Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

Programa Hidrológico Internacional

Balance Hídrico Superficial de Panamá

Período 1971-2002

phi-LAC

Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO para América Latina y el Caribe

PHI-VII / Documento Técnico N°9

ETESA

HIDROMETEOROLOGÍA

Oficina Regional de Ciencia de la UNESCO para América Latina y el Caribe

Programa Hidrológico Internacional

Balance hídrico superficial de Panamá

Período 1971 - 2002

Documento Técnico del PHI - LAC Nº 9

2008

Publicado en el 2008 por el Programa Hidrológico Internacional (PHI) de la Oficina Regional de Ciencia para América Latina y el Caribe de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).
Dr. Luis P. Piera 1992, 2º piso, 11200 Montevideo, Uruguay

Documento Técnico del PHI-LAC, Nº 9
ISBN 92-9089-105-X

© UNESCO 2008

Las denominaciones que se emplean en esta publicación y la presentación de los datos que en ella figura no suponen por parte de la UNESCO la adopción de postura alguna en lo que se refiere al estatuto jurídico de los países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, no en cuanto a sus fronteras o límites. Las ideas y opiniones expresadas en esta publicación son las de los autores y no representan, necesariamente, el punto de vista de la UNESCO.

Se autoriza la reproducción, a condición de que la fuente se mencione en forma apropiada, y se envíe copia a la dirección abajo citada. Este documento debe citarse como:

UNESCO, 2008. Balance Hídrico Superficial de Panamá, Período 1971-2002
Documentos Técnicos del PHI-LAC, N°9

Dentro del límite de la disponibilidad, copias gratuitas de esta publicación pueden ser solicitadas a:

PHI-LAC
Oficina Regional de Ciencias para América
Latina y el Caribe
Unesco Montevideo
Dr. Luis P. Piera 1992, 2º piso
11200 Montevideo, Uruguay
Tel.: + 598 2 413 20 75
Fax: + 598 2 413 20 94
E-mail: phi@unesco.org.uy
http://www.unesco.org.uy/phi

REPÚBLICA DE PANAMÁ

BALANCE HÍDRICO SUPERFICIAL

Escala 1: 1,000,000

ORGANIZACIONES PARTICIPANTES

COMITÉ REGIONAL DE RECURSOS HIDRÁULICOS (CRRH)

EMPRESA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA, S.A. (ETESA)

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN,
LA CIENCIA Y LA CULTURA (UNESCO)

APOYO DE LA GERENCIA DE TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN DE ETESA

GRUPO DE TRABAJO DE LA GERENCIA DE HIDROMETEOROLOGÍA DE ETESA

Luz Graciela de Calzadilla – Coordinadora Administrativa
Iván Jaramillo T. – Coordinador Técnico
Ovigildo Herrera Marcucci – Asesor

GRUPO TÉCNICO

Berta Olmedo – Meteorología
Carlos Centella – Meteorología
Ronald Saldaña – Programación

COLABORADORES

1. Yolanda Albelo De Beitia
2. Olga de Figueroa
3. Emmanuel Aguilar
4. Víctor Olmos
5. Elicet Yáñez
6. Agustín Ameglio
7. Luis Carlos Tejedor
8. Blanca T. Solís
9. Felipe Alvarado
10. Joaquín Olivella
11. José Garzola
12. Blas H. Córdoba
13. Edilberto Aranda
14. Plinio Rodríguez
15. Tiburcio Rodríguez
16. Pedro Arias
17. Roberto Aguilar
18. Roberto Castillo
19. Roberto Goff
20. Vicente López
21. Noel Santos
22. Diógenes González
23. Mitzila Castroverde
24. Ambrosio Morales
25. Freddy Herrera
26. Guillermo Carreira
27. Mitzela Espinosa
28. Roque López
29. José Villa
30. Luz Moreno
31. Leonel Herrera

32. Allen Smead
33. Carlos Cerceño
34. Anabel Ramírez
35. Juan De Dios Acuña
36. Manuel Alcázar
37. Pilar López
38. César Osorio
39. Vianca Benítez
40. Rolando Morales
41. César Almanza
42. Eduardo Gómez
43. Josef Paz
44. Iván Guerra
45. Guilford Laws

ÍNDICE

I. Introducción 7

II. Generalidades de Panamá 7

III. Antecedentes de la Hidrometeorología en Panamá 8

IV. Actividades hidrometeorológicas de la Gerencia de Hidrometeorología 18

V. Beneficiarios y beneficios de la información hidrometeorológica 22

VI. Clima de Panamá 25

VII. Hidrología de Panamá 27

VIII. Antecedentes del balance hídrico superficial de Panama 29

IX. Objetivos del balance hídrico superficial 31

X. Método del balance hídrico superficial 32

XI. Métodos empíricos analizados para el cálculo de la ETP en el balance hídrico superficial, 1971-2002 32

XII. Metodología utilizada para el proceso de la información 37

XIII. Comentarios y resultados 81

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1 - República de Panamá. Mapa político 85

Figura 2 - Mapa de relieve de la República de Panamá 86

Figura 3 - Mapa de clasificación climática (según Köppen) 87

Figura 4 - Mapa de estaciones meteorológicas por provincias 88

Figura 5 - Mapa de estaciones meteorológicas por cuencas 89

Figura 6 - Mapa de estaciones hidrológicas 90

Figura 7 - Mapa de estaciones hidrológicas por provincias 91

Figura 8 - Mapa de estaciones hidrológicas por cuencas 92

Figura 9 - Mapa de cuencas hidrográficas 93

Figura 10 - Mapa de isoyetas anuales (1971 - 2002) 94

Figura 11 - Mapa de evotranspiración potencial (1971 - 2002) 95

Figura 12 - Mapa de escorrentías anuales (1971 - 2002) 96

Figura 13 - Mapa de isotermas promedio anual 97

Figura 14 - Mapa de lluvia mensual (enero) 98

Figura 15 - Mapa de lluvia mensual (febrero) 99

Figura 16 - Mapa de lluvia mensual (marzo) 100

Figura 17 - Mapa de lluvia mensual (abril) 101

Figura 18 - Mapa de lluvia mensual (mayo) 102
Figura 19 - Mapa de lluvia mensual (junio) 103
Figura 20 - Mapa de lluvia mensual (julio) 104
Figura 21 - Mapa de lluvia mensual (agosto) 105
Figura 22 - Mapa de lluvia mensual (septiembre) 106
Figura 23 - Mapa de lluvia mensual (octubre) 107
Figura 24 - Mapa de lluvia mensual (noviembre) 108
Figura 25 - Mapa de lluvia mensual (diciembre) 109
Figura 26 - Mapa de isotermas mensuales (enero) 110
Figura 27 - Mapa de isotermas mensuales (febrero) 111
Figura 28 - Mapa de isotermas mensuales (marzo) 112
Figura 29 - Mapa de isotermas mensuales (abril) 113
Figura 30 - Mapa de isotermas mensuales (mayo) 114
Figura 31 - Mapa de isotermas mensuales (junio) 115
Figura 32 - Mapa de isotermas mensuales (julio) 116
Figura 33 - Mapa de isotermas mensuales (agosto) 117
Figura 34 - Mapa de isotermas mensuales (septiembre) 118
Figura 35 - Mapa de isotermas mensuales (octubre) 119
Figura 36 - Mapa de isotermas mensuales (noviembre) 120
Figura 37 - Mapa de isotermas mensuales (diciembre) 121
Figura 38 - Mapa de evotranspiración potencial mensual (enero) 122
Figura 39 - Mapa de evotranspiración potencial mensual (febrero) 123
Figura 40 - Mapa de evotranspiración potencial mensual (marzo) 124
Figura 41 - Mapa de evotranspiración potencial mensual (abril) 125
Figura 42 - Mapa de evotranspiración potencial mensual (mayo) 126
Figura 43 - Mapa de evotranspiración potencial mensual (junio) 127
Figura 44 - Mapa de evotranspiración potencial mensual (julio) 128
Figura 45 - Mapa de evotranspiración potencial mensual (agosto) 129
Figura 46 - Mapa de evotranspiración potencial mensual (septiembre) 130
Figura 47 - Mapa de evotranspiración potencial mensual (octubre) 131
Figura 48 - Mapa de evotranspiración potencial mensual (noviembre) 132
Figura 49 - Mapa de evotranspiración potencial mensual (diciembre) 133

I. INTRODUCCIÓN

El Balance Hídrico Superficial de la República de Panamá se elabora durante los años 2004 al 2007 como una necesidad del país de actualizar el balance realizado en el año 1992 dado que se dispone de mas de 10 años adicionales de registro de datos.

Panamá participa en la iniciativa centroamericana, organizada por el Comité Regional de Recursos Hidráulicos (CRRH), la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), la Unión Europea (UE), y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), mediante la cual se propone la ejecución del proyecto "Actualización del Balance Hídrico Superficial en América Latina y el Caribe".

La responsabilidad de la ejecución y coordinación por parte de Panamá estuvo a cargo de la Gerencia de Hidrometeorología de la Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A., (ETESA), la cual es responsable de la red hidrometeorológica nacional y ejecuta las actividades propias del Servicio de Meteorología e Hidrología Nacional. Además, se utilizaron datos registrados y suministrados por la Autoridad del Canal de Panamá (ACP).

Los productos principales del Balance Hídrico Superficial de Panamá, son los mapas de isoyetas, evapotranspiración potencial, escorrentía y temperatura, de los cuales se extrae el resumen mostrado en el cuadro N° 1.

Se analizaron los datos de 289 estaciones meteorológicas y 99 estaciones hidrológicas a nivel nacional a las cuales se les realizaron pruebas de homogeneidad y consistencia.

Cuadro N° 1
Resumen de datos del balance hídrico superficial de Panamá 1971-2002

Área continental e insular	75,517 km^2
Lluvia Promedio Anual	2,924 mm
	220.8 km^3
Escorrentía Promedio Anual	1,764 mm
	4,222 m^3/s
	133.2 km^3
Coeficiente de Escorrentía	60.30%

II. GENERALIDADES DE PANAMÁ

La república de Panamá se encuentra ubicada en el istmo centroamericano entre las coordenadas 7° 11´ y 9° 39´ de latitud norte; y los 77° 10´ y 83° 03´ de longitud oeste. Limita al norte con el Mar Caribe, al sur con el océano Pacífico, al este con la república de Colombia y al oeste con la república de Costa Rica. La superficie es de 75,517 km^2 y tiene forma de una S acostada, que en su parte mas angosta mide aproximadamente 80 km. Está dividida en 9 provincias y 5 comarcas indígenas. Según el censo de población realizado en mayo de 2000, Panamá cuenta con 2,839,177 habitantes.

En la Figura N° 1 (ver anexo) muestra las divisiones políticas de la república de Panamá.

III. ANTECEDENTES DE LA HIDROMETEOROLOGÍA EN PANAMÁ

MEDICIONES METEOROLÓGICAS

Las actividades meteorológicas en el territorio de la república de Panamá, se iniciaron con la construcción del ferrocarril de Panamá. En 1861 se instaló el primer pluviómetro en la Isla de Taboga, el cual operó hasta 1967.

Entre los años de 1862 a 1874, la Panamá Railroad Company realizó mediciones de lluvia en la Ciudad de Colón.

De 1881 a 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. También se observaron las temperaturas del agua y las mareas en el Atlántico y en el Pacífico; y la presión atmosférica en Colón.

En 1905, se crea el Bureau of Meteorology and River Commission en la Isthmian Canal Comisión, con el propósito de realizar las mediciones de datos hidrometeorológicos, para la construcción y operación del Canal de Panamá, responsabilidad del gobierno de los Estados Unidos.

El Gobierno panameño por medio de la Sección de Agricultura de Panamá instaló en el interior del país varios pluviómetros, en los años de 1926 a 1930.

Entre 1929 y 1933 se instalaron cinco pluviómetros aguas arriba de la Represa de Madden y en los años 1940 y 1941, se agregaron 9 pluviógrafos en los ríos Gatún, Cirí y Trinidad.

La actividad meteorológica en el territorio Nacional estuvo limitada 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.

Las primeras estaciones climatológicas, propias de una red nacional fueron instaladas en 1955 por el Servicio Cooperativo Interamericano de Fomento Económico (SCIFE), agencia cooperativa entre el Instituto de Fomento Económico (IFE) y U.S.AID (Punto 4)

MEDICIONES HIDROLÓGICAS

Las primeras mediciones hidrológicas se iniciaron en Panamá con la construcción del Canal Interoceánico. La primera compañía francesa entre 1881 y 1889 instaló los primeros limnímetros y se realizaron aforos en el Río Chagres. La segunda compañía francesa estableció la estación del Río Chagres en Alhajuela. Los primeros aforos con molinetes se realizaron en 1908.

La Isthmian Canal Company continuó desde 1904 con las mediciones iniciadas por los franceses, ampliando la red en la cuenca del Canal de Panamá hasta el 31 de diciembre de 1999. A partir de esta fecha, cuando el Canal de Panamá revierte al Estado Panameño mediante la aplicación de los tratados TORRIJOS-CARTER, dichas estaciones las opera, amplia y moderniza la Autoridad del Canal de Panamá (ACP).

En 1955 el Servicio Cooperativo Interamericano de Fomento Económico (SCIFE), instaló las primeras estaciones de la Red Hidrológica Nacional y en 1961, el recién creado Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación (IRHE), asumió la responsabilidad del manejo de la Red Hidrológica y la Meteorológica Nacional.

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 en 1967 la aprobación del Proyecto de Ampliación y Mejoramiento de los Servicios Hidrometeorológicos del Istmo Centroamericano conocido como Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano, (PHCA). 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. Por Panamá, le correspondió al IRHE darle seguimiento a este proyecto.

En el período de vigencia del PHCA (1967-1972), el IRHE instaló en Panamá 265 estaciones meteorológicas y 52 estaciones hidrométricas, que median parámetros meteorológicos de presión, temperatura, temperaturas extremas, humedad, precipitación (cantidad e intensidad), viento (velocidad y dirección), evaporación, temperatura del suelo, insolación y radiación solar. Las estaciones hidrométricas medían los niveles de agua de los ríos y lagos, en forma continua.

EVOLUCIÓN HIDROMETEOROLÓGICA

En la primera fase del PHCA (1967-1972) 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 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, de desarrollar este proyecto.

El Proyecto, se orientó hacia la creación del Servicio en el Ministerio de Agricultura y Ganadería, sin embargo por falta de recursos económicos el Gobierno decidió que el IRHE asumiera las funciones del Servicio Hidrometeorológico Nacional lo cual quedó plasmado en la Resolución N° 372-72 de 4 de diciembre de 1972.

En el orden nacional, Panamá integró un Comité Nacional para la coordinación del Proyecto, y se designó, mediante el Decreto Ejecutivo N° 11 de 8 de enero de 1971, al Jefe de la Sección de Hidrometeorología del IRHE como Representante Permanente de Panamá ante la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

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 relacionadas con el Agua y el Clima en los países del Istmo Centroamericano y se asigna al Jefe del Departamento de Hidrometeorología del IRHE como Representante de Panamá ante el CRRH.

El 23 de octubre de 1975, el Representante Permanente de Panamá ante la OMM y Jefe del Departamento de Hidrometeorología del IRHE, sustentó la ratificación del Convenio entre Panamá y la OMM ante la Asamblea Nacional de Representantes de Corregimientos, la que mediante la Ley N° 21 de 23 de octubre de 1975 aprobó en todas sus partes el documento de ratificación.

En 1997 se crea ETESA, como resultado de la privatización del sector eléctrico que estaba en esos momentos en manos del IRHE, mediante la promulgación de la Ley N° 6 del 3 de febrero de 1997. Esta Ley le asignó a ETESA las funciones Hidrometeorológicas y le heredó la Red Hidrometeorológica Nacional, con 165 estaciones meteorológicas y 72 hidrométricas. En la actualidad la Gerencia de Hidrometeorología ha modernizado la red con equipos de registro automático, continuo y telemétricos con respuesta en tiempo real, que según el tipo se desglosan así:

Meteorológicas:

Plataformas Colectoras Automáticas	28
Telemétricas de registro continuo en tiempo real	6
Estaciones mecánicas tipo A (Tres son Sinópticas)	5
Estaciones mecánicas tipo B	22
Estaciones tipo C pluviográficas digitales	21
Estaciones tipo C pluviográficas	3
Estaciones tipo C pluviométricas con lecturas dos veces al día	66
Total	**151**

Hidrométricas:

Telemétricas de registro continuo de nivel en tiempo real	5
Telemétricas de registro continuo de nivel automáticas	20
Limnígrafos de registro continuo de nivel	37
Limnímetro de reglas con lectura dos veces al día (Observador)	2
Total	**64**

Los cuadros N° 2 y 3 muestran el listado de estaciones meteorológicas e hidrológicas vigentes operadas por ETESA con algunas características de las mismas.

Cuadro N° 2. Listado de estaciones meteorológicas

ID	NUMERO	NOMBRE	TIPO	FECHA DE INICIO	PROVINCIA
1	091-001	SIEYIC	PV	4/1/1960	B. DEL TORO
2	091-032	SIEYIC II	AT	3/18/2007	B. DEL TORO
3	091-023	RIO TERIBE	PV	12/1/1972	B. DEL TORO
4	091-026	CHANGUINOLA SUR	B	3/1/1979	B. DEL TORO
5	091-027	CHANGUINOLA SIERRA	PD	7/1/1981	B. DEL TORO
6	091-029	CHANGUINOLA 2	PD	7/1/1983	B. DEL TORO
7	093-002	AEROPUERTO DE BOCAS	A	1/1/1972	B. DEL TORO
8	093-007	MIRAMAR	AA	3/16/2007	B. DEL TORO
9	095-002	CUSAPIN	PV	6/1/1977	B. DEL TORO
10	095-003	SANTA CATALINA	PV	6/1/1977	B. DEL TORO
11	097-001	CALOVÉBORA	B	9/1/1975	VERAGUAS
12	097-003	GUABAL	PV	2/1/1983	VERAGUAS
14	097-004	RIO LUIS	PV	4/1/1983	VERAGUAS
15	097-005	CALOVÉBORA II	AT	12/3/2006	VERAGUAS
16	100-037	SE PROGRESO	AA	7/7/2003	CHIRIQUÍ

Cuadro N° 2. Listado de estaciones meteorológicas (cont.)

ID	NUMERO	NOMBRE	TIPO	FECHA DE INICIO	PROVINCIA
17	100-038	PUNTA BURICA	AA	5/11/2007	CHIRIQUÍ
18	102-001	CERRO PUNTA	PV	9/1/1962	CHIRIQUÍ
19	102-007	CAISÁN CENTRO	AA	9/1/1997	CHIRIQUÍ
20	102-009	BAJO GRANDE	B	5/1/1971	CHIRIQUÍ
21	102-014	CAÑAS GORDAS	PV	7/1/1972	CHIRIQUÍ
22	102-015	BREÑÓN	PV	7/1/1972	CHIRIQUÍ
23	102-016	GÓMEZ ARRIBA	PV	9/1/1972	CHIRIQUÍ
24	102-017	SANTA CRUZ	PV	9/1/1972	CHIRIQUÍ
25	102-019	COTITO	PD	3/1/1977	CHIRIQUÍ
26	102-020	PIEDRA CANDELA	PV	3/1/1977	CHIRIQUÍ
27	103-002	BELÉN II	AA	5/6/2007	COLÓN
28	104-001	CUESTA DE PIEDRA	PV	11/1/1968	CHIRIQUÍ
29	104-008	SORTOVÁ	AA	5/11/2007	CHIRIQUÍ
30	105-001	BOCA DE TOABRÉ	PV	4/1/1958	COCLÉ
31	105-002	CHIGUIRÍ ARRIBA	PV	7/1/1958	COCLÉ
32	105-003	COCLÉ DEL NORTE	PV	4/1/1969	COLÓN
33	105-005	TOABRÉ	B	2/1/1970	COCLÉ
34	105-007	SAN LUCAS	B	10/1/1973	COLÓN
35	105-008	SABANITA VERDE	PV	6/1/1977	COLÓN
36	105-010	SANTA ANA (OBRE)	PV	10/1/1980	COCLÉ
37	106-004	MACANO ARRIBA	PV	9/1/1971	CHIRIQUÍ
38	108-001	FINCA LÉRIDA	PV	3/1/1963	CHIRIQUÍ
39	108-002	EL VALLE	PD	3/1/1977	CHIRIQUÍ
40	108-004	CALDERA (PUEBLO NUEVO)	PV	3/2/1963	CHIRIQUÍ
41	108-006	POTRERILLO ARRIBA	PD	2/1/1997	CHIRIQUÍ
42	108-009	LOS PALOMOS	PV	3/1/1963	CHIRIQUÍ
43	108-013	ANGOSTURA DE COCHEA	PD	2/1/1997	CHIRIQUÍ
44	108-014	VELADERO GUALACA	PV	3/1/1963	CHIRIQUÍ
45	108-015	CERMEÑO	PV	1/1/1966	CHIRIQUÍ
46	108-017	LOS NARANJOS	B	12/1/1971	CHIRIQUÍ
47	108-018	PAJA DE SOMBRERO	B	6/1/1970	CHIRIQUÍ
48	108-020	QUEBRADA BIJAO	PD	7/1/1973	CHIRIQUÍ
49	108-022	HORNITOS	PD	1/20/1997	CHIRIQUÍ
50	108-023	DAVID	A	6/1/1967	CHIRIQUÍ
51	108-042	FORTUNA (CASA CONTROL)	PD	11/1/1995	CHIRIQUÍ
52	108-043	GUALACA II	B	2/2/1990	CHIRIQUÍ
53	108-046	LONDRES (GUALACA)	AA	10/1/1997	CHIRIQUÍ

Cuadro N° 2. Listado de estaciones meteorológicas (cont.)

ID	NUMERO	NOMBRE	TIPO	FECHA DE INICIO	PROVINCIA
54	108-048	BELLA VISTA	AA	9/5/2007	CHIRIQUÍ
55	108-049	SE GUASQUITAS	AA	7/3/2003	CHIRIQUÍ
56	110-003	CERRO BANCO	PV	12/1/1970	CHIRIQUÍ
57	110-008	SOLOY	PD	9/1/1998	CHIRIQUÍ
58	112-003	SAN FELIX	PV	9/1/1971	CHIRIQUÍ
59	112-004	QUEBRADA LORO	PV	9/1/1971	CHIRIQUÍ
60	112-014	RATÓN	AA	10/25/2006	CHIRIQUÍ
61	113-001	ICACAL	B	1/1/1959	COLÓN
62	114-002	CAMARÓN TABASARÁ	PV	10/1/1955	CHIRIQUÍ
63	114-007	CERRO IGLESIA	PV	11/1/1971	CHIRIQUÍ
64	114-010	OJO DE AGUA	B	7/1/1973	VERAGUAS
65	114-011	LLANO ÑOPO	PD	10/1/1973	CHIRIQUÍ
66	115-083	CIRÍ GRANDE	PV	7/1/1974	PANAMÁ
67	116-001	ISLA COIBA	AT	6/1/1971	VERAGUAS
68	117-002	PORTOBELO	PD	1/1/1919	COLÓN
69	117-004	BAHIA LAS MINAS	AA	11/1/1996	COLÓN
70	117-010	CRISTÓBAL	PD	12/2/1975	COLÓN
71	117-012	SAN PEDRO (REFINERÍA)	PV	12/1/1978	COLÓN
72	117-014	EL PORVENIR	AA	3/31/2007	KUNAYALA
73	118-001	EL COBRIZO	PD	5/1/1958	VERAGUAS
74	118-002	CAÑAZAS	B	7/1/1956	VERAGUAS
75	118-006	AGUA DE SALUD	PD	10/1/1972	VERAGUAS
76	118-009	CATIVÉ	PV	12/1/1974	VERAGUAS
77	120-002	SANTIAGO	A	5/1/1955	VERAGUAS
78	120-005	EL MARAÑÓN	PV	9/1/1972	VERAGUAS
79	121-001	NARGANÁ	PV	1/1/1953	SAN BLAS
80	121-006	MULATUPO	PV	10/1/1974	SAN BLAS
81	121-009	MULATUPO II	AT	9/29/2006	SAN BLAS
82	122-004	MARIATO	PV	11/1/1972	VERAGUAS
83	122-006	CHEPO (ESC. GRANJA)	B	6/1/1975	HERRERA
84	122-007	CAMBUTAL	AA	5/18/2007	LOS SANTOS
85	124-002	LA LLANA	PV	9/1/1966	LOS SANTOS
86	124-004	TONOSÍ	B	6/1/1971	LOS SANTOS
87	124-007	CERRO QUEMA	AA	10/30/2006	LOS SANTOS
88	126-002	POCRÍ	PV	7/1/1970	LOS SANTOS
89	126-005	PEDASÍ	B	6/1/1967	LOS SANTOS
90	126-010	VALLE RICO	B	6/1/1972	LOS SANTOS

Cuadro N° 2. Listado de estaciones meteorológicas (cont.)

ID	NUMERO	NOMBRE	TIPO	FECHA DE INICIO	PROVINCIA
91	126-012	LA MIEL	PV	6/1/1972	LOS SANTOS
92	126-013	EL CAÑAFÍSTULO	PV	7/1/1972	LOS SANTOS
93	126-015	CAÑAS	PV	4/1/1974	LOS SANTOS
94	128-001	LOS SANTOS	A	10/1/1964	LOS SANTOS
95	128-004	MACARACAS	PG	5/1/1955	LOS SANTOS
96	128-010	PESÉ	PV	7/1/1972	HERRERA
97	128-016	PAN DE AZÚCAR	PG	4/1/1977	HERRERA
98	130-002	PARITA	PV	12/1/1966	HERRERA
99	130-004	LLANO DE LA CRUZ	PV	7/1/1972	HERRERA
100	132-001	EL PALMAR	PV	8/1/1958	VERAGUAS
101	132-003	LOS VALLES	PG	5/1/1958	VERAGUAS
102	132-006	LAGUNA LA YEGUADA	B	7/1/1960	VERAGUAS
103	132-008	CERRO VERDE	PV	10/1/1959	VERAGUAS
104	132-010	CALOBRE	PV	4/1/1959	VERAGUAS
105	132-012	DIVISA	B	6/1/1964	HERRERA
106	132-033	SANTA FE	B	5/1/1956	VERAGUAS
107	134-003	RÍO GRANDE	PV	5/1/1955	COCLÉ
108	134-004	EL COPÉ	B	11/1/1969	COCLÉ
109	134-008	SONADORA	PV	5/1/1955	COCLÉ
110	134-019	LAS HUACAS DE QUIJE	PV	11/1/1972	COCLÉ
111	134-020	RÍO HONDO	PV	8/1/1972	COCLÉ
112	134-022	PUERTO POSADA	PV	8/1/1972	COCLÉ
113	134-023	LAS SABANAS	PV	11/1/1972	COCLÉ
114	134-024	OLÁ	PV	7/1/1974	COCLÉ
115	134-030	SE LLANO SÁNCHEZ	AT	7/4/2003	COCLÉ
116	136-001	EL VALLE DE ANTÓN	AA	5/1/1963	COCLÉ
117	136-002	ANTÓN	A	8/1/1969	COCLÉ
118	138-004	RÍO HATO	PV	12/1/1970	COCLÉ
119	138-005	CHAME	PV	12/1/1970	PANAMÁ
120	138-008	SANTA RITA	PV	5/1/1972	COCLÉ
121	138-016	CERRO CAMPANA	AA	4/27/2007	PANAMÁ
122	138-017	LA MITRA	AA	4/3/2007	PANAMÁ
123	140-005	CAIMITO	PV	5/1/1970	PANAMÁ
124	140-006	SE CHORRERA	AA	7/2/2003	PANAMÁ
125	140-007	EL LLANO	AA	Por Instalar	PANAMÁ
126	142-022	HOWARD	AT	8/17/2006	PANAMÁ
127	142-020	HATO PINTADO	PV	7/1/1987	PANAMÁ

Cuadro N° 2. Listado de estaciones meteorológicas (cont.)

ID	NUMERO	NOMBRE	TIPO	FECHA DE INICIO	PROVINCIA
128	142-024	SE PANAMÁ 2	AA	7/6/2003	PANAMÁ
129	142-025	CERRO PELON	AT	7/1/2005	PANAMÁ
130	142-026	EL DORADO	AA	8/3/2007	PANAMÁ
131	144-002	TOCUMEN	A/AA	1/1/1970	PANAMÁ
132	146-002	LOMA BONITA	PV	12/1/1974	PANAMÁ
133	146-003	ALTOS DE PACORA	AA	12/1/1974	PANAMÁ
134	148-001	CHEPO	PV	5/1/1955	PANAMÁ
135	148-004	PIRIÁ (POBLADO)	PV	2/1/1963	PANAMÁ
136	148-008	RÍO MAJÉ	PV	12/1/1970	PANAMÁ
137	148-011	BAYANO CAMPAMENTO	PD	9/1/1971	PANAMÁ
138	148-023	TORTÍ	AA	8/1/1977	PANAMÁ
139	148-033	EL LLANO CARTÍ	AA	Por Instalar	PANAMÁ
140	150-002	CHIMÁN	B	2/1/1973	PANAMÁ
141	150-004	ISLA CONTADORA	PD	10/1/1998	PANAMÁ
142	150-005	SAN MIGUEL II	AT	11/1/2006	PANAMÁ
143	152-005	RÍO CONGO	PV	6/1/1997	DARIEN
144	152-006	SANTA FE	AA	6/25/2007	DARIEN
145	154-020	YAVIZA	PD	3/2/1977	DARIEN
146	156-004	BOCA DE CUPE	AA	1/12/2007	DARIEN
147	158-003	CAMOGANTÍ	PV	4/1/1977	DARIEN
148	160-002	TAIMATÍ	PV	3/1/1973	DARIEN
149	160-003	LA PALMA II	AA	7/7/2007	DARIEN
150	162-001	GARACHINÉ	B	2/1/1973	DARIEN
151	164-001	JAQUÉ	PD	5/2/1977	DARIEN

A TIPO A

AA AUTOMÁTICA

AT AUTOMÁTICA TELEMÉTRICA

La ACP opera una red de 69 estaciones hidrometeorológicas, un radar meteorológico, un radio sonda y dos mareógrafos, con un alto grado de automatización.

La Autoridad Aeronáutica Civil (AAC) de Panamá, opera 14 estaciones meteorológicas con propósitos exclusivamente aeronáuticos.

ETESA mantiene una Base de Datos Hidrometeorológicos ORACLE versión 9i, almacenadas en un servidor que recoge 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.

Cuadro N° 3. Listado de estaciones hidrológicas

ID	ESTACION	RÍO	LUGAR	TIPO	TIPO DE AFORO	FECHA DE INICIO	AREA DE DRENAJE (Km2)	PROVINCIA
1	910102	CHANGUINOLA	VALLE DEL RISCO	LG	CABLE	1/1/1971	1680	Bocas del Toro
2	910103	CHANGUINOLA	PEÑA BLANCA	LG	CABLE	7/1/1974	1390	Bocas del Toro
3	910202	TERIBE	PUERTO PALENQUE	LG	CABLE	6/1/1974	861	Bocas del Toro
4	910301	CULUBRE	ANTE CHANGUINOLA	LG	CABLE	12/1/1978	523	Bocas del Toro
5	910401	QDA.BONYIC	ANTE TERIBE	LG	CABLE	6/1/1980	147	Bocas del Toro
6	930101	EL GUABO	BELLA VISTA	LMA	CABLE	12/1/1996	100	Bocas del Toro
7	950101	CRICAMOLA	CANQUINTÚ	LG	CABLE	12/1/1975	652	Bocas del Toro
8	970101	CALOVÉBORA	LOS CEDROS	LG	CABLE	2/1/1976	462	Veraguas
9	1020101	CHIRIQUÍ VIEJO	VOLCÁN	LM	PUENTE	2/1/1957	108	Chiriquí
10	1020102	CHIRIQUÍ VIEJO	PASO CANOA	LG	CABLE	1/1/1957	788	Chiriquí
11	1020103	CHIRIQUÍ VIEJO	BAITÚN	LGA	CABLE	12/1/1957	100	Chiriquí
12	1060101	CHICO	MACHO MONTE	LMA-LM	VADEO	4/1/1967	43	Chiriquí
13	1080101	CHIRIQUÍ	PAJA DE SOMBRERO	LG	CABLE	2/1/1958	305	Chiriquí
14	1080102	CHIRIQUÍ	INTERAMERICANA	LGA	PUENTE	6/1/1955	1337	Chiriquí
15	1080103	CHIRIQUÍ	LA ESPERANZA	LGA	CABLE	7/1/1965	682	Chiriquí
16	1080105	CHIRIQUÍ	BIJAO	LGA	CABLE	11/1/1977	56	Chiriquí
17	1080107	FORTUNA	SITIO DE PRESA	TM	NIVEL	5/1/1985	150	Chiriquí
18	1080206	CALDERA	JARAMILLO ABAJO	LG	CABLE	1/1/1974	136	Chiriquí
19	1080302	DAVID	DAVID	LMA	PUENTE	6/1/1955	265	Chiriquí
20	1080502	GUALACA	RINCÓN	LG	CABLE	3/1/1987	244	Chiriquí
21	1080601	COCHEA	DOLEGA	LMA	VADEO	5/1/1963	115	Chiriquí

Cuadro N° 3. Listado de estaciones hidrológicas (cont.)

ID	ESTACION	RÍO	LUGAR	TIPO	TIPO DE AFORO	FECHA DE INICIO	AREA DE DRENAJE (Km2)	PROVINCIA
22	1080701	LOS VALLES	LA ESTRELLA	LMA	CABLE	7/1/1975	50	Chiriquí
23	1080802	ESTÍ	SITIO DE PRESA	LG	CABLE	6/1/1984	52	Chiriquí
24	1080901	HORNITOS	HORNITOS	LGA	CABLE	3/1/1982	22	Chiriquí
25	1100101	FONSECA	SAN LORENZO	LMA	CABLE	4/1/1957	721	Chiriquí
26	1100102	FONSECA	ANTE SOLOY	LG	CABLE	8/1/1975	406	Chiriquí
27	1120102	SAN FÉLIX	EL GUABO	LG	VADEO	7/1/1983	198	Chiriquí
28	1140101	TABASARÁ	CAMARÓN	LG	PUENTE	5/1/1956	1149	Veraguas
29	1140102	TABASARÁ	GARRAPATO	LG	CABLE	9/1/1973	677	Chiriquí
30	1140103	TABASARÁ	LLANO ÑOPO	LG	CABLE	10/1/1973	286	Chiriquí
31	1140201	VIGUÍ	INTERAMERICANA	LG	CABLE	11/1/1970	332	Chiriquí
32	1180101	SAN PABLO	INTERAMERICANA	LG	CABLE	6/1/1956	745	Veraguas
33	1180201	CAÑAZAS	CAÑAZAS	LMA	VADEO	6/1/1956	122	Veraguas
34	1180202	CAÑAZAS	TEBE	LM	VADEO	11/12/1998	200	Veraguas
35	1180301	COBRE	LOS ESTRECHOS	LG	CABLE	9/1/1971	483	Veraguas
36	1200101	SAN PEDRO	LLANO GRANDE	LG	CABLE	10/1/1971	407	Veraguas
37	1240103	TONOSÍ	CAMINO A CAMBUTAL	LMA	PUENTE	4/9/1999	100	Los Santos
38	1280101	LA VILLA	MACARACAS	LG	PUENTE	5/1/1959	512	Los Santos
39	1280103	LA VILLA	ATALAYITA	LG	CABLE	5/1/1964	1000	Los Santos
40	1300102	PARITA	LA VALDESA	LG	CABLE	1/1/1973	451	Herrera
41	1320101	SANTA MARÍA	SANTA FE	LG	CABLE	5/1/1957	185	Veraguas
42	1320102	SANTA MARÍA	LA SOLEDAD	LG	CABLE	7/1/1964	337	Veraguas
43	1320103	SANTA MARÍA	SAN FRANCISCO	LGA	PUENTE	4/1/1955	1370	Veraguas

Cuadro N° 3. Listado de estaciones hidrológicas (cont.)

ID	ESTACION	RÍO	LUGAR	TIPO	TIPO DE AFORO	FECHA DE INICIO	AREA DE DRENAJE (Km2)	PROVINCIA
44	1320204	SAN JUAN	SITIO DESVÍO	LG	PUENTE	4/1/1967	19	Veraguas
45	1340101	RÍO GRANDE	RÍO GRANDE	LG	CABLE	7/1/1955	471	Coclé
46	1340201	CHICO	EL CORTEZO	LG	CABLE	7/1/1955	316	Coclé
47	1340301	COCLÉ DEL SUR	CAÑAVERAL	LG	CABLE	6/1/1968	310	Coclé
48	1340401	ZARATÍ	MURCIELAGUERO	LG	PUENTE	9/1/1968	138	Coclé
49	1440201	JUAN DÍAZ	JUAN DÍAZ	LMA	CABLE	4/1/1957	115	Panamá
50	1440501	RÍO CABRA	RANCHO CAFÉ	LMA	VADEO	7/1/2005	200	Panamá
51	1480105	BAYANO	SITIO DE PRESA	LGA	CABLE	5/1/1977	100	Panamá
52	1480106	BAYANO	LAGO BAYANO	TM	NIVEL	5/1/1976	3690	Panamá
53	1480107	BAYANO	PIRIÁ	TM	CABLE	7/1/1978	225	Panamá
54	1480201	MAMONÍ	CHEPO	LMA	CABLE	6/1/1957	230	Panamá
55	1480501	CAÑAZAS	ANTE EMBALSE	TM	CABLE	9/1/1969	726	Panamá
56	1480701	DIABLO	ANTE EMBALSE	TM	CABLE	4/1/1971	103	Panamá
57	1480801	CAÑITA	ANTE BAYANO	LMA	PUENTE	4/1/1972	202	Panamá
58	1481101	AGUAS CLARAS	AGUAS CLARAS	LG	CABLE	8/1/1977	73	Panamá
59	1481201	IPETÍ	IPETÍ	LG	CABLE	7/1/1977	136	Panamá
60	1540105	CHUCUNAQUE	LAJA BLANCA	LG	CABLE	6/1/1982	2762	Darién
61	1540201	CHICO	CUBILELE	LG	CABLE	5/1/1976	512	Darién
62	1560101	TUIRA	BOCA DE CUPE	LG	CABLE	5/1/1973	2242	Darién
63	1580101	BALSAS	MANENÉ	LG	CABLE	7/1/1976	366	Darién
64	1620101	SAMBÚ	BOCA DE TRAMPA	LMA	CABLE	8/1/1975	741	Darién

ETESA, por ser la Institución que por ley realiza las actividades propias del Servicio de Meteorología e Hidrología Nacional, tiene el mayor número de estaciones de observación meteorológicas e hidrológicas operativas, distribuidas por todo el país, y el mayor número de personas calificadas dedicadas al cuidado, administración y explotación de esta red.

En relación a los recursos informáticos empleados para el procesamiento de la información hidrometeorológica, ETESA y la ACP cuentan con un soporte adecuado para sus necesidades y mantienen una estrecha colaboración para el intercambio de información en todo tiempo.

La evolución de la actividad hidrometeorológica en Panamá y la experticia de sus técnicos, le ha permitido a la Gerencia de Hidrometeorología de ETESA llevar a feliz término el proyecto Balance Hídrico Superficial de Panamá.

IV. ACTIVIDADES HIDROMETEOROLÓGICAS DE LA GERENCIA DE HIDROMETEOROLOGÍA

Pronóstico Meteorológico

ETESA realiza pronósticos del tiempo diarios y de cinco días; además, en casos de situaciones meteorológicas de riesgo para la población, genera avisos para Protección Civil (SINAPROC), con quien mantiene una estrecha colaboración. También se elaboran pronósticos especiales para el Mercado Eléctrico.

***Foto N° 1**. En la imagen superior izquierda se ve a un pronosticador del grupo de Vigilancia y Pronóstico Meteorológico haciendo una evaluación de las condiciones atmosféricas regionales y del diagrama termodinámico. En la posición superior derecha se muestra a un pronosticador realizando el monitoreo del sistema de detección de descargas atmosféricas. La imagen inferior izquierda muestra parte del grupo de Vigilancia y pronóstico meteorológico durante la visita a Panamá del experto Werner Stolz. En la posición inferior derecha se observa el equipo de Mesir Media, herramienta que es utilizada para elaborar el pronóstico del tiempo de las siguientes 24 horas y la presentación del mismo al público.*

ETESA, para la elaboración de los pronósticos utiliza tanto la información procedente de las estaciones sinópticas que hay en Panamá como la información procedente de numerosas estaciones que están en otros países y cuya información se transmite por medio del Centro Mundial de Washington, a través del sistema WAFS y METLAB II. Con esta información, junto con los informes de pronóstico realizados por el Centro Mundial de Washington, y con el conocimiento del comportamiento del clima local, los pronosticadores de ETESA elaboran sus propios pronósticos.

Actividades en Climatología

ETESA es la institución que elabora productos y estudios climatológicos. Para este propósito cuenta con una base de datos en Oracle, versión 9i, que está soportada en un servidor Sun Fire V480. Una vez recibidos los datos, procedentes de las estaciones de observación, se introducen mediante la aplicación informática correspondiente que cuenta con controles de depuración para las diferentes variables. Tras el proceso de captura, los datos se almacenan en ficheros temporales hasta que son validados e incorporados a la base de datos.

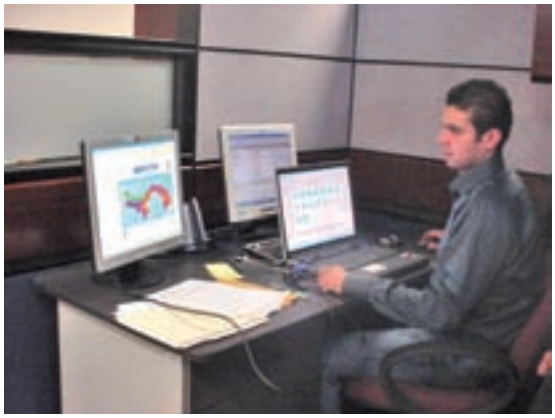
Coordina con el Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA) y el Instituto de Seguro agropecuario (ISA), el suministro de información y la proyección de las variables climáticas necesaria para el desarrollo de las actividades agropecuarias.

Foto N° 2. *En la esquina superior izquierda se muestra la entrega de placas de reconocimiento a los observadores con más de 48 años de servicio, acto celebrado durante el II Seminario de actualización para Observadores Meteorológicos de las Estaciones tipo A y B, de las Provincia Centrales realizado el 5 de septiembre de 2007 en las instalaciones de la estación meteorológica Santiago, en la provincia de Veraguas. En la posición superior derecha se observa momentos de la segunda actualización para observadores Meteorológicos de las Estaciones tipo A y B, de las provincias Chiriquí y Bocas del Toro, estación David, 6 de septiembre de 2007. Esquina inferior izquierda Conferencia de prensa donde se informa a la comunidad en general sobre los eventos que afectan el tiempo y el clima en el País. Esquina inferior derecha participación de la Gerencia de Hidrometeorología en una de las actividades del programa de Zonificación Agroecológica del MIDA, Santiago de Veraguas.*

El grupo de climatología realiza los mapas de los elementos meteorológicos para ponerlos a la disposición de sus usuarios. Este grupo prepara certificaciones sobre el comportamiento de los parámetros meteorológicos para definir responsabilidades legales.

Actividades Hidrológicas

La actividad hidrológica operativa y la red de estaciones hidrométricas nacional es responsabilidad de ETESA. El grupo de Hidrología realiza el Balance diario de los lagos Bayano, Fortuna y Estí, además prepara el pronóstico semanal de los aportes para los embalses Bayano y Fortuna. Este grupo realiza el monitoreo del caudal de los ríos a nivel nacional, información que es almacenada en el Banco de Datos, previo a los controles de calidad, con el propósito de que la información esté disponible para los usuarios y que sean utilizados en estudios hidrológicos.



***FotoN°3**. En la foto superior izquierda se presenta la estación hidrológica convencional en el río Changuinola Riscó, en la provincia de Bocas del Toro. En la foto superior derecha e inferior izquierda se muestran actividades relacionadas con el pronóstico hidrológico. La imágenes inferior derecha se observa el análisis de información proveniente del campo.*

Pronósticos Hidrológicos

ETESA realiza previsiones de caudales de tipo estadístico para el manejo de los embalses de las dos centrales hidroeléctricas más grandes del país: Bayano y Fortuna. Al final de cada año se realiza un pronóstico de caudales para los 12 meses del año siguiente, que es revisado y actualizado cada mes. También, mantiene un sistema de alerta temprana conjuntamente con SINAPROC, en la cuenca del río Cabra en el Distrito de Panamá.

***Foto N° 4**. Sistema de Alerta Temprana en el río Cabra. En la parte superior se muestra la estación meterorológica automática de transmisión satelital, ubicada en Cerro Pelón (izquierda) y la hidrológica automática en Rancho Café (derecha) y en la parte inferior se presentan las reglas para medir el nivel del Río en el puente colgante (izquierda) y en Rancho Café (derecha).*

Actividades de Operación de Campo

Se encarga de instalar, operar y mantener la Red de estaciones meteorológicas e hidrológicas.

Este grupo consta de ingenieros y técnicos especializados que realizan giras periódicamente a lo largo y ancho del país, realizan inspecciones al sistema nacional de telemedida y recogen los datos de las estaciones automáticas y convencionales de las variables meteorológicas e hidrológicas. Además, llevan a cabo los aforos de los caudales y sedimentos de los ríos nacionales.

Usuarios

ETESA es la Institución que atiende y suministra datos meteorológicos e hidrológicos registrados a nivel nacional, en especial a las empresas del sector del Mercado Eléctrico, al Sistema Nacional de Protección Civil, a la Autoridad Nacional del Ambiente, al Ministerio de Desarrollo Agropecuario, al Instituto de Seguro Agropecuario, al sector de seguros, a las universidades públicas y privadas, a la construcción, al turismo, al Ministerio Público, a los Institutos de Investigación, a desarrolladores nacionales y foráneos de proyectos, y a los medios de comunicación, entre otros.

Para facilitar el suministro de datos y el intercambio de información, ETESA ha firmado convenios de cooperación técnico-científico con el Sistema Nacional de protección Civil (SINAPROC), la Autoridad del Canal de Panamá (ACP), la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP), el Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA), el Instituto de Seguros Agropecuario (ISA). Esta iniciativa se

Foto N° 5. *En el cuadro superior izquierdo, se observa la estación Meteorológica automática de Punta Burica, instalada en los predios de el colegio secundario del mismo nombre, provincia de Chiriquí. En la posición inferior izquierda se observa la estación automática con transmisión satelital Mulatupo en la comarca Kuna Yala. En la esquina superior derecha, la estación hidrológica Parita La Valdesa, con la torre del cablevía y en la inferior derecha, la estación meteorológica de transmisión satelital ubicada en la Isla de Coiba.*

está ampliando con otras instituciones del Estado que son usuarios importantes de los datos y de la información generada por ETESA. Estan por firmarse los Convenios con el Ministerio de Educación (MEDUCA), la Universidad de Panamá (UP), la Autoridad Aeronáutica Civil (AAC) y el Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud (ICGES) .

V. BENEFICIARIOS Y BENEFICIOS DE LA INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA

Los ciudadanos utilizan frecuentemente la información de 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 otras. Se presume que, al disponer de la información relativa a los pronósticos meteorológicos, los usuarios incrementarán su bienestar al tomar decisiones en un marco de menor incertidumbre.

Los usuarios de la información hidrometeorológica se encuentran distribuidos en casi todos los sectores de la economía, a saber:

***Foto N° 6**. La Empresa de Transmisión Eléctrica, S. A. a través de la Gerencia de Hidrometeorología ha firmado acuerdo con distintas instituciones entre ellas: en el cuadro superior izquierdo con el Ministerio de Gobierno y Justicia, a través del Sistema Nacional de Protección Civil, en la posición inferior izquierda muestra el apretón de manos que sella el acuerdo de con la Autoridad del Canal de Panamá; en la posición superior derecha se presenta el acto de firma con el Ministerio de Desarrollo Agropecuario y en la esquina inferior derecha con el instituto de Seguro Agropecuario (ISA).*

Sector Transporte Aéreo

Uno de los usuarios más importantes de la información meteorológica y climatológica en Panamá es el transporte aéreo comercial. Este sector es atendido directamente por la Autoridad Aeronáutica Civil (AAC) de Panamá, a través de la entrega de una serie de productos meteorológicos cuya definición se establece en acuerdos internacionales por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI).

Sector Agrícola, Forestal y Pecuario

En general, la utilidad de los servicios hidrometeorológicos en este sector es de la máxima importancia, puesto que la producción depende totalmente de las condiciones del tiempo y del clima. La influencia de los factores hidrometeorológicos está presente en casi toda la cadena de producción del sector.

Los demandantes de la información meteorológica son principalmente grandes y medianas empresas, asociaciones de agricultores y ganaderos, y los centros de investigación e innovación existentes en el sector. Además, la información es utilizada para los planes del Estado para la seguridad alimentaria.

ETESA ha firmado un Convenio Técnico Científico con el Ministerio de Desarrollo Agropecuario para el suministro de información y pronóstico para el planeamiento de las actividades del sector.

Sector de Servicios Esenciales

En este sector se han agrupado a todos los usuarios de la información meteorológica, hidrológica y climatológica cuyas actividades se relacionan directamente con la seguridad de la sociedad frente a los diversos fenómenos asociados al comportamiento atmosférico. Preferentemente estos usuarios corresponden a organismos del Estado o, en algunos casos, instituciones privadas sin fines de lucro, cuya finalidad es la protección de vidas y bienes de la sociedad. La principal entidad pública ligada a estas materias en Panamá es el Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC).

Sector Transporte Marítimo y Pesca

Al igual que en el caso del transporte aéreo, el sector marítimo es altamente sensible a las condiciones atmosféricas. Los costos involucrados ante accidentes o estados de emergencia son muy importantes, tanto para las compañías navieras como para las instalaciones costeras y portuarias, incluyendo empresas relacionadas, como las compañías de seguros, importadoras y exportadoras. El uso de la información meteorológica en este aspecto, apunta a lograr una adecuada operación de las distintas actividades que se dan en torno al transporte marítimo.

De especial relevancia en Panamá es la operación del Canal, el cual se sustenta en la adecuada provisión de agua para las maniobras de elevación y descenso de barcos en el sistema de esclusas. Cabe notar que durante la sequía ocasionada por El Niño, en los años 1997 – 1998, la ACP pudo tomar oportunamente una serie de medidas destinadas a ahorrar agua y minimizar con ello las restricciones de calado impuestas a los barcos que utilizaron el Canal.

Con respecto a la pesca, la incidencia de los factores climatológicos es determinante, ya que sumado a lo indicado anteriormente (seguridad), afecta a los niveles de captura. En años anteriores, en muchos países, la Corriente del Niño ha ocasionado pérdidas cuantiosas a las empresas del sector ante la migración de los peces, por el aumento de la temperatura oceánica.

Sector Construcción

Los usuarios de la información meteorológica e hidrológica en este sector son principalmente las empresas diseñadoras y constructoras dedicadas a la edificación habitacional, industrial y de obras públicas (carreteras, embalses, aeropuertos, etc.). Su utilidad se manifiesta desde la proyección y diseño de la obra hasta la construcción y mantenimiento de la misma.

La información climatológica e hidrológica debe ser utilizada en el análisis de la viabilidad técnica de la obra, en la definición de su localización, en el propio diseño de la obra y en la determinación de un plan adecuado de conservación dada sus condiciones de uso; esa información junto con los pronósticos meteorológicos a corto y mediano plazo contribuyen también a una mejor planificación de los períodos y horas hábiles de trabajo para gestionar más eficientemente las labores de construcción.

Sector de Energía Eléctrica

El sector energético es fundamental para el buen funcionamiento de la economía de Panamá, siendo su principal fuente la hidroeléctrica, seguida por la de origen térmico en base al petróleo. Por ello, debido a las características topográficas del país, los recursos hidráulicos disponibles para la producción de energía eléctrica representan un recurso de seguridad nacional ante los altos costos de la producción de energía por insumos que tienen que ser importados.

La empresa de transmisión, las distribuidoras y las generadoras del sector, son las principales usuarias de la información hidrometeorológica. Su utilización apunta a elaborar las estimaciones

de consumo y la planificación de la producción, distribución y abastecimiento, como también en las tareas de mantenimiento de la red eléctrica, la operación y el manejo de los embalses.

La información meteorológica es fundamental para el desarrollo y aprovechamiento de la energía eólica y de la solar, ambas, de escasa utilización en Panamá.

Otros Sectores

En esta categoría se han agrupado a los otros usuarios de la información meteorológica y climatológica, cuyos procesos o actividades productivas se ven influenciadas por factores de esta naturaleza. Uno de ellos es el sector del comercio; sobre todo cuando el producto o servicio depende fuertemente de las condiciones ambientales.

El sector del turismo, que también cabe en esta categoría, requiere de información para la planificación y explotación racional de los recursos disponibles, como centros turísticos, hoteles, agencias de viajes, etc., con el objeto de lograr índices de ocupación de la infraestructura existente cada vez más altos, y también para orientar mejor las decisiones de inversión en ampliación de dicha infraestructura.

También se encuentran las compañías de seguros, quienes necesitan disponer de una buena información de tipo climatológico para poder evaluar adecuadamente los riesgos de que se produzcan los diversos tipos de catástrofes ligados con la meteorología, y así ajustar los costos de aseguramiento más adecuadamente. La administración de justicia , que en caso de algunos litigios requieren de la certificación del estado atmosférico en determinadas condiciones.

Los medios de comunicación son, también, parte de los usuarios de la información meteorológica, ya que aunque ésta no los afecta directamente, por una parte, son el medio más habitual para que el conjunto de la población acceda a este tipo de información, y, por otra parte, esta información les proporciona los beneficios de la publicidad que se asocia a los espacios de mayor audiencia, contribuyendo a la financiación de sus actividades.

Evaluación objetiva de los beneficios

La evaluación de las mejoras en los servicios hidrometeorológicos representa un campo relativamente nuevo dentro del ámbito del análisis económico. En particular, la aplicación del análisis costo-beneficio a las inversiones destinadas a esta actividad se ha visto dificultado por la complejidad que significa el cuantificar los potenciales beneficios de las mismas.

VI. CLIMA DE PANAMÁ

Uno de los factores básicos en la definición del clima es la orografía, ya que el relieve no sólo afecta el régimen térmico produciendo disminución de la temperatura del aire con la elevación, sino que afecta la circulación atmosférica de la región y modifica el régimen pluviométrico general.

Las grandes masas oceánicas del Atlántico y Pacífico son las principales fuentes del alto contenido de humedad en nuestro ambiente y debido a lo angosto de la franja que separa estos océanos, el clima refleja una gran influencia marítima. La interacción océano-atmósfera determina en gran medida las propiedades de calor y humedad de las masas de aire que circulan sobre los océanos. Las corrientes marinas están vinculadas estrechamente a la rotación de la tierra y a los vientos. En la figura N° 2 (ver anexo) se muestra el mapa de relieve de Panamá, que explica algunos de los comportamientos del clima.

El anticiclón semipermanente del Atlántico Norte, afecta sensiblemente las condiciones climáticas de nuestro país, ya que desde este sistema se generan los vientos alisios del nordeste que en las capas bajas de la atmósfera llegan a nuestro país, determinando sensiblemente el clima de la República.

En Panamá se distinguen dos estaciones bien definidas en la mayor parte de nuestro territorio (seca y lluviosa) concernidas con la migración anual de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), en donde existe una confluencia de los vientos alisios de ambos hemisferios (norte y sur) y que afecta el clima. Esta se mueve siguiendo el movimiento aparente del sol a través del año.

La estación seca ocurre cuando la ZCIT está al sur de Panamá. Es corta y generalmente se inicia en diciembre y termina en abril. El período mas seco corresponde a los meses de febrero y marzo

La estación lluviosa se inicia cuando la ZCIT se mueve sobre Panamá en dirección al norte, produciendo las primeras lluvias fuertes a fines de abril o a comienzo de mayo. Una vez que la ZCIT está establecida, la lluvia disminuye entre los meses de julio y agosto produciéndose un periodo seco secundario. A finales de agosto o a comienzos de septiembre, la ZCIT inicia su migración hacia el sur, pasando nuevamente por Panamá y generando las lluvias mas fuertes de la estación lluviosa, normalmente en octubre y noviembre.

También es importante destacar el desplazamiento de las ondas tropicales provenientes del Este, que interactúan con la ZCIT, las condiciones orográficas locales y la orientación de este a oeste del territorio de Panamá, que producen un alto porcentaje de las lluvias.

Hay una marcada diferencia en la distribución temporal de los caudales entre las dos vertientes. La del Atlántico presenta una mayor regulación natural con 20% a 30% del caudal, en los meses de enero a abril, y de 70% a 80% del escurrimiento en la estación lluviosa, de mayo a diciembre. En la vertiente del Pacifico sólo del 7% al 15% del aporte anual se da entre enero y abril y del 85 al 93% restante en la estación lluviosa, de mayo a diciembre. Se observa, además, que la variación de los caudales mes a mes en la región del Atlántico es mucho menor que en la región del Pacifico; en esta última, el caudal del mes más seco puede ser sólo un décimo del caudal del mes con el mayor aporte.

Clasificación Climática según W. Köppen

Los índices que dan los límites entre diferentes climas en el sistema de clasificación climática de Köppen coinciden con los grupos de vegetación y se basan en datos de temperaturas medias mensuales, temperatura media anual, precipitaciones medias mensuales y precipitación media anual.

Este tipo de sistema de clasificación distingue zonas climáticas y, dentro de ellas, tipos de clima, de tal manera que resultan 13 tipos fundamentales de climas. En la figura N° 3 se muestra el mapa con las zonas climáticas de Panamá según Köppen.

Zonas climáticas:

La Zona A: Comprende los climas tropicales lluviosos en donde la temperatura media mensual de todos los meses del año es mayor de 18°C. En esta zona climática se desarrollan las plantas tropicales cuyos requerimientos son mucho calor y humedad, o sea, que son zonas de vegetación megaterma.

La Zona C: Comprende los climas templados lluviosos en que la temperatura media mensual más cálida es mayor de 10°C y la temperatura media mensual más fría es menor de 18°C, pero mayor de -3°C. La vegetación característica de esta zona climática necesita calor moderado y suficiente humedad, pero generalmente no resiste extremos térmicos o pluviométricos, las zonas que se distinguen son de vegetación masoterma.

Régimen pluviométrico por región:

Región Pacífica: Se caracteriza por abundantes lluvias, de intensidad entre moderada a fuerte, acompañadas de actividad eléctrica que ocurren especialmente en horas de la tarde. La época de lluvias se inicia en firme en el mes de mayo y dura hasta noviembre, siendo los meses de septiembre y octubre los más lluviosos; dentro de esta temporada se presenta frecuentemente un período seco conocido como Veranillo, entre julio y agosto.

El período entre diciembre y abril corresponde a la época seca. Las máximas precipitaciones en esta región están asociadas generalmente a sistemas atmosféricos bien organizados, como las ondas y ciclones tropicales (depresiones, tormentas tropicales y huracanes), y a la ZCIT.

Región Central: En esta región las lluvias se producen por lo general después del mediodía, provocadas por los flujos predominantes procedentes del Caribe o del Pacífico. Son lluvias entre moderadas y fuertes, acompañadas de actividad eléctrica y vientos fuertes. Esta región presenta la zona más continental del país, por lo que, los contrastes térmicos y orográficos juegan su papel.

Región Atlántica: En esta región llueve durante casi todo el año. Entre diciembre y febrero se registran abundantes lluvias provocadas muchas de ellas por las incursiones de los sistemas frontales del hemisferio norte hacia las latitudes tropicales; en el resto del año las lluvias están asociadas a los sistemas atmosféricos tropicales que se desplazan sobre la Cuenca del Caribe, a la brisa marina y al calentamiento diurno de la superficie terrestre. La Figura N° 4 muestra el mapa de ubicación de estaciones meteorológicas vigentes por provincias y la Figura N°5 presenta la ubicación de las estaciones meteorológicas vigentes por cuencas (ver anexo).

VII. HIDROLOGÍA DE PANAMÁ

El territorio de la república de Panamá con un área superficial continental e insular de 75,524 km2, se ha dividido en 52 cuencas hidrográficas, que resultaron de la clasificación elaborada durante el desarrollo del Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano (PHCA) que culminó en el año 1972. De estas cuencas, 18 están en la vertiente del mar Caribe y le corresponden números impares comenzando desde la número 87 hasta la 121; y 34 pertenecen a la vertiente del océano Pacífico y están numeradas con números pares iniciando con la número 100 hasta la 166. En este proyecto participaron Guatemala, Honduras, Nicaragua, El Salvador, Costa Rica y Panamá. La cuenca N° 1 se inicia en la república de Guatemala y la última finaliza en la república de Panamá con el N° 166.

Los ríos de la república de Panamá se caracterizan por ser cortos. Las cuencas varían entre 133.5 km2 y 4,984 km2. En la figura N° 6 (ver anexo) se muestra el mapa con las cuencas.

Para la caracterización hidrológica de Panamá se cuenta con 65 estaciones hidrológicas de las cuales 37 son limnigráficas convencionales, 20 son automáticas y 8 son de transmisión satelital.

Cuadro N° 4. Ríos mas caudalosos del país.

Renglón	Cuenca N°	RÍO	Area de Drenaje, km²	Caudal, m³/s
1	91	Changuinola	3203	270
2	87*	Sixaola	2706	245
3	148	Bayano	4984	241
4	108	Chiriquí	1996	187
5	154	Chucunaque	3546	183
6	115	Chagres	3338	167
7	118	San Pablo	2453	159
8	132	Santa María	3326	140

** Cuenca transfronteriza. Aproximadamente el 80% está ubicada en la república de Costa Rica. Los datos mostrados en el cuadro corresponden a los registrados hasta la estación hidrológica Sixaola Guabito. El área de drenaje de la cuenca 87 hasta la desembocadura es de 2,850 km2*

Del análisis realizado a los registros de caudales de las estaciones hidrológicas, se determinaron los rendimientos de los cuales mostramos los más grandes a continuación:

CuadroN° 5. Rendimiento de los ríos mas grandes del país.

ESTACIÓN	CODIGO	AREA	Q medido	q espec.
		Km²	m³/s	l/s/km²
Cricamola Canquintú	950101	647.3	104.1	161
Chiriquí Qda Bijao	1080105	55.6	8.8	158
Chiriquí Hornitos	1080104	154.4	24.2	157
Hornitos, Hornitos	1080901	22.5	3.1	138
Calovébora Los Cedros	970101	459.3	60.9	133
Quebrada Bonyic Ante Teribe	910401	149.9	19.4	129
Los Valles La Estrella	1080701	50.3	6.2	123

En la figura N° 7 se muestran las estaciones hidrológicas vigentes por provincia y en la figura N° 8 las estaciones hidrológicas vigentes por cuencas (ver anexo).

La ubicación geográfica de Panamá, su tamaño, forma, orientación y relieve determinan la distribución temporal y espacial de la lluvia y, por ende, de los caudales así como los rendimientos en las diferentes regiones del país.

Las características geomorfológicas, geológicas y de uso del suelo influyen en la longitud, pendiente y orientación de los cursos de agua así como en la capacidad de retención de las cuencas.

Los ríos corren en dos vertientes: la del Pacífico, que abarca el 70% del territorio nacional, y la del Caribe o Atlántico, que ocupa el 30% restante. La divisoria continental está constituida por una serie de cadenas montañosas que se extienden de Este a Oeste. En términos generales, los ríos son de corto recorrido y sus cursos están usualmente orientados en dirección normal a las costas.

La longitud media de los ríos de la vertiente del Atlántico es de 56 Km con una pendiente media de 2.5% y en la vertiente del Pacífico la longitud media de los ríos es de 106 Km con una pendiente media de 2.27%.

El caudal medio anual superficial total es de aproximadamente 4,222 m^3/s (metros cúbicos por segundo); hacia el Océano Pacífico descarga el 60%.

La existencia del Canal Interoceánico ha modificado el régimen hidrológico en la cuenca del río Chagres. Los lagos artificiales de Alajuela y Gatún regulan el escurrimiento y permiten la operación por gravedad de las esclusas del Canal, distribuyendo el caudal de la cuenca entre las dos vertientes.

En general, el mes de mayor caudal es el de octubre aunque algunas estaciones del sector del Atlántico registran el máximo en noviembre o diciembre. Las cuencas de la región oriental, de Darién a Mamoní, registran el máximo caudal medio mensual en noviembre.

Los ríos más caudalosos del país son: Changuinola, Bayano, Chiriquí, Chucunaque, Tabasará, Tuira, Santa María, Coclé del Norte y Fonseca.

Cuadro N° 6. Principales embalses de Panamá con algunas de sus características.

N°	Nombre del Embalse	Área de la Cuenca km^2	Área de Embalse km^2	Volumen del Embalse Mm^3
1	Alhajuela	1,026	50.2*	643
2	Gatún	3,338 (incluye Alhajuela)	436.2**	769
3	Fortuna	166	10.9***	221.7
4	Bayano	3,960	353****	4,787

* *Superficie del embalse Alhajuela a nivel máximo de operación 252 pies (76.81 msnmm)*
** *Superficie del embalse Gatún a nivel máximo de operación 87.50 pies (26.67msnmm)*
*** *Superficie del embalse Fortuna a nivel máximo de operación 1055 msnmm*
**** *Superficie del embalse Bayano a nivel máximo de operación 62.00 msnmm*

VIII. ANTECEDENTES DEL BALANCE HÍDRICO SUPERFICIAL DE PANAMA

A partir del año 2001, Panamá viene considerando la necesidad de elaborar mapas anuales de los parámetros meteorológicos e hidrológicos que sean de utilidad a los diversos sectores de la economía nacional, a los planificadores y a los proyectistas. Esta iniciativa surge en el marco del Proyecto Atlas Nacional 2005 de acuerdo al Decreto Ejecutivo N° 106 del 27 de junio de 2000, mediante el cual se crea la Comisión del Atlas Nacional de la República de Panamá.

Por su parte, el Comité Regional de los Recursos Hidráulicos (CRRH), en su papel de ente rector en materia de Recursos Hídricos, Agua y Clima en América Central, une esfuerzos con la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), y con la Unión Europea (UE), de cuya iniciativa se logra la organización de la “I Reunión ampliada del Grupo de Expertos para la evaluación de los recursos hídricos de América Latina y el Caribe”, en la cual Panamá fue participe.

En esta primera reunión que se realizó en San José, Costa Rica, del 24 al 26 de mayo de 2004, se sentaron las bases metodológicas del proyecto Balance Hídrico Superficial de Centroamérica y el Caribe, y para la sistematización de los procesos. Para los fines prácticos, es en esta fecha cuando podemos considerar que se inicia la elaboración del Balance Hídrico Superficial de Panamá.

Este impulso que se le vino dando a este proyecto regional, gracias a la iniciativa del CRRH, fructifica nuevamente con una segunda reunión que contó también con el apoyo de UNESCO, del Centro del Agua para Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina y el Caribe (CAZALAC), y del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), en cuyas oficinas de Cuernavaca se realizó esta reunión, del 7 al 9 de abril de 2005. La participación de CAZALAC fue para el desarrollo del proyecto de elaboración de Mapas de Zonas de Áridas el cual se dio de manera simultánea con la reunión del Balance Hídrico Centroamericano y el Caribe. En este Taller, se presentaron los avances del Balance Hídrico Superficial por cada uno de los países participantes y se definieron los problemas que se iban encontrando con el desarrollo del proyecto.

Foto N° 7. *Reunión anual del Comité Regional de Recursos Hidráulicos, realizada en Panamá, en enero de 2005. En la misma se transfirió la Presidencia Pro Tempore de este organismo Centroamericano a la Ing. Luz Graciela de Calzadilla por un periodo de dos años.*

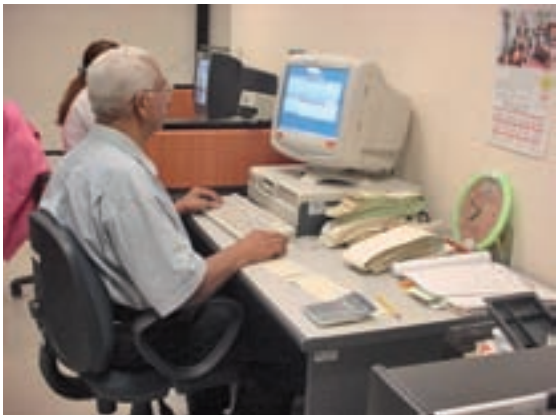


Foto N° 8. *Personal del proyecto de Rescate de Datos de Información Meteorológica e Hidrológica.*

Por intermedio del CRRH, Panamá al igual que el resto de los países centroamericanos, recibieron apoyo económico provenientes de Taiwán. En Panamá, estos fondos se utilizaron para la compra de equipo de computo y para contratar personal que realizó rescate de datos. Cabe señalar que el apoyo a este proyecto por parte de ETESA también fue valioso, mediante el equipamiento, contratación de personal, y apoyo en la capacitación relacionadas con las herramientas de Sistemas de Información Geográfica, que complementó los requerimientos de recursos demandados por el proyecto.

IX. OBJETIVOS DEL BALANCE HÍDRICO SUPERFICIAL

Entre los objetivos principales del Balance Hídrico Superficial, podemos mencionar los siguientes:

1. Disponer de una evaluación cuantitativa y confiable, en el tiempo y el espacio, de los recursos hídricos del país, para los diferentes usos.
2. Revisar, corregir, rellenar y/o extender y homogenizar la información de los parámetros meteorológicos e hidrológicos que intervienen en el ciclo del agua.
3. Sistematizar el proceso del Balance Hídrico Superficial (BHS) para que el mismo sea realizado en forma periódica, sin mayores complicaciones.
4. Contribuir en la elaboración del Balance Hídrico de Centro América, como un compromiso dentro del marco UNESCO / CRRH / UNIÓN EUROPEA.

El diagrama del CICLO DEL AGUA indica los eventos que entran en su génesis lo que nos permite concluir que existen elementos de fácil medición, tales como la precipitación, la evaporación, la velocidad, el recorrido y la dirección del viento, la radiación global, las temperaturas medias, máximas y mínimas, la humedad relativa, la insolación, la presión y la escorrentía por ríos y arroyos. También

Ciclo del agua y sus componentes

se identifican otros de difícil determinación en forma directa, tales como la evapotranspiración, la recarga y descarga de las aguas subterráneas, la cantidad de agua retenida en el suelo, en la zona radicular y la infiltración profunda. De todas estas variables, la evapotranspiración es la que ha sido objeto de la atención de un gran número investigadores, quienes han desarrollado modelos empíricos para su estimación.

La evapotranspiración potencial (ETP), según Thornthwaite, es la pérdida de agua que se desprende del suelo, totalmente cubierto de vegetación, cuando aquel se encuentra totalmente impregnado de agua. En términos más sencillos, es la cantidad de agua que regresa a la atmósfera a través de la evaporación directa de la superficie del suelo más la transpiración de las plantas.

En el cálculo del balance hídrico, se considera la evapotranspiración real (ETR), que es aquella que iguala a la suma de la precipitación y la reserva de agua del suelo, cuando la ETP supera a ambas. Por otro lado la ETR es igual a la ETP cuando la suma de la reserva de agua en el suelo y de la precipitación recogida en un mismo período de tiempo excede a la ETP.

X. MÉTODO DEL BALANCE HÍDRICO SUPERFICIAL

El método del balance hídrico puede ser usado para estimar la evapotranspiración real, ETR, cuando pueden medirse o estimarse la precipitación P, el escurrimiento Q, y las variaciones del almacenamiento ΔS. La ecuación utilizada es la siguiente:

$$ETR = P - Q - Qip \pm \Delta S$$

La evapotranspiración anual de una cuenca para un año hídrico puede ser estimada como la diferencia entre la precipitación y el escurrimiento, considerando insignificante la variación del almacenamiento Δ**S** y la infiltración profunda Qip. El modelo simplificado del BHS quedaría de la siguiente forma:

$$ETR = P - Q$$

XI. MÉTODOS EMPÍRICOS ANALIZADOS PARA EL CÁLCULO DE LA ETP EN EL BALANCE HÍDRICO SUPERFICIAL, 1971-2002

FAO-PENMAN-MONTIETH

Se fundamenta en el balance energético en la superficie del suelo y la transferencia de vapor de agua y calor entre la superficie y la atmósfera. El método introduce la noción de resistencia aerodinámica y superficial, considerando el efecto de la rugosidad de la superficie sobre el calor y la transferencia de masas, y la resistencia del flujo del vapor de agua entre la superficie de evaporación y el aire. El método ha sido ampliamente utilizado con resultados satisfactorios y es por ello que se recomendó para este estudio.

Los parámetros necesarios para la aplicación de este método son:

1. Latitud geográfica expresada en radianes;
2. Mes y día, para el cálculo mensual se asume el día 15 de cada mes;
3. Elevación, en metros;
4. Temperaturas máximas y mínimas, en ºC;

5. Insolación, en horas de sol al día;

6. Humedad relativa, en decimal;

7. Velocidad del viento registrada a dos metros de altura, en m/s. En caso de que ésta sea medida a otro nivel, la velocidad recomendada se ajusta mediante la fórmula siguiente:

$$V2m = 4.87 * Vz / Ln(67.8 * z - 5.42)$$

en donde z es la elevación en que se han realizado las observaciones.

El cálculo de la ETP por este método se aplicó en 20 estaciones que mantienen registros de los parámetros señalados.

En el Cuadro N° 7 se presenta el detalle de las variables utilizadas en el cálculo de la ETP.

HARGREAVES

Al final del anexo se ha incluido la fórmula de HARGREAVES, la cual incluye variables que se utilizan para el cálculo de la radiación extraterrestre. Con relación a este método, en 1966, el autor introdujo ajustes y entre estos, a la ETP calculada se aplicó el ajuste recomendado para la insolación.

THORNTHWAITE

La fórmula, derivada en 1944 tiene su fundamento físico en la relación existente entre la temperatura del aire, la radiación y ET, es al siguiente:

$$ETP = Ct^a$$

En donde **ETP** es la evapotranspiración mensual en cm para un mes de 30 días con una duración teórica de insolación de 12 horas cada 24; **t** es la temperatura media mensual en grados centígrados para el mes considerado y **C** y **a** son funciones del Índice Térmico Anual **(I)**, constantes para cada lugar.

El valor de **a** se calcula a partir del Índice Térmico Mensual dado por la fórmula:

$$i = (t/5)^{1.514}$$

designando con **I** a la suma de los doce valores de **i**, el valor de **a** se determina mediante la expresión:

$$a = 0.000000675 * I^3 - 0.0000771 * I^2 + 0.0179 * I + 0.492$$

La ecuación final de la **ETP**, se transforma en:

$$ETP = 16 (10 * t/I)^a * k \quad (mm/mes) ;$$

en donde **k** es un factor de corrección para cada latitud debido a la duración media de la luz solar.

Cuadro N°7 - Método FAO PENMAN-MONTEITH. Determinación de Eto (datos promedio mensuales)

NOMBRE		DATOS				CÁLCULOS EN EXCEL		
	MES	1	Mes calendario					
	DIA	15	Se usa 15 para el cálculo diario mensual. En el caso de un día X, se usa X.					
	Días del Año	15	A partir de enero		SI(D12<=2;ENTERO((275*D12/9-30+D13));ENTERO((275*D12/9-30+D13-2)))			
	LATITUD	9	0.15708	Radianes	D15*3,1416/180			
ESTACIÓN	ELEVACION	2	MSNMM					
	Tmax	**34.8**	Grados ºC					
	Tmin	**25.6**	Grados ºC					
INSOLACIÓN	n	8.5	Horas de sol/día					
HORAS LUZ MAX	N	11.530	Durac. max solar		(ACOS(-TAN(E15)*TAN(0,409*SENO((2*3,1416*D14/365)-1,39))))*24/3,1416			
Humedad Relativa	HR/100	0.645						
Vel. Viento a 2 m del suelo		2	m/s					
1/Dist Tierra-Sol= dr		1.032	Radianes		1+0,033*COS(2*3,1416*D14/365)			
Declinación Solar (LAT)		-0.370	Radianes	-21.213	0,409*SENO((2*3,1416*D14/365)-1,39)			
Puesta del sol ángulo hor.		1.587	Radianes		ACOS(-TAN(E15)*TAN(0,409*SENO((2*3,1416*D14/365))))			
	Tprom	**30.2**	Grados ºC		(D17+D18)/2			
GRAD PRESION		0.246	kPa/ ºC		(4098*(0,6108*EXP(17,27*D26/(D26+237,3)))/(D26+237,3)^2)			
PRESION ATMO		101.276	kPa		101,3*((293-0,0065*D16)/293)^5,26			
CONST. SICROMET.		0.067	kPa/ ºC		0,000665*D28			
Presión de sat. A Tmax	eº(Tmax)	5.561	kPa		0,6108*EXP(17,27*D17/(D17+237,3))			
Presión de sat. A Tmin	eº(Tmin)	3.283	kPa		0,6108*EXP(17,27*D18/(D18+237,3))			
Promedio	es	4.42	kPa		(D30+D31)/2			

Cuadro N°7 - Método FAO PENMAN-MONTEITH. Determinación de Eto (datos promedio mensuales) (cont.)

Presión de vapor prom/día	ea	2.85	kPa		D32*D21			
Diferencia	es-ea	1.57	kPa		D32-D33			
RAD.SOLAR EXTRAT.	Ra	**32.22**	MJ/m2/día		458,36*0,082*D23*(D25*SENO(E15)*SENO(D24)+COS(E15)*CO S(D24)*SENO(D25))			
RAD. Recibida	Rs	19.93	MJ/m2/día		(0,25+0,5*D19/D20)*D35			
Rad. Cielo claro	Rso	24.17	MJ/m2/día		(0,75+0,00002*D16)*D35			
Rad. Solar neta	Rns	15.35	MJ/m2/día	0.1775	0,77*D36			
Rad. Neta onda larga	Rnl	3.29	MJ/m2/día		0,000000004903*((273,16+D17)^4+(273,16+D18)^4)/2*(0,34-0,14*D33^0,5)*(1,35*D36/D37-0,35)			
Rad. neta a nivel suelo	Rn	12.06	MJ/m2/día		D38-D39			
Rad. Neta		4.92	mm/día		D40/2,45			
ETP de referencia	Eto	5.12	mm/día	**G = 0**	(0,408*D27*D40+D29*900*D34*D22/(D26+273))/ (D27+D29*(1+0,34*D22))			
Fórmula Hargreaves	ETP	**4.40**	mm/día		**0,0023*(D26+17,8)*(D17-D18)^0,5*D35/2,45**			
LOS DATOS QUE SE REQUIEREN PARA EL CÁLCULO DE LA ETP POR EL MÉTODO DE PENMAN-MONTEITH SON: LATITUD,ELEVACIÓN Tmax y Tmin (pomedio mensual), HORAS DE BRILLO SOLAR, HUMEDAD RELATIVA Y VELOCIDAD DEL VIENTO EN M/S MEDIDOS A 2 METROS SOBRE EL SUELO. LOS VALORES SEÑALADOS EN NEGRITA SE UTILIZAN EN LA FÓRMULA SUGERIDA POR HARGREAVES.								
EL VALOR DE G PUEDE ESTIMARSE: G = 0,14 * (Tmi - T m-1), en donde Mi es el mes actual y Mi-1 el anterior, con el inconveniente de que la temperatura debe ser la medida por termómetros instalados bajo la superficie del suelo.								
-21,213 LATITUD SUR								
0,1775 Kwh/ m2								

Como la temperatura es la variable clave para la aplicación de este método y la misma varía en relación directa con la elevación del terreno; y en la atmósfera hasta la tropopausa, se determinaron ecuaciones lineales para cada mes, correlacionando la elevación de la estación con la temperatura promedio mensual. Para estos cálculos se utilizaron las estaciones con más de 5 años de registros, obteniéndose ecuaciones altotérmicas lineales con coeficientes de correlación superiores a 0.98, para las vertientes del Caribe y del Pacífico. El gradiente térmico promedio que se obtuvo es de -0.00554 °C por cada 100m de incremento en elevación, consecuente con el gradiente teórico en una atmósfera estándar. En el Cuadro N° 8 se presentan las ecuaciones derivadas para cada mes.

Cuadro N° 8. Gradiente altotérmico por mes

Ecuaciones Altotérmicas de Temperatudas Promedio Vertiente Océano Pacífico		
Enero	y = -0.005644x + 26.90246	R2 = 0.993966
Febrero	y = -0.00590x + 27.47668	R2 = 0.96034
Marzo	y = -0.00585x + 27.98079	R2 = 0.98608
Abril	y = -0.00589x + 28.25132	R2 = 0.98525
Mayo	y = -0.00546x + 27.70862	R2 = 0.95399
Junio	y = -0.00559x + 27.27835	R2 = 0.99055
Julio	y = -0.00556x + 27.11618	R2 = 0.99285
Agosto	y = -0.00556x + 27.10919	R2 = 0.99248
Septiembre	y = -0.00552x + 26.90327	R2 = 0.99071
Octubre	y = -0.00548x + 26.70395	R2 = 0.99104
Noviembre	y = -0.00550x + 26.71090	R2 = 0.99395
Diciembre	y = -0.00558x + 26.78199	R2 = 0.99632

Ecuaciones Altotérmicas de Temperatudas Promedio Vertiente Mar Caribe		
Enero	y = -0.005337x + 25.657055	R2 = 0.993634
Febrero	y = -0.005390x + 25.898332	R2 = 0.992455
Marzo	y = -0.005457x + 26.301032	R2 = 0.993976
Abril	y = -0.005519x + 26.749080	R2 = 0.994576
Mayo	y = -0.005570x + 27.159013	R2 = 0.997187
Junio	y = -0.005543x + 27.057772	R2 = 0.997397
Julio	y = -0.005464x + 26.676446	R2 = 0.996796
Agosto	y = -0.005503x + 26.836844	R2 = 0.997495
Septiembre	y = -0.005511x + 26.872780	R2 = 0.997954
Octubre	y = -0.005474x + 26.654234	R2 = 0.997724
Noviembre	y = -0.005402x + 26.247221	R2 = 0.996946
Diciembre	y = -0.005377x + 25.908000	R2 = 0.994292

La ventaja de este método es que puede aplicarse con solo conocer la elevación del lugar; y la ETP que se estima da un valor conservador del requerimiento de agua en el área.

A la ETP calculada, se le aplicó el ajuste propuesto por Hargreaves, lo cual proporcionó valores más cercanos a los obtenidos con la aplicación de Penman.

HOLDRIDGE

La ACP realizó balances hídricos superficiales en la cuenca del Canal de Panamá, utilizando el método de Holdrige para el cálculo de la ETP. Los resultados comparativos guardan una gran consistencia.

XII. METODOLOGÍA UTILIZADA PARA EL PROCESO DE LA INFORMACIÓN

1. - RECOPILACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para el estudio, se recopiló la información disponible de cinco años o más de las estaciones con registros mensuales completos. El período para el estudio fue determinado para los años de 1971 al 2002, recomendado por el CRRH para Panamá y Centro América, con el propósito de confeccionar el Balance Hídrico superficial para la región con la aplicación para el cálculo de la evapotranspiración de referencia del método FAO-Penman-Monteith.

2. - RED HIDROMETEOROLÓGICA

La Gerencia de Hidrometeorología de la Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A. (ETESA) de propiedad del Estado, opera y mantiene una red de 156 estaciones meteorológicas y 65 hidrológicas, sin embargo en el banco de datos traspasado por el IRHE a ETESA existe información de 289 estaciones con registro de precipitación y 99 estaciones con registro de caudales, de las cuales fueron utilizadas 242 con registro de lluvias y 92 con registro de caudales para la elaboración del Balance Hídrico Superficial. La Autoridad del Canal de Panamá opera una red hidrometeorológica propia para la operación del Canal, cuya información también se incorporó al estudio, y consta de 43 estaciones con registro de lluvia y 13 con registros de caudales.

3. - PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Precipitación

Los datos mensuales de precipitación se verificaron, corrigieron y, los faltantes se estimaron mediante el uso de correlaciones lineales cuyos coeficientes de correlación superaban o igualaban 0.85. También, se utilizó el método de la proporción normal, el cual permite a partir de los valores mensuales registrados en las estaciones vecinas estimar el valor faltante de la precipitación mensual o anual en la estación a corregir.

Para verificar la consistencia de los datos registrados en las estaciones, tanto las que presentaron la información completa, como a las que se les estimaron los datos faltantes, se utilizó el método de la curva doble másica. Antes de proceder a la aplicación del método de la curva doble masa, se determinaron los coeficientes de correlación, de los promedios mensuales de la precipitación registrada, entre todas las estaciones para determinar las estaciones o la estación patrón necesaria para la aplicación del método. Ver el Cuadro N° 9. Una vez escogidas las posibles estaciones patrón o la estación patrón, se procedió con la aplicación de las curvas doble masa.

Cuadro No. 9
Correlacion entre las estaciones con registro de precipitación en la Provincia de Herrera
Promedio mensual de la precipitación en los años de registro

NOMBRE EST.	Las Minas	Los Pozos	Pese	Pitaloza	Chitre	Parita	Llano Rey	Llano Cruz	Ocu	Divisa	Los Canel.	Macaras	La Mesa	Las Cruces
CODIGO EST.	128003	128006	128010	128012	128015	130002	130003	130004	130005	132012	132013	128004	128005	126007
AÑOS	34	32	33	27	28	38	32	33	6	39	33	39	33	32
Elev. msnmm	350	260	80	380	250	30	80	60	130	12	25	80	180	84
ENE	32.2	15.7	7.5	15.8	19.7	8.9	16.6	8.2	28.8	16.5	12.1	12	26.8	11.4
FEB	10.5	4	1.8	6.1	9.7	1.9	2.2	2.2	34.8	1.6	5	5.5	9.5	4.6
MAR	18.7	8.2	8.2	9.8	16.7	2.9	7.1	10.4	26.8	11.8	11.2	7.7	8.4	6.7
ABR	85	53.3	42.4	86.7	74.9	22.9	50	40.7	102.2	47.1	41.9	52.5	70.9	25.5
MAY	282.3	211.3	194.3	264.9	221	122.6	217.7	188	237.3	216.6	208.5	214.6	222.4	147.9
JUN	246.9	193.9	161.8	254.5	219	146.3	197.1	174.2	231.8	219.7	207.2	220.5	228.1	163.2
JUL	195.4	151.5	140.1	176	151.5	113.9	160.1	143.7	218.5	167.4	165.3	152.5	160.8	143
AGO	280.3	214.1	159.9	266.7	225	131.9	195.6	176.3	203.5	203.6	193.1	199	239.8	158.5
SEP	337.1	267.8	230.5	316.2	276.9	195.3	276.2	233	345.4	267.8	268	260.8	287.6	205.5
OCT	336.9	293.1	256.4	407.7	322	217.1	305	254.8	327.2	305.4	277.5	284.9	350	276.4
NOV	268	208.1	173.6	268.9	188.8	152.7	222.8	179.4	258.8	214.5	203.6	215.5	237.7	176.5
DIC	81	55	47.1	91.8	57.8	51.3	57.8	48.4	65.5	69.5	62.9	60.6	65.3	41.6
TOTAL	2174.3	1676	1423.6	2165.1	1783	1167.7	1708.2	1459.3	2080.6	1741.5	1656.3	1686.1	1907.3	1360.8

Cuadro No. 9 (cont.)
Correlacion entre las estaciones con registro de precipitación en la Provincia de Herrera
Promedio mensual de la precipitación en los años de registro

CODIGO	128006	128010	128012	128015	130002	130003	130004	130005	132012	132013	128004	128005	126007	
128003	0.9964	0.9897	0.9838	0.9864	0.9745	0.9916	0.9939	0.9749	0.9899	0.9918	0.9927	0.9876	0.9663	
128006		0.9950	0.9926	0.9934	0.9865	0.9972	0.9981	0.9793	0.9957	0.9950	0.9953	0.9961	0.9831	
128010			0.9877	0.9886	0.9841	0.9977	0.9978	0.9848	0.9951	0.9952	0.9926	0.9885	0.9827	>0.90
128012				0.9921	0.9831	0.9909	0.9892	0.9646	0.9912	0.9840	0.9896	0.9974	0.9846	91
128015					0.9779	0.9879	0.9911	0.9691	0.9900	0.9865	0.9889	0.9940	0.9778	
130002						0.9906	0.9883	0.9783	0.9921	0.9905	0.9873	0.9876	0.9914	<09
130003							0.9980	0.9860	0.9968	0.9961	0.9954	0.9935	0.9869	0
130004								0.9835	0.9981	0.9985	0.9966	0.9923	0.9854	
130005									0.9787	0.9843	0.9794	0.9715	0.9685	
132012										0.9982	0.9980	0.9933	0.9880	
132013											0.9972	0.9880	0.9822	
128004												0.9923	0.9804	
128005													0.9883	
126007														

Nota: Como estaciones patrón, utilizamos las más cercanas entre ellas, con una correlación mínima de 90%
Utilizando un c.c. de 90%, podemos concluir que el 81% de los factores que inciden en la producción de las lluvias que son registradas en estas estaciones, son comunes para el área de influencia de las mismas.

Para la aplicación del método de doble masas, se utilizaron los años comunes entre la estación patrón y la estación a ser ajustada. Al determinar la ecuación lineal, se reajustaban los datos que habían sido estimados, hasta lograr un coeficiente de correlación de 0.995 o más y, luego, se procedía con las extensiones de los registros si esto fuere necesario. Ver los Cuadros del N° 10 al N° 15.

Ejecutados los pasos explicados, a las estaciones ajustadas se les aplicó la prueba de homogeneidad y la que no resultaba homogénea en sus registros promedios anuales, se le aplicaba nuevamente el método de las curvas dobles másicas con otras estaciones como patrón. Ver los Cuadros del N° 16 al N° 18.

En el Cuadro N° 19 se presenta el resumen de la estadística ajustada que se utilizó en la confección del Balance Hídrico Superficial.

Como una muestra indicativa de la aplicación de los procedimientos usados, se presentan estos cuadros que muestran los resultados del procesamiento de lluvia obtenidos en la provincia de Herrera, regionalmente ubicada en el llamado “arco seco” en nuestro país.

Caudales

A la información hidrológica utilizada en el estudio, además de aplicarle la metodología descrita, en algunas estaciones se utilizó para la extensión y relleno de la información faltante la ecuación recomendada para el análisis de crecidas en una cuenca con varias estaciones en su cause principal y cuya expresión matemática, es la siguiente:

$$Q1 = Q2*(A1/A2)^n$$

En donde:

n= Exponente a determinar en función de los valores conocidos de los caudales y de las áreas de drenaje;

Q 1 = Caudal en la estación 1 aguas abajo de la estación 2

A1 y A2 = Áreas de drenaje de las estaciones 1 y 2

Todos los cálculos fueron realizados con las fórmulas y ecuaciones desarrolladas en Excel. En la ecuación anterior para calcular el valor de **n** la ecuación exponencial se transformó en logarítmica, resultando así:

$$n = (\text{Log } Q1 - \text{Log } Q2) / (\text{Log } A1 - \text{Log } A2).$$

Ver los Cuadros N° 20 al N° 22, en donde se aplica este procedimiento para rellenar y extender registros en la Cuenca 114 cuya nomenclatura corresponde al Río Tabasará ubicada al oriente de la Provincia de Chiriquí.

Otros datos meteorológicos

La información mensual utilizada, de las temperaturas medias, máximas y mínimas, de la humedad relativa, del viento, de la radiación y de la insolación, es la registrada en 20 estaciones con equipos adecuados para medir estos parámetros.

La radiación global registrada muestra dificultades en la impresión gráfica, lo que dificulta su proceso, por tal motivo, se utilizó para su cálculo la fórmula recomendada por el método en ausencia de datos confiables.

2. - ECUACIONES DERIVADAS - Método FAO-Penman-Monteith

Vertiente del Pacífico:

$$ETP = -0.29509 * ELEV + 1407.9 \quad (mm), ELEV \text{ en MSNMM}$$

Vertiente del Caribe:

$$ETP = -0.26556 * ELEV + 1284.0 \quad (mm), ELEV \text{ en MSNMM}$$

ETR = ETP * ETA en donde ETA es el factor de Holdridge según el movimiento del agua en asociaciones climáticas que depende de la ETP y la lluvia, de acuerdo a las siguientes relaciones:

para, $ETA = 0.1467RE^4 + 0.9876RE^3 - 2.1124RE^2 + 1.2714RE + 0.6964$
para, $ETA - 3.102RE^2 + 2.4517RE + 0.4531$

$$RE = ETP / P$$

Las ecuaciones han sido incorporadas al programa ArcGIS para el cálculo del **BHS** que utiliza el área de la cuenca, la elevación promedio y la lluvia promedio, elementos necesarios para el cálculo de la **ETR,** de la escorrentía **(ESC)** y del caudal específico, cuyos resultados se comparan con los registros de los caudales medidos en la respectivas estaciones hidrológicas, para su validación. En el Cuadro N° 23 se presentan los datos básicos utilizados para el desarrollo del balance hídrico superficial.

3. - ELABORACIÓN DE MAPAS DEL BALANCE HÍDRICO SUPERFICIAL

Mapa de isoyetas

Con la información homogeneizada de la precipitación registrada en las 244 estaciones bases más las 45 indicativas, se trazó un mapa preliminar de isoyetas. Estas isoyetas se introdujeron en el **programa ARCGIS** para calcular la lluvia promedio, el área y la elevación promedio, en cada cuenca con registro de caudales. Estas variables se introducen al **modelo del BHS**, lo cual permite comparar la escorrentía estimada con la medida. Si la desviación no satisface la premisa del error aceptable de ± 5.0%, se repite el proceso modificando el trazado de las isoyetas, tomando en consideración los registros de las estaciones pluviométricas instaladas en la cuenca. Terminado el proceso de ajuste de la precipitación promedio para todas las cuencas del país, se trazó el mapa final de isoyetas.

Mapa de Evapotranspiración Potencial

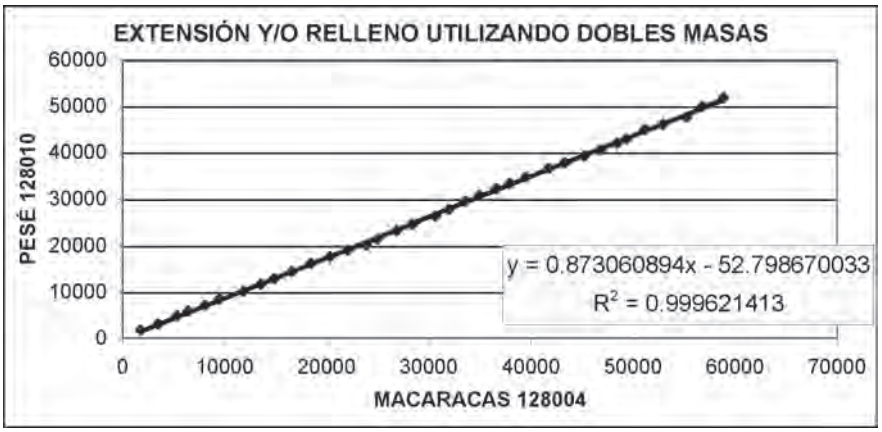
Para la elaboración del mapa de ETP se utilizó la ecuación media de las ecuaciones derivadas para las vertientes del Pacífico y del Caribe obtenidas por el método FAO-Penman-Monteith, que resultó ser la siguiente:

$$ETP = -0.280325 * ELEV + 1346$$

Mediante la utilización del modelo **ARCGIS** se aplicó un mapa de raster (cuadrícula) de elevación en la ecuación, para el cálculo de la ETP.

Cuadro 10 (a)
Extensión y/o relleno utilizando el método de las dobles masas
Lluvias anuales, mm.

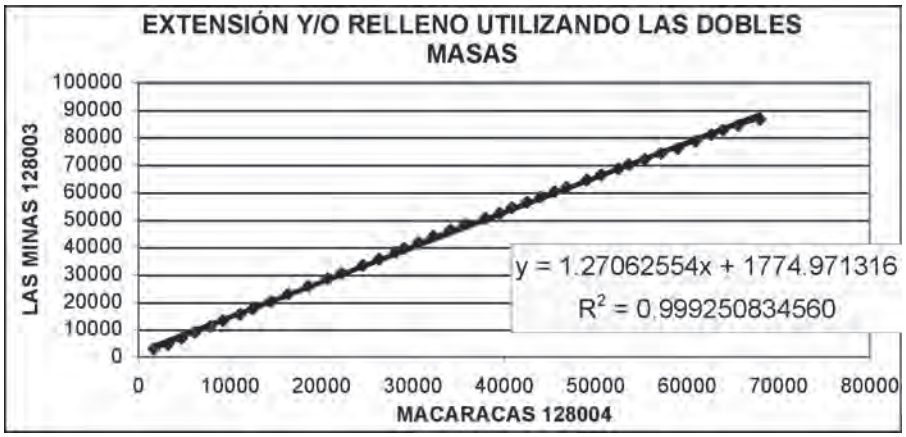
Años	128004		128010	
	Macaracas		Pesé	
	Lluvia	Acumuladas		Lluvia
1971	2091.0	58907.1	51911.4	1743.6
1972	1513.0	56816.1	50066.4	1154.3
1973	2335.5	55303.1	47616.3	1476.6
1974	1780.0	52967.6	46139.7	1144.0
1975	1820.0	51187.6	44995.7	2041.0
1976	931.0	49367.6	42954.7	987.5
1977	1576.0	48436.6	41967.2	1364.9
1978	1625.5	46860.6	40602.3	1350.4
1979	1877.4	45235.1	39251.9	1519.0
1980	1551.5	43357.7	37732.9	1057.5
1981	2290.1	41806.2	36675.4	2023.2
1982	1581.2	39516.1	34652.2	1351.6
1983	1316.6	37934.9	33300.6	1069.8
1984	1650.0	36618.3	32230.8	1483.3
1985	1457.7	34968.3	30747.5	1342.8
1986	1512.0	33510.6	29404.7	1701.0
1987	1361.7	31998.6	27703.7	1413.9
1988	2236.6	30636.9	26289.8	1732.1
1989	1550.8	28400.3	24557.7	1335.2
1990	1857.9	26849.5	23222.5	1864.8
1991	1148.9	24991.6	21357.7	1240.1
1992	1751.5	23842.7	20117.6	1112.6
1993	1759.3	22091.2	19005.0	1375.3
1994	1868.5	20331.9	17629.7	1448.8
1995	1908.1	18463.4	16180.9	1819.8
1996	1705.4	16555.3	14361.1	1488.7
1997	1289.1	14849.9	12872.4	1233.0
1998	1684.2	13560.8	11639.4	1465.8
1999	2401.0	11876.6	10173.6	1729.5
2000	1380.8	9475.6	8444.1	1299.5
2001	1703.3	8094.8	7144.6	1273.4
2002	1089.5	6391.5	5871.2	1068.7
2003	1812.7	5302.0	4802.5	1738.0
2004	1728.1	3489.3	3064.5	1352.6
2005	1761.2	1761.2	1711.9	1711.9
Promedio	1683.1			1443.3



Cuadro 10 (b)
Extensión y/o relleno utilizando el método de las dobles masas
Lluvias anuales, mm.

Años	128004		128003		
	Macaracas		Las Minas		
	Lluvia	Acumuladas		Lluvia	
1960	1711.0	1711.0	2827.0	2827.0	
1961	1473.0	3184.0	4534.0	1707.0	
1962	1497.0	4681.0	6740.0	2206.0	
1963	1466.7	6147.7	8824.5	2084.5	
1964	1687.2	7834.9	11047.5	2223.0	
1965	1394.0	9228.9	13091.0	2043.5	
1966	1875.6	11104.5	15506.5	2415.5	
1967	1393.9	12498.4	17499.7	1993.2	
1968	1959.0	14457.4	20125.7	2626.0	
1969	1929.8	16387.2	22917.2	2791.5	
1970	2201.5	18588.7	25740.7	2823.5	
1971	2091.0	20679.7	28460.7	2720.0	
1972	1513.0	22192.7	30412.2	1951.5	
1973	2335.5	24528.2	33247.0	2834.8	
1974	1780.0	26308.2	35521.0	2274.0	
1975	1820.0	28128.2	38032.0	2511.0	
1976	931.0	29059.2	39540.0	1508.0	
1977	1576.0	30635.2	41596.5	2056.5	
1978	1625.5	32260.7	43941.5	2345.0	
1979	1877.4	34138.1	46234.0	2292.5	
1980	1551.5	35689.6	48100.0	1866.0	
1981	2290.1	37979.7	50546.5	2446.5	
1982	1581.2	39560.9	52268.2	1721.7	
1983	1316.6	40877.5	54289.5	2021.3	
1984	1650.0	42527.5	56270.0	1980.5	
1985	1457.7	43985.2	58157.8	1887.8	
1986	1512.0	45497.2	60183.2	2025.4	
1987	1361.7	46858.9	61706.6	1523.4	
1988	2236.6	49095.5	64315.4	2608.8	
1989	1550.8	50646.3	66345.3	2029.9	
1990	1857.9	52504.2	68424.8	2079.5	
1991	1148.9	53653.1	70109.9	1685.1	
1992	1751.5	55404.6	72035.9	1926.0	
1993	1759.3	57163.9	74122.0	2086.1	
1994	1868.5	59032.4	75896.0	1774.0	
1995	1908.1	60940.5	78581.5	2685.5	
1996	1705.4	62645.9	80834.0	2252.5	
1997	1289.1	63935.0	82551.0	1717.0	
1998	1684.2	65619.2	84272.5	1721.5	
1999	2401.0	68020.2	86463.5	2191.0	88203.2

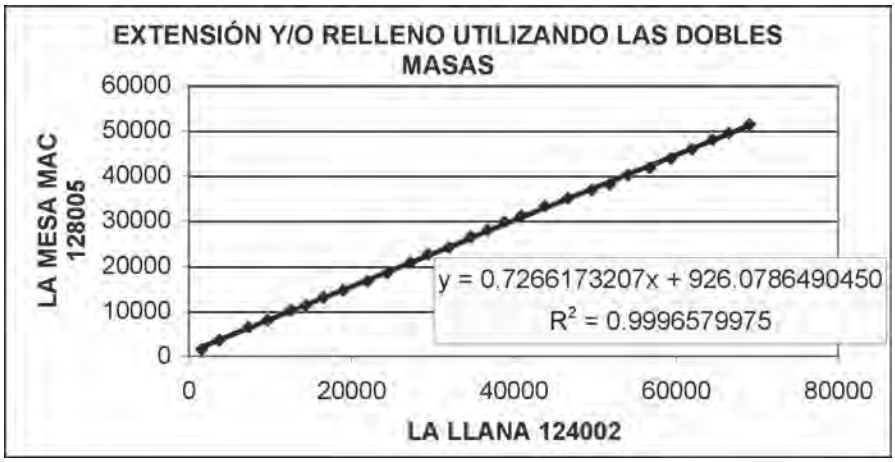
Años	128004		128003		
	Macaracas		Las Minas		
	Lluvia	Acumuladas		Lluvia	
2000	1380.8	69401.0		1754.5	89957.7
2001	1703.3	71104.3		2164.3	92121.9
2002	1089.5	72193.8		1384.3	93506.3
2003	1812.7	74006.5		2303.3	95809.5
2004	1728.1	75734.6		2195.8	98005.3
2005	1761.2	77495.8		2237.8	100243.1
Promedio	1684.7			2078.9	



Cuadro 11 (a)
Extensión y/o relleno utilizando el método de las dobles masas
Lluvias anuales, mm

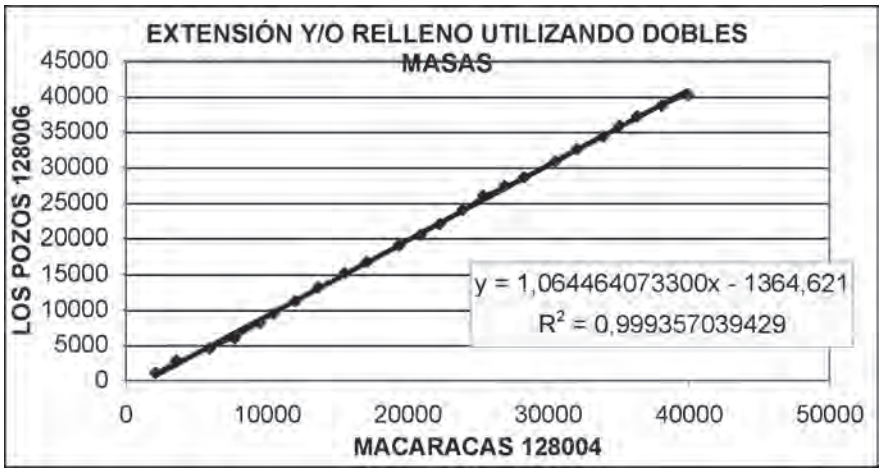
Años	124002		128005	
	La Llana		La Mesa de Mac.	
	Llluvia	Acumuladas		Llluvia
1971	2790.5	1589.9	1532.5	2608.6
1972	2159.9	3749.8	3620.3	2087.8
1973	3571.3	7321.1	6412.3	2792
1974	2404.0	9725.1	8094.0	1681.7
1975	2856.5	12581.6	10217.1	2123.1
1976	1819.5	14401.1	11280.6	1063.5
1977	2170.0	16571.1	13097.2	1816.6
1978	2424.5	18995.6	14597.3	1500.1
1979	2999.3	21994.9	16639.1	2041.8
1980	2450.6	24445.5	18529.1	1890
1981	2871.1	27316.6	20812.7	2283.6
1982	2136.2	29452.8	22668.5	1855.8
1983	2575.8	32028.6	24161.1	1492.6
1984	2765.7	34794.3	26465.8	2304.7
1985	2035.7	36830.0	27987.4	1521.6

Años	124002		128005	
	La Llana		La Mesa de Mac.	
	Llluvia	Acumuladas		Llluvia
1986	2095.3	38925.3	29652.3	1664.9
1987	2040.9	40966.2	30998.4	1346.1
1988	2934.0	43900.2	33219.5	2221.1
1989	2818.5	46718.7	34914.5	1695
1990	2907.0	49625.7	36778.8	1864.3
1991	2255.3	51881.0	38091.7	1312.9
1992	2230.8	54111.8	40068.0	1976.3
1993	2644.1	56755.9	41710.0	1642
1994	2661.4	59417.3	43767.3	2057.3
1995	2622.9	62040.2	45837.1	2069.8
1996	2462.4	64502.6	47875.2	2038.1
1997	2067.0	66569.6	49381.3	1506.1
1998	2493.9	69063.5	51432.5	2051.2
1999	2557.7	71621.2	52158.4	1824.6
2000	1633.5	73254.7	53323.8	1165.3
2001	1748.1	75002.8	54570.8	1247.1
2002	1834.1	76836.9	55879.3	1308.4
2003	2710.2	79547.1	57812.7	1933.4
2004	2444.7	81991.8	59556.7	1744.0
2005	2534.9	84526.7	61365.1	1808.4
Promedio	2449.4			1815.4



Cuadro 11 (b)
Extensión y/o relleno utilizando el método de las dobles masas
Lluvias anuales, mm

Años	128004		128006	
	Macaracas		Los Pozos	
	Lluvia	Acumuladas		Lluvia
1971	2091.0	2091.0	1057.1	1057.1
1972	1513.0	3604.0	2776.6	1719.5
1973	2335.5	5939.5	4534.1	1757.5
1974	1780.0	7719.5	5929.2	1395.1
1975	1820.0	9539.5	8086.7	2157.5
1976	931.0	10470.5	9389.3	1302.6
1977	1576.0	12046.5	11199.0	1809.7
1978	1625.5	13672.0	13167.7	1968.7
1979	1877.4	15549.4	15139.5	1971.8
1980	1551.5	17100.9	16718.5	1579
1981	2290.1	19391.0	19007.4	2288.9
1982	1581.2	20972.2	20469.5	1462.1
1983	1316.6	22288.8	21980.3	1510.8
1984	1650.0	23938.8	24005.5	2025.2
1985	1457.7	25396.5	25946.2	1940.7
1986	1512.0	26908.5	27320.8	1374.6
1987	1361.7	28270.2	28589.9	1269.1
1988	2236.6	30506.8	30811.1	2221.2
1989	1550.8	32057.6	32543.2	1732.1
1990	1857.9	33915.5	34288.1	1744.9
1991	1148.9	35064.4	35806.9	1518.8
1992	1251.5	36315.9	37165.5	1358.6
1993	1759.3	38075.2	38695.7	1530.2
1994	1868.5	39943.7	40145.2	1449.5
1995	1908.1	41851.8	41768.7	1623.5
1996	1705.4	43557.2	43291.2	1522.5
1997	1289.1	44846.3	44726.7	1435.5
1998	1684.2	46530.5	47484.1	1644
1999	2401.0	48931.5	50721.0	2555.8
2000	1380.8	50312.3	52190.8	1469.8
2001	1703.3	52015.6	54003.9	1813.1
2002	1089.5	53105.1	55163.7	1159.7
2003	1812.7	54917.8	57093.2	1929.6
2004	1728.1	56645.9	58932.7	1839.5
2005	1761.2	58407.1	60807.5	1874.7
Promedio	1668.8			1686.1



Cuadro 12 (a)
Extensión y/o relleno utilizando el método de las dobles masas
Lluvias anuales mm

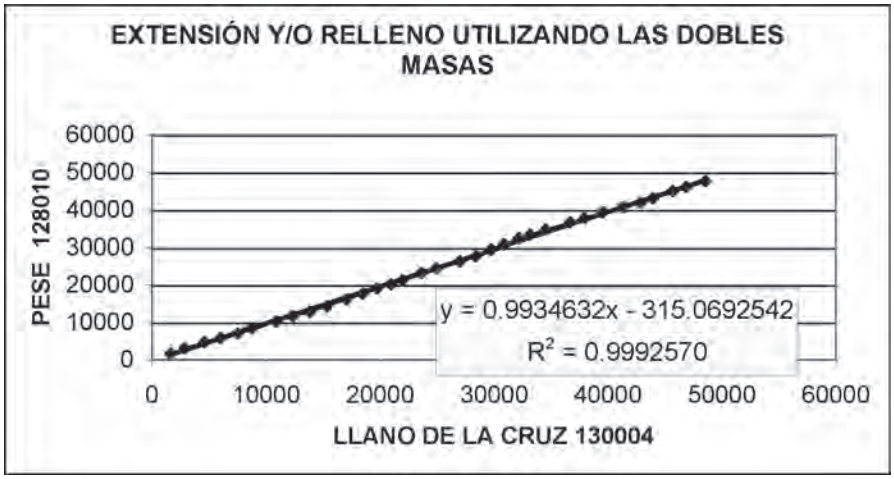
Años	130002		130004	
	Parita		Llano De La Cruz	
	Lluvia	Acumuladas		Lluvia
1971	1391.5	42037.0	52319.2	1755.0
1972	921.2	40645.5	50564.2	1161.9
1973	1430.3	39724.3	48647.4	1662.8
1974	1238.5	38294.0	46984.6	1210.3
1975	1588.0	37055.5	45774.3	1721.5
1976	839.0	35467.5	44052.8	1046.1
1977	1407.2	34628.5	43006.7	1590.3
1978	1297.5	33221.3	41416.4	1789.4
1979	911.0	31923.8	39627.0	1551.6
1980	1167.5	31012.8	38075.4	1274.3
1981	1684.6	29845.3	36801.1	2178.2
1982	1169.4	28160.7	34622.9	1336.3
1983	955.5	26991.3	33286.6	1027.6
1984	1285.1	26035.8	32259.0	1274.0
1985	1116.9	24750.7	30985.0	1126.3
1986	781.9	23633.8	29858.7	1357.9
1987	874.4	22851.9	28500.8	1381
1988	1733.6	21977.5	27119.8	2066.9
1989	1145.0	20243.9	25052.9	1342.4
1990	1226.3	19098.9	23710.5	1656.4
1991	725.5	17872.6	22054.1	991.3
1992	1075.0	17147.1	21062.8	1245.5
1993	1061.0	16072.1	19817.3	1225.6
1994	1062.0	15011.1	18591.7	1458.2
1995	1434.0	13949.1	17133.5	1701.8
1996	1148.5	12515.1	15431.7	1492.1
1997	1009.0	11366.6	13939.6	1440.3

Años	130002		130004	
	Parita		Llano De La Cruz	
	Lluvia	Acumuladas		Lluvia
1998	1215.5	10357.6	12499.3	1469.7
1999	1743.0	9142.1	11029.6	2183.6
2000	718.5	7399.1	8846.0	1217.5
2001	741.0	6680.6	7628.5	1514.9
2002	1275.0	5939.6	6113.6	1411
2003	1183.8	4664.6	4702.6	1719.9
2004	945.9	3480.8	2982.7	1236.2
2005	1049.5	2534.9	1746.5	1652.1
Promedio	1158.6			1470.6

Cuadro 12 (b)
Extensión y/o relleno utilizando el método de las dobles masas
Lluvias anuales mm

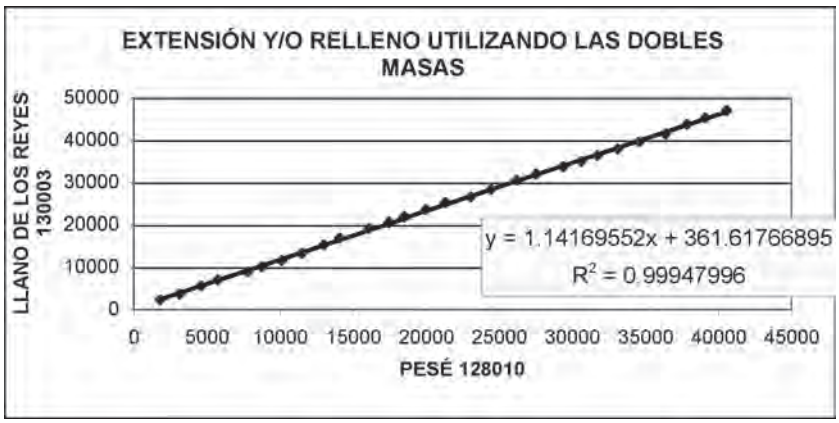
Años	130004		128010			
	Llano De La Cruz		Pesé			
	Lluvia	Acumuladas		Lluvia		
1971	1755.0	51469.9	50514.1	1743.5	50818.4	1743.5
1972	1161.9	49714.9	48770.6	1154.3	49074.9	1154.3
1973	1662.8	48553.0	47616.3	1476.6	47920.5	
1974	1210.3	46890.2	46139.7	1144.0		
1975	1721.5	45679.9	44995.7	2041.0		
1976	1046.1	43958.4	42954.7	987.5		
1977	1590.3	42912.3	41967.2	1364.9		
1978	1789.4	41322.0	40602.3	1350.4		
1979	1551.6	39532.6	39251.9	1519.0		
1980	1274.3	37981.0	37732.9	1057.5		
1981	2178.2	36706.7	36675.4	2023.2		
1982	1336.3	34528.5	34652.2	1351.6		
1983	1027.6	33192.2	33300.6	1069.8		

Años	130004		128010	
	Llano De La Cruz		Pesé	
	Lluvia	Acumuladas		Lluvia
1984	1274.0	32164.6	32230.8	1483.3
1985	1126.3	30890.6	30747.5	1342.8
1986	1357.9	29764.3	29404.7	1701.0
1987	1381.0	28406.4	27703.7	1413.9
1988	2066.9	27025.4	26289.8	1732.1
1989	1342.4	24958.5	24557.7	1335.2
1990	1656.4	23616.1	23222.5	1864.8
1991	991.3	21959.7	21357.7	1240.1
1992	1245.5	20968.4	20117.6	1112.6
1993	1225.6	19722.9	19005.0	1375.3
1994	1458.2	18497.3	17629.7	1448.8
1995	1701.8	17039.1	16180.9	1819.8
1996	1492.1	15337.3	14361.1	1488.7
1997	1440.3	13845.2	12872.4	1233.0
1998	1469.7	12404.9	11639.4	1465.8
1999	2183.6	10935.2	10173.6	1729.5
2000	1217.5	8751.6	8444.1	1299.5
2001	1514.9	7534.1	7144.6	1273.4
2002	1411.0	6019.2	5871.2	1068.7
2003	1719.9	4608.2	4802.5	1738.0
2004	1236.2	2888.3	3064.5	1352.6
2005	1652.1	1652.1	1711.9	1711.9
Promedio	1470.6			1443.3



Cuadro 13 (a)
Extensión y /o relleno utilizando el método de las dobles masas
Lluvias anuales, mm

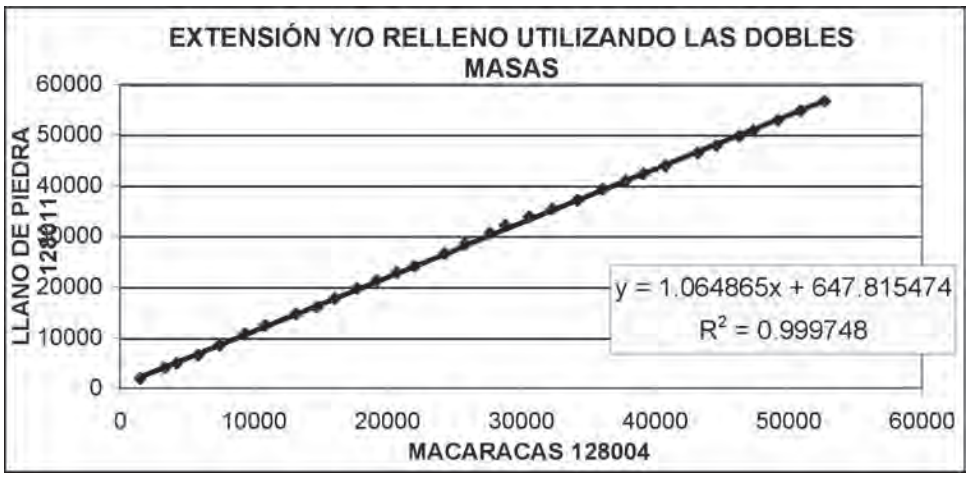
Años	128010		130003	
	Pesé		Llano de los Reyes	
	Lluvia	Acumuladas		Lluvia
1971	1817.7	1817.7	2319.2	2319.2
1972	1315.3	3133.0	3625.3	1306.1
1973	1476.6	4609.6	5617.9	1992.6
1974	1144.0	5753.6	7002.1	1384.2
1975	2041.0	7794.6	8929.4	1927.3
1976	987.5	8782.1	10156.5	1227.1
1977	1364.9	10147.0	11617.4	1460.9
1978	1350.4	11497.4	13370.6	1753.2
1979	1519.0	13016.4	15262.2	1891.6
1980	1057.5	14073.9	16970.2	1708.0
1981	2023.2	16097.1	19134.9	2164.7
1982	1351.6	17448.7	20635.8	1500.9
1983	1069.8	18518.5	21954.0	1318.2
1984	1483.3	20001.8	23523.9	1569.9
1985	1342.8	21344.6	25166.9	1643.0
1986	1701.0	23045.6	26577.3	1410.4
1987	1413.9	24459.5	28252.0	1674.7
1988	1732.1	26191.6	30478.7	2226.7
1989	1335.2	27526.8	31937.6	1458.9
1990	1864.8	29391.6	33683.9	1746.3
1991	1240.1	30631.7	34871.3	1187.4
1992	1112.6	31744.3	36300.9	1429.6
1993	1375.3	33119.6	37919.1	1618.2
1994	1448.8	34568.4	39490.3	1571.2
1995	1819.8	36388.2	41381.5	1891.2
1996	1488.7	37876.9	43712.7	2331.2
1997	1233.0	39109.9	45240.0	1527.3
1998	1465.8	40575.7	47070.8	1830.8
1999	1729.5	42305.2	48661.3	1803.4
2000	1299.5	43604.7	50144.9	1484.8
2001	1273.4	44878.1	51598.7	1455.0
2002	1068.7	45946.8	52818.9	1221.1
2003	1738.0	47684.8	54803.1	1985.9
2004	1352.6	49037.4	56347.4	1545.5
2005	1711.9	50749.3	58301.8	1956.0
Promedio	1450.0			1672.1



Cuadro 13 (b)
Extensión y /o relleno utilizando el método de las dobles masas
Lluvias anuales, mm

Años	128004		128011	
	Macaracas		Llano de Piedra	
	Lluvia	Acumuladas		Lluvia
1971	2091.0			2274.0
1972	1513.0			1645.4
1973	2335.5			2539.9
1974	1780.0	1503.5	1878.6	1878.6
1975	1820.0	3323.5	3949.3	2070.7
1976	931.0	4254.5	4955.8	1006.5
1977	1576.0	5830.5	6529.7	1573.9
1978	1625.5	7456.0	8503.5	1973.8
1979	1877.4	9333.4	10699.9	2196.4
1980	1551.5	10884.9	12397.0	1697.1
1981	2290.1	13175.0	14638.2	2241.2
1982	1581.2	14756.2	16089.5	1451.3
1983	1316.6	16072.8	17690.3	1600.8
1984	1650.0	17722.8	19679.9	1989.6
1985	1457.7	19180.5	21270.8	1590.9
1986	1512.0	20692.5	22844.1	1573.3
1987	1361.7	22054.2	24145.8	1301.7
1988	2236.6	24290.8	26603.4	2457.6
1989	1550.8	25841.6	28514.7	1911.3
1990	1857.9	27699.5	30563.0	2048.3
1991	1148.9	28848.4	32135.4	1572.4
1992	1751.5	30599.9	33726.6	1591.2
1993	1759.3	32359.2	35393.1	1666.5
1994	1868.5	34227.7	36978.9	1585.8
1995	1908.1	36135.8	39257.8	2278.9
1996	1705.4	37841.2	40926.6	1668.8
1997	1289.1	39130.3	42272.2	1345.6

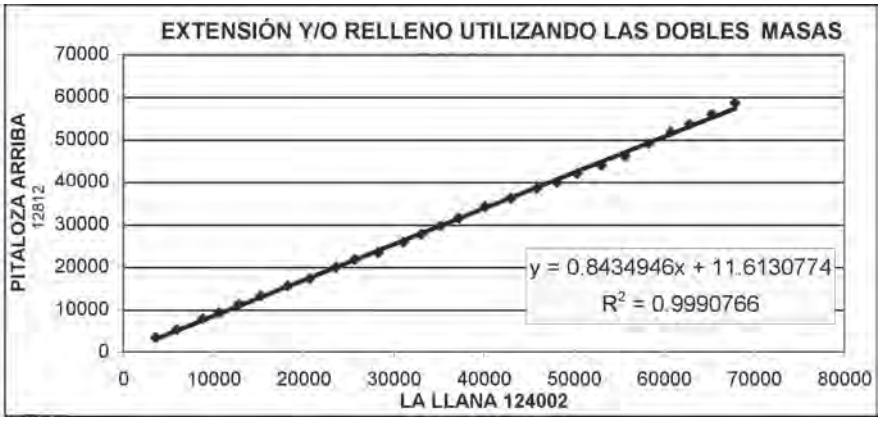
Años	128004		128011	
	Macaracas		Llano de Piedra	
	Lluvia	Acumuladas		Lluvia
1998	1684.2	40814.5	43869.4	1597.2
1999	2401.0	43215.5	46377.9	2508.5
2000	1380.8	44596.3	47879.7	1501.8
2001	1703.3	46299.6	49732.1	1852.4
2002	1089.5	47389.1	50917.0	1184.9
2003	1812.7	49201.8	52888.4	1971.4
2004	1728.1	50929.9	54767.7	1879.4
2005	1761.2	52691.1	56683.1	1915.4
Promedio	1683.1			1804.1



Cuadro 14 (a)
Extensión y/o relleno utilizando el método de las dobles masas
Lluvias anuales mm

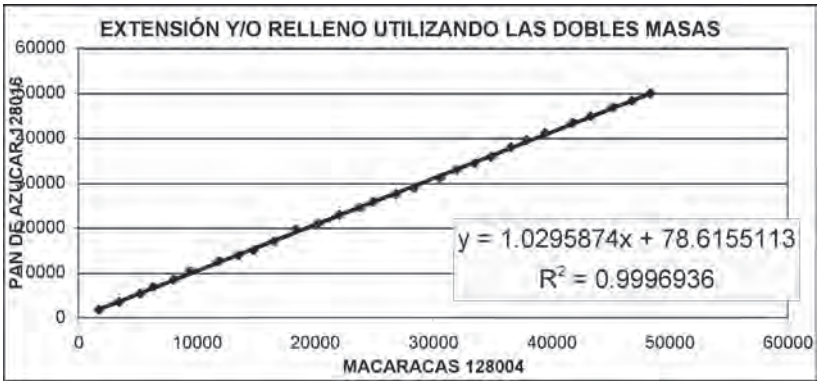
Años	**124002**		**128012**	
	La Llana		**Pitaloza Arriba**	
	Lluvia	**Acumuladas**		**Lluvia**
1971	2790.5			2353.8
1972	2159.9			1821.9
1973	3571.3	3571.3	3320.8	3320.8
1974	2404.0	5975.3	5296.7	1975.9
1975	2856.5	8831.8	7810.3	2513.6
1976	1819.5	10651.3	9199.5	1389.2
1977	2170.0	12821.3	11166.0	1966.5
1978	2424.5	15245.8	13124.2	1958.2
1979	2999.3	18245.1	15513.0	2388.8
1980	2450.6	20695.7	17245.3	1732.3
1981	2871.1	23566.8	19872.3	2627.0
1982	2136.2	25703.0	21695.9	1823.6

Años	124002		128012	
	La Llana		Pitaloza Arriba	
	Lluvia	Acumuladas		Lluvia
1983	2575.8	28278.8	23299.5	1603.6
1984	2765.7	31044.5	25755.8	2456.3
1985	2035.7	33080.2	27569.2	1813.4
1986	2095.3	35175.5	29697.0	2127.8
1987	2040.9	37216.4	31445.8	1748.8
1988	2934.0	40150.4	34104.2	2658.4
1989	2818.5	42968.9	36111.2	2007.0
1990	2907.0	45875.9	38423.3	2312.1
1991	2255.3	48131.2	39974.4	1551.1
1992	2230.8	50362.0	41906.6	1932.2
1993	2644.1	53006.1	43888.3	1981.7
1994	2661.4	55667.5	45981.2	2092.9
1995	2622.9	58290.4	49057.3	3076.1
1996	2462.4	60752.8	51699.7	2642.4
1997	2067.0	62819.8	53559.7	1860.0
1998	2493.9	65313.7	55860.9	2301.2
1999	2557.7	67871.4	58597.7	2736.8
2000	1633.5	69504.9	58638.6	1337.8
2001	1748.1	71253.0	60113.1	1474.5
2002	1834.1	73087.1	61660.2	1547.1
2003	2710.2	75797.3	63946.2	2286.0
2004	2444.7	78242.0	66008.3	2062.1
2005	2534.9	80776.9	68146.5	2138.2
Promedio	2449.4			2103.4



Cuadro 14 (b)
Extensión y/o relleno utilizando el método de las dobles masas
Lluvias anuales mm

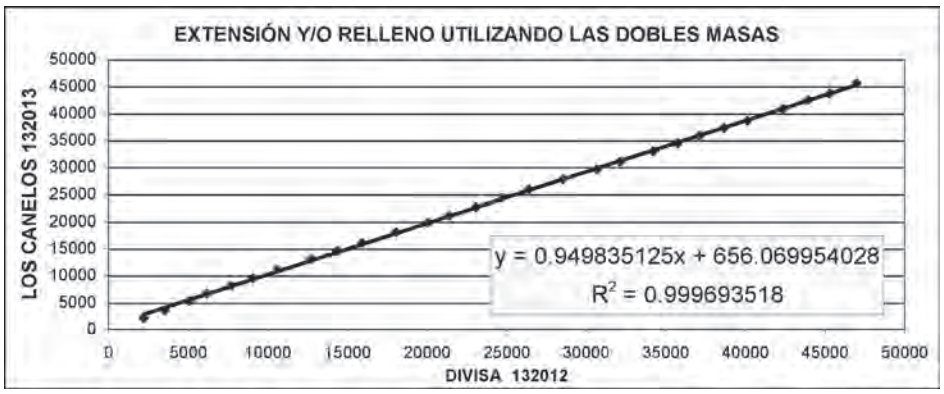
Años	128004		128016			
	Macaracas		Pan de Azúcar			
	Lluvia	Acumuladas		Lluvia		
1971	2091.0	58874.0		2152.9	60615.9	2152.9
1972	1513.0	56783.0		1557.8	58463.1	1557.8
1973	2335.5	55270.0		2404.6	56905.3	2404.6
1974	1780.0	52934.5		1832.7	54500.7	1832.7
1975	1820.0	51154.5		1873.8	52668.0	1873.8
1976	931.0	49334.5		958.5	50794.2	958.5
1977	1576.0	48403.5	49883.8	1684.8	49835.6	
1978	1625.5	46827.5	48199.0	1495.1		
1979	1877.4	45202.0	46703.9	1903.7		
1980	1551.5	43324.6	44800.2	1513.4		
1981	2290.1	41773.1	43286.8	2205.4		
1982	1581.2	39483.0	41081.4	1609.1		
1983	1316.6	37901.8	39472.3	1520.5		
1984	1650.0	36585.2	37951.8	2138.0		
1985	1457.7	34935.2	35813.8	1525.0		
1986	1512.0	33477.5	34288.8	1473.3		
1987	1361.7	31965.5	32815.5	1707.4		
1988	2236.6	30603.8	31108.1	2225.7		
1989	1550.8	28367.2	28882.4	1399.6		
1990	1857.9	26816.4	27482.8	1715.0		
1991	1148.9	24958.5	25767.8	1327.5		
1992	1751.5	23809.6	24440.3	1546.5		
1993	1759.3	22058.1	22893.8	1952.7		
1994	1868.5	20298.8	20941.1	1373.7		
1995	1908.1	18430.3	19567.4	2587.4		
1996	1705.4	16522.2	16980.0	1957.0		
1997	1289.1	14816.8	15023.0	1175.5		
1998	1684.2	13527.7	13847.5	1334.6		
1999	2401.0	11843.5	12512.9	2170.8		
2000	1380.8	9442.5	10342.1	1875.0		
2001	1703.3	8061.7	8467.1	1645.0		
2002	1089.5	6358.4	6822.1	1457.7		
2003	1812.7	5268.9	5364.4	1879.2		
2004	1728.1	3456.2	3485.2	1695.3		
2005	1761.2	1728.1	1789.9	1789.9		
Promedio	1683.1			1733.3		



Cuadro 15
Extensión y/o relleno utilizando el método de las dobles masas
Lluvias anuales, mm

Años	132012			132013
	Divisa		Los Canelos	
	Lluvia	Acumuladas		Lluvia
1971	2208.5	2208.5	2116.5	2116.5
1972	1348.5	3557.0	3546.5	1430.0
1973	1533.0	5090.0	5265.5	1719.0
1974	1092.5	6182.5	6609.5	1344.0
1975	1561.0	7743.5	8117.0	1507.5
1976	1342.2	9085.7	9500.5	1383.5
1977	1539.4	10625.1	11054.5	1554.0
1978	2084.7	12709.8	13029.5	1975.0
1979	1659.3	14369.1	14539.9	1510.4
1980	1552.2	15921.3	16033.7	1493.8
1981	2154.3	18075.6	18039.5	2005.8
1982	1989.6	20065.2	19837.1	1797.6
1983	1320.5	21385.7	21045.8	1208.7
1984	1697.6	23083.3	22656.3	1610.5
1985	1685.8	24769.1	24348.7	1692.4
1986	1622.3	26391.4	25895.3	1546.6
1987	2157.2	28548.6	27784.1	1888.8
1988	2126.1	30674.7	29590.8	1806.7
1989	1453.3	32128.0	31020.1	1429.3
1990	2100.7	34228.7	32922.6	1902.5
1991	1501.7	35730.4	34380.9	1458.3
1992	1388.0	37118.4	35791.0	1410.1
1993	1512.2	38630.6	37261.9	1470.9
1994	1489.2	40119.8	38649.8	1387.9
1995	2240.9	42360.7	40787.4	2137.6

Años	132012			132013	
	Divisa		Los Canelos		
	Lluvia	Acumuladas		Lluvia	
1996	1568.9	43929.6	42421.6	1634.2	
1997	1380.3	45309.9	43660.4	1238.8	
1998	1666.6	46976.5	45519.7	1859.3	45276.0
1999	2396.8	49373.3	47552.6	2276.6	2276.6
2000	1516.4	50889.7	49016.0	1463.5	1463.5
2001	1641.5	52531.2	50559.8	1543.7	1543.7
2002	1131.4	53662.6	51623.8	1064.0	1064.0
2003	2872.1	56534.7	54324.8	2701.0	2701.0
2004	1509.6	58044.3	55744.4	1419.7	1419.7
2005	1705.8	59750.1	57348.6	1604.2	1604.2
Promedio	1707.1			1645.5	



Cuadro 16
Prueba de homogeneidad para las estaciones de la Provincia de Herrera
Precipitación en mm

	PRUEBA DE HOMOGENEIDAD			PRUEBA DE HOMOGENEIDAD			PRUEBA DE HOMOGENEIDAD			PRUEBA DE HOMOGENEIDAD			PRUEBA DE HOMOGENEIDAD		
	EST. LAS CRUCES 126007			EST. LAS MINAS 128003			EST. MACARACAS 128004			EST. LA MESA MAC 128005			EST. LOS POZOS 128006		
	Año	Prec.		Año	Prec.		Año	Prec.		Año	Prec.		Año	Prec.	
	1971	1486.5	A	1971	2720	A	1971	2091	A	1971	2608.6	A	1971	1057.1	B
	1972	742.9	B	1972	1951.5	B	1972	1513	B	1972	2087.8	A	1972	1719.5	A
	1973	1752.6	A	1973	2834.8	A	1973	2335.5	A	1973	2792	A	1973	1757.5	A
	1974	946.3	B	1974	2274	A	1974	1780	A	1974	1681.7	B	1974	1395.1	B
	1975	1271.5	B	1975	2511	A	1975	1820	A	1975	2123.1	A	1975	2157.5	A
	1976	645.2	B	1976	1508	B	1976	931	B	1976	1063.5	B	1976	1302.6	B
	1977	1245	B	1977	2056.5	A	1977	1576	B	1977	1816.6	B	1977	1809.7	A
	1978	1150.8	B	1978	2345	A	1978	1625.5	B	1978	1500.1	B	1978	1968.7	A
	1979	1085.6	B	1979	2292.5	A	1979	1877.4	A	1979	2041.8	A	1979	1971.8	A
	1980	1344.2	A	1980	1866	B	1980	1551.5	B	1980	1890	A	1980	1579	B
	1981	2082	A	1981	2446.5	A	1981	2290.1	A	1981	2283.6	A	1981	2288.9	A
	1982	978.6	B	1982	1721.7	B	1982	1581.2	B	1982	1855.8	A	1982	1462.1	B
	1983	1138.7	B	1983	2021.3	B	1983	1316.6	B	1983	1492.6	B	1983	1510.8	B
	1984	1200	B	1984	1980.5	B	1984	1650	B	1984	2304.7	A	1984	2025.2	A
	1985	1412.9	A	1985	1887.8	B	1985	1457.7	B	1985	1521.6	B	1985	1940.7	A
	1986	1314.2	B	1986	2025.4	B	1986	1512	B	1986	1664.9	B	1986	1374.6	B
	1987	1458	A	1987	1523.4	B	1987	1361.7	B	1987	1346.1	B	1987	1269.1	B
	1988	2229.6	A	1988	2608.8	A	1988	2236.6	A	1988	2221.1	A	1988	2221.2	A
	1989	1434.8	A	1989	2029.9	A	1989	1550.8	B	1989	1695	B	1989	1732.1	A
	1990	1334	A	1990	2079.5	A	1990	1857.9	A	1990	1864.3	A	1990	1744.9	A
	1991	1506.8	A	1991	1685.1	B	1991	1148.9	B	1991	1312.9	B	1991	1518.8	B
	1992	1199.5	B	1992	1926	B	1992	1751.5	A	1992	1976.3	A	1992	1358.6	B
	1993	1405.9	A	1993	2086.1	A	1993	1759.3	A	1993	1642	B	1993	1530.2	B
	1994	1386.4	A	1994	1774	B	1994	1868.5	A	1994	2057.3	A	1994	1449.5	B
	1995	1588.9	A	1995	2685.5	A	1995	1908.1	A	1995	2069.8	A	1995	1623.5	A
	1996	1660.3	A	1996	2252.5	A	1996	1705.4	A	1996	2038.1	A	1996	1522.5	B
	1997	787.5	B	1997	1717	B	1997	1289.1	B	1997	1506.1	B	1997	1435.5	B
	1998	1141.9	B	1998	1721.5	B	1998	1684.2	A	1998	2051.2	A	1998	1644	A
	1999	2416.6	A	1999	2191	A	1999	2401	A	1999	1824.6	B	1999	2555.8	A
	2000	1635.6	A	2000	1754.5	B	2000	1380.8	B	2000	1165.31802	B	2000	1469.81199	B

Cuadro 16 (cont.)
Prueba de homogeneidad para las estaciones de la Provincia de Herrera
Precipitación en mm

	PRUEBA DE HOMOGENEIDAD			PRUEBA DE HOMOGENEIDAD			PRUEBA DE HOMOGENEIDAD			PRUEBA DE HOMOGENEIDAD			PRUEBA DE HOMOGENEIDAD		
	EST. LAS CRUCES 126007			EST. LAS MINAS 128003			EST. MACARACAS 128004			EST. LA MESA MAC 128005			EST. LOS POZOS 128006		
	Año	Prec.		Año	Prec.		Año	Prec.		Año	Prec.		Año	Prec.	
	2001	1053	B	2001	2164.3	A	2001	1703.3	A	2001	1247.0722	B	2001	1813.10166	A
	2002	1132.9	B	2002	1384.3	B	2002	1089.5	B	2002	1308.4235	B	2002	1159.73361	B
	2003	1928.7		2003	2303.3		2003	1812.7		2003	1933.42204		2003	1929.55403	
	2004	1352.5		2004	2195.8		2004	1728.1		2004	1744.01774		2004	1839.50037	
	2005	2038.5		2005	2237.8		2005	1761.2		2005	1808.36526		2005	1874.73413	
Mediana		1324.1	16		2027.7	16		1667.1	16		1840.2	16		1601.3	16
Promedio		1349.0	16		2063.3	16		1675.2	16		1814.2	16		1667.8	16
Desv. Est.		393.25			365.73			351.53			409.63			342.07	
Coef. Var.		0.2915			0.1773			0.2098			0.2258			0.2051	
PRO.REG		1360.8			2174.3			1686.1			1907.3			1676	
Dif. %		0.87			5.38			0.65			5.13			0.49	
CARRERAS		13 A 20	14			18			17			17			18
HOMOGENEA															
NO HOMOGENEA															

Cuadro No. 17
Prueba de homogeneidad para la estaciones de la Provincia de Herrera
Precipitación en mm.

PRUEBA DE HOMOGENEIDAD			PRUEBA DE HOMOGENEIDAD			PRUEBA DE HOMOGENEIDAD			PRUEBA DE HOMOGENEIDAD			PRUEBA DE HOMOGENEIDAD		
EST. PESÉ 128010			EST. PITALOZA ARRIBA 128012			EST. PAN DE AZUCAR 128016			EST. PARITA 130002			EST. LLANO DE LOS REYES 130003		
Año	Prec.		Año	Prec.		Año	Prec.		Año	Prec.		Año	Prec.	
1971	1743.6	A	1971	2353.77	A	1971	2152.9	A	1971	1391.5	A	1971	2319.2	A
1972	1154.3	B	1972	1821.86	B	1972	1557.8	B	1972	921.2	B	1972	1306.1	B
1973	1476.6	A	1973	3320.8	A	1973	2404.6	A	1973	1430.3	A	1973	1992.6	A
1974	1144	B	1974	1975.9	B	1974	1832.7	A	1974	1238.5	A	1974	1384.2	B
1975	2041	A	1975	2513.6	A	1975	1873.8	A	1975	1588	A	1975	1927.3	A
1976	987.5	B	1976	1389.2	B	1976	958.5	B	1976	839	B	1976	1227.1	B
1977	1364.9	B	1977	1966.5	B	1977	1684.8	A	1977	1407.2	A	1977	1460.9	B
1978	1350.4	B	1978	1958.2	B	1978	1495.1	B	1978	1297.5	A	1978	1753.2	A
1979	1519	A	1979	2388.8	A	1979	1903.7	A	1979	911	B	1979	1891.6	A
1980	1057.5	B	1980	1732.3	B	1980	1513.4	B	1980	1167.5	A	1980	1708	A
1981	2023.2	A	1981	2627	A	1981	2205.4	A	1981	1684.6	A	1981	2164.7	A
1982	1351.6	B	1982	1823.6	B	1982	1609.1	B	1982	1169.4	A	1982	1500.9	B
1983	1069.8	B	1983	1603.6	B	1983	1520.5	B	1983	955.5	B	1983	1318.2	B
1984	1483.3	A	1984	2456.3	A	1984	2138	A	1984	1285.1	A	1984	1569.9	B
1985	1342.8	B	1985	1813.4	B	1985	1525	B	1985	1116.9	B	1985	1643	A
1986	1701	A	1986	2127.8	A	1986	1473.3	B	1986	781.9	B	1986	1410.4	B
1987	1413.9	A	1987	1748.8	B	1987	1707.4	A	1987	874.4	B	1987	1674.7	A
1988	1732.1	A	1988	2658.4	A	1988	2225.7	A	1988	1733.6	A	1988	2226.7	A
1989	1335.2	B	1989	2007	A	1989	1399.6	B	1989	1145	B	1989	1458.9	B
1990	1864.8	A	1990	2312.1	A	1990	1715	A	1990	1226.3	A	1990	1746.3	A
1991	1240.1	B	1991	1551.1	B	1991	1327.5	B	1991	725.5	B	1991	1187.4	B
1992	1112.6	B	1992	1932.2	B	1992	1546.5	B	1992	1075	B	1992	1429.6	B

Cuadro No. 17 (cont.)

PRUEBA DE HOMOGENEIDAD			PRUEBA DE HOMOGENEIDAD			PRUEBA DE HOMOGENEIDAD			PRUEBA DE HOMOGENEIDAD			PRUEBA DE HOMOGENEIDAD		
EST. PESÉ 128010			EST. PITALOZA ARRIBA 128012			EST. PAN DE AZUCAR 128016			EST. PARITA 130002			EST. LLANO DE LOS REYES 130003		
Año	Prec.		Año	Prec.		Año	Prec.		Año	Prec.		Año	Prec.	
1993	1375.3	A	1993	1981.7	A	1993	1952.7	A	1993	1061	B	1993	1618.2	A
1994	1448.8	A	1994	2092.9	A	1994	1373.7	B	1994	1062	B	1994	1571.2	B
1995	1819.8	A	1995	3076.1	A	1995	2587.4	A	1995	1434	A	1995	1891.2	A
1996	1488.7	A	1996	2642.4	A	1996	1957	A	1996	1148.5	B	1996	2331.2	A
1997	1233	B	1997	1860	B	1997	1175.5	B	1997	1009	B	1997	1527.3	B
1998	1465.8	A	1998	2301.2	A	1998	1334.6	B	1998	1215.5	A	1998	1830.8	A
1999	1729.5	A	1999	2736.8	A	1999	2170.8	A	1999	1743	A	1999	1803.4	A
2000	1299.5	B	2000	1337.8	B	2000	1875	A	2000	718.5	B	2000	1484.8	B
2001	1273.4	B	2001	1474.51	B	2001	1645	B	2001	741	B	2001	1455	B
2002	1068.7	B	2002	1547.05	B	2002	1457.7	B	2002	1275	A	2002	1221.1	B
2003	1738		2003	2286.04		2003	1879.2	A	2003	1183.8		2003	1985.9	
2004	1352.6		2004	2062.09		2004	1695.3	A	2004	945.9		2004	1545.5	
2005	1711.9		2005	2138.17		2005	1789.9		2005	1049.5		2005	1956	
MEDIANA	1370.1	16		1978.8	16		1664.9	16		1158.0	16		1594.7	16
PROM	1428.5	16		2097.9	16		1728.1	16		1167.9	16		1657.3	16
DEVEST	280.74			483.65			370.62			286.75			314.64	
CO.VAR.	0.1965			0.2305			0.2145			0.2455			0.1898	
PRO.REG	1423.6			2165.1			1759			1167.7			1708.2	
DIF %	-0.34			3.20			1.79			-0.02			3.07	
CARRERAS		19			20			20			19			20
HOMOGENEA														
NO HOMOGENEA														

Cuadro No. 18
Prueba de homogeneidad para la estaciones de la Provincia de Herrera
Precipitación en mm.

	PRUEBA DE HOMOGENEIDAD			PRUEBA DE HOMOGENEIDAD			PRUEBA DE HOMOGENEIDAD			PRUEBA DE HOMOGENEIDAD		
	LLANO DE LA CRUZ 130004			LLANO DE PIEDRA 128011			DIVISA 132012			LOS CANELOS 132013		
	Año	Prec.		Año	Prec.							
	1971	1755	A	1971	2274	A	1971	2208.5	A	1971	2116.5	A
	1972	1161.9	B	1972	1645.4	B	1972	1348.5	B	1972	1430	B
	1973	1662.8	A	1973	2539.9	A	1973	1533	B	1973	1719	A
	1974	1210.3	B	1974	1878.6	A	1974	1092.5	B	1974	1344	B
	1975	1721.5	A	1975	2070.7	A	1975	1561	B	1975	1507.5	B
	1976	1046.1	B	1976	1006.5	B	1976	1342.2	B	1976	1383.5	B
	1977	1590.3	A	1977	1573.9	B	1977	1539.4	B	1977	1554	A
	1978	1789.4	A	1978	1973.8	A	1978	2084.7	A	1978	1975	A
	1979	1551.6	A	1979	2196.4	A	1979	1659.3	A	1979	1510.4	B
	1980	1274.3	B	1980	1697.1	A	1980	1552.2	B	1980	1493.8	B
	1981	2178.2	A	1981	2241.2	A	1981	2154.3	A	1981	2005.8	A
	1982	1336.3	B	1982	1451.3	B	1982	1989.6	A	1982	1797.6	A
	1983	1027.6	B	1983	1600.8	B	1983	1320.5	B	1983	1208.7	B
	1984	1274	B	1984	1989.6	A	1984	1697.6	A	1984	1610.5	A
	1985	1126.3	B	1985	1590.9	B	1985	1685.8	A	1985	1692.4	A
	1986	1357.9	B	1986	1573.3	B	1986	1622.3	A	1986	1546.6	A
	1987	1381	B	1987	1301.7	B	1987	2157.2	A	1987	1888.8	A
	1988	2066.9	A	1988	2457.6	A	1988	2126.1	A	1988	1806.7	A
	1989	1342.4	B	1989	1911.3	A	1989	1453.3	B	1989	1429.3	B
	1990	1656.4	A	1990	2048.3	A	1990	2100.7	A	1990	1902.5	A
	1991	991.3	B	1991	1572.4	B	1991	1501.7	B	1991	1458.3	B
	1992	1245.5	B	1992	1591.2	B	1992	1388	B	1992	1410.1	B
	1993	1225.6	B	1993	1666.5	B	1993	1512.2	B	1993	1470.9	B

Cuadro No. 18 (cont.)
Prueba de homogeneidad para la estaciones de la Provincia de Herrera
Precipitación en mm.

	PRUEBA DE HOMOGENEIDAD			PRUEBA DE HOMOGENEIDAD			PRUEBA DE HOMOGENEIDAD			PRUEBA DE HOMOGENEIDAD		
	LLANO DE LA CRUZ 130004			LLANO DE PIEDRA 128011			DIVISA 132012			LOS CANELOS 132013		
	Año	Prec.		Año	Prec.							
	1994	1458.2	A	1994	1585.8	B	1994	1489.2	B	1994	1387.9	B
	1995	1701.8	A	1995	2278.9	A	1995	2240.9	A	1995	2137.6	A
	1996	1492.1	A	1996	1668.8	A	1996	1568.9	A	1996	1634.2	A
	1997	1440.3	A	1997	1345.6	B	1997	1380.3	B	1997	1238.8	B
	1998	1469.7	A	1998	1597.2	B	1998	1666.6	A	1998	1859.3	A
	1999	2183.6	A	1999	2508.5	A	1999	2396.8	A	1999	2276.6	A
	2000	1217.5	B	2000	1501.8	B	2000	1516.4	B	2000	1463.5	B
	2001	1514.9	A	2001	1852.41	A	2001	1641.5	A	2001	1543.7	B
	2002	1411	B	2002	1184.87	B	2002	1131.4	B	2002	1064	B
	2003	1719.9		2003	1971.38		2003	2872.1		2003	2701	
	2004	1236.2		2004	1879.38		2004	1509.6		2004	1419.7	
	2005	1652.1		2005	1915.37		2005	1705.8		2005	1604.2	
MEDIANA		1425.7	16		1667.7	16		1565.0	16		1545.2	16
PROM		1464.4	16		1793.0	16		1677.0	16		1620.9	16
DEVEST		308.83			386.03			342.4			287.7	
CO.VAR.		0.2109			0.2153			0.204			0.178	
PRO.REG		1459.3						1734.1			1657.1	
DIF %		-0.35						3.4			2.2	
CARRERAS			18			16			15			15
HOMOGENEA												
NO HOMOGENEA												

Cuadro No. 19
Precipitaciones (mm) ajustadas por el método de las dobles masas en la Provincia de Herrera

AÑO	128003	128004	128005	128006	128010	128011	128012	128016	130002	130003	130004	132012	132013
1971	2720.0	2091.0	2608.6	1057.1	1743.6	2274.0	2353.8	2152.9	1391.5	2319.2	1755.0	2208.5	2116.5
1972	1951.5	1513.0	2087.8	1719.5	1154.3	1645.4	1821.9	1557.8	921.2	1306.1	1161.9	1348.5	1430.0
1973	2834.8	2335.5	2792.0	1757.5	1476.6	2539.9	3320.8	2404.6	1430.3	1992.6	1662.8	1533.0	1719.0
1974	2274.0	1780.0	1681.7	1395.1	1144.0	1878.6	1975.9	1832.7	1238.5	1384.2	1210.3	1092.5	1344.0
1975	2511.0	1820.0	2123.1	2157.5	2041.0	2070.7	2513.6	1873.8	1588.0	1927.3	1721.5	1561.0	1507.5
1976	1508.0	931.0	1063.5	1302.6	987.5	1006.5	1389.2	958.5	839.0	1227.1	1046.1	1342.2	1383.5
1977	2056.5	1576.0	1816.6	1809.7	1364.9	1573.9	1966.5	1684.8	1407.2	1460.9	1590.3	1539.4	1554.0
1978	2345.0	1625.5	1500.1	1968.7	1350.4	1973.8	1958.2	1495.1	1297.5	1753.2	1789.4	2084.7	1975.0
1979	2292.5	1877.4	2041.8	1971.8	1519.0	2196.4	2388.8	1903.7	911.0	1891.6	1551.6	1659.3	1510.4
1980	1866.0	1551.5	1890.0	1579.0	1057.5	1697.1	1732.3	1513.4	1167.5	1708.0	1274.3	1552.2	1493.8
1981	2446.5	2290.1	2283.6	2288.9	2023.2	2241.2	2627.0	2205.4	1684.6	2164.7	2178.2	2154.3	2005.8
1982	1721.7	1581.2	1855.8	1462.1	1351.6	1451.3	1823.6	1609.1	1169.4	1500.9	1336.3	1989.6	1797.6
1983	2021.3	1316.6	1492.6	1510.8	1069.8	1600.8	1603.6	1520.5	955.5	1318.2	1027.6	1320.5	1208.7
1984	1980.5	1650.0	2304.7	2025.2	1483.3	1989.6	2456.3	2138.0	1285.1	1569.9	1274.0	1697.6	1610.5
1985	1887.8	1457.7	1521.6	1940.7	1342.8	1590.9	1813.4	1525.0	1116.9	1643.0	1126.3	1685.8	1692.4
1986	2025.4	1512.0	1664.9	1374.6	1701.0	1573.3	2127.8	1473.3	781.9	1410.4	1357.9	1622.3	1546.6
1987	1523.4	1361.7	1346.1	1269.1	1413.9	1301.7	1748.8	1707.4	874.4	1674.7	1381.0	2157.2	1888.8
1988	2608.8	2236.6	2221.1	2221.2	1732.1	2457.6	2658.4	2225.7	1733.6	2226.7	2066.9	2126.1	1806.7
1989	2029.9	1550.8	1695.0	1732.1	1335.2	1911.3	2007.0	1399.6	1145.0	1458.9	1342.4	1453.3	1429.3
1990	2079.5	1857.9	1864.3	1744.9	1864.8	2048.3	2312.1	1715.0	1226.3	1746.3	1656.4	2100.7	1902.5
1991	1685.1	1148.9	1312.9	1518.8	1240.1	1572.4	1551.1	1327.5	725.5	1187.4	991.3	1501.7	1458.3
1992	1926.0	1751.5	1976.3	1358.6	1112.6	1591.2	1932.2	1546.5	1075.0	1429.6	1245.5	1388.0	1410.1
1993	2086.1	1759.3	1642.0	1530.2	1375.3	1666.5	1981.7	1952.7	1061.0	1618.2	1225.6	1512.2	1470.9
1994	1774.0	1868.5	2057.3	1449.5	1448.8	1585.8	2092.9	1373.7	1062.0	1571.2	1458.2	1489.2	1387.9

Cuadro No. 19 (cont.)
Precipitaciones (mm) ajustadas por el método de las dobles masas en la Provincia de Herrera

AÑO	128003	128004	128005	128006	128010	128011	128012	128016	130002	130003	130004	132012	132013
1995	2685.5	1908.1	2069.8	1623.5	1819.8	2278.9	3076.1	2587.4	1434.0	1891.2	1701.8	2240.9	2137.6
1996	2252.5	1705.4	2038.1	1522.5	1488.7	1668.8	2642.4	1957.0	1148.5	2331.2	1492.1	1568.9	1634.2
1997	1717.0	1289.1	1506.1	1435.5	1233.0	1345.6	1860.0	1175.5	1009.0	1527.3	1440.3	1380.3	1238.8
1998	1721.5	1684.2	2051.2	1644.0	1465.8	1597.2	2301.2	1334.6	1215.5	1830.8	1469.7	1666.6	1859.3
1999	2191.0	2401.0	1824.6	2555.8	1729.5	2508.5	2736.8	2170.8	1743.0	1803.4	2183.6	2396.8	2276.6
2000	1754.5	1380.8	1165.3	1469.8	1299.5	1501.8	1337.8	1875.0	718.5	1484.8	1217.5	1516.4	1463.5
2001	2164.3	1703.3	1247.1	1813.1	1273.4	1852.4	1474.5	1645.0	741.0	1455.0	1514.9	1641.5	1543.7
2002	1384.3	1089.5	1308.4	1159.7	1068.7	1184.9	1547.1	1457.7	1275.0	1221.1	1411.0	1131.4	1064.0
2003	2303.3	1812.7	1933.4	1929.6	1738.0	1971.4	2286.0	1879.2	1183.8	1985.9	1719.9	2872.1	2701.0
2004	2195.8	1728.1	1744.0	1839.5	1352.6	1879.4	2062.1	1695.3	945.9	1545.5	1236.2	1509.6	1419.7
2005	2237.8	1761.2	1808.4	1874.7	1711.9	1915.4	2138.2	1789.9	1049.5	1956.0	1652.1	1705.8	1604.2
PROM	2078.9	1683.1	1815.4	1686.1	1443.3	1804.1	2103.4	1733.3	1158.6	1672.1	1470.6	1707.1	1645.5
71 - 2002	2063.3	1675.2	1814.2	1667.8	1428.5	1793.0	2097.9	1728.1	1167.9	1657.3	1464.4	1677.0	1620.9
MIN	1384.3	931	1063.5	1057.1	987.5	1006.5	1337.8	958.5	718.5	1187.4	991.3	1092.5	1064
MAX	2834.8	2401	2792	2555.8	2041	2539.9	3320.8	2587.4	1743	2331.2	2183.6	2872.1	2701
DESVEST	353.3	336.8	391.9	332.4	277.5	370.6	463.0	355.0	277.0	310.2	302.3	385.8	332.2
C. V.	0.170	0.200	0.216	0.197	0.192	0.205	0.220	0.205	0.239	0.185	0.206	0.226	0.202

Cuadro No. 20
Estimación de caudales por el método de relación de áreas y exponente

Para calcular el caudal de cualquiera subcuenca se debe establecer la relación de las áreas y usar el factor n

TABASARA CAMARÓN A1= 1149 Km2
TABASARA GARRAPATO A2= 677 Km2
TABASARA LLANO ÑOPO A3= 286 Km2
TABASARA VIGUÍ A4= 332 Km2

Q1 = Q2(A1/A2)^n

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Q1	41.44	27.91	19.64	19.65	41.74	87.72	94.00	123.17	173.49	208.34	150.15	75.86	88.59
Q3	21.73	16.68	12.15	10.76	15.68	25.49	26.15	29.46	42.76	48.39	40.34	30.35	26.66
n(1-3)	0.464	0.370	0.345	0.433	0.704	0.889	0.920	1.029	1.007	1.050	0.945	0.659	0.864

Prom. Caudal (m3 / s) TABASARÁ CAMARÓN 1140101

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
1971	66.21	32.89	35.28	23.91	45.99	55.78	105.04	176.71	270.95	234.21	161.06	62.97	105.92
1972	38.44	25.23	16.21	22.27	38.10	60.08	39.01	82.75	145.88	158.56	152.43	58.01	69.75
1973	43.30	31.13	9.72	9.58	48.15	129.50	178.34	255.25	249.80	314.04	239.15	114.72	135.22
1974	53.39	29.12	18.27	22.94	37.80	79.63	76.84	114.95	177.69	282.09	113.32	52.23	88.19
1975	39.12	24.74	12.76	12.27	27.42	73.01	121.18	140.82	216.47	195.66	361.16	109.07	111.14
1976	48.04	31.55	20.54	11.03	30.09	72.14	47.23	60.42	89.57	168.92	113.17	50.79	61.96
1977	32.22	18.36	13.67	13.35	21.94	53.51	54.72	106.40	146.21	188.00	128.82	50.29	68.96
1978	24.51	24.46	15.78	15.27	51.11	102.30	106.10	99.38	152.16	252.46	155.25	70.10	89.07
1979	29.78	18.12	19.51	45.73	74.51	120.36	101.11	132.23	230.42	288.35	219.03	73.39	112.71
1980	49.82	36.27	15.08	13.58	39.73	98.48	90.27	151.65	174.72	190.98	210.98	80.08	95.97
1981	45.98	33.33	30.60	40.23	92.62	204.29	142.19	180.53	168.33	258.89	166.71	85.54	120.77
1982	33.82	22.64	17.87	18.40	52.74	109.12	59.45	65.86	116.95	195.03	93.24	44.39	69.13
1983	27.22	11.91	14.22	8.20	27.10	55.38	52.77	47.85	143.84	142.06	127.18	82.24	61.66

Cuadro No. 20 (cont.)
Estimación de caudales por el método de relación de áreas y exponente

Prom. Caudal (m3 / s) TABASARÁ CAMARÓN 1140101

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
1984	42.06	21.67	16.84	12.09	39.77	111.18	171.64	164.92	262.70	205.51	166.24	65.87	106.71
1985	39.57	27.21	22.61	13.24	26.92	74.89	80.97	143.68	150.63	172.63	106.06	44.94	75.28
1986	46.59	19.78	16.97	15.78	49.46	73.42	80.33	60.78	146.29	236.64	88.62	47.55	73.52
1987	29.10	23.38	9.96	22.24	29.58	40.24	80.22	139.98	139.83	186.94	96.82	55.19	71.12
1988	36.20	36.36	22.27	13.27	26.84	100.15	169.80	221.21	229.24	337.37	122.02	67.59	115.19
1989	48.64	52.63	27.00	17.87	21.29	48.18	105.26	129.94	192.45	125.90	112.76	97.04	81.58
1990	51.08	26.83	27.84	14.07	46.36	72.10	117.96	93.03	111.83	237.11	188.69	96.64	90.29
1991	35.46	25.89	20.85	13.70	47.51	78.23	70.43	86.08	152.41	204.03	108.55	72.34	76.29
1992	33.01	22.70	20.15	22.14	39.33	48.99	47.92	96.75	161.48	154.07	85.81	72.22	67.05
1993	42.03	25.67	45.87	15.37	45.78	86.58	85.55	148.61	259.25	169.74	138.97	73.66	94.76
1994	29.37	22.49	12.97	17.78	48.40	69.08	65.15	89.29	126.53	226.67	187.01	63.39	79.84
1995	27.50	15.50	13.08	18.29	63.33	127.29	112.66	196.68	244.20	213.50	121.35	61.53	101.24
1996	72.24	60.80	26.12	13.94	49.63	95.42	217.29	146.58	194.27	274.95	133.75	90.77	114.65
1997	33.02	37.44	27.97	14.91	30.52	54.89	40.14	30.16	83.15	104.31	139.57	68.99	55.42
1998	25.84	15.48	14.19	14.56	18.90	59.61	89.46	137.34	194.60	192.10	164.80	132.47	88.28
1999	54.92	38.28	32.11	24.83	47.63	114.20	79.46	191.50	287.73	278.87	160.58	138.06	120.68
2000	74.54	38.85	20.49	18.78	50.31	123.38	82.16	122.16	242.34	145.24	101.26	56.93	89.70
2001	37.74	31.10	15.34	25.14	32.84	58.98	69.94	78.52	185.59	170.80	142.71	67.34	76.34
2002	40.94	32.36	40.20	32.11	69.65	78.33	75.35	94.97	215.90	121.77	142.52	63.50	83.97
PROM	41.61	28.57	21.01	18.65	42.85	85.27	94.25	124.59	183.23	207.11	148.42	74.06	89.14
													89.14
												ESC.	2446.6

Cuadro No. 20 (cont.)
Estimación de caudales por el método de relación de áreas y exponente

Prom. Caudal (m3 / s) TABASARÁ LLANO ÑOPO 1140103

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
1971	34.72	19.66	21.83	13.09	17.28	16.21	29.22	42.27	66.79	54.40	43.27	25.19	31.99
1972	20.16	15.08	10.03	12.19	14.31	17.46	10.85	19.79	35.96	36.83	40.95	23.21	21.40
1973	22.70	18.61	6.01	5.25	18.09	37.63	49.61	61.05	61.57	72.94	64.25	45.89	38.63
1974	27.99	17.41	11.31	12.56	14.20	25.28	19.92	24.27	42.96	66.17	32.28	19.67	26.17
1975	19.85	12.29	7.23	7.13	11.81	16.68	33.58	33.25	63.60	48.29	132.90	45.08	35.97
1976	25.72	17.79	10.92	5.05	9.47	16.79	14.83	16.90	18.13	27.73	28.24	19.56	17.59
1977	17.19	9.20	6.86	6.72	9.49	20.92	25.55	28.90	26.04	37.12	28.81	16.11	19.41
1978	11.51	12.25	10.53	11.53	12.10	23.03	29.70	38.34	52.33	41.69	37.11	39.06	26.60
1979	10.99	7.52	10.64	20.44	12.27	24.40	29.83	27.74	56.30	66.66	60.40	28.07	29.60
1980	27.11	19.72	8.16	8.19	19.72	40.50	26.91	32.94	38.88	39.24	56.88	29.89	29.01
1981	30.27	23.08	17.21	24.72	22.58	50.59	34.40	38.15	30.51	51.73	47.46	29.29	33.33
1982	14.38	10.86	9.71	8.30	17.47	26.09	20.83	21.03	24.41	43.26	30.08	24.26	20.89
1983	16.43	6.50	9.08	5.41	15.96	18.27	19.59	16.26	37.01	36.19	37.37	26.08	20.34
1984	23.68	10.42	9.75	5.23	12.44	24.27	41.64	39.63	52.69	44.16	43.95	32.56	28.37
1985	20.40	16.03	13.70	6.99	10.87	24.45	18.53	30.77	33.78	37.94	26.09	22.97	21.88
1986	32.12	9.49	10.25	9.92	18.09	23.03	18.65	15.27	34.29	51.19	25.57	16.10	22.00
1987	14.06	13.68	5.17	15.90	14.28	10.86	15.53	27.60	29.31	54.81	30.84	20.23	21.02
1988	19.11	20.16	12.26	6.57	10.34	31.71	36.87	44.33	52.89	79.56	30.69	21.67	30.51
1989	25.21	30.79	12.64	9.31	9.80	20.57	30.36	27.50	45.52	28.21	24.92	38.52	25.28
1990	27.23	13.25	15.70	8.17	18.01	21.80	28.93	20.51	21.68	51.89	46.81	38.48	26.04
1991	16.41	14.93	11.22	6.50	13.45	20.97	20.92	19.91	32.30	44.41	26.85	31.16	21.59
1992	13.11	8.77	15.83	18.28	15.46	16.22	13.50	21.31	32.97	32.32	16.91	28.36	19.42
1993	16.50	13.55	25.54	4.63	17.68	23.77	23.51	35.01	51.20	39.70	31.59	31.48	26.18
1994	15.40	13.44	5.94	8.32	12.65	17.44	18.35	20.81	33.45	64.27	37.74	25.86	22.81

Cuadro No. 20 (cont.)
Estimación de caudales por el método de relación de áreas y exponente

Prom. Caudal (m3 / s) TABASARÁ CAMARÓN 1140101

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
1995	15.21	9.35	8.88	10.20	15.82	32.41	27.75	49.47	53.83	54.98	32.60	16.49	27.25
1996	33.48	35.42	14.11	8.05	14.89	22.73	46.43	39.32	44.33	57.71	32.53	41.17	32.51
1997	15.86	26.50	13.24	8.17	20.15	22.91	16.42	11.31	20.37	38.26	31.85	28.63	21.14
1998	13.41	11.17	10.85	11.35	12.60	27.75	32.96	40.19	56.04	43.24	39.42	41.70	28.39
1999	24.44	17.46	19.13	16.13	18.97	37.49	23.55	40.82	75.10	81.20	45.60	72.38	39.36
2000	43.93	24.55	10.78	11.38	18.96	37.62	27.94	32.01	59.61	36.54	30.01	30.35	30.31
2001	22.68	24.27	10.08	21.03	14.37	20.60	19.46	18.78	56.26	52.67	50.54	40.79	29.29
2002	36.32	31.47	24.87	17.58	39.26	39.96	35.23	31.32	64.32	52.14	66.03	24.12	38.55
PROM	22.11	16.71	12.17	10.76	15.71	25.32	26.29	30.21	43.89	48.98	40.95	30.45	26.964
													26.964
												ESC.	2995.4

Cuadro No. 21
Estimación de caudales por el método de relación de áreas y exponente

Para calcular el caudal de cualquiera subcuenca se debe establecer la relación de las áreas y usar el factor n

TABASARA CAMARÓN A1= 1149 Km2
TABASARA GARRAPATO A2= 677 Km2
TABASARA LLANO ÑOPO A3= 286 Km2
TABASARA VIGUÍ A4= 332 Km2

Q1 = Q2(A1/A2)^n

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Q1	41.44	27.91	19.64	19.65	41.74	87.72	94.00	123.17	173.49	208.34	150.15	75.86	88.59
Q2	24.65	18.49	13.00	11.74	24.02	49.96	54.01	68.88	99.61	111.33	76.77	43.80	49.69
n(1-2)	0.982	0.778	0.780	0.973	1.045	1.064	1.048	1.099	1.049	1.185	1.268	1.038	1.093

Prom. Caudal (m3 / s)

TABASARÁ CAMARÓN 1140101

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
1971	66.21	32.89	35.28	23.91	45.99	55.78	105.04	176.71	270.95	234.21	161.06	62.97	105.92
1972	38.44	25.23	16.21	22.27	38.10	60.08	39.01	82.75	145.88	158.56	152.43	58.01	69.75
1973	43.30	31.13	9.72	9.58	48.15	129.50	178.34	255.25	249.80	314.04	239.15	114.72	135.22
1974	53.39	29.12	18.27	22.94	37.80	79.63	76.84	114.95	177.69	282.09	113.32	52.23	88.19
1975	39.12	24.74	12.76	12.27	27.42	73.01	121.18	140.82	216.47	195.66	361.16	109.07	111.14
1976	48.04	31.55	20.54	11.03	30.09	72.14	47.23	60.42	89.57	168.92	113.17	50.79	61.96
1977	32.22	18.36	13.67	13.35	21.94	53.51	54.72	106.40	146.21	188.00	128.82	50.29	68.96
1978	24.51	24.46	15.78	15.27	51.11	102.30	106.10	99.38	152.16	252.46	155.25	70.10	89.07
1979	29.78	18.12	19.51	45.73	74.51	120.36	101.11	132.23	230.42	288.35	219.03	73.39	112.71
1980	49.82	36.27	15.08	13.58	39.73	98.48	90.27	151.65	174.72	190.98	210.98	80.08	95.97
1981	45.98	33.33	30.60	40.23	92.62	204.29	142.19	180.53	168.33	258.89	166.71	85.54	120.77
1982	33.82	22.64	17.87	18.40	52.74	109.12	59.45	65.86	116.95	195.03	93.24	44.39	69.13
1983	27.22	11.91	14.22	8.20	27.10	55.38	52.77	47.85	143.84	142.06	127.18	82.24	61.66

Cuadro No. 21 (cont.)
Estimación de caudales por el método de relación de áreas y exponente

Prom. Caudal (m3 / s) TABASARÁ CAMARÓN 1140101

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
1984	42.06	21.67	16.84	12.09	39.77	111.18	171.64	164.92	262.70	205.51	166.24	65.87	106.71
1985	39.57	27.21	22.61	13.24	26.92	74.89	80.97	143.68	150.63	172.63	106.06	44.94	75.28
1986	46.59	19.78	16.97	15.78	49.46	73.42	80.33	60.78	146.29	236.64	88.62	47.55	73.52
1987	29.10	23.38	9.96	22.24	29.58	40.24	80.22	139.98	139.83	186.94	96.82	55.19	71.12
1988	36.20	36.36	22.27	13.27	26.84	100.15	169.80	221.21	229.24	337.37	122.02	67.59	115.19
1989	48.64	52.63	27.00	17.87	21.29	48.18	105.26	129.94	192.45	125.90	112.76	97.04	81.58
1990	51.08	26.83	27.84	14.07	46.36	72.10	117.96	93.03	111.83	237.11	188.69	96.64	90.29
1991	35.46	25.89	20.85	13.70	47.51	78.23	70.43	86.08	152.41	204.03	108.55	72.34	76.29
1992	33.01	22.70	20.15	22.14	39.33	48.99	47.92	96.75	161.48	154.07	85.81	72.22	67.05
1993	42.03	25.67	45.87	15.37	45.78	86.58	85.55	148.61	259.25	169.74	138.97	73.66	94.76
1994	29.37	22.49	12.97	17.78	48.40	69.08	65.15	89.29	126.53	226.67	187.01	63.39	79.84
1995	27.50	15.50	13.08	18.29	63.33	127.29	112.66	196.68	244.20	213.50	121.35	61.53	101.24
1996	72.24	60.80	26.12	13.94	49.63	95.42	217.29	146.58	194.27	274.95	133.75	90.77	114.65
1997	33.02	37.44	27.97	14.91	30.52	54.89	40.14	30.16	83.15	104.31	139.57	68.99	55.42
1998	25.84	15.48	14.19	14.56	18.90	59.61	89.46	137.34	194.60	192.10	164.80	132.47	88.28
1999	54.92	38.28	32.11	24.83	47.63	114.20	79.46	191.50	287.73	278.87	160.58	138.06	120.68
2000	74.54	38.85	20.49	18.78	50.31	123.38	82.16	122.16	242.34	145.24	101.26	56.93	89.70
2001	37.74	31.10	15.34	25.14	32.84	58.98	69.94	78.52	185.59	170.80	142.71	67.34	76.34
2002	40.94	32.36	40.20	32.11	69.65	78.33	75.35	94.97	215.90	121.77	142.52	63.50	83.97
PROM	41.61	28.57	21.01	18.65	42.85	85.27	94.25	124.59	183.23	207.11	148.42	74.06	89.14
													89.14
												ESC.	2446.6

Cuadro No. 21 (cont.)
Estimación de caudales por el método de relación de áreas y exponente

Prom. Caudal (m3 / s) TABASARÁ GARRAPATO 1140102

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
1971	39.39	21.80	23.36	14.29	26.47	31.77	60.35	98.82	155.57	125.16	82.34	36.36	59.64
1972	22.87	16.72	10.73	13.31	21.93	34.22	22.41	46.28	83.76	84.73	77.93	33.50	39.03
1973	25.76	20.63	6.44	5.73	27.71	73.76	102.46	142.74	143.98	174.99	141.84	68.52	77.88
1974	31.06	16.42	10.06	13.80	19.72	54.20	43.12	59.42	104.48	165.37	59.95	30.75	50.69
1975	25.47	15.23	7.48	8.27	16.71	35.69	72.77	86.48	141.61	109.81	193.69	64.76	64.83
1976	29.05	19.35	13.95	7.96	17.99	46.53	31.31	39.03	50.81	90.14	67.35	27.49	36.75
1977	19.93	11.59	9.17	9.28	13.82	31.30	34.04	59.21	74.31	91.32	74.95	26.39	37.94
1978	17.05	17.55	11.10	11.22	31.63	59.06	57.44	59.03	96.53	131.77	61.57	36.48	49.20
1979	18.51	12.79	13.60	27.63	42.00	66.82	64.73	79.28	119.19	152.88	114.19	34.01	62.14
1980	29.63	22.33	10.05	9.84	25.15	61.45	58.17	85.31	98.63	101.32	113.85	51.97	55.64
1981	33.88	25.13	17.23	24.46	58.20	122.85	81.37	102.29	93.68	149.38	96.59	50.61	71.30
1982	19.76	14.17	10.99	11.04	34.10	64.77	37.81	38.37	63.42	109.75	55.92	28.05	40.68
1983	17.20	7.26	9.93	6.02	17.50	32.03	29.98	30.24	83.99	84.37	77.78	47.69	37.00
1984	27.44	12.98	10.88	7.76	20.19	60.78	104.75	98.35	152.56	115.93	96.51	44.66	62.73
1985	25.50	18.63	15.74	8.85	14.46	42.11	44.64	78.34	86.75	89.85	59.87	31.34	43.01
1986	33.39	12.80	11.89	10.94	27.02	34.91	37.03	31.75	81.61	118.89	51.97	26.29	39.87
1987	17.72	15.08	6.67	16.04	18.53	23.87	42.86	70.36	69.33	100.37	51.88	29.51	38.52
1988	23.23	23.40	15.07	9.12	14.81	53.31	83.58	122.44	131.47	180.51	65.52	36.86	63.28
1989	26.01	33.44	14.99	9.31	11.03	29.94	61.44	68.03	114.01	63.38	54.17	52.90	44.89
1990	30.55	15.15	17.14	8.57	23.56	41.49	64.85	45.07	54.53	125.70	92.07	54.86	47.80
1991	20.69	16.48	13.26	8.66	22.67	40.84	41.06	46.46	78.04	107.02	54.74	39.51	40.79
1992	17.79	13.27	11.48	13.75	20.32	28.00	28.50	49.07	78.21	78.28	40.42	40.71	34.98
1993	23.82	14.87	26.85	8.26	27.40	50.21	48.60	69.94	124.47	87.65	66.77	40.56	49.12

Cuadro No. 21 (cont.)
Estimación de caudales por el método de relación de áreas y exponente

Prom. Caudal (m3 / s)					TABASARÁ GARRAPATO 1140102								
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
1994	17.48	13.61	7.28	9.90	21.41	32.74	36.25	46.16	71.45	125.99	91.13	36.95	42.53
1995	18.93	11.40	10.06	12.25	30.13	62.80	54.05	111.74	138.31	120.69	62.57	35.04	55.66
1996	44.67	51.94	17.71	9.77	24.47	50.70	116.34	77.23	99.25	139.47	62.87	53.62	62.34
1997	20.61	24.16	14.26	11.89	23.90	46.59	23.06	16.86	61.49	65.11	72.11	37.92	34.83
1998	16.01	9.69	9.73	10.48	12.61	34.35	50.51	79.94	109.23	112.03	88.40	69.38	50.20
1999	35.46	34.87	24.05	18.32	30.30	98.38	42.50	107.53	153.00	149.69	76.29	118.63	74.08
2000	44.34	15.70	13.74	13.63	28.91	71.04	47.82	62.54	132.36	78.46	55.47	39.10	50.26
2001	22.45	20.61	9.72	15.02	18.90	33.59	40.19	43.91	106.56	91.27	72.96	38.88	42.84
2002	24.36	21.44	26.61	19.19	40.08	22.15	42.78	56.03	126.37	72.09	90.84	40.47	48.53
PROM	25.63	18.76	13.48	12.02	24.49	49.13	53.34	69.01	102.47	112.29	78.89	43.87	50.280
													50.280
												ESC.	2342.1

Cuadro No. 22
Estimación de caudales por el método de relación de áreas y exponente

Para calcular el caudal de cualquiera subcuenca se debe establecer la relación de las áreas y usar el factor n

TABASARA CAMARÓN A1= 1149 Km2
TABASARA GARRAPATO A2= 677 Km2
TABASARA LLANO ÑOPO A3= 286 Km2
TABASARA VIGUÍ A4= 332 Km2

Q1 = Q2(A1/A2)^n

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Q1	41.44	27.91	19.64	19.65	41.74	87.72	94.00	123.17	173.49	208.34	150.15	75.86	88.59
Q4	8.31	5.58	4.32	4.01	10.05	22.73	25.49	31.35	44.12	51.23	33.75	15.86	21.40
n(1-4)	1.294	1.297	1.219	1.281	1.147	1.088	1.051	1.102	1.103	1.130	1.202	1.261	1.144

Prom. Caudal (m3 / s)

TABASARÁ CAMARÓN 1140101

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
1971	66.21	32.89	35.28	23.91	45.99	55.78	105.04	176.71	270.95	234.21	161.06	62.97	105.92
1972	38.44	25.23	16.21	22.27	38.10	60.08	39.01	82.75	145.88	158.56	152.43	58.01	69.75
1973	43.30	31.13	9.72	9.58	48.15	129.50	178.34	255.25	249.80	314.04	239.15	114.72	135.22
1974	53.39	29.12	18.27	22.94	37.80	79.63	76.84	114.95	177.69	282.09	113.32	52.23	88.19
1975	39.12	24.74	12.76	12.27	27.42	73.01	121.18	140.82	216.47	195.66	361.16	109.07	111.14
1976	48.04	31.55	20.54	11.03	30.09	72.14	47.23	60.42	89.57	168.92	113.17	50.79	61.96
1977	32.22	18.36	13.67	13.35	21.94	53.51	54.72	106.40	146.21	188.00	128.82	50.29	68.96
1978	24.51	24.46	15.78	15.27	51.11	102.30	106.10	99.38	152.16	252.46	155.25	70.10	89.07
1979	29.78	18.12	19.51	45.73	74.51	120.36	101.11	132.23	230.42	288.35	219.03	73.39	112.71
1980	49.82	36.27	15.08	13.58	39.73	98.48	90.27	151.65	174.72	190.98	210.98	80.08	95.97
1981	45.98	33.33	30.60	40.23	92.62	204.29	142.19	180.53	168.33	258.89	166.71	85.54	120.77
1982	33.82	22.64	17.87	18.40	52.74	109.12	59.45	65.86	116.95	195.03	93.24	44.39	69.13
1983	27.22	11.91	14.22	8.20	27.10	55.38	52.77	47.85	143.84	142.06	127.18	82.24	61.66

Cuadro No. 22 (cont.)
Estimación de caudales por el método de relación de áreas y exponente

Prom. Caudal (m3 / s)					TABASARÁ CAMARÓN 1140101								
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
1984	42.06	21.67	16.84	12.09	39.77	111.18	171.64	164.92	262.70	205.51	166.24	65.87	106.71
1985	39.57	27.21	22.61	13.24	26.92	74.89	80.97	143.68	150.63	172.63	106.06	44.94	75.28
1986	46.59	19.78	16.97	15.78	49.46	73.42	80.33	60.78	146.29	236.64	88.62	47.55	73.52
1987	29.10	23.38	9.96	22.24	29.58	40.24	80.22	139.98	139.83	186.94	96.82	55.19	71.12
1988	36.20	36.36	22.27	13.27	26.84	100.15	169.80	221.21	229.24	337.37	122.02	67.59	115.19
1989	48.64	52.63	27.00	17.87	21.29	48.18	105.26	129.94	192.45	125.90	112.76	97.04	81.58
1990	51.08	26.83	27.84	14.07	46.36	72.10	117.96	93.03	111.83	237.11	188.69	96.64	90.29
1991	35.46	25.89	20.85	13.70	47.51	78.23	70.43	86.08	152.41	204.03	108.55	72.34	76.29
1992	33.01	22.70	20.15	22.14	39.33	48.99	47.92	96.75	161.48	154.07	85.81	72.22	67.05
1993	42.03	25.67	45.87	15.37	45.78	86.58	85.55	148.61	259.25	169.74	138.97	73.66	94.76
1994	29.37	22.49	12.97	17.78	48.40	69.08	65.15	89.29	126.53	226.67	187.01	63.39	79.84
1995	27.50	15.50	13.08	18.29	63.33	127.29	112.66	196.68	244.20	213.50	121.35	61.53	101.24
1996	72.24	60.80	26.12	13.94	49.63	95.42	217.29	146.58	194.27	274.95	133.75	90.77	114.65
1997	33.02	37.44	27.97	14.91	30.52	54.89	40.14	30.16	83.15	104.31	139.57	68.99	55.42
1998	25.84	15.48	14.19	14.56	18.90	59.61	89.46	137.34	194.60	192.10	164.80	132.47	88.28
1999	54.92	38.28	32.11	24.83	47.63	114.20	79.46	191.50	287.73	278.87	160.58	138.06	120.68
2000	74.54	38.85	20.49	18.78	50.31	123.38	82.16	122.16	242.34	145.24	101.26	56.93	89.70
2001	37.74	31.10	15.34	25.14	32.84	58.98	69.94	78.52	185.59	170.80	142.71	67.34	76.34
2002	40.94	32.36	40.20	32.11	69.65	78.33	75.35	94.97	215.90	121.77	142.52	63.50	83.97
PROM	41.61	28.57	21.01	18.65	42.85	85.27	94.25	124.59	183.23	207.11	148.42	74.06	89.14
													89.14
												ESC.	2446.6

Cuadro No. 22 (cont.)
Estimación de caudales por el método de relación de áreas y exponente

Prom. Caudal (m3 / s) VIGUÍ INTERAMERICANA 1140201

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
1971	16.11	7.03	7.15	5.28	7.37	20.32	25.42	43.21	73.22	61.45	42.32	13.73	26.88
1972	7.78	4.69	3.23	4.92	8.22	12.59	8.97	22.80	36.54	44.65	31.01	12.76	16.51
1973	9.48	7.01	3.17	3.05	12.68	39.73	46.46	66.92	65.64	69.54	55.56	26.12	33.78
1974	11.55	6.62	4.75	5.42	10.86	23.03	21.06	35.07	46.73	76.49	28.87	12.54	23.58
1975	7.89	5.58	3.03	2.40	8.11	22.58	35.93	42.03	61.09	52.17	80.93	28.81	29.21
1976	9.58	6.01	4.23	2.70	7.60	19.81	9.93	10.47	22.46	42.33	29.49	11.73	14.69
1977	6.11	3.98	3.03	2.77	6.42	16.75	11.57	30.02	38.25	51.03	35.66	12.65	18.19
1978	5.80	5.20	3.77	3.63	16.66	28.68	30.55	23.91	39.54	58.92	30.57	16.76	22.00
1979	7.46	4.42	4.23	10.05	16.29	32.16	31.20	33.33	48.10	66.66	48.46	15.11	26.46
1980	9.88	7.25	3.64	3.05	9.60	23.86	20.68	35.96	40.69	40.76	46.79	17.64	21.65
1981	8.13	6.20	6.48	8.28	22.46	48.14	42.69	50.04	38.47	66.99	40.85	20.14	29.91
1982	7.57	4.65	3.92	5.00	13.64	30.80	15.63	15.79	28.81	52.49	24.32	9.66	17.69
1983	5.47	2.96	3.01	2.06	5.03	12.99	12.76	9.94	34.89	34.06	32.70	20.75	14.72
1984	9.63	5.14	4.06	3.77	8.60	28.81	47.45	50.44	65.55	55.21	48.14	15.05	28.49
1985	7.54	4.85	4.19	3.41	6.11	22.80	22.04	38.95	41.32	48.41	27.79	11.69	19.92
1986	9.56	4.76	3.73	3.40	7.30	24.88	17.64	13.86	35.57	60.30	19.51	9.62	17.51
1987	5.05	4.05	2.70	3.70	7.03	10.33	21.83	34.46	34.94	50.44	24.88	13.01	17.70
1988	8.46	6.98	5.01	4.14	7.73	24.23	42.89	50.01	56.05	101.91	33.03	14.13	29.55
1989	6.79	8.25	4.95	3.46	4.00	11.55	26.64	38.27	48.59	34.01	31.88	23.01	20.12
1990	9.84	5.19	5.27	3.07	11.23	16.77	30.70	25.22	26.35	53.59	45.06	20.17	21.04
1991	6.90	4.71	4.19	3.11	7.60	17.23	16.95	21.72	38.50	53.04	24.49	13.99	17.70
1992	6.06	4.24	3.90	3.83	7.15	13.31	14.94	29.34	44.89	42.53	22.02	16.81	17.42
1993	8.59	4.31	8.63	3.31	10.98	23.30	22.78	37.83	59.42	40.02	30.18	14.51	21.99
1994	6.22	4.94	3.81	4.00	9.30	17.92	17.10	27.06	32.74	51.04	40.04	11.60	18.81

Cuadro No. 22 (cont.)
Estimación de caudales por el método de relación de áreas y exponente

Prom. Caudal (m3 / s)					TABASARÁ CAMARÓN 1140101								
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
1995	4.47	2.94	2.99	2.91	15.61	33.23	29.46	42.55	56.65	40.23	28.70	14.41	22.85
1996	13.67	11.10	4.89	3.44	9.03	20.94	68.23	33.53	44.47	54.26	26.97	18.78	25.78
1997	6.62	7.48	6.16	3.04	7.34	14.23	10.88	7.68	21.14	25.65	31.37	14.43	13.00
1998	5.18	3.09	3.12	2.97	4.55	15.45	24.26	34.96	49.48	47.24	37.04	27.70	21.25
1999	12.61	6.92	2.40	4.76	10.57	27.33	17.23	34.29	57.22	49.75	28.07	20.77	22.66
2000	11.47	6.06	5.47	4.02	12.17	27.46	20.52	28.83	55.31	32.55	21.18	11.24	19.69
2001	6.80	4.93	3.37	4.51	7.47	15.98	20.10	25.48	45.61	43.65	33.91	21.36	19.43
2002	11.18	8.33	7.10	6.55	12.73	18.97	19.75	28.04	48.93	30.44	26.69	10.64	19.11
PROM	8.42	5.62	4.36	4.06	9.73	22.38	25.13	31.94	44.91	50.99	34.64	16.29	21.540
													21.540
												ESC.	2046.0

Cuadro No. 23
EMPRESA DE TRANSMISIÓN ELECTRICA S.A.
Gerencia de Hidrometeorología
Datos básicos utilizados para el desarrollo del Balance Hídrico Superficial de la República de Panamá.

RÍO/LUGAR/ESTACIÓN	CODIGO	AREA	ELEV	ETP	P. M. A.	CO. RE	CO. ETA	ETR	ESC. EST.	C. ESC.	Q bal.	Q med.	Error	q espec.
	EST.	Km2	msnmm	mm	mm			MM	mm		m3/s	m3/s	%	l/s/km2
Changuinola Valle del Riscó	910102	1678.7	1232.4	957	3800	0.252	0.874	836.1	2963.9	0.78	157.77	164.0	-3.8%	94.0
Changuinola Peña Blanca	900103	1388.8	1389.9	915	3875	0.236	0.859	786.1	3088.9	0.80	136.03	136.0	0.0%	97.9
Teribe Puerto Palenque	910202	857.1	1891.15	782	3006.7	0.260	0.881	688.8	2317.9	0.77	63.00	63.0	0.0%	73.5
Teribe II	910203	740.2	2051.35	739	2900	0.255	0.877	648.1	2251.9	0.78	52.86	52.0	1.6%	71.4
Culubre Ante Changuinola	910301	538.3	1646.14	847	3030	0.280	0.896	759.0	2271.0	0.75	38.77	37.7	2.8%	72.0
Qda Bonyic Ante Teribe	910401	149.9	1005.45	1017	4925	0.207	0.827	841.3	4083.7	0.83	19.41	19.4	0.1%	129.5
Cricamola Canquintú	950101	647.25	991.89	1021	5875	0.174	0.785	801.6	5073.4	0.86	104.13	107.0	-2.7%	160.9
Calovébora Los Cedros	970101	459.3	529.93	1143	5150	0.222	0.845	965.6	4184.4	0.81	60.94	62.7	-2.8%	132.7
Chiriquí Viejo Volcán	1020101	107	2176	766	2800	0.273	0.892	682.9	2117.1	0.76	7.18	7.20	-0.2%	67.1
Chiriquí Viejo Paso Canoa	1020102	785.3	1653.37	920	3500	0.263	0.883	812.7	2687.3	0.77	66.92	66.10	1.2%	85.2
Candela Río Sereno	1020201	56.8	1327.9	1016	3300	0.308	0.914	928.8	2371.2	0.72	4.27	4.26	0.3%	75.2
Coclé del Norte El Torno	1050101	678.42	233.11	1222	3585	0.341	0.929	1134.9	2450.1	0.68	52.71	55.40	-4.9%	77.7
Coclé del Norte Canoas	1050102	575.56	260.6	1215	3395	0.358	0.933	1134.0	2261.0	0.67	41.26	43.11	-4.3%	71.7
Toabre Batatilla	1050201	818.32	230.7	1223	2775	0.441	0.932	1139.1	1635.9	0.59	42.45	42.99	-1.3%	51.9
San Juan Los Higuerones	1050301	217.45	411.05	1175	3725	0.315	0.918	1078.5	2646.5	0.71	18.25	19.10	-4.5%	83.9
Chico Macho Monte	1060101	43.1	1437.5	984	3824.5	0.257	0.879	864.3	2960.2	0.77	4.05	4.04	0.1%	93.9
Chico Concepción	1060102	234.5	1140	1072	4725	0.227	0.850	910.5	3814.5	0.81	28.36	29.79	-4.8%	121.0
Chiriquí Paja Sombrero	1080101	314.9	1196.15	1055	4742.2	0.222	0.845	891.5	3850.7	0.81	38.45	39.3	-2.2%	122.1
Chiriquí Interamericana	1080102	1333.5	840.2	1160	4250	0.273	0.891	1033.9	3216.1	0.76	135.99	141.3	-3.8%	102.0
Chiriquí Hornitos	1080104	154.41	1410.9	909	5650	0.161	0.767	697.8	4952.2	0.88	24.25	25.03	-3.1%	157.0
Chiriquí La Esperanza	1080103	683	1196.58	1055	4275	0.247	0.869	916.9	3358.1	0.79	72.73	75.4	-3.5%	106.5
Chiriquí Qda Bijao	1080105	55.6	1456.17	897	5678.9	0.158	0.763	684.7	4994.2	0.88	8.81	8.99	-2.1%	158.4

Cuadro No. 23 (cont.)
Datos básicos utilizados para el desarrollo del Balance Hídrico Superficial de la República de Panamá.

RÍO/LUGAR/ESTACIÓN	CODIGO	AREA	ELEV	ETP	P. M. A.	CO. RE	CO. ETA	ETR	ESC. EST.	C. ESC.	Q bal.	Q med.	Error	q espec.
	EST.	Km2	msnmm	mm	mm			MM	mm		m3/s	m3/s	%	l/s/km2
Caldera Jaramillo Abajo	1080206	126.2	1831.26	798	3125	0.255	0.877	699.6	2425.4	0.78	9.71	10.2	-4.8%	76.9
David David	1080302	261.21	463.8	1271	4484.4	0.283	0.899	1142.6	3341.8	0.75	27.68	28.7	-3.6%	106.0
Gualaca Veladero	1080501	253.6	453.23	1274	4975	0.256	0.878	1118.3	3856.7	0.78	31.01	32.0	-3.1%	122.3
Cochea Dolega	1080601	114.5	1172.4	1062	3500	0.303	0.912	968.0	2532.0	0.72	9.19	9.07	1.4%	80.3
Los Valles La Estrella	1080701	50.3	1714.2	902	4600	0.196	0.815	734.8	3865.2	0.84	6.16	6.03	2.2%	122.6
Hornitos, Hornitos	1080901	22.5	1565.3	868	5036	0.172	0.784	680.5	4355.5	0.86	3.11	3.19	-2.6%	138.1
Fonseca San Lorenzo	1100101	696.4	715.9	1197	4150	0.288	0.902	1079.7	3070.3	0.74	67.80	69.4	-2.3%	97.4
Fonseca Ante Soloy	1100102	371	989.1	1116	4274.9	0.261	0.882	984.2	3290.7	0.77	38.71	38.9	-0.5%	104.3
Indio Limón	1110101	375.48	275.56	1211	3010	0.402	0.938	1135.5	1874.5	0.62	22.32	23.2	-3.8%	59.4
Indio Boca de Uracillo	1110102	370.16	278.2	1210	3010	0.402	0.938	1134.8	1875.2	0.62	22.01	22.5	-2.2%	59.5
San Félix Interamericana	1120101	260.88	656.5	1214	4200	0.289	0.903	1096.1	3103.9	0.74	25.68	31.7		
San Félix El Guabo	1120102	196.93	771.59	1180	4200	0.281	0.897	1058.9	3141.1	0.75	19.61	20.0	-1.9%	99.6
Tabasará Camarón	1140101	1163	653.24	1215	3500	0.347	0.931	1130.8	2369.2	0.68	87.37	89.14	-2.0%	75.1
Tabasará Garrapato	1140102	683	768.87	1181	3450	0.342	0.929	1097.3	2352.7	0.68	50.95	50.2	1.5%	74.6
Tabasará Llano Ñopo	1140103	279.5	1174.53	972	3880	0.251	0.873	848.4	3031.6	0.78	26.87	27.0	-0.5%	96.1
Viguí Interamericana	1140201	328.37	607.5	1229	3225	0.381	0.937	1151.5	2073.5	0.64	21.59	21.54	0.2%	65.8
Juncal Coiba	1160101	15.38	131	1369	3730	0.367	0.935	1280.7	2449.3	0.66	1.19	1.2	-0.5%	77.7
San Pablo Interamericana	1180101	727.76	497.8	1261	3215	0.392	0.938	1182.6	2032.4	0.63	46.90	48.8	-3.9%	64.4
Cañazas Cañazas	1180201	119.56	613.78	1121	3325	0.337	0.927	1039.6	2285.4	0.69	8.66	9.01	-3.8%	72.5
Cobre Los Estrechos	1180301	470.08	402.2	1289	3250	0.397	0.938	1209.1	2040.9	0.63	30.42	31.6	-3.7%	64.7
Tribique San José	1180401	60.9	229.1	1340	3728.3	0.359	0.934	1251.6	2476.7	0.66	4.78	4.95	-3.4%	78.5
San Pedro Llano Grande	1200101	416.6	97.55	1379	2781.5	0.496	0.907	1250.4	1531.1	0.55	20.23	20.8	-2.8%	48.6
Tonosí Tonosí	1240101	626.3	356.56	1303	2725	0.478	0.917	1194.2	1530.8	0.56	30.40	31.6	-3.8%	48.5
Tonosí Guaniquito	1240102	147.64	469.62	1269	2850	0.445	0.930	1180.7	1669.3	0.59	7.82	7.88	-0.8%	52.9

Cuadro No. 23 (cont.)
Datos básicos utilizados para el desarrollo del Balance Hídrico Superficial de la República de Panamá.

RÍO/LUGAR/ESTACIÓN	CODIGO	AREA	ELEV	ETP	P. M. A.	CO. RE	CO. ETA	ETR	ESC. EST.	C. ESC.	Q bal.	Q med.	Error	q espec.
	EST.	Km2	msnmm	mm	mm			MM	mm		m3/s	m3/s	%	l/s/km2
Guararé Paso el Nanzal	1260101	358.45	148.3	1364	1575	0.866	0.772	1053.2	521.8	0.33	5.93	6.13	-3.2%	16.5
Guararé Camino al Hato	1260102	168.94	162.97	1360	1592.4	0.854	0.779	1058.9	533.5	0.34	2.86	2.88	-0.8%	16.9
Guararé Charco El Pilòn	1260301	151.04	172.74	1357	1550	0.875	0.767	1040.7	509.3	0.33	2.44	2.56	-4.7%	16.1
Oria La Miel	1260202	59.51	356.2	1303	2400	0.543	0.909	1184.7	1215.3	0.51	2.29	1.69		
Valle Rico en la Huaca	1260401	55.96	329.95	1311	2400	0.546	0.909	1190.7	1209.3	0.50	2.15	2.21	-2.9%	38.3
La Villa en Macaracas	1280101	526.74	374.55	1297	2175	0.596	0.894	1160.1	1014.9	0.47	16.95	17.5	-3.1%	32.2
La Villa en Calabacito	1280102	581.44	353.45	1304	2255	0.578	0.900	1173.1	1081.9	0.48	19.95	19.72	1.2%	34.3
La Villa en Atalayita	1280103	1021.98	275.71	1327	2045	0.649	0.876	1161.9	883.1	0.43	28.62	28.2	1.5%	28.0
Estibaná en Calabacito	1280201	217.5	236.8	1338	2000	0.669	0.868	1161.2	838.8	0.42	5.79	5.82	-0.6%	26.6
Parita en La Valdesa	1300102	468.26	138.54	1367	1912	0.715	0.848	1159.6	752.6	0.39	11.18	11.2	-0.2%	23.9
Santa María Santa Fé	1320101	181.75	768.99	1080	3950	0.273	0.892	962.8	2987.2	0.76	17.22	17.21	0.0%	94.7
Santa María en La Soledad	1320102	310.82	690.48	1101	3550	0.310	0.915	1007.4	2542.6	0.72	25.06	25.61	-2.1%	80.6
Santa María San Francisco	1320103	1371.57	470.6	1269	2975	0.427	0.935	1186.4	1788.6	0.60	77.79	77.44	0.5%	56.7
Santa María San Juan Alto Joron	1320203	274.9	268	1329	2657	0.500	0.918	1220.2	1436.8	0.54	12.52	12.59	-0.5%	45.6
Santa María San Juan Sitio Desvío	1320204	17.92	976.84	1025	3475	0.295	0.906	928.8	2546.2	0.73	1.45	1.44	0.5%	80.7
Santa María Gatú en San Juan	1320301	439.12	574.5	1238	3175	0.390	0.938	1161.3	2013.7	0.63	28.04	28.48	-1.5%	63.9
Sta María el Barrero en Cerro Verde	1321402	5.6	976.8	1120	3525	0.318	0.919	1029.0	2496.0	0.71	0.44	0.454	-2.4%	79.1
Santa María Mulaba en Sta Fé	1321501	84	769	1181	4125	0.286	0.901	1063.9	3061.1	0.74	8.15	8.38	-2.7%	97.1
Río Grande en Río Grande	1340101	498.37	483.5	1265	2205	0.574	0.901	1140.1	1064.9	0.48	16.83	17.21	-2.2%	33.8
Río Grande Chico en el Cortezo	1340201	332.48	483.3	1265	2646.8	0.478	0.917	1159.9	1486.9	0.56	15.68	15.83	-1.0%	47.1
Coclé del Sur en Cañaveral	1340301	327.65	214.5	1345	1775	0.758	0.828	1113.8	661.2	0.37	6.87	6.85	0.3%	21.0
Zaratí en el Murcielaguero	1340401	132.89	327.65	1311	2585	0.507	0.917	1202.4	1382.6	0.53	5.83	6.00	-2.9%	43.8

Cuadro No. 23 (cont.)
(Datos básicos utilizados para el desarrollo del Balance Hídrico Superficial de la República de Panamá).

RÍO/LUGAR/ESTACIÓN	CODIGO	AREA	ELEV	ETP	P. M. A.	CO. RE	CO. ETA	ETR	ESC. EST.	C. ESC.	Q bal.	Q med.	Error	q espec.
	EST.	Km2	msnmm	mm	mm			MM	mm		m3/s	m3/s	%	l/s/km2
Río Antón en El Valle de Antón	1360101	27.87	705.57	1200	3365	0.357	0.933	1119.5	2245.5	0.67	1.98	2.02	-1.8%	71.2
Río Antón en Interamericana	1360102	93.13	340.26	1307	2466	0.530	0.912	1192.8	1273.2	0.52	3.76	3.74	0.5%	40.4
Río Caimito en El Trapichito	1400102	264.36	162.49	1360	2045	0.665	0.869	1182.4	862.6	0.42	7.23	7.28	-0.7%	27.4
Río Tocumen en Tocumen	1440101	28.3	170	1358	2695	0.504	0.918	1245.9	1449.1	0.54	1.30	1.34	-3.0%	46.0
Río Juan Díaz en Juan Díaz	1440201	117.04	174.71	1356	2690	0.504	0.918	1244.5	1445.5	0.54	5.36	5.36	0.1%	45.8
Río Pacora en Interamericana	1460102	263.8	319.27	1314	2728.5	0.481	0.915	1201.9	1526.6	0.56	12.77	12.7	0.5%	48.4
Bayano en Calle Larga	1480102	3612	245	1336	2685	0.497	0.906	1209.6	1475.4	0.55	168.99	170	-0.6%	46.8
Bayano en Sitio Presa	1480105	3808.1	244.6	1336	2625	0.509	0.917	1224.4	1400.6	0.53	169.12	175	-3.4%	44.4
Bayano en Piría	1480107	266.74	325.48	1198	4205	0.285	0.900	1077.7	3127.3	0.74	26.45	27	-2.0%	99.2
Mamoní en Chepo	1480201	202.55	309.37	1317	3425	0.384	0.937	1234.3	2190.7	0.64	14.07	14.06	0.1%	69.5
Majecito ante Embalse	1480301	47.2	204.99	1347	3275	0.411	0.937	1262.6	2012.4	0.61	3.01	3.55		
Río Majé ante Embalse	1480401	181.07	358.3	1302	3275	0.398	0.938	1221.2	2053.8	0.63	11.79	12	-1.7%	65.1
Río Majé Tigre	1480402	124.91	427.96	1282	3495	0.367	0.935	1198.7	2296.3	0.66	9.10	9.07	0.3%	72.8
Río Cañazas ante Embalse	1480501	753.09	184.52	1353	2100	0.644	0.877	1187.6	912.4	0.43	21.79	22.06	-1.2%	28.9
Río Diablo ante Embalse	1480701	123.57	314.97	1200	3481.9	0.345	0.930	1116.2	2365.7	0.68	9.27	9.26	0.1%	75.0
Río Cañitas ante Bayano	1480801	253.79	292.49	1322	2654	0.498	0.905	1196.4	1457.6	0.55	11.73	11.4	2.9%	46.2
Río Cañitas Interamericana	1480802	61.46	316	1315	2735.8	0.481	0.915	1203.5	1532.3	0.56	2.99	3.37		
Río Tumagantí ante Cañitas	1480901	69.6	330.6	1310	2654	0.494	0.908	1189.7	1464.3	0.55	3.23	3.56		
Río Piedra Interamericana	1481001	38.4	299.89	1319	2654	0.497	0.906	1195.2	1458.8	0.55	1.78	3.09		
Aguas Claras ante Bayano	1481101	98.52	345.2	1192	3919.2	0.304	0.912	1087.5	2831.7	0.72	8.85	8.65	2.3%	89.8
Río Ipetí en Ipetí	1481201	219.6	472.27	1269	3255	0.390	0.938	1189.6	2065.4	0.63	14.38	14.2	1.3%	65.5
Chucunaque en Laja Blanca	1540105	2905.47	148.76	1364	2300	0.593	0.895	1221.2	1078.8	0.47	99.39	103	-3.5%	34.2
Río Chico Cubilele	1540201	498.58	648.99	1216	3605	0.337	0.927	1128.1	2476.9	0.69	39.16	39.38	-0.6%	78.5
Tuira en Boca de Cupe	1560101	2291.98	434.86	1280	2250	0.569	0.903	1154.9	1095.1	0.49	79.59	83.4	-4.6%	34.7
Balsas en Manené	1580101	864.91	402.57	1289	3225	0.400	0.938	1208.9	2016.1	0.63	55.29	57.39	-3.7%	63.9
Sambú en Boca de Trampa	1620101	774.53	397.1	1291	3475	0.371	0.936	1208.2	2266.8	0.65	55.67	57.8	-3.7%	71.9

INFORMACIÓN NO UTILIZADA

Mapa de Escorrentía

El valor de la ETR se correlacionó con la elevación promedio de cada cuenca, dando como resultado:

ETR = - 0.3063 * ELEV + 1262.4 (mm), con un coeficiente de correlación de 0.9249.

La ELEV se calculó con **ARCGIS** del mapa de raster.

La ecuación de la **ETR** se introdujo en la expresión del balance hídrico simplificado:

ESC = P – ETR;

$$\mathbf{ESC = P - (- 0.3063 * ELEV + 1262.4)} \quad \text{(mm)}$$

P = Precipitación cuadriculada de la isoyeta según el modelo **ARCGIS.**

ELEV = Elevación cuadriculada de la curva de nivel del mapa topográfico, aplicando el modelo **ARCGIS**.

Las figuras N° 10, 11, 12 y 13 (ver anexo) corresponden a los mapas anuales de Isoyetas, Evapotranspiración Potencial, Escorrentía e Isotermas del Balance Hídrico Superficial de Panamá.

Este trabajo, además de cumplir con el propósito de elaborar el balance hídrico superficial anual de las cuencas del país, permite actualizar, corregir e incorporar información al banco de datos nacional; y es una guía importante para el reordenamiento de la red nacional de estaciones meteorológicas e hidrológicas. También, ofrece ecuaciones lineales para el cálculo conservador de la ETP, variable importante para calcular la dotación de agua para un cultivo, teniendo en cuenta sus coeficientes estacionales, en un área determinada con solo conocer la elevación promedio de la misma.

XIII. COMENTARIOS Y RESULTADOS

El ajuste de la lluvia promedio, utilizando la escorrentía registrada en las estaciones hidrométricas se realizó hasta obtener una desviación de mas o menos 5%, sin embargo en algunas estaciones hidrométricas no se alcanzó este objetivo, tales como: en San Félix Interamericana, en Oria La Miel, en Majecito Ante Bayano y en los afluentes de Cañita Ante Bayano, por lo tanto, no se consideraron para el balance.

El desarrollo del procedimiento nos permitió presentar un análisis mas detallado de la precipitación y la escorrentía, considerando que para el registro y proceso de los caudales en las estaciones hidrológicas se le aplican controles más eficaces, en consecuencia se utilizó la estadística hidrológica para ajustar el mapa de isoyetas, con ayuda del programa ArcGIS.

En la cuenca del río Changuinola (91) se observan dos comportamientos diferentes: en las estaciones de Changuinola Valle Riscó y Peña Blanca se registran caudales específicos de 94.0 y 97.9 l/s/Km² respectivamente; mientras que el registro de Culubre ante Changuinola reporta 72 l/s/Km², lo cual indica una disminución de las precipitaciones en el sector sur-suroeste de la cuenca. Aunque al noroeste se reporta una alta pluviosidad en la cabecera de Bonyic, ésta apenas contribuye en la escorrentía del Culubre. Esta situación obligó a realizar varias corridas hasta obtener resultados aceptables al considerar la influencia de los sistemas en la captación de los caudales en cada

estación de registro. En la estación Changuinola Valle del Riscó, el ajuste se aproximó a –3.8%, mientras que en la estación Culubre Ante Changuinola se ajustó en +2.8%.

La cuenca del río Teribe también es afectada por la situación descrita arriba, aunque la desviación de Teribe en Puerto Palenque se ajustó en 0.0%, una vez ajustado Culubre, la estación Teribe II, localizada aguas arriba, indica que el caudal registrado en ella, está subestimado. Según el ajuste, el caudal debe ser de 52.0 m³/s en vez de 34.0 m³/s.

Por la importancia que esta cuenca tiene para el aprovechamiento hidroeléctrico, debe revisarse la estadística de Teribe II y deben reactivarse las operaciones de campo en estas estaciones tomando todas las medidas que garanticen la confiabilidad de la información a recoger.

Las cuencas más lluviosas de Bocas del Toro, son las de Bonyic, Cricamola (95) y Calovébora (97) con caudales específicos de 129.5, 160.9 y 132.7 m³/s/Km², respectivamente.

En la cuenca del río Coclé del Norte, después de varias corridas con los datos de las estaciones hidrométricas en su conjunto, se llegó a los siguientes resultados:

Toabré Batatilla con una desviación de -1.3%, Coclé del Norte Canoas con – 4.3%, Coclé del Norte El Torno con – 4.9 % y San Juan Los Higuerones con –4.5%. Las corridas fueron múltiples y repetitivas, ya que el ajuste del conjunto exigía modificar el trazado de las isoyetas, con aproximaciones sucesivas, manteniendo las observaciones de las estaciones de lluvia y el balance con Toabré Batatilla.

La cuenca 111 de la vertiente del Caribe, con estaciones en Río Indio Limón resultó con un ajuste de –3.8% e Indio Boca del Uracillo con –2.2%. La cuenca 115 bajo la responsabilidad constitucional de la ACP, también fue considerada en el cálculo del Balance Hídrico Superficial a nivel nacional. Los resultados a nivel nacional se presentan en el Cuadro N° 23 mientras que los resultados obtenidos en los balances preparados por la ACP se presentan en el Cuadro N° 24 conjuntamente con los resultados realizados por ETESA para dichas cuencas. En la comparación de las cifras, se observa una gran concordancia, de gran validez, ya que se usaron modelos que aunque utilicen algunos parámetros comunes no son iguales. (véanse las columnas del rendimiento específico).

En la cuenca del río Chiriquí Viejo (102), el ajuste se logró en la primera corrida, observándose para la estación de Paso Canoa un ajuste de +1.2%, indicándose una ligera sobrestimación del caudal estimado.

En la cuenca 106, en la estación Chico Concepción el ajuste se llevó hasta –4.8% ya que la estadística se utilizó como referencia.

En la cuenca 108, del río Chiriquí, se realizaron un gran número de corridas ya que fue necesario conciliar los registros de lluvias con las escorrentías medidas en una red bastante densa. Las desviaciones más altas se observaron en Caldera Jaramillo (-4.8%), Chiriquí Interamericana (-3.8%), David (-3.6%), La Esperanza (-3.5%) y Gualaca Veladero con (-3.1%). En términos generales, el modelo subestima los caudales, sin embargo, el resultado obtenido ha sido excelente. También se observa que los mayores rendimientos de los caudales específicos se encuentran hacia el noreste, destacándose Quebrada Bijao con 158.4 m³/s/Km² y Hornitos con 157 m³/s/Km².

En la cuenca 110 del Río Fonseca, en la estación hidrológica San Lorenzo, el ajuste se realizó en la primera corrida, y aunque resultó con una subestimación de los caudales de –2.3% en promedio, el ajuste se consideró excelente.

En la cuenca del Río San Félix (112), las corridas se realizaron con la información de la estación ubicada en San Félix El Guabo hasta alcanzar un ajuste de – 1.9%. Este ejercicio confirmó que la

estadística de la antigua estación hidrológica San Félix Interamericana no es confiable debido a que su desviación alcanzó – 18.8%.

En la cuenca 114 del Río Tabasará, las corridas realizadas permitieron obtener buenos ajustes, considerando la dependencia de los registros de las estaciones hidrométricas y meteorológicas. El ajuste en Tabasará Camarón se llevó hasta –2.0%, indicando una subestimación en el registro del caudal. Las otras estaciones alcanzaron mejores ajustes.

En la cuenca 118 del río San Pablo, los registros de las lluvias y los registros de los caudales en las estaciones, obligaron a realizar varias corridas con ajustes entre –3.4% y –3.9%. Este último ajuste correspondiente a San Pablo Interamericana.

En la cuenca 120 del río San Pedro, en la estación hidrológica San Pedro en Llano Grande el ajuste alcanzó - 2.8%.

En la cuenca 124, la estación Tonosí en Tonosí, la desviación se ajustó en – 3.8%, indicando una subestimación en el caudal estimado.

En la cuenca 126, aunque las estaciones no están activas, se lograron ajustes con la información disponible entre –0.8% y –4.7%, observándose que esta cuenca tiene el rendimiento específico más bajo de todo el país, equivalente a 16.1 l/s/Km².

En la cuenca del Río La Villa (128), la desviación más alta se observó en La Villa Macaracas con –3.1%. El resto de las estaciones permitieron un mejor ajuste.

En la cuenca del Río Santa María (132), las corridas realizadas tomando en cuenta la red de estaciones que se mantiene en la misma, permitieron obtener una desviación en la estación hidrológica Mulabá Santa Fé de - 2.7%, indicando una subestimación en el caudal estimado. Esta fue la desviación mas alta obtenida en la cuenca.

En la cuenca del Río Grande (134), las corridas realizadas tomando en consideración los registros de las estaciones que se mantienen en la misma, permitieron un ajuste muy satisfactorio, lográndose las mayores desviaciones en Zaratí con –2.9% y en Río Grande en Río Grande con -2.2% las cuales se consideran excelentes.

En la cuenca del río Antón (136), aunque las estaciones no están activas, se lograron ajustes entre +0.5% y –1.8% con la información disponible.

La cuenca 140, corresponde al río Caimito en Chorrera, y aunque las estaciones no están activas, se logró en Caimito Trapichito un ajuste de –0.7% con la información disponible.

La cuenca 144, que corresponde a los ríos Juan Díaz y Tocumen, para el primero se obtuvo un ajuste de +0.1% y para el segundo, que está inactivo, se logró un ajuste –3.0%, utilizando la información disponible.

La cuenca 146, corresponde al río Pacora, y aunque las estaciones no están activas, se logró un ajuste de +0.5% con la información disponible.

En la cuenca del Río Bayano (148), las corridas realizadas tomando en consideración los registros de las estaciones que se mantienen en la misma, permitieron un ajuste altamente satisfactorio, sin embargo, Majecito ante Embalse, reportó una desviación de -29.7%, motivo por el cual esta estación se descartó. Los registros del río Cañitas ante Bayano fueron los utilizados para el ajuste, ya que es la estación limnigráfica con registros más confiables en dicho río. El ajuste se llevó hasta + 2.9%;

se descartaron los registros del resto de las estaciones de la cuenca del Cañitas por resultar con desviaciones de –9.2 hasta - 42.5%.

En la cuenca 154, que corresponde al río Chucunaque se lograron ajustes de –3.5% en Lajas Blancas y de –0.6% en Chico Cubilele. Esta última estación permitió definir las isoyetas sobre la cordillera (Altos del Puna en la frontera con Colombia), con una pluviosidad aproximada a los 5,000 mm.

En la cuenca 156, que corresponde al río Tuira, después de varias corridas, el ajuste se llevó hasta - 4.6%.

En la cuenca 158, que corresponde al río Balsa después de varias corridas, el ajuste se llevó hasta - 3.7%.

En la cuenca 162, que corresponde al río Sambú, después de varias corridas, el ajuste se llevó hasta – 3.7%.

En términos generales, los caudales calculados mediante el modelo son ligeramente inferiores a los caudales medidos, lo cual puede indicar una subestimación en las lluvias o deberse a errores sistemáticos en las observaciones de las variables que intervienen en el desarrollo del modelo. Sin embargo, los resultados se consideran excelentes.

El análisis de la información meteorológica ha permitido la obtención de los promedios mensuales de lluvia y temperatura, correspondiente a todo el registro de los datos; y la estimación mensual de la evapotranspiración potencial. Con esta información se elaboraron los mapas mensuales de lluvia, temperatura y evapotranspiración, los cuales son presentados en las Figuras N° 14 a la 49 (ver anexo).

Figura 1 - República de Panamá. Mapa político.

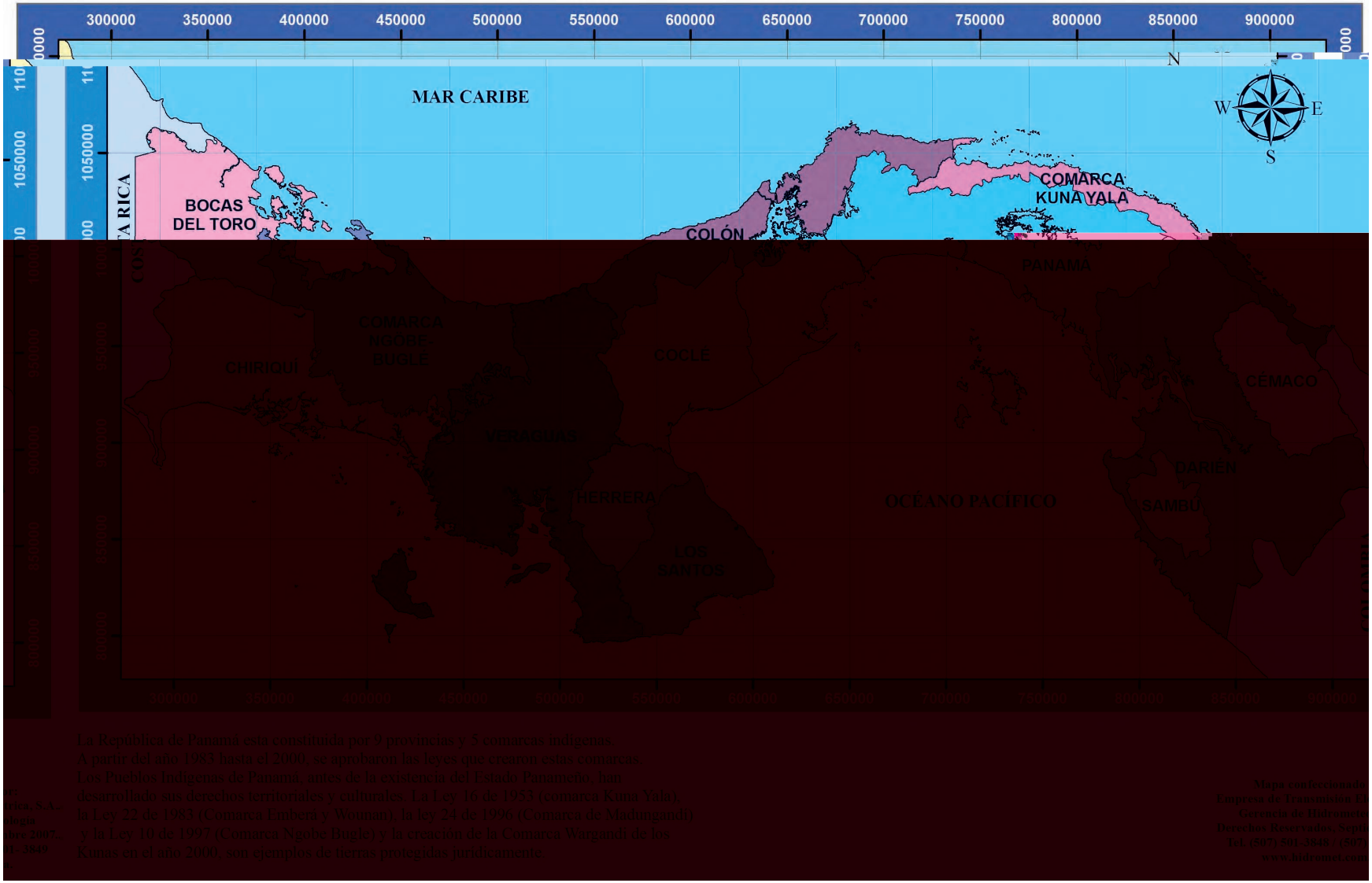


Figura 2 - Mapa de relieve de la República de Panamá

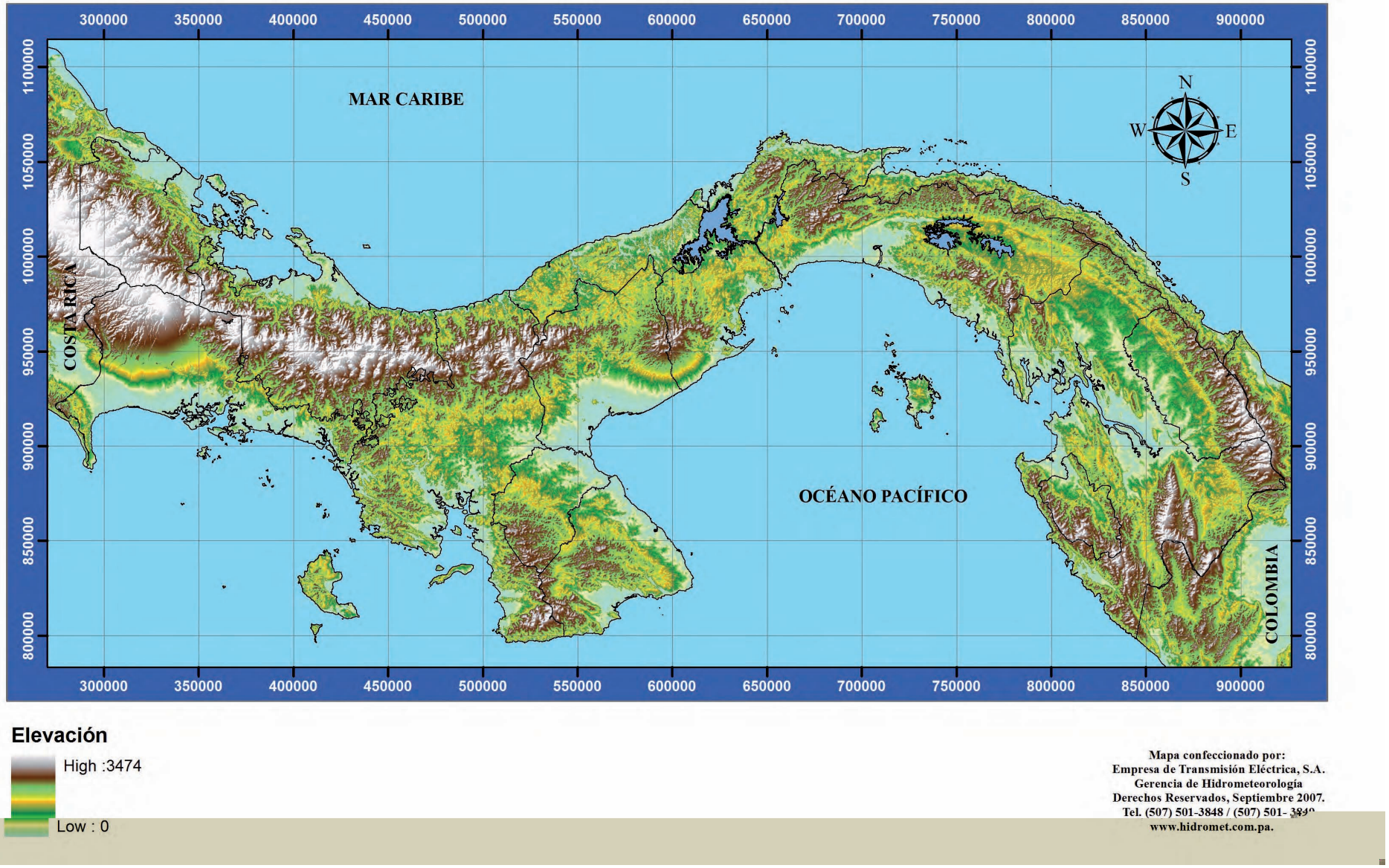


Figura 4 - Mapa de estaciones meteorológicas por provincias

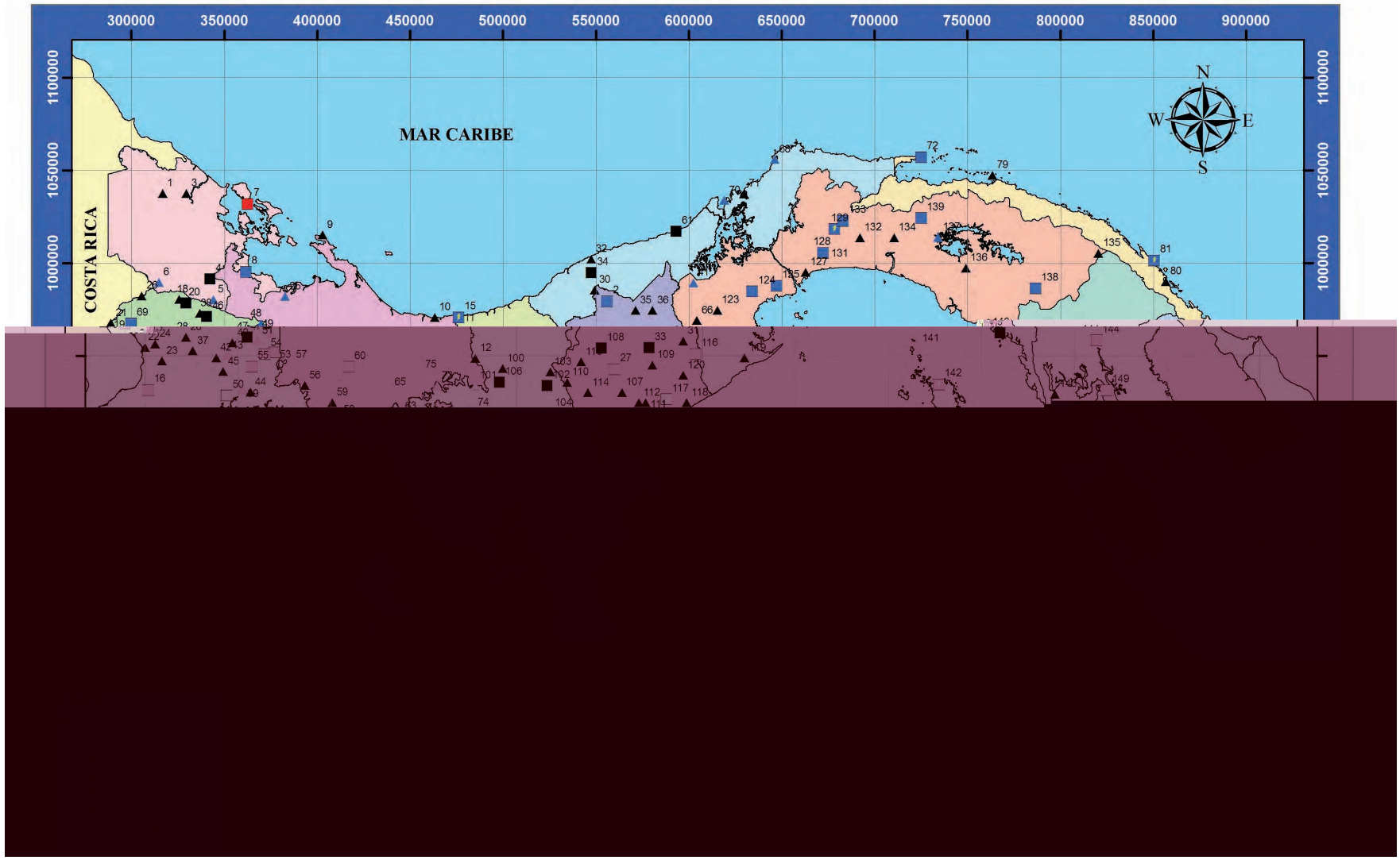
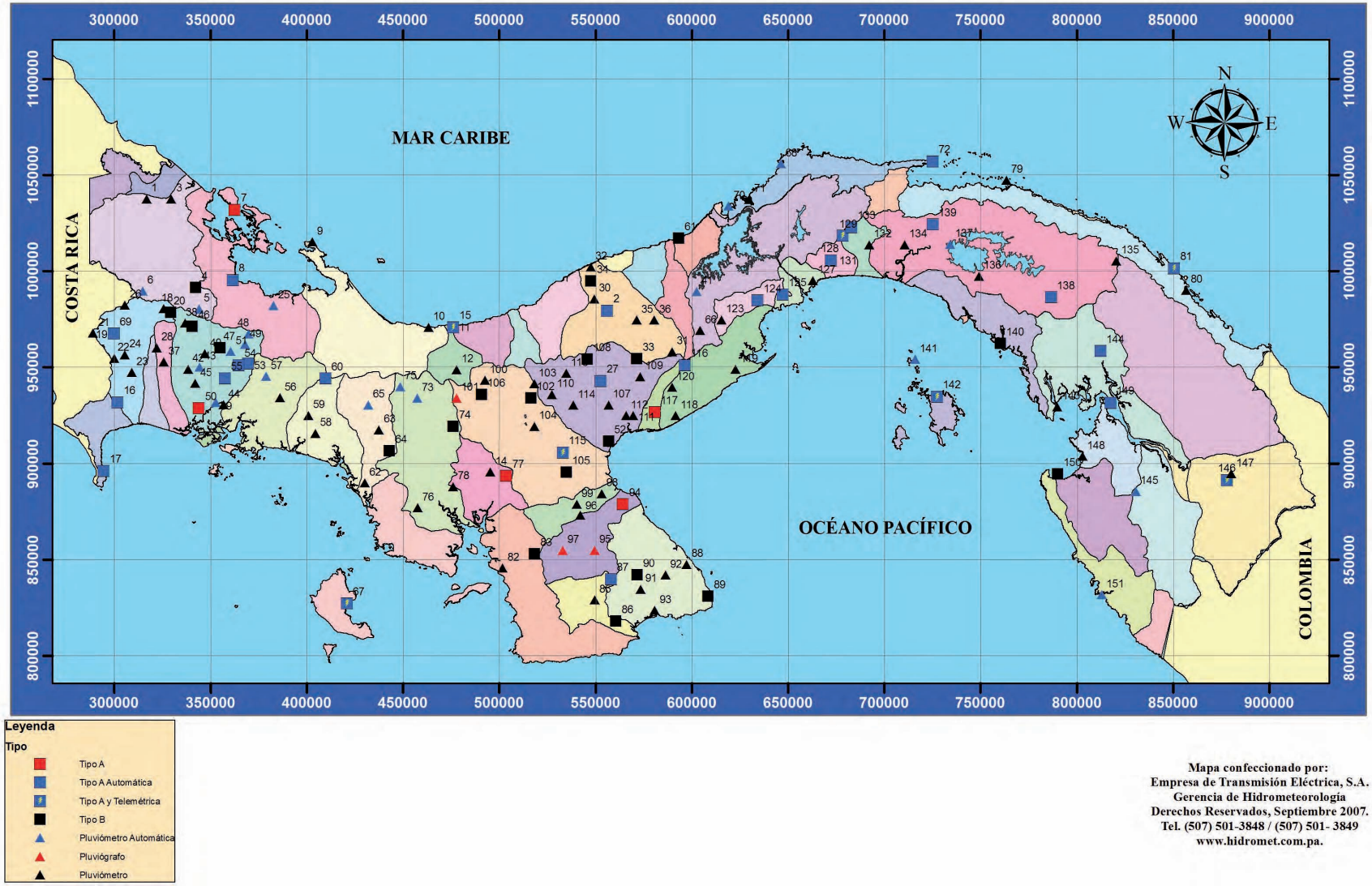
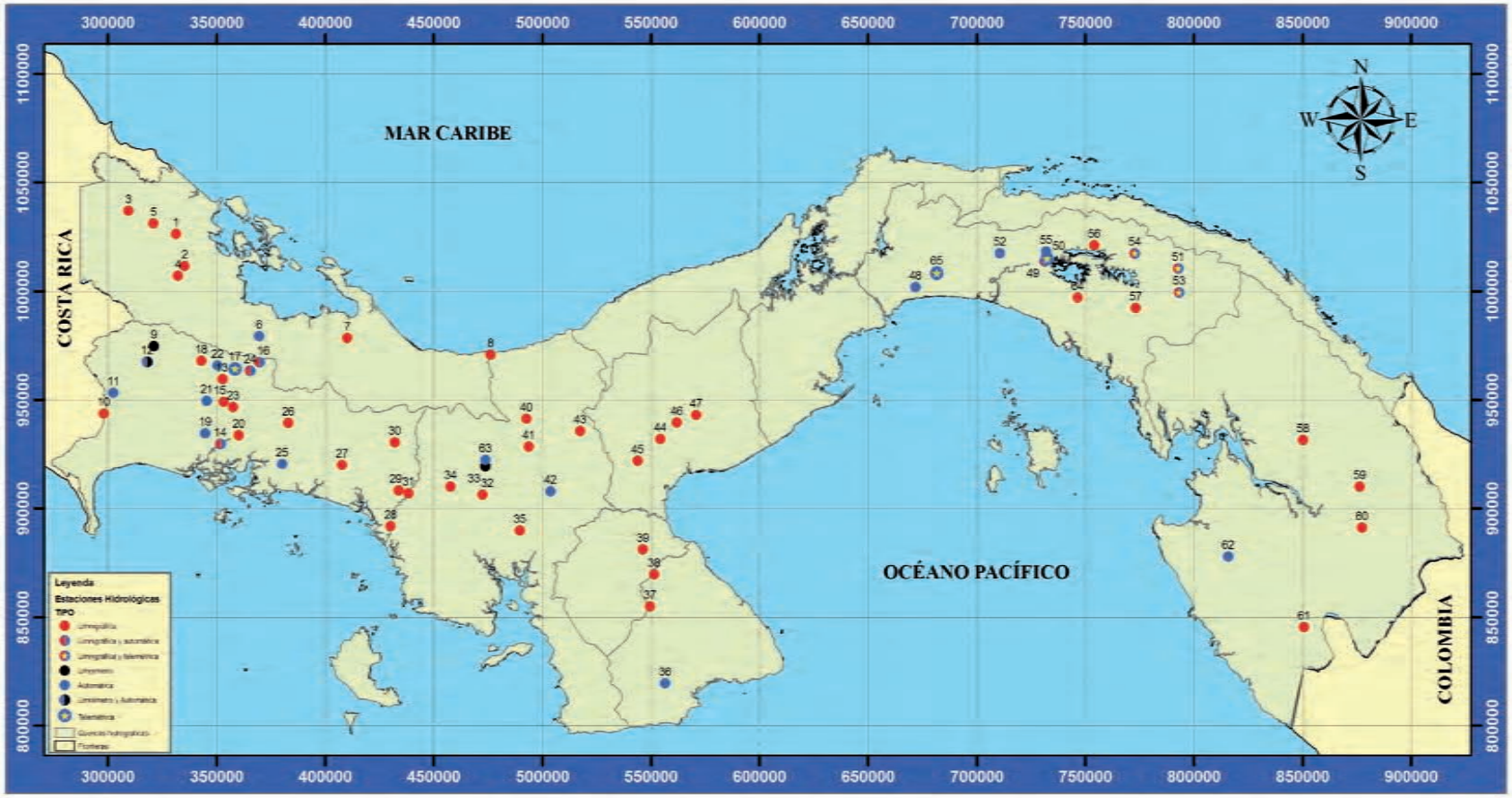


Figura 5 - Mapa de estaciones meteorológicas por cuencas



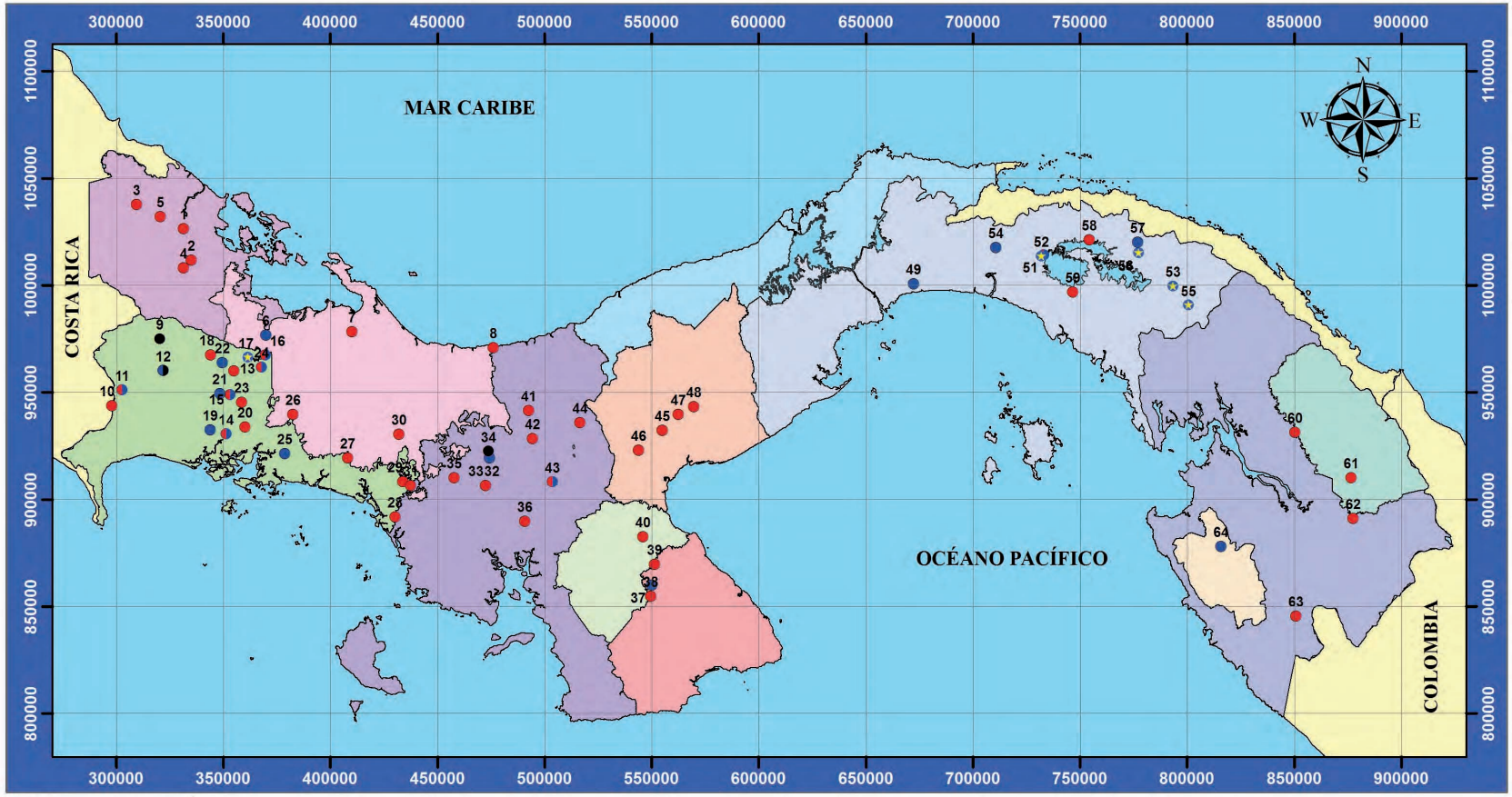
Mapa confeccionado por:
Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.
Gerencia de Hidrometeorología
Derechos Reservados, Septiembre 2007.
Tel. (507) 501-3848 / (507) 501- 3849
www.hidromet.com.pa.

Figura 6 - Mapa de estaciones hidrológicas



Mapa confeccionado por:
Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.
Gerencia de Hidrometeorología
Derechos Reservados, Septiembre 2007.
Tel. 501-3848 / 501- 3849
www.hidromet.com.pa.

Figura 7 - Mapa de estaciones hidrológicas por provincias



Leyenda

TIPO

- Limnigráfica
- Limnigráfica y Automática
- Limnímetro
- Automática
- Limnímetro y Automática
- Telemétrica

Mapa confeccionado por:
Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.
Gerencia de Hidrometeorología
Derechos Reservados, Septiembre 2007.
Tel. (507) 501-3848 / (507) 501- 3849
www.hidromet.com.pa.

Figura 8 - Mapa de estaciones hidrológicas por cuencas

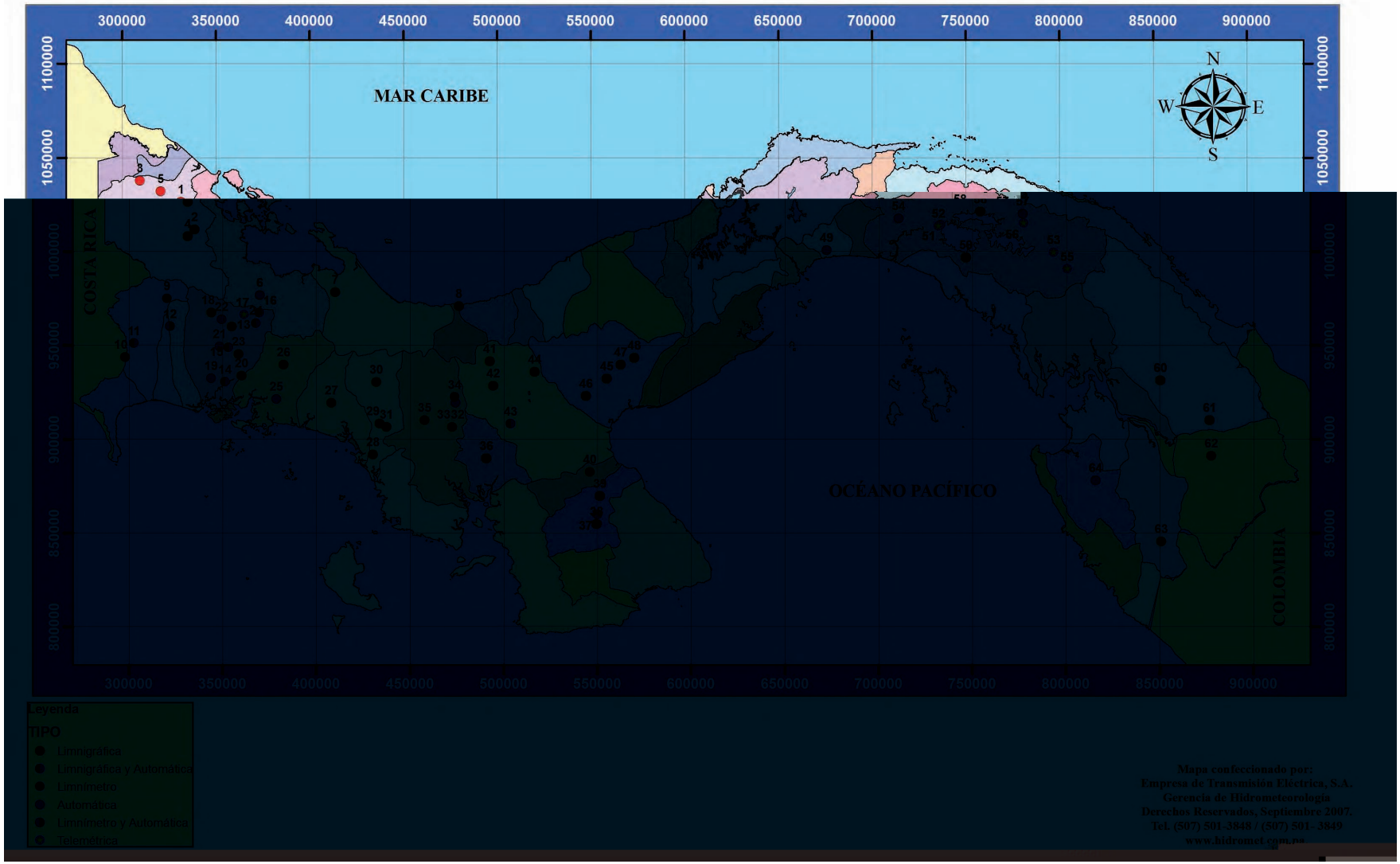
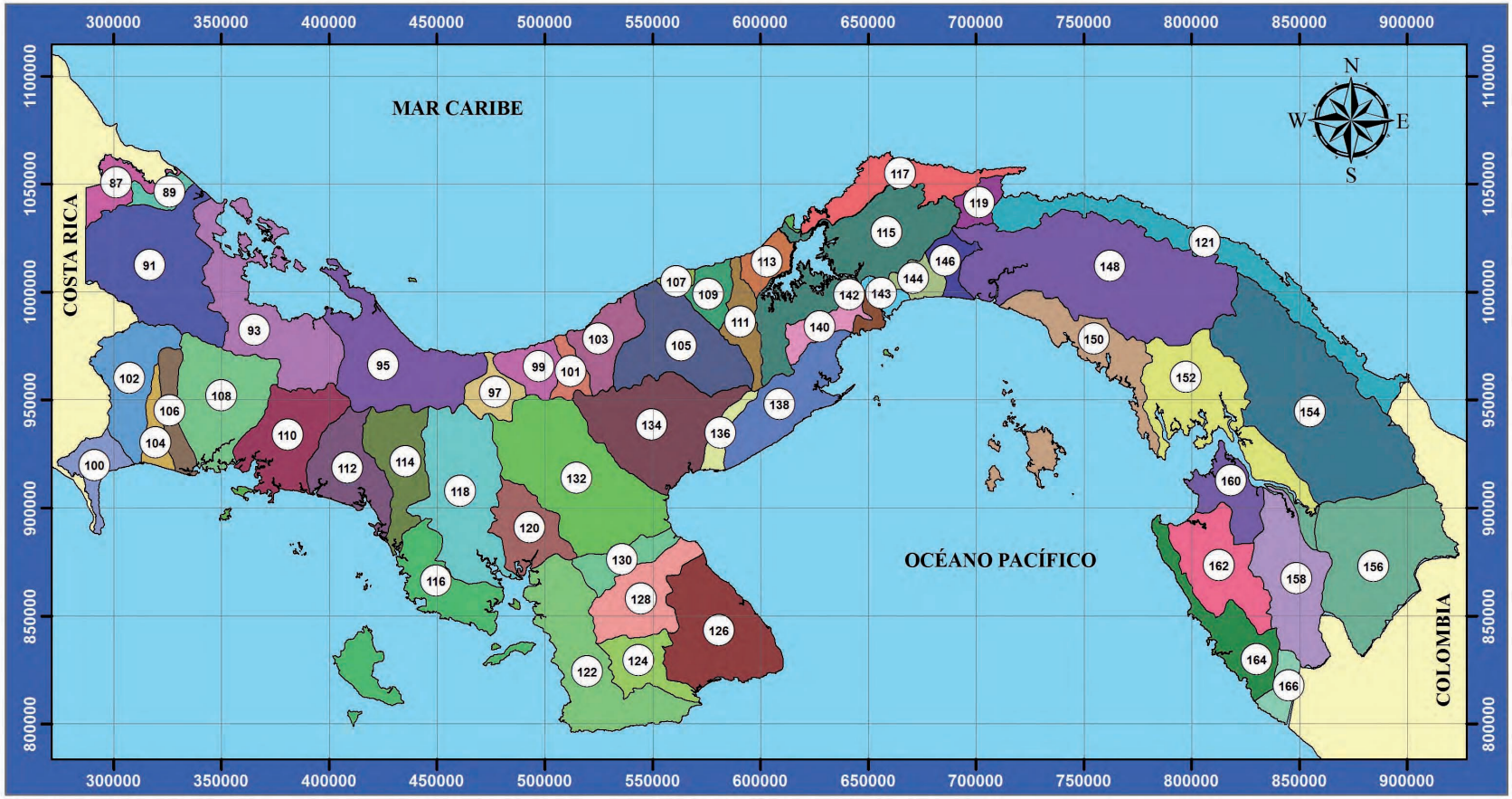


Figura 9 - Mapa de cuencas hidrográficas



El territorio de la república de Panamá tiene un área superficial continental e insular de *75,524 km²*, y se ha dividido en 52 cuencas hidrográficas, las que resultaron de la clasificación elaborada durante el desarrollo del Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano (PHCA) que culminó en el año 1972.

De estas cuencas, 18 están en la vertiente del mar Caribe y le corresponden números impares comenzando desde la número 87 hasta la 121; y 34 pertenecen a la vertiente del océano Pacífico y le corresponden números pares iniciando con la cuenca número 100 hasta la 166. En este proyecto participaron Guatemala, Honduras, Nicaragua, El Salvador, Costa Rica y Panamá. La cuenca N° 1 se inició en la república de Guatemala y la última cuenca finalizó en Panamá con el N° 166.

Mapa confeccionado por:
Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.
Gerencia de Hidrometeorología
Derechos Reservados, Septiembre 2
Tel. (507) 501-3848 / (507) 501-38
www.hidromet.com.pa

Figura 10 - Mapa de isoyetas anuales (1971 - 2002)

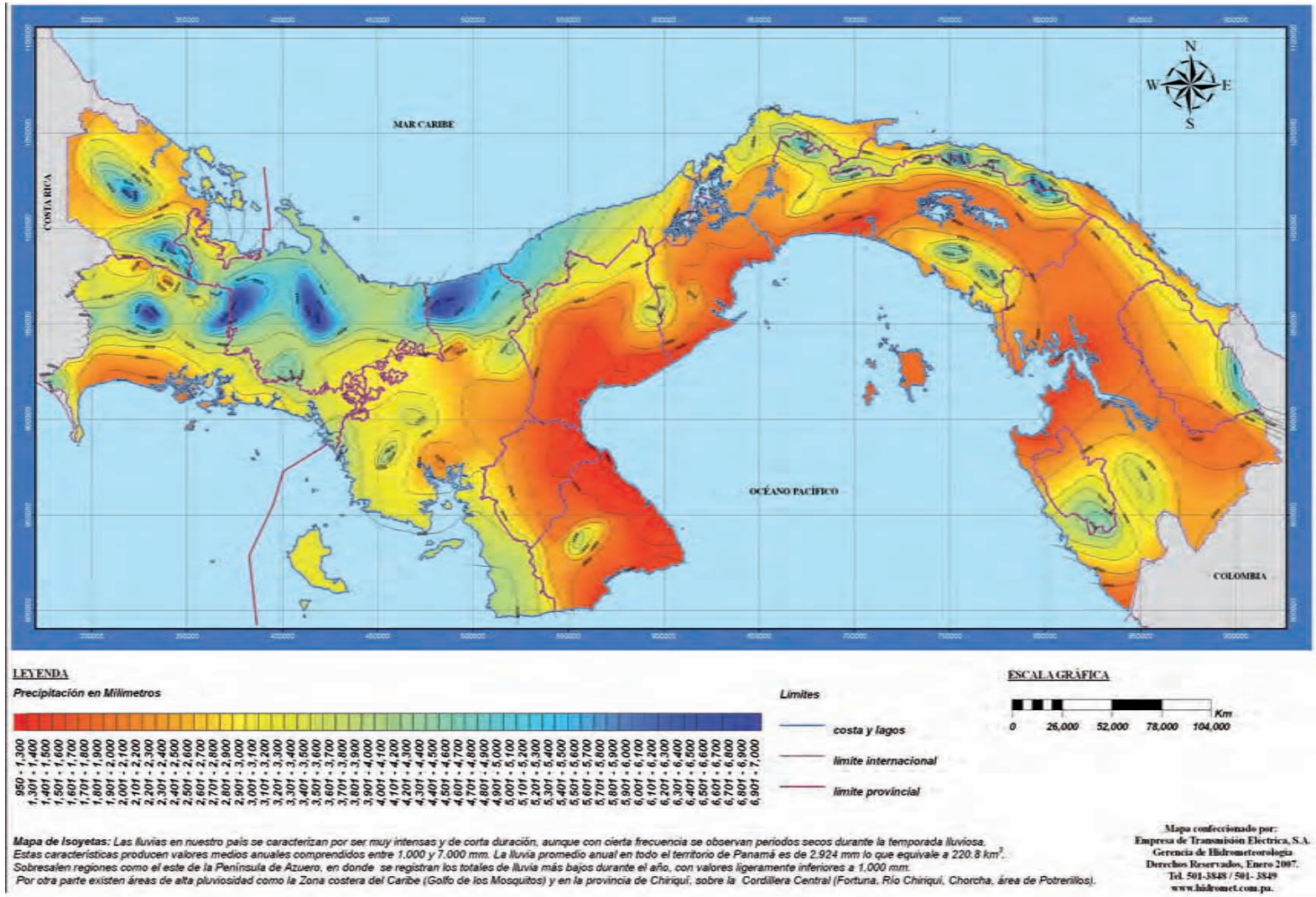


Figura 11 - Mapa de evotranspiración potencial (1971 - 2002)

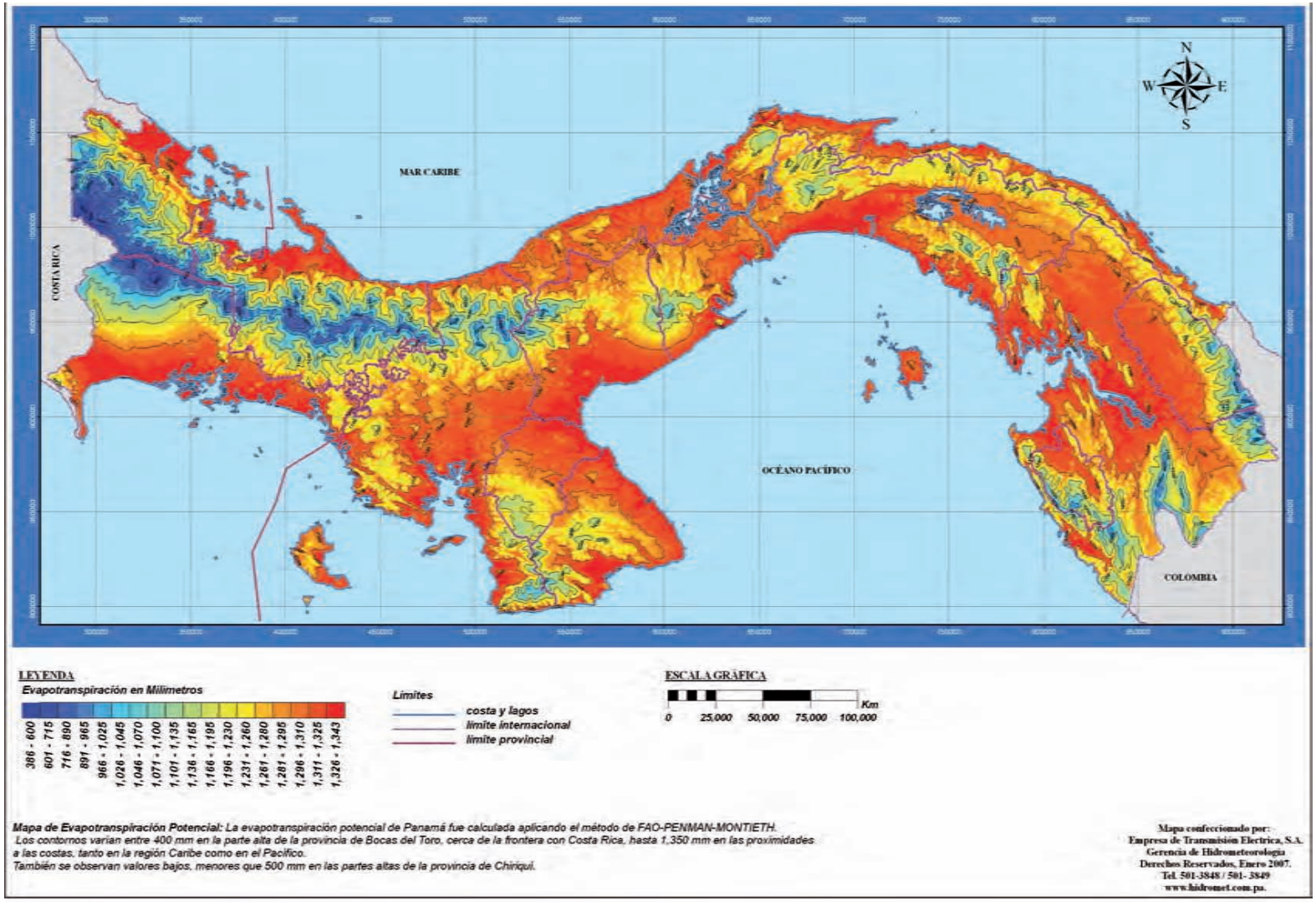


Figura 12 - Mapa de escorrentías anuales (1971 - 2002)

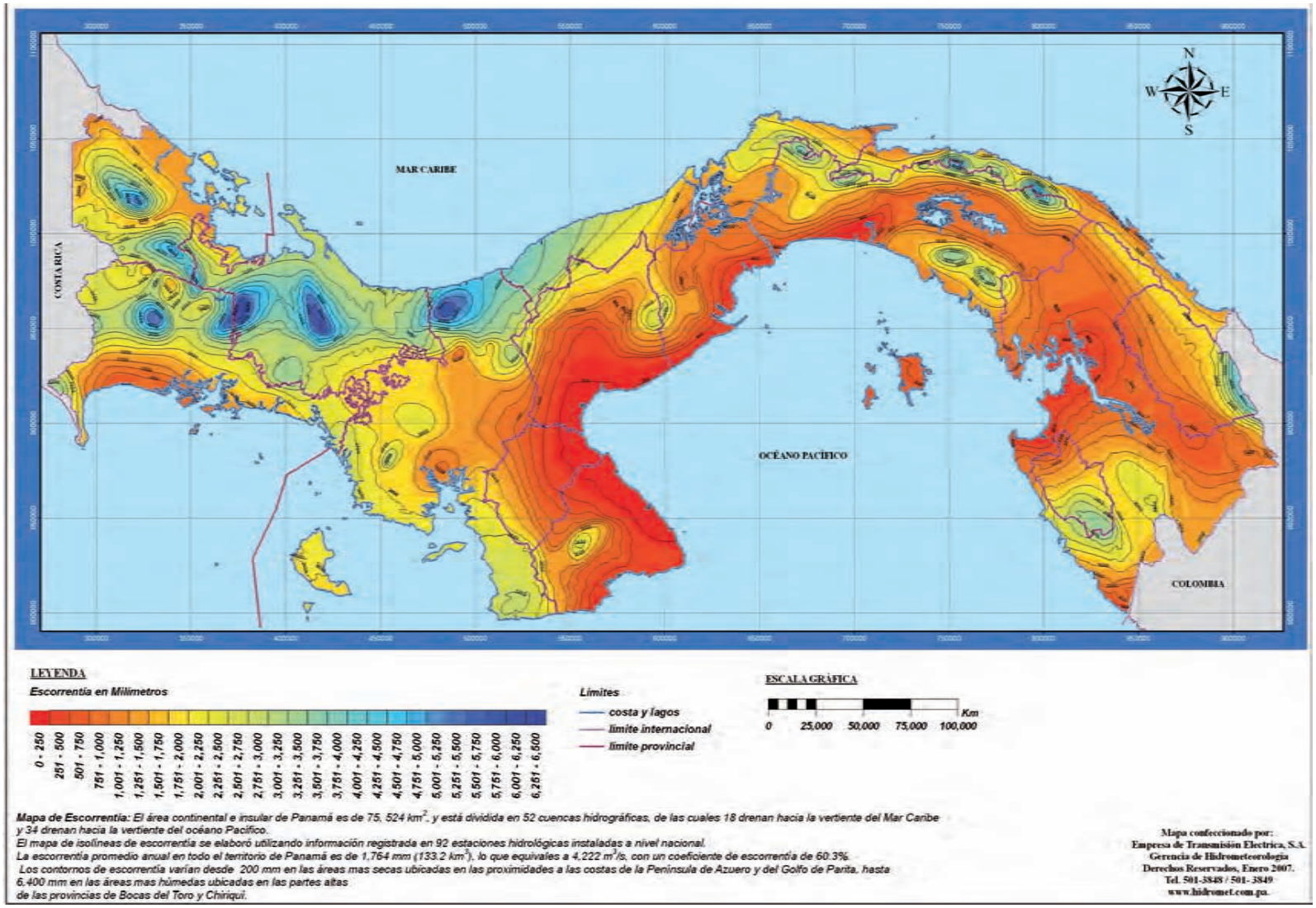


Figura 13 - Mapa de isotermas promedio anual

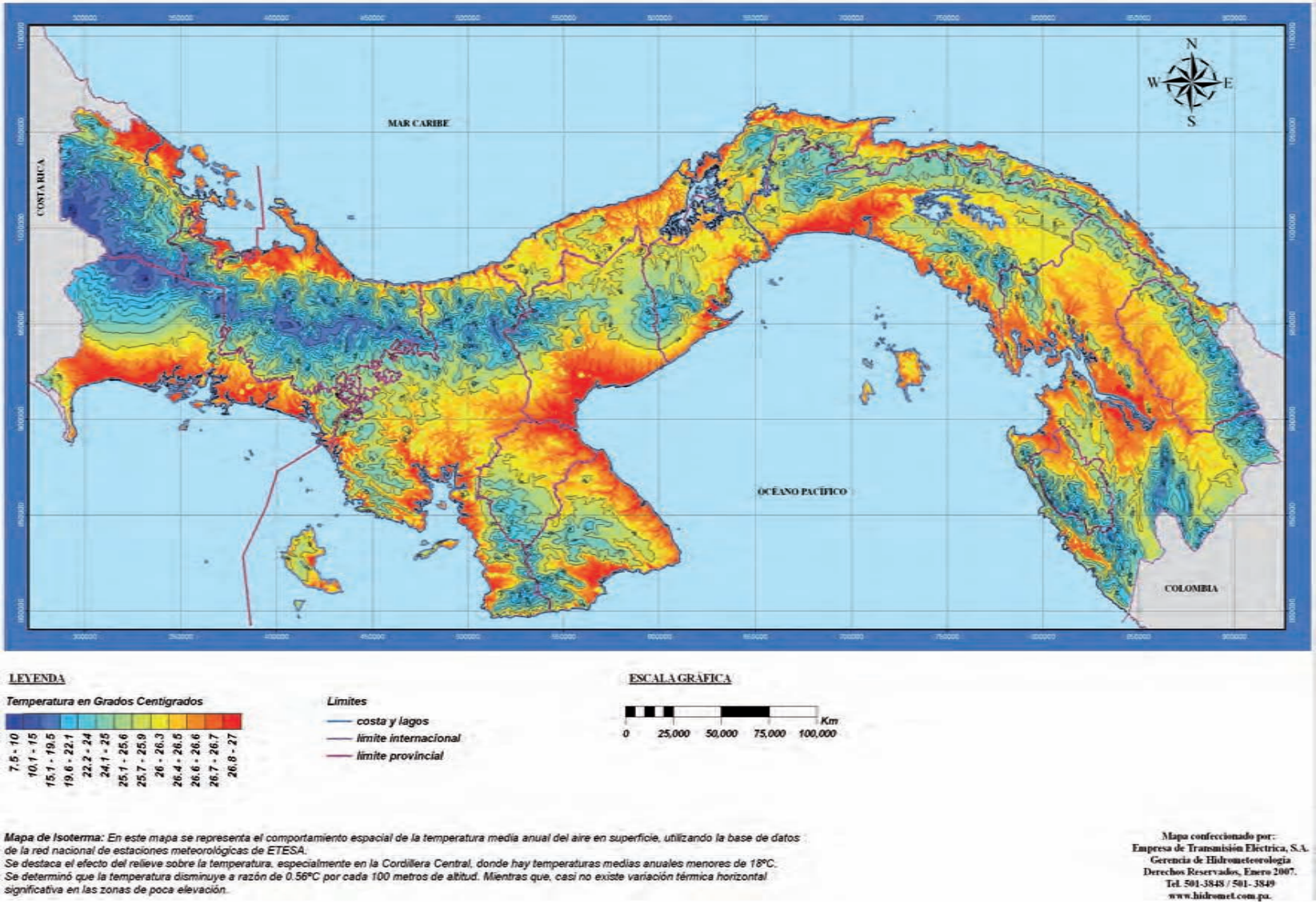


Figura 14 - Mapa de lluvia mensual (enero)

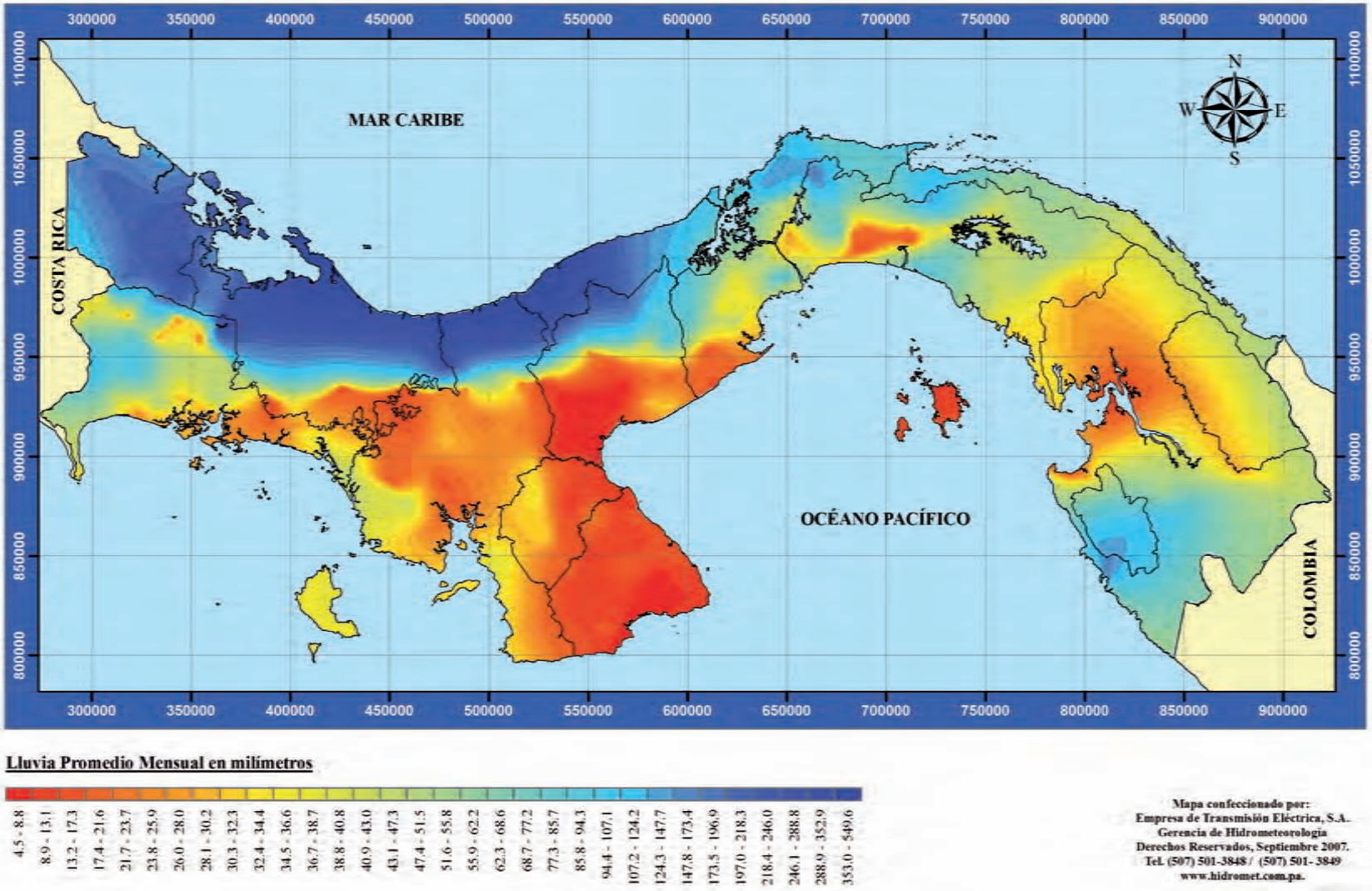


Figura 15 - Mapa de lluvia mensual (febrero)

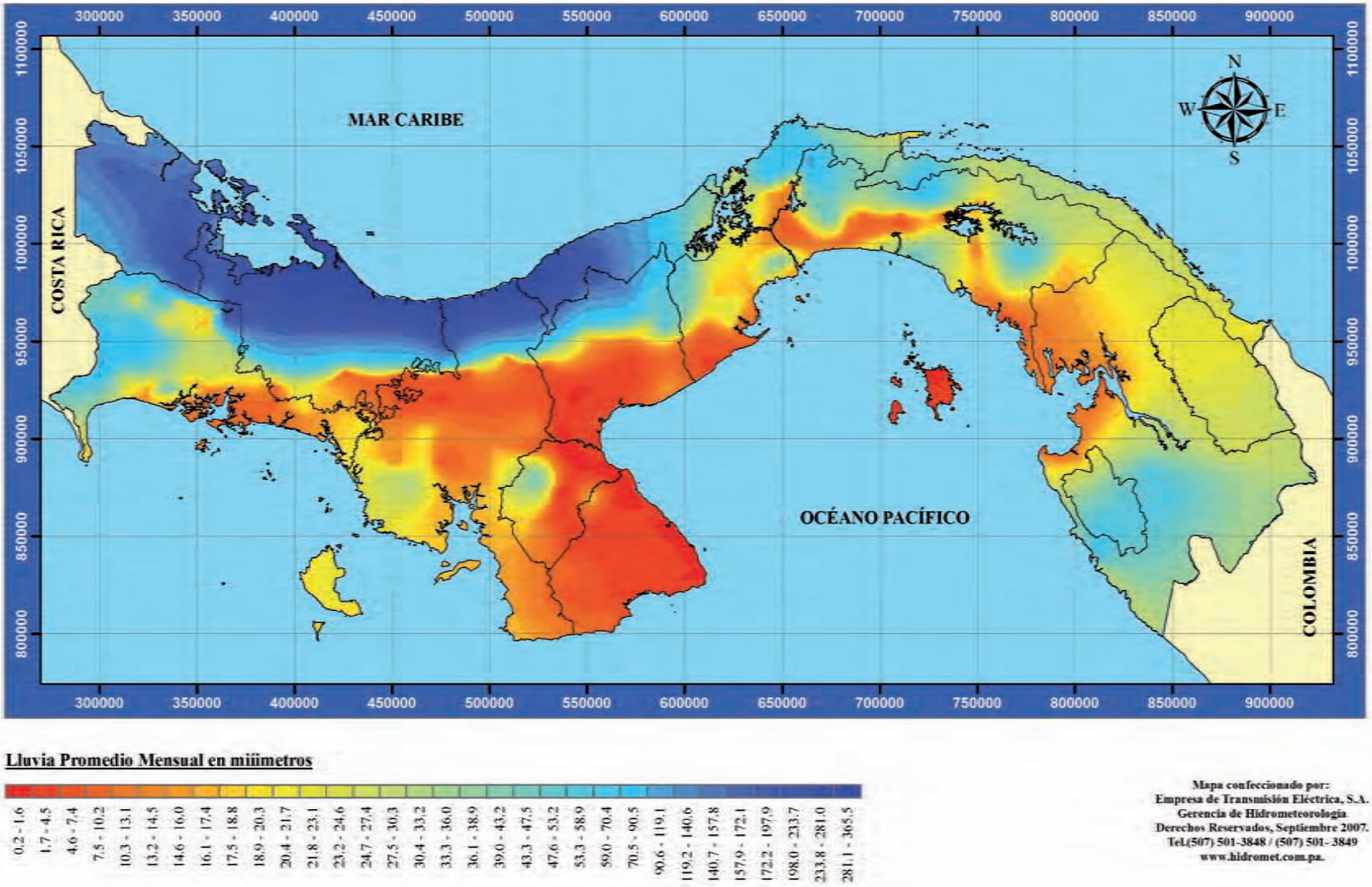


Figura 16 - Mapa de lluvia mensual (marzo)

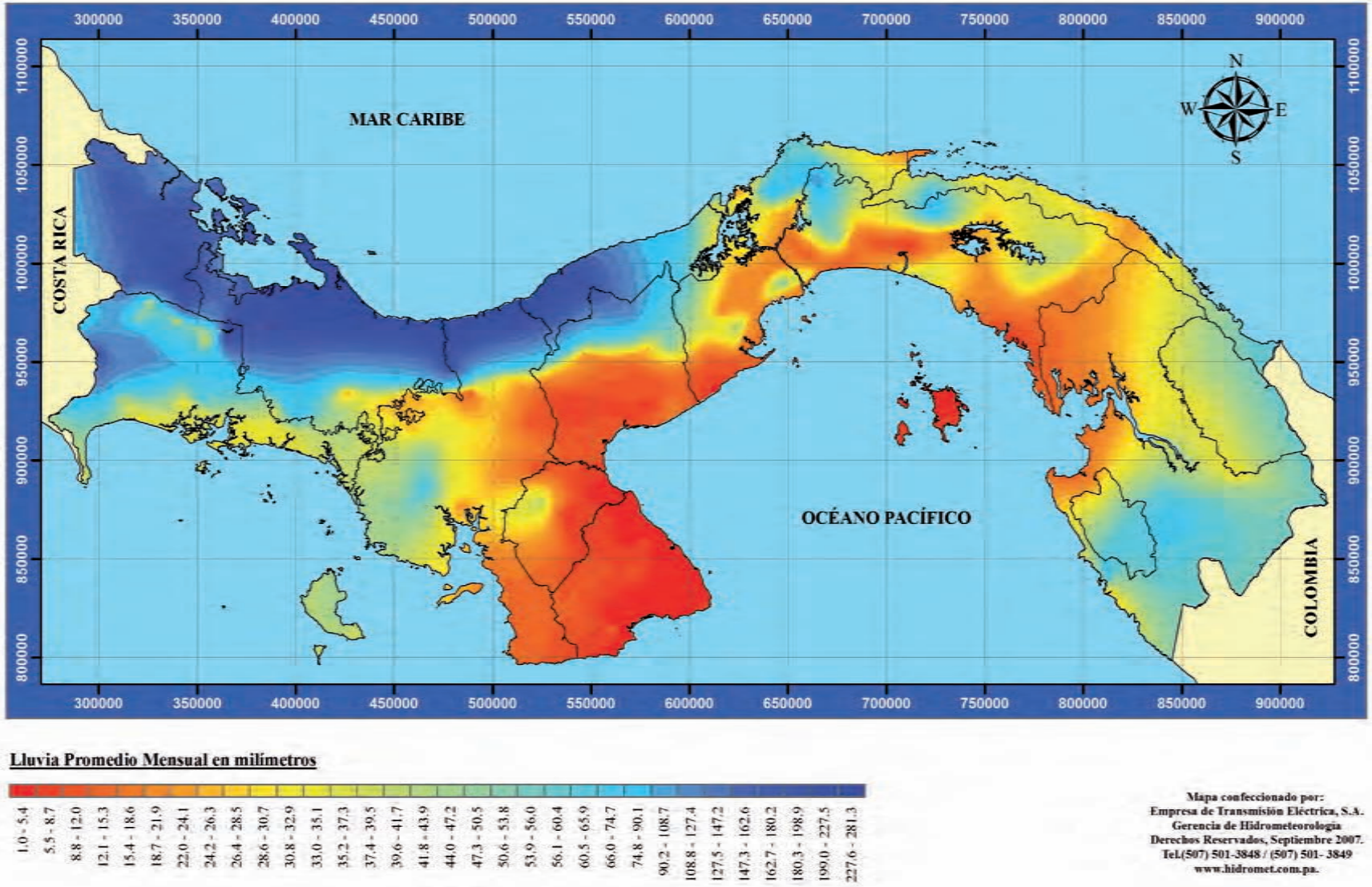


Figura 17 - Mapa de lluvia mensual (abril)

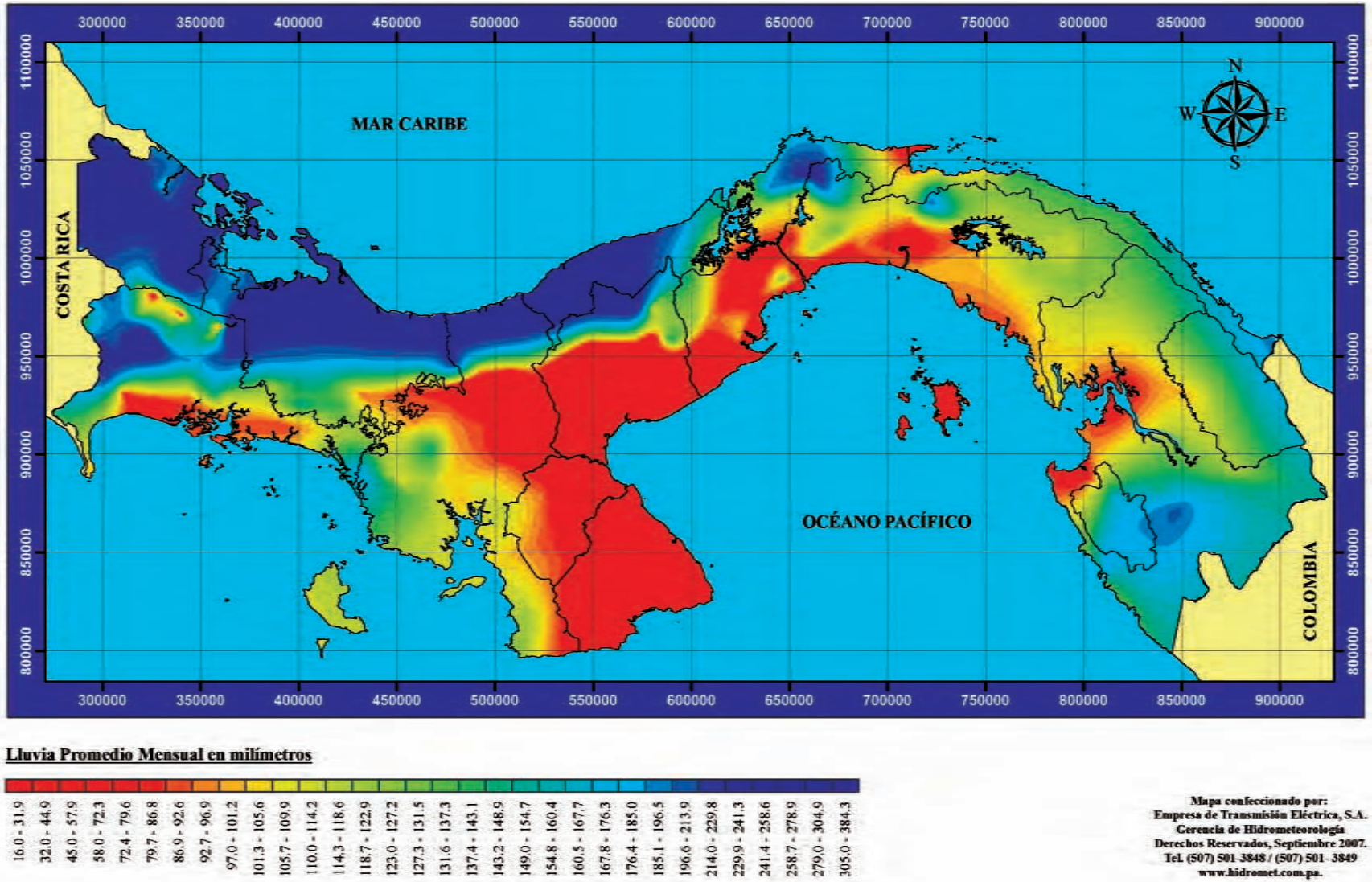


Figura 18 - Mapa de lluvia mensual (mayo)

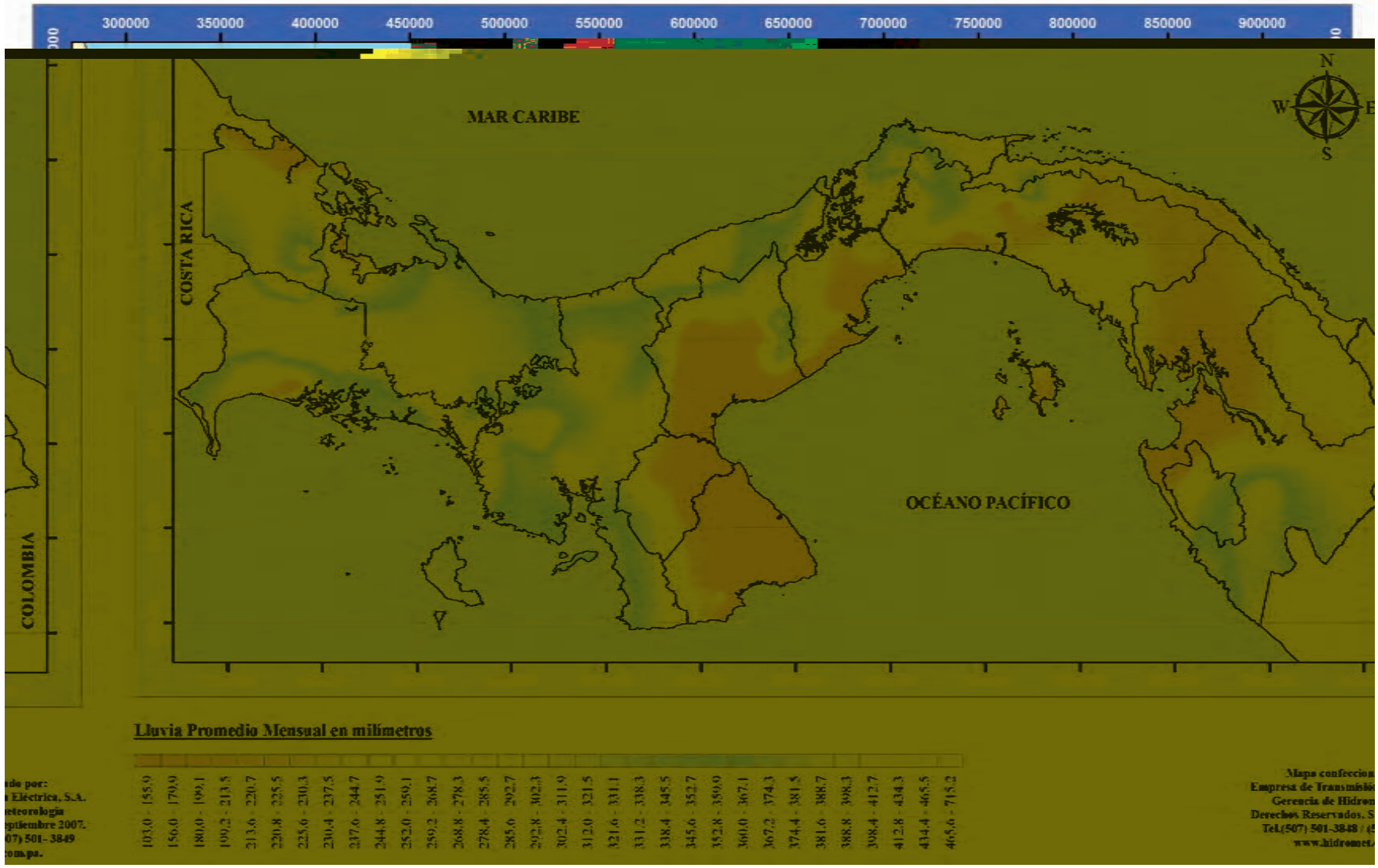


Figura 19 - Mapa de lluvia mensual (junio)

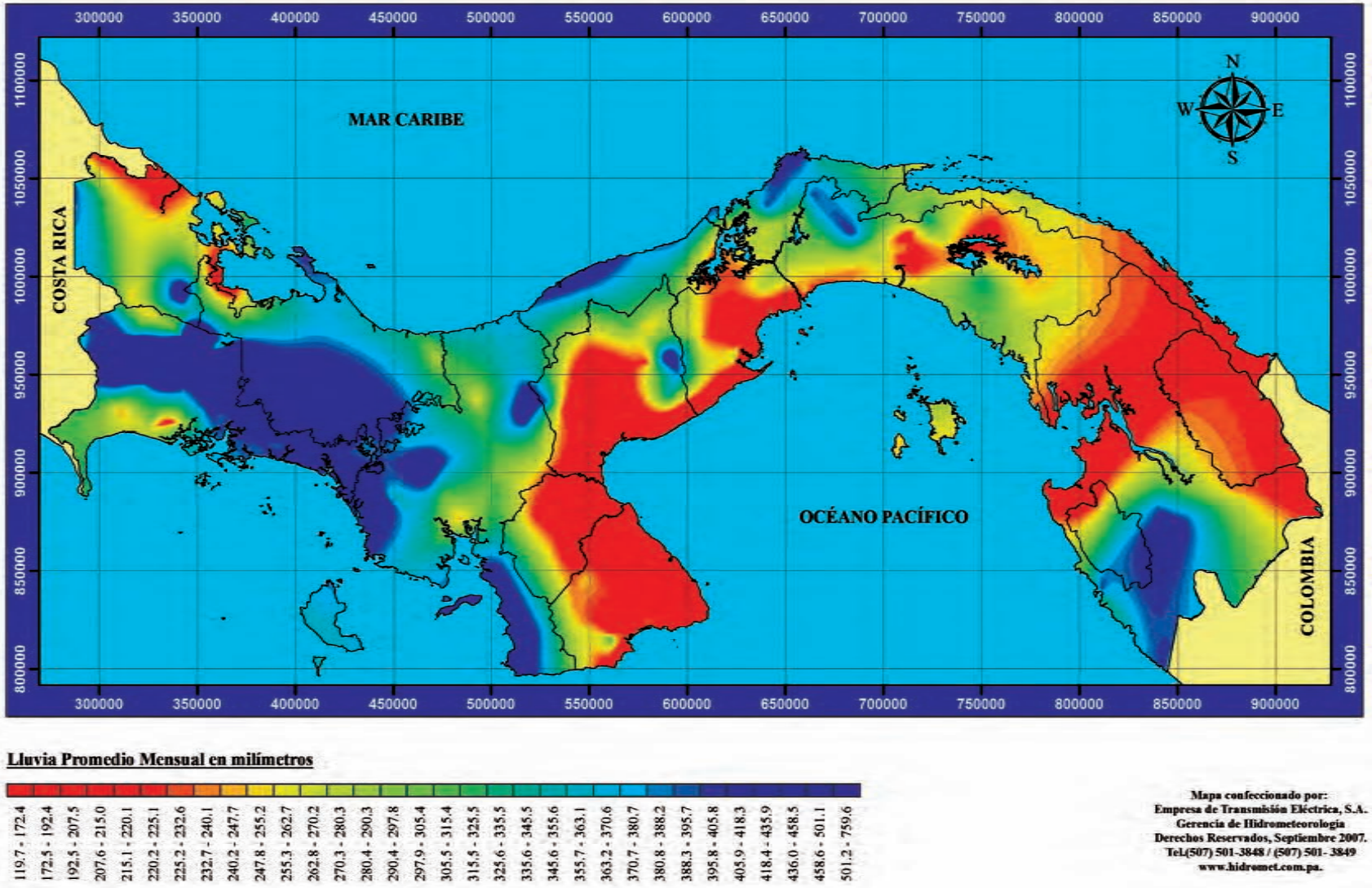


Figura 20 - Mapa de lluvia mensual (julio)

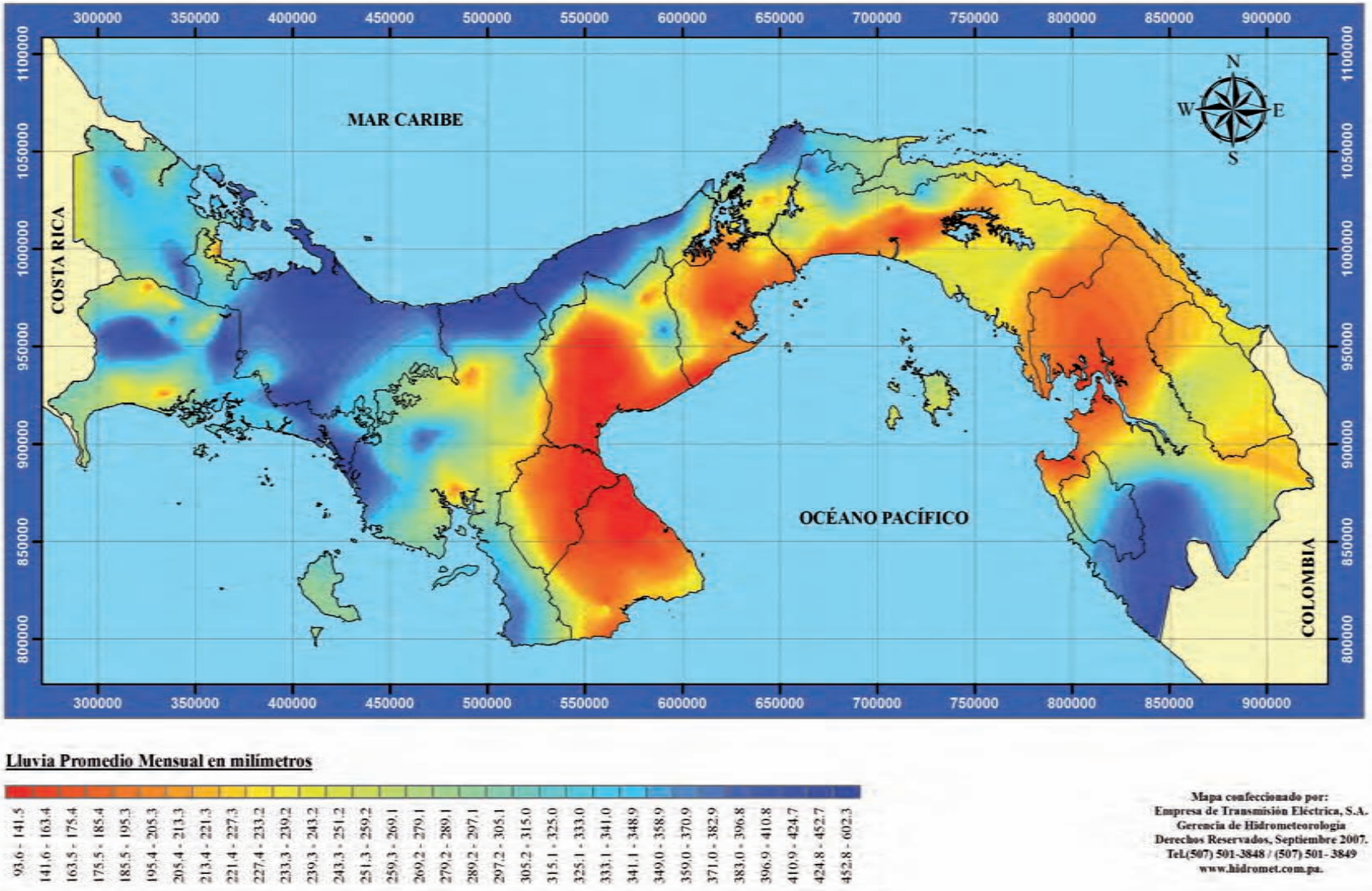


Figura 21 - Mapa de lluvia mensual (agosto)

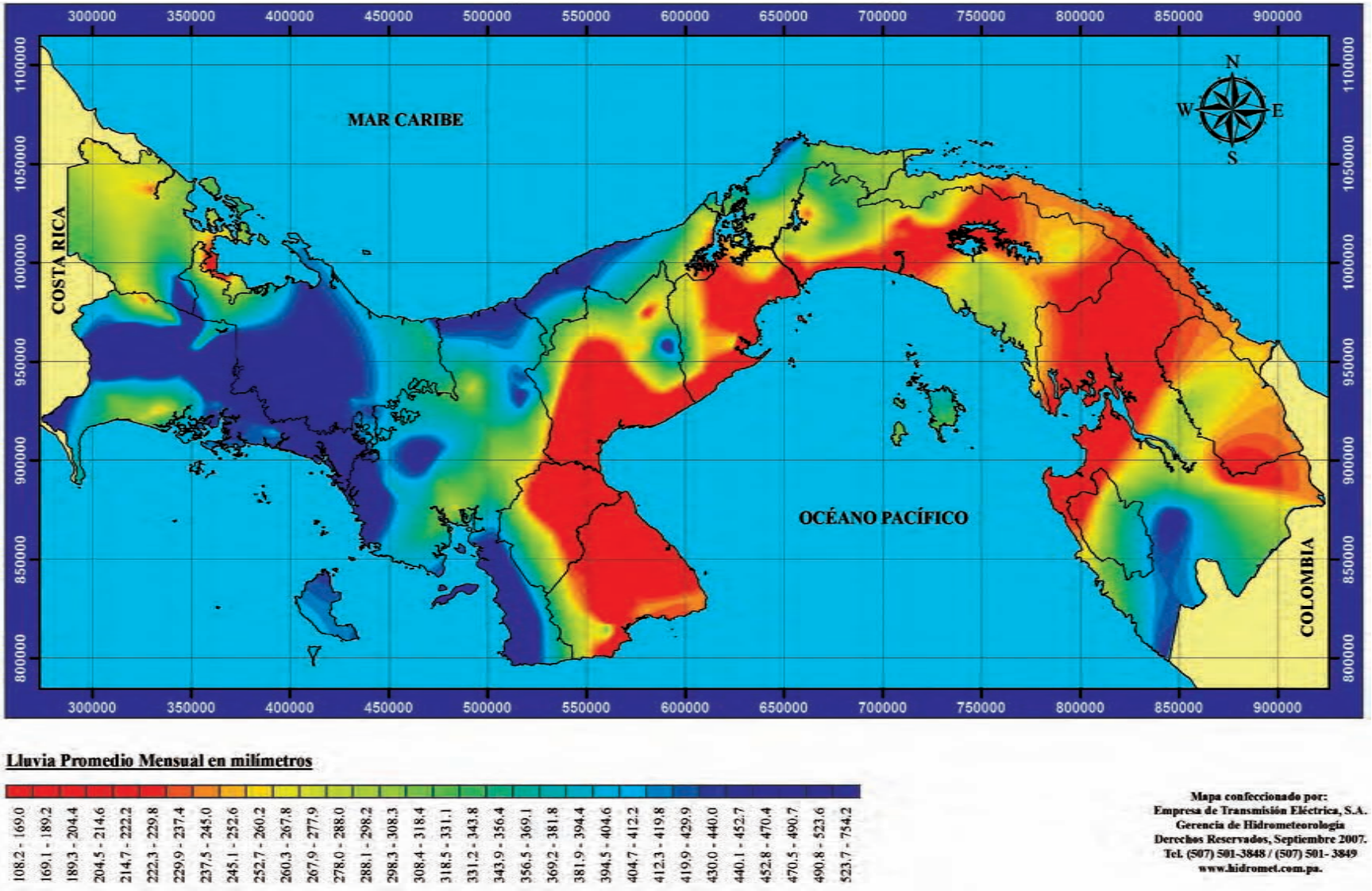


Figura 22 - Mapa de lluvia mensual (septiembre)

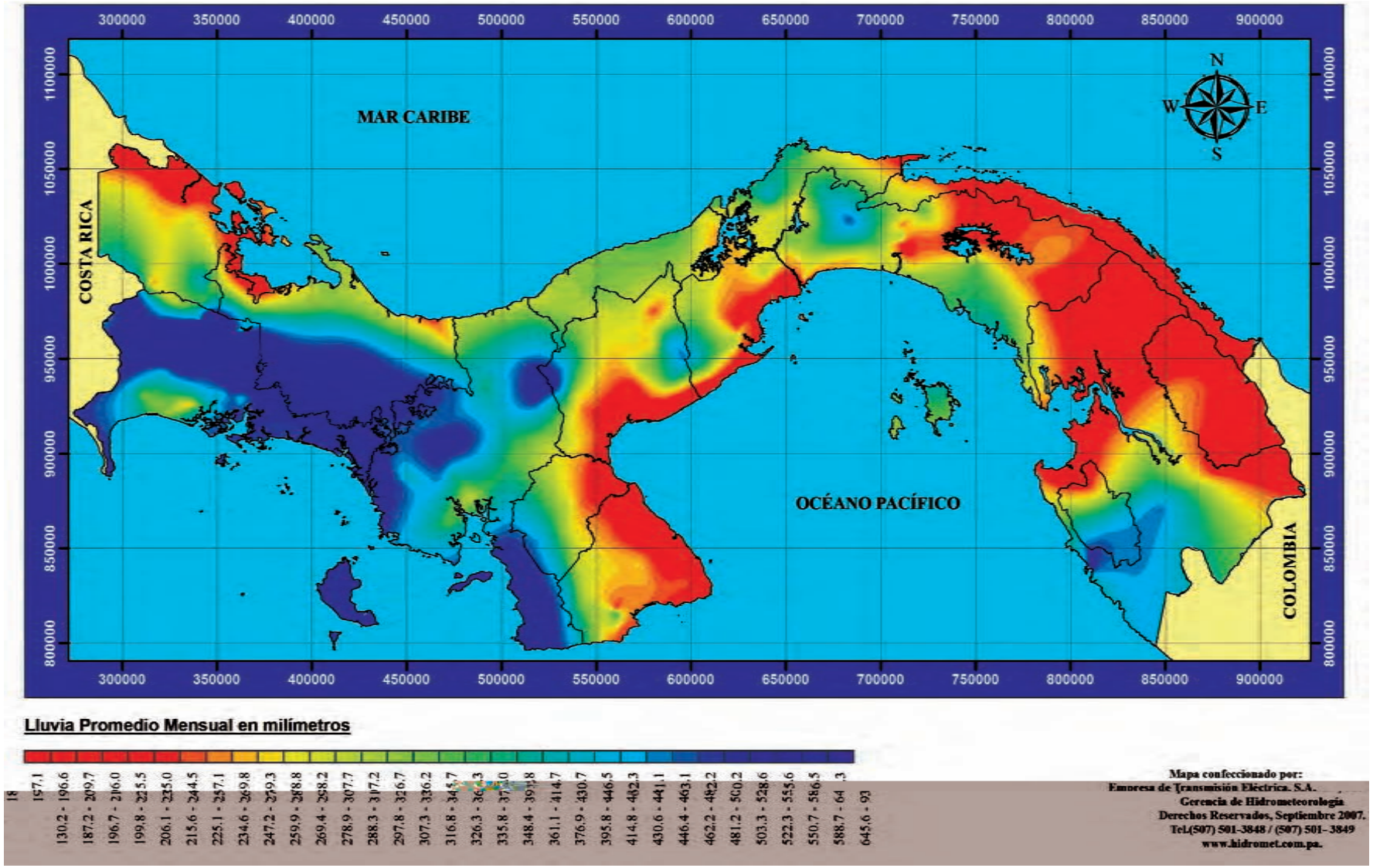


Figura 23 - Mapa de lluvia mensual (octubre)

Figura 24 - Mapa de lluvia mensual (noviembre)

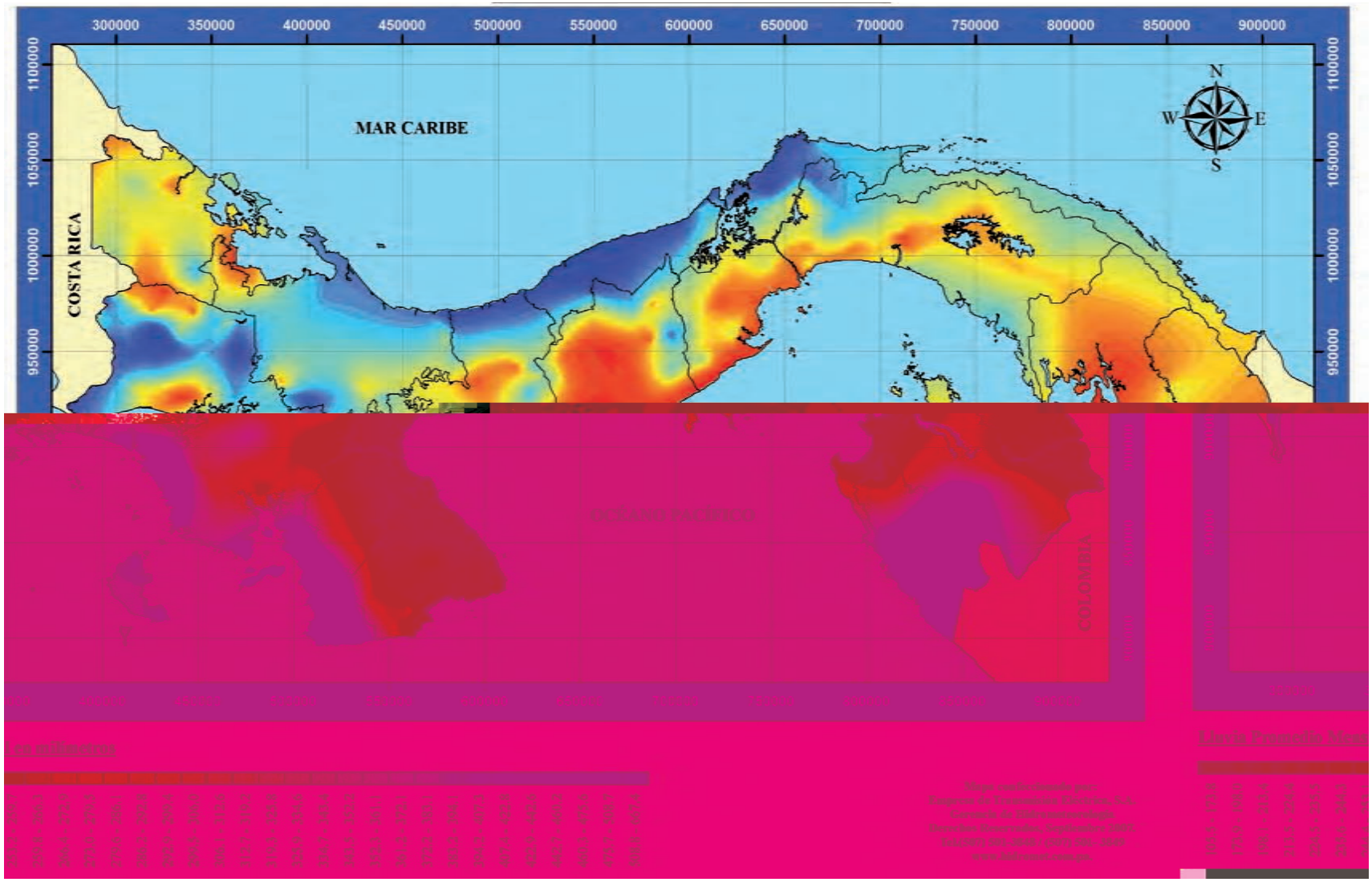


Figura 25 - Mapa de lluvia mensual (diciembre)

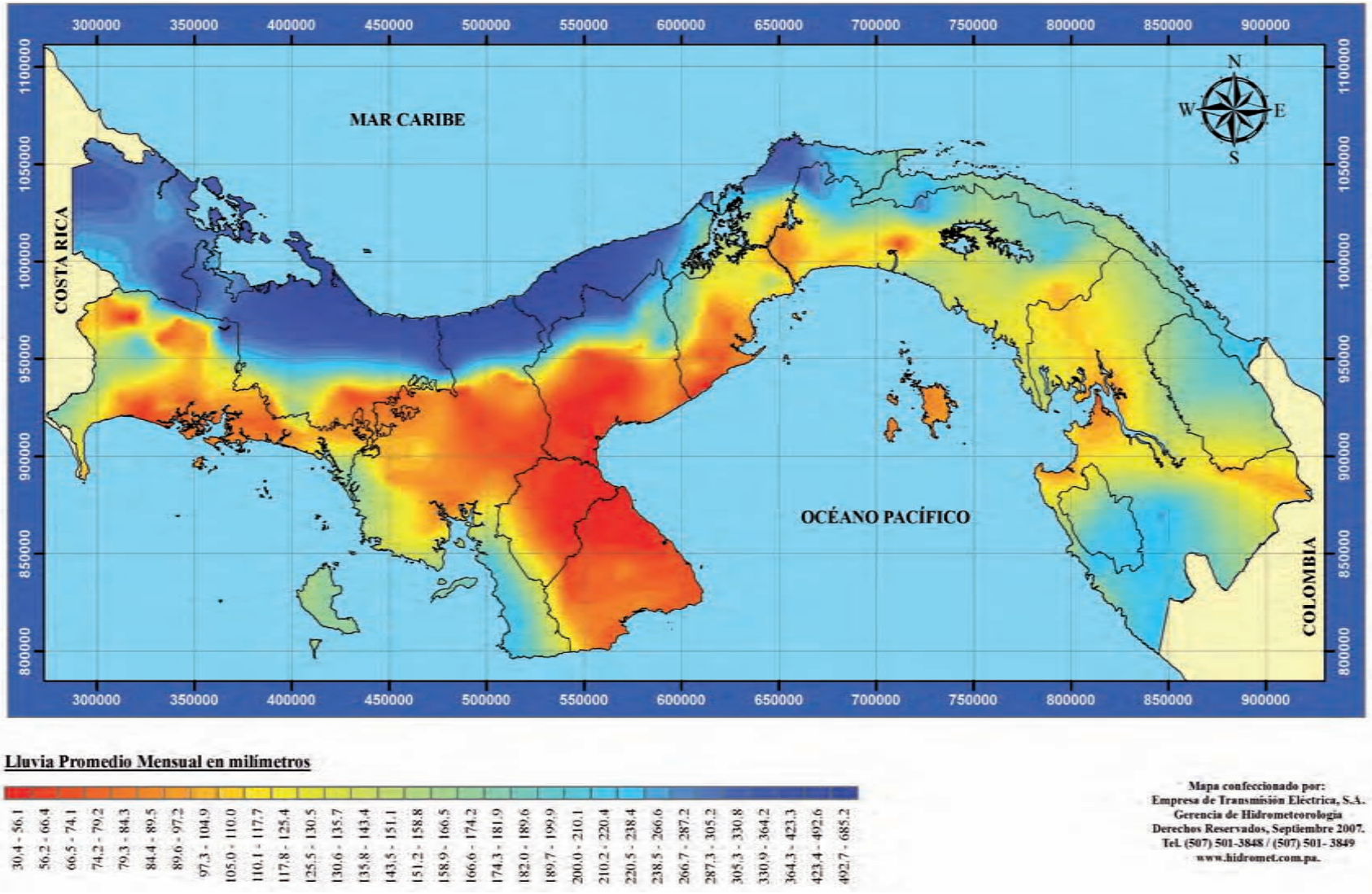


Figura 26 - Mapa de isotermas mensuales (enero)

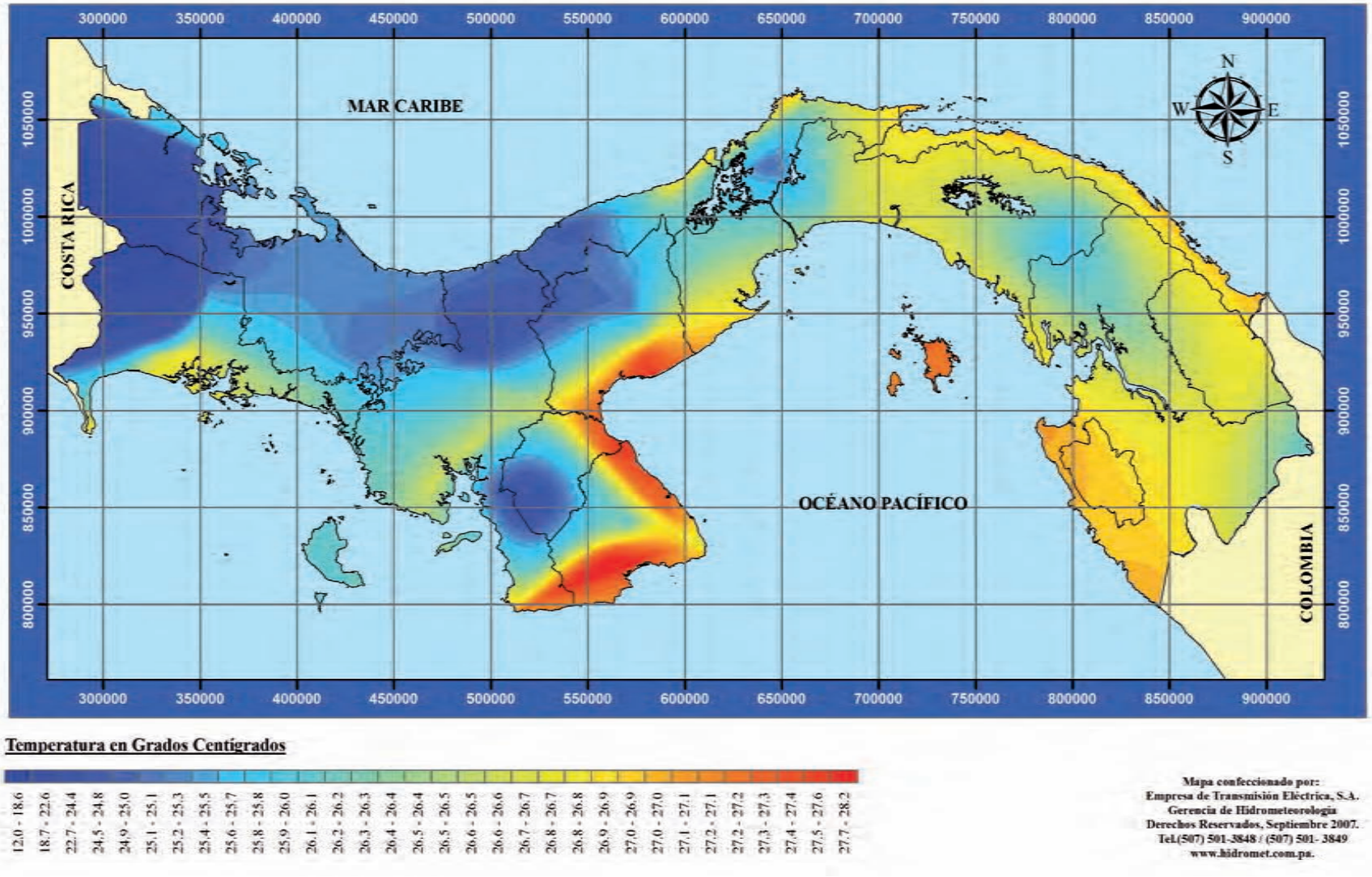
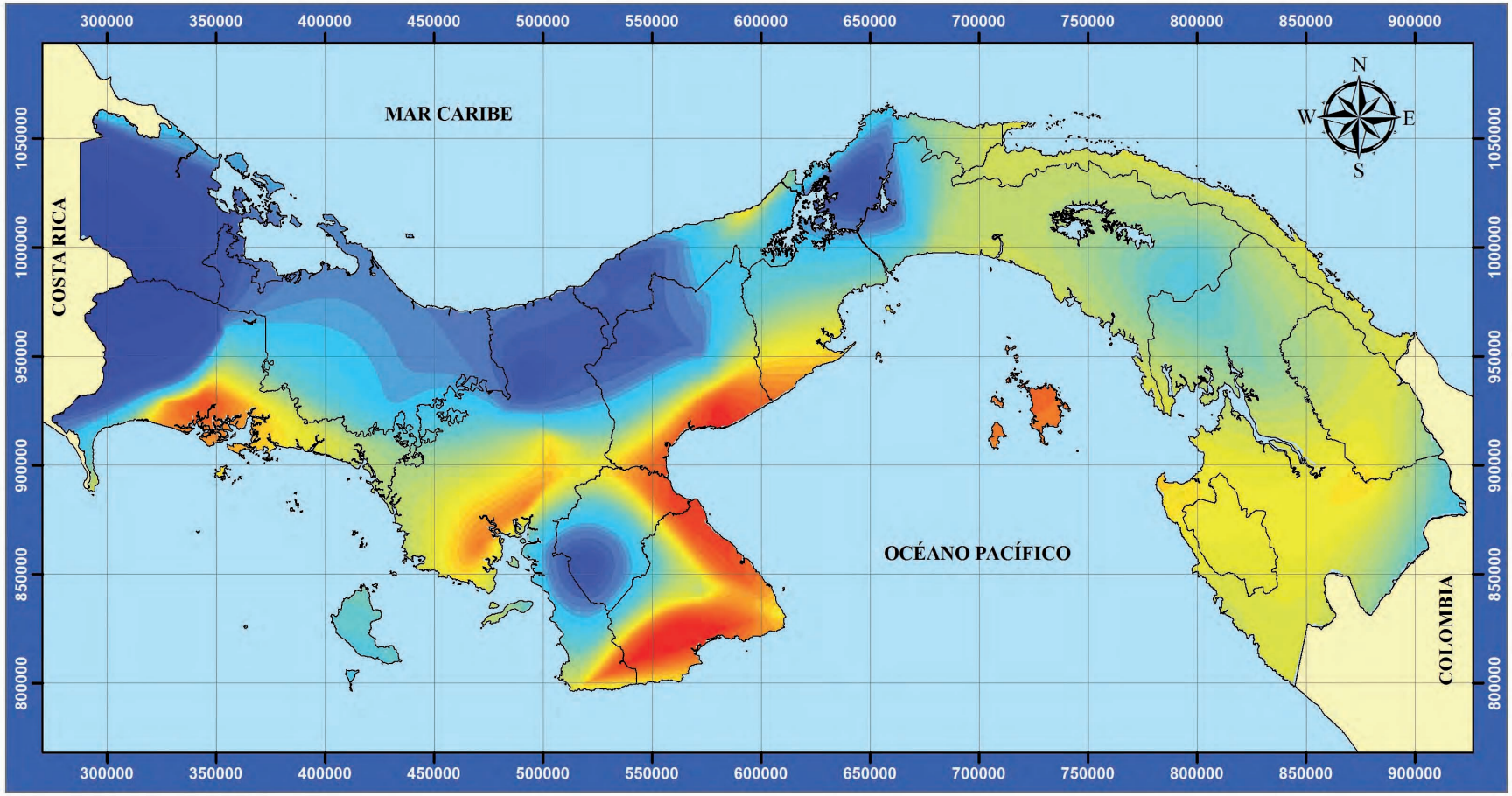
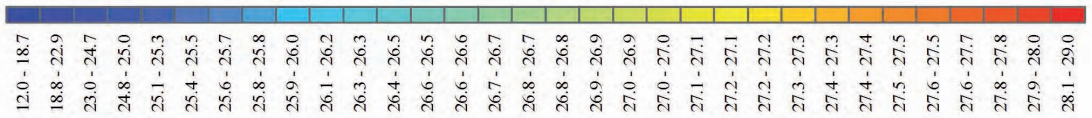


Figura 27 - Mapa de isotermas mensuales (febrero)



Temperatura en Grados Centígrados



Mapa confeccionado por:
Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.
Gerencia de Hidrometeorología
Derechos Reservados, Septiembre 2007.
Tel.(507) 501-3848 / (507) 501- 3849
www.hidromet.com.pa.

Figura 28 - Mapa de isotermas mensuales (marzo)

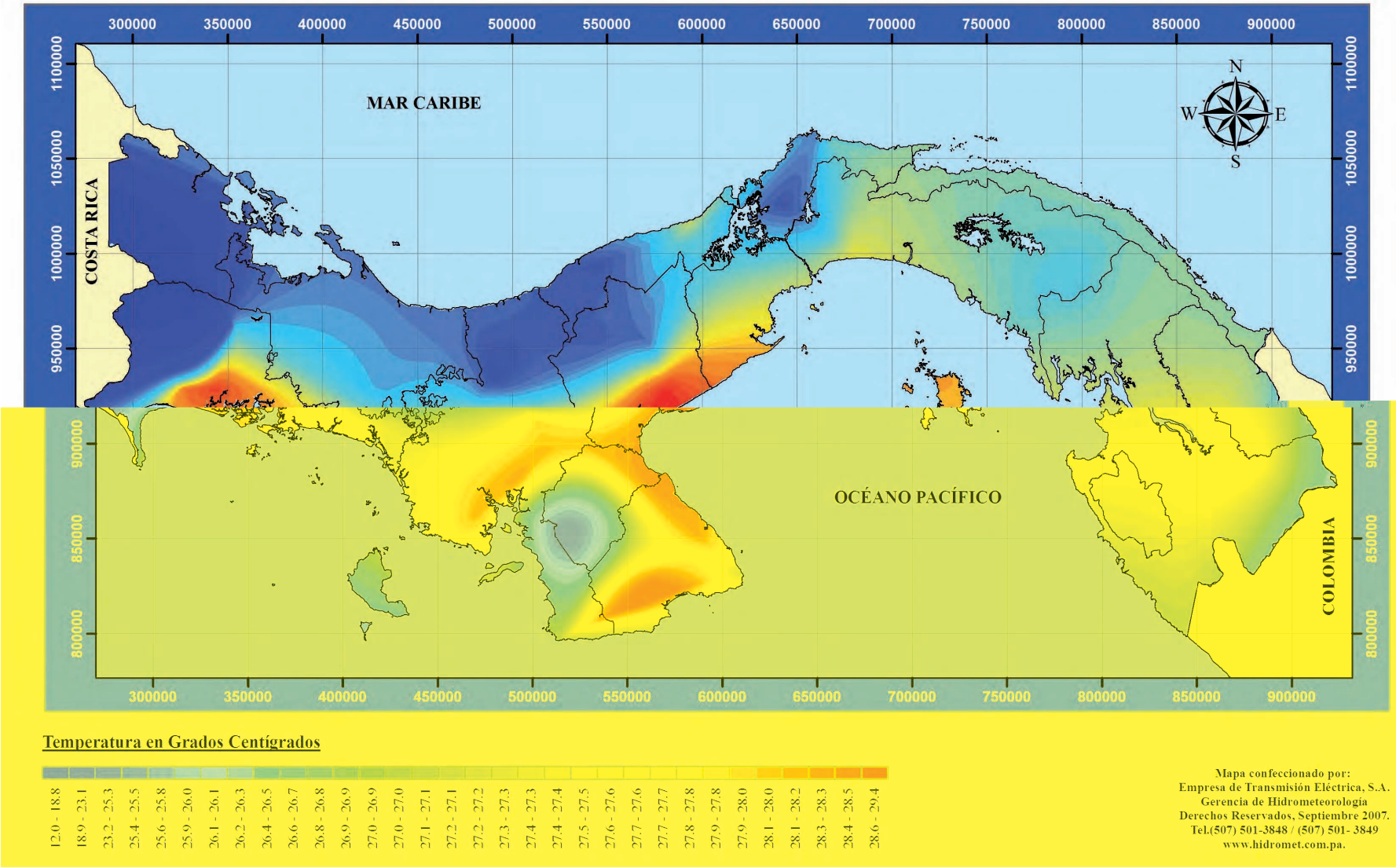


Figura 29 - Mapa de isotermas mensuales (abril)

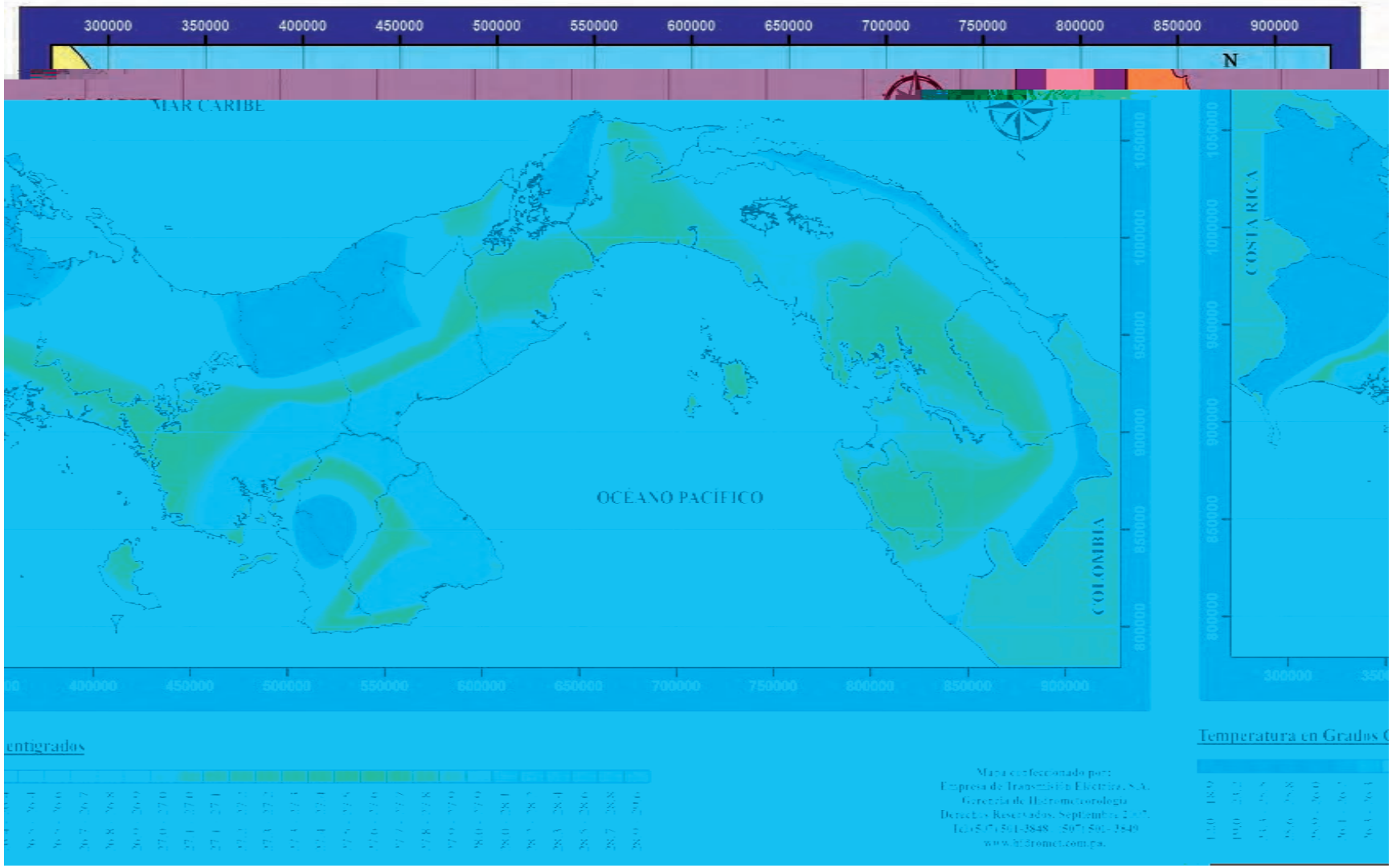


Figura 30 - Mapa de isotermas mensuales (mayo)

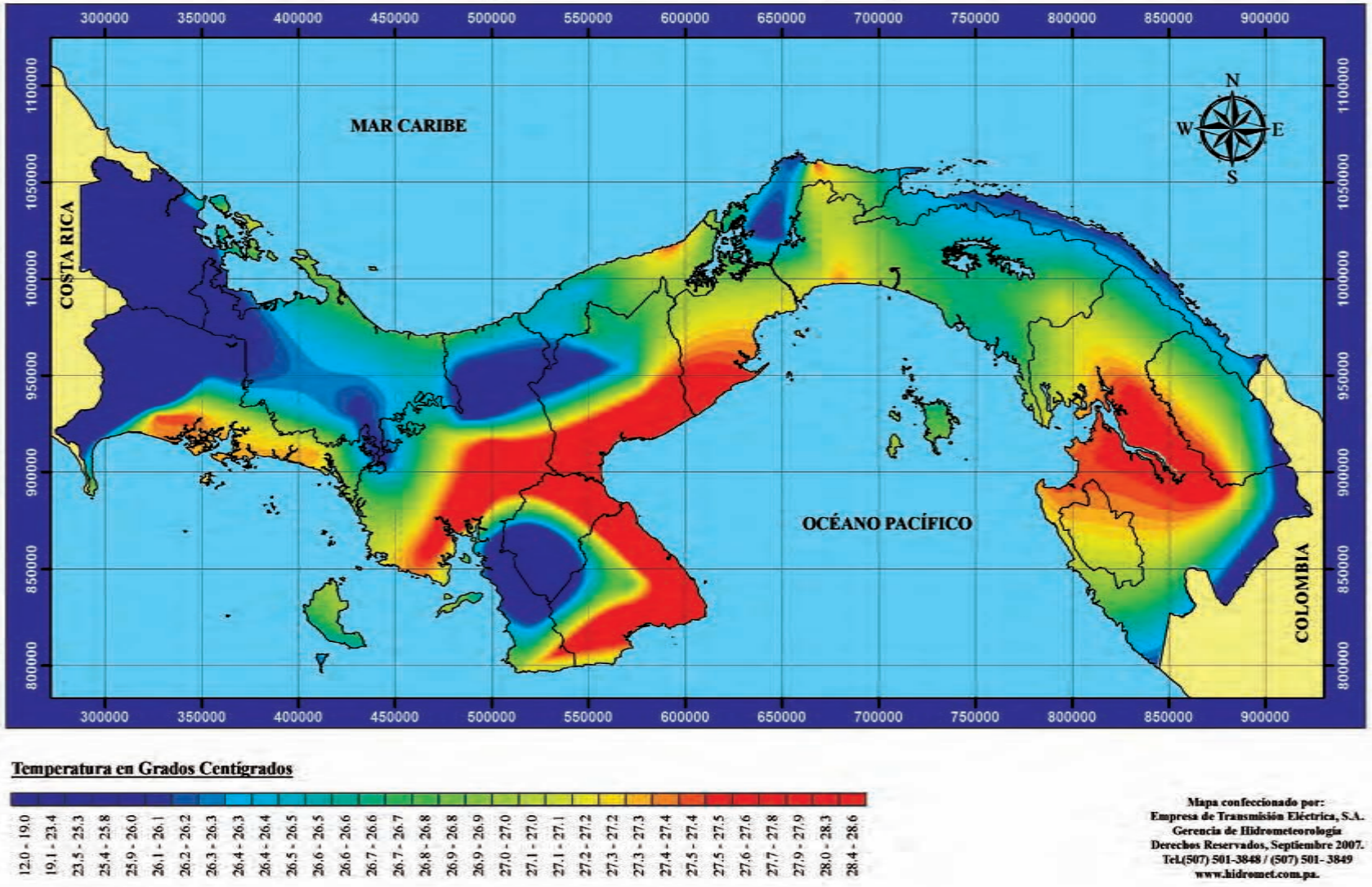


Figura 31 - Mapa de isotermas mensuales (junio)

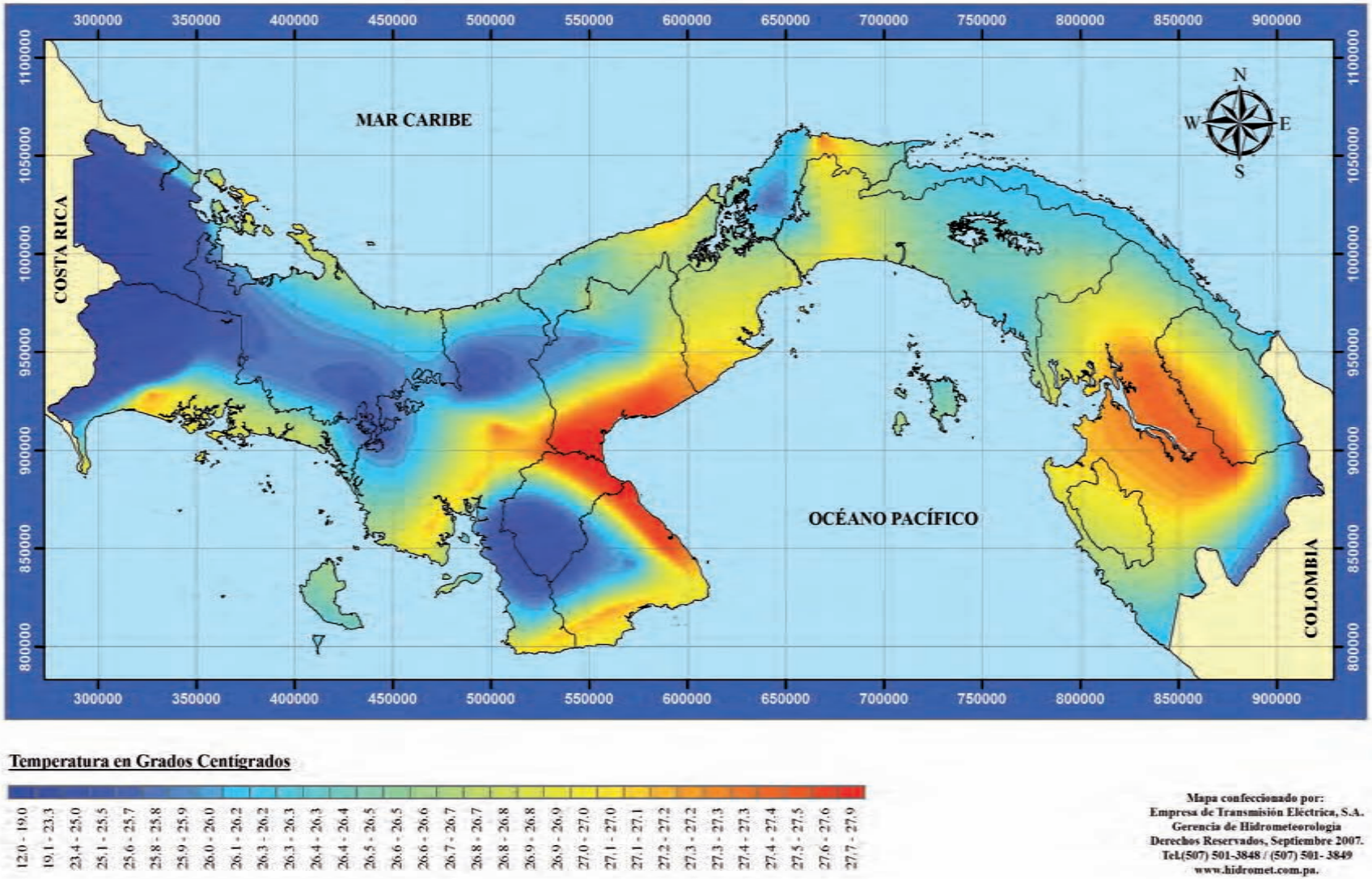


Figura 32 - Mapa de isotermas mensuales (julio)

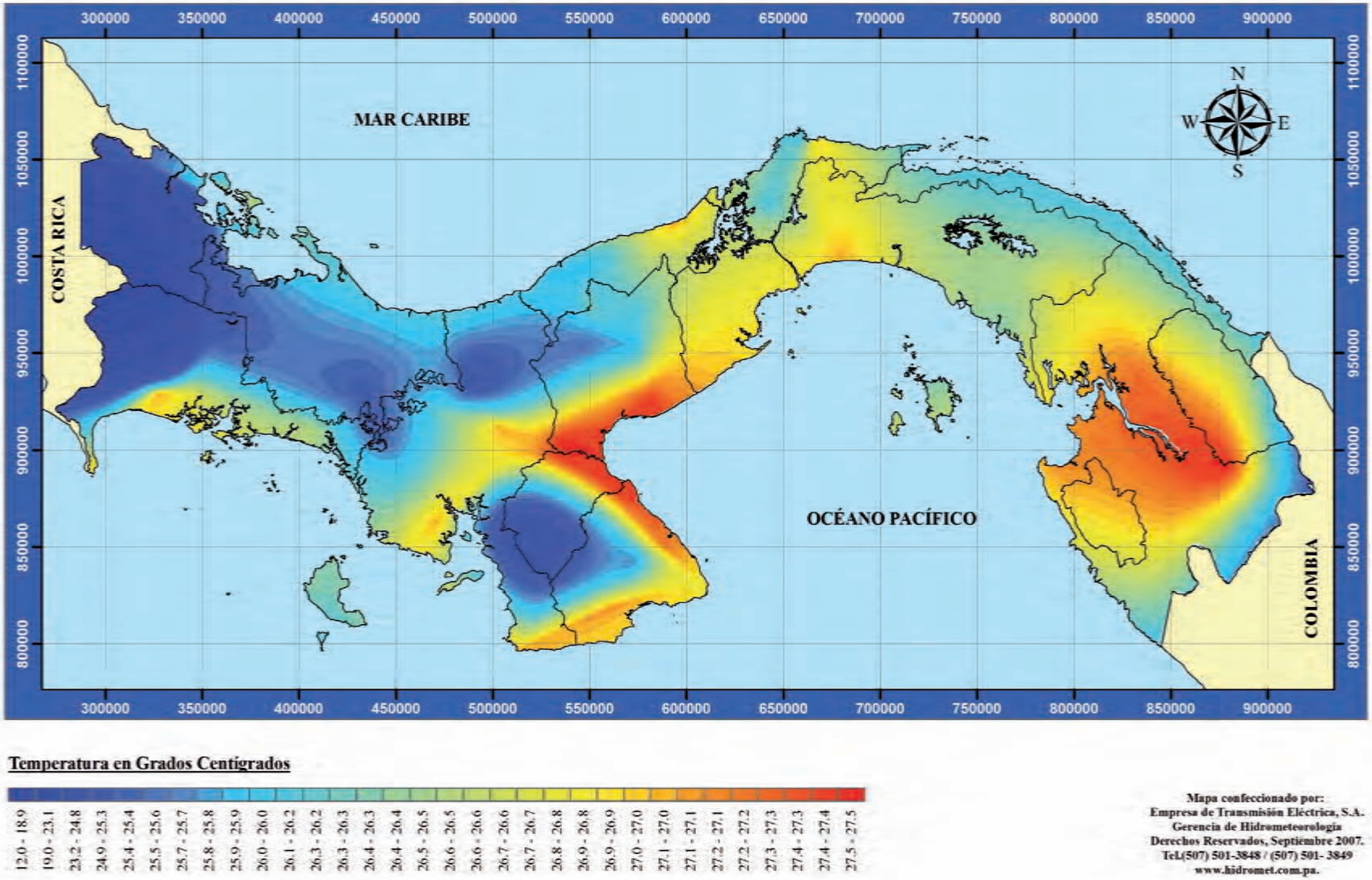
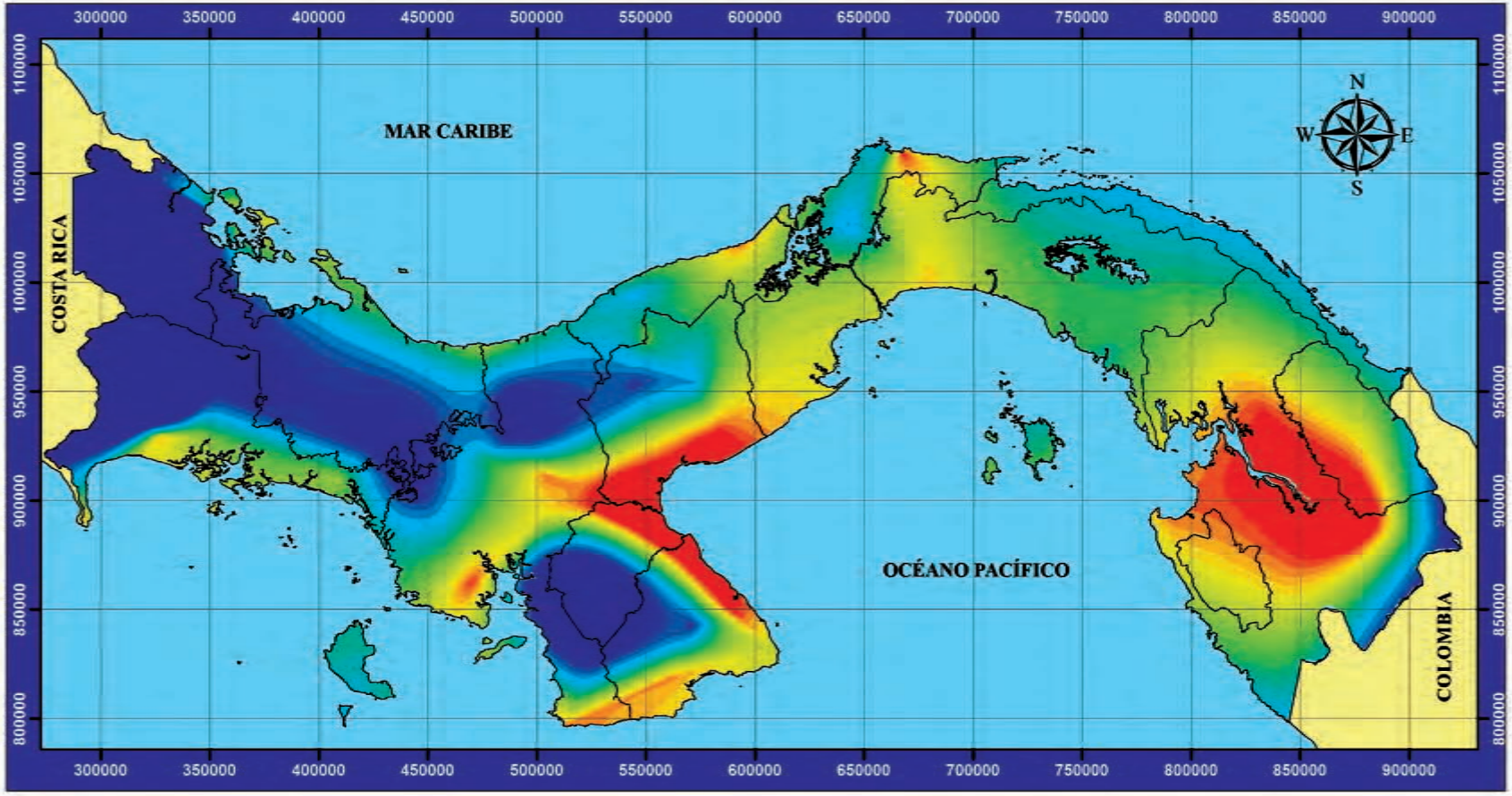


Figura 33 - Mapa de isotermas mensuales (agosto)



Temperatura en Grados Centígrados

12.0 - 18.9 | 19.0 - 23.1 | 23.2 - 24.8 | 24.9 - 25.3 | 25.4 - 25.5 | 25.6 - 25.7 | 25.8 - 25.8 | 25.9 - 25.9 | 26.0 - 26.0 | 26.1 - 26.1 | 26.2 - 26.2 | 26.3 - 26.2 | 26.3 - 26.3 | 26.4 - 26.3 | 26.4 - 26.4 | 26.5 - 26.5 | 26.6 - 26.5 | 26.6 - 26.6 | 26.7 - 26.6 | 26.7 - 26.7 | 26.8 - 26.8 | 26.9 - 26.8 | 26.9 - 26.9 | 27.0 - 27.0 | 27.1 - 27.0 | 27.1 - 27.1 | 27.2 - 27.1 | 27.2 - 27.2 | 27.3 - 27.3 | 27.4 - 27.3 | 27.4 - 27.4 | 27.5 - 27.5

Mapa confeccionado por:
Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.
Gerencia de Hidrometeorología
Derechos Reservados, Septiembre 2007.
Tel.(507) 501-3848 / (507) 501- 3849
www.hidromet.com.pa.

Figura 34 - Mapa de isotermas mensuales (septiembre)

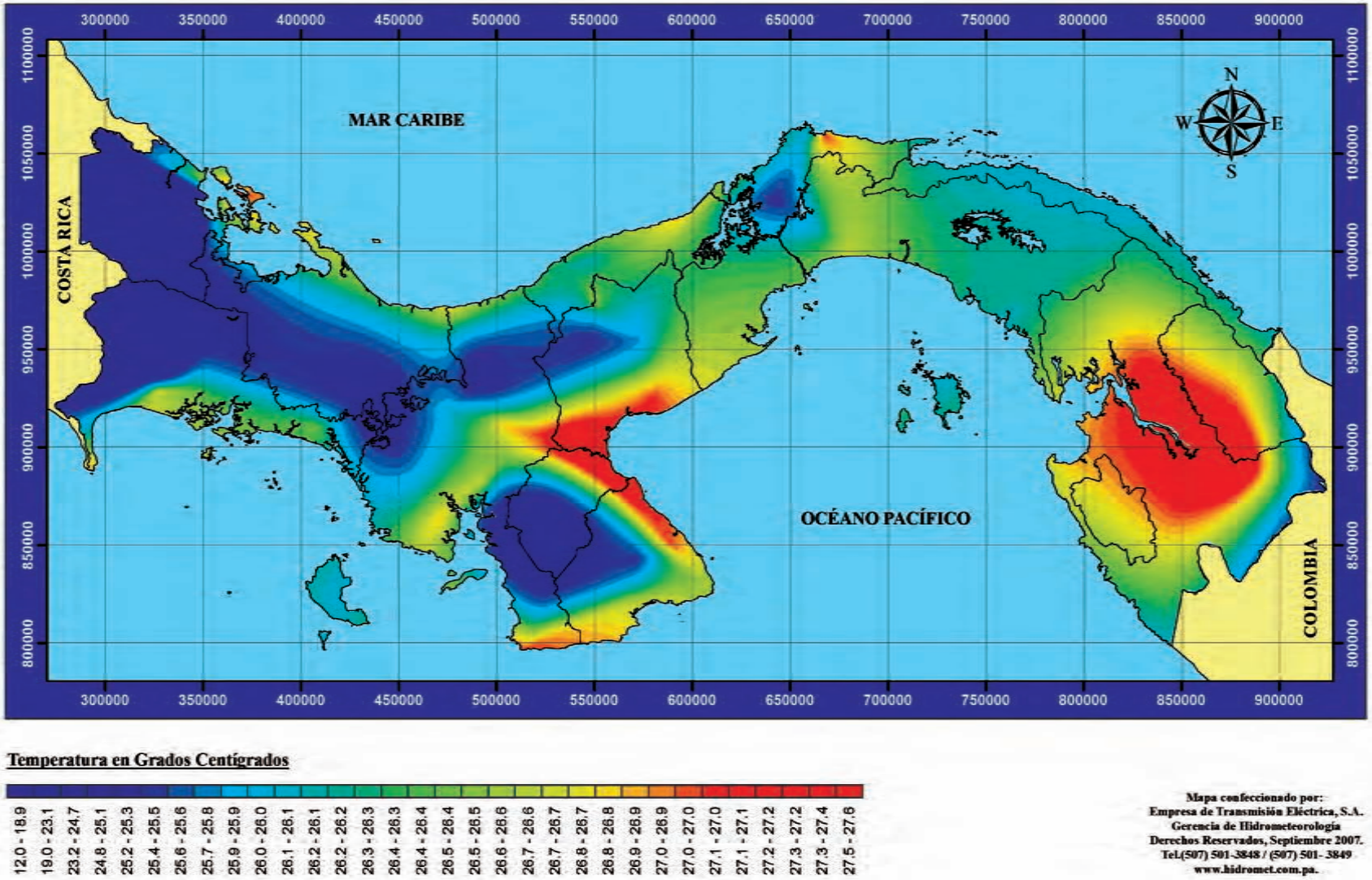


Figura 35 - Mapa de isotermas mensuales (octubre)

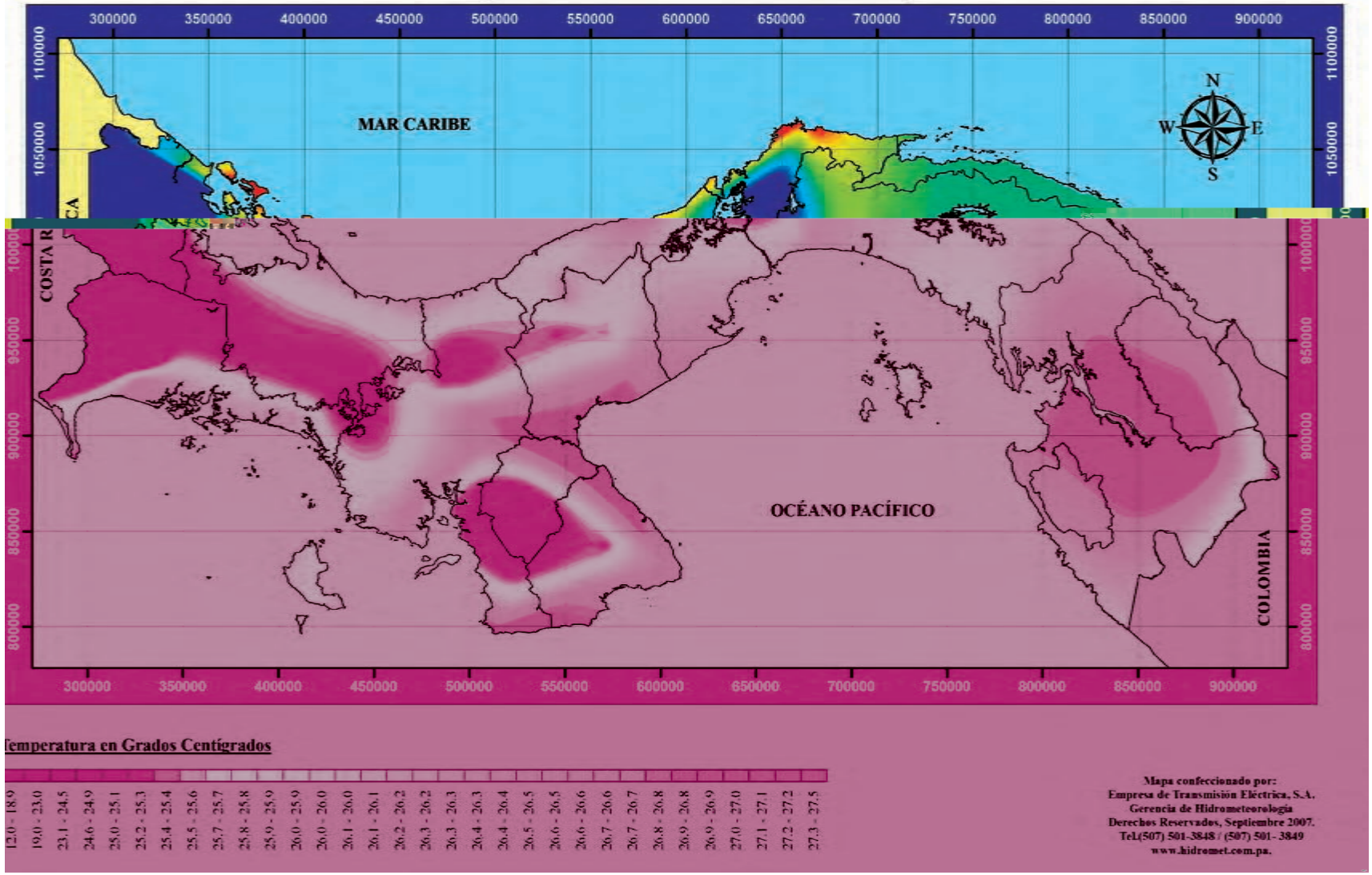
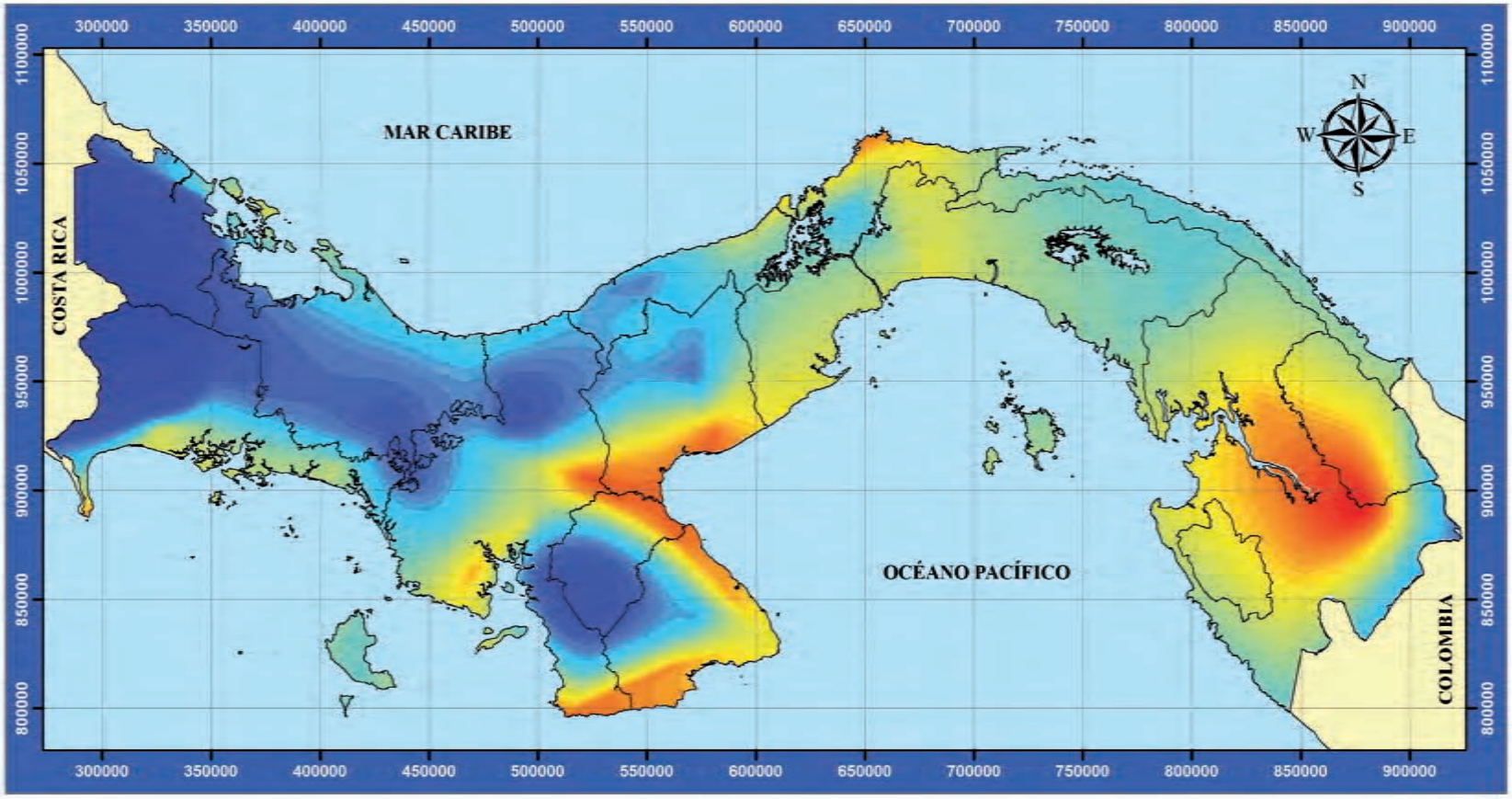
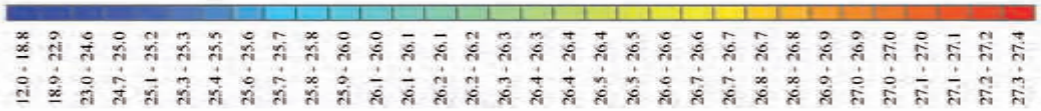


Figura 36 - Mapa de isotermas mensuales (noviembre)

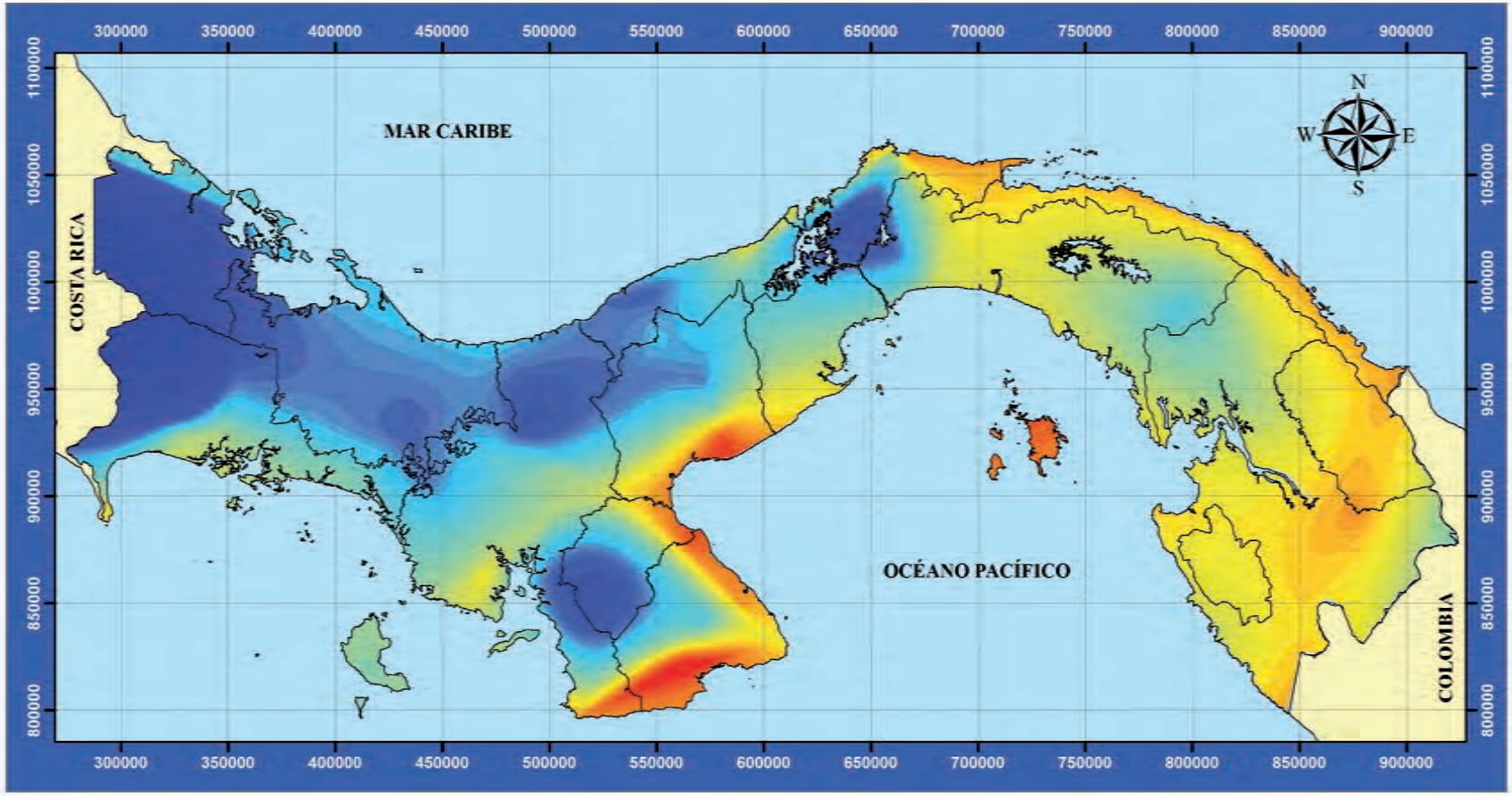


Temperatura en Grados Centígrados



Mapa confeccionado por:
Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.
Gerencia de Hidrometeorología
Derechos Reservados, Septiembre 2007.
Tel.(507) 501-3848 / (507) 501- 3849
www.hidromet.com.pa.

Figura 37 - Mapa de isotermas mensuales (diciembre)



Temperatura en Grados Centígrados

12.0 - 18.7
18.8 - 22.7
22.8 - 24.3
24.4 - 24.8
24.9 - 25.0
25.1 - 25.1
25.2 - 25.3
25.4 - 25.4
25.5 - 25.5
25.6 - 25.7
25.8 - 25.8
25.9 - 25.9
26.0 - 26.1
26.2 - 26.2
26.3 - 26.3
26.4 - 26.4
26.5 - 26.4
26.5 - 26.5
26.6 - 26.6
26.7 - 26.6
26.7 - 26.7
26.8 - 26.7
26.8 - 26.8
26.9 - 26.9
27.0 - 26.9
27.0 - 27.0
27.1 - 27.1
27.2 - 27.1
27.2 - 27.2
27.3 - 27.2
27.3 - 27.4
27.5 - 27.8

Mapa confeccionado por:
Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.
Gerencia de Hidrometeorología
Derechos Reservados, Septiembre 2007.
Tel.(507) 501-3848 / (507) 501- 3849
www.hidromet.com.pa.

Figura 38 - Mapa de evapotranspiración potencial mensual (enero)

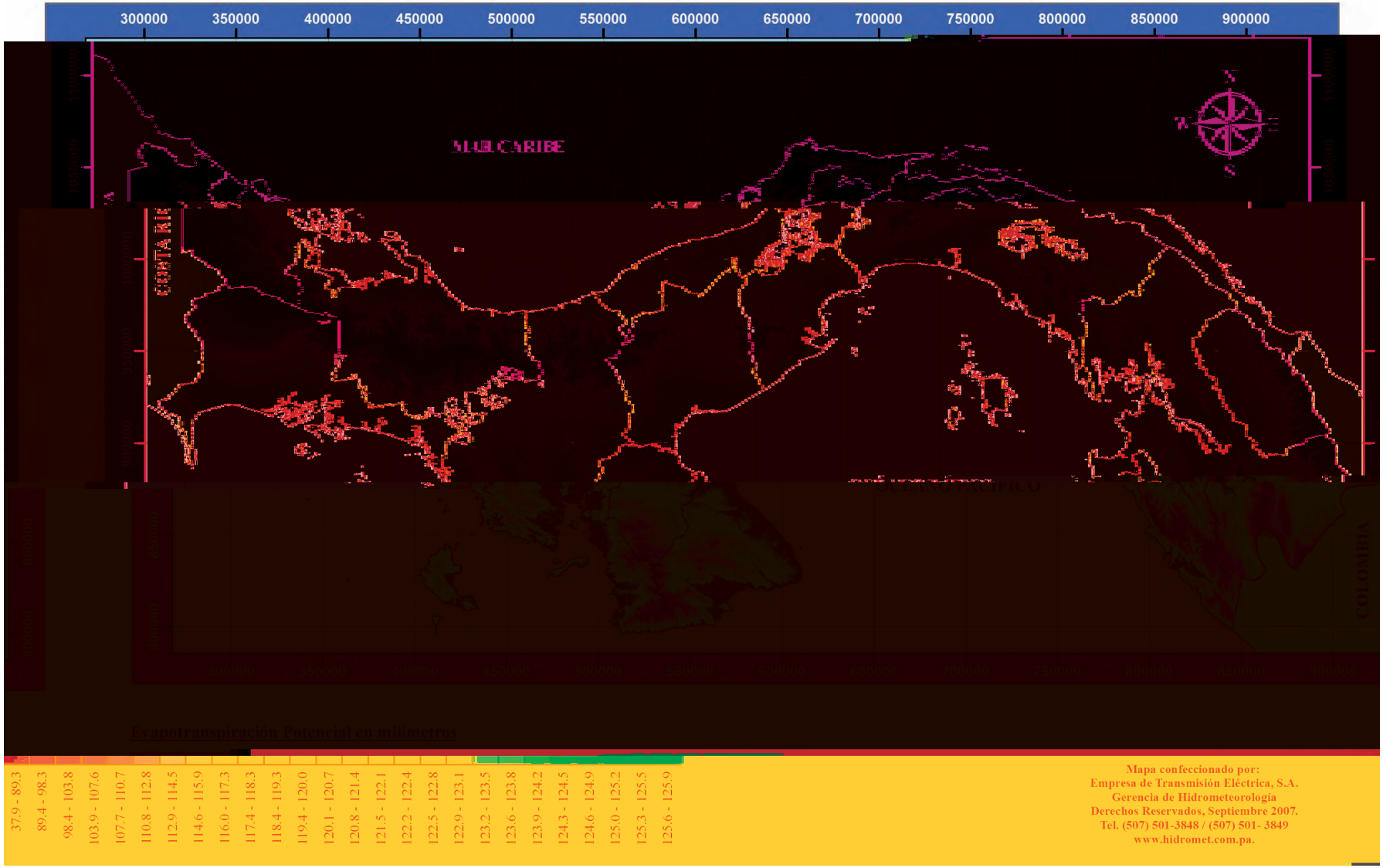
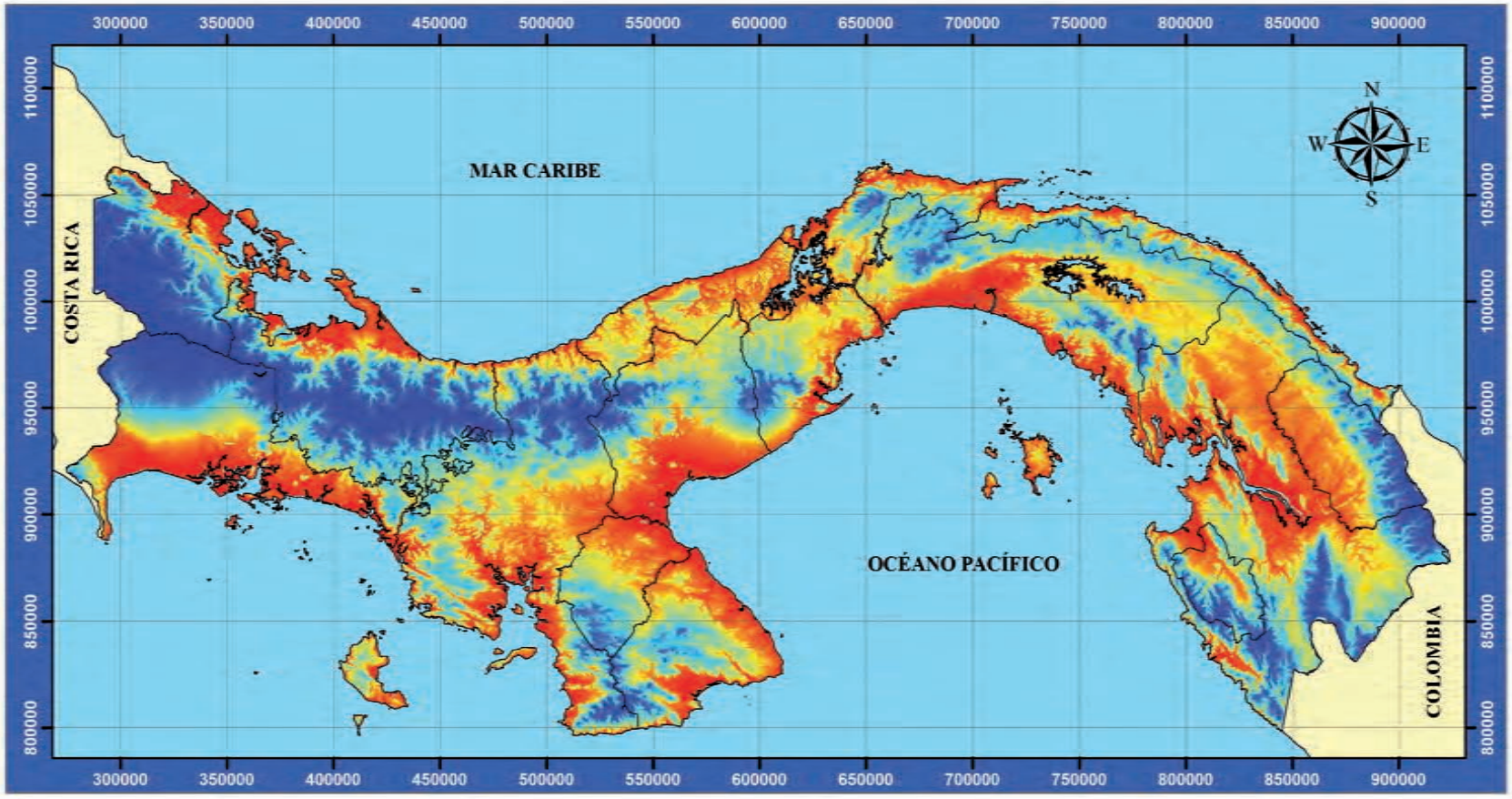


Figura 39 - Mapa de evapotranspiración potencial mensual (febrero)



Evapotranspiración Potencial en milímetros

39,0 - 92,2
92,3 - 101,5
101,6 - 107,2
107,3 - 111,2
111,3 - 114,4
114,5 - 116,5
116,6 - 118,3
118,4 - 119,7
119,8 - 121,2
121,3 - 122,2
122,3 - 123,3
123,4 - 124,0
124,1 - 124,7
124,8 - 125,4
125,5 - 126,2
126,3 - 126,5
126,6 - 126,9
127,0 - 127,2
127,3 - 127,6
127,7 - 127,9
128,0 - 128,3
128,4 - 128,7
128,8 - 129,0
129,1 - 129,4
129,5 - 129,7
129,8 - 130,1

Mapa confeccionado por:
Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.
Gerencia de Hidrometeorología
Derechos Reservados, Septiembre 2007.
Tel. (507) 501-3848 / (507) 501- 3849
www.hidromet.com.pa.

Figura 40 - Mapa de evapotranspiración potencial mensual (marzo)

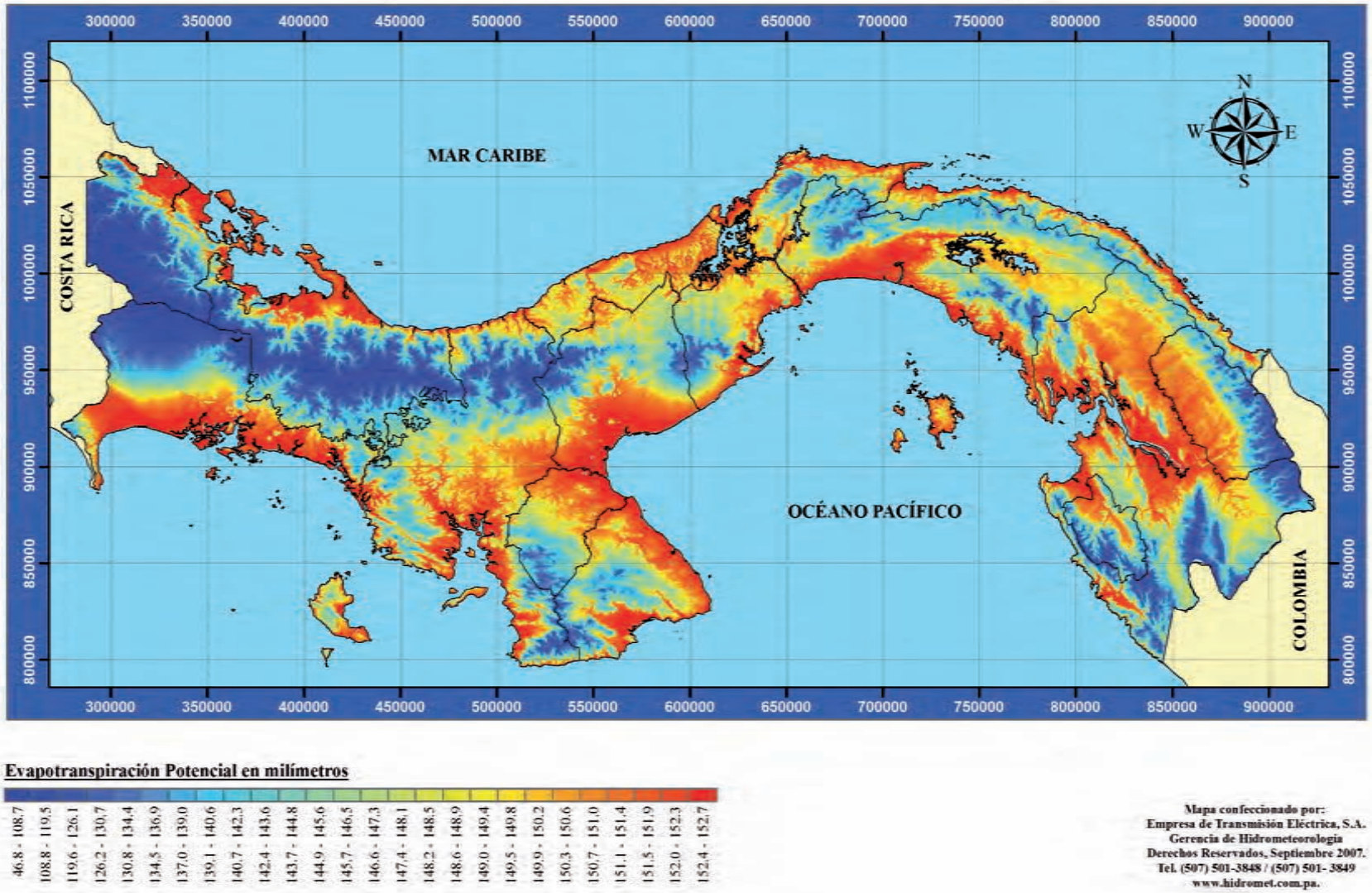
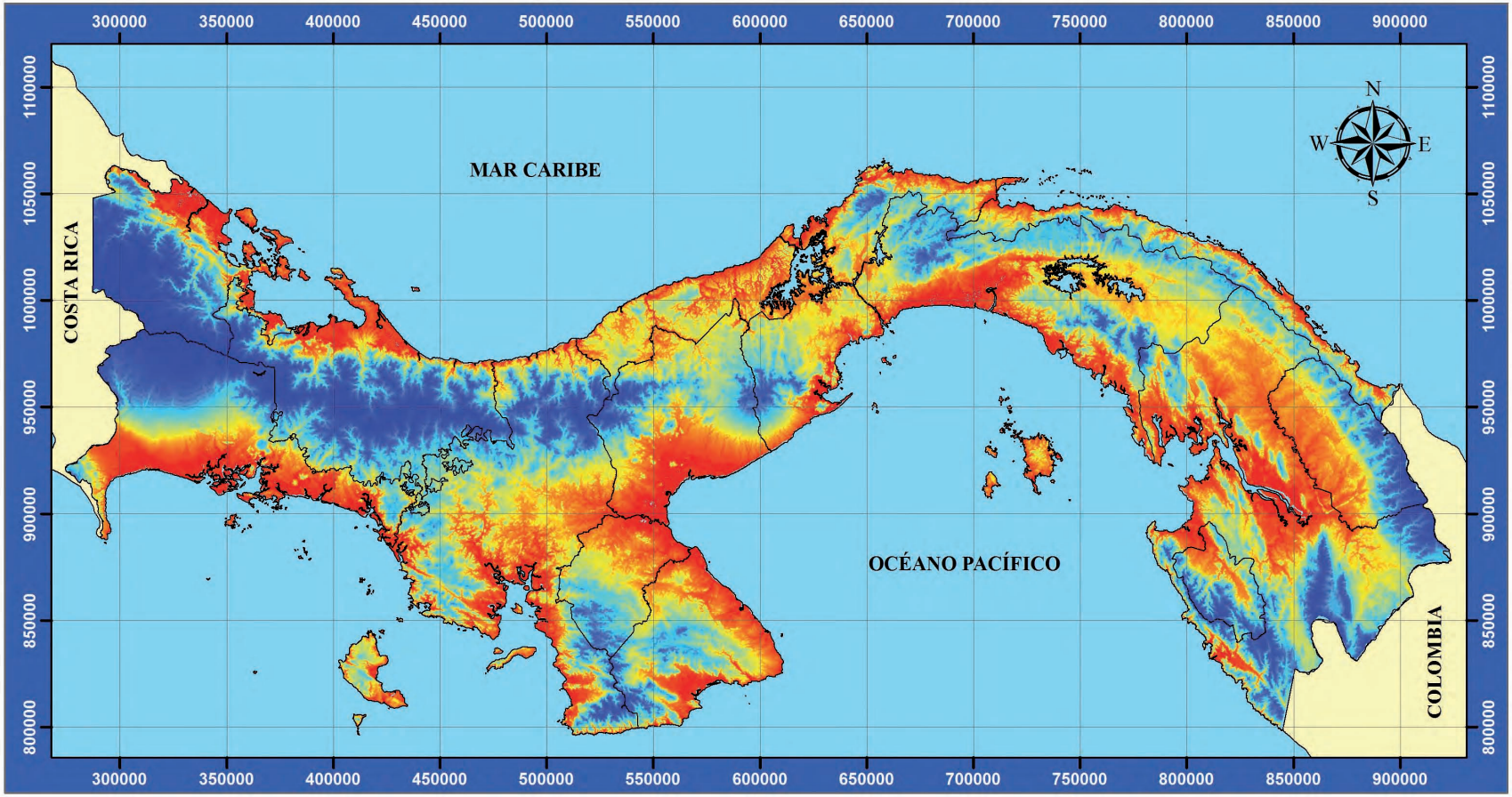
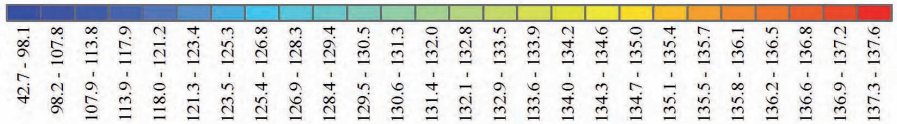


Figura 41 - Mapa de evapotranspiración potencial mensual (abril)



Evapotranspiración Potencial en milímetros



Mapa confeccionado por:
Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.
Gerencia de Hidrometeorología
Derechos Reservados, Septiembre 2007.
Tel. (507) 501-3848 / (507) 501- 3849
www.hidromet.com.pa.

Figura 42 - Mapa de evapotranspiración potencial mensual (mayo)

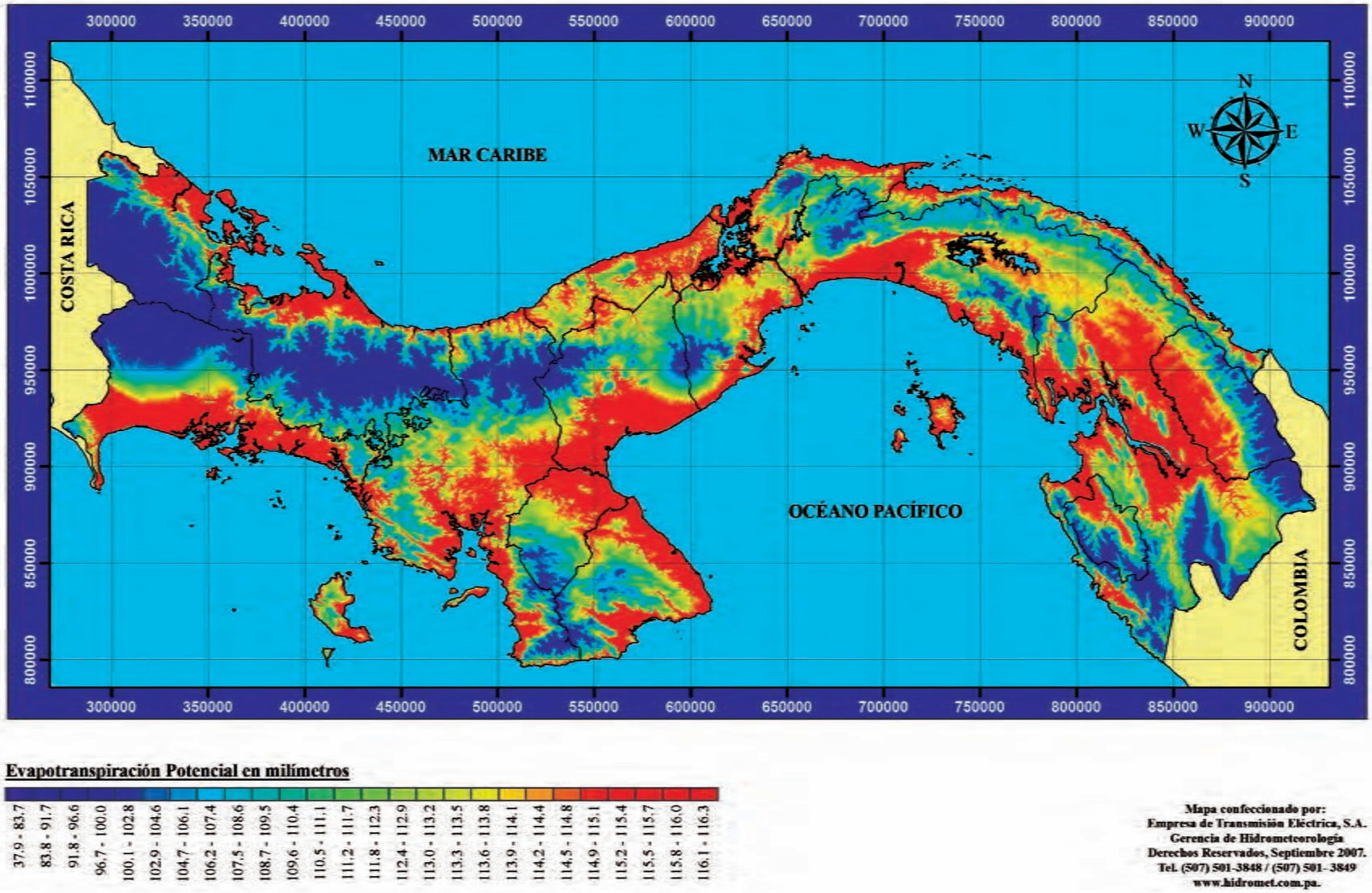


Figura 43 - Mapa de evapotranspiración potencial mensual (junio)

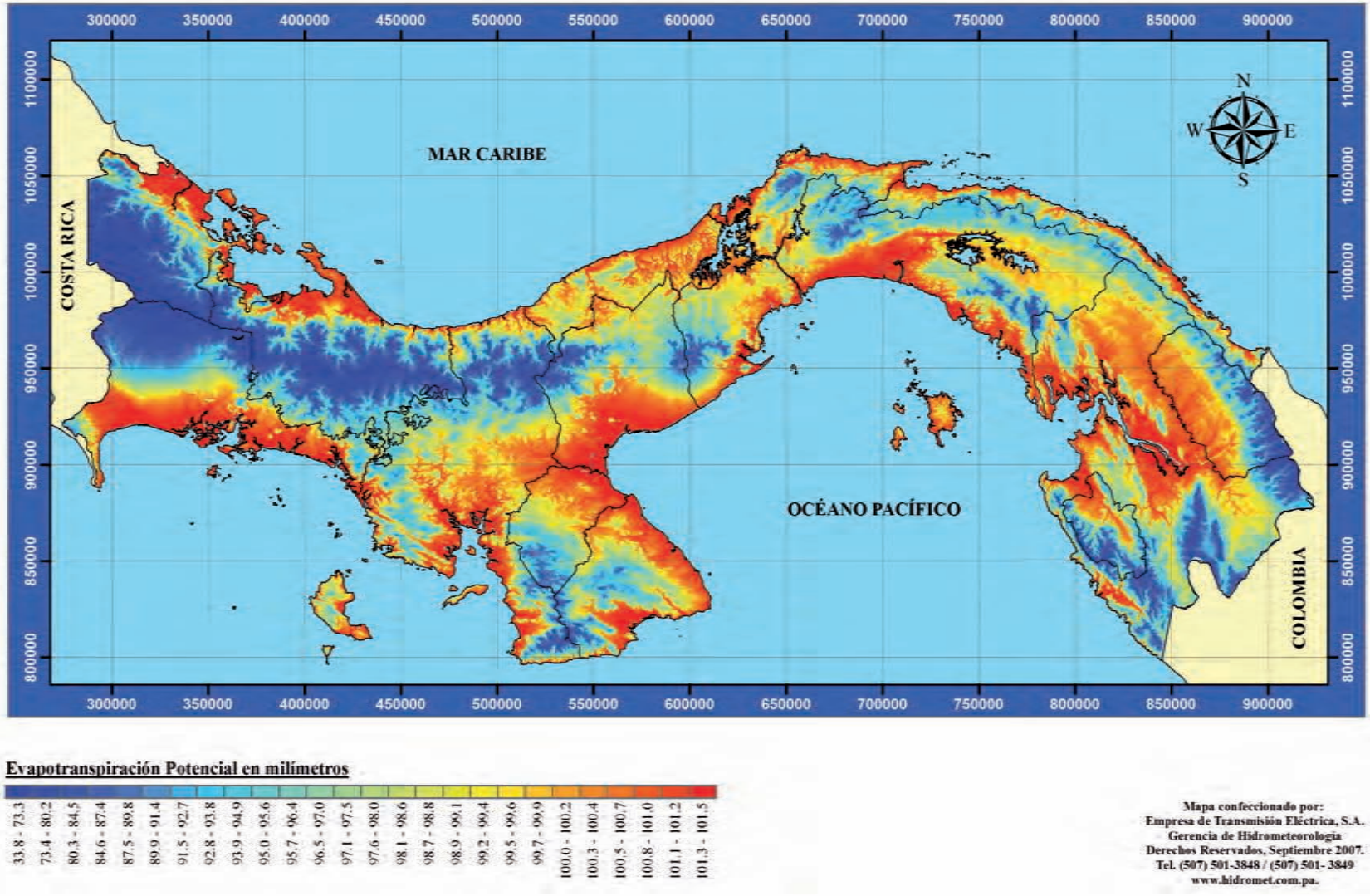
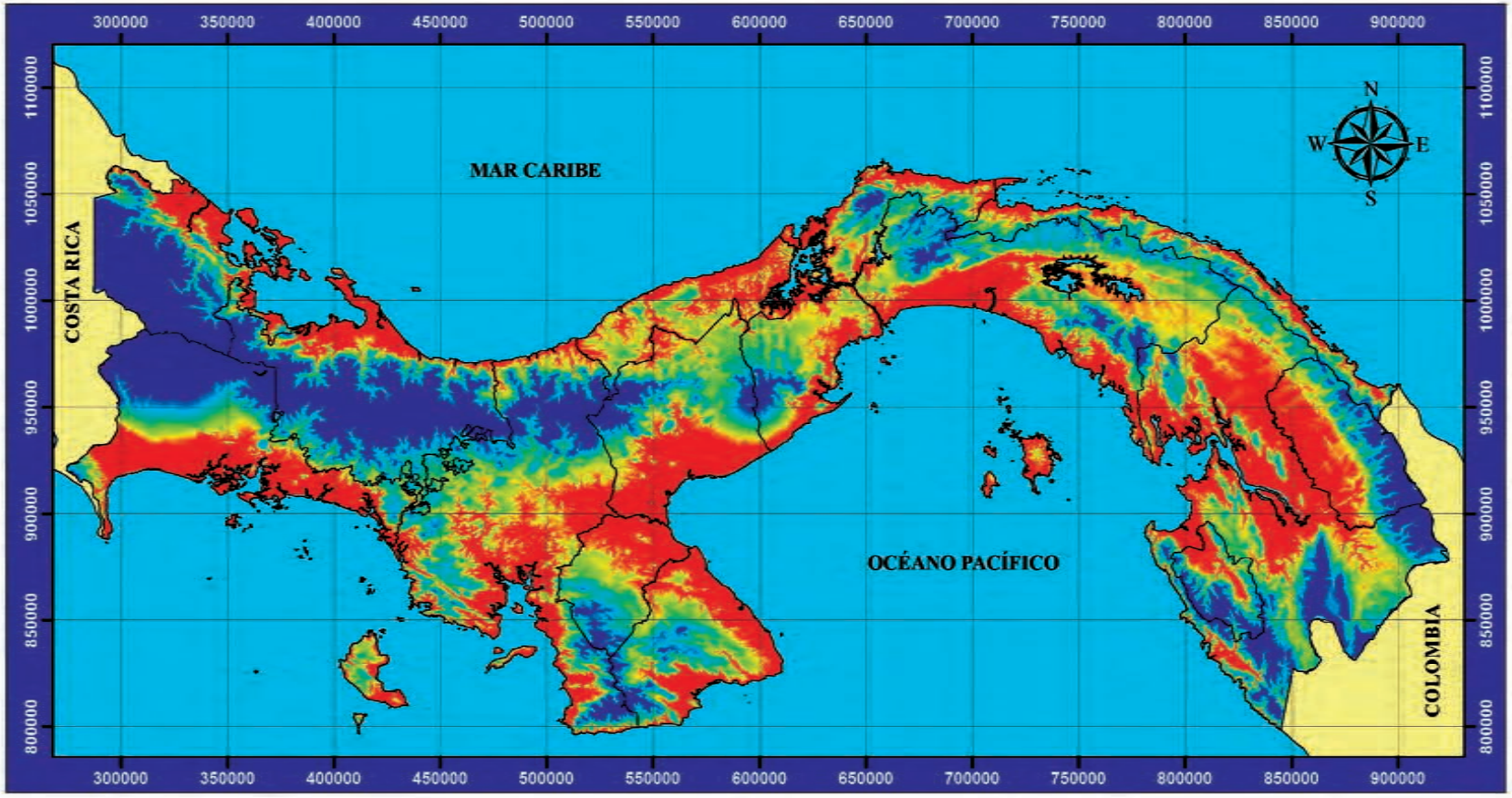


Figura 44 - Mapa de evapotranspiración potencial mensual (julio)

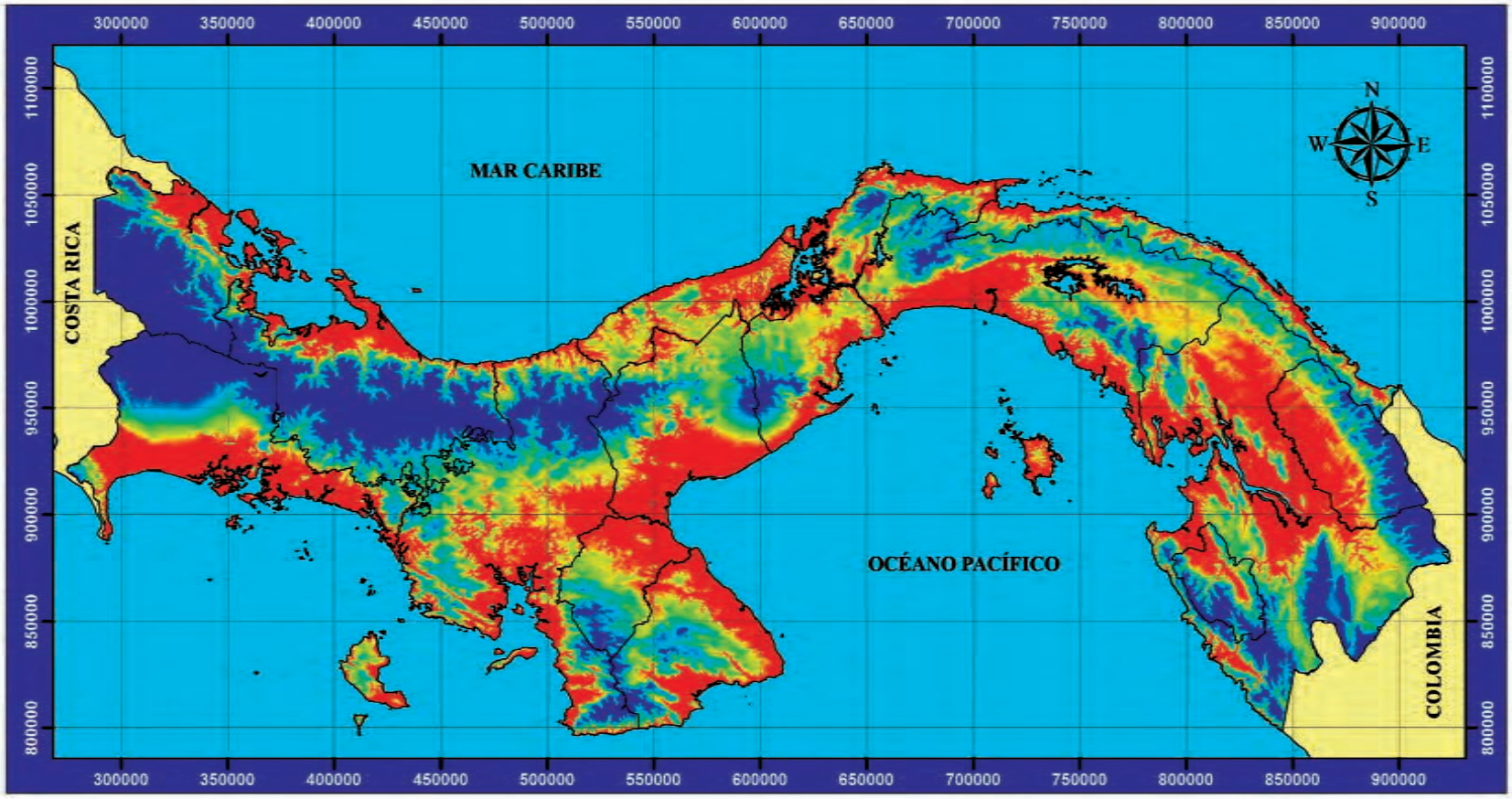


Evapotranspiración Potencial en milímetros

34.7 - 75.9
76.0 - 83.1
83.2 - 87.5
87.6 - 90.5
90.6 - 93.0
93.1 - 94.7
94.8 - 96.1
96.2 - 97.2
97.3 - 98.3
98.4 - 99.1
99.2 - 99.9
100.0 - 100.5
100.6 - 101.0
101.1 - 101.6
101.7 - 102.2
102.3 - 102.4
102.5 - 102.7
102.8 - 103.0
103.1 - 103.3
103.4 - 103.5
103.6 - 103.8
103.9 - 104.1
104.2 - 104.4
104.5 - 104.6
104.7 - 104.9
105.0 - 105.2

Mapa confeccionado por:
Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.
Gerencia de Hidrometeorología
Derechos Reservados, Septiembre 2007.
Tel. (507) 501-3848 / (507) 501- 3849
www.hidromet.com.pa.

Figura 45 - Mapa de evapotranspiración potencial mensual (agosto)

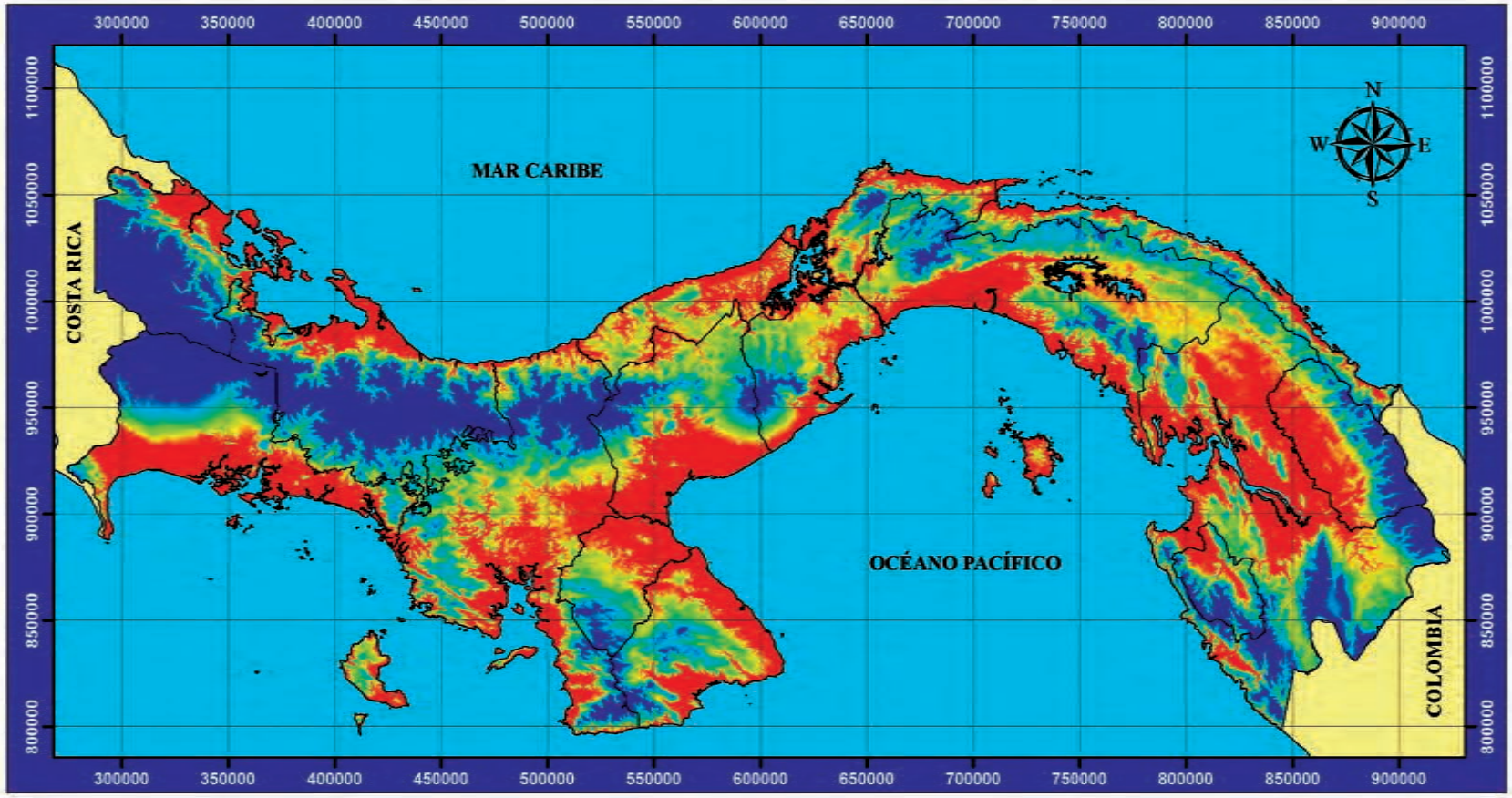


Evapotranspiración Potencial en milímetros

35.9 - 77.9
78.0 - 85.2
85.3 - 89.8
89.9 - 92.9
93.0 - 95.4
95.5 - 97.1
97.2 - 98.5
98.6 - 99.6
99.7 - 100.7
100.8 - 101.6
101.7 - 102.4
102.5 - 103.0
103.1 - 103.6
103.7 - 104.1
104.2 - 104.7
104.8 - 105.0
105.1 - 105.3
105.4 - 105.5
105.6 - 105.8
105.9 - 106.1
106.2 - 106.4
106.5 - 106.7
106.8 - 106.9
107.0 - 107.2
107.3 - 107.5
107.6 - 107.8

Mapa confeccionado por:
Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.
Gerencia de Hidrometeorología
Derechos Reservados, Septiembre 2007.
Tel. (507) 501-3848 / (507) 501- 3849
www.hidromet.com.pa.

Figura 46 - Mapa de evapotranspiración potencial mensual (septiembre)

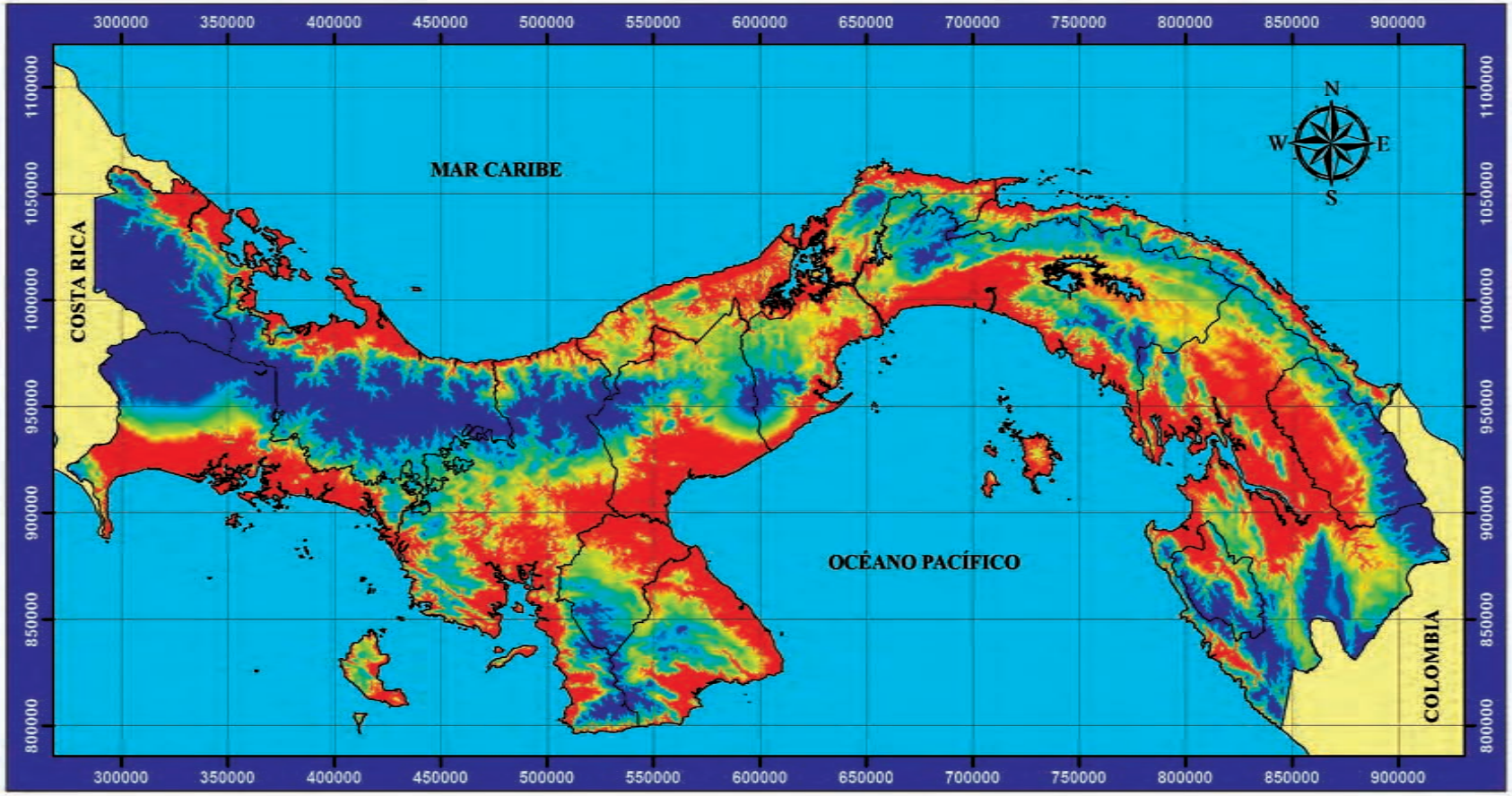


Evapotranspiración Potencial en milímetros

35.4 - 76.2
76.3 - 83.3
83.4 - 87.7
87.8 - 90.7
90.8 - 93.1
93.2 - 94.8
94.9 - 96.2
96.3 - 97.3
97.4 - 98.3
98.4 - 99.2
99.3 - 100.0
100.1 - 100.5
100.6 - 101.1
101.2 - 101.6
101.7 - 102.2
102.3 - 102.5
102.6 - 102.7
102.8 - 103.0
103.1 - 103.3
103.4 - 103.5
103.6 - 103.8
103.9 - 104.1
104.2 - 104.4
104.5 - 104.6
104.7 - 104.9
105.0 - 105.2

Mapa confeccionado por:
Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.
Gerencia de Hidrometeorología
Derechos Reservados, Septiembre 2007.
Tel. (507) 501-3848 / (507) 501- 3849
www.hidromet.com.pa.

Figura 48 - Mapa de evapotranspiración potencial mensual (noviembre)

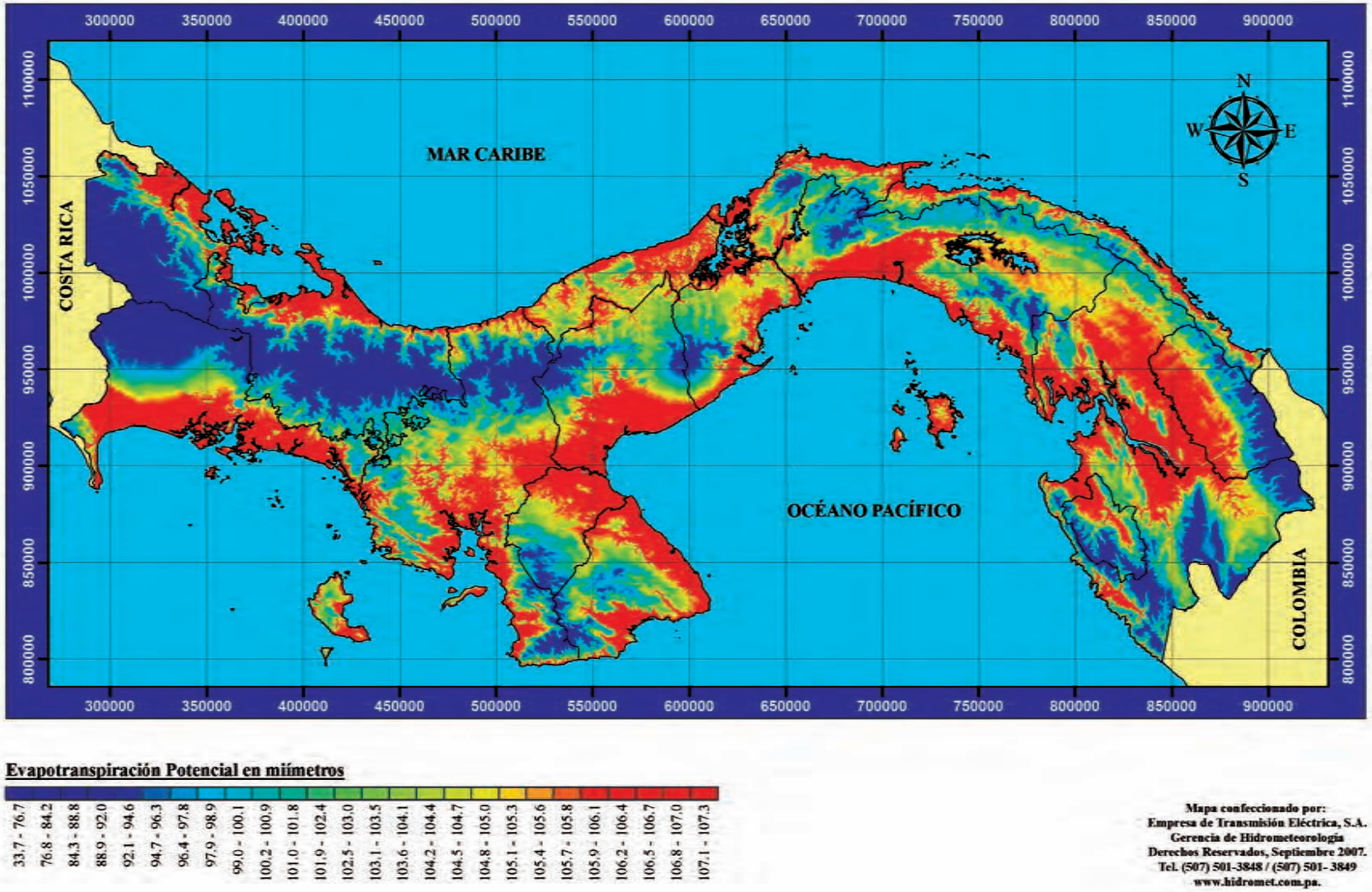


Evapotranspiración Potencial en milímetros

31,8 - 68,9
69,0 - 75,4
75,5 - 79,4
79,5 - 82,2
82,3 - 84,4
84,5 - 85,9
86,0 - 87,2
87,3 - 88,2
88,3 - 89,2
89,3 - 89,9
90,0 - 90,7
90,8 - 91,2
91,3 - 91,7
91,8 - 92,1
92,2 - 92,6
92,7 - 92,9
93,0 - 93,1
93,2 - 93,4
93,5 - 93,6
93,7 - 93,9
94,0 - 94,1
94,2 - 94,4
94,5 - 94,6
94,7 - 94,9
95,0 - 95,1
95,2 - 95,4

Mapa confeccionado por:
Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.
Gerencia de Hidrometeorología
Derechos Reservados, Septiembre 2007.
Tel. (507) 501-3848 / (507) 501- 3849
www.hidromet.com.pa.

Figura 49 - Mapa de evapotranspiración potencial mensual (diciembre)



Balance hídrico superficial de Panamá

Período 1971-2002

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

Programa Hidrológico Internacional

UNESCO
Programa Hidrológico Internacional
Oficina Regional de Ciencia
para América Latina y el Caribe
Edificio Mercosur - Dr. Luis Piera 1992, 2° piso
Casilla de Correo 859
11200 Montevideo, Uruguay
Tel.: (598-2) 413 20 75, Fax: (598-2) 413 20 94
phi@unesco.org.uy
http://www.unesco.org.uy/phi

ETESA

HIDROMETEOROLOGIA

Oficina Regional de Ciencia de la UNESCO para América Latina y el Caribe