

Resumen Técnico

Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá Periodo 1971-2006.



**Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.
Gerencia de Hidrometeorología**

**Preparado por: Ing. Diego A. González Jaén
Revisado Por: Ing. Iván Jaramillo Torres
Aprobado Por: Ing. Luz Graciela de Calzadilla**

**Panamá, República de Panamá
Septiembre de 2008**

Este informe se elabora con el propósito de actualizar el Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá, que data del año 1986, y de poner a disposición de promotores y diseñadores, una aplicación que permita estimar los caudales para diseño de estructuras hidráulicas con distintos periodos de recurrencia a partir del área de drenaje de la cuenca, hasta el sitio de interés en kilómetros cuadrados y de su ubicación en el país.

A continuación se presentan los pasos básicos utilizados para realizar el análisis regional de crecidas máximas:

- Recopilar las crecidas máximas: datos de estaciones activas y suspendidas operadas por ETESA; y de estaciones operadas por la Autoridad del Canal de Panamá.
- Realizar análisis de consistencia: comparación de niveles y caudales registrados en estaciones hidrológicas ubicadas en el mismo río; verificación de crecidas máximas históricas registrados en el país con la envolvente de crecidas máximas para Centroamérica.
- Revisar las curvas de descarga y ajustarlas, de ser necesario.
- Extender y rellenar la información de caudales máximos instantáneos: mediante el análisis del comportamiento y la tendencia persistente de los niveles y caudales registrados en estaciones hidrológicas ubicadas en el mismo río.
- Homologar el periodo de análisis.
- Determinar la ecuación que relaciona la crecida promedio anual con el área de la cuenca.
- Elaborar la curva de frecuencia adimensional que relaciona el caudal máximo instantáneo anual con el promedio del registro, en función de las probabilidades.
- Delimitar las regiones hidrológicamente homogéneas.
- Elaborar el mapa que muestra las distintas regiones hidrológicas.

Además, se describen datos generales de las cuencas y estaciones hidrológicas consideradas en el análisis regional de crecidas.

Este trabajo es el esfuerzo del personal de la Gerencia de Hidrometeorología, organizado en cinco grupos básicos de Trabajo:



- **Gestión de la Red de Estaciones Meteorológicas e Hidrológicas:** Se encargan de instalar, operar y dar los mantenimientos preventivos y correctivos a la Red para optimizar su funcionalidad. Además, administrar los activos de la Red de estaciones.
- **Gestión Meteorológica y Gestión Hidrológica:** estos dos grupos se encargan del procesamiento y captura de los datos al banco de datos y garantizar su calidad.
- **Análisis, Vigilancia y Pronóstico del Tiempo:** encargados de darle seguimiento a las condiciones del tiempo y advertir a las autoridades competentes sobre la posible ocurrencia de eventos hidrometeorológicos peligrosos.
- **Gestión Administrativa:** Este grupo es el enlace principal que brinda apoyo para una gestión hidrometeorológica eficiente.

ETESA, por ser la encargada por ley de la red nacional de estaciones hidrometeorológicas, es la institución que tiene el mayor número de estaciones de observación meteorológicas e hidrológicas operativas, distribuidas por todo el país, y el mayor número de profesionales calificados dedicados al cuidado y explotación de esta red.

ETESA mantiene una Base de Datos Hidrometeorológicos computarizados por un servidor ORACLE 9i, que almacena toda la información registrada en las estaciones de la red nacional e incorpora información de otras entidades que guardan los estándares de homogeneidad y calidad exigidos en las normas de la OMM.

Por lo que se refiere a los recursos informáticos empleados para el procesamiento de la información Hidrometeorológica, la ACP y ETESA cuentan con un soporte adecuado para sus necesidades y mantienen una estrecha colaboración para el intercambio de información en todo tiempo.

Prólogo	2
Índice general	4
Índice de figuras	6
Índice de cuadros	8
Introducción	9
1 Capítulo 1 Antecedentes de las actividades hidrometeorológicas en Panamá.	
1.1 Cronologías de las primeras mediciones meteorológicas en Panamá.	11
1.2 Cronologías de las primeras mediciones hidrológicas en Panamá.	12
1.3 Actividades en pronóstico meteorológico.	14
1.4 Actividades en pronóstico hidrológicos.	14
1.5 Beneficiarios y beneficios de la información meteorológica.	15
1.6 Evaluación objetiva de los beneficios.	15
2 Capítulo 2 Evaluación, verificación y corrección de la información.	
2.1 Recopilación de la información de crecidas máximas anuales.	17
2.2 Revisión de la información de caudales máximos instantáneos.	18
2.3 Revisión y trazado armónico de curvas de descarga.	18
2.3.1 Forma de la curva de descarga.	19
2.3.2 Extrapolación de curvas de descarga.	19
2.4 Análisis de consistencia.	20
2.5 Revisión, extensión y relleno de la información de caudales máximos instantáneos.	20
2.5.1 Correlación entre estaciones.	20
2.5.2 Factor de ajuste.	21
3 Capítulo 3 Cuencas consideradas en el estudio.	
3.1 Cuencas hidrográficas y estaciones hidrológicas.	23
3.2 Cuenca del río Changuinola.	26
3.3 Cuenca del río Cricamola.	29
3.4 Cuenca del río Calovébora.	31
3.5 Cuenca del río Chiriquí Viejo.	33
3.6 Cuenca del río Coclé del Norte.	35
3.7 Cuenca del río Chico.	37

3.8 Cuenca del río Chiriquí.	39
3.9 Cuenca del río Fonseca.	46
3.10 Cuenca del río Índio.	48
3.11 Cuenca del río San Félix.	50
3.12 Cuenca del río Tabasará.	52
3.13 Cuenca del río Chagres.	54
3.14 Cuenca del río San Pablo.	56
3.15 Cuenca del río San Pedro.	58
3.16 Cuenca del río La Villa.	60
3.17 Cuenca del río Parita.	62
3.18 Cuenca del río Santa María.	64
3.19 Cuenca del río Grande.	67
3.20 Cuenca del río Juan Díaz.	69
3.21 Cuenca del río Bayano.	71
3.22 Cuenca del río Chucunaque.	74
3.23 Cuenca del río Tuira.	76
3.24 Cuenca del río Tucutí.	78
3.25 Cuenca del río Sambú.	80
4 Capítulo 4 Aplicación del análisis regional de crecidas máximas.	
4.1 Determinación de las relaciones que definen la crecida media anual y el área de la cuenca.	82
4.2 Elaboración de la curva de frecuencia adimensional generalizada.	88
4.3 Delimitación de las regiones hidrológicamente homogéneas. Elaboración del mapa que muestra las distintas regiones.	93
4.4 Aplicación del análisis regional de frecuencia de crecida máximas.	95
4.5 Envolvente de crecidas máximas.	99
5 Capítulo 5 Conclusión y Recomendaciones.	
Conclusión.	102
Recomendaciones.	103
Referencia bibliográfica.	104
Anexo A	
Glosario de términos.	106

Índice de

figuras

Figura 1	Grafica aportes de caudales promedios mensuales al embalse Bayano.	14
Figura 2	Mapa de estaciones hidrológicas por cuenca.	17
Figura 3	Zona de socavación y sección transversal.	18
Figura 4	Extrapolación de la curva de descarga.	19
Figura 5	Comparación de cuencas.	21
Figura 6	Cuenca del río Changuinola	25
Figura 7	Estación hidrológica Valle del Riscó, río Changuinola	26
Figura 8	Estación hidrológica Peña Blanca, río Changuinola	26
Figura 9	Pozo amortiguador y carro de aforo estación Pto. Palenque, Río Teribe	27
Figura 10	Río Culubre	27
Figura 11	Cuenca del río Cricamola	28
Figura 12	Cablevía y carro de aforo de la estación Canquintú, río Cricamola	29
Figura 13	Viaje en bote por el río Cricamola hacia la est. hidrológica Canquintú.	29
Figura 14	Cuenca del río Calovébora	30
Figura 15	Río Calovébora vista aguas arriba de la estación.	31
Figura 16	Carro de aforo sobre el río Calovébora.	31
Figura 17	Cuenca del río Chiriquí Viejo.	32
Figura 18	Río Chiriquí Viejo en Volcán.	33
Figura 19	Ajuste del molinete según profundidad, aforo por vadeo.	33
Figura 20	Cuenca del río Coclé del Norte.	34
Figura 21	Cuenca del río Chico	36
Figura 22	Medición de caudal, aforo por vadeo con molinete.	37
Figura 23	Cuenca del río Chiriquí	38
Figura 24	Río Estí vista aguas arriba de la estación.	39
Figura 25	Estación hidrológica, río Hornitos.	40
Figura 26	Pozo amortiguador, río La Esperanza.	40
Figura 27	Caudal regulado por la presa aguas arriba de la estación.	40
Figura 28	Puente de acceso hacia la estación hidrológica Paja de Sombrero.	41
Figura 29	Estación aut. y convencional sobre el estribo del puente antiguo del río Chiriquí.	42
Figura 30	Río Cochea sección de aforo.	42
Figura 31	Estación automática Stevens, río Cochea.	42
Figura 32	Estación hidrológica, río Caldera.	43
Figura 33	Limnígrafo Stevens A-35 (registrador grafico continuo de nivel de agua).	43
Figura 34	Limnímetro N° 1 de 0 a 2.50 metros	44
Figura 35	Estación Bijao automática Fortuna S.A. y Convencional E.T.E.S.A.	44
Figura 36	Cuenca del río Fonseca	45
Figura 37	Técnico hidromensor instruyendo a estudiantes en medición de caudal por el método de aforo por vadeo.	46
Figura 38	Levantamiento topográfico de la sección transversal de aforo, Fonseca en Soloy.	46
Figura 39	Cuenca del río Indio	47
Figura 40	Cuenca del río San Félix	49

Índice de

figuras

Figura 41	Cuenca del río Tabasará	51
Figura 42	Limnigrafo sobre roca que sirve de protección contra crecidas del río.	52
Figura 43	Cuenca del río Chagres	53
Figura 44	Cuenca del río San Pablo	55
Figura 45	Vadeando el Río Cobre.	56
Figura 46	Cuenca del río San Pedro	57
Figura 47	Crecida del río San Pedro.	58
Figura 48	Aforo desde el cablevía crecida del río San Pedro.	58
Figura 49	Cuenca del río La Villa	59
Figura 50	Pozo amortiguador de la estación Macaracas, reconstruido a fines del año 2007.	60
Figura 51	Cuenca del río Parita	61
Figura 52	Cuenca del río Santa María	63
Figura 53	Torre y carro de aforo en el río Santa María en Santa Fe.	64
Figura 54	Río Santa María en La Soledad.	64
Figura 55	Técnico hidromensor y ayudante en el río Santa María en San Francisco.	65
Figura 56	Cuenca del río Grande	66
Figura 57	Cuenca del río Juan Díaz	68
Figura 58	Cuenca del río Bayano	70
Figura 59	Mantenimiento al carro de aforo sobre, río Piriá	71
Figura 60	Pozo amortiguador, estación hidrológica río Mamoní.	72
Figura 61	Estación hidrológicas satelital y limnigráfica, Aguas Claras.	72
Figura 62	Ipeti	72
Figura 63	Cuenca del río Chucunaque	73
Figura 64	Pozo amortiguador, estación hidrológica Laja Blanca.	74
Figura 65	Cuenca del río Tuira	75
Figura 66	Cuenca del río Tucutí	77
Figura 67	Cuenca del río Sambú	79
Figura 68	Grafica promedio anual de caudal máximo inst. vs Área de drenaje	85
Figura 69	Grafica de la distribución de frecuencia N° 1	89
Figura 70	Grafica de la distribución de frecuencia N° 2	90
Figura 71	Grafica de la distribución de frecuencia N° 3	91
Figura 72	Grafica de la distribución de frecuencia N° 4	92
Figura 73	Mapa de las regiones hidrológicamente homogéneas.	94
Figura 74	Envolvente de crecidas máximas registradas en el país	

Índice de cuadros

Cuadro 1	Características de las correlaciones	21
Cuadro 2	Cuencas hidrográficas de Panamá	23
Cuadro 3	Estación vs ecuaciones	82
Cuadro 4	Caudales promedios máximos inst. comparación año 1986 y año 2008	84
Cuadro 5	Área de drenaje y caudales máximos promedios por estación	86
Cuadro 6	Factores para diferentes periodos de retorno en años.	93
Cuadro 7	Zonas hidrológicamente homogéneas	93
Cuadro 8	Análisis de probabilidades realizado a todas las estaciones hidrológicas.	96
Cuadro 9	Datos históricos de estaciones hidrométricas de Panamá.	100



Introducción

El propósito e interés principal de la Gerencia de Hidrometeorología de ETESA en este estudio es actualizar el Análisis Regional de Crecidas Máximas, realizado en el año 1986, por profesionales del departamento de Hidrometeorología del Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación, IRHE y además, poner a disposición de los profesionales y diseñadores de estructuras hidráulicas, una aplicación del análisis regional de crecidas que permita estimar los caudales máximos instantáneos que se puedan presentar en un sitio determinado, para distintos periodos de recurrencia, con solo conocer el área de drenaje de la cuenca en Km² hasta el sitio de interés y su ubicación en el país.

Es conocido que el área de drenaje de una cuenca está muy correlacionada con el indicador de crecidas, y puede utilizarse como una base confiable para la estimación de la magnitud de las crecidas en cuencas no aforadas.

Esta herramienta es muy útil en el diseño de estructuras hidráulicas y para el desarrollo de aprovechamientos de los recursos hidráulicos.

Para la elaboración del análisis regional de crecidas máximas, se analizó la información básica registrada en 63 estaciones hidrológicas convencionales (limnigráficas) y 16 estaciones hidrológicas limnimétricas operadas por la Gerencia de Hidrometeorología de ETESA; se analizaron además, 6 estaciones hidrológicas convencionales manejadas por la Autoridad del Canal de Panamá, para un total de 85 estaciones hidrológicas.

En esta actualización de la regionalización de crecidas máximas fue posible incluir la parte Este del país (cuenca del río Bayano y la provincia de Darién), ya que en la actualidad se cuenta con más de treinta y cinco años de información registrada, con herramientas informáticas modernas para la ubicación de las estaciones hidrológicas, con mapas y procedimientos para evaluar de una manera precisa el área de drenaje de las cuencas de las estaciones hidrológicas.

1

Antecedentes de las actividades hidrometeorológicas en Panamá



1.1 Cronologías de las mediciones meteorológicas en Panamá.

Las actividades meteorológicas en el territorio nacional se iniciaron con la construcción del ferrocarril de Panamá.

<i>Año</i>	<i>Actividades Meteorológicas en el Territorio Nacional.</i>
1861	Se instaló el primer pluviómetro en la Isla de Taboga, el cual operó hasta 1967.
1892-1874	La Panamá Railroad Company realizó mediciones de lluvia en la Ciudad de Colón.
1881-1889	La Compañía Francesa del Canal inició mediciones de lluvia y temperatura en Colón, Balboa y la Isla Naos; de temperatura y velocidad del viento en Colón, Panamá y en el Interior del País. También se observaron la temperatura del agua y las mareas en el Atlántico y en el Pacífico, y la presión atmosférica en Colón.
1905	Se crea El Bureau of Meteorology and River Commission en la Isthmian Canal Commission.
1926-1930	El gobierno panameño por medio de la Sección de Agricultura de Panamá instaló en el interior del país varios pluviómetros.
1929-1933	Se instalaron cinco pluviómetros aguas arriba de la Represa de Madden
1940-1941	Se agregaron 9 pluviógrafos en los ríos Gatún, Cirí y Trinidad. Las actividades meteorológicas en el territorio nacional estuvieron limitadas al desarrollo de las actividades de los servicios meteorológicos operados por el gobierno de los Estados Unidos y por las compañías dedicadas al cultivo de banano y a la producción de azúcar.
1955	Las primeras estaciones climatológicas propias de una red nacional fueron instaladas por el Servicio Cooperativo Interamericano de Fomento Económico. (SCIFE).



1.2 Cronologías de las mediciones hidrológicas en Panamá.

Las actividades hidrológicas en el territorio nacional, se iniciaron con la construcción del Canal Interoceánico.

<i>Año</i>	<i>Actividades hidrológicas en el Territorio Nacional.</i>
1881	La primera compañía francesa instaló limnómetros y se realizaron aforos en el Río Chagres.
1889	La segunda compañía francesa estableció la estación del Río Chagres en Alhajuela.
1904-1947	La Isthmian Canal Company prosiguió con las mediciones iniciadas por los franceses y aumentó su número de registros. Actualmente las continúa realizando la ACP.
1955	El Servicio Cooperativo Interamericano de Fomento Económico (SCIFE), instaló las primeras estaciones de la Red Nacional Hidrometeorológica
1961	El recién creado Instituto de Recursos Hidráulicas y Electrificación (IRHE) asumió esta responsabilidad.
1967	Con el asesoramiento de la Comisión Económica para la América Latina (CEPAL) y el Fondo Especial del Programa de las Naciones para el Desarrollo (FE-PNUD), se logró la aprobación del Proyecto de Ampliación y Mejoramiento de los Servicios Hidrometeorológicos del Istmo Centroamericano (PHCA) y se designó a la Organización Meteorológica Mundial (OMM) como la Agencia Ejecutora; así como también, se integró el Comité Regional de Recursos Hidráulicos (CRRH) como el Organismo Intergubernamental de contraparte.
1967-1972	En la primera fase del Proyecto de Ampliación y Mejoramiento de los Servicios Hidrometeorológicos del Istmo Centroamericano (PHCA) los mayores esfuerzos se centraron en la instalación de redes de estaciones climatológicas e hidrológicas y en la formación de personal a nivel universitario y técnico mediante becas de especialización en hidrología y meteorología. La experiencia resultante de esa primera etapa del PHCA permitió no solo identificar problemas estructurales y necesidades identificadas dentro del objetivo básico del PHCA, sino que enfatizó la conveniencia de reforzar y ampliar la asistencia financiera y técnica del PNUD y de la OMM en el campo específico de la meteorología. En el caso de Panamá, se aprobó el proyecto PAN/72/011 con el objetivo de sentar las bases para la creación de un Servicio Meteorológico Nacional (SMN), bajo la responsabilidad del experto meteorólogo de la OMM, Luis M. De La Canal.
El 8 de enero de 1971	Panamá integró un comité nacional para la coordinación del proyecto, y se designó mediante el Decreto N° 11, al Jefe de la Sección de Hidrometeorología del IRHE, el ingeniero Ovigildo Herrera como Representante de Panamá ante la Organización Meteorológica Mundial (OMM).



<i>Año</i>	<i>Actividades hidrológicas en el Territorio Nacional.</i>
El 4 de diciembre de 1972	Quedó plasmado en la Resolución N° 372-72, que por falta de recursos económicos el gobierno decidió que el IRHE asumiera las funciones del Servicio Hidrometeorológico Nacional. En el periodo de vigencia del PHCA, se instalaron en Panamá 265 estaciones meteorológicas y 52 hidrométricas. Estas estaciones median parámetros meteorológicos de presión, temperatura, temperatura extremas, humedad, precipitación (cantidad e intensidad), viento evaporación, temperatura del suelo, insolación, radiación solar y visibilidad. Las estaciones hidrométricas median los niveles de agua de los ríos y lagos, en forma continua.
El 8 de mayo de 1975	Mediante el Decreto Ejecutivo N° 188, Panamá reconoce al CRRH como un organismo de carácter permanente, con facultades para planear, ejecutar y coordinar las labores de su competencia en los países del Istmo Centroamericano y se asigna al Jefe del Departamento de Hidrometeorología del IRHE, la Representación Permanente de Panamá ante el CRRH.
1998 - 2008	<p>El IRHE, por mandato de la ley 6 de 3 de febrero de 1997, traspasó a ETESA la Red Hidrometeorológica Nacional con 165 estaciones meteorológicas y 72 hidrométricas. En la actualidad la Gerencia de Hidrometeorología ha modernizado la red con registros automáticos, continuos y telemétricos con respuesta en tiempo real.</p> <p>ETESA a logrado la recuperación, expansión y modernización de la red de estaciones meteorológicas e hidrológicas, se ha dotado a Panamá de un Sistema de Detección de Tormentas Eléctricas Atmosféricas (rayos), se ha elaborado el Balance Hídrico Superficial de la República de Panamá, se puso en funcionamiento el Sistema de Alerta Temprana contra inundaciones en la Cuenca del río Cabra, fortalecimiento y modernización de la elaboración de pronósticos del tiempo y alertas, mediante la integración de los datos del radar meteorológico de la Autoridad del Canal de Panamá y de herramientas informáticas especializadas para el seguimiento de los vientos, elaboración del informe Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá, apoyo a las actividades del Foro del Clima de América Central, participación activa y efectiva con 30 mapas para la elaboración del Atlas Nacional de Panamá entre otros.</p>

1.3 Actividades en pronóstico meteorológico.

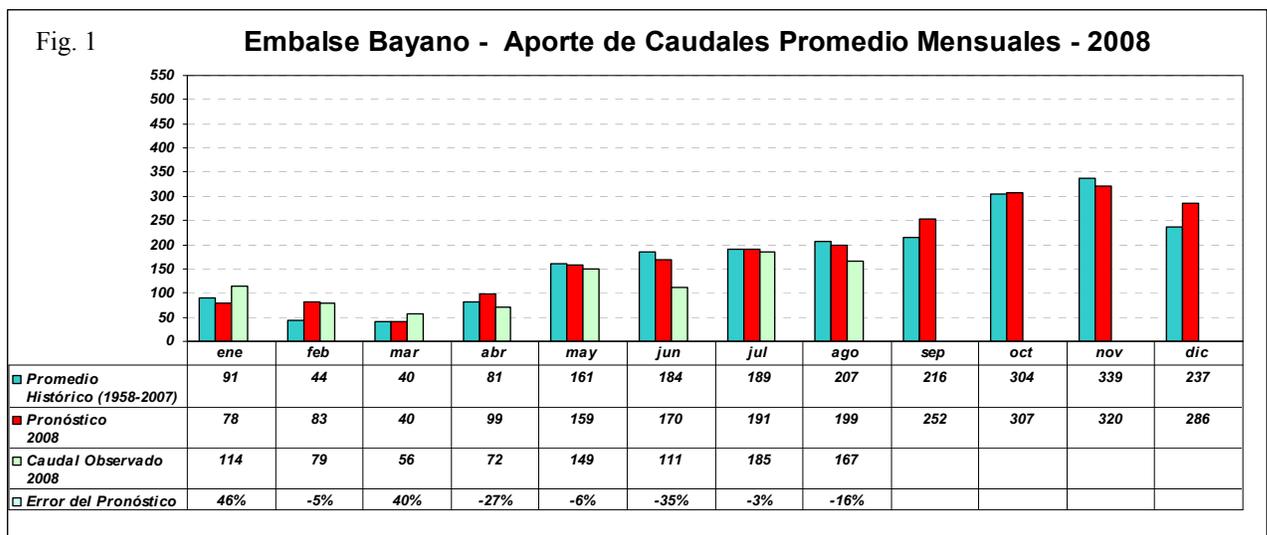
La Gerencia de Hidrometeorología de ETESA realiza pronósticos diarios del tiempo y pronósticos extendidos de hasta cinco días; además, en casos de situaciones meteorológicas de riesgo para la población, genera avisos para el Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC), con quienes mantiene una estrecha colaboración. También se elaboran pronósticos para el Mercado Eléctrico y el Centro Nacional de Despacho (CND).

Para la elaboración de los pronósticos, la Gerencia de Hidrometeorología de ETESA utiliza los datos del radar meteorológico de la ACP, los datos del sistema de detección de tormentas eléctricas atmosféricas, los gráficos e imágenes de satélites, la información procedente de las estaciones sinópticas que hay en Panamá, la información procedente de numerosas estaciones que están en muchos otros países y cuya información se transmite por medio del Centro Mundial de Washington, a través del sistema WAFS y STAR 4. Esta información corresponde sobre todo, a los países de las Regiones III y IV de la OMM, y es de tipo alfanumérico (Synops, Metars, informes en lenguaje claro), entre otros.

ETESA no dispone de modelo numérico de predicción propio, pero sus pronosticadores utilizan los resultados de modelos que están accesibles, de otros países. Con esta información, junto con los informes de pronósticos realizados por el Centro Mundial de Washington, los pronosticadores de ETESA elaboran sus propios pronósticos.

1.4 Actividades en pronóstico hidrológico.

La Gerencia de Hidrometeorología de ETESA realiza pronóstico de caudales de tipo estadístico para el manejo de los embalses de las centrales hidroeléctricas Bayano y Fortuna; al final de cada año realiza un pronóstico de caudales mensuales para los 12 meses del año siguiente, que es revisado y actualizado cada tres meses; cada semana se realiza para el CND el pronóstico para las siguientes cuatro semanas; mantiene un sistema de alerta temprana conjuntamente con SINAPROC, en el río Cabra, en la región Este del distrito de Panamá.





1.5 Beneficiarios y beneficios de la información meteorológica.

Con frecuencia los consumidores utilizan los servicios meteorológicos para tomar decisiones en relación principalmente con la posibilidad de realizar o no ciertas actividades cotidianas, incluyendo el aprovechamiento del tiempo libre para esparcimiento y ejecución de otras actividades no generadoras de ingresos económicos. Se presume que, al disponer de la información relativa a los pronósticos meteorológicos, los consumidores incrementan su bienestar al tomar decisiones en un marco de menos incertidumbre.

Los productores, por su parte, utilizan los servicios meteorológicos para tomar decisiones más informadas, en un marco de menor incertidumbre, e incrementando con ello su productividad.

Los usuarios de la información hidrometeorológica se encuentran distribuidos en los sectores de la economía: Transporte aéreo, marítimo, terrestre, turismo, agrícola, forestal, pecuario, pesca energía eléctrica, construcción, seguros, y asuntos judicial entre otros.

1.6 Evaluación objetiva de los beneficios.

Meteorología provee información útil para prever la ocurrencia de fenómenos adversos o peligrosos que podrían desarrollarse en la atmósfera, tales como tormentas, torbellinos, ciclones tropicales, granizos, inundaciones, sequías, nieblas, por mencionar algunos; todos ellos inciden sobre la seguridad de la vida humana, tanto en la tierra y en el aire, como en el agua. Por otro lado, hay fenómenos beneficiosos como las precipitaciones, las radiaciones solares y el viento, si se usan adecuadamente.

Así mismo, desde un punto de vista económico, la meteorología contribuye a evitar pérdidas, a aumentar ganancias, y también a incrementar la calidad de vida. Sin embargo, la evaluación de los servicios hidrometeorológicos representa un campo relativamente nuevo dentro del ámbito económico.

2

Evaluación, Verificación y Corrección de la Información.

2.1 Recopilación de la información de crecidas máximas anuales.

Para la elaboración del Análisis Regional de Crecidas Máximas, se consideró la información básica registrada en 79 estaciones hidrológicas operadas por la Gerencia de Hidrometeorología de ETESA, 6 estaciones hidrológicas manejadas por la Autoridad del Canal de Panamá; dando un total de 85 estaciones hidrológicas consideradas en este estudio.

La Autoridad del Canal de Panamá tiene en funcionamiento, las estaciones con registro más largo del área centroamericana (máximo de 73 años), lo cual ha sido una información muy valiosa en este estudio. Actualmente Panamá dispone de estaciones medidoras de caudal con registros de más de 50 años.

Para la recopilación de datos, se realizó una campaña especial de cálculos, ya que existía información proveniente de campo. Para ello, se realizaron las revisiones de los hidrogramas extrayendo los niveles máximos mensuales en todas las estaciones hidrológicas para unificar los caudales máximos instantáneos al periodo de estudio.

Una vez obtenidos los niveles máximos mensuales de cada estación se le calculó el caudal mediante la utilización de la curva de descarga y sus periodos de validez, También se obtuvo información de estaciones hidrológicas automáticas. En la figura 2 se muestra la red de estaciones hidrológicas activas.

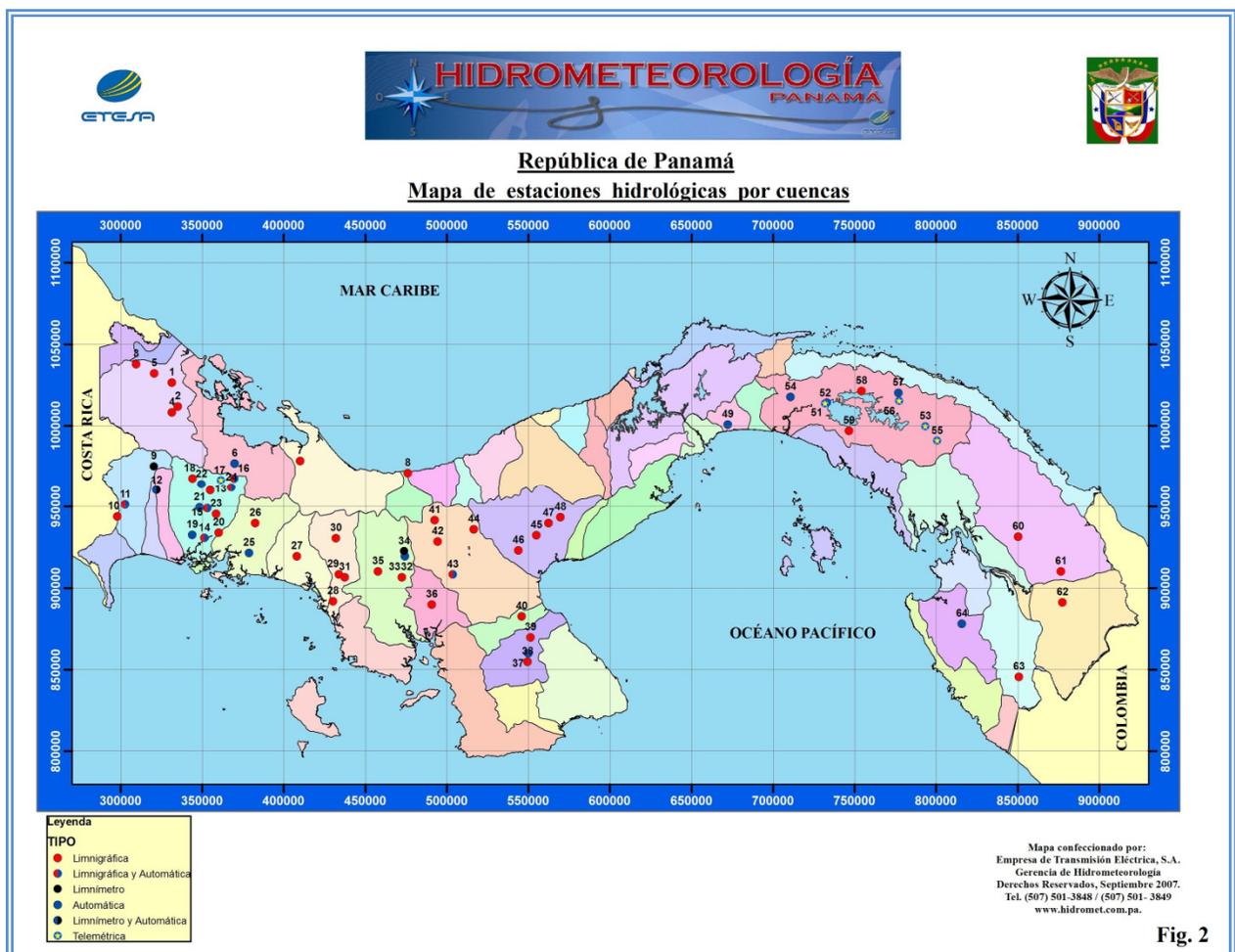


Fig. 2

2.2 Revisión de la información de caudales máximos instantáneos.

Nada puede sustituir al dato registrado, de ahí que las técnicas presentadas en este estudio para la estimación de crecidas solo pueden servir para proporcionar información aproximada, la que deberá ser verificada cada vez que la acumulación de nuevos datos permita mejorar los cálculos.

La longitud de las estadísticas necesarias para el cálculo de obras hidráulicas no puede establecerse claramente. Es obvio que, cuanto más larga sea la estadística, mejor será la estimación de las cantidades que intervienen en el diseño de las obras hidráulicas.

Lo anterior es válido únicamente si el hecho de obtener una estadística larga no afecta la calidad de estas, ya que en muchos casos es preferible descartar periodos dudosos y utilizar en el cálculo periodos más cortos, pero de calidad comprobada. Los estudios efectuados por el proyecto Hidrometeorológico Centroamericano, indican que 30 años de datos constituye un periodo relativamente confiable en el área Centroamericana. El periodo de este estudio comprende 36 años (1972-2007).

2.3 Revisión y trazado de las curvas de descarga.

La revisión de aforos y el trazado armónico de las curvas de descarga es fundamental para el cálculo e interpretación correcta de los caudales de un río. En las estaciones de aforo, se determina la relación altura-caudal.

Los aforos se calculan y revisan, luego se ubican en la gráfica de la última curva de descarga válida. Se aceptarán en general como buenos, todos los aforos que tengan

una desviación de $\pm 5\%$ con respecto a la última curva de descarga.

Al revisar el trazado de la curva de descarga conviene tener en un solo gráfico, todas las familias de curvas de descarga trazadas a la fecha para la misma sección, con el objetivo de definir la curva de descarga fundamental de la sección limnimétrica en estudio. Se definirá como curva de descarga fundamental de una sección limnimétrica de un río, aquella que ha permanecido por más tiempo válida en dicha sección y en torno a la cual oscilan todas las curvas nuevas. Las curvas se mueven debido a los embanques y/o socavaciones que se producen en la sección transversal.

Debe haber un suceso hidrológico (crecida fuerte) que justifique un cambio de curva. Este suceso hidrológico debe verificarse con la mayor acuciosidad posible estudiando perfiles de la sección y ondas de crecidas. Para caudales muy grandes los efectos de la socavación y el embanque son despreciables, por lo tanto, todas las curvas deben tener un punto común en su parte superior (tangente).

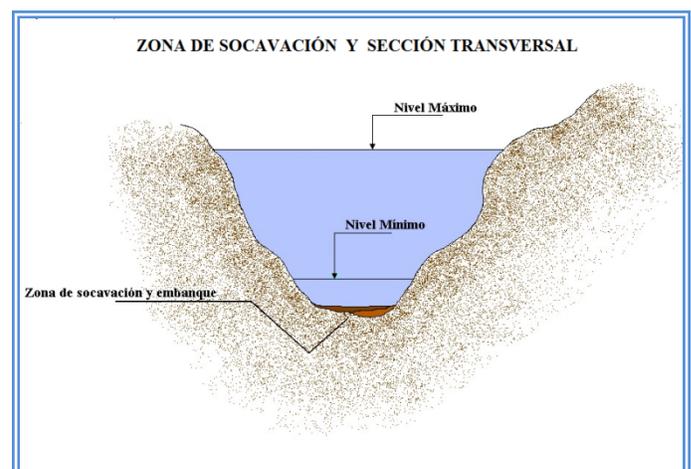


Fig. 3 Zona de socavación y sección transversal .

2.3.1 Forma de la curva de descarga

La forma de la curva de descarga dependerá esencialmente de la forma geométrica de la sección limnimétrica y de la pendiente del eje hidráulico del agua. Si la sección transversal limnimétrica es uniforme, numerosos estudios de curvas de descargas han demostrado que los caudales pueden expresarse por medio de la ecuación de una parábola de orden superior de la siguiente forma:

$$Q = K (H-h_0)^n$$

Donde:

Q: Caudal en m³/s

K, h₀, n : Constantes a determinar

H: Nivel del agua

Si el fondo del río es estable y no cambia según los distintos caudales que pasen, entonces siempre se tendrá una sola curva de descarga referida a una misma escala (curva fundamental).

Si por el contrario, el lecho del río es inestable o las condiciones de escurrimiento son variables, la curva de descarga variará en mayor o menor grado según sean estos cambios alrededor de la ya definida curva fundamental de la estación. Ver Figura 4

2.3.2 Extrapolación de curvas de descarga

En este acápite se mencionan los distintos métodos para extrapolar curvas de descarga tanto en la parte alta, que es la más importante para evaluar las crecidas, como para la parte baja. Esto no quiere decir que todos los métodos sirvan para un caso específico de estudio de curva de descarga, *debiéndose escoger el más adecuado para la sección en estudio.*

En general, el trazado y estudio de las curvas de descarga debe ser elaborado por un profesional con suficiente experiencia en hidrología.

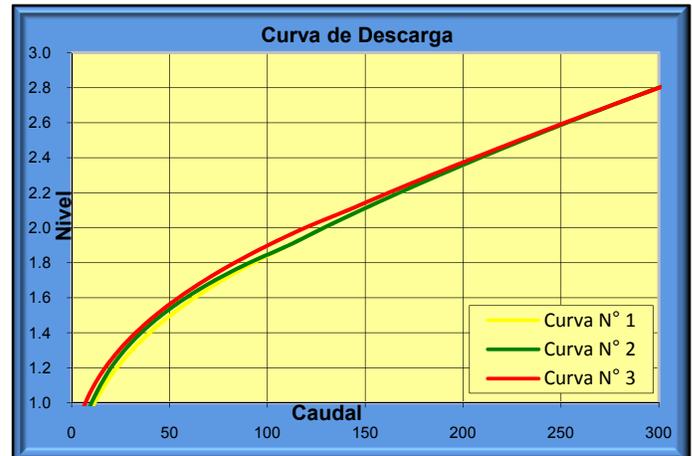


Fig. 4 Extrapolación de la curva de descarga.

Métodos más conocidos para la extrapolación de la parte alta de las curvas de descarga:

- Extrapolación gráfica
- Área-velocidad media
- Stevens
- Manning
- Grushaninn
- Curva Analítica
- Leopold y Maddock
- Leach

Métodos para determinar la parte baja de la curva de descarga:

- Running
- Johnson o Glushow



2.4 Análisis de consistencia

Antes de realizar los análisis estadísticos y probabilísticos, es necesario realizar un análisis de consistencia, el cual consiste en verificar la proporcionalidad que debe existir entre los caudales medidos en diferentes estaciones hidrológicas ubicadas a lo largo de un mismo río.

En términos generales, el análisis de consistencia permitió mejorar algunas de las curvas de descarga de las estaciones Hidrológicas.

2.5 Revisión, extensión y relleno de la información de caudales máximos instantáneos

En este estudio se estableció un periodo de base común 1972-2007, para el cual se rellenaron los datos que faltaban, utilizando un factor de ajuste para aquellas estaciones que no cuentan con información. Se procedió a extender y/o rellenar los caudales máximos instantáneos a nivel anual de las estaciones que presentaban inconsistencia, además de algunas estaciones que tienen faltantes de datos. Para tal efecto se utilizó el siguiente método:

$$Q_1 = \left(\frac{A_1}{A_2} \right)^n Q_2$$

Modelo:

Este método da buenos resultados cuando las estaciones están ubicadas en el mismo río.

Q_1 = Caudal máximo instantáneo estación 1
 Q_2 = Caudal máximo instantáneo estación 2
 A_1 = Área de drenaje estación 1
 A_2 = Área de drenaje estación 2
 n = Pendiente de la recta que relaciona los niveles máximo instantáneos.

Primero se determinó la pendiente “n” de la recta que relaciona los niveles máximos instantáneos registrados en las estaciones limnigráficas que están instaladas en el mismo río. Este método nos permitió extender y/o rellenar los caudales máximos instantáneos, y verificar las extrapolaciones de las curvas de descarga.

2.5.1 Correlación entre estaciones

En este caso se deduce una correlación entre una estación con estadística (información) larga y confiable, llamada estación base, y la estación cuyos datos se desean extender.

Para la correlación se pueden utilizar datos de caudales promedios anuales, promedios mensuales, promedios diarios y caudales máximos instantáneos.

Antes de iniciar los cálculos, es conviene cerciorarse que las características de la cuenca de la estación base y de la cuenca de la estación a extender sean similares y que correspondan a años hidrológicos

Para esto hemos comparado características de: ubicación, orografía, altura sobre el nivel de mar, orientación, etc., tal como se muestra en el cuadro 1 y en la Fig. 5

Cuanto más similares sean estas características mejores resultados se obtendrá de la correlación. En general, las correlaciones entre dos estaciones cercanas de un mismo río son relativamente buenas.

<i>Cuencas</i>	<i>Calidad</i>	<i>Descripción</i>
1 y 2	Buena	Cuencas de forma , tamaño y orientación similar
2 y 3	Regular	La orientación del valle es distinta en ambas cuencas.
3 y 4	Mala	Distinta altitud
2 y 5	Regular	Cuencas de igual forma, pero distintas en altitud.
4 y 6	Mala	Características distintas
5 y 6	Mala	Distinta orientación; distinta altura media.

Cuadro 1 Características de las correlaciones.

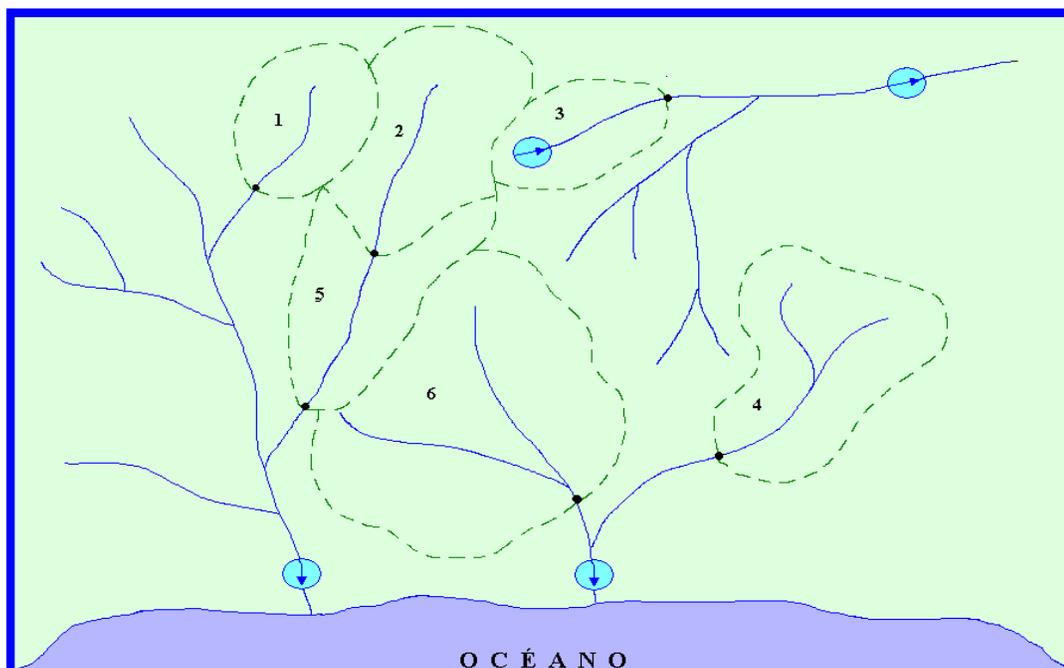


Fig. 5 Comparación de cuencas.

2.5.2 Factor de ajuste.

Aquellas estaciones hidrológicas que disponen de una cantidad menor de datos de crecidas máximas que la del el periodo elegido para el análisis, 1972-2007, son homogenizadas en su longitud de una manera proporcional a la cantidad de datos que ellas poseen. Esto fue posible realizarlo para los datos de cada una de las estaciones hidrológicas seleccionadas para la elaboración del Análisis Regional de Crecidas Máximas.

Para ajustar al periodo de estudio, a aquellas estaciones que no cuentan con información, se les aplicó un factor de ajuste que es igual a la relación entre el promedio anual de caudales máximos instantáneos del periodo de registro disponible y el promedio del periodo 1972-2007 en la estación base, cercana al sitio de interés.

3

**Cuencas Consideradas
en el Estudio.**



3.1 Cuencas hidrográficas y estaciones hidrológicas.

Con la ejecución del Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano (1967-1972) se acordó unificar criterios para el trazado y numeración de las cuencas hidrográficas principales en todos los países del istmo centroamericano, con la finalidad de asignar una nomenclatura a las estaciones Hidrometeorológicas y así facilitar el procesamiento e intercambio de información. En ese entonces se acordó que a las cuencas de la vertiente del Atlántico se le asignarían números impares comenzando con la cuenca 1 (Guatemala) hasta la 121 (Panamá), y las de la vertiente del Pacífico, números pares de la 2 a la 164.

Cuadro 2

<i>CUENCAS HIDROGRÁFICAS DE PANAMÁ</i>				
<i>Nº de Cuenca</i>	<i>Nombre del Río</i>	<i>Área total de la cuenca (Km²)</i>	<i>Longitud del Río (Km)</i>	<i>Río principal de la Cuenca</i>
87	Río Sixaola *	509.4	146	Sixaola
89	Ríos entre el Sixaola y Changuinola	222.5	37.3	San San
91	Río Changuinola	3202	110	Changuinola
93	Ríos entre Changuinola y Cricamola	2121	51.9	Guariviara
95	Río Cricamola y entre Cricamola y Calovébora	2364	62	Cricamola
97	Río Calovébora	485	39	Calovébora
99	Ríos entre Calovébora y Veraguas	402.2	44.8	Concepción
100	Río Coto y Vecinos *	560	52	Palo Blanco
101	Río Veraguas	322.8	46	Veraguas
102	Río Chiriquí Viejo	1376	161	Chiriquí Viejo
103	Río Belén y entre R. Belén y R. Coclé del Norte	817	55.6	Río Belén
104	Río Escárrea	373	81	Escárrea
105	Río Coclé del Norte	1710	75	Coclé del Norte
106	Río Chico	593.3	69	Chico
107	Ríos entre Coclé del Norte y Miguel de la Borda	133.5	14.2	Platanal
108	Río Chiriquí	1905	130	Chiriquí
109	Río Miguel de la Borda	640	59.5	Miguel de la Borda
110	Río Fonseca y entre R. Chiriquí y Río San Juan	1661	90	Fonseca
111	Río Indio	564.4	92	Indio
112	Ríos entre el Fonseca y el Tabasará	1168	67	San Félix
113	Ríos entre el Indio y el Chagres	421.4	36.9	Lagarto
114	Río Tabasará	1289	132	Tabasará
115	Río Chagres	3338	125	Chagres
116	Ríos entre el Tabasará y el San Pablo	1684	56.5	Caté
117	Ríos entre el Chagres y Mandinga	1122	34.1	Cuango
118	Río San Pablo	2453	148	San Pablo



<i>Nº de Cuenca</i>	<i>Nombre del Río</i>	<i>Área total de la cuenca (Km²)</i>	<i>Longitud del Río (Km)</i>	<i>Río principal de la Cuenca</i>
119	Río Mandinga	337	41.3	Mandinga
120	Río San Pedro	996	79	San Pedro
121	Ríos entre el Mandinga y Armila	2238	26.5	Cartí
122	Ríos entre el San Pedro y el Tonosí	2467	40.4	Río Quebro
124	Río Tonosí	716.8	91	Tonosí
126	Ríos entre el Tonosí y La Villa	2170	45	Guararé
128	Río La Villa	1284.3	117	La Villa
130	Río Parita	602.6	70	Parita
132	Río Santa María	3326	168	Santa María
134	Río Grande	2493	94	Río Grande
136	Río Antón	291	53	Río Antón
138	Ríos entre el Antón y el Caimito	1476	36.1	Chame
140	Río Caimito	453	72	Caimito
142	Ríos entre el Caimito y el Juan Díaz	383	6	Matasnillo
144	Río Juan Díaz y entre Río Juan Díaz y Pacora	322	22.5	Juan Díaz
146	Río Pacora	388	48	Pacora
148	Río Bayano	4984	215	Bayano
150	Ríos entre el Bayano y el Sta. Bárbara	1270	22.4	Chimán
152	Río Sta. Bárbara y entre Chucunaque	1796	78.1	Sabanas
154	Río Chucunaque	4937	215	Chucunaque
156	Río Tuira	3017	127	Tuira
158	Río Tucutí	1835	98	Tucutí
160	Ríos entre el Tucutí y el Sambú	1464	23.9	Marea
162	Río Sambú	1525	80	Sambú
164	Ríos entre el Sambú y el Juradó	1158	46.7	Jaqué
166	Río Jurado *	91.2	63	Juradó
Nota: * Cuencas Internacionales.				
Áreas en cuencas internacionales solo corresponden al territorio panameño.				
Las áreas de las cuencas son medidas hasta la desembocadura del río principal				

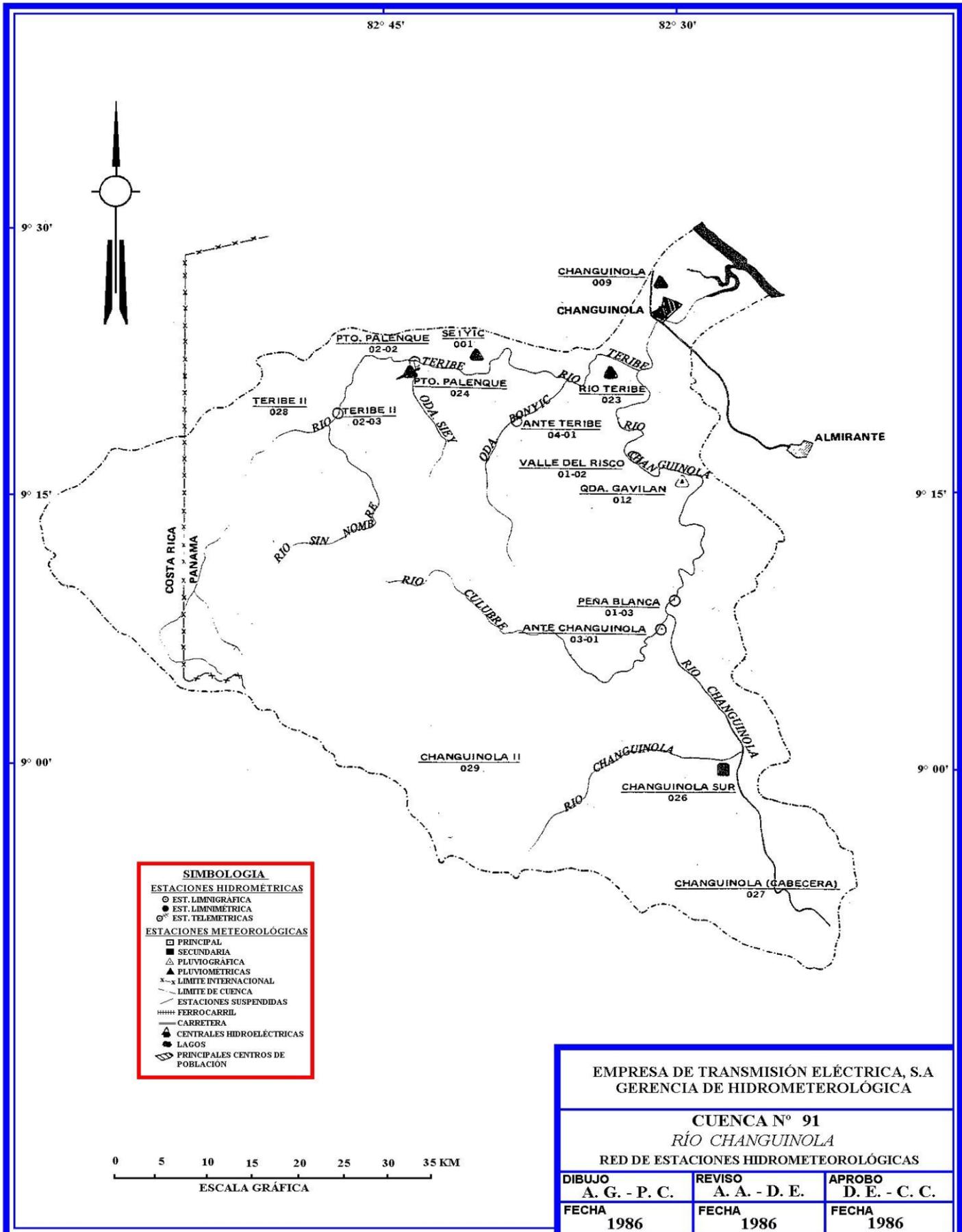


Fig. 6

3.2 Cuenca del Río Changuinola

Cuenca 91

La cuenca del río Changuinola se encuentra localizada en el extremo occidental del país, en la provincia de Bocas del Toro, entre las coordenadas $8^{\circ} 45'$ y $9^{\circ} 30'$ Latitud Norte y $82^{\circ} 30'$ y $83^{\circ} 00'$ Longitud Oeste.

El área de drenaje de la cuenca es de $3,202 \text{ Km}^2$, hasta la desembocadura al mar y la longitud del río principal es de 110 Km . La elevación media de la cuenca es de $1,140 \text{ msnm}$, y el punto más alto se encuentra sobre el cerro Fábrega, ubicado al este de la cuenca, con una elevación de $3,335 \text{ msnm}$.

3.2.1 Estación Hidrológica Changuinola, Valle Riscó

Localizada en el río Changuinola, a aproximadamente 17 Km . aguas arriba de la confluencia con el río Teribe, entre la desembocadura de las quebradas Boca Chica y el Guabo, cerca de la entrada del Valle del Riscó, en la provincia de Bocas del Toro, distrito de Changuinola, corregimiento de Changuinola, entre las coordenadas $9^{\circ} 17'$ Latitud Norte y $82^{\circ} 32'$ Longitud Oeste. Su elevación es de 47 msnm . y el área de drenaje es de $1,680 \text{ Km}^2$. En abril de 1971, la estación fue equipada con un limnígrafo Stevens A-35.



Fig. 7 Estación Valle del Risco, Río Changuinola.

3.2.2. Estación Hidrológica Changuinola, Peña Blanca

Localizada en el río Changuinola, a aproximadamente 2 Km . aguas abajo de la confluencia con el río Culubre, en la provincia de Bocas del Toro, distrito de Changuinola, corregimiento de Changuinola, entre las coordenadas $9^{\circ} 09'$ Latitud Norte y $82^{\circ} 30'$ Longitud Oeste. Su elevación es de 140 msnm y el área de drenaje es de $1,390 \text{ Km}^2$. En julio de 1974 la estación fue equipada con un limnígrafo Stevens A-35.



Fig. 8 Estación Peña Blanca, Río Changuinola.

3.2.3. Estación Hidrológica Teribe Puerto, Palenque

Localizada en el río Teribe, a aprox. 200 m. aguas arriba de la desembocadura de la quebrada Chey, en el sitio conocido como Puerto Palenque, en la provincia de Bocas del Toro, distrito de Changuinola, corregimiento de Changuinola, entre las coordenadas 9° 23' Latitud Norte y 82° 44' Longitud Oeste. Su elevación es de 140 msnmm y el área de drenaje es de 861 Km². En mayo de 1974, la estación fue equipada con un limnógrafo Stevens A-35.



Fig. 9 Pozo amortiguador y carro de aforo de la estación Puerto Palenque, río Teribe.

3.2.4. Estación Hidrológica Culubre, Ante Changuinola

Localizada en el río Culubre, a aprox. 1 Km. aguas arriba de la confluencia con el río Changuinola, en la provincia de Bocas del Toro, distrito de Changuinola, corregimiento de Changuinola, entre las coordenadas 9° 07' Latitud Norte y 82° 32' Longitud Oeste. Su elevación es de 240 msnmm y el área de drenaje es de 523 Km². En diciembre de 1978 la estación fue equipada con un limnógrafo Stevens A-35.

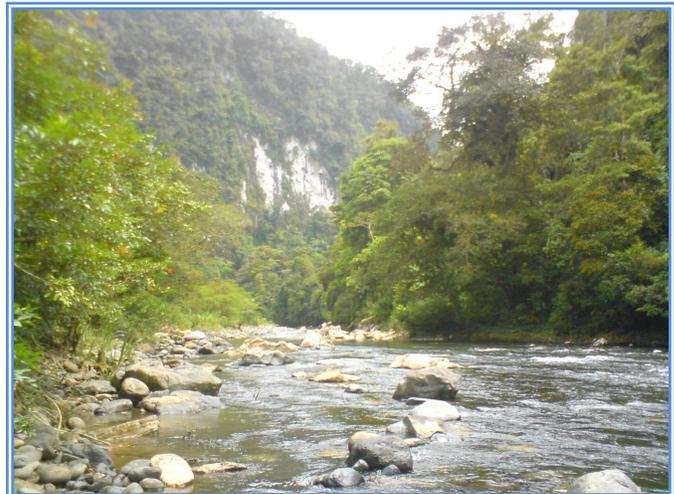


Fig. 10 Estación Culubre, río Culubre.

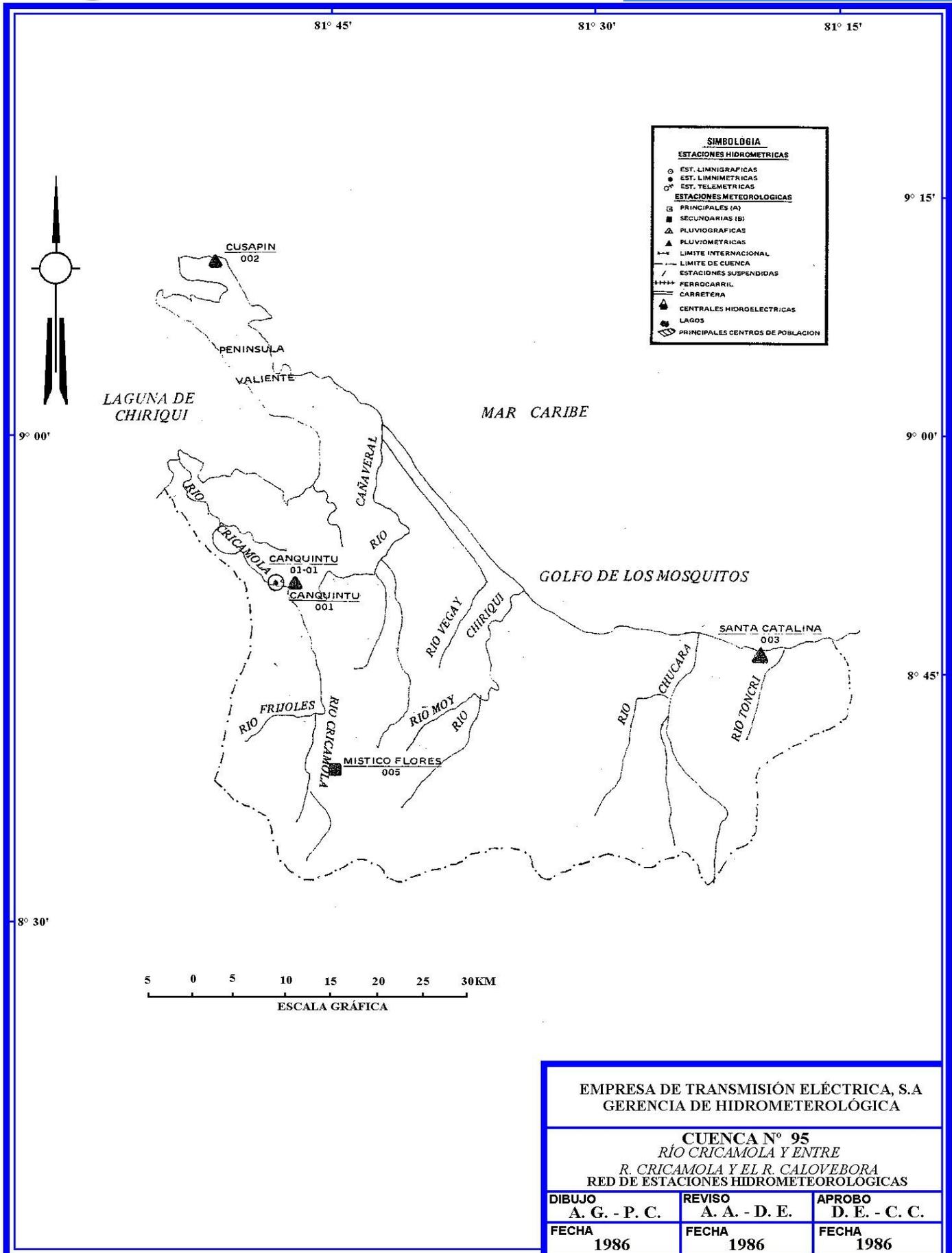


Fig. 11

3.3 Cuenca del Río Cricamola

Cuenca 95

La cuenca del río Cricamola se encuentra localizada en la provincia de Bocas del Toro, entre las coordenadas 8° 30' y 9° 15' Latitud Norte y 81° 15' y 82° 00' Longitud Oeste.

El área de drenaje de la cuenca es de 2,364 Km²., hasta la desembocadura al mar y la longitud del río principal es de 62 Km. La elevación media de la cuenca es de 290 msnm, y el punto más alto se encuentra sobre el cerro Santiago, ubicado al sur de la cuenca, con una elevación de 2,826 msnm.

3.3.1 Estación Hidrológica Cricamola, Canquintú

Localizada en el pueblo de Canquintú, en la provincia de Bocas del Toro, distrito de Chiriquí Grande, corregimiento de Canquintú, entre las coordenadas 8° 51' Latitud Norte y 81° 49' Longitud Oeste. Su elevación es de 15 msnm y el área de drenaje es de 652 Km². En noviembre de 1975, la estación fue equipada con un juego de reglas que permite leer niveles de agua hasta 8 metros. En diciembre de 1985, la estación se cambió de limnimétrica a limnigráfica, se instaló un limnógrafo Stevens A-35.



Fig. 12 Cablevía y carro de aforo de la estación Canquintú, río Cricamola.



Fig. 13 Vía de acceso hacia la estación hidrológica Canquintú.

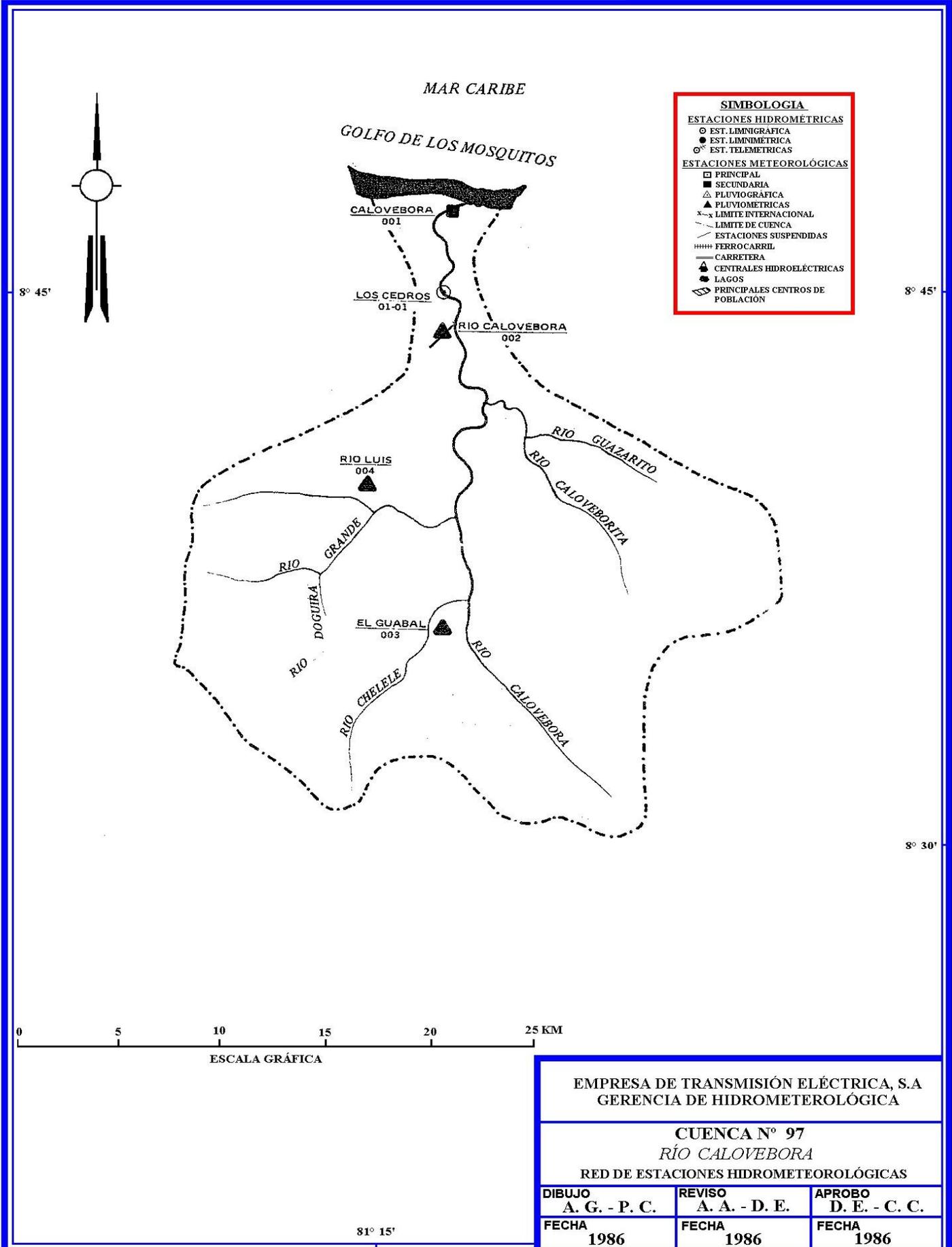


Fig. 14

3.4 Cuenca del Río Calovébora

Cuenca 97

La cuenca del río Calovébora se encuentra localizada en la vertiente del Caribe, entre las provincias de Bocas del Toro y Veraguas, entre las coordenadas $8^{\circ} 30'$ y $8^{\circ} 45'$ Latitud Norte y $81^{\circ} 05'$ y $81^{\circ} 20'$ Longitud Oeste.

El área de drenaje de la cuenca es de 485 Km²., hasta la desembocadura al mar y la longitud del río principal es de 39 Km. La elevación media de la cuenca es de 580 msnm. y el punto más alto es la cordillera central, con una elevación de 3,335 msnm.

3.4.1 Estación Hidrológica Calovébora, Los Cedros

Localizada en la margen izquierda del río Calovébora, a aproximadamente 15 minutos en bote del poblado de Calovébora, en la provincia de Veraguas, distrito de Calobre, corregimiento de Calobre, entre las coordenadas $8^{\circ} 47'$ Latitud Norte y $81^{\circ} 13'$ Longitud Oeste. Su elevación es de 10 msnm. y el área de drenaje es de 462 Km². En febrero de 1976, la estación fue equipada con un juego de reglas que permite leer los niveles de agua de 0 a 8 metros. En noviembre de 1985, la estación se cambió de limnimétrica a limnigráfica, se instaló un limnógrafo Stevens A-35.



Fig. 15 Río Calovébora vista aguas arriba de la estación hidrológica Los Cedros.



Fig. 16 Carro de aforo sobre el río Calovébora, en Los Cedros.

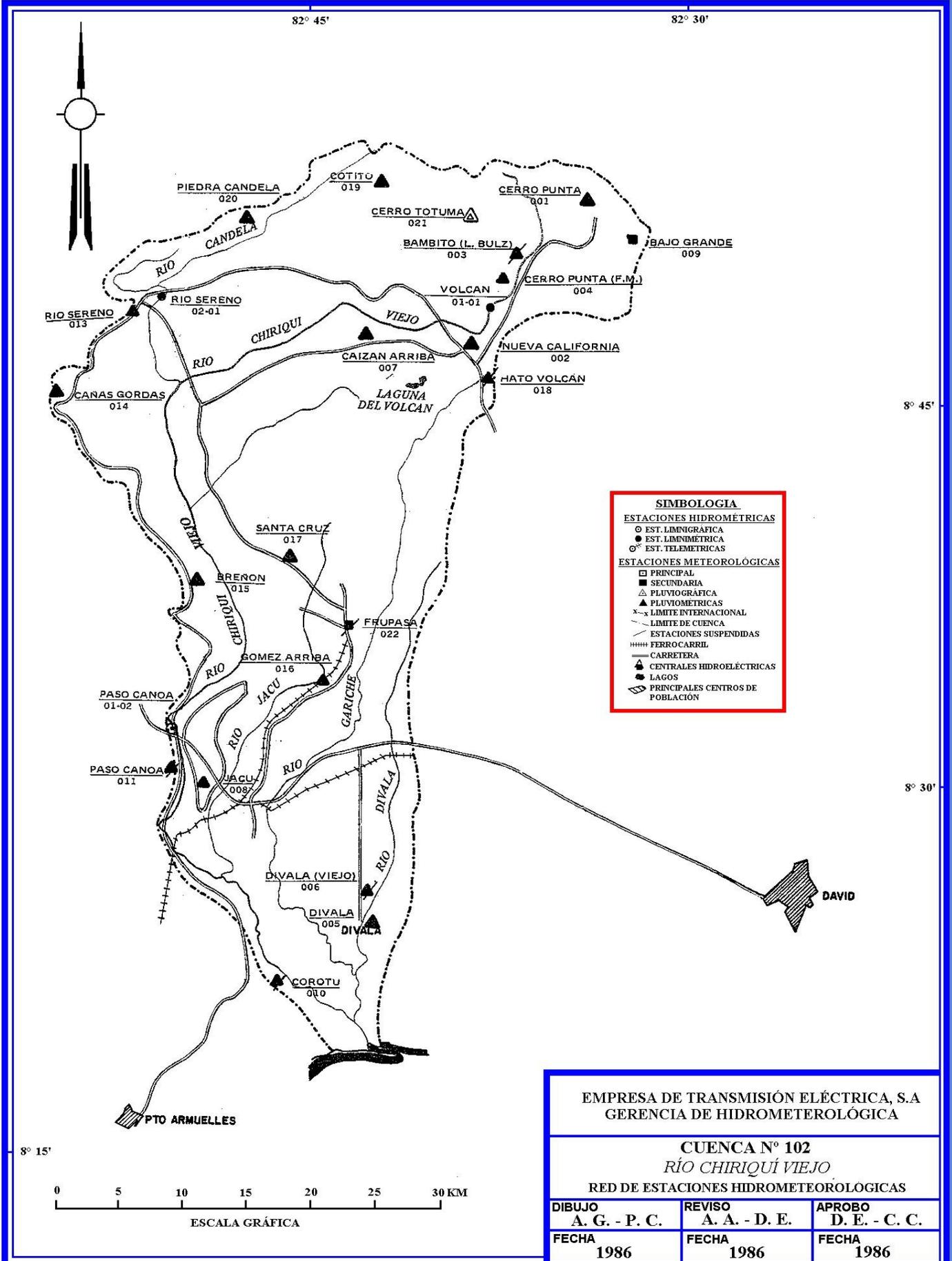


Fig. 17

3.5 Cuenca del Río Chiriquí Viejo

Cuenca 102

La cuenca del río Chiriquí Viejo se encuentra localizada en el sector occidental de la provincia de Chiriquí, entre las coordenadas 8° 15' y 9° 00' Latitud Norte y 82° 15' y 83° 00' Longitud Oeste.

El área de drenaje de la cuenca es de 1,376 Km²., hasta la desembocadura al mar y la longitud del río principal es de 161 Km. La elevación media de la cuenca es de 1,100 msnm. y el punto más alto se encuentra sobre el Volcán Barú, ubicado en la parte nororiental, con una elevación de 3,474 msnm.

3.5.1 Estación Hidrológica Chiriquí Viejo, Volcán

Localizada en la parte alta del río Chiriquí Viejo, ubicada a la izquierda de la carretera a Cerro Punta, aproximadamente a 100 m. aguas abajo del puente, en la provincia de Chiriquí, distrito de Bugaba, corregimiento de Volcán, entre las coordenadas 8° 49' Latitud Norte y 82° 38' Longitud Oeste. Su elevación es de 1,520 msnm. y el área de drenaje es de 108 Km². En febrero de 1957, la estación fue equipada con un juego de reglas que permite leer los niveles de agua hasta 3 metros.

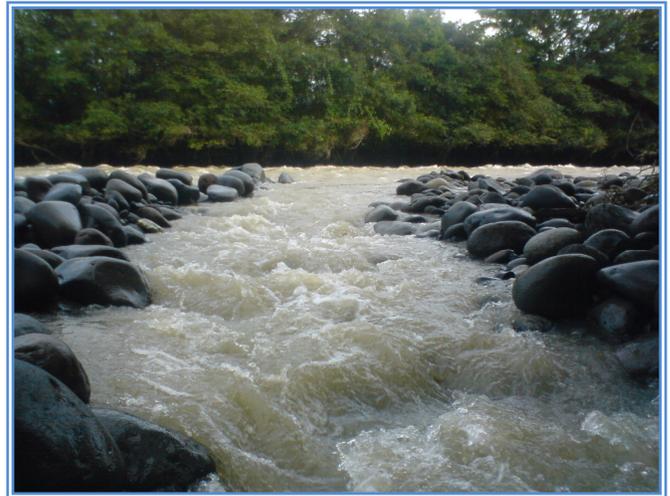


Fig. 18 Río Chiriquí Viejo en Volcán.

3.5.2 Estación Hidrológica Chiriquí Viejo, Paso Canoa

Localizada en el brazo principal del río Chiriquí Viejo, aproximadamente a 400 m. aguas arriba de la carretera interamericana, en la provincia de Chiriquí, distrito de Bugaba, corregimiento de Aserrio de Gariche, entre las coordenadas 8° 32' Latitud Norte y 82° 50' Longitud Oeste. Su elevación es de 85 msnm y el área de drenaje es de 788 Km². En mayo de 1957, la estación fue equipada con un limnígrafo Stevens A-35.

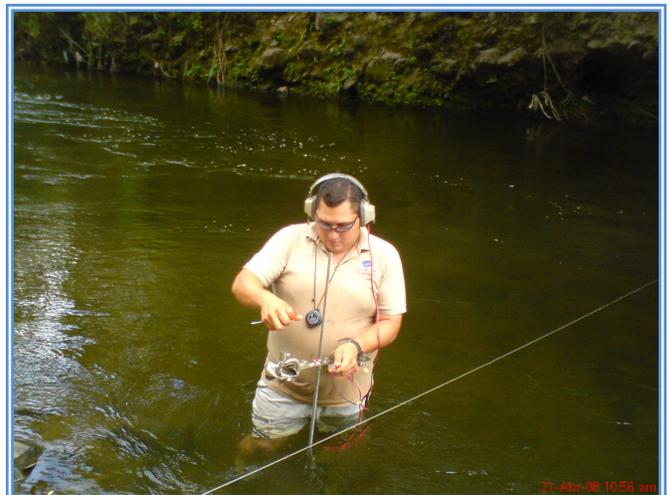
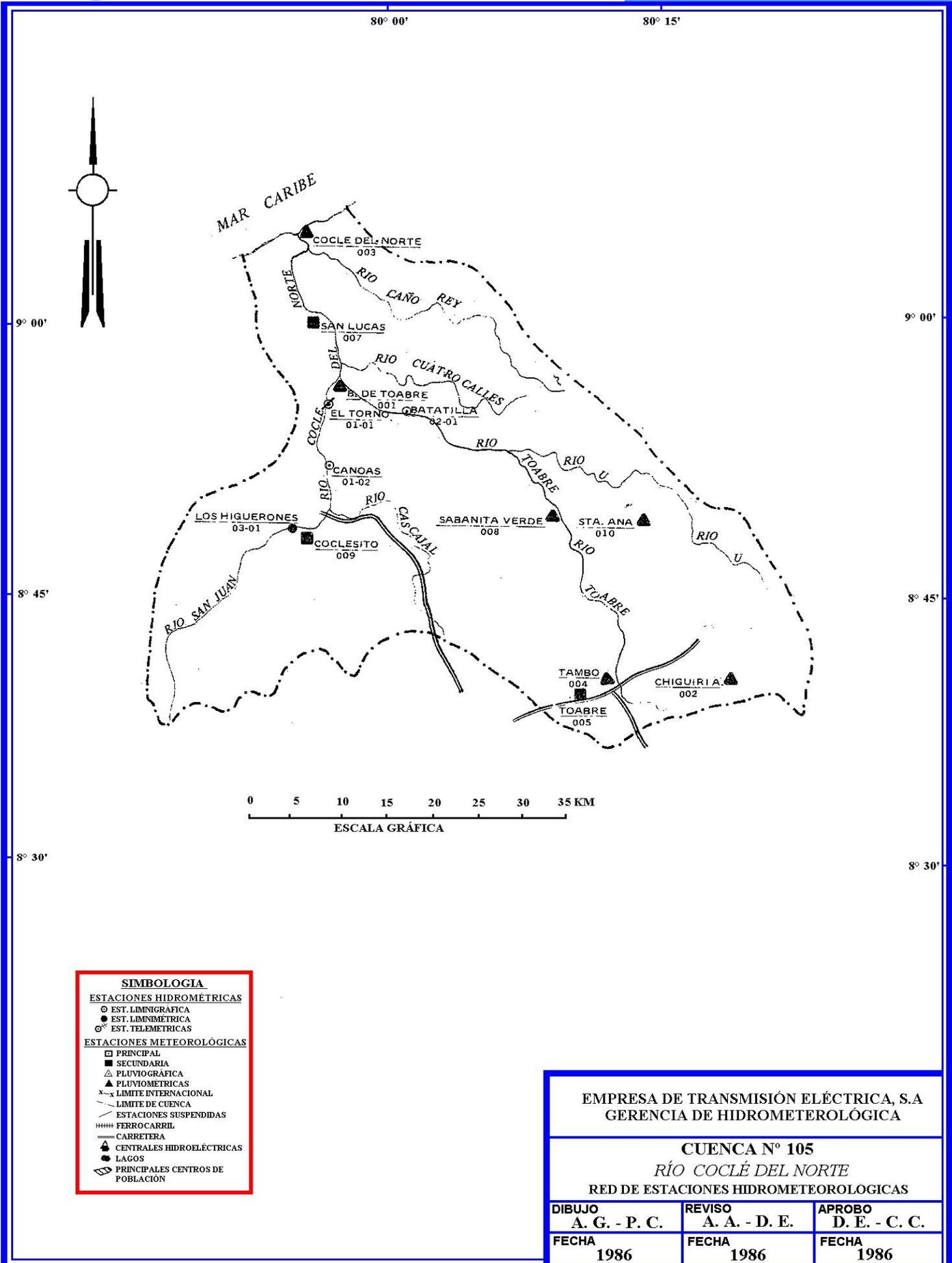


Fig. 19 Ajuste del molinete según profundidad, aforo por Vadeo en la estación hidrológica Paso Canoa.



SIMBOLOGIA	
ESTACIONES HIDROMÉTRICAS	
○	EST. LIMNIGRÁFICA
●	EST. LIMNIMÉTRICA
⊙	EST. TELEMÉTRICAS
ESTACIONES METEOROLÓGICAS	
□	PRINCIPAL
■	SECUNDARIA
△	PLUVIOGRÁFICA
▲	PLUVIOMÉTRICAS
x-x	LÍMITE INTERNACIONAL
- - -	LÍMITE DE CUENCA
—	ESTACIONES SUSPENDIDAS
	FERROCARRIL
—	CARRETERA
▲	CENTRALES HIDROELÉCTRICAS
●	LAGOS
⊞	PRINCIPALES CENTROS DE POBLACION

EMPRESA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA, S.A GERENCIA DE HIDROMETEROLÓGICA		
CUENCA N° 105 RÍO COCLÉ DEL NORTE RED DE ESTACIONES HIDROMETEOROLÓGICAS		
DIBUJO A. G. - P. C.	REVISO A. A. - D. E.	APROBO D. E. - C. C.
FECHA 1986	FECHA 1986	FECHA 1986

Fig. 20



3.6 Cuenca del Río Coclé Del Norte

Cuenca 105

La cuenca del río Coclé del Norte se encuentra localizada en la vertiente del Caribe, entre las coordenadas 8° 30' y 9° 15' de Latitud Norte y 80° 15' y 80° 45' de Longitud Oeste.

El área de drenaje de la cuenca es de 1,798 Km², hasta la desembocadura al mar y la longitud del río principal es de 75 Km. La elevación media de la cuenca es de 100 msnm. y el punto más alto se encuentra en la cordillera de Escobal, con una elevación de 1,448 msnm.

3.6.1 Estación Hidrológica Coclé del Norte, El Torno

Localizada a aproximadamente 2 km. aguas arriba de la desembocadura del río Toabré, en la provincia de Coclé, distrito de La Pintada, corregimiento de Piedras Gordas, entre las coordenadas 8° 56' Latitud Norte y 80° 33' Longitud Oeste. Su elevación es de 15 msnm. y el área de drenaje es de 672 Km².

En julio de 1958, la estación fue equipada con un juego de reglas que permite leer los niveles de agua. En mayo de 1969, fue equipada con un limnógrafo Stevens A-35.

3.6.2 Estación Hidrológica Coclé del Norte, Canoas

La estación se encuentra localizada en el río Coclé del Norte, después de la confluencia con la Quebrada Quema, en la provincia de Coclé, distrito de La Pintada, corregimiento de Llano Grande, entre las coordenadas 8° 53' Latitud Norte y 80° 34' Longitud Oeste. Su elevación es de 20 msnm. y el área de drenaje es de 571 Km².

En septiembre de 1983, la estación fue equipada con un limnógrafo Stevens A-35.

3.6.3 Estación Hidrológica Toabré, Batatilla

La estación se encuentra aproximadamente a 7.5 kilómetros aguas arriba de la confluencia con el río Coclé del Norte, en la provincia de Coclé, distrito de La Pintada, corregimiento de Llano Grande, entre las coordenadas 8° 55' Latitud Norte y 80° 30' Longitud Oeste. Su elevación es de 20 msnm y el área de drenaje es de 788 Km².

En julio de 1958, la estación fue equipada con un limnógrafo Stevens A-35.

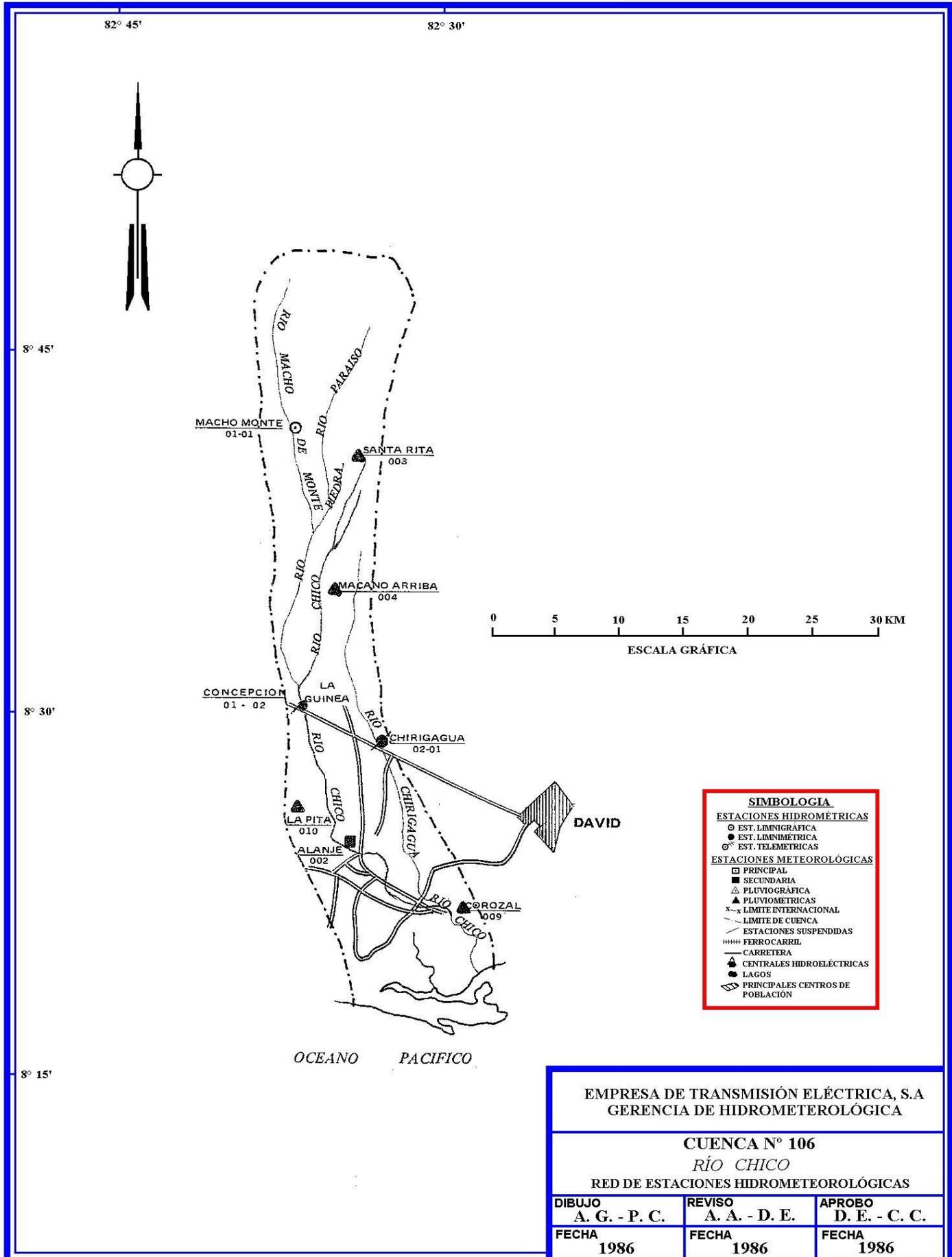


Fig. 21

3.7 Cuenca del Río Chico

Cuenca 106

La cuenca del río Chico se encuentra localizada en el sector occidental de la provincia de Chiriquí, entre las coordenadas 8° 15' y 8° 45' Latitud Norte y 82° 30' y 82° 45' Longitud Oeste.

El área de drenaje de la cuenca es de 600 Km²., hasta la desembocadura al mar y la longitud del río principal es de 69 Km. La elevación media de la cuenca es de 230 msnm. y el punto más alto se encuentra sobre el Volcán Barú, ubicado en la parte nororiental, con una elevación de 3,474 msnm.

3.7.1 Estación Hidrológica Chico Macho de Monte

Localizada aguas arriba de la planta de Macho Monte, carretera vía Volcán en la margen izquierda del río Chico, en la provincia de Chiriquí, distrito de Boquerón, corregimiento de Cordillera, entre las coordenadas 8° 41' Latitud Norte y 82° 37' Longitud Oeste. Su elevación es de 890 msnm y el área de drenaje es de 43.1 Km². El 15 de mayo de 1967 la estación fue equipada con un juego de reglas que permite leer los niveles de agua. El 3 de diciembre de 1986, la estación se cambió de limnimétrica a limnigráfica, se instaló un limnígrafo Stevens A-35. En abril de 1996, se instaló un equipo automático.



Fig. 22 Medición de caudal, aforo por vadeo con Molinete en la estación hidrológica Macho de Monte.

3.8 Cuenca del Río Chiriquí

Cuenca 108

La cuenca del río Chiriquí se localiza en la provincia de Chiriquí, en la parte occidental de la república de Panamá, entre las coordenadas 8° 15' y 8° 53' de Latitud Norte y 82° 10' y 82° 33' de la Longitud Oeste.

El área de drenaje es de 1,995.9 Km²., hasta la desembocadura en el mar, y la longitud del río principal es de 130 Km.

La elevación media de la cuenca es de 270 msnm, y el Volcán Barú, ubicado al noreste de la cuenca, con una altitud de 3,474 msnm.

El río Chiriquí tiene como afluentes principales a los ríos Caldera, Los Valles, Estí, Gualaca y los que nacen en las laderas del Volcán Barú como: Cochea, David, Majagua, Soles y Platanal.

Tres esquemas de hidroeléctricas afectan los registros de caudales de las estaciones del río Chiriquí, en interamericana; David, La Esperanza y Paja de Sombrero. El sistema de Caldera desvía por un canal, aguas del río Caldera hacia la Planta Caldera, vertiéndola posteriormente al río Cochea, esto ocurrió durante el periodo que estuvo en funcionamiento la hidroeléctrica de Planta Caldera, desde 1955 hasta 1979. Aguas del río Cochea se desviaron por un canal hacia Planta Dolega, vertiéndolas posteriormente al río David. Desde marzo de 1984, con el cierre de compuertas y entrada en operación de la central Edwin Fábrega (Fortuna), aguas del río Chiriquí se desvían por un túnel hacia la Casa de Máquina de dicha central y luego son vertidas en la quebrada Buenos Aires, que es un afluente del río Chiriquí.

3.8.1 Estación Hidrológica Estí, Sitio de Presa

Localizada a aproximadamente 3 km. aguas arriba del puente que cruza el río en la carretera que va del poblado de Gualaca a Los Planes en la provincia de Chiriquí, distrito de Gualaca, corregimiento de Gualaca, entre las coordenadas 8° 33' Latitud Norte y 82° 17' Longitud Oeste. Su elevación es de 160 msnm. y el área de drenaje es de 51.8 Km². Fue instalada en el río Estí. El 12 de junio de 1984 y equipada con un limnógrafo Stevens A-71, con una capacidad de registro de 6.14 metros y reglas hidrométricas para medir niveles hasta 4 m.

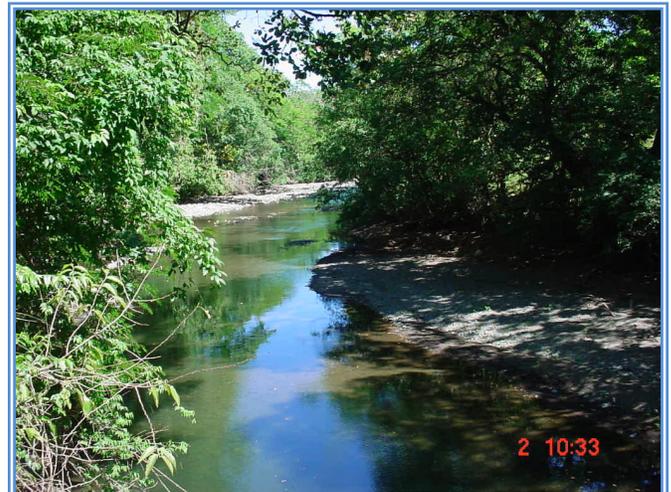


Fig. 24 Río Estí vista aguas arriba de la estación.

3.8.2 Estación Hidrológica Hornitos, Hornitos

Localizada en el río Hornitos, 4 Km. aguas arriba de la confluencia del río Chiriquí en la provincia de Chiriquí, distrito de Gualaca, corregimiento de Hornitos, entre las coordenadas 8° 42' Latitud Norte y 82° 12' Longitud Oeste. Su elevación es de 1,170 msnm. y el área de drenaje es de 22.1 Km². Fue instalada el 11 de febrero de 1982, equipada con un limnógrafo Stevens A-35 y reglas limnimétricas que permiten medir niveles de hasta 5 metros. En enero de 1997, se instaló un equipo automático.



Fig. 27 Estación hidrológica, río Hornitos.



Fig. 25 Pozo amortiguador, río La Esperanza.

3.8.3 Estación Hidrológica Chiriquí, La Esperanza

Localizada a aproximadamente 50 m. aguas arriba del puente sobre el río Chiriquí, en el camino que va del poblado la Esperanza a Dolega en el río Chiriquí, provincia de Chiriquí, distrito de Gualaca, corregimiento de Gualaca, entre las coordenadas 8° 35' Latitud Norte y 82° 20' Longitud Oeste. Su elevación es de 200 msnm. y el área de drenaje es de 682 Km². Fue instalada en julio de 1965, y está equipada con un limnógrafo Stevens A-35, con una capacidad de registro de 7.84 metros.

Actualmente los caudales medidos en esta estación son afectados por los desvíos del río Caldera y Los Valles, construidos con motivos de la entrada en operación de las centrales hidroeléctricas de La Estrella y Los Valles de 1978 y 1979, respectivamente. La estación mide caudales regulados por dichas centrales. Además, a partir de marzo de 1984, la estación ha dejado de medir los caudales almacenados en el lago Fortuna y que son utilizados para generación de la central hidroeléctrica Edwin Fábrega.



Fig.26 Caudal regulado por la presa de desvío en el río Chiriquí, ubicada aguas arriba de la estación hidrológica La Esperanza.

3.8.4 Estación Hidrológica David, David

Localizada en la orilla derecha del puente sobre el río en la carretera interamericana, provincia de Chiriquí, distrito de David, corregimiento de David, entre las coordenadas 8° 26' Latitud Norte y 82° 25' Longitud Oeste. Su elevación es de 8 msnm. y el área de drenaje es de 265 Km². Los caudales de esta estación son afectados por las aguas provenientes del río Cochea a través de la planta Dolega, junio de 1955 hasta agosto de 1958., y en abril de 1963, es reinstalada en el mismo sitio.

La estación hidrológica se modernizó con una estación de registro automático en noviembre de 1998.

La estación está equipada con un cablevía y reglas hidrométricas para medir niveles hasta 6 m.

3.8.5 Estación Hidrológica Chiriquí, Paja de Sombrero

Localizada en la provincia de Chiriquí, distrito de Gualaca, corregimiento de Paja de Sombrero, entre las coordenadas 8° 41' Latitud Norte y 82° 19' Longitud Oeste. Su elevación es de 320 msnm. y el área de drenaje es de 305 Km².

Fue instalada en febrero de 1958, se encontraba en el río Chiriquí a 30 m. aguas abajo de puente colgante conocido como paso del tigre. Solo constaba de reglas hidrométricas. En julio de 1963, se instaló un limnógrafo (registrador continuo de niveles) Stevens A-35 en el mismo sitio, el cual trabajó hasta julio de 1968. fue reinstalada en septiembre de 1970, con una capacidad de registro de 11.6 metros.

Aun cuando la diferencia de área de drenaje entre los sitios es de 12 Km², se consideran como una sola estación debido a que entre ambos sitios, los aportes no son significativos.

A partir del cierre de compuertas del túnel de desvío en la pera de fortuna, en marzo de 1984, hasta la fecha, los caudales que se derivan hacia la casa de máquina de Fortuna, no son registrados en la estación Paja de Sombrero.



Fig. 28 Puente de acceso hacia la estación hidrológica Paja de Sombrero, río Chiriquí.

3.8.6 Estación Hidrológica Chiriquí, Interamericana

Localizada a aproximadamente 50 m. aguas abajo del puente, en la carretera interamericana, en la provincia de Chiriquí, distrito de David, corregimiento de David, entre las coordenadas 8° 25' Latitud Norte y 82° 21' Longitud Oeste. Su elevación es de 10 msnm y el área de drenaje es de 1,337 Km². Fue instalada el 6 de junio de 1955 y hasta el 15 de junio de 1956 operó con un juego de reglas limnimétricas. En junio de 1956, se instaló un limnígrafo Stevens A-35. En mayo de 1975, la estación fue reubicada 120 metros aguas abajo en el sitio actual, con una capacidad de registro de 10.00 metros. En febrero de 1997 se instaló un equipo automático.

Desde 1955 a la fecha, la estación no registra los caudales derivados desde el río Cochea hacia la Planta Dolega debido a que a partir de 1947, los caudales turbinados por esta planta son derivados hacia el río David.

3.8.7 Estación Hidrológica Cochea, Dolega

Localizada en la provincia de Chiriquí, distrito de Dolega, entre las coordenadas 8° 36' Latitud Norte y 82° 25' Longitud Oeste.

Su elevación es de 340 msnm y el área de drenaje es de 120 Km².

La estación Cochea Dolega tiene cuatro periodos de registro bien definidos:

- (05/1957-08/1958). limnimétrica
- (03/1963-06/1968). limnimétrica
- (07/1977-11/1983) limnimétrica
- (04/1992- a la fecha). Data Logger.



Fig. 30 Estación automática Stevens, río Cochea.



Fig. 29 Estación automática y convencional sobre el estribo del puente antiguo en el río Chiriquí, en la carretera Interamericana.



Fig. 31 Sección de aforo, río Cochea.

3.8.8 Estación Hidrológica Caldera, Jaramillo Abajo

Localizada en el río Caldera, aguas abajo de la quebrada Jaramillo, 400 metros aguas arriba de la toma (en la entrada del túnel del Cerro Cabezón), del esquema de aprovechamiento del complejo hidroeléctrico La Estrella-Los Valles, en la provincia de Chiriquí, distrito de Boquete, corregimiento de Boquete, entre las coordenadas 8° 45' Latitud Norte y 82° 25' Longitud Oeste. Su elevación es de 995 msnm y el área de drenaje es de 136 Km². Fue instalada en octubre de 1974, la estación está equipada con un limnógrafo Stevens A-35 y reglas limnimétricas para medir niveles hasta 2 m.

Durante el período de 1955 a enero de 1979, se estuvo desviando agua del río Caldera a través de la Planta Caldera hacia el río Cochea. Este desvío afectó la estadística de la estación.

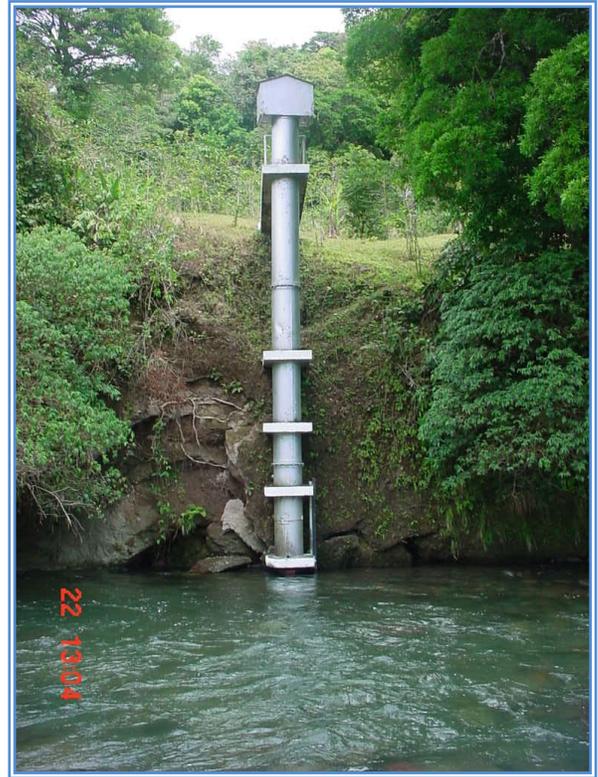


Fig. 32 Estación hidrológica, río Caldera.

3.8.9 Estación Hidrológica Gualaca, Rincón

Localizada en la provincia de Chiriquí, distrito de Gualaca, corregimiento de Rincón, entre las coordenadas 8° 27' Latitud Norte y 82° 16' Longitud Oeste. Su elevación es de 51 msnm. y el área de drenaje es de 244 Km². Fue instalada el 23 de marzo de 1987, en el río Gualaca, aproximadamente 2.5 Km. aguas arriba del sitio de la estación eliminada en Gualaca Veladero. Está equipada con un limnógrafo Stevens A-35, con un capacidad de registro de 7.45 metros y cuenta con reglas limnimétricas para la lectura de niveles.

La diferencia en área de drenaje entre esta estación y la estación Gualaca Veladero no es significativa, sin embargo, se han considerado como estaciones diferentes debido a que entre los dos sitios hay aporte significativos.



Fig. 33 Limnógrafo Stevens A-35 (registrador gráfico continuo de nivel de agua), estación hidrológica Rincón.

3.8.11 Estación Hidrológica Chiriquí, Bijao

Localizada en la margen izquierda del río Chiriquí, en el Valle de Hornitos, aguas arriba de la confluencia con la quebrada Bijao, a un costado del Cerro Pata de Macho, en el lugar conocido como Playones, en la provincia de Chiriquí, distrito de Gualaca, corregimiento de Hornito, entre las coordenadas 8° 45' Latitud Norte y 82° 11' Longitud Oeste. Su elevación es de 1,085 msnm y el área de drenaje es de 55.6 Km². Fue instalada el 24 de noviembre de 1977. La estación está equipada con un limnógrafo Stevens A-35 y reglas limnimétricas hasta 5 m. En enero de 1997, se instaló equipo automático.



Fig. 34 Estación hidrológica Bijao automática de Fortuna S.A. y Convencional de ETESA.

3.8.10 Estación Hidrológica Los Valles, La Estrella

Localizada en el río Los Valles, a unos 500 m. aguas arriba de la casa de máquinas de la central hidroeléctrica, provincia de Chiriquí, distrito de Boquete, corregimiento de Caldera, entre las coordenadas 8° 43' Latitud Norte y 82° 22' Longitud Oeste. Su elevación es de 635 msnm y el área de drenaje es de 50.3 Km². Fue instalada el 14 de julio de 1975. Está equipada con un limnógrafo Stevens A-35 y reglas limnimétricas para medir niveles hasta 4 m. El 31 de mayo de 1986, la estación fue destruida por una crecida que cambió por completo la sección y ocasionó daños al registrador de niveles. El 19 de junio de 1991, la estación fue reinstalada en la margen izquierda, aproximadamente 60 metros aguas abajo de la estación anterior. En junio de 1996, se instaló un registrador automático.

La diferencia de área entre ambos sitios no es significativa.

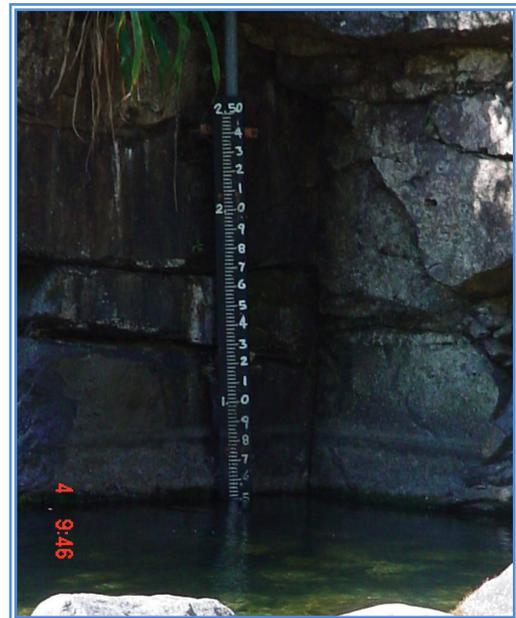


Fig. 35 Limnómetro N° 1 de 0 a 2.50 metros en la estación hidrológica Los Valles La Estrella

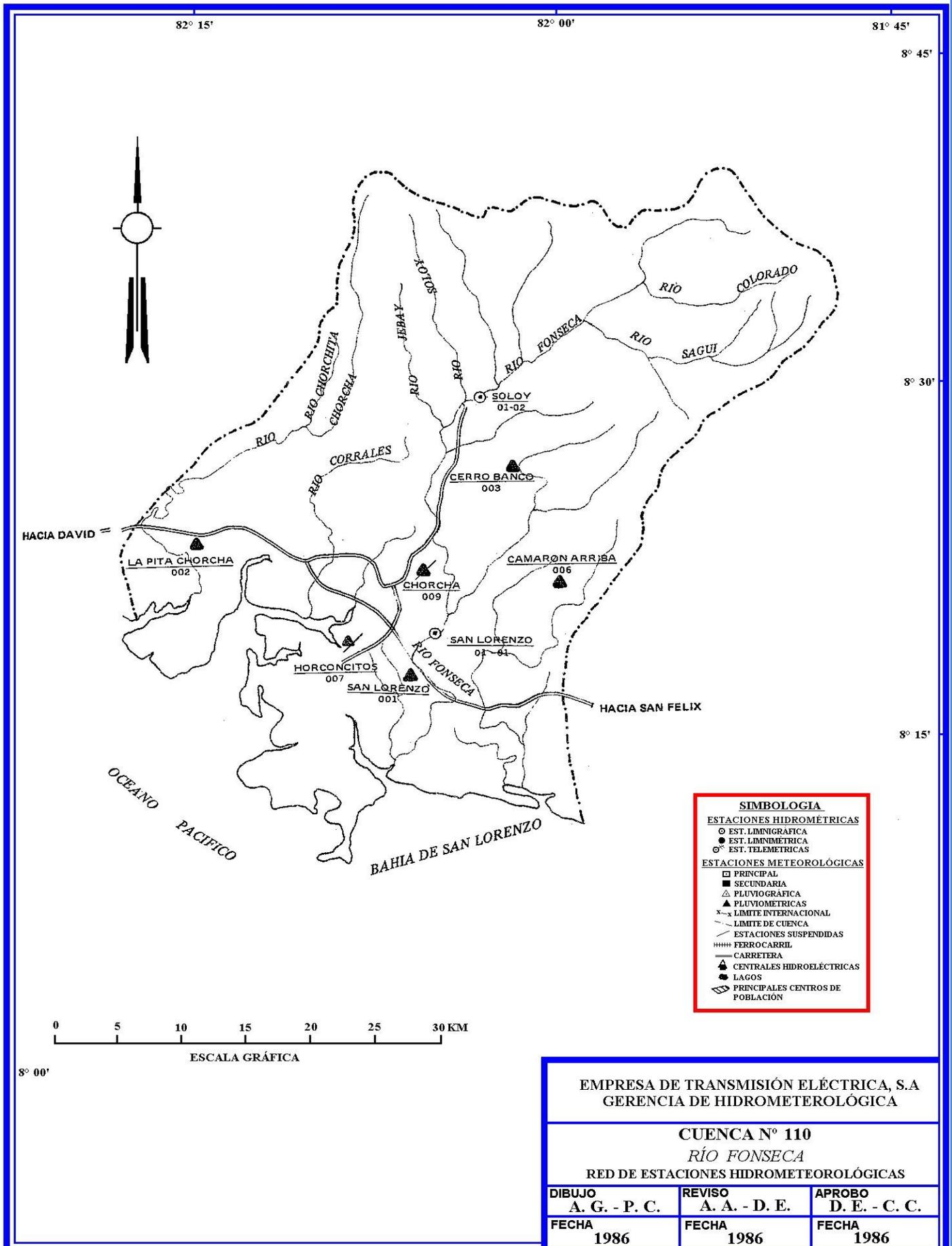


Fig. 36

3.9 Cuenca del Río Fonseca

Cuenca 110

La cuenca del río Fonseca se encuentra localizada en la parte central de la provincia de Chiriquí, entre las coordenadas $8^{\circ} 15'$ y $8^{\circ} 45'$ Latitud Norte y $82^{\circ} 20'$ y $81^{\circ} 49'$ Longitud Oeste.

El área de drenaje de la cuenca es de $1,661 \text{ Km}^2$, hasta la desembocadura al mar y la longitud del río principal es de 90 Km . La elevación media de la cuenca es de 260 msnm y el punto más alto se encuentra sobre el Cerro Chorcha, ubicado al noroeste de la cuenca, con una elevación de $2,238 \text{ msnm}$.

3.9.1 Estación Hidrológica Fonseca, San Lorenzo

Localizada a aproximadamente 2 km aguas arriba del poblado de San Lorenzo, en el río Fonseca, en la provincia de Chiriquí, distrito de San Lorenzo, corregimiento de San Lorenzo, entre las coordenadas $8^{\circ} 20'$ Latitud Norte y $82^{\circ} 06'$ Longitud Oeste. Su elevación es de 20 msnm y el área de drenaje es de 721 Km^2 . En abril de 1957, la estación fue equipada con un limnógrafo Stevens A-35. En mayo de 1999, se instaló un equipo automático.



Fig. 37 Técnico hidromensor instruyendo a estudiantes en medición de caudal por el método de aforo por vadeo.

3.9.2 Estación Hidrológica Fonseca, Ante Soloy

Localizada en el río Fonseca, a aproximadamente 500 m aguas arriba de la confluencia con el río Soloy, en la provincia de Chiriquí, distrito de Tolé, corregimiento de Chichica, entre las coordenadas $8^{\circ} 30'$ Latitud Norte y $82^{\circ} 04'$ Longitud Oeste. Su elevación es de 150 msnm y el área de drenaje es de 406 Km^2 . En septiembre de 1975, la estación fue equipada con un limnógrafo Stevens A-35.

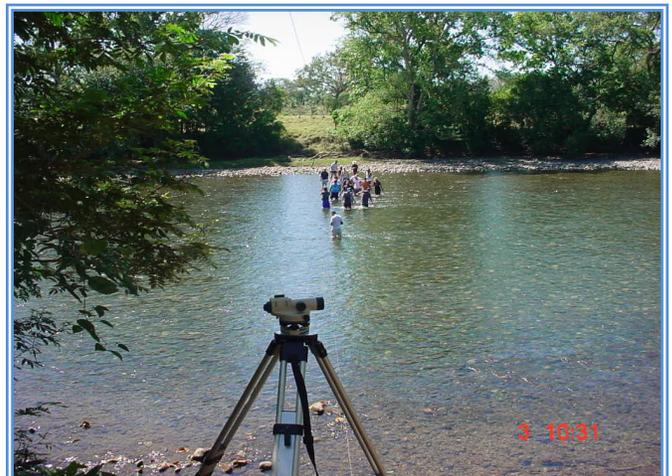


Fig. 38 Levantamiento topográfico de la sección transversal de aforo, del río Fonseca en Soloy.

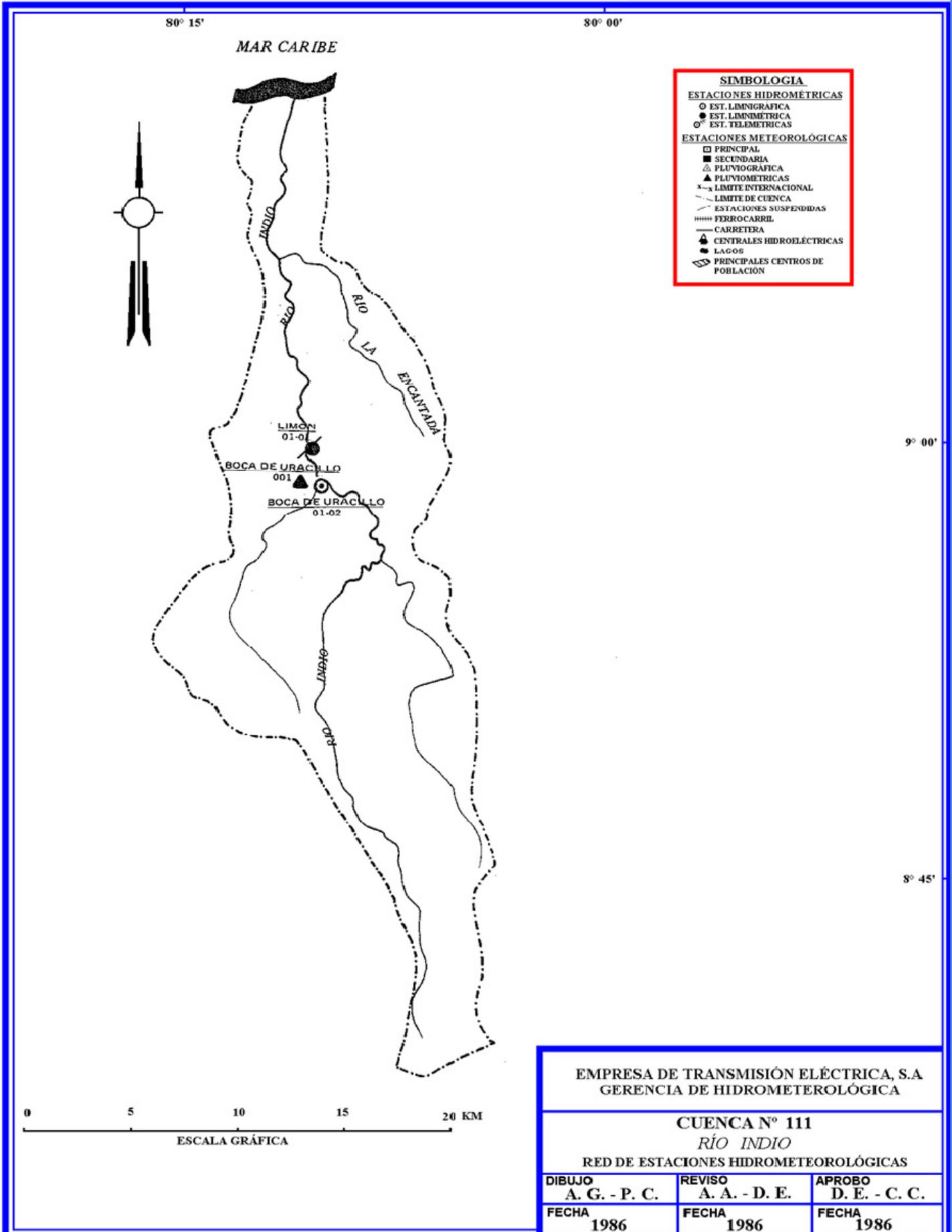


Fig. 39



3.10 Cuenca del Río Indio

Cuenca 111

La cuenca del río Indio se encuentra localizada en la provincia de Colón, entre las coordenadas 8° 35' y 9° 15' Latitud Norte y 80° 10' y 80° 20' Longitud Oeste.

El área de drenaje de la cuenca es de 567 Km², hasta la desembocadura al mar y la longitud del río principal es de 92 Km. La elevación media de la cuenca es de 70 msnm. y el punto más alto se encuentra en las faldas del cerro Gaital, ubicado al sur de la cuenca, con una elevación 900 msnm.

3.10.1 Estación Hidrológica Indio, Boca de Uracillo

Localizada en la orilla izquierda del río Indio, a aproximadamente 1,500 m de la desembocadura del río Uracillo, al final del pueblo del mismo nombre, en la provincia de Colón, distrito de Donoso, corregimiento de Río Indio, entre las coordenadas 8° 58' Latitud Norte y 80° 11' Longitud Oeste. Su elevación es de 8 msnm. y el área de drenaje es de 365 Km². En agosto de 1979, la estación fue equipada con un limnígrafo Stevens A-35. Hasta mayo de 2002, la estación fue operada por ETESA. Después de esta fecha, la estación ha sido operada por la ACP.



3.11 Cuenca del Río San Félix

Cuenca 112

La cuenca del río San Félix se encuentra localizada en el sector oriental de la provincia de Chiriquí, entre las coordenadas 8° 00' y 8° 30' Latitud Norte y 81° 41' y 82° 00' Longitud Oeste.

El área de drenaje de la cuenca es de 1,237 Km²., hasta la desembocadura al mar y la longitud del río principal es de 67 Km. La elevación media de la cuenca es de 200 msnm. y el punto más alto se encuentra sobre el Cerro Santiago, ubicado en la parte nororiental de la cuenca, con una elevación de 2,226 msnm.

3.11.1 Estación Hidrológica San Félix, El Guabo

Localizada a aproximadamente 1,500 m. aguas arriba del puente del río San Félix, en la carretera que va hacia Cerro Colorado, en la provincia de Chiriquí, distrito de San Lorenzo, corregimiento de cerro Banco, entre las coordenadas 8° 19' Latitud Norte y 81° 50' Longitud Oeste. Su elevación es de 95 msnm y el área de drenaje es de 198 Km². En julio de 1983, la estación fue equipada con un limnógrafo Stevens A-35.

3.11.2 Estación Hidrológica San Félix, Interamericana

Localizada a aproximadamente 60 m. aguas arriba del puente del río San Félix, en la carretera interamericana, a 1 kilómetro del cruce de las Lajas en San Félix, en la provincia de Chiriquí, distrito de San Félix, corregimiento de San Félix, entre las coordenadas 8° 16' Latitud Norte y 81° 02' Longitud Oeste. Su elevación es de 60 msnm y el área de drenaje es de 281 Km². En mayo de 1971, la estación fue equipada con un limnógrafo Stevens A-35.

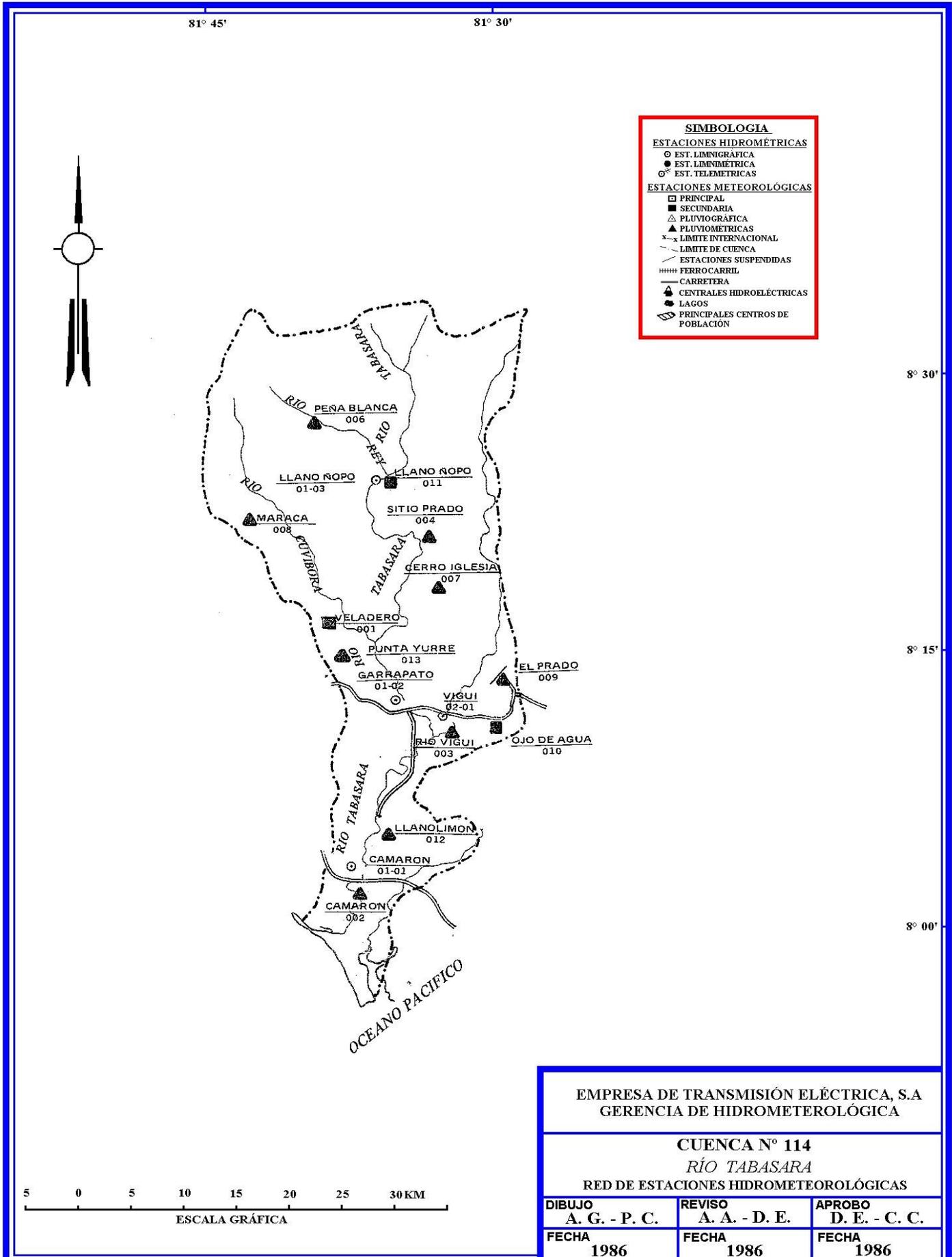


Fig. 41

3.12 Cuenca del Río Tabasará

Cuenca 114

La cuenca del río Tabasará se encuentra localizada al suroeste del país, en la vertiente del Pacífico, entre las provincias de Chiriquí y Veraguas, entre las coordenadas 7° 57' y 8° 35' Latitud Norte y 81° 28' y 81° 46' Longitud Oeste.

El área de drenaje de la cuenca es de 1,211 Km²., hasta la desembocadura al mar y la longitud del río principal es de 132 Km. La elevación media de la cuenca es de 200 msnm y el punto más alto se encuentra sobre el Cerro Santiago, ubicado al noroeste de la cuenca, con una elevación de 2,226 msnm.

3.12.1 Estación Hidrológica Tabasará, Llano Ñopo

Localizada en la Serranía del Tabasará (territorio Ngöbe-Buglé), en la Provincia de Chiriquí, distrito de Tolé, corregimiento de Chichica, entre las coordenadas 8° 25' Latitud Norte y 81° 37' Longitud Oeste. Su elevación es de 320 msnm. y el área de drenaje es de 286 Km².

La sección de aforo se ubica debajo del cablevía a aproximadamente 650 metros aguas abajo del limnógrafo, en donde estaba ubicada la estación limnimétrica esta sección es irregular y dispareja, ya que el flujo esta recargado hacia la orilla derecha (más profundo y más rápido) y el fondo está formado de cantos rodados. En octubre de 1973 comenzó a funcionar como estación limnimétrica. En Julio de 1974 fue equipada con un limnógrafo Stevens A-35



Fig. 42 Limnógrafo construido sobre la roca que sirve de protección contra crecidas del río.

3.12.2 Estación Hidrológica Tabasará, Garrapato

Localizada en el río Tabasará en la carretera interamericana, a aproximadamente 4 Km. aguas arriba del puente sobre el río Tabasará en la carreta panamericana, en la provincia de Chiriquí, distrito de Tolé, corregimiento de Tolé, entre las coordenadas 8° 13' Latitud Norte y 81° 36' Longitud Oeste. Su elevación es de 65 msnm y el área de drenaje es de 677 Km².

En septiembre de 1973, la estación fue equipada con un limnógrafo Stevens A-35.

3.12.3 Estación Hidrológica Tabasará, Camarón

Localizada a aproximadamente 1,500 m. aguas arriba del puente sobre el río Tabasará en la carretera vía Soná a Guabalá, en la provincia de Veraguas, distrito de Las Palmas, corregimiento de Puerto Vidal, entre las coordenadas 8° 04' Latitud Norte y 81° 38' Longitud Oeste. Su elevación es de 15 msnm. y el área de drenaje es de 1,149 Km². En mayo de 1956, la estación fue equipada con un limnógrafo Stevens A-35.

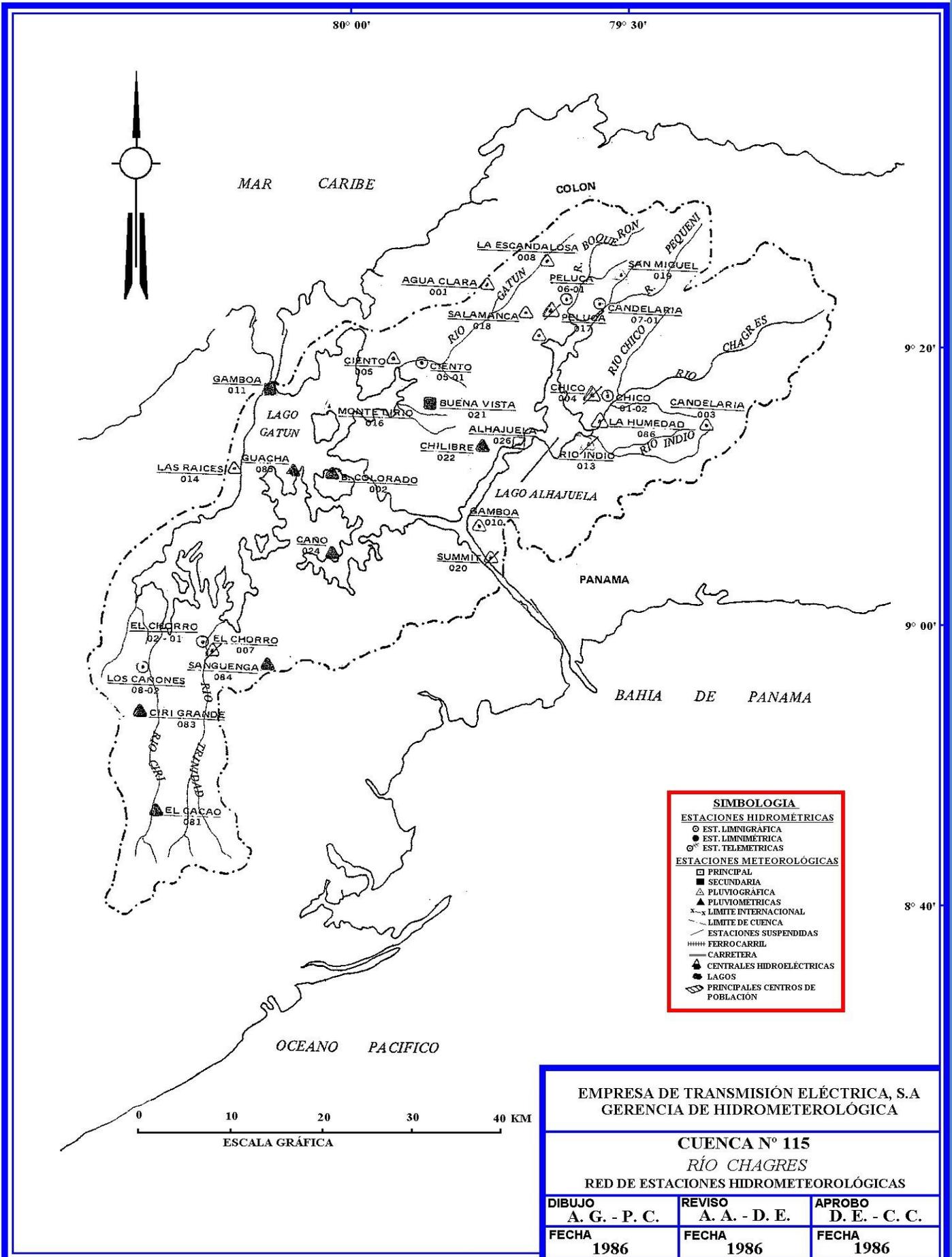


Fig. 43



3.12 Cuenca del Río Chagres

Cuenca 115

La cuenca del río Chagres o cuenca del canal se encuentra localizada en el área central del país y abarca parte de la provincia de Panamá y Colón, entre las coordenadas 8° 38' y 9° 31' Latitud Norte y 79° 15' y 80° 06' Longitud Oeste.

El área de drenaje de la cuenca es de 3,317 Km²., hasta la desembocadura al mar, siendo el río Chagres el más importante de la cuenca. La elevación media de la cuenca es de 100 msnm y el punto más alto se encuentra en el extremo suroeste, con una elevación de 1,010 msnm., cerca del nacimiento del río Cirí.

3.12.1 Estación Hidrológica Chagres, Chico

Localizada a aprox. 2 km. aguas arriba de la comunidad Emberá, en la provincia de Panamá, distrito de Panamá, entre las coordenadas 9° 15' de latitud Norte y 79° 30' de longitud Oeste. Su elevación es de 104 msnm. y el área de drenaje es de 414 Km². En marzo de 1933, fue equipada con un limnógrafo Stevens A-35.

3.12.2 Estación Hidrológica Pequení, Candelaria

Localizada a aprox. 600 m. aguas arriba de la confluencia del río Pequení con la quebrada Candelaria, en la provincia de Panamá, distrito de Panamá, cerca del poblado de San Juan de Pequení Rural, frente a la escuela San Juan de Pequení Indígena, entre las coordenadas 9° 22' de latitud Norte y 79° 30' de longitud Oeste. Su elevación es de 97.5 msnm. y el área de drenaje es de 135 Km². En septiembre de 1933, fue equipada con un limnógrafo Stevens A-35.

3.12.3 Estación Hidrológica Boquerón, Peluca

Localizada a aprox. 400 m aguas abajo de su confluencia con la quebrada Peluca, en la provincia de Colón, distrito de Colón, en el poblado de Boquerón Arriba, frente a la escuela del mismo nombre, entre las coordenadas 9° 22' de latitud Norte y 79° 33' de longitud Oeste. Su elevación es de 107 msnm. y el área de drenaje es de 91

Km². En septiembre de 1933, fue equipada con un limnógrafo Stevens A-35.

3.12.4 Estación Hidrológica Gatún, El Ciento

Localizada a aprox. 6.4 km. aguas arriba del puente de la Transistmica, en la provincia de Colón, distrito de Colón, entre las coordenadas 9° 17' de latitud Norte y 79° 43' de longitud Oeste. Su elevación es de 38 msnm. y el área de drenaje es de 117 Km². En abril de 1943, fue equipada con un limnógrafo Stevens A-35.

3.12.5 Estación Hidrológica Trinidad, El Chorro

Localizada a aprox. 1.2 km. aguas arriba del Puerto de Trinidad, cerca del poblado Los Chorros de Trinidad, en el distrito de Capira, provincia de Panamá, entre las coordenadas 8° 58' de latitud Norte y 79° 59' de longitud Oeste. Su elevación es de 43 msnm. y el área de drenaje es de 174 Km². En septiembre de 1947, fue equipada con un limnógrafo Stevens A-35.

3.12.6 Estación Hidrológica Cirí Grande, Los Cañones

Localizada a aprox. 3.2 km. aguas arriba del poblado Los Chorros de Cirí, en la provincia de Panamá, distrito de Capira, entre las coordenadas 8° 56' de latitud Norte y 80° 03' de longitud Oeste. Su elevación es de 43 msnm y el área de drenaje es de 186 Km². En septiembre de 1947, fue equipada con un limnógrafo Stevens A-35 hasta 1959, luego en julio de 1978, fue reinstalada.

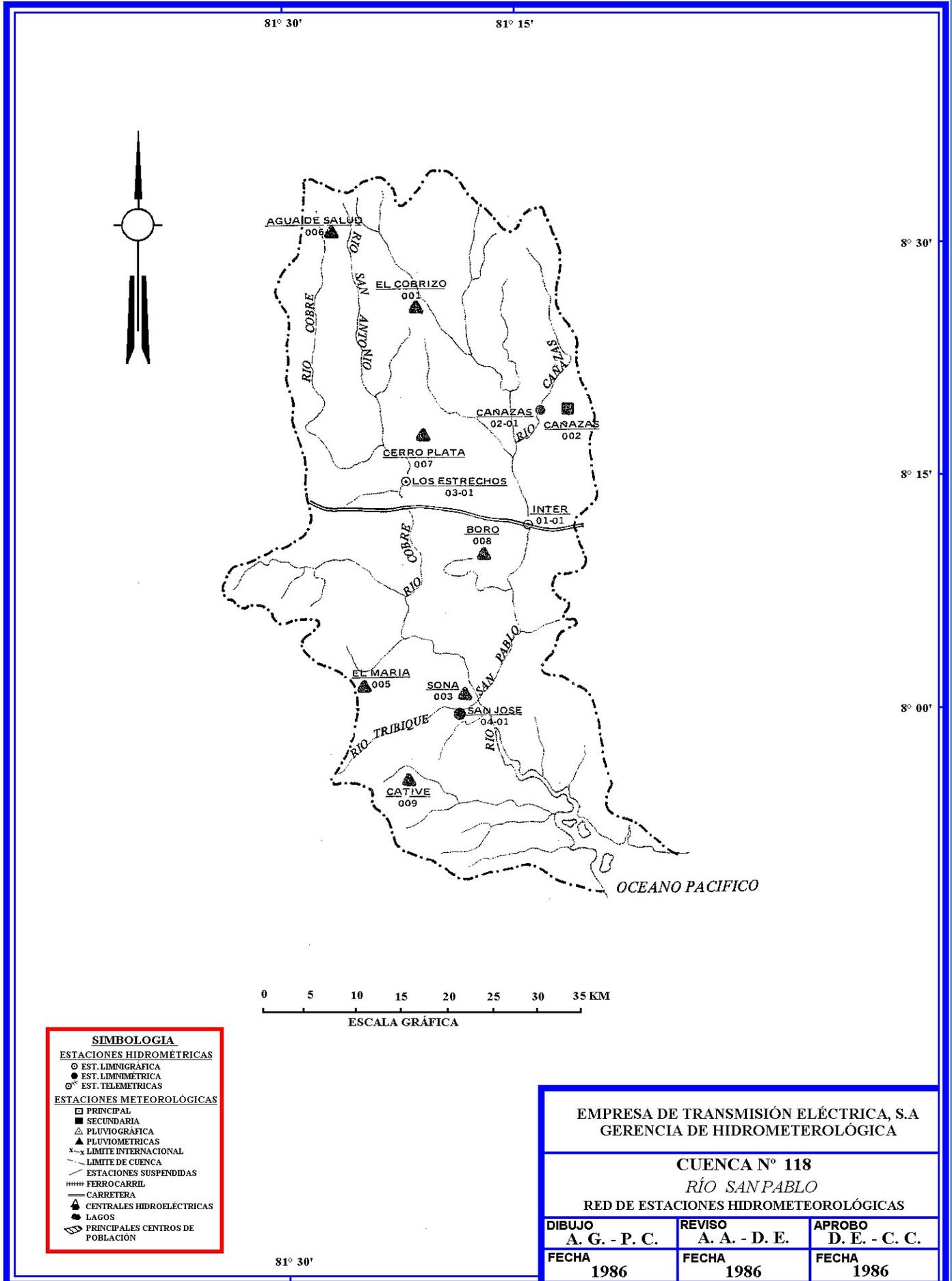


Fig. 44

3.13 Cuenca del Río San Pablo

Cuenca 118

La cuenca del río San Pablo se encuentra localizada en la vertiente del Pacífico, al suroeste de la provincias Veraguas, entre las coordenadas $7^{\circ} 48'$ y $8^{\circ} 35'$ Latitud Norte y $81^{\circ} 05'$ y $81^{\circ} 31'$ Longitud Oeste.

El área de drenaje de la cuenca es de 2,453 Km²., hasta la desembocadura al mar y la longitud del río principal es de 148 Km. La elevación media de la cuenca es de 260 msnm. y el punto más alto se encuentra en el nacimiento del río San Pablo, ubicado al norte de la cuenca, con una elevación de 1,820 msnm.

3.13.3 Estación Hidrológica Cobre, Los Estrechos

Localizada aguas arriba del puente del río Cobre en la carretera interamericana, cerca del Alto de los Ruices, en el lugar llamado Los Estrechos, en la provincia de Veraguas, distrito de La Mesa, corregimiento de San Bartolo, entre las coordenadas $8^{\circ} 14'$ Latitud Norte y $81^{\circ} 23'$ Longitud Oeste. Su elevación es de 60 msnm. y el área de drenaje es de 483 Km². En septiembre de 1971, la estación fue equipada con un limnógrafo Stevens A-35.

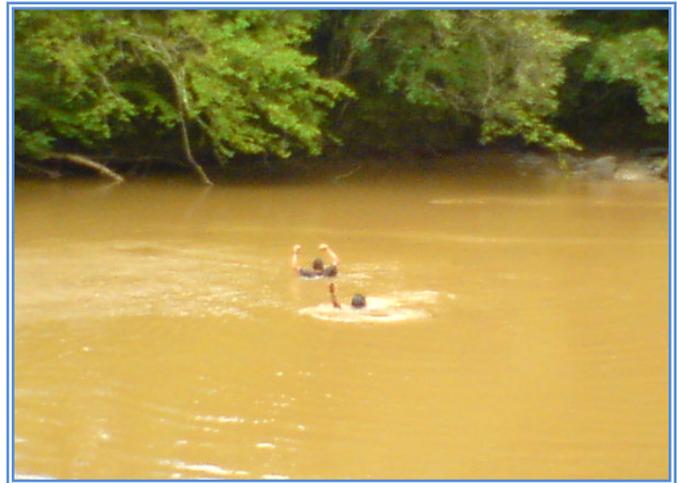


Fig. 45 Vadeando el Río Cobre.

3.13.1 Estación Hidrológica San Pablo, Interamericana

Localizada a aproximadamente 275 m aguas arriba del puente sobre el río San Pablo en la carretera interamericana, en la provincia de Veraguas, distrito de La Mesa, corregimiento de Bisvalles, entre las coordenadas $8^{\circ} 12'$ Latitud Norte y $81^{\circ} 15'$ Longitud Oeste. Su elevación es de 40 msnm. y el área de drenaje es de 745 Km². En junio de 1956, la estación fue equipada con un limnógrafo Stevens A-35.

3.13.2 Estación Hidrológica Cañazas, Cañazas

Localizada a aproximadamente 4 Km. aguas arriba del pueblo de Cañazas, en la provincia de Veraguas, distrito de Cañazas, corregimiento de Cañazas, entre las coordenadas $8^{\circ} 19'$ Latitud Norte y $81^{\circ} 14'$ Longitud Oeste. Su elevación es de 120 msnm. y el área de drenaje es de 122 Km². En junio de 1956 la estación está equipada con un juego de reglas que permite leer los niveles de agua hasta 3 metros.

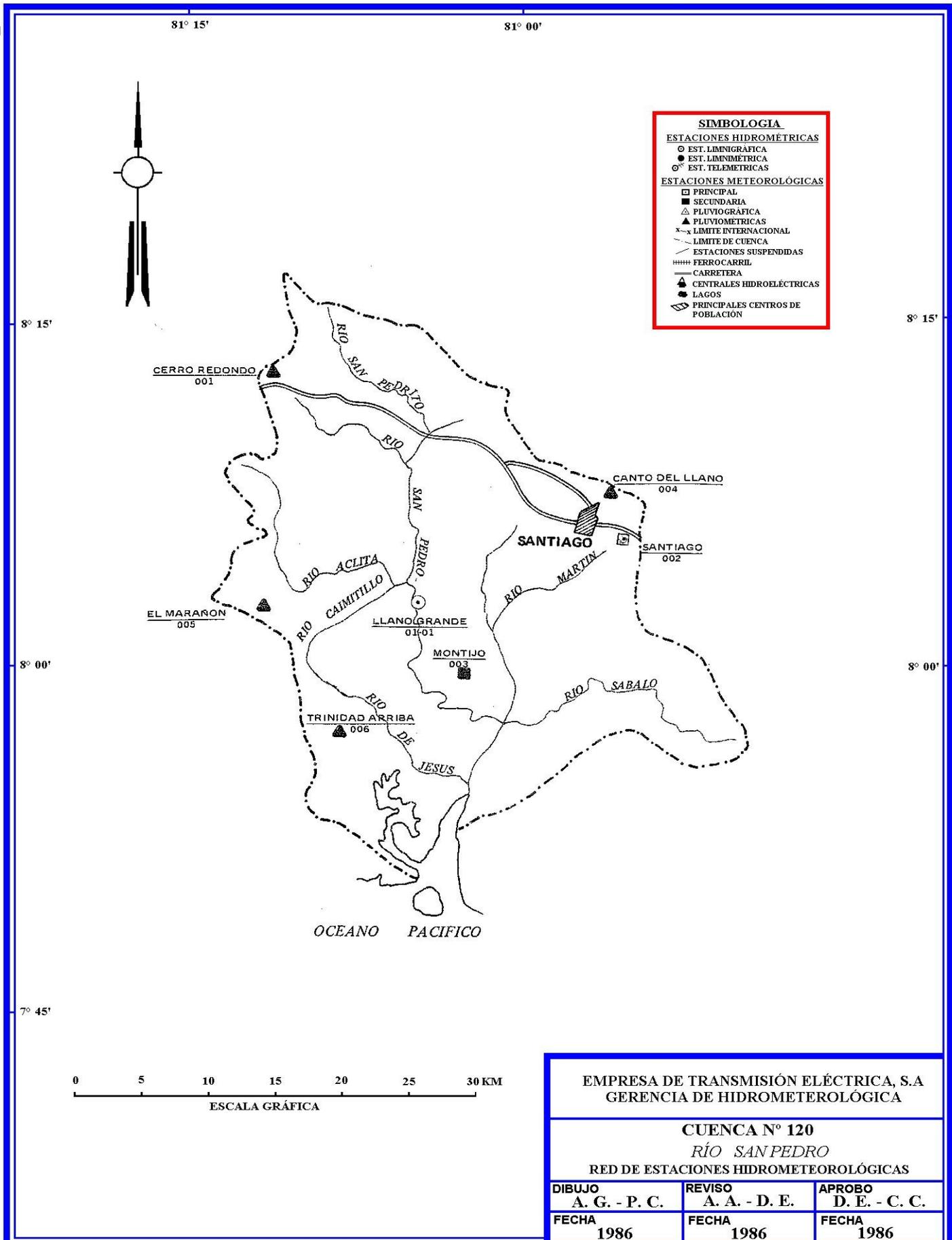


Fig. 46

3.14 Cuenca del Río San Pedro Cuenca 120

3.14.1 Estación Hidrológica San Pedro, Llano Grande

Localizada a aproximadamente 1.5 Km. aguas abajo del puente sobre el río San Pedro en la carretera interamericana, en la provincia de Veraguas, distrito de Río de Jesús, corregimiento de Los Castillos, entre las coordenadas 8° 03' Latitud Norte y 81° 05' Longitud Oeste. Su elevación es de 30 msnm y el área de drenaje es de 407 Km². En octubre de 1971, la estación fue equipada con un limnógrafo Stevens A-35.



Fig. 47 Crecida del río San Pedro.



Fig. 48 Aforo de crecida desde el cablevía del río San Pedro, en Llano Grande.

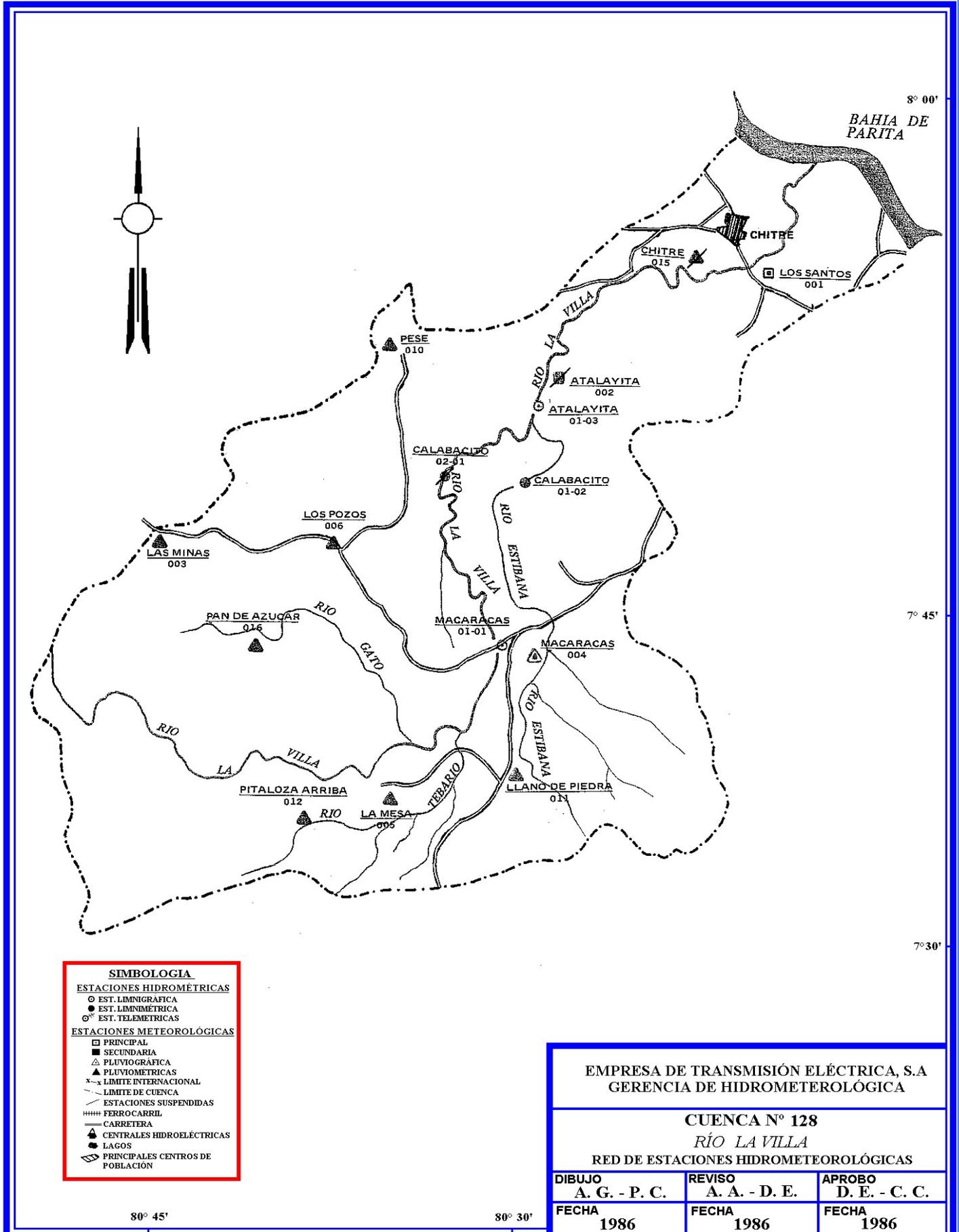


Fig. 49

3.15 Cuenca del Río La Villa

Cuenca 128

La cuenca del río La Villa se encuentra localizada en la península de Azuero, entre las provincias de Herrera y Los Santos, entre las coordenadas 7° 30' y 8° 00' Latitud Norte y 80° 12' y 80° 50' Longitud Oeste.

El área de drenaje de la cuenca es de 1,269 Km²., hasta la desembocadura al mar y la longitud del río principal es de 125 Km. La elevación media de la cuenca es de 135 msnm. y el punto más alto se encuentra en el Cerro El Mangüillo, ubicado al suroeste de la cuenca, con una elevación de 918 msnm.

3.15.1 Estación Hidrológica La Villa, Macaracas

Localizada a aproximadamente 40 m. aguas arriba del puente sobre el río La Villa, en la provincia de Los Santos, distrito de Macaracas, corregimiento de Macaracas, entre las coordenadas 7° 44' Latitud Norte y 80° 33' Longitud Oeste. Su elevación es de 80 msnm y el área de drenaje es de 512 Km².n mayo de 1959, la estación fue equipada con un limnígrafo Stevens A-35.

de Los Santos, corregimiento de Los Santos, entre las coordenadas 7° 52' Latitud Norte y 80° 32' Longitud Oeste. Su elevación es de 25 msnm. y el área de drenaje es de 1,000 Km². En mayo de 1964, fue equipada con un limnígrafo Stevens A-35.



Fig. 50 Pozo amortiguador de la estación hidrológica Macaracas, reconstruido a fines del año 2007.

3.15.2 Estación Hidrológica La Villa, Atalayita

Localizada en la población de Atalayita, a aproximadamente 1 Km. aguas abajo de la confluencia con el río Estibaná, en el río La Villa, en la provincia de Los Santos, distrito

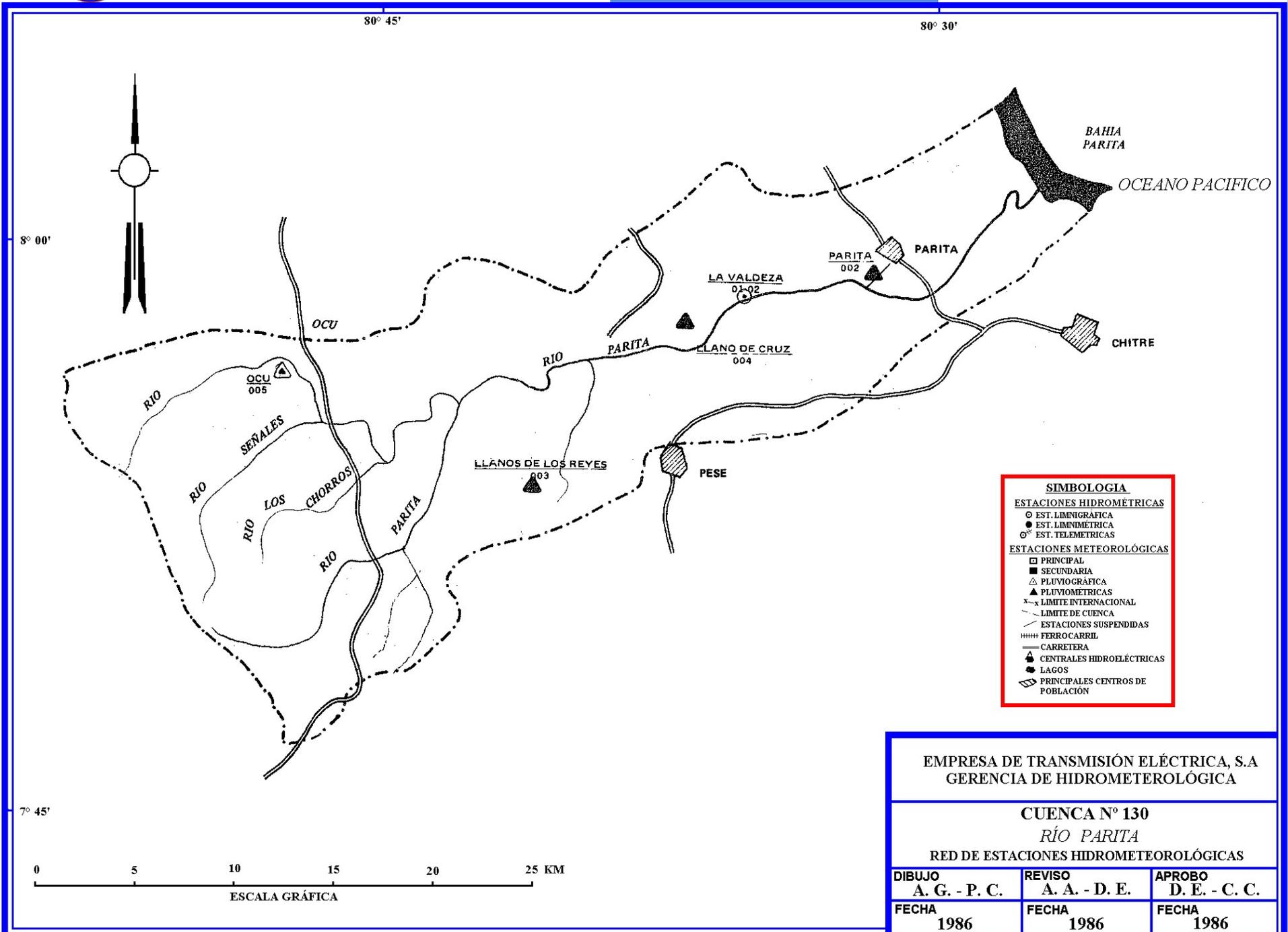


Fig. 51



3.16 Cuenca del Río Parita

Cuenca 130

La cuenca del río Parita se encuentra localizada en la provincia de Herrera, entre las coordenadas 7° 45' y 8° 05' Latitud Norte y 80° 20' y 80° 50' Longitud Oeste.

El área de drenaje de la cuenca es de 572 Km²., hasta la desembocadura al mar y la longitud del río principal es de 70 Km. La elevación media de la cuenca es de 35 msnm. y el punto más alto se encuentra en el Cerro Limón, ubicado al suroeste de la cuenca, con una elevación de 466 msnm.

3.16.1 Estación Hidrológica Parita, La Valdesa

Localizada en la orilla izquierda del río Parita, a aproximadamente 250 m. aguas arriba del paso de La Valdesa, en la provincia de Herrera, distrito de Parita, corregimiento de Portobelillo, entre las coordenadas 7° 59' Latitud Norte y 80° 35' Longitud Oeste. Su elevación es de 20 msnm. y el área de drenaje es de 451 Km². En enero de 1973, la estación fue equipada con un limnógrafo Stevens A-35.

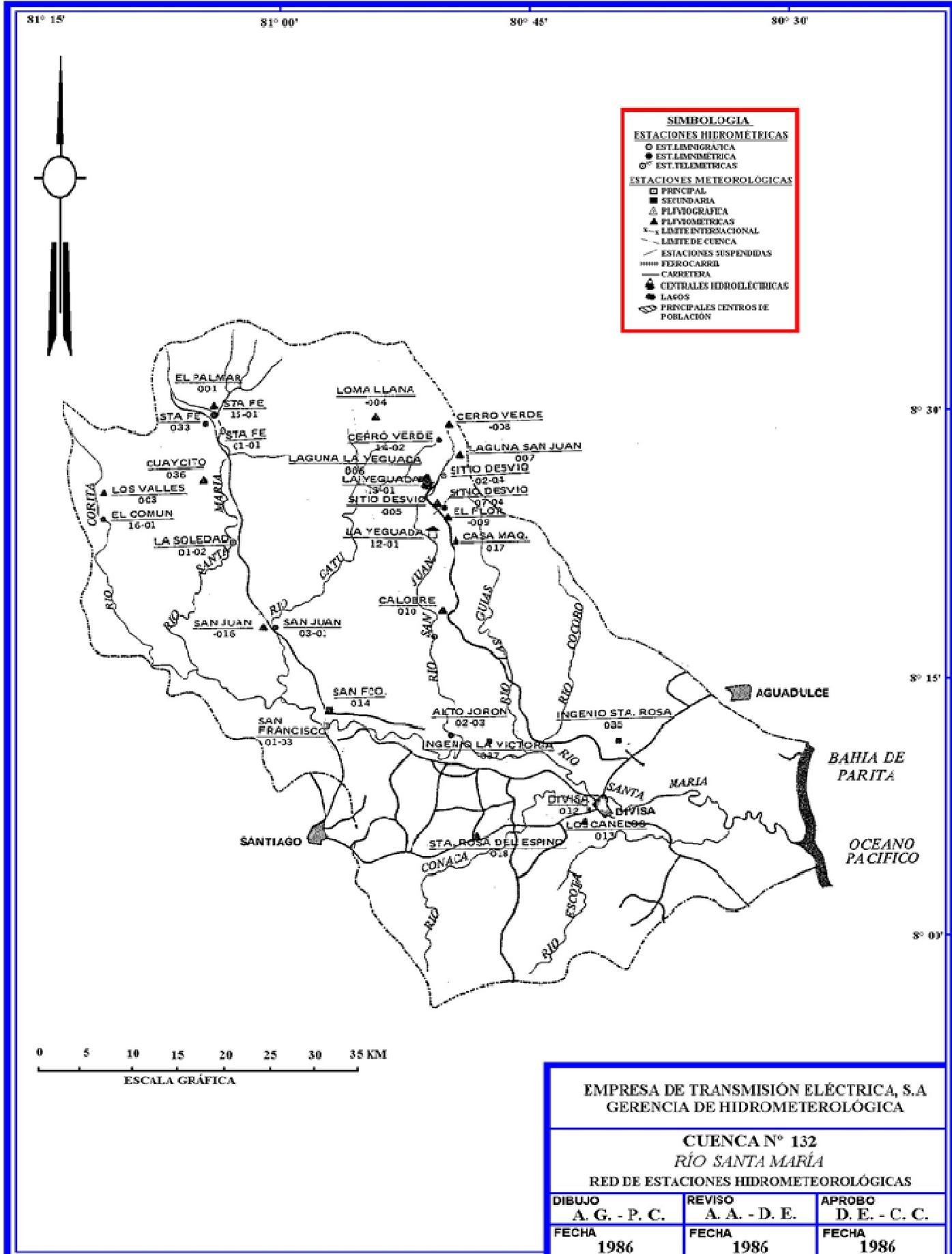


Fig. 52

3.17 Cuenca del Río Santa María

Cuenca 132

La cuenca del río Santa María se encuentra localizada en la vertiente del Pacífico, en la provincia de Veraguas y parte de Herrera, entre las coordenadas $8^{\circ} 00'$ y $8^{\circ} 35'$ Latitud Norte y $80^{\circ} 30'$ y $81^{\circ} 15'$ Longitud Oeste.

El área de drenaje de la cuenca es de 3,326 Km²., hasta la desembocadura al mar y la longitud del río principal es de 168 Km. La elevación media de la cuenca es de 200 msnm. y el punto más alto se encuentra en la cordillera central, con una elevación de 1,528 msnm.

3.17.1 Estación Hidrológica Santa María, Santa Fe

Localizada en la orilla izquierda del río Santa María, aguas abajo del poblado de Santa Fe, en un lugar llamado las Trancas, en la provincia de Veraguas, distrito de Santa Fe, corregimiento de Santa Fe, entre las coordenadas $8^{\circ} 31'$ Latitud Norte y $81^{\circ} 04'$ Longitud Oeste. Su elevación es de 380 msnm. y el área de drenaje es de 185 Km². En mayo de 1957, la estación fue equipada con un limnógrafo Stevens A-35.



Fig. 53 Torre y carro de aforo en el río Santa María en Santa Fe.

3.17.2 Estación Hidrológica Santa María, La Soledad

Localizada a aproximadamente 300 m. aguas arriba de los cerros El Mielar y El Viento, en la carretera vía San Francisco a Santa Fé, en la provincia de Veraguas, distrito de San Francisco, corregimiento de San Juan, entre las coordenadas $8^{\circ} 24'$ Latitud Norte $81^{\circ} 03'$ Longitud Oeste. Su elevación es de 180 msnm. y el área de drenaje es de 337 Km². En julio de 1964, la estación fue equipada con un limnógrafo Stevens A-35.

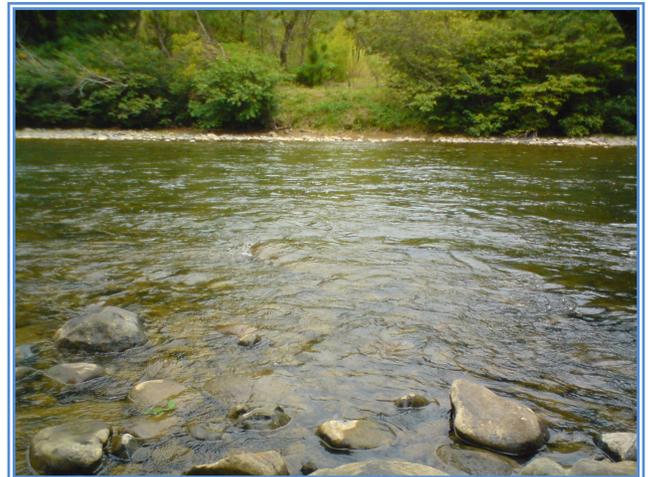


Fig. 54 Río Santa María en La Soledad.



3.17.4 Estación Hidrológica San Juan, Sitio de Desvío

Localizada a aproximadamente 10 metros aguas arriba del vertedero que desvía el río San Juan, hacia las quebradas Las Lajas, en la provincia de Veraguas, distrito de Calobre, corregimiento de La Yeguada, entre las coordenadas 8° 28' Latitud Norte y 80° 51' Longitud Oeste. Su elevación es de 690 msnm y el área de drenaje es de 19.3 Km².

En abril de 1967, la estación fue equipada con un limnógrafo Stevens A-35.

Nota: En esta estación solo se calculan los caudales que se derivan hacia la Laguna La Yeguada hasta el nivel 0.91 metros, ya que arriba de este nivel (cresta del vertedero de desvío) las aguas vierten hacia el cauce viejo del río San Juan.

3.17.3 Estación Hidrológica Santa María, San Francisco

Localizada en la margen derecha del puente sobre el río Santa María en la carretera de Santiago a San Francisco, en la provincia de Veraguas, distrito de San Francisco, corregimiento de San Francisco, entre las coordenadas 8° 13' Latitud Norte 80° 58' Longitud Oeste. Su elevación es de 55 msnm y el área de drenaje es de 1,370 Km². En abril de 1955 la estación fue equipada con un limnógrafo Stevens A-35. En mayo de 1999, se instaló un equipo automático.

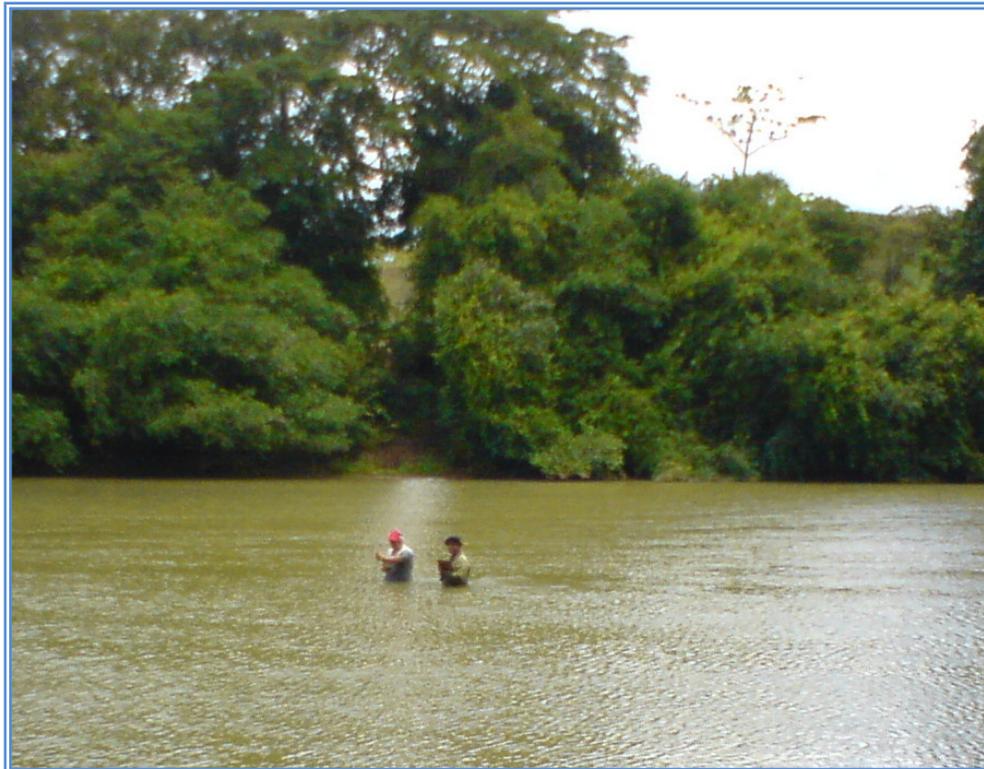


Fig. 55 Técnico hidromensor y ayudante en el río Santa María en San Francisco.

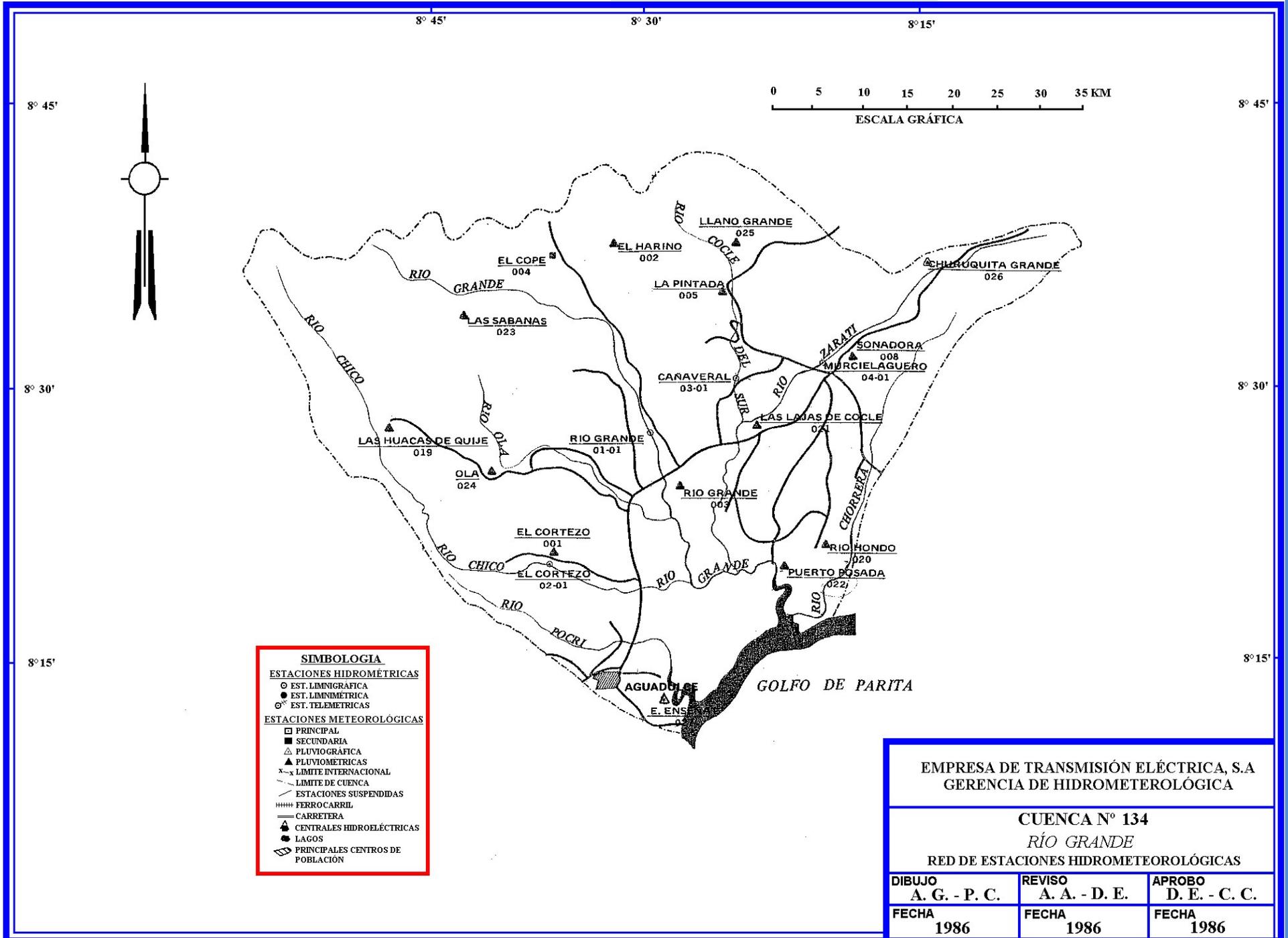


Fig. 56



3.18 Cuenca del Río Grande

Cuenca 134

La cuenca del río Grande se encuentra localizada en la vertiente del Pacífico, en la provincia de Coclé, entre las coordenadas 8° 11' y 8° 43' Latitud Norte y 80° 07' y 80° 53' Longitud Oeste. El área de drenaje de la cuenca es de 2,515 Km²., hasta la desembocadura al mar y la longitud del río principal es de 94 Km. La elevación media de la cuenca es de 150 msnm. y el punto más alto se encuentra en la cordillera central, con una elevación de 1,448 msnm.

3.18.1 Estación Hidrológica Río Grande, Río Grande

Localizada a aprox. 4.6 Km. aguas arriba de la carretera interamericana, en el río Grande, en la provincia de Coclé, distrito de Penonomé, corregimiento de Río Grande, entre las coordenadas 8° 26' Latitud Norte y 80° 30' Longitud Oeste. Su elevación es de 15 msnm. y el área de drenaje es de 471 Km². En julio de 1955, fue equipada con un limnógrafo Stevens A-35.

3.18.2 Estación Hidrológica Chico, El Cortezo

Localizada en la población del Cortezo, a aprox. 100 m. aguas arriba del camino que va al río, en el río, en la provincia de Coclé, distrito de Natá, corregimiento de Toza, entre las coordenadas 8° 21' Latitud Norte y 80° 36' Longitud Oeste. Su elevación es de 30 msnm. y el área de drenaje es de 316 Km². En mayo de 1955, fue equipada con un limnógrafo Stevens A-35.

3.18.4 Estación Hidrológica Zaratí, Murcielaguero

Localizada en el camino que conduce a Sardinas, aprox. 800 m de Penonomé, en la margen derecha del río aguas abajo del puente murcielaguero, en la provincia de Coclé, distrito de Penonomé, corregimiento de Penonomé, entre las coordenadas 8° 32' Latitud Norte y 80° 22' Longitud Oeste. Su elevación es de 53 msnm y el área de drenaje es de 138 Km². En septiembre de 1968, fue equipada con un limnógrafo Stevens A-35.

3.18.3 Estación Hidrológica Coclé Del Sur, Cañaverál

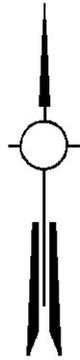
Localizada en la margen izquierda del río, a aproximadamente 500 m. aguas arriba del cruce del camino que va de Cañaverál a la población de Cermeño, en la provincia de Coclé, distrito de Penonomé, corregimiento de Cañaverál, entre las coordenadas 8° 30' Latitud Norte y 80° 26' Longitud Oeste. Su elevación es de 18 msnm y el área de drenaje es de 310 Km². En junio de 1968, fue equipada con un limnógrafo Stevens A-35.



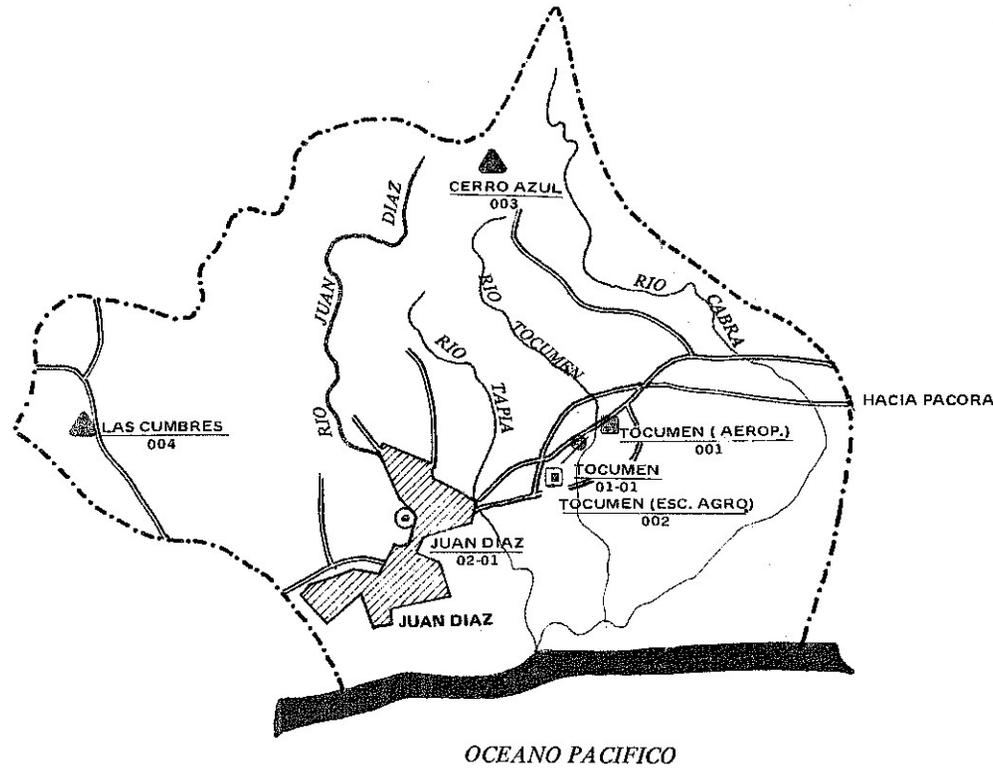
80° 00'

79° 30'

79° 15'



9° 15'



9° 00'

SIMBOLOGÍA	
ESTACIONES HIDROMÉTRICAS	
○	EST. LIMNIGRÁFICA
●	EST. LIMNIMÉTRICA
⊙	EST. TELEMÉTRICAS
ESTACIONES METEOROLÓGICAS	
□	PRINCIPAL
■	SECUNDARIA
△	PLUVIOGRÁFICA
▲	PLUVIOMÉTRICAS
—x—x—	LÍMITE INTERNACIONAL
- - -	LÍMITE DE CUENCA
—	ESTACIONES SUSPENDIDAS
	FERROCARRIL
—	CARRETERA
▲	CENTRALES HIDROELÉCTRICAS
●	LAGOS
▨	PRINCIPALES CENTROS DE POBLACIÓN



EMPRESA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA, S.A. GERENCIA DE HIDROMETEOROLÓGICA		
CUENCA N° 144 RÍO JUAN DÍAZ Y ENTRE R. JUAN DÍAZ Y R. PACORA RED DE ESTACIONES HIDROMETEOROLÓGICAS		
DIBUJO A. G. - P. C.	REVISO A. A. - D. E.	APROBO D. E. - C. C.
FECHA 1986	FECHA 1986	FECHA 1986

Fig. 57



3.19 Cuenca del Río Juan Díaz

Cuenca 144

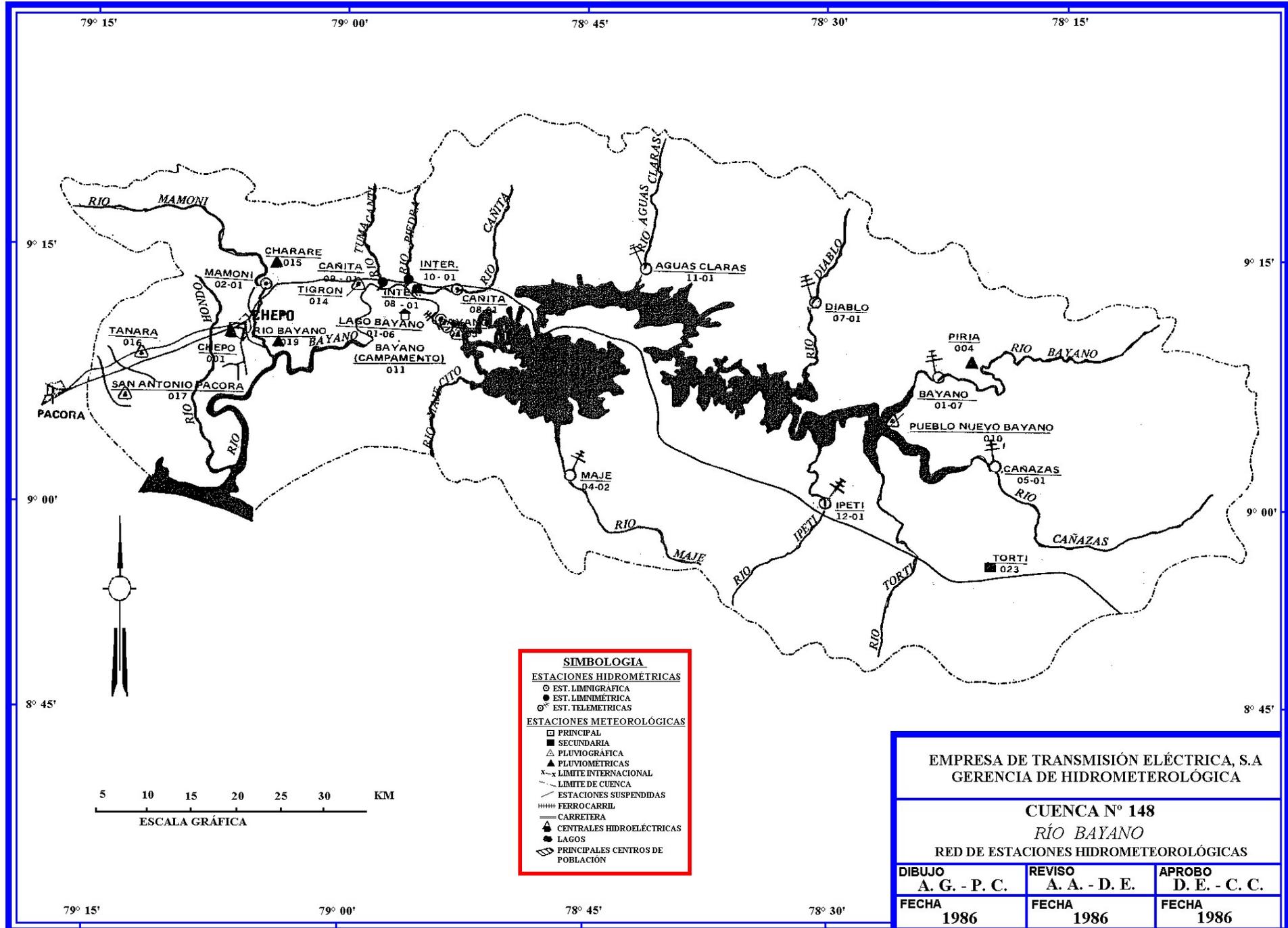
La cuenca del río Juan Díaz se encuentra localizada en la vertiente del Pacífico, en la provincia de Panamá, entre las coordenadas 9° 00' y 9° 13' Latitud Norte y 79° 18' y 79° 34' Longitud Oeste.

El área de drenaje de la cuenca es de 370 Km² hasta la desembocadura al mar y la longitud del río principal es de 22 Km. La elevación media de la cuenca es de 90 msnm y el punto más alto se encuentra en la parte noroeste de la cuenca, con una elevación de 800 msnm, en el área ubicada entre cerro Azul y cerro Jefe.

3.19.1 Estación Hidrológica Juan Díaz, Juan Díaz

Localizada a aproximadamente 200 m. aguas arriba del puente de la carretera de San Miguelito a Tocumen, en la provincia de Panamá, distrito de Panamá, corregimiento de Pedregal, entre las coordenadas 9° 03' Latitud Norte y 79° 26' Longitud Oeste. Su elevación es de 8 msnm y el área de drenaje es de 115 Km².

En abril de 1957, la estación fue equipada con un limnógrafo Stevens A-35.





3.20 Cuenca del Río Bayano

Cuenca 148

La cuenca del río Bayano se encuentra localizada en la vertiente del Pacífico, al Este de la provincia de Panamá, entre las coordenadas 8° 49' y 9° 23' Latitud Norte y 78° 04' y 74° 17' Longitud Oeste.

El área de drenaje de la cuenca es de 4,980 Km², hasta la desembocadura al mar y la longitud del río principal es de 215 Km. La elevación media de la cuenca es de 150 msnm y el punto más alto se encuentra en la cadena de montañas ubicadas en la parte sur (serranía de Maje y Cañazas) en el cerro Chucantí, con una elevación de 1,220 msnm.

3.20.3 Estación Hidrológica Cañazas, Ante Embalse

Localizada en el río Cañazas, a aprox. 30 Km. aguas arriba de su confluencia con el río Bayano, en la provincia de Panamá, distrito de Chepo, corregimiento de El Llano, entre las coordenadas 8° 58' Latitud Norte y 78° 17' Longitud Oeste. Su elevación es de 80 msnm y el área de drenaje es de 726 Km².

En septiembre de 1969, fue equipada con un limnógrafo Stevens A-35. En noviembre de 1996, se instaló un equipo automático.

3.20.5 Estación Hidrológica Cañita, Ante Bayano

Localizada en el carretera entre Cañita y el campamento Bayano, a aproximadamente 300 m. aguas arriba del puente que cruza el río, en la provincia de Panamá, distrito de Chepo, corregimiento de Cañita, entre las coordenadas 9° 13' Latitud Norte y 78° 55' Longitud Oeste. Su elevación es de 6 msnm. y el área de drenaje es de 202 Km². En abril de 1972, fue equipada con un limnógrafo Stevens A-35. En abril de 1997, se instaló un equipo automático.

3.20.4 Estación Hidrológica Diablo Ante Embalse

Localizada a aproximadamente 25 Km. aguas arriba de la confluencia con el río Bayano, en la provincia de Panamá, distrito de Chepo, corregimiento de Cañita, entre las coordenadas 9° 12' Latitud Norte y 78° 31'

Longitud Oeste. Su elevación de 70 msnm y el área de drenaje es de 103 Km².

En abril de 1971, fue equipada con un limnógrafo Stevens A-35. En febrero de 1996, se instaló un equipo automático.

3.20.1 Estación Hidrológica Bayano, Piriá

Localizada en la margen izquierda del río Bayano, a aproximadamente 2 Km. aguas arriba de la confluencia con el río Tiguaricua, en la provincia de Panamá, distrito de Chepo, corregimiento de Cañita, entre las coordenadas 9° 06' Latitud Norte y 78° 21' Longitud Oeste. Su elevación es de 65 msnm. y el área de drenaje es de 225 Km². En julio de 1978, fue equipada con un limnógrafo Stevens A-35. En enero de 1996, se instaló un equipo automático.



Fig. 59 Mantenimiento al carro de aforo sobre, río Piriá.

3.20.2 Estación Hidrológica Chepo, Mamóni

Localizada en el río Mamóni, a aproximadamente a 100 m. aguas arriba del puente en el camino que va de Chepo al Llano, en la provincia de Panamá, distrito de Chepo, corregimiento de Chepo, entre las coordenadas 9° 12' Latitud Norte y 79° 04' Longitud Oeste. Su elevación es de 20 msnm. y el área de drenaje es de 230 Km². En junio de 1957, la estación fue equipada con un limnógrafo Stevens A-35. En julio de 1997, se instaló un equipo automático.



Fig. 60 Pozo amortiguador, estación hidrológica río Mamóni.

20.6 Estación Hidrológica Aguas Claras, Aguas Claras

Localizada a aproximadamente 3.5 Km. aguas arriba del caserío Kuna de Aguas Claras, en la provincia de Panamá, distrito de Chepo, corregimiento de Cañita, entre las coordenadas 9° 14' Latitud Norte y 78° 41' Longitud Oeste. Su elevación es de 64 msnm. y el área de drenaje es de 72.8 Km². En agosto de 1977, la estación fue equipada con un limnógrafo Stevens A-35. En marzo de 1996, se instaló un equipo automático.



Fig. 61 Estación hidrológicas satelital y limnográfica, Aguas Claras.

3.20.7 Estación Hidrológica Ipetí, Ipetí

Localizada en el poblado Kuna de Ipetí, a aproximadamente 500 m. aguas abajo del puente de la carretera Interamericana, en la provincia de Panamá, distrito de Chepo, corregimiento de El Llano, entre las coordenadas 8° 59' Latitud Norte y 78° 30' Longitud Oeste. Su elevación es de 64 msnm y el área de drenaje es de 150 Km². En julio de 1977, la estación fue equipada con un limnógrafo Stevens A-35. En febrero de 1996, se instaló un equipo automático.



Fig. 62 Rastros de la crecida, río Ipetí.

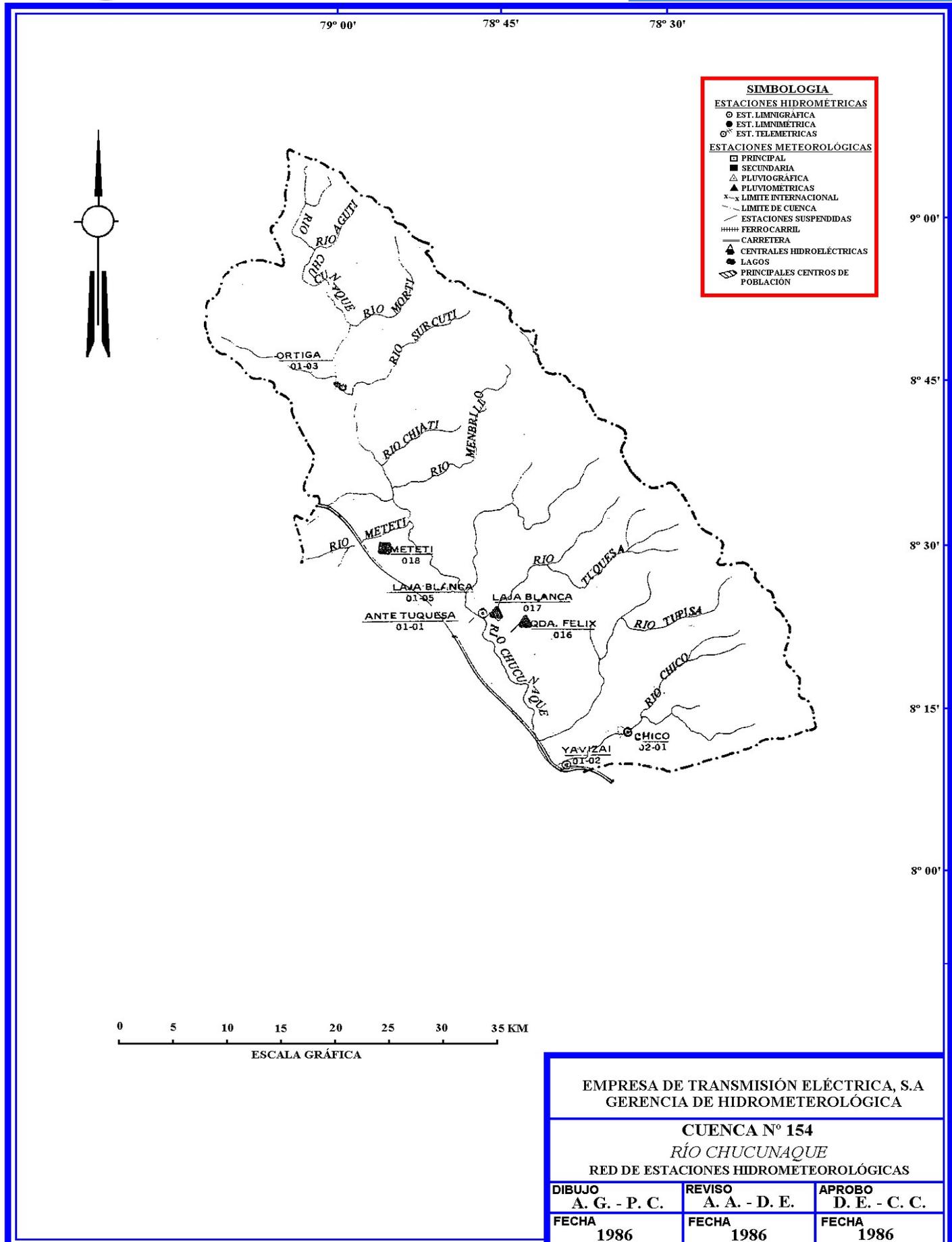


Fig. 63

3.21 Cuenca del Río Chucunaque

Cuenca 154

La cuenca del río Chucunaque se encuentra localizada en la vertiente del Pacífico, en la provincia de Darién, entre las coordenadas $8^{\circ} 10'$ y $9^{\circ} 05'$ Latitud Norte y $77^{\circ} 20'$ y $78^{\circ} 15'$ Longitud Oeste.

El área de drenaje de la cuenca es de $3,482 \text{ Km}^2$., hasta la desembocadura al mar y la longitud del río principal es de 215 Km. La elevación media de la cuenca es de 90 msnm y el punto más alto se encuentra en Cerro Armila, ubicado al sureste de la cuenca, con una elevación de 1,421 msnm.

3.21.1 Estación Hidrológica Chucunaque, Laja Blanca

Localizada a aproximadamente 1.5 Km. aguas abajo de la confluencia con el río Ucurgantí, en la provincia de Darién, distrito de Pinogana, corregimiento de Yaviza, entre las coordenadas $8^{\circ} 24'$ Latitud Norte y $77^{\circ} 50'$ Longitud Oeste. Su elevación es de 30 msnm y el área de drenaje es de $2,762 \text{ Km}^2$. En julio de 1982, la estación fue equipada con un limnógrafo Stevens A-35.

Longitud Oeste. Su elevación es de 60 msnm y el área de drenaje es de 512 Km^2 . En mayo de 1976, la estación fue equipada con un limnógrafo Stevens A-35.



Fig. 64 Pozo amortiguador, estación hidrológica Laja Blanca.

3.21.2 Estación Hidrológica Chico, Cubilele

Localizada a aproximadamente 2 Km. aguas abajo de la confluencia con el río Cubilele, en la provincia de Darién, distrito de Pinogana, corregimiento de Yaviza, entre las coordenadas $8^{\circ} 13'$ Latitud Norte y $77^{\circ} 34'$

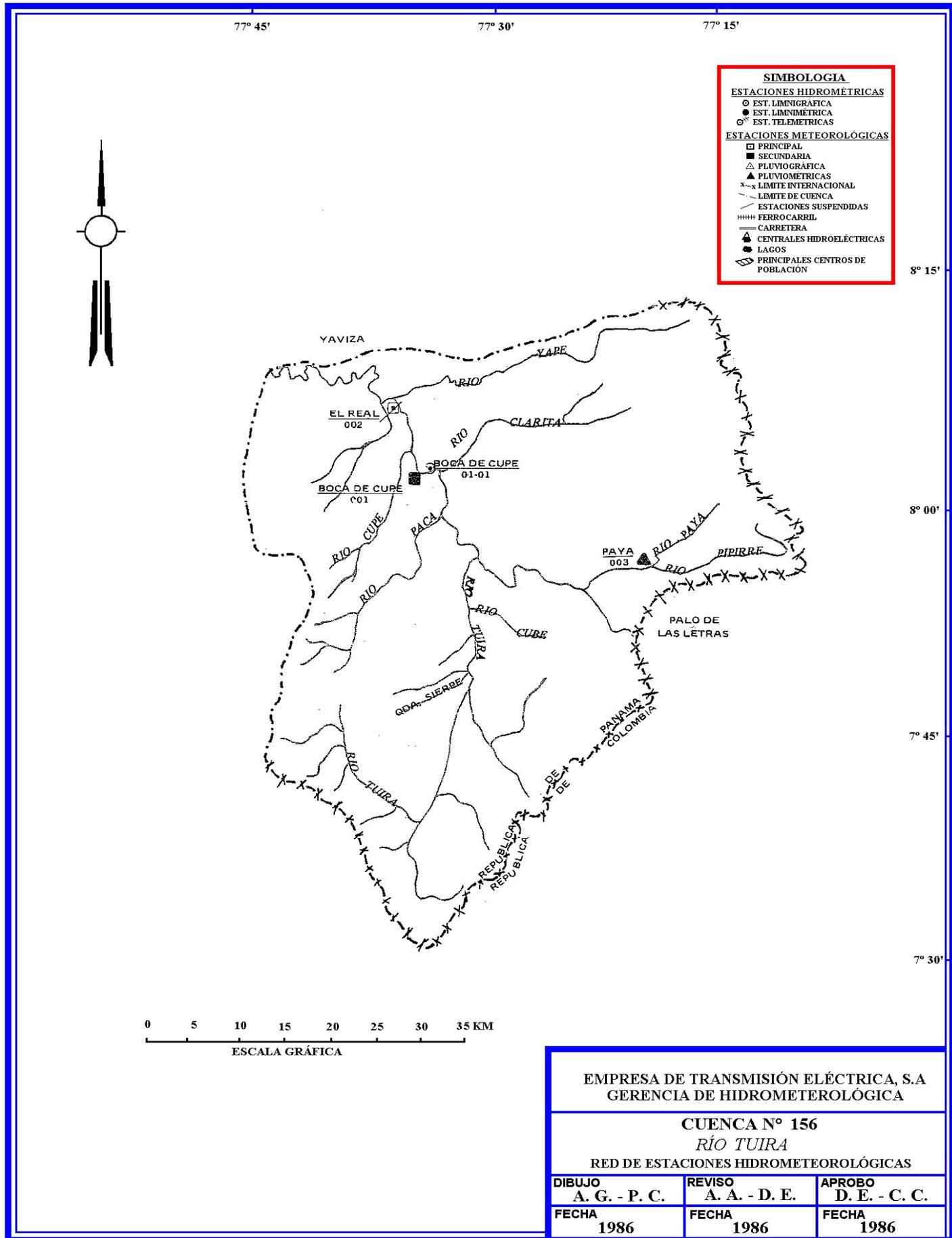


Fig. 65



3.22 Cuenca del Río Tuira

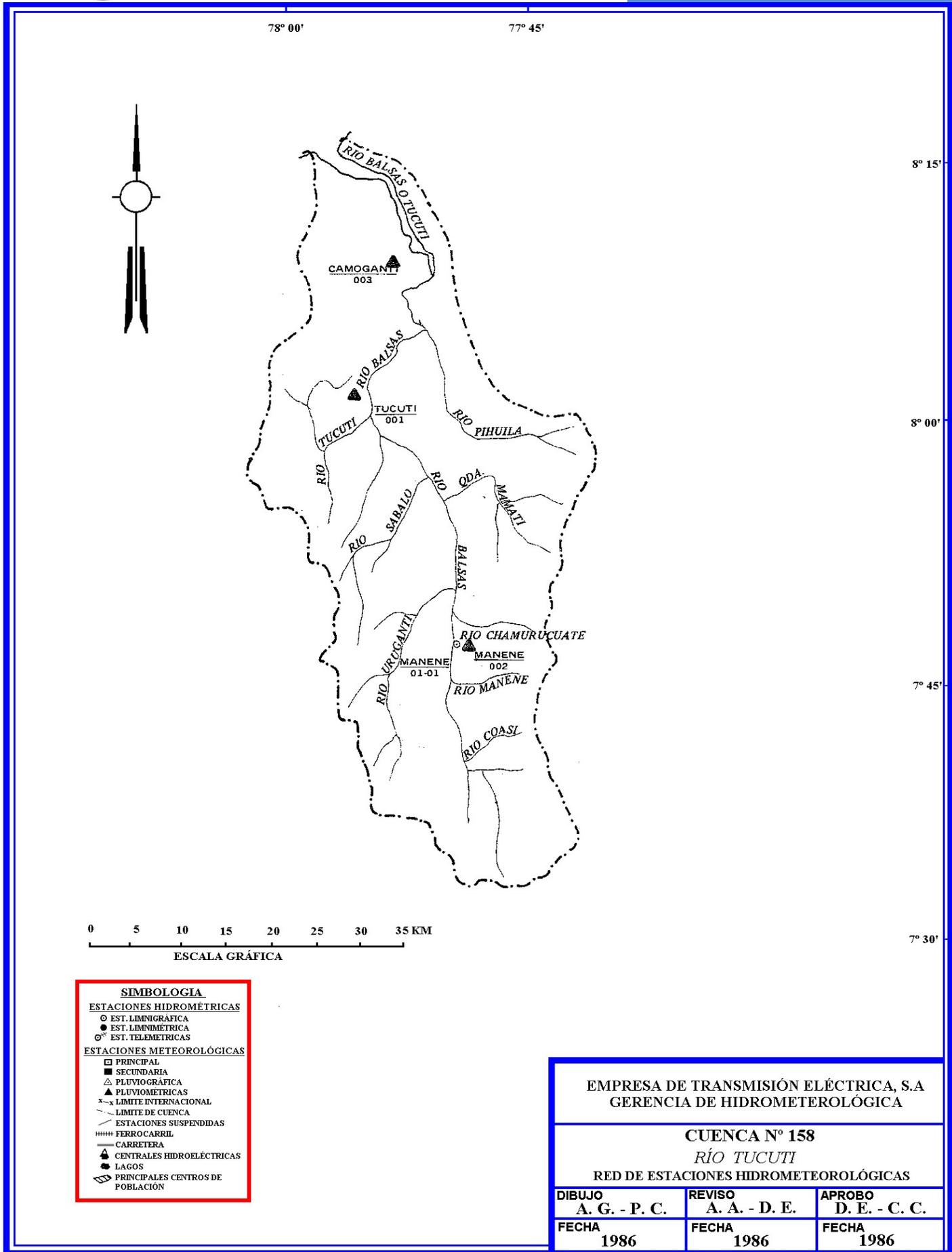
Cuenca 156

La cuenca del río Tuira se encuentra localizada en la vertiente del Pacífico, en la provincia de Darién, entre las coordenadas 7° 32' y 8° 14' Latitud Norte y 77° 09' y 77° 47' Longitud Oeste.

El área de drenaje de la cuenca es de 3,342 Km², hasta la desembocadura al mar y la longitud del río principal es de 127 Km. La elevación media de la cuenca es de 260 msnm y el punto más alto se encuentra en la cerro Armila, ubicado al sureste de la cuenca, con una elevación de 1,875 msnm.

3.22.1 Estación Hidrológica Tuira, Boca de Cupe

Localizada en las afueras de la población de Boca de Cupe, aguas arriba de la confluencia de los ríos Tuira y Cupe, en la provincia de Darién, distrito de Pinogana, corregimiento de Boca de Cupe, entre las coordenadas 8° 03' Latitud Norte y 77° 34' Longitud Oeste. Su elevación es de 50 msnm y el área de drenaje es de 2,242 Km². En mayo de 1973, la estación fue equipada con un limnógrafo Stevens A-35.



SIMBOLOGÍA	
ESTACIONES HIDROMÉTRICAS	
○	EST. LIMNIGRÁFICA
●	EST. LIMNIMÉTRICA
○ ^{te}	EST. TELEMÉTRICAS
ESTACIONES METEOROLÓGICAS	
□	PRINCIPAL
■	SECUNDARIA
△	PLUVIOMÉTRICA
▲	PLUVIOMÉTRICA
x-x	LÍMITE INTERNACIONAL
- - -	LÍMITE DE CUENCA
- - -	ESTACIONES SUSPENDIDAS
	FERROCARRIL
—	CARRETERA
▲	CENTRALES HIDROELÉCTRICAS
●	LAGOS
⊞	PRINCIPALES CENTROS DE POBLACION

EMPRESA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA, S.A GERENCIA DE HIDROMETEROLÓGICA		
CUENCA N° 158 <i>RÍO TUCUTI</i> RED DE ESTACIONES HIDROMETEROLÓGICAS		
DIBUJO A. G. - P. C.	REVISO A. A. - D. E.	APROBO D. E. - C. C.
FECHA 1986	FECHA 1986	FECHA 1986

Fig.66



3.23 Cuenca del Río Tucutí

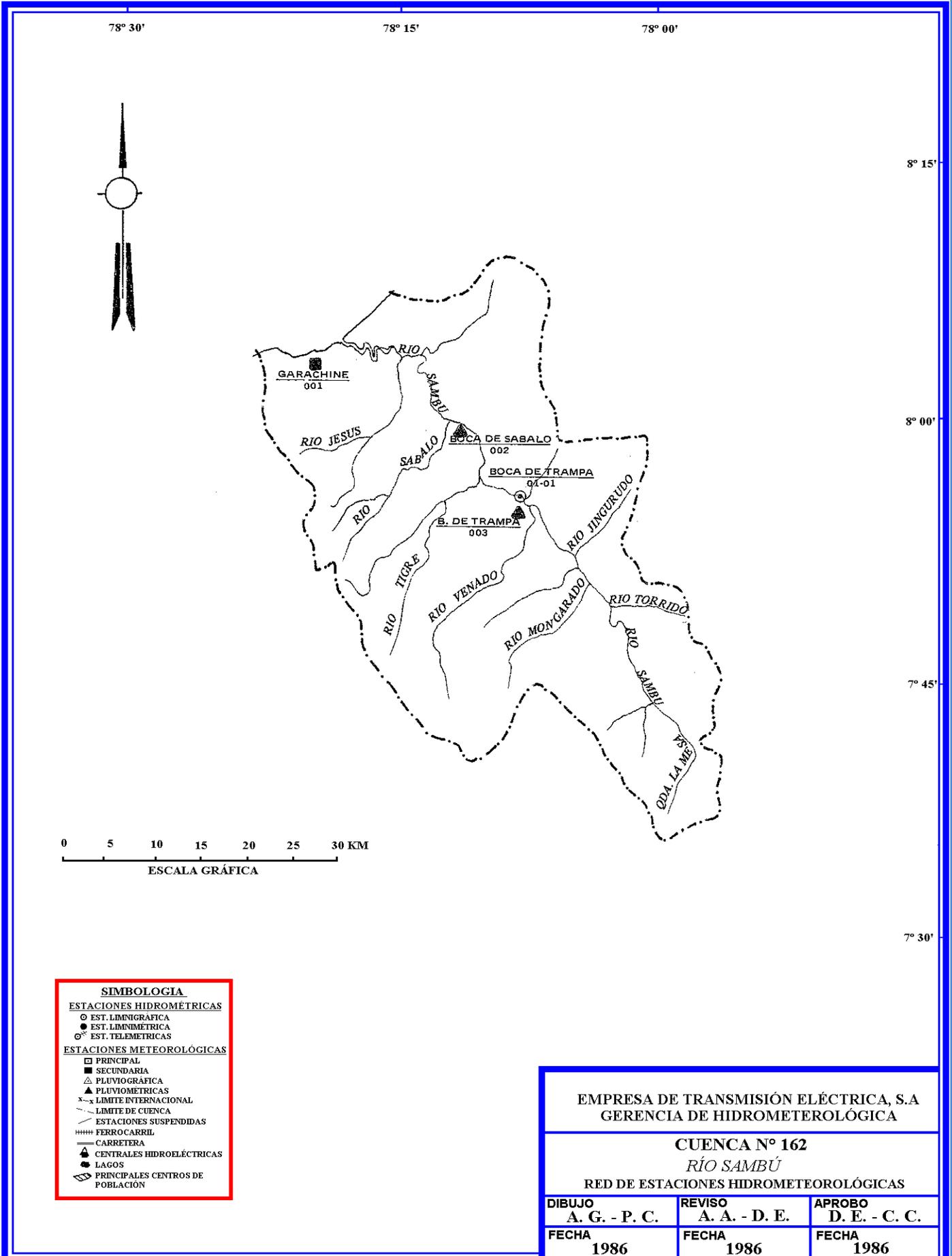
Cuenca 158

La cuenca del río Balsas o Tucutí se encuentra localizada en la vertiente del Pacífico, al sureste de la provincia de Darién, entre las coordenadas 7° 30' y 8° 15' Latitud Norte y 77° 40' y 78° 00' Longitud Oeste.

El área de drenaje de la cuenca es de 1,835 Km², hasta la desembocadura al mar y la longitud del río principal es de 98 Km. La elevación media de la cuenca es de 140 msnm y el punto más alto se encuentra en la serranía de Jungurudó, con una elevación de 1,200 msnm.

3.23.1 Estación Hidrológica Balsas, Manené

Localizada en el río Balsas, a aproximadamente 3 Km. aguas arriba del poblado indígena de Manené, en la provincia de Darién, distrito de Chepigana, corregimiento de Tucutí, entre las coordenadas 7° 41' Latitud Norte y 77° 50' Longitud Oeste. Su elevación es de 90 msnm y el área de drenaje es de 366 Km². En julio de 1976, la estación fue equipada con un limnógrafo Stevens A-35.



SIMBOLOGIA	
ESTACIONES HIDROMÉTRICAS	
○	EST. LIMNIGRÁFICA
●	EST. LIMNIMÉTRICA
⊙	EST. TELEMÉTRICAS
ESTACIONES METEOROLÓGICAS	
□	PRINCIPAL
■	SECUNDARIA
△	PLUVIOGRÁFICA
▲	PLUVIOMÉTRICAS
—x—	LÍMITE INTERNACIONAL
- - -	LÍMITE DE CUENCA
—/—	ESTACIONES SUSPENDIDAS
++++	FERROCARRIL
—	CARRETERA
▲	CENTRALES HIDROELÉCTRICAS
●	LAGOS
⊙	PRINCIPALES CENTROS DE POBLACION

EMPRESA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA, S.A GERENCIA DE HIDROMETEROLÓGICA		
CUENCA N° 162 RÍO SAMBÚ		
RED DE ESTACIONES HIDROMETEOROLÓGICAS		
DIBUJO A. G. - P. C.	REVISO A. A. - D. E.	APROBO D. E. - C. C.
FECHA 1986	FECHA 1986	FECHA 1986

Fig. 67



3.24 Cuenca del Río Sambú

Cuenca 162

La cuenca del río Sambú se encuentra localizada en la vertiente del Pacífico, al sureste de la provincia de Darién, entre las coordenadas 7° 40' y 8° 10' Latitud Norte y 77° 55' y 78° 20' Longitud Oeste.

El área de drenaje de la cuenca es de 1,544 Km², hasta la desembocadura al mar y la longitud del río principal es de 80 Km. La elevación media de la cuenca es de 170 msnm y el punto más alto se encuentra en la serranía de Jungurudó, ubicada al sur de la cuenca, con una elevación de 1,600 msnm.

3.24.1 Estación Hidrológica Sambú, Boca de Trampa

Localizada a aproximadamente 1 Km. aguas abajo del poblado de Boca de Trampa, en la provincia de Darién, distrito de Chepigana, corregimiento de Sambú, entre las coordenadas 7° 56' Latitud Norte y 78° 09' Longitud Oeste. Su elevación de 50 msnm y el área de drenaje es de 741 Km².

En agosto de 1974, la estación fue equipada con un limnígrafo Stevens A-35. En mayo de 2001, se instaló un equipo automático.

4

**Aplicación del análisis regional
de crecidas máximas.**



4.1 Determinación de las ecuaciones que definen la relación entre la crecida media anual y el área de la drenaje de la cuenca

Para establecer los límites de las regiones con igual comportamiento de crecidas, se tomó en consideración el área de drenaje que, de acuerdo a las investigaciones, está relacionada con el indicador de crecidas, y puede utilizarse como una base confiable para la estimación de la magnitud de las crecidas en cuencas no aforadas. Para esto, se relacionó el área de drenaje de la cuenca y el promedio de todas las crecidas máximas anuales registradas durante el periodo 1972-2007, en las 58 estaciones hidrológicas limnigráficas convencionales, operadas por ETESA (53 son estaciones limnigráficas activas y 5 son limnigráficas suspendidas con buena información); y las 6 estaciones limnigráficas activas con registro largo manejadas por la Autoridad del Canal de Panamá. En la figura 68 se muestran las relaciones obtenidas.

Cuadro 3

Nº	ESTACIÓN HIDROLÓGICA	Ecuación 1	Ecuación 2	Ecuación 3	Ecuación 4	Ecuación 5
1	CHANGUINOLA - VALLE DEL RISCÓ		2			
2	CHANGUINOLA - PEÑA BLANCA		2			
3	CULUBRE - ANTE CHANGUINOLA			3		
4	TERIBE - PUERTO PALENQUE			3		
5	CRICAMOLA - CANQUINTÚ	1				
6	CALOVEBORA - LOS CEDROS	1				
7	CHIRIQUÍ VIEJO - PASO CANOA				4	
8	COCLÉ DEL NORTE - EL TORNO		2			
9	COCLÉ DEL NORTE - CANOAS		2			
10	TOABRE - BATATILLA		2			
11	CHICO - CONCEPCIÓN		2			
12	CHIRIQUÍ - PAJA DE SOMBRERO		2			
13	CHIRIQUÍ - INTERAMERICANA		2			
14	CHIRIQUÍ - LA ESPERANZA		2			
15	CHIRIQUÍ - BIJAO	1				
16	CALDERA - JARAMILLO ABAJO				4	
17	HORNITOS - HORNITOS	1				
18	FONSECA - ANTE SOLOY		2			
19	FONSECA - SAN LORENZO		2			
20	INDIO - BOCA DE URACILLO		2			
21	SAN FÉLIX - INTERAMERICANA		2			
22	SAN FÉLIX - EL GUABO		2			
23	TABASARÁ - CAMARÓN		2			



Nº	ESTACIÓN HIDROLÓGICA	Ecuación 1	Ecuación 2	Ecuación 3	Ecuación 4	Ecuación 5
24	TABASARÁ - GARRAPATO		2			
25	TABASARÁ - LLANO ÑOPO		2			
26	VIGUÍ - INTERAMERICANA		2			
27	BOQUERÓN - PELUCA	1				
28	CHAGRES - CHICO	1				
29	CIRI GRANDE - LOS CAÑONES				4	
30	GATÚN - EL CIENTO		2			
31	PEQUENÍ - CANDELARIA	1				
32	TRINIDAD - EL CHORRO				4	
33	SAN PABLO - INTERAMERICANA		2			
34	COBRE - LOS ESTRECHOS		2			
35	SAN PEDRO - LLANO GRANDE				4	
36	LA VILLA - MACARACAS			3		
37	LA VILLA - ATALAYITA			3		
38	PARITA LA VALDESA				4	
39	SANTA MARÍA SAN FRANCISCO		2			
40	SANTA MARÍA LA SOLEDAD		2			
41	SANTA MARÍA SANTA FE		2			
42	RIO GRANDE RIO GRANDE			3		
43	COCLÉ DEL SUR CAÑAVERAL			3		
44	CHICO EL CORTEZO			3		
45	ZARATÍ MURCIELAGUERO			3		
46	JUAN DIAZ JUAN DIAZ		2			
47	BAYANO - PIRIA	1				
48	MAMONÍ - CHEPO	1				
49	DIABLO - ANTE EMBALSE	1				
50	CAÑITA - ANTE BAYANO	1				
51	IPETÍ - IPETÍ	1				
52	AGUAS CLARAS - AGUAS CLARAS	1				
53	CAÑAZAS - ANTE BAYANO					5
54	CHUCUNAQUE - LAJA BLANCA					5
55	CHICO - CUBILELE			3		
56	TUIRA - BOCA DE CUPE				4	
57	BALSAS - MANENE		2			
58	SAMÚ - BOCA DE TRAMPA				4	



Estas relaciones permiten estimar la crecida promedio anual de las cuencas no controladas a partir de su área de drenaje en Km² y de su ubicación en el país. De acuerdo a la teoría de los valores extremos, la media de todas las crecidas deberá tener su valor correspondiente a aquel de un acontecimiento de 2.33 años de periodo de retorno.

Cuadro 4: Caudales promedios máximos instantáneos comparación año 1986 y año 2008

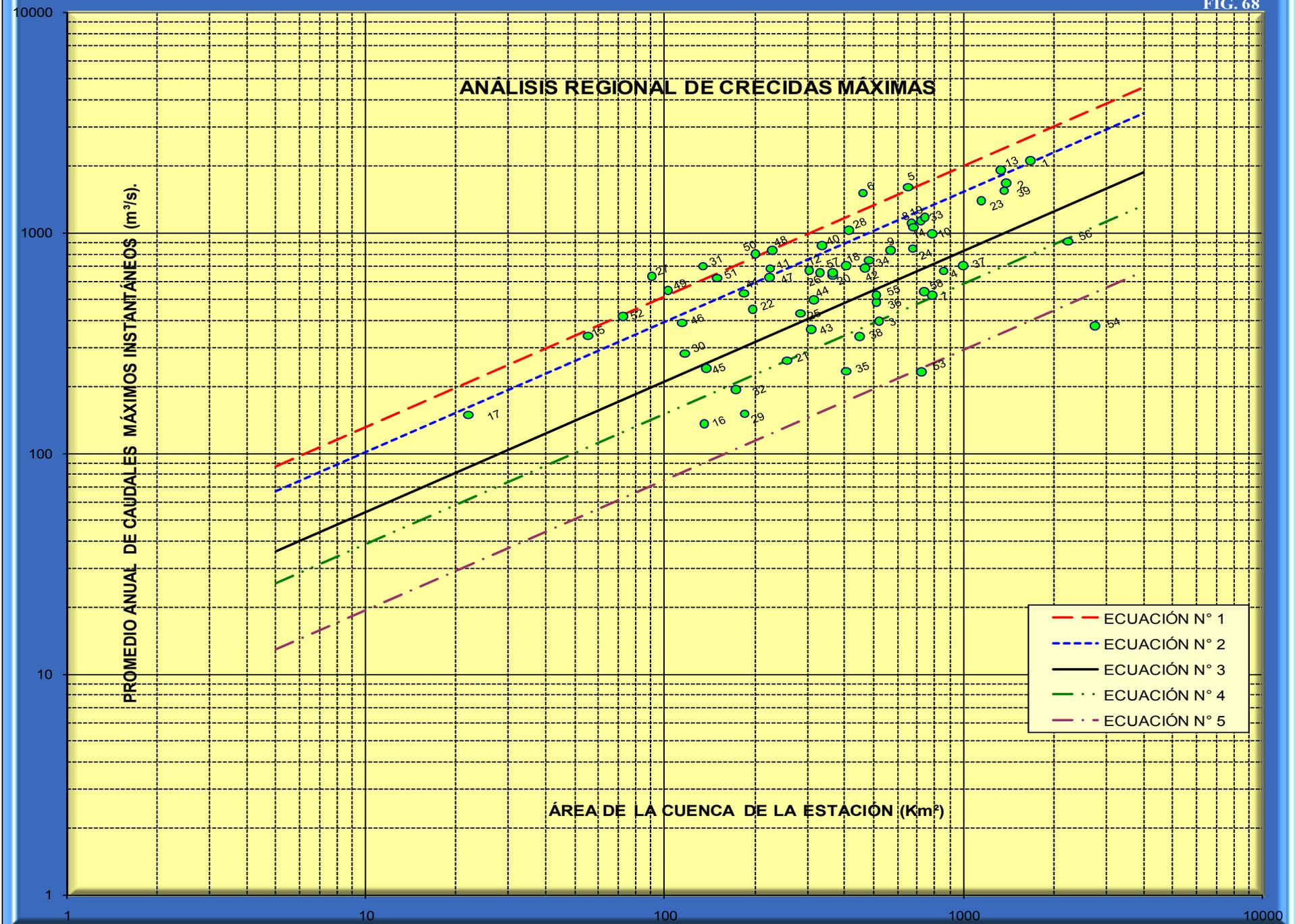
Análisis Regional de Crecidas Máximas.	Año 1986	Año 2008
	Período 1962 - 1985	Período 1971-2006
Ecuación 1	$Q_{\text{máx.}} = 34A^{0.58}$	$Q_{\text{máx.}} = 34A^{0.59}$
Ecuación 2	$Q_{\text{máx.}} = 27A^{0.58}$	$Q_{\text{máx.}} = 25A^{0.59}$
Ecuación 3	$Q_{\text{máx.}} = 13A^{0.58}$	$Q_{\text{máx.}} = 14A^{0.59}$
Ecuación 4	$Q_{\text{máx.}} = 10A^{0.58}$	$Q_{\text{máx.}} = 9A^{0.59}$
Ecuación 5		$Q_{\text{máx.}} = 4.5A^{0.59}$

El Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá correspondiente al año 2008 se actualiza gracias: al crecimiento de los registros de crecidas a nivel nacional con más de 15 años adicionales, que en el año 1986; al mejoramiento de la precisión de la ubicación de las estaciones hidrológicas sobre todo las que están en áreas de difícil acceso; a la disponibilidad de mejores herramientas para el cálculo de las áreas de drenaje; a la disponibilidad de información cartográfica actualizada; y a la experticia del personal de la Gerencia de Hidrometeorología de ETESA.

En el Cuadro 5 se muestra los datos utilizados para obtener las ecuaciones descritas arriba y para la elaboración de la Figura 68



FIG. 68



**Cuadro 5:** Áreas de Drenaje (Km^2) y Caudales Máximos Promedios (m^3/s)

<i>Datos para determinar las ecuaciones $Q_{\text{prom.máx.}}$ vs Área</i>			
<i>Periodo de estudio 1971-2006</i>			
<i>N°</i>	<i>Estación hidrológica</i>	<i>Área, (Km^2)</i>	<i>$Q_{\text{prom.máx.}}$ (m^3/s)</i>
1	CHANGUINOLA - VALLE DEL RISCÓ	1,680	2,137
2	CHANGUINOLA - PEÑA BLANCA	1,390	1,694
3	CULUBRE - ANTE CHANGUINOLA	523	399
4	TERIBE - PUERTO PALENQUE	861	676
5	CRICAMOLA - CANQUINTÚ	652	1,620
6	CALOVEBORA - LOS CEDROS	462	1,523
7	CHIRIQUÍ VIEJO - PASO CANOA	788	524
8	COCLÉ DEL NORTE - EL TORNO	672	1,113
9	COCLÉ DEL NORTE - CANOAS	571	834
10	TOABRE - BATATILLA	788	994
11	CHICO - CONCEPCIÓN	226	692
12	CHIRIQUÍ - PAJA DE SOMBRERO	305	681
13	CHIRIQUÍ - INTERAMERICANA	1,337	1,939
14	CHIRIQUÍ - LA ESPERANZA	682	1,066
15	CHIRIQUÍ - BIJAO	56	343
16	CALDERA - JARAMILLO ABAJO	136	137
17	HORNITOS - HORNITOS	22.1	150
18	FONSECA - ANTE SOLOY	406	716
19	FONSECA - SAN LORENZO	721	1,143
20	INDIO - BOCA DE URACILLO	365	642
21	SAN FÉLIX - INTERAMERICANA	257	265
22	SAN FÉLIX - EL GUABO	198	453
23	TABASARÁ - CAMARÓN	1,149	1,398
24	TABASARÁ - GARRAPATO	677	734
25	TABASARÁ - LLANO ÑOPO	286	434
26	VIGUÍ - INTERAMERICANA	332	661
27	BOQUERÓN - PELUCA	91	639
28	CHAGRES - CHICO	414	1,028
29	CIRI GRANDE - LOS CAÑONES	186	152
30	GATÚN - EL CIENTO	117	285
31	PEQUENÍ - CANDELARIA	135	708
32	TRINIDAD - EL CHORRO	174	196
33	SAN PABLO - INTERAMERICANA	745	1,183
34	COBRE - LOS ESTRECHOS	483	754



<i>Datos para determinar las ecuaciones $Q_{prom.máx.}$ vs Área</i>			
<i>Periodo de estudio 1971-2006</i>			
<i>N°</i>	<i>Estación hidrológica</i>	<i>Área, (Km²)</i>	<i>$Q_{prom.máx.}$ (m³/s)</i>
35	SAN PEDRO - LLANO GRANDE	407	237
36	LA VILLA - MACARACAS	512	488
37	LA VILLA - ATALAYITA	1,000	716
38	PARITA LA VALDESA	451	341
39	SANTA MARÍA SAN FRANCISCO	1,370	1,558
40	SANTA MARÍA LA SOLEDAD	337	876
41	SANTA MARÍA SANTA FE	185	533
42	RIO GRANDE RIO GRANDE	471	696
43	COCLÉ DEL SUR CAÑAVERAL	310	366
44	CHICO EL CORTEZO	316	500
45	ZARATÍ MURCIELAGUERO	138	243
46	JUAN DIAZ JUAN DIAZ	115	393
47	BAYANO - PIRIA	225	632
48	MAMONÍ - CHEPO	230	838
49	DIABLO - ANTE EMBALSE	103	551
50	CAÑITA - ANTE BAYANO	202	803
51	IPETÍ - IPETÍ	150	627
52	AGUAS CLARAS - AGUAS CLARAS	72.8	421
53	CAÑAZAS - ANTE BAYANO	726	236
54	CHUCUNAQUE - LAJA BLANCA	2,762	379
55	CHICO - CUBILELE	512	524
56	TUIRA - BOCA DE CUPE	2,242	919
57	BALSAS - MANENE	366	662
58	SAMÚ - BOCA DE TRAMPA	741	544



4.2 Elaboración de la curva de frecuencia adimensional.

Dado que el interés es conocer los caudales máximos instantáneos que se puedan presentar en un sitio determinado para distintos periodos de recurrencia, se procedió a elaborar las curvas de frecuencia adimensional.

Primero se calculó para todas las estaciones hidrológicas, pero especialmente en aquellas con el registro más largo y representativas del área, la relación entre el caudal máximo instantáneo anual y el promedio del caudal máximo de todo el registro $Q_{\text{máx.}}/Q_{\text{prom.máx.}}$, para convertir el caudal máximo a valores adimensionales, I_i .

Luego, a la serie de datos adimensionales, I_i , de cada una de las estaciones, se les calculó la probabilidad de ocurrencia mediante la fórmula de probabilidad de Weibull:

$$P = \frac{m}{n+1}$$

Donde,

P = es la probabilidad

m = es el número de orden.

n = es el número de datos.

Estos datos se graficaron en papel logarítmico de probabilidades resultando cuatro distribuciones de frecuencia (Ver Fig. 69 a la Fig. 72). Esta delimitación se hizo basándose en el hecho de que estos valores adimensionales de estaciones hidrológicamente similares tienden a agruparse en una línea recta, como puede apreciarse en las gráficas.

Se fijó la recta dándole mayor peso a las estaciones con el registro más largo. Además, se tomó en cuenta el punto de referencia de que el promedio de las crecidas anuales para un registro largo debe tener un periodo de recurrencia de aproximadamente 2.33 años.

Cabe señalar que en la parte baja de las rectas de distribución de frecuencia se observa una dispersión de datos que no introducen error en las estimaciones de caudales de diseño usuales ya que esta dispersión ocurre para periodos de retorno inferior a los 2 (dos) años. Entre otras razones, esta dispersión se debe a la distorsión que introduce la inestabilidad del cauce del río, en el cálculo de las crecidas pequeñas que ocurren en la parte del lecho más profundo. Esta inestabilidad del lecho del río es característica en la mayoría de los ríos de Panamá.

En el Cuadro 6 se presentan las tablas que contienen los factores, f_i de distribución que resultó del análisis descrito, para cada uno de los periodos de retorno considerados.



FIG. 69

DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA N° 1

- | | |
|---------------------------|--------------------------------|
| ○ Manomí, Chepo | + Ipetí, Ipetí |
| ○ Diablo, Ante embalse | ■ Cañita, Ante Bayano |
| △ Juan Díaz, Juan Díaz | ● Changuinola, Valle del Riscó |
| * Teribe, Puerto Palenque | ○ Cricamola, Canquintú |
| x Calovebora, Los Cedros | △ Cocle del Norte, El Torno |
| ◇ toabre, Batatilla | ○ Chico, Chagres |
| ■ Gatún, Ciento | △ Caimito, Trapichito |
| — 2.33 | —+ Índice de distribución |

Q_{máx.} Opromáx.

PROBABILIDAD EN %

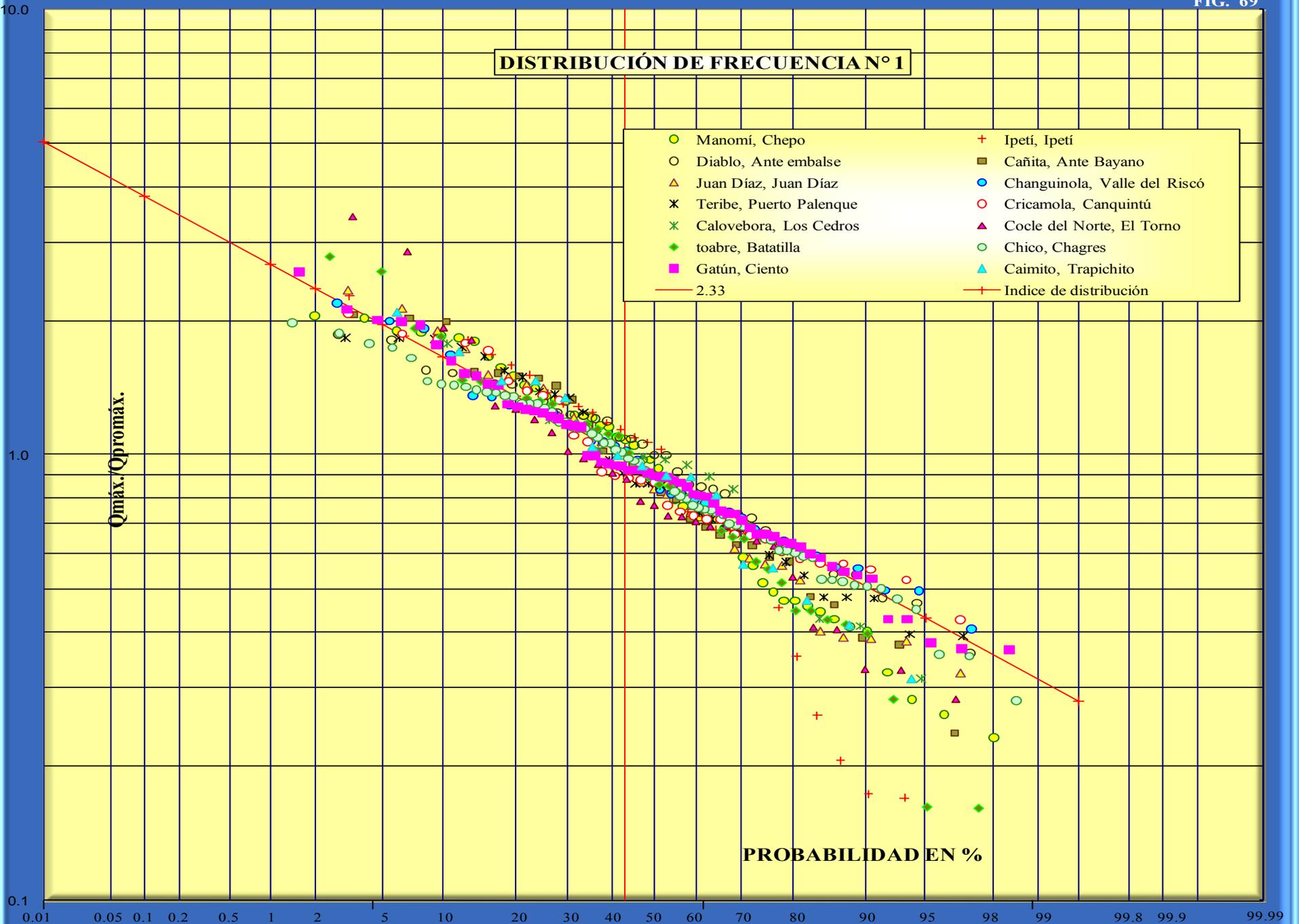




FIG. 70

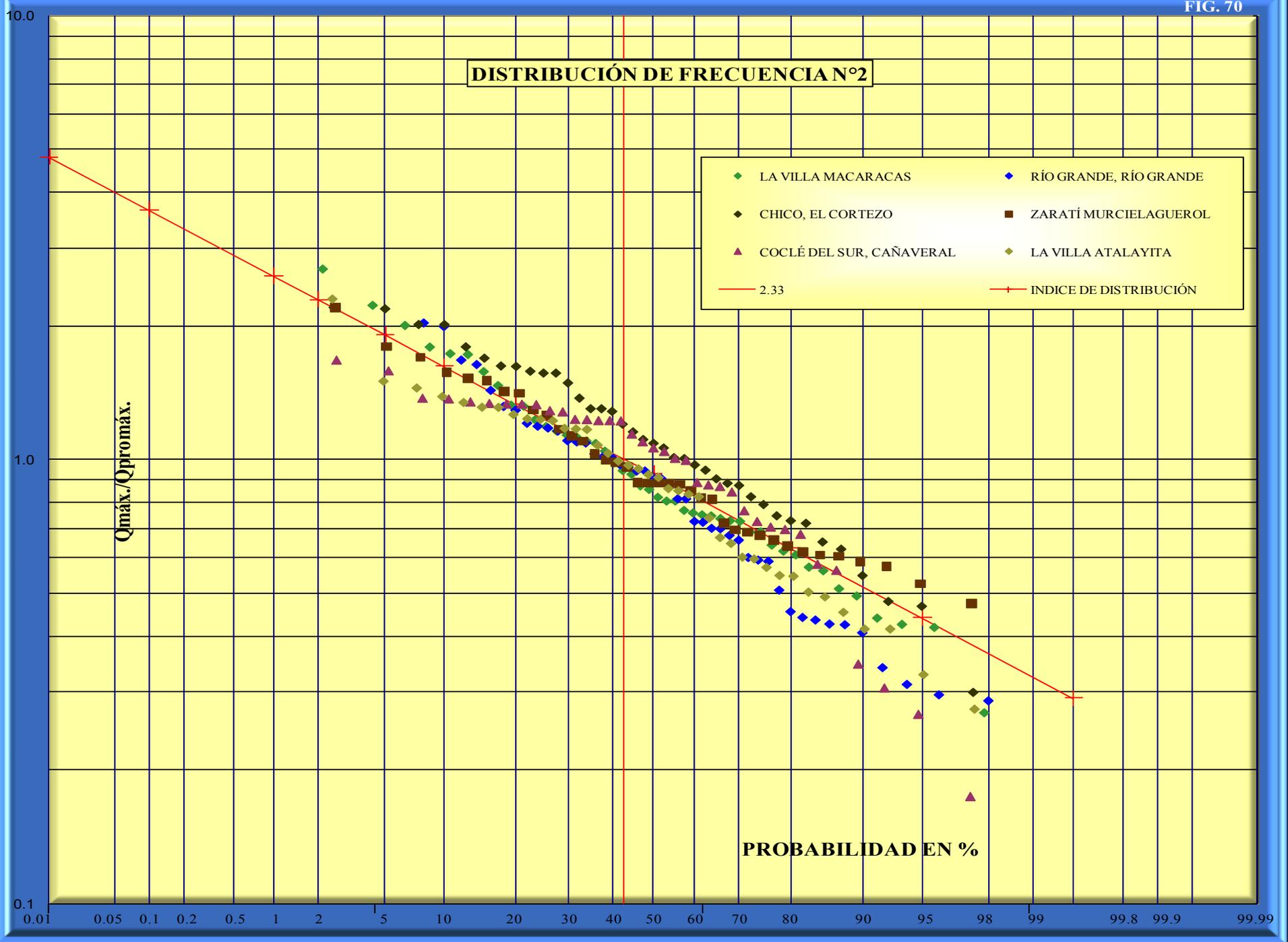




FIG. 71

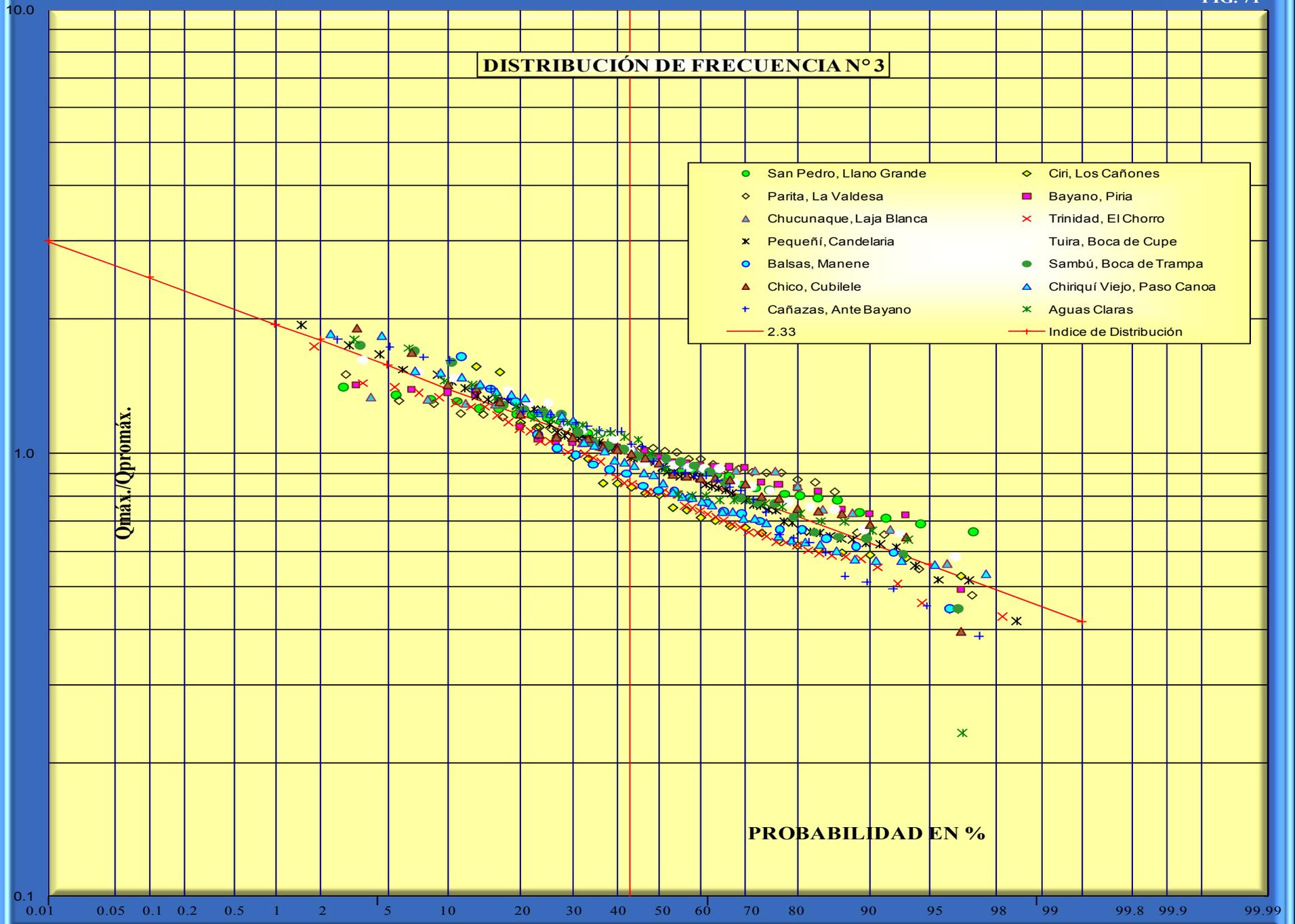
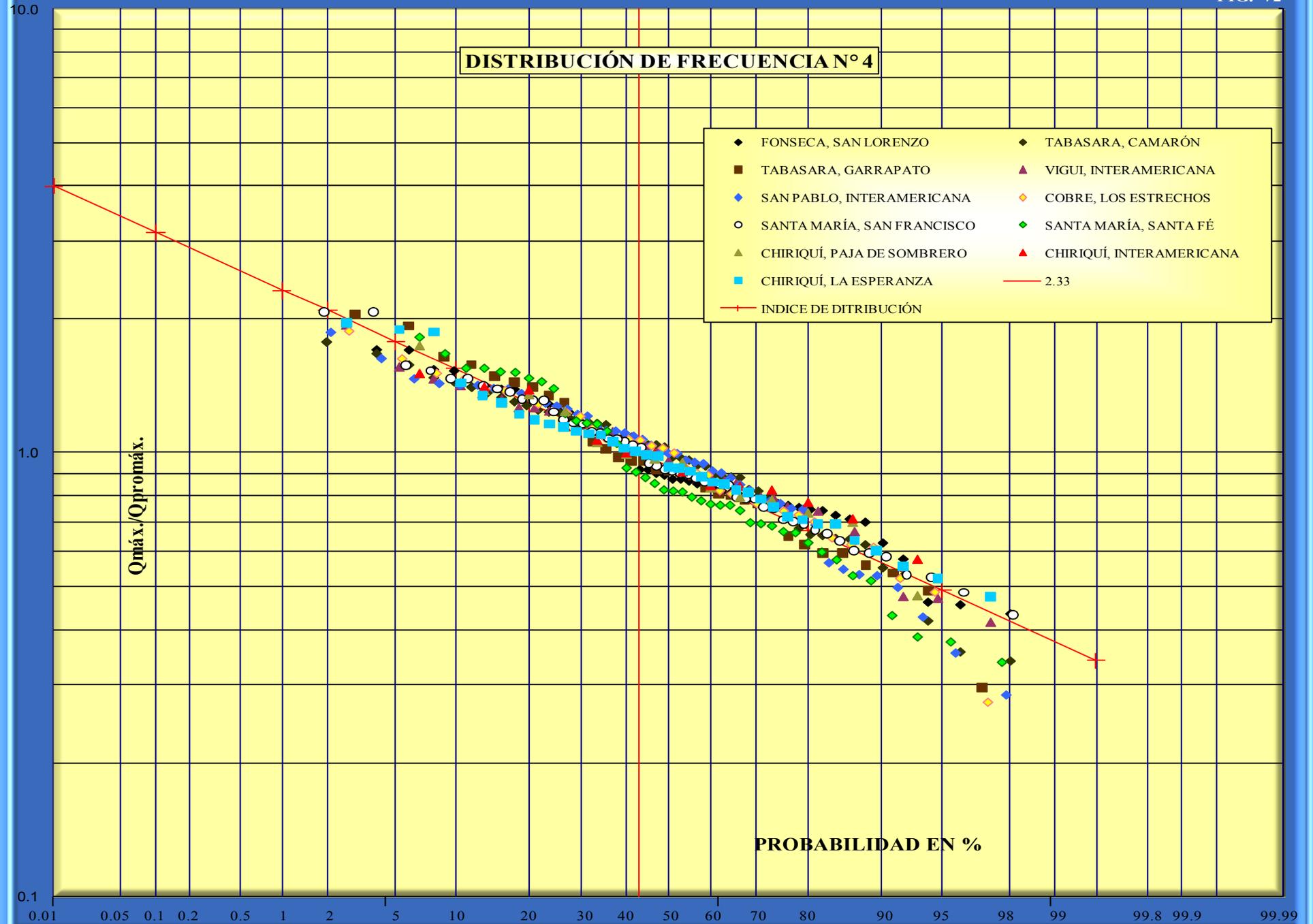




FIG. 72



Cuadro 6: Factores para diferentes periodos de retorno en años

<i>Factores $Q_{m\acute{a}x.}/Q_{prom.m\acute{a}x}$ para distintos Tr.</i>				
<i>Tr, años</i>	<i>Tabla # 1</i>	<i>Tabla # 2</i>	<i>Tabla # 3</i>	<i>Tabla # 4</i>
1.005	0.28	0.29	0.3	0.34
1.05	0.43	0.44	0.45	0.49
1.25	0.62	0.63	0.64	0.67
2	0.92	0.93	0.92	0.93
5	1.36	1.35	1.32	1.30
10	1.66	1.64	1.6	1.55
20	1.96	1.94	1.88	1.78
50	2.37	2.32	2.24	2.10
100	2.68	2.64	2.53	2.33
1,000	3.81	3.71	3.53	3.14
10,000	5.05	5.48	4.6	4.00

4.3 Delimitación de las regiones hidrológicamente homogéneas y la elaboración del mapa que muestra las distintas regiones.

Para definir las regiones de crecidas máximas se agruparon los resultados de los puntos 4.1 y 4.2, es decir, las áreas con igual ecuación e igual tabla de distribución de frecuencia, dando como resultado 9 zonas. Ver Cuadro 7.

Cuadro 7

Zona	Número de ecuación	Ecuación	Distribución de frecuencia
1	1	$Q_{m\acute{a}x} = 34A^{0.59}$	Tabla # 1
2	1	$Q_{m\acute{a}x} = 34A^{0.59}$	Tabla # 3
3	2	$Q_{m\acute{a}x} = 25A^{0.59}$	Tabla # 1
4	2	$Q_{m\acute{a}x} = 25A^{0.59}$	Tabla # 4
5	3	$Q_{m\acute{a}x} = 14A^{0.59}$	Tabla # 1
6	3	$Q_{m\acute{a}x} = 14A^{0.59}$	Tabla # 2
7	4	$Q_{m\acute{a}x} = 9A^{0.59}$	Tabla # 3
8	5	$Q_{m\acute{a}x} = 4.5A^{0.59}$	Tabla # 3
9	2	$Q_{m\acute{a}x} = 25A^{0.59}$	Tabla # 3

En la Figura 73 se muestra el mapa de zonas, con las regiones hidrológicamente homogéneas que se utilizan para la evaluación de crecidas en las diferentes cuencas.

República de Panamá Regiones Hidrológicamente Homogéneas

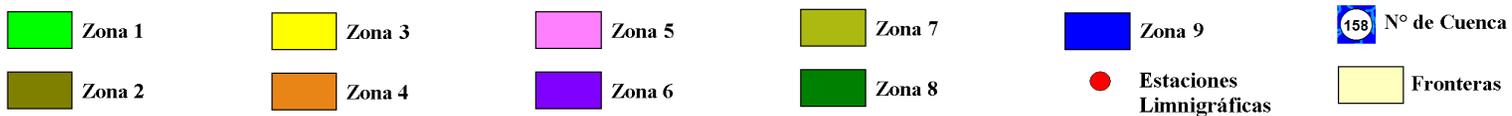
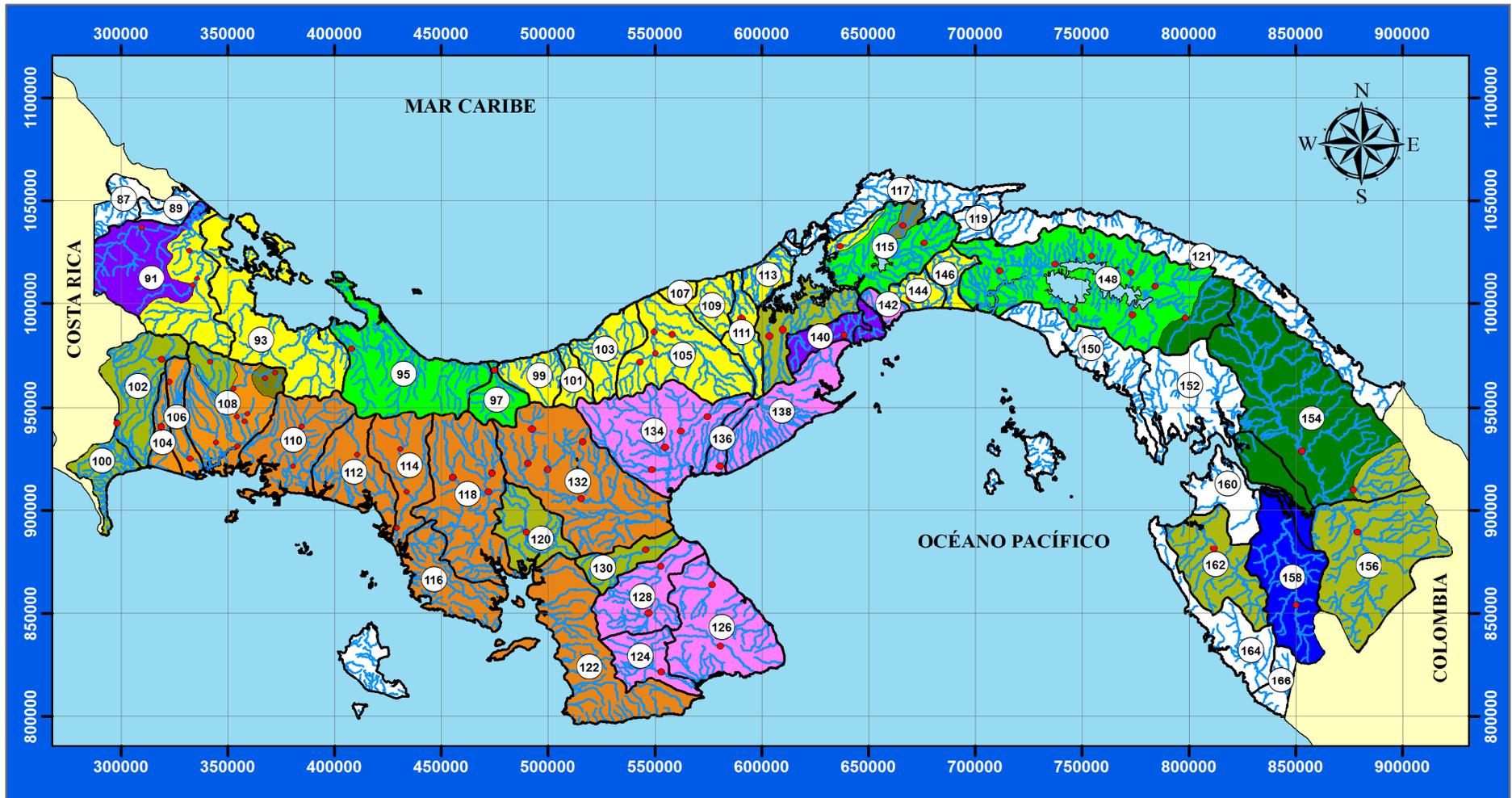


Fig. 73

4.4 Aplicación del método análisis regional de crecidas máximas

Para determinar la crecida máxima que se pueda presentar en un sitio determinado para distintos periodos de recurrencia mediante este método, se procede de la siguiente manera:

- Se delimita y se mide el área de drenaje de la cuenca hasta el sitio de interés, en Km².
- Se determina a qué zona pertenece el sitio de interés de acuerdo con el mapa de la Figura 73
- Se calcula el caudal promedio máximo utilizando una de las 5 ecuaciones
- Se calcula el caudal máximo instantáneo para distintos periodos de recurrencia, multiplicando el caudal promedio máximo que se obtuvo en el punto anterior, por los factores que se presentan en el Cuadro 6, utilizando la Tabla correspondiente a la zona del sitio de interés.

Para la validación del método, se utilizó el programa de computadora FLFREQ que nos permitió obtener los caudales máximos instantáneos para distintos periodos de retorno en cada uno de los sitios con registro, los cuales fueron comparados con los resultados del Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá. Con el método Análisis Regional de Crecidas Máximas, solo se requiere conocer el área de drenaje y la ubicación del sitio de interés.

Nota: Los caudales calculados con el Método Regional de Crecidas Máximas, dentro de la zona 4, en cuencas que están en la parte alta, colindando con la cordillera central, tienen un comportamiento distintos a las otras regiones, por lo que los resultados obtenidos son sobreestimados. Estas zonas serán objeto de un estudio más detallado, posteriormente. Para calcular caudales de diseño en estas zonas, recomendamos utilizar datos registrados y trasladarlos a los sitios de interés. En la parte media y baja de las cuencas, el método tiene un buen ajuste. A continuación se presenta la Fig. 74 del relieve de Panamá, que explica el comportamiento de lo anteriormente descrito.

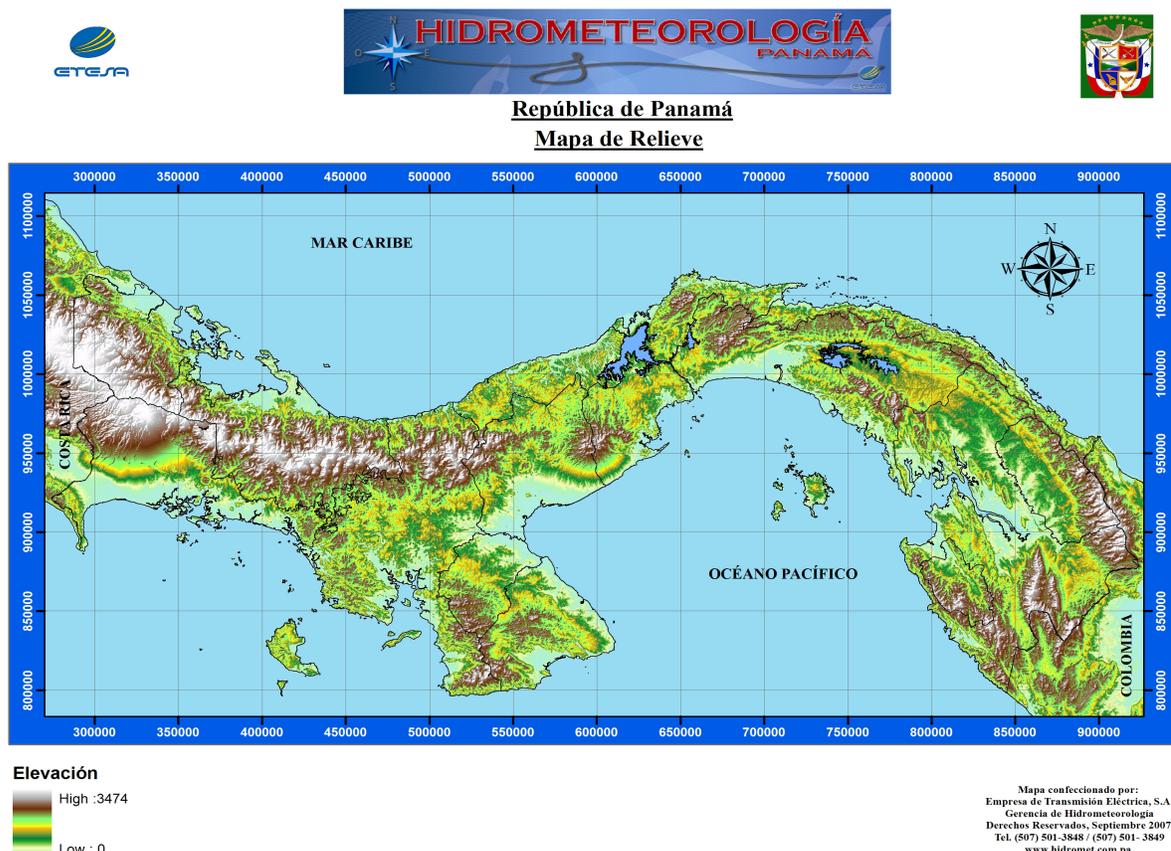


Fig. 74



Cuadro 8 Análisis de probabilidades realizado a todas las estaciones hidrológicas.

<i>Resumen Anual de Caudales Máximos Instantáneos (m³/s) Periodo 1971-2006</i>						
<i>Changuinola Valle Del Riscó</i>						
<i>Año Civil</i>	<i>Q_{máx.}</i>	<i>Q_{máx.}/Q_{prom.máx}</i>	<i>Ordenados</i>	<i>Q_{máx.} Orden</i>	<i># de Orden</i>	<i>P m/(n+1)</i>
1971	1,060	0.524	2.322	4695	1	2.7
1972	1,700	0.841	2.212	4277	2	5.41
1973	1,540	0.762	2.031	4106	3	8.11
1974	1,670	0.826	1.469	2970	4	10.81
1975	4,106	2.031	1.437	2905	5	13.51
1976	1,794	0.887	1.37	2770	6	16.22
1977	1,270	0.628	1.368	2766	7	18.92
1978	2,766	1.368	1.342	2714	8	21.62
1979	2,086	1.032	1.318	2665	9	24.32
1980	2,241	1.108	1.236	2499	10	27.03
1981	1,747	0.864	1.141	2306	11	29.73
1982	867.7	0.429	1.131	2286	12	32.43
1983	1,197	0.592	1.108	2241	13	35.14
1984	2,499	1.236	1.085	2193	14	37.84
1985	775	0.383	1.079	2182	15	40.54
1986	735.3	0.364	1.032	2086	16	43.24
1987	772.2	0.382	0.977	1975	17	45.95
1988	2,193	1.085	0.931	1883	18	48.65
1989	980.2	0.485	0.887	1794	19	51.35
1990	831.1	0.411	0.864	1747	20	54.05
1991	4,472	2.212	0.861	1740	21	56.76
1992	1,975	0.977	0.841	1700	22	59.46
1993	2,970	1.469	0.826	1670	23	62.16
1994	1,883	0.931	0.793	1604	24	64.86
1995	1,604	0.793	0.787	1592	25	67.57
1996	2,714	1.342	0.762	1540	26	70.27
1997	1,740	0.861	0.628	1270	27	72.97
1998	2,306	1.141	0.592	1197	28	75.68
1999	1,592	0.787	0.589	1190.4	29	78.38
2000	2,182	1.079	0.524	1060	30	81.08
2001	2,665	1.318	0.485	980.2	31	83.78
2002	2,905	1.437	0.429	867.7	32	86.49
2003	2,286	1.131	0.411	831.1	33	89.19
2004	2,770	1.37	0.383	775	34	91.89
2005	4,695	2.322	0.382	772.2	35	94.59
2006	1,190	0.589	0.364	735.3	36	97.3
Prom. (71-06)	2,137 m ³ /s					



Caudales Máximos Instantáneos
Changuinola, Valle Riscó
Período (1971-2006)

SAMPLE STATISTICS

MEAN = 2137
S.D. = 934.3
C.S. = 1.0976
C.K. = 4.1726

SAMPLE STATISTICS (LOGS)

MEAN = 7.5815
S.D. = 0.4155
C.S. = 0.2140
C.K. = 2.7801

SAMPLE MIN = 868
SAMPLE MAX = 4695
N = 36

PARAMETERS FOR GUMBEL I
A = 0.001488 U = 1727.

PARAMETERS FOR LOGNORMAL
M = 7.5815 S = 0.4155

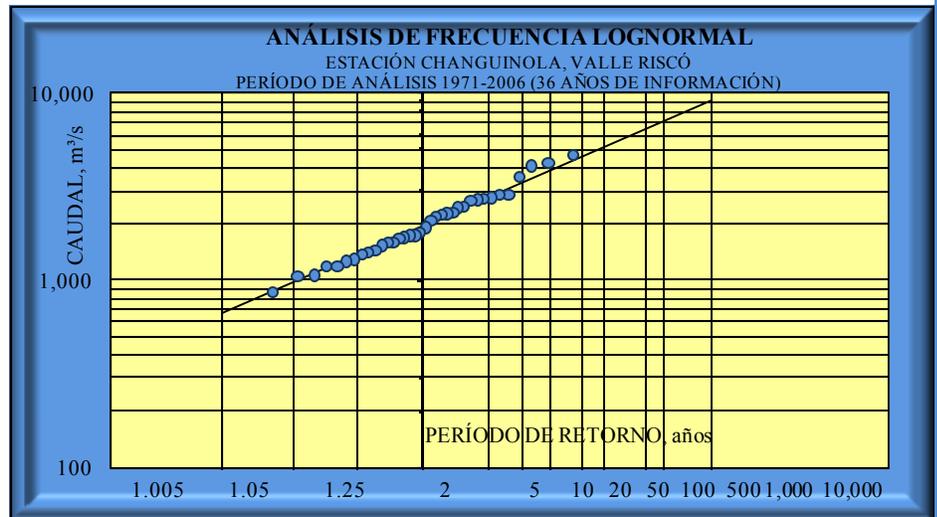
PARAMETERS FOR THREE PARAMETER LOGNORMAL
A = 464. M = 7.2747 S = 0.5587

STATISTICS OF LOG(X-A)
MEAN = 7.2747 S.D. = 0.5587
C.S. = -0.0966 C.K. = 2.8793

PARAMETERS FOR LOG PEARSON III BY MOMENTS
A = 0.0445 B = 0.8732E+02 LOG(M) = 3.6991 M = 0.4041E+02

PARAMETERS FOR LOG PEARSON III BY MAXIMUM LIKELIHOOD
A = 0.0773 B = 0.2835E+02 LOG(M) = 5.3887 M = 0.2189E+03

DISTRIBUTION STATISTICS
MEAN = 7.5815 S.D. = 0.4118 C.S. = 0.3756



RETURN PERIOD	GUMBEL I		LOGNORMAL		THREE PARAMETER LOGNORMAL		LOG PEARSON III MAX. LIKELIHOOD		LOG PEARSON III MOMENTS	
	FLOOD ESTIMATE	ST. ERROR PERCENT	FLOOD ESTIMATE	ST. ERROR PERCENT	FLOOD ESTIMATE	ST. ERROR PERCENT	FLOOD ESTIMATE	ST. ERROR PERCENT	FLOOD ESTIMATE	ST. ERROR PERCENT
1.005	606.0		673.0		806.0		784.0		731.0	
1.050	979.0		990.0		1040.0		1040.0		1020.0	
1.250	1410.0		1380.0		1370.0		1380.0		1380.0	
2.000	1970.0		1960.0		1910.0		1910.0		1930.0	
5.000	2730.0	7.38	2780.0	8.06	2770.0	9.03	2750.0	8.79	2770.0	8.55
10.000	3240.0	7.99	3340.0	9.35	3420.0	11.20	3370.0	11.00	3370.0	10.40
20.000	3720.0	8.51	3890.0	10.60	4080.0	13.70	4020.0	13.90	3980.0	13.10
50.000	4350.0	9.06	4600.0	12.20	5010.0	17.20	4950.0	18.40	4830.0	17.50
100.0	4820.0	9.40	5160.0	13.30	5760.0	19.90	5720.0	22.20	5500.0	21.10
200.0	5280.0	9.68	5720.0	14.40	6550.0	22.50	6560.0	26.10	6220.0	24.90
500.0	5900.0	10.00	6490.0	15.70	7680.0	25.90	7770.0	31.60	7240.0	30.30
1000.0	6370.0	10.20	7110.0	16.70	8610.0	28.40	8810.0	36.00	8090.0	34.60
2000.0	6830.0	10.40	7720.0	17.60	9580.0	30.80	9920.0	40.30	8960.0	38.80
5000.0	7450.0	10.60	8540.0	18.70	10900.0	33.80	11500.0	46.00	10200.0	44.30
10000.0	7920.0	10.70	9200.0	19.50	12000.0	36.10	12800.0	50.50	11200.0	48.70



4.5 Envoltente de crecidas máximas

Esta curva se obtiene llevando a un gráfico, los caudales picos por unidad de superficie en función de la superficie de la estación hidrológica respectivamente y se dibuja una curva que envuelve los gastos mayores. En el cuadro 9 se presenta un resumen de las crecidas máximas históricas ocurridas en Panamá con la fecha correspondiente.

En la figura 75 se incluye, la envoltente para el área centroamericana, Pág. 266, referencia 15, del manual de instrucciones de estudios hidrológicos, Publicación N° 140 de la OMM.

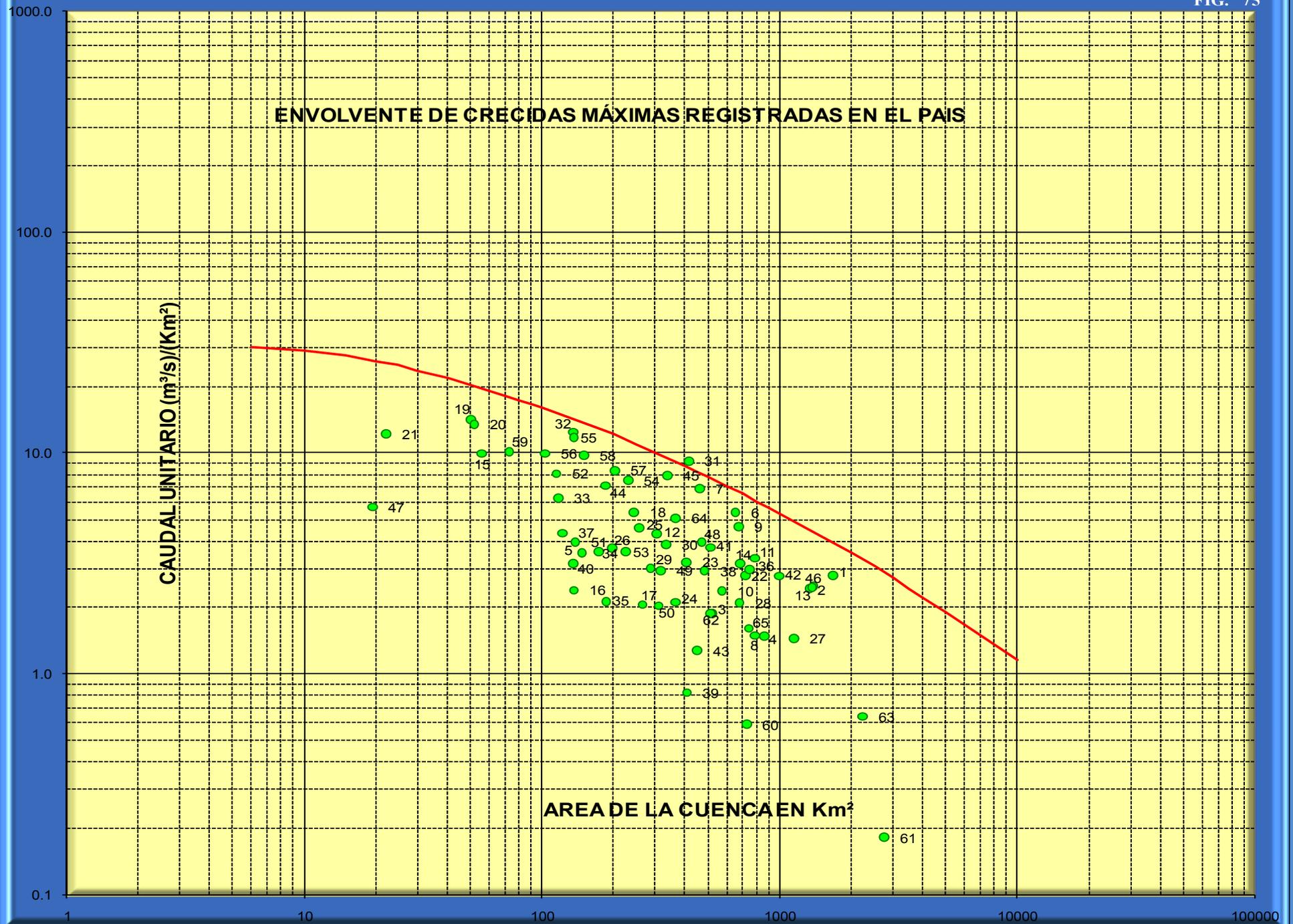
El 18 de septiembre de 2007, se suscito en la región de Azuero, una crecida extraordinaria, que se pudo verificar con los registros de las estaciones hidrológicas ubicadas en el río La Villa, (en Macaracas y Atalayita); y en el río Parita, en la Valdesa, tomando como referencia los rastros y marcas dejadas..

Esta crecida, según los registros de la Gerencia de Hidrometeorología de ETESA, es la máxima histórica para esta región del país. En la estación de Macaracas, la crecida arrastró el pozo amortiguador donde se encuentran instalados los equipos registradores de niveles del río. El nivel se pudo conocer ya que dejó marcas en el puente, de igual manera, aguas abajo, en la estación de Atalayita la crecida llegó hasta el carrito de aforo, dejando rastros de basura y arrancándole el techo; también en el río Parita, en la Valdesa, la crecida llegó casi hasta el techo del pozo amortiguador, dejando una marca de donde se pudo saber el nivel de la crecida.

Estos niveles fueron obtenidos mediante un levantamiento topográfico. Las características extraordinarias de este evento extraordinario fueron corroboradas con información de la estación meteorológica Tipo B, ubicada en Chepo la Mina, provincia de Herrera.



FIG. 75



**Cuadro 9:** Datos para la Envolvente Regional de Crecidas del Istmo Centroamericano

<i>Datos históricos de estaciones hidrométricas de Panamá. Crecidas máximas de todo el registro</i>					
N°	Río - Estación	Fecha	<i>Q</i> _{máx.}	<i>A</i>	<i>Q</i> _{máx.} / <i>A</i>
			<i>m</i> ³ / <i>s</i>	<i>Km</i> ²	(<i>m</i> ³ / <i>s</i>)/(<i>Km</i> ²)
1	CHANGUINOLA - VALLE RISCO	15-may-05	4,695	1,680	2.79
2	CHANGUINOLA - PEÑA	12-ago-91	3,460	1,390	2.49
3	CULUBRE - ANTE	07-ago-84	984	523	1.88
4	TERIBE - PUETRO	13-ago-91	1,280	861	1.49
5	QDA. BONYIC - ANTE	05-jul-01	519	147	3.53
6	CRICAMOLA - CANQUINTÚ	30-nov-02	3,507	652	5.38
7	CALOVBORA - LOS CEDROS	11-dic-96	3,196	462	6.92
8	CHIRIQUÍ VIEJO - PASO	22-oct-88	1,177	788	1.49
9	COCLÉ DEL NORTE - EL	10-ene-70	3,116	672	4.64
10	COCLÉ DEL NORTE -	15-jun-07	1,356	571	2.37
11	TOABRE - BATATILLA	15-ene-70	2,633	788	3.34
12	CHIRIQUI - PAJA DE	19-dic-70	1,320	305	4.33
13	CHIRIQUÍ -	02-oct-74	3,255	1,337	2.43
14	CHIRIQUÍ - LA ESPERANZA	09-abr-70	2,156	682	3.16
15	CHIRIQUÍ - BIJAO	05-oct-92	555	56	9.98
16	CALDERA - JARAMILLO	01-oct-81	326	136	2.4
17	DAVID - DAVID	01-nov-55	546	265	2.06
18	GUALACA - RINCON	21-oct-88	1,320	244	5.41
19	LOS VALLES - LA ESTRELLA	19-jun-95	717	50	14.25
20	ESTI - SITIO DE PRESA	21-jun-99	699	52	13.49
21	HORNITOS - HORNITOS	01-oct-94	270	22	12.22
22	FONSECA - SAN LORENZO	08-nov-70	2,020	721	2.8
23	FONSECA - ANTE SOLOY	30-sep-99	1,303	406	3.21
24	INDIO - BOCA DE URACILLO	01-dic-91	772	365	2.12
25	SAN FELIX -	29-oct-79	1,180	257	4.59
26	SAN FELIX - EL GUABO	11-oct-04	736	198	3.72
27	TABASARA - CAMARÓN	14-ago-95	1,662	1,149	1.45
28	TABASARA - GARRAPATO	22-ago-81	1,419	677	2.1
29	TABASARA - LLANO ÑOPO	14-mar-93	872	286	3.05
30	VIGUÍ - INTERAMERICANA	07-oct-72	1,277	332	3.85
31	CHICO - CHAGRES	04-nov-66	3,810	414	9.2
32	PEQUEÑÍ - CANDELARIA	30-nov-02	1,686	135	12.49
33	GATÚN - CIENTO	01-dic-44	734	117	6.27
34	TRINIDAD - EL CHORRO	01-nov-73	619	173	3.58
35	CIRI GRANDE - LOS	23-nov-02	397	186	2.13
36	SAN PABLO -	01-nov-81	2,211	745	2.97



<i>Datos históricos de estaciones hidrométricas de Panamá. Crecidas máximas de todo el registro</i>					
<i>N°</i>	<i>Río - Estación</i>	<i>Fecha</i>	<i>Q_{máx.} m³/s</i>	<i>A Km²</i>	<i>Q_{máx.}/A (m³/s)/(Km²)</i>
37	CAÑAZAS - CAÑAZAS	01-nov-93	531	122	4.35
38	COBRE - LOS ESTRECHOS	15-nov-03	1,415	483	2.93
39	SAN PEDRO - LLANO	03-oct-94	335	407	0.82
40	TONOSÍ - GUANIKUITO	24-nov-81	426	135	3.16
41	LA VILLA - MACARACAS	18-sep-07	1,919	512	3.75
42	LA VILLA - ATALAYITA	18-sep-07	2,775	1,000	2.78
43	PARITA - LA VALDESA	18-sep-07	575	451	1.27
44	SANTA MARÍA - SANTA FE	11-dic-96	1,321	185	7.14
45	SANTA MARÍA - LA	11-dic-96	2,679	337	7.95
46	SANTA MARÍA - SAN	11-dic-96	3,380	1,370	2.47
47	SAN JUAN - SITIO DESVIO	01-oct-80	110	19	5.7
48	RÍO GRANDE - RIO GRANDE	14-ago-95	1,863	471	3.96
49	CHICO - EL CORTEZO	19-oct-95	929	316	2.94
50	COCLÉ DEL SUR -	22-nov-75	632	310	2.04
51	ZARATÍ - MURCIELAGUERO	15-oct-99	548	138	3.97
52	JUAN DÍAZ - JUAN DÍAZ	17-sep-04	928	115	8.07
53	BAYANO - PIRIA	01-dic-00	803	225	3.57
54	MAMONÍ - CHEPO	04-nov-66	1,730	230	7.52
55	MAJE - TIGRE	12-nov-78	1,604	136	11.79
56	DIABLO - ANTE EMBALSE	29-may-94	1,030	103	10
57	CAÑITA - ANTE BAYANO	27-abr-81	1,690	202	8.37
58	IPETÍ - IPETÍ	01-nov-90	1,465	150	9.77
59	AGUAS CLARAS - AGUAS	01-may-92	738	73	10.14
60	CAÑAZAS - ANTE BAYANO	01-nov-04	428	726	0.59
61	CHUCUNAQUE - LAJA	20-nov-94	501	2,762	0.18
62	CHICO - CUBILELE	08-feb-84	963	512	1.88
63	TUIRA - BOCA DE CUPE	24-oct-98	1,439	2,242	0.64
64	BALSAS - MANENE	14-ago-98	1,863	366	5.09
65	SAMÚ - BOCA DE TRAMPA	11-nov-75	1,190	741	1.61



Conclusión

Este análisis regional de crecidas máximas de la república de Panamá, siguió la metodología presentada en el análisis del año 1986. La acumulación de nuevos datos permitió mejorar la estadística, aplicando siempre criterios básicos, para garantizar buenos resultados.

El desarrollo de este estudio permitió al departamento de Hidrología de la Gerencia de Hidrometeorología de ETESA, mejorar el trazado de curvas de descarga de algunas estaciones hidrológicas, enriquecer la estadística del análisis regional de crecidas con información adicional y con caudales máximos que anteriormente no se habían registrado.

Entre los resultados significativos de este análisis podemos enunciar:

- La obtención de cinco (5) ecuaciones que relacionan la crecida media anual y el área de drenaje de las estaciones hidrológicas, mostradas a continuación.

Análisis Regional de Crecidas Máximas.	Año 2008
Ecuación 1	$Q_{\text{máx.}} = 34A^{0.59}$
Ecuación 2	$Q_{\text{máx.}} = 25A^{0.59}$
Ecuación 3	$Q_{\text{máx.}} = 14A^{0.59}$
Ecuación 4	$Q_{\text{máx.}} = 9A^{0.59}$
Ecuación 5	$Q_{\text{máx.}} = 4.5A^{0.59}$

- La definición de nueve (9) zonas, producto de la regionalización de crecidas máximas (dos más que el estudio anterior).
Estas zonas adicionales, se dan por el hecho de incluir la parte Este del país (la cuenca del río Bayano y las cuencas de la provincia de Darién), que en estudios anteriores no había sido posible considerar por no contar con la información topográfica adecuada de la región, ni la cantidad de datos suficientes.
- La utilización de modelos digitales de elevación, la disponibilidad de programas para el manejo de estos archivos y la verificación de la ubicación de las estaciones hidrológicas, nos permitió realizar este trabajo con mejor precisión y rapidez.
- El caudal máximo instantáneo más grande registrado en la estación hidrológica Chagres (Chico) es el único en el país que está por encima de la envolvente para Centroamérica. Su crecida del 4 de noviembre de 1966, con un caudal unitario de $9.20 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ para un área de 414 Km^2 , fue de carácter extraordinario ya que según informaciones obtenidas de parte de los empleados de la Sección de Hidrología de la Comisión del Canal de Panamá (Hoy Autoridad del Canal de Panamá), así lo confirman. El limnógrafo de la estación fue arrastrado por la creciente y los niveles de la misma fueron obtenidos mediante un levantamiento topográfico. Hubo inundaciones en diversos puntos del país.



Recomendaciones

- Cada vez que la acumulación de nuevos datos lo permita, debe hacerse una actualización del análisis regional de crecidas máximas, teniendo siempre el debido cuidado con el manejo de la información, ya que es necesario la asesoría de una persona con basta experiencia para la depuración de la información, para que el resultado sea un producto de calidad.
- Mejorar los resultados obtenidos, especialmente en la parte Este del país, en las cuencas de la provincia de Darién y Bayano cuando existan nuevos levantamientos topográficos.
- Utilizar nuevos y mejores programas de computadora cada vez que la tecnología lo permita para mejorar los cálculos.
- Actualizar la envolvente de crecidas para el área centroamericana.
- Utilizar los resultados obtenidos en este trabajo, referente a las ecuaciones para la estimación de los caudales medios máximos y las regiones hidrológicamente homogéneas.
- Mantener en óptimo funcionamiento la red de estaciones hidrometeorológicas en Panamá, debido a que representan un aporte al bienestar social y económico tanto a nivel nacional como mundial.
- Ampliar la red de estaciones hidrométricas y meteorológicas.
- Mantener relaciones internacionales con los organismos especializados en recursos hídricos y medio ambiente (OMM, CRRH, CEPAL, PNUMA, OEA, TCD, UNESCO y otras), con lo cual se beneficia Panamá mediante la actualización de tecnología, metodología, intercambio de conocimiento, y oportunidades de asignación de becas para estudios y adiestramiento.



Referencia bibliográfica

Análisis Regional de Crecidas Máximas. Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación IRHE Departamento de Hidrometeorología Sección de Hidrología. Estudios de Proyectos Hidroeléctricos de Mediana Capacidad. 1986.

Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano. Manual De Instrucción. Estudios Hidrológicos (Publicación N° 140). 1977.

Catastro de Caudales Mensuales y Aforos Esporádicos en Ríos de la República de Panamá. Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación, IRHE. Departamento de Hidrometeorología Sección de Hidrología. 1993.

Handbook of Hydrology.

David R. Maidment, editor in chief

Copyright © 1993 by McGrawHill, Inc. All rights reserved. Printed in the United States of America.

Applied Modeling in Catchment Hydrology,

edited by Vijay P. Singh Department of Civil Engineering Louisiana State University Baton Rouge, Louisiana 70803, U.S.A.

Hydrology in the Humid Tropic Environment,

edited by A. Ivan Johnson "AIJ Water and Soil Consulting, Arvada, Colorado, USA"

Carlos A. Fernandez-Jauregui "UNESCO Regional office Science Technology for Latin America and the Caribbean (ROSTLAC), Montevideo, Uruguay"

Hidrología y Recursos Hidráulicos Rafael Heras, Dr. Ingeniero de C.C. y P. Profesor de hidrología y Recursos Hidráulicos, Dirección General de Obras Hidráulicas, Centro de Estudios Hidrográficos, Madrid, Noviembre 1976. Publicación número 120.

Anexo



Glosario

Aforo de una corriente de agua: es la medida del caudal circulante que pasa por una sección en un momento determinado.

Balance hídrico: Balance de entradas y salidas de agua en una zona hidrológica bien definida.

Cuenca: Área de drenaje de un curso de agua o lago.

Caudal: es la cantidad de agua que lleva el río en un momento determinado.

Embanque: acumulación de sedimentos en el lecho del río.

Estación Automática:

Equipo formado por: un sistema autónomo de suministro de energía, (panel solar, regulador de voltaje y batería); una plataforma colectora de datos o datalogger, que es un microprocesador que transforma la variable física en un impulso eléctrico o digital, y los sensores que registran en forma automática y periódica los valores de las variables ambientales de interés. Estas estaciones pueden ser meteorológica e hidrológicas o hidrometeorológicas.

Estación Automática Telemétrica:

Similar a la automática, en adición consta de un transmisor vía radio o satelital programable según necesidad.

Estación hidrológica limnigráfica:

Compuesta por un limnógrafo, que es un instrumento destinado a la medición de nivel de agua, y registra marcando una línea continua sobre un rollo de papel especial movido por un mecanismo de relojería.

Estación hidrológica limnimétrica

Estación hidrológica que indica el nivel de agua mediante un limnómetro. El limnómetro es una regla graduada en centímetros, que pueden ser en láminas de metal, o en piezas de madera, y sirven para medir las variaciones del nivel del río. El observador realiza lecturas a las 6 y 18 horas, estas lecturas se convierten a caudal mediante una curva de calibración Q vs h.

Estación Tipo A:

Estaciones climatológicas principales que mide parámetros meteorológicos a través de instrumentos tales como:

Pluviómetro: instrumento usado para coleccionar la lluvia. El agua coleccionada se mide en una probeta una regla graduada en milímetros. Un milímetro es el espesor de lluvia que forma un litro de agua en área de un metro cuadrado.

Heliógrafo: Registra el número de horas de sol ocurridas un día mediante una esfera de vidrio que actúa como una lente convergente en cualquier dirección que reciba los rayos solares. Los rayos solares quemar una gráfica que se encuentra en una concavidad situada a una distancia focal de la esfera.

Anemómetro totalizador: Se utiliza para medir el recorrido horizontal del viento en kilómetros por día.

Anemógrafo: Es el instrumento que mide en forma continua la dirección y la velocidad del viento, registrando sobre una grafica movida por un mecanismo de relojería.

Termómetro de máxima: Se mide en un termómetro con un estrangulamiento en el tubo capilar cerca del bulbo o depósito. Al subir la temperatura el mercurio del depósito



se dilata con suficiente fuerza para vencer la resistencia por el estrangulamiento y asciende por el capilar hasta marcar la temperatura máxima del día; cuando la temperatura desciende, la masa de mercurio se contrae y tiende a bajar hacia el depósito, pero debido al estrangulamiento no puede pasar hacia el bulbo quedando así indicada la temperatura más alta ocurrida durante el día.

Termómetro de mínima: En el termómetro de mínima, el elemento sensible usado generalmente es el alcohol y lleva en su interior un índice de esmalte sumergido en el líquido, cuando la temperatura sube el alcohol pasa fácilmente entre las paredes del tubo y el índice, y este no se mueve; en cambio cuando la temperatura baja, el alcohol arrastra en su movimiento de retroceso dicho índice, porque este encuentra una resistencia muy grande para salir del líquido. La posición de índice muestra la temperatura más baja presentada en un periodo de tiempo.

Pluviógrafo: registra las precipitaciones (lluvia) en forma continua sobre una gráfica de papel. De su análisis se obtiene datos que representan los valores de lluvia, la hora de comienzo, terminación y la intensidad de un aguacero.

Tanque de evaporación: Es un tanque cilíndrico de 120.7 centímetros de diámetro por 25.5 centímetros altura. Consta de pozo tranquilizador y un micrómetro. Para los diferentes cálculos y aplicaciones de la evaporación es necesario conocer la precipitación. Por diferencia de lecturas del tornillo micrométrico se obtiene la cantidad de agua evaporada en milímetros en un tiempo determinado. (Evaporación es la transferencia de agua desde la superficie terrestre a la atmósfera.).

Anemómetro: Sirve para medir la velocidad, dirección e intensidad del viento.

Psicrómetro: Consta de dos termómetros de mercurio, seco y húmedo, utilizados para medir la temperatura del aire, la diferencia en temperatura entre los dos termómetros permite calcular el contenido de humedad relativa. Generalmente se adicionan dos termómetros de extremas para medir temperaturas máximas y mínimas. El termómetro seco indica la temperatura real del aire en el momento de observación. El termómetro húmedo, es un termómetro similar al seco pero cuyo depósito se envuelve en una muselina que se mantiene humedecida, ya que su extremidad está sumergida en un recipiente con aguas puras.

Termohidrógrafo: Registra en forma continua en una gráfica la variación de la temperatura del aire en grados centígrados y la humedad relativa en porcentaje. Tiene como elementos sensibles un anillo bimetálico y un haz de cabellos humanos. Va dentro de la caseta o abrigo meteorológico.

Hidrología: ciencia geográfica que se dedica al estudio de la distribución, espacial y temporal, y las propiedades del agua presentes en la atmósfera y en la corteza terrestre.

Orografía: parte de la geográfica física que trata de la descripción de las montañas o coma conjunto de montes de una comarca, región o país.

Socavación: excavación profunda causada por el agua, uno de los tipos de erosión hídrica.

Afluente: corriente de agua que desemboca en otra mayor o en un lago.

Daños causados por la crecida del 18 de septiembre de 2007 en la región de azuero (provincias de Herrera y Los Santos.)



Fig.75 Río La Villa, en Macaracas.



Fig. 76 Estructura

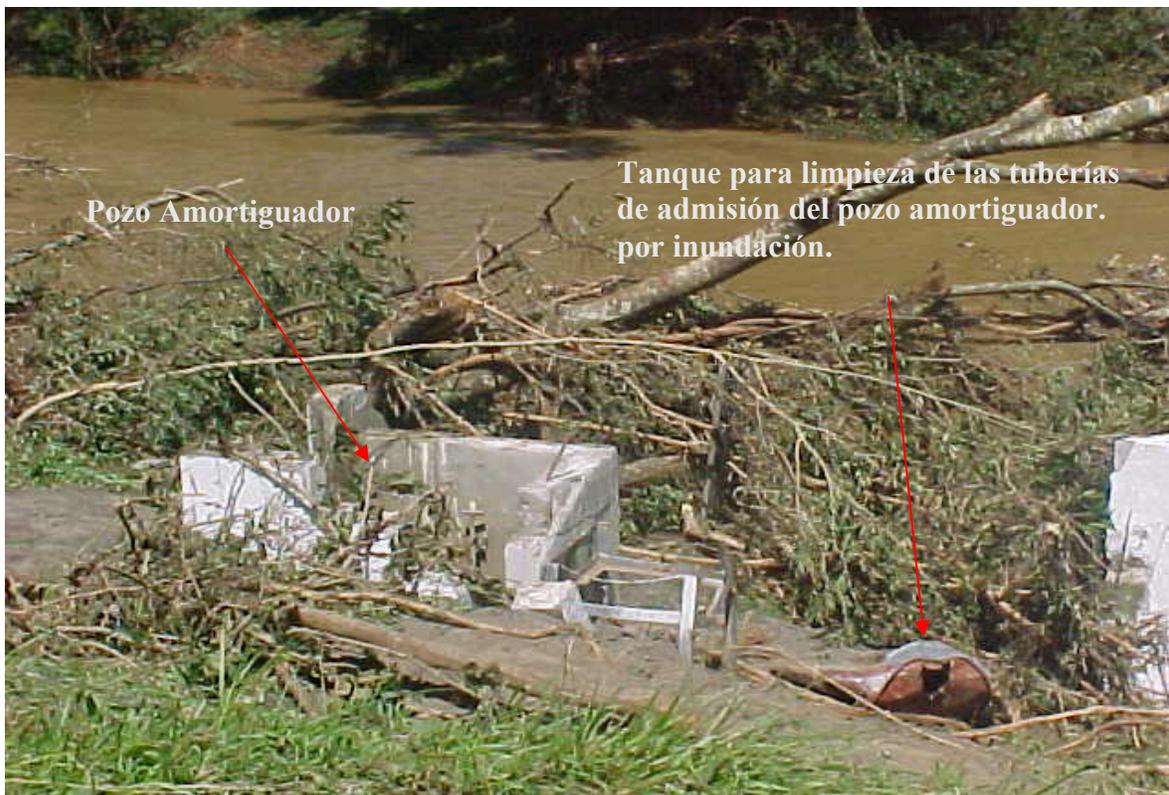


Fig. 77 Estación hidrológica limnigráfica río La Villa, en Macaracas.