = \frac{2}{g_x} \left\{ \left[1 + \frac{g_x}{6} \left(t_i - \frac{g_x}{6} \right) \right]^3 - 1 \right\}$$

$$g_x = \frac{1 - R^3}{(1 - R^2)^{1.5}} \quad g = 1.8459$$

R = Coeficiente de correlación

g = Coeficiente de asimetría de la variable dependiente
(en el presente caso igual 0.705).

La última ecuación es necesaria por cuanto la suma de dos funciones Gamma no es forzosamente una función Gamma.

2.2.4 Ecuación del Modelo

En resumen la ecuación para sintetizar caudales en el río La Miel, a partir del río Magdalena queda en la siguiente forma:

$$Q \text{ Miel} = 4.8688 (Q \text{ Magd})^{0.4210} + 16.9528 X$$

2.3 Segundo Período (Junio-Agosto)

2.3.1 Parte Determinística

De acuerdo con los resultados del Anexo 2 se tendrá la siguiente ecuación:

$$Q \text{ Miel} = -8.3730 + 0.0659 Q \text{ Magd}$$

$$R = 0.814$$

$$S = 22.031$$

2.3.2 Función de Distribución

Analizados los datos del período y según las pruebas convencionales de ajuste, la serie de este período se ajusta a una función normal.

2.3.3 Números Aleatorios

Siendo la distribución de caudales normal, se generarán números aleatorios normalmente distribuidos de acuerdo con el método expuesto en los literales A-3.a y A-3.b acápite anterior.

2.3.4 Ecuación del Modelo

La ecuación que se aplicará para la síntesis de caudales será la siguiente:

$$Q \text{ Miel} = - 8.3730 + 0.0659 Q \text{ Mag} + 12.782t$$

3 MODELO DE GENERACION

3.1 Introducción

Para generar las series hidrológicas se estudió un modelo autoregresivo mensual con desfase uno, empleando distribuciones Gamma para los meses.

La ecuación básica del modelo es la siguiente:

$$\frac{Q(J, I) - QM(I)}{SM(I)} = r(I) \frac{Q(J, I-1) - QM(J, I-1)}{SM(J, I-1)} + u(I) \sqrt{1-r^2(I)}$$

- Q (J, I) = Caudal mensual en el año J y en el mes I
- QM (I) = Caudal medio mensual del mes I
- SM (I) = Desviación estandar del mes I
- r (i) = Coeficiente de correlación serial del mes I con desfase uno
- u (I) = Número aleatorio distribuido según distribución de los caudales del mes I.

Para la aplicación de la ecuación se utilizaron dos técnicas distintas que conducen al mismo resultado: la primera, transformar los caudales mediante el método de Wilson Hilferty descrito anteriormente en el Anexo 1, a una serie normal y entonces añadir un número aleatorio distribuido en forma normal también, o trabajar con los caudales naturales y añadir un nuevo aleatorio normal transformado a Gamma según lo expuesto en el Anexo antes citado. Estos métodos se designarán en este estudio como método de la transformada normal y método de Thomas-Fiering respectivamente.

3.2 Método de la Transformada Normal

La ecuación anterior se puede escribir así:

$$E(J, I) = r(I) E(J, I-1) + U(I) \sqrt{1-r^2(I)}$$

en donde E es la variable de caudales tipificada. Dicha variable tendrá la misma función de distribución de los caudales naturales, es decir, Gamma.

Esta variable tipificada se transforma en una variable K normalmente distribuída según la ecuación de Wilson y Hilferty con media aproximadamente cero y varianza semejante a la unidad quedando la ecuación:

$$K(J, I) = r(I)K(J, I-1) + t(I)\sqrt{1-r^2(I)}$$

Se utiliza ahora t(I), número aleativo normalmente distribuído por cuanto la variable K(J,I) se distribuye de igual forma.

Posteriormente, la variable K(J,I) se convierte en caudal nuevamente mediante el inverso de la transformación citada, imponiendo la restricción de del caudal mínimo.

3.3. Método de Thomas Fiering

Este método utiliza la ecuación indicada al principio del Anexo pero con cierta modificación para el número aleatorio la cual se debe al hecho de que la suma de dos funciones Gamma no necesariamente es Gamma.

Esta modificación se introduce en la transformación de los números aleatorios normalmente distribuídos a números con funciones Gamma en un forma similar a la descrita en el Anexo 3, literal A-3.

Estas ecuaciones son las siguientes:

$$X(I) = \frac{2}{G_x(I)} \left\{ \left[1 + \frac{G_x(I)}{6} \left(t(I) - \frac{G_x(I)}{6} \right) \right]^3 - 1 \right\}$$

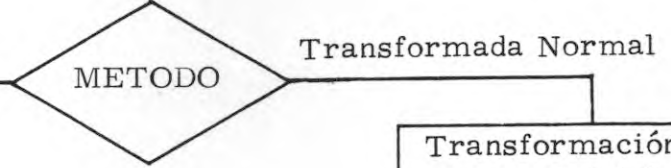
$$G_x(I) = \frac{G(I) - r^3(I-1)G(I-1)}{[1 - r^2(I)]^{1.5}}$$

- X(I) = Número aleatorio con distribución Gamma para el mes I.
- t(I) = Número aleatorio normalmente distribuído.
- G(I) = Coeficiente de asimetría para el mes I.
- r(I) = Coeficiente de correlación seri. l con Lag 1 para el mes 1.

De este modo, se generaron 10 series con cada uno de los métodos de acuerdo con el programa de computador cuyo diagrama de flujo general se indica en la figura anexa.

DATOS INICIALES
Medias Mensuales
Desviaciones Mensuales
Asimetrías Mensuales
Coeficiente Correlación Serial
Semillas Números Aleatorios
Caudal Inicial

TIPIFICAR VARIABLE
Inicial



Asimetría de Números Aleatorios

10
K=1,6000

Número Aleatorio Normal

Número Aleatorio transformado a Gamma

CAUDAL MENSUAL

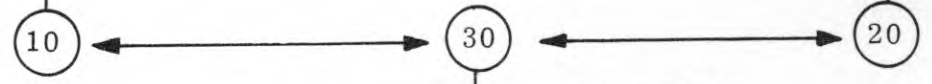
Transformación Variable Inicial

20
K=1,6000

Número Aleatorio Normal

Variable Transformada para el mes

CAUDAL MENSUAL



Parámetros Estadísticos de la serie

Función de Distribución observada mensual

TEST DE CHI²
TEST DE Kolmogorof

RESULTADOS

PROYECTO MIEL I
VOLUMEN II
APENDICE B -
ESTUDIOS DE POTENCIA Y ENERGIA

APENDICE B

I N D I C E

CAPITULO		PAGINA
1	INTRODUCCION	B-1
2	SIMULACION DE LA OPERACION DEL EMBALSE	B-1
3	POTENCIA CONTINUA Y POTENCIA CONFIABLE	B-3
4	CAPACIDAD INSTALADA	B-3
5	NIVEL MINIMO DE OPERACION	B-4
6	COSTOS DE ENERGIA FIRME, DE POTENCIA CONFIABLE Y DE CAPACIDAD INSTALADA	B-5

APENDICE B

CUADROS

- B-1 PERIODO CRITICO
94% Probabilidad de ser Excedido - m³/s

- B-2 COSTOS DE POTENCIA Y ENERGIA

- B-3 COSTOS FIJOS - Miles de US\$

- B-4 COSTOS VARIABLES - Miles de US\$

- B-5 CAPACIDAD INSTALADA

- B-6 COSTOS TOTALES
Factor de Planta 0.4
Factor de Planta 0.5
Factor de Planta 0.6

APENDICE B

FIGURAS

- B-1 Energía Firme vs Desembalse Costo de la Potencia Confiable
- B-2 Variación de la Potencia Confiable e Instalable
- B-3 Costos de Energía Firme, Potencia Confiable y Capacidad Instalada

APENDICE B

ESTUDIOS DE POTENCIA Y ENERGIA

1. INTRODUCCION

En este Apéndice se describen los estudios efectuados para evaluar la energía firme, energía secundaria, la energía promedio, la potencia continua, potencia confiable y la capacidad instalada del proyecto Miel I. Además, para tener algunos parámetros de comparación entre las diversas alternativas, se derivaron costos unitarios por kw instalado, por kw y por kwh generado.

Los estudios se efectuaron para tres niveles máximos de embalse: 430, 445 y 460 y para cada uno de ellos se utilizaron factores de planta de 0.4, 0.5 y 0.6.

Los estudios se basaron en la secuencia hidrológica que tiene un 94% de probabilidad de ser excedida en un año cualquiera, obtenida a partir de las series de caudales medios mensuales generados estocásticamente de acuerdo al método que se explica en el Apéndice A. Para las cotas de embalse seleccionadas se obtuvo una regulación anual y se escogió una secuencia de caudales de un año la cual se muestra en el Cuadro B-1. Con esta secuencia se determinaron la energía firme, potencia continua, potencia confiable y capacidad instalada.

Para la operación del embalse a largo plazo se utilizó una secuencia hidrológica estocástica de 50 años, correspondiente a la vida útil del proyecto, con la cual se determinaron la energía promedio y la energía secundaria de las tres alternativas.

La capacidad instalada para las diferentes cotas de embalse se evaluó con base en la potencia confiable de los proyectos una vez determinado el valor óptimo de deseembalse de cada alternativa.

2. SIMULACION DE LA OPERACION DEL EMBALSE

Para los estudios de operación del embalse se desarrolló un modelo matemático que simula la operación del embalse; los estudios se realizaron

empleando el computador digital del DANE.

Los datos de entrada del modelo son los siguientes:

- Curva de área y capacidad del embalse.
- Caudales de entrada al embalse.
- Curva de calibración de la descarga.
- Curva de pérdidas totales vs caudal turbinable.
- Evaporación mensual del embalse.
- Precipitación mensual del embalse.
- Demanda prefijada de energía en función de potencia continua.

Los datos de salida del modelo son los siguientes:

- Caudal regulado.
- Caudal vertido (energía secundaria).
- Volúmenes inicial, final y medio.
- Nivel medio de operación
- Nivel de fuga.
- Cabeza neta.
- Potencia continua, secundaria y total.

Los estudios de simulación se efectuaron a nivel mensual empleando el siguiente procedimiento:

Se fija una demanda de energía mensual y el programa calcula con base en los caudales de entrada, la corrección por precipitación y evaporación y la cabeza neta promedio disponible, la producción mensual de energía. Si la demanda prefijada es menor que la producción de energía, el exceso de caudal es almacenado en el embalse; en caso de estar lleno el embalse el exceso es vertido y convertido en energía secundaria. Cuando la meta fijada es mayor que la producción de energía se produce un proceso iterativo el cual por medio de diferentes desembalses iguala la producción a la demanda requerida.

Para determinar la energía firme se empleó la secuencia hidrológica que tiene una probabilidad de ser excedida del 94%. La obtención de esta secuencia se explica en el Anexo A.

Para fijar el valor óptimo del desembalse se corrió este programa con tres metas diferentes de energía para cada alternativa.

Para obtener la producción de energía promedio y secundaria, a largo plazo, se corrió el mismo programa con una secuencia hidrológica de 50 años, que se considera la vida útil del proyecto.

En el manual de usuarios del programa se explica detalladamente el procedimiento empleado.

3. POTENCIA CONTINUA Y POTENCIA CONFIABLE

La potencia continua definida como la potencia disponible durante el 100 % del tiempo en el año de suministro adverso de agua, se determinó en la simulación de la secuencia con el 94% de probabilidad de ser excedida para tres niveles de embalse y para diferentes desembalses.

Se empleó la siguiente fórmula:

$$P_c = \frac{g \times n \times Q \times H_n}{1000} \quad (\text{mw}) :$$

- P_c = Potencia continua
- n = Eficiencia total (87%)
- Q = Caudal turbinable
- H_n = Cabeza neta

Los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro B-2.

La capacidad confiable o capacidad de producción de la planta a la cota mínima se determinó con base en la potencia continua, los tres factores de planta y los diferentes desembalses. En el Cuadro B-2 se muestran los valores de la potencia confiable de las tres alternativas y los tres factores de carga.

4. CAPACIDAD INSTALADA

La capacidad instalada es función de la capacidad confiable para cada uno de los factores de planta seleccionados. Dichas capacidades se determinaron multiplicando la capacidad confiable por la relación entre la caída nominal y la caída mínima elevada a la potencia 1.5, por medio de la siguiente fórmula:

$$CI = \frac{Pc}{f_p} \left(\frac{H_{nom}}{H_{min}} \right) 1.5$$

- CI = Capacidad instalada
Pc = Potencia continua
Hnom = Cabeza nominal
Hmin = Cabeza mínima
fp = Factor de Planta

La caída nominal se fijó como la cabeza que tiene una probabilidad de 50% del tiempo de ser igual o mayor durante la operación a largo plazo. Con esta cabeza nominal los generadores trabajarán dentro de los límites permitidos de sobrecarga por aumento de temperatura con cabeza máxima. Las capacidades instaladas obtenidas se muestran en el Cuadro B-2.

5. NIVEL MINIMO DE OPERACION

El valor de desembalse óptimo se seleccionó de acuerdo con los resultados de la operación del embalse y el costo de la potencia confiable. En el primer caso se determinó la producción de energía firme a partir de los resultados obtenidos anteriormente para potencia continua. La variación de la energía firme en función de los desembalces se muestra en la Figura B-1. En estas gráficas se puede apreciar que en todas las alternativas la energía aumenta hasta un desembalse cercano a la cota 390. A partir de este punto el aumento de energía se vuelve casi nulo al aumentar el desembalse; esto refleja las condiciones topográficas del embalse, que son de un cañón en forma de "V", el cual en la parte inferior no tiene volumen suficiente para el almacenamiento. Se escogió la cota 390 como nivel mínimo de operación para las tres alternativas, la cual corresponde a desembalces de 40, 55 y 70 m para las cotas máximas de embalse de 430, 445 y 460 respectivamente.

Para la selección del desembalse de acuerdo al costo de la potencia confiable, se utilizaron los presupuestos preliminares para las tres cotas máximas de embalse y desembalces de 44, 55 y 70 m. Para los otros valores de desembalse se elaboraron presupuestos simplificados.

Los presupuestos simplificados se elaboraron dividiendo los costos totales de construcción en fijos y variables. Los costos fijos son aquellos que no varían con el desembalse, como presa, rebosadero, túnel de desvia

ción, carreteras, campamentos, etc. y se muestran en el Cuadro B-3. Los costos variables son los que varían con el valor del desembalse y la capacidad instalada, como equipos electromecánicos, casa de máquinas, bocatomas, conductos de carga, conductos de fuga, etc., los cuales se muestran en el Cuadro B-4. Los costos variables de los presupuestos simplificados se obtuvieron a partir de la relación de capacidades instaladas, empleando el costo unitario de la capacidad instalada, entre los proyectos con presupuesto detallado y los proyectos con presupuesto simplificado.

Todos los presupuestos calculados para las diversas alternativas de nivel de embalse, desembalses y factores de planta se muestran en el Cuadro B-5.

En la Figura B-1 se muestra la variación del costo de la potencia confiable en función del desembalse para los tres factores de planta y las tres cotas máximas de embalse. En estas gráficas se observa que para las alternativas de cota 430 y 445 el valor óptimo de desembalse es de 40 m y 55 m respectivamente para todos los factores de planta. Para la cota 460 el valor óptimo del desembalse, según este método sería de unos 40 a 50 metros.

Basados en los dos métodos de análisis anteriores, se adoptaron desembalses de 40, 55 y 70 m para las cotas máximas de embalse 430, 445 y 460 respectivamente. En la Figura B-2 se muestra la variación de la capacidad instalada y de la potencia confiable para los tres factores de carga, de las tres alternativas con los valores de desembalse escogidos.

6. COSTOS DE ENERGIA FIRME, DE POTENCIA CONFIABLE Y DE CAPACIDAD INSTALADA

Se determinaron los costos unitarios de energía firme, potencia confiable y capacidad instalada para las tres alternativas de nivel de embalse: cota 430 y desembalse 40 m, cota 445 y desembalse 55 m y cota 460 y desembalse 70 m. Los resultados se muestran en el Cuadro B-6.

Los costos anuales incluyen costos de capital, intereses durante la construcción y costos de operación y mantenimiento. Los costos anuales de la inversión se calcularon para un período de 50 años con una tasa de descuento del 9% anual. Los intereses durante la construcción fueron del 9% anual y los costos de operación y mantenimiento de los equipos de generación y transmisión se calcularon como se explica en el Apéndice F.

Este estudio se hizo únicamente con el fin de establecer la relación existente entre las alternativas estudiadas, sin considerar el proyecto dentro de un sistema o comparándolo con otros posibles desarrollos del país.

En la Figura B-3 se muestran los resultados y se ve que los costos de potencia confiable, energía firme y capacidad instalada disminuyen a medida que la cota de embalse aumenta.

Basados en los dos métodos de análisis anteriores, se adoptaron los valores de 40, 45 y 50 m para las cotas máximas de embalses 430, 440 y 450 respectivamente. En la Figura B-3 se muestra la variación de la capacidad instalada y de la potencia confiable para los tres factores de carga de las tres alternativas con los valores de embalses escogidos.

En la Figura B-3 se muestra la variación del costo de la potencia confiable de las tres alternativas para los tres factores de planta y los tres niveles de embalses. En estas gráficas se observa que para las alternativas 430 y 440 el costo unitario de potencia confiable es de 40 m y 45 m respectivamente para todas las alternativas de planta. Para la cota 50 el valor unitario de potencia confiable según este método sería de unos 40 a 50 pesos.

COSTOS DE ENERGÍA FIRME, DE POTENCIA CONFIABLE Y DE CAPACIDAD INSTALADA

Se determinaron los costos unitarios de energía firme, potencia confiable y capacidad instalada para las tres alternativas de nivel de embalse de 40 m, 45 m y 50 m. Los resultados se muestran en el Cuadro B-3.

Los costos unitarios de energía firme de las tres alternativas de planta son de 40, 45 y 50 pesos. Los costos unitarios de potencia confiable y capacidad instalada de las tres alternativas de planta son de 40, 45 y 50 pesos. Los costos unitarios de potencia confiable y capacidad instalada de las tres alternativas de planta son de 40, 45 y 50 pesos.

También se calcularon los costos unitarios de capacidad instalada sin incluir intereses durante la construcción.

Este estudio se hizo únicamente con el fin de establecer la relación existente entre las alternativas estudiadas, sin considerar el proyecto dentro de un sistema o comparándolo con otros posibles desarrollos del país.

En la Figura B-3 se muestran los resultados y se ve que los costos de potencia confiable, energía firme y capacidad instalada disminuyen a medida que la cota de embalse aumenta.



CUADRO B-1

PERIODO CRITICO

94% Probabilidad de ser Excedido m³/s

Enero	54.2
Febrero	51.8
Marzo	56.4
Abril	54.3
Mayo	84.6
Junio	40.5
Julio	29.3
Agosto	3.0
Septiembre	11.7
Octubre	82.1
Noviembre	111.9
Diciembre	69.7
PROMEDIO :	54.1

CUADRO B-2

CAPACIDAD INSTALADA

E M B A L S E			C A B E Z A			E N E R G I A		P O T E N C I A	C A P A C I D A D					
Cota Máxima m	Desembalse m	Cota Mínima m	Neta Máxima m	Nominal m	Mínima m	Firme gwh	Secundaria gwh	Continua mw	C O N F I A B L E			I N S T A L A D A		
									$f_c = 0.4$ mw	$f_c = 0.5$ mw	$f_c = 0.6$ mw	$f_c = 0.4$ mw	$f_c = 0.5$ mw	$f_c = 0.6$ mw
430	20	410	205,8	203	188,2	395	928	45	113	90	75	125	100	83
430	40	390	205,8	203	168,2	700	623	80	200	160	133	265	212	177
430	60	370	205,8	203	148,2	782	541	90	225	180	150	360	288	240
445	20	425	220,5	218	203,2	460	950	53	133	106	88	148	118	98
445	40	405	220,5	218	183,2	858	552	98	245	196	163	318	254	212
445	55	390	220,5	218	168,2	964	446	110	275	220	183	405	324	270
445	60	385	220,5	218	163,2	970	440	111	278	222	185	428	342	285
460	20	440	235,2	233	218,2	700	798	80	200	160	133	220	176	147
460	40	420	235,2	233	198,2	1,055	443	120	300	240	200	383	306	255
460	60	400	235,2	233	178,2	1,120	378	128	320	256	213	478	382	318
460	70	390	235,2	233	168,2	1,140	358	130	325	260	217	530	424	353
460	80	380	235,2	233	158,2	1,152	346	132	330	264	220	590	472	393

B-8

CUADRO B-3

COSTOS FIJOS - Miles de US\$

<u>Cota de Embalse</u>	<u>430</u>	<u>445</u>	<u>460</u>
Vías de Acceso	2.230	2.230	2.230
Adquisición de Zonas	250	325	375
Desviación	8.159	8.348	8.522
Presa	47.327	61.287	67.766
Rebosadero	26.348	26.063	24.744
Campamentos			
SUB-TOTAL :	84.314	98.253	103.637

CUADRO B-4

COSTOS VARIABLES - Miles de US\$

Factor de Planta	fc = 0.4			fc = 0.5			fc = 0.6		
	430	445	460	430	445	460	430	445	460
<u>Cota de Embalse - m</u>	430	445	460	430	445	460	430	445	460
<u>Capacidad Instalada - mw</u>	265	405	530	212	324	424	177	270	353
Conducción	22.711	27.106	30.598	20.270	24.062	27.432	18.264	22.039	24.715
Caverna de Máquinas	9.996	10.325	10.357	9.941	8.517	10.223	9.861	9.982	10.087
Equipo Electromecánico	24.880	38.020	49.835	20.030	30.415	39.745	16.805	25.430	33.170
Patio de Conexiones	1.595	2.435	3.190	1.278	1.945	2.550	1.065	1.625	2.125
Líneas de Transmisión	7.700	7.700	7.700	7.700	7.700	7.700	7.700	7.700	7.700
	66.882	85.586	101.680	59.219	72.639	87.650	53.695	66.776	77.797

29' 850	29' 200	101' 820	26' 210	23' 230	23' 220	27' 200	26' 240	23' 200
2' 200	1' 200	1' 200	1' 200	1' 200	1' 200	1' 200	1' 200	1' 200
1' 200	1' 200	1' 200	1' 200	1' 200	1' 200	1' 200	1' 200	1' 200
21' 880	28' 030	28' 820	30' 830	30' 410	30' 240	28' 800	30' 930	33' 120
7' 800	10' 950	10' 320	8' 840	9' 210	10' 520	8' 800	10' 000	10' 000
25' 310	31' 100	30' 300	30' 320	28' 000	28' 210	28' 000	30' 000	28' 210
200	402	210	210	210	210	210	210	210
470	217	480	430	210	400	210	210	480

COSTOS VARIABLES - 1978

CUADRO B-5

COSTOS TOTALES

Factor de Planta 0.4

PROYECTO			COSTOS VARIABLES					COSTOS FIJOS	SUB - TOTAL	Imprevistos	Ingeniería y Administración	Costo Total de Construcción
Cota de Embalse m	Desembalse m	Capacidad Instalada mw	Conducción	Caverna de Máquinas	Equipos	Patio Conexiones	Línea de Transmisión					
430	20	125	10,713	4,715	11,736	1,595	3,632	84,314	116,705	17,506	13,421	147,632
430	40	265	22,711	9,996	24,880	1,595	7,700	84,314	151,196	22,679	17,388	191,263
430	60	360	30,853	13,579	33,799	1,595	10,460	84,314	174,600	26,190	20,079	220,869
445	20	148	9,905	3,773	13,894	2,435	2,814	98,253	131,074	19,661	15,074	165,809
445	40	318	21,283	8,107	29,853	2,435	6,046	98,253	165,977	24,897	19,087	209,961
445	55	405	27,106	10,325	38,020	2,435	7,700	98,253	183,839	27,576	21,141	232,556
445	60	428	28,645	10,911	40,179	2,435	8,137	98,253	188,560	28,284	21,684	238,528
460	20	220	12,701	4,299	20,686	3,190	3,196	103,637	147,709	22,156	16,987	186,852
460	40	383	22,111	7,484	36,013	3,190	5,564	103,637	177,999	26,700	20,470	225,169
460	60	478	27,596	9,341	44,946	3,190	6,945	103,637	195,655	29,348	22,500	247,504
460	70	530	30,598	10,357	49,835	3,190	7,700	103,637	205,317	30,798	23,611	259,726
460	80	590	34,062	11,529	55,477	3,190	8,572	103,637	216,467	32,470	24,894	273,831

B-11

B-12

PLAN DE COSTOS
 COSTOS TOTALES
 CUADRO B - 5

COSTOS TOTALES
 Factor de Planta 0.5

PROYECTO			C O S T O S V A R I A B L E S					COSTOS FIJOS	SUB-TOTAL	Imprevistos	Ingeniería y Administración	Costo Total de Construcción
Cota de Embalse m	Desembalse m	Capacidad Instalada mw	Conducción	Caverna de Máquinas	Equipos	Patio de Conexiones	Línea de Transmisión					
430	20	100	9,561	4,689	9,448	1,278	3,632	84,314	112,922	16,938	12,986	142,846
430	40	212	20,270	9,941	20,030	1,278	7,700	84,314	143,533	21,530	16,506	181,569
430	60	288	27,537	13,505	27,211	1,278	10,460	84,314	164,305	24,646	18,895	207,846
445	20	118	8,763	3,102	11,077	1,945	2,804	98,253	125,944	18,892	14,484	159,319
445	40	254	18,863	6,677	23,844	1,945	6,036	98,253	155,618	23,343	17,896	196,857
445	55	324	24,062	8,517	30,415	1,945	7,700	98,253	170,892	25,634	19,653	216,178
445	60	342	25,399	8,990	32,105	1,945	8,128	98,253	174,820	26,223	20,104	221,147
460	20	176	11,387	4,244	16,498	2,550	3,196	103,637	141,512	21,227	16,274	179,013
460	40	306	19,798	7,378	28,684	2,550	5,557	103,637	167,604	25,141	19,274	212,019
460	60	382	24,715	9,210	35,808	2,550	6,931	103,637	182,857	27,429	21,029	231,314
460	70	424	27,432	10,223	39,745	2,550	7,700	103,637	191,287	28,693	21,998	241,978
460	80	472	30,538	11,380	44,244	2,550	8,572	103,637	200,921	30,138	23,106	254,165

COSTOS TOTALES

Factor de Planta 0.6

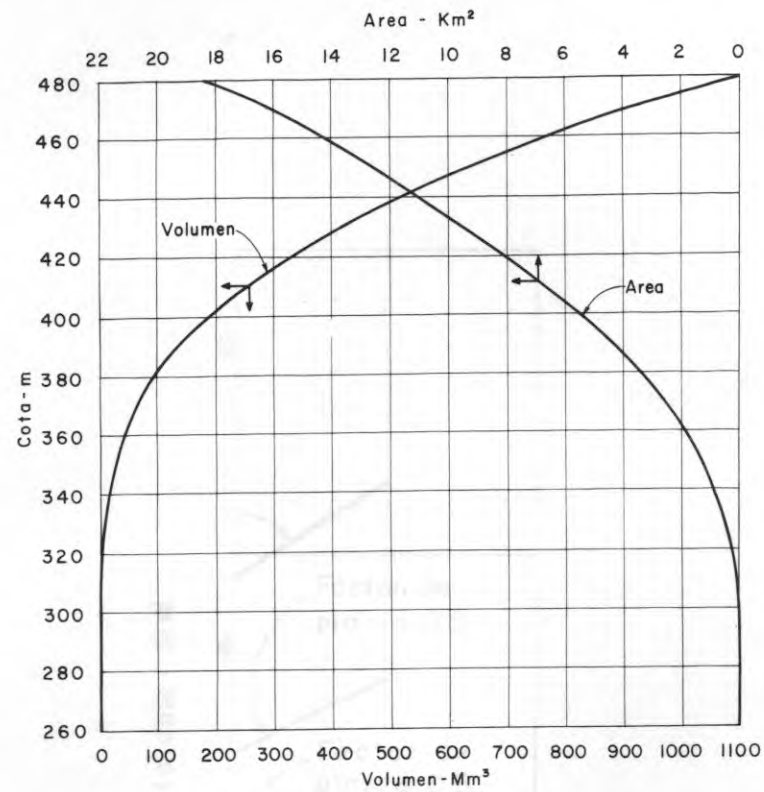
PROYECTO			COSTOS VARIABLES					COSTOS FIJOS	SUB-TOTAL	Imprevistos	Ingeniería y Administración	Costo Total de Construcción
Cota de Embalse m	Desembalse m	Capacidad Instalada mw	Conducción	Caverna de Máquinas	Equipos	Patio de Conexiones	Línea de Transmisión					
430	20	83	8.564	4.624	7.880	1.065	3.611	84.314	110.058	16.509	12.657	139.223
430	40	177	18.264	9.861	16.805	1.065	7.700	84.314	138.009	20.701	15.871	174.581
430	60	240	24.765	13.371	22.786	1.065	10.441	84.314	156.742	23.511	18.025	198.279
445	20	98	7.999	3.623	9.230	1.625	2.795	98.253	123.525	18.529	14.205	156.259
445	40	212	17.305	7.838	19.967	1.625	6.046	98.253	151.034	22.655	17.369	191.058
445	55	270	22.039	9.982	25.430	1.625	7.700	98.253	165.029	24.754	18.978	208.762
445	60	285	23.263	10.537	26.843	1.625	8.128	98.253	168.649	25.297	19.395	213.341
460	20	147	10.292	4.201	13.813	2.125	3.207	103.637	137.275	20.591	15.787	173.653
460	40	255	17.854	7.287	23.961	2.125	5.562	103.637	160.426	24.064	18.449	202.939
460	60	318	22.265	9.087	29.881	2.125	6.937	103.637	173.923	26.088	20.001	220.013
460	70	353	24.715	10.087	33.170	2.125	7.700	103.637	181.434	27.215	20.865	229.514
460	80	393	27.516	11.230	36.929	2.125	8.573	103.637	190.010	28.502	21.851	240.363

CUADRO B - 6

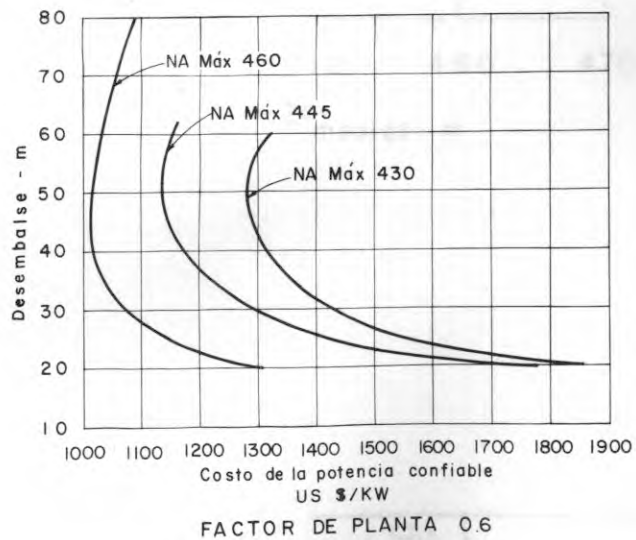
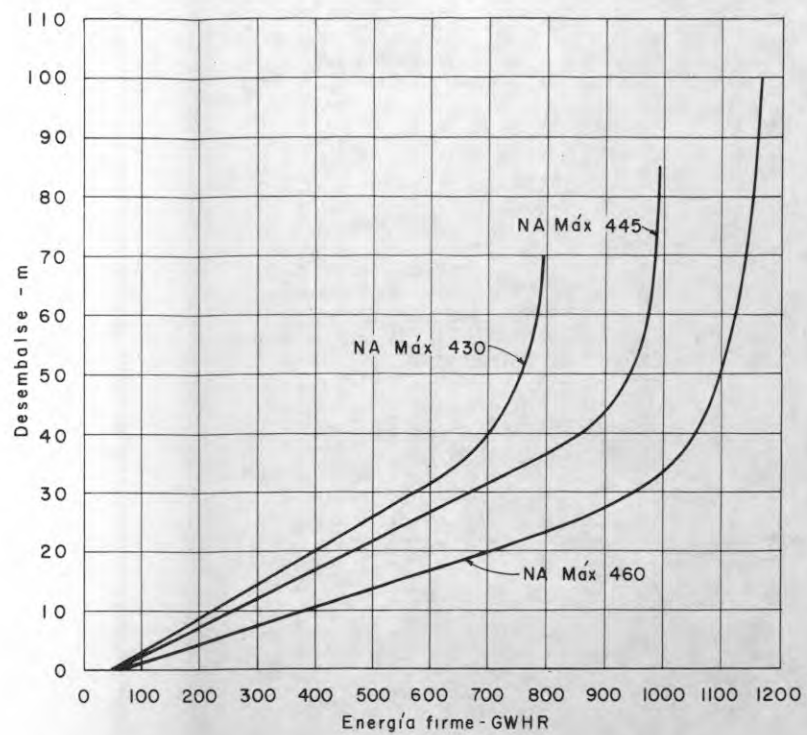
COSTOS DE POTENCIA Y ENERGIA

Factor de Planta	Cota de m	Energía gwh	C A P A C I D A D			Costos Totales US\$ 1000		Costos Anuales US\$ 1000		TOTAL	C O S T O S U N I T A R I O S			
			Instalada mw	Confiable mw	Máxima mw	Construcción	Inversión	Operación	Amortización		Potencia Confiable US\$/kw-año	Energía Firme mils \$/kwh	Capacidad Instalada sin Intereses US\$/kw	Capacidad * Instalada con Intereses US\$/kw
0,6	430	700	177	133	189	171.209	202.027	1.466	18.430	19.896	150	28.42	967	1.232
0,5	430	700	212	160	227	177.917	209.942	1.585	19.152	20.737	130	29.62	839	1.072
0,4	430	700	265	200	284	187.195	220.890	1.771	20.151	21.922	110	31.32	706	907
0,6	445	964	270	183	289	204.499	241.309	1.847	22.014	23.861	130	24.75	757	969
0,5	445	964	324	220	347	213.477	251.903	2.007	22.980	24.987	114	25.92	659	845
0,4	445	964	405	275	433	227.234	268.136	2.305	24.461	26.766	97	27.77	561	724
0,6	460	1.140	353	217	378	226.794	267.617	2.150	24.414	26.564	122	23.30	642	825
0,5	460	1.140	424	260	454	238.779	281.759	2.398	25.704	28.102	108	24.65	563	727
0,4	460	1.140	530	325	567	255.672	301.693	2.750	27.523	30.273	93	26.55	482	626

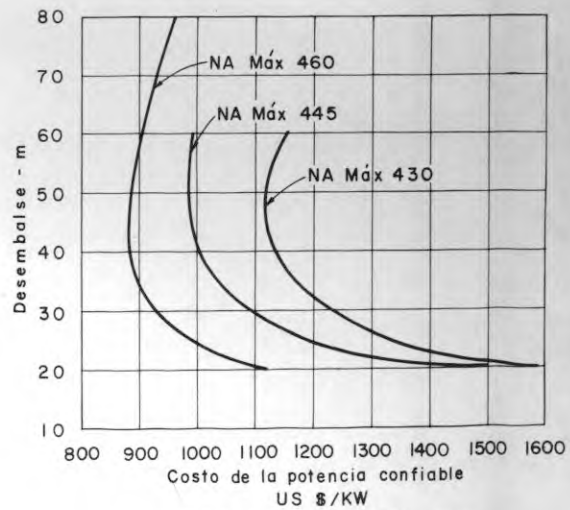
* Con el 9% de interes durante construcción.



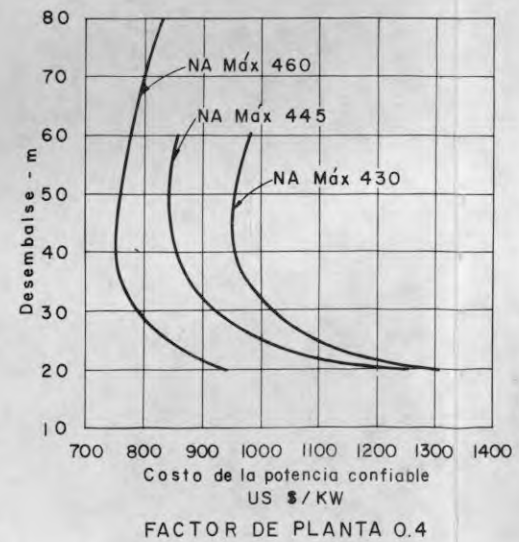
CURVA DE AREA-CAPACIDAD



FACTOR DE PLANTA 0.6



FACTOR DE PLANTA 0.5



FACTOR DE PLANTA 0.4

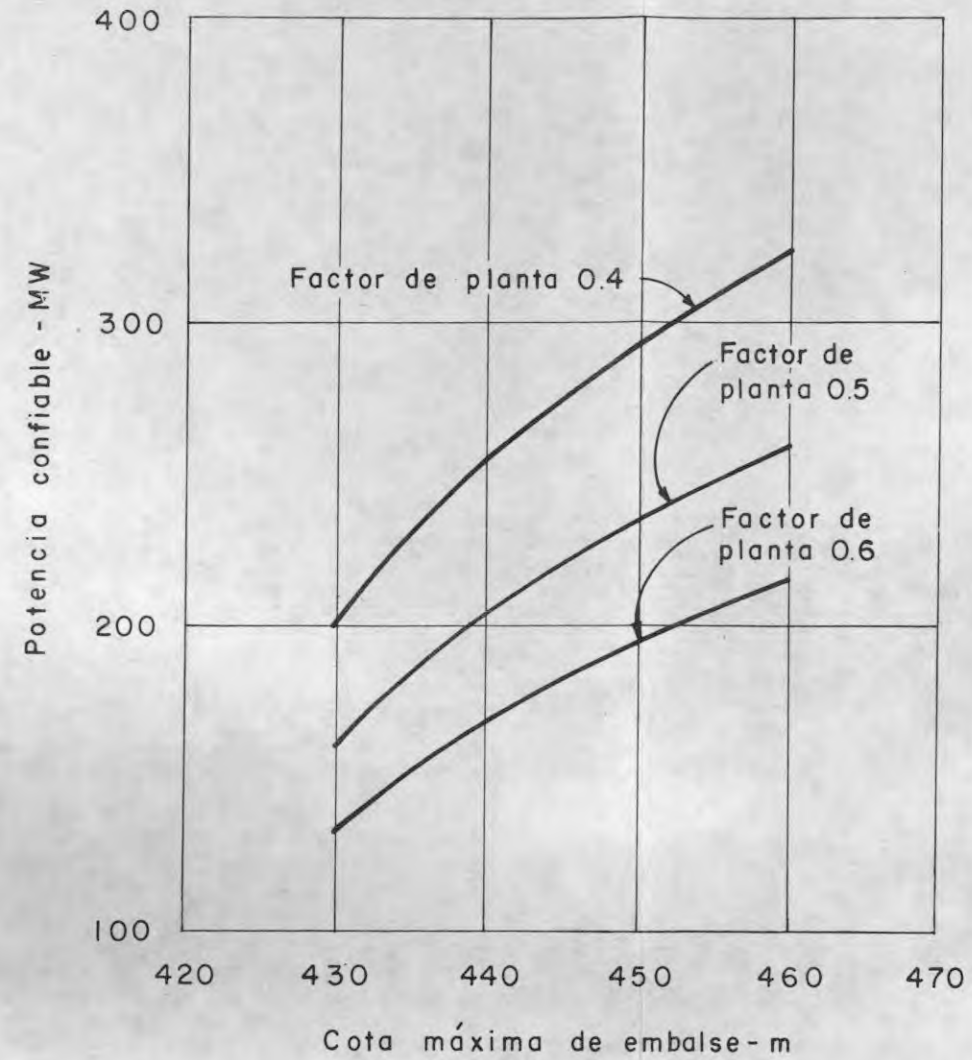
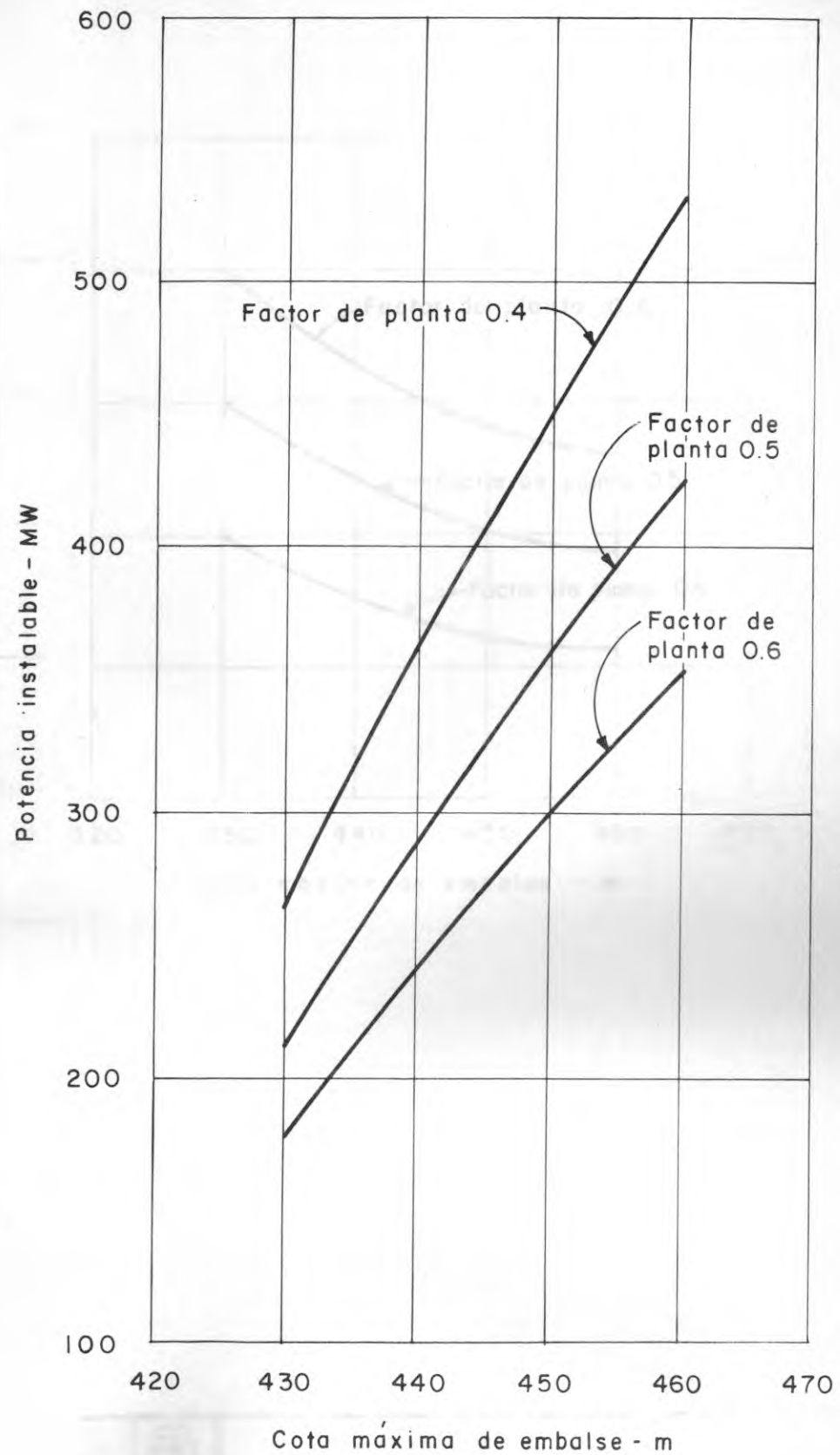


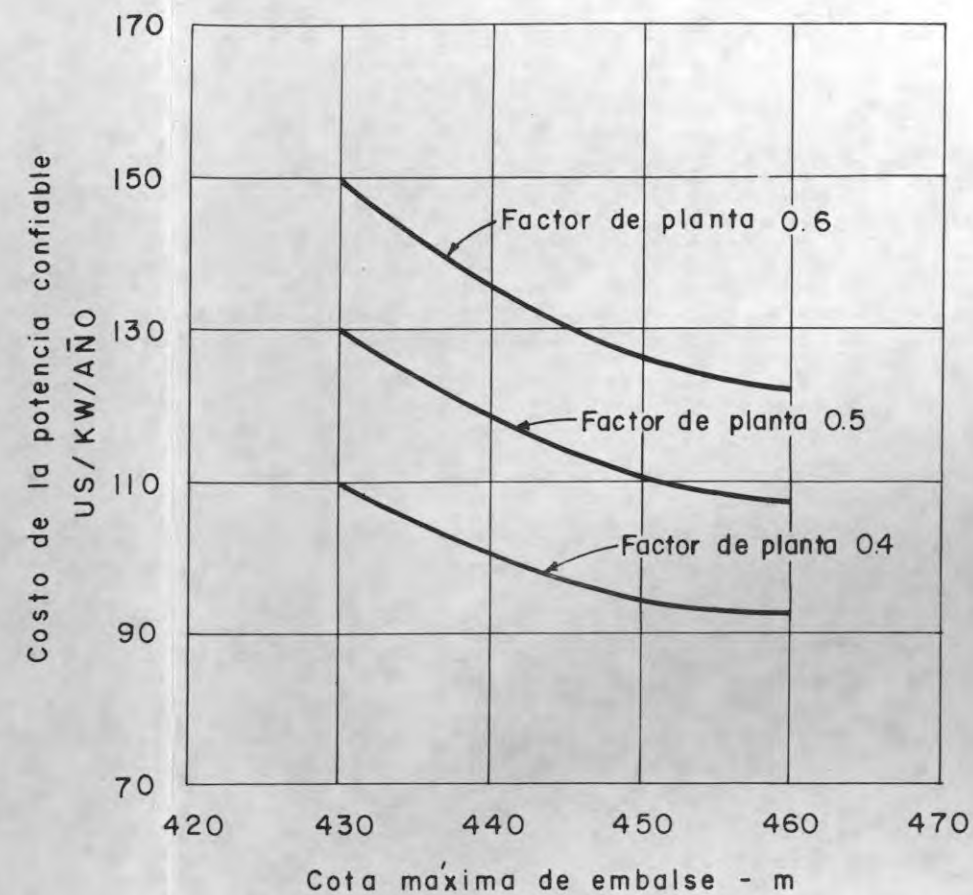
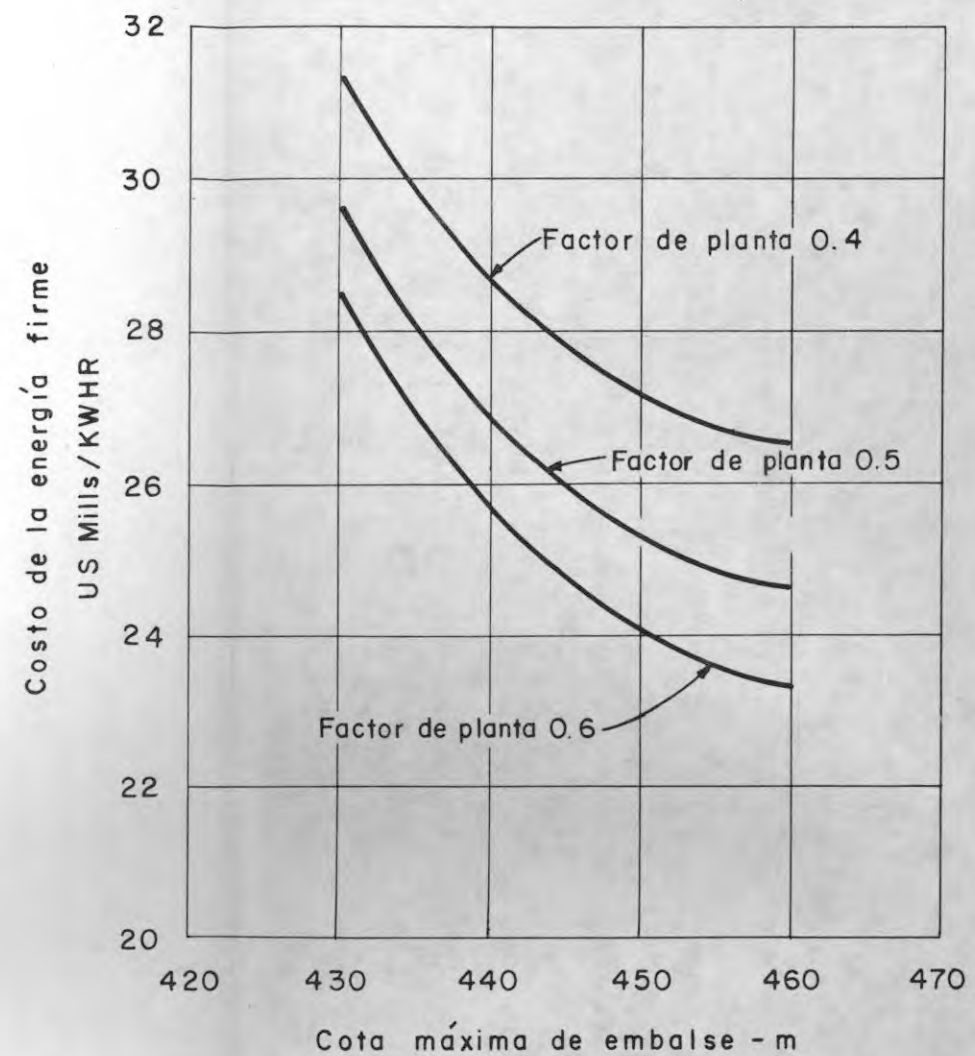
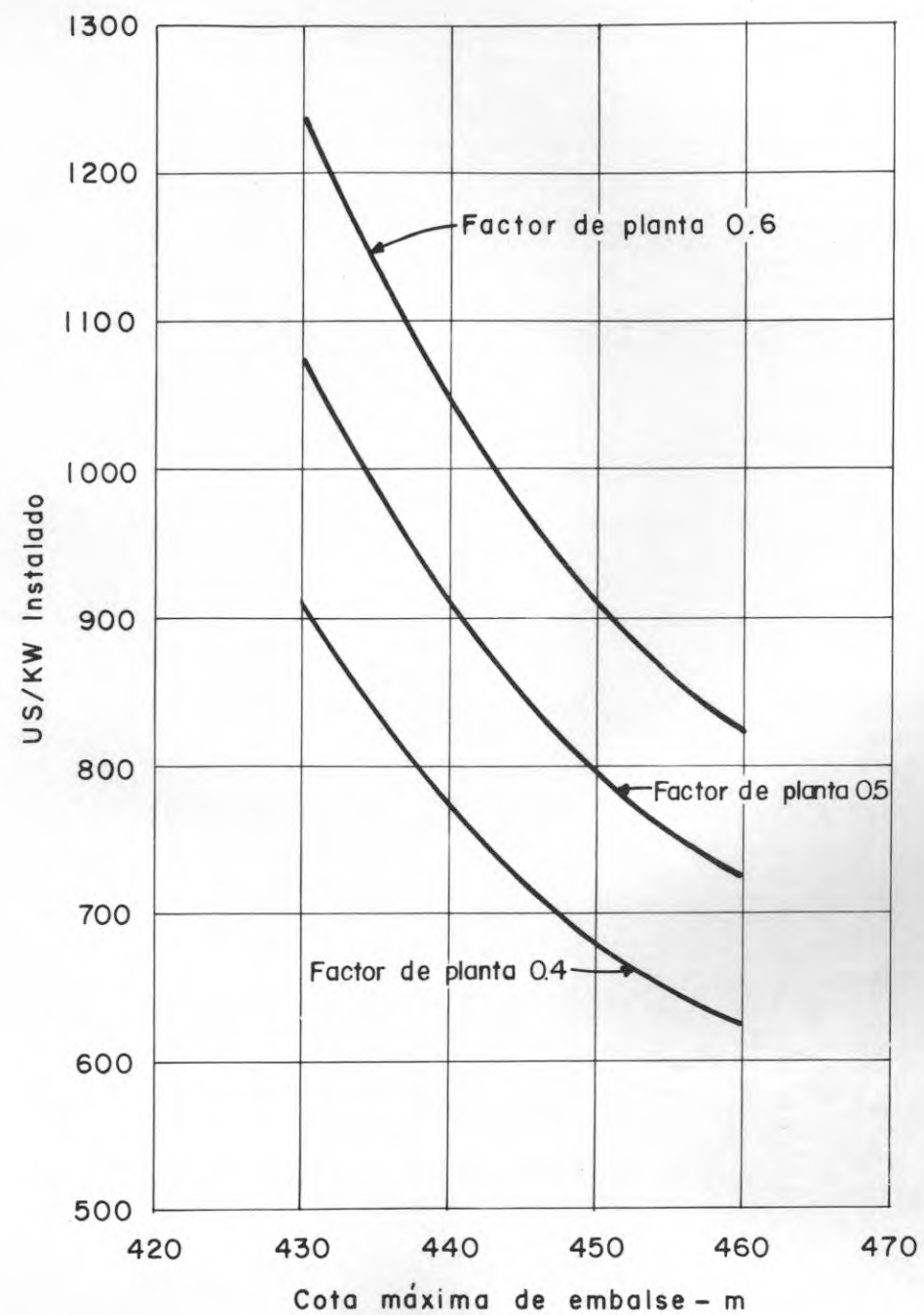
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS



DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA

ENERGIA FIRME VS DESEMBALSE
COSTO DE LA POTENCIA CONFIABLE





INSTITUTO COLOMBIANO
DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRAL HIDROELECTRICA
DE CALDAS



DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA

COSTOS DE ENERGIA FIRME POTENCIA
CONFIABLE Y CAPACIDAD INSTALADA

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA



01001155

BIBLIOTECA

Desarrollo hidroeléctrico del río la Miel informe
de factibilidad técnica : proyecto miel I|Instituto
Colombiano de Energía Eléctrica (ICEL),
Central Hidroeléctrica de Caldas

333.91409861 I59d V.2 Ej.1

Ministerio de Minas y Energía
BIBLIOTECA

1968