625.7
G394d
T. VI.
MOPT

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES

Consejo Nacional de Concesiones

CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES

CLAVE
No. PP 02-99

TÍTULO:

DISEÑO PRELIMINAR Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO DE LA CARRETERA BRAULIO CARRILLO (SAN JOSÉ-GUÁPILES-LIMÓN)

EL INGENIERO DIRECTOR DEL ESTUDIO

EDWIN CÉSAR RODRÍGUEZ AGUILERA

LOS INGENIEROS AUTORES DEL ESTUDIO

PEDRO DANIEL GÓMEZ GONZÁLEZ
JORGE ARTURO CASTRO HERRERA
ÓSCAR MARTÍNEZ ÁLVARO

EMPRESA CONSULTORA

GETINSA - NOVOTECNI Y ASOCIADOS

TOMO VI

— BIMOPT —
FECHA: 22 JUL 2008
Nº 00007422
COMPRA:
OBS: -4612

625.7
G394d
T. VI
MOPT

CENTRO DE INFORMACION
(BIBLIOTECA)
Devuelva este documento en la
última fecha indicada

FECHA	HORA

DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN
CENTRO DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA
M O P T
COSTA RICA

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
Y TRANSPORTES

Consejo Nacional de Concesiones

CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES

CLAVE
No. PP 02-99

TÍTULO:

DISEÑO PRELIMINAR Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO DE LA CARRETERA BRAULIO CARRILLO (SAN JOSÉ-GUÁPILES-LIMÓN)

EL INGENIERO DIRECTOR DEL ESTUDIO
EDWIN CÉSAR RODRÍGUEZ AGUILERA

LOS INGENIEROS AUTORES DEL ESTUDIO
PEDRO DANIEL GÓMEZ GONZÁLEZ
JORGE ARTURO CASTRO HERRERA
ÓSCAR MARTÍNEZ ÁLVARO

EMPRESA CONSULTORA
GETINSA - NOVOTECNI
Y ASOCIADOS

TOMO VI

6. ESTUDIO DE DRENAJE

DIRECCION GENERAL DE PLANIFICACION
CENTRO DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA
M. Braulio Carrillo
COSTA RICA

GETINSA - NOVOTECNI Y ASOCIADOS, S. A.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. TIPIFICACIÓN DE LOS CURSOS DE AGUA
3. METODOLOGÍA BÁSICA PARA LAS DISTINTAS ALTERNATIVAS
4. PROBLEMÁTICA
5. METODOLOGÍA GENERAL
6. ESTUDIO DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS
   - 6.1. Recopilación de datos y selección de los mismos
   - 6.2. Análisis estadístico de las estaciones seleccionadas
   - 6.3. Análisis de correlaciones
   - 6.4. Precipitaciones máximas en 24 h
7. CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LAS CUENCAS VERTIENTES
   - 7.1. Definición de las cuencas vertientes
   - 7.2. Tiempo de concentración
   - 7.3. Caracterización Hidrológica
8. OBTENCIÓN DE AGUACEROS A DISTINTAS DURACIONES
   - 8.1. Vertiente Pacífica
   - 8.2. Vertiente Atlántica
   - 8.3. Resultados

6. ESTUDIO DE DRENAJE

9. ANÁLISIS DE LA CUENCA DEL RÍO REVENTAZÓN
   - 9.1. Análisis hidrometeorológico
     - 9.1.1. Definición de los elementos del modelo
     - 9.1.2. Caracterización de los elementos del modelo
     - 9.1.3. Características de los tramos de cauce
     - 9.1.4. Características de las precipitaciones
     - 9.1.5. Aplicación del modelo
   - 9.2. Análisis de los datos de aforos
     - 9.2.1.Datos de partida
     - 9.2.2. Ajuste estadístico
   - 9.3. Calibración del modelo y resultados
10. ANÁLISIS HIDROLÓGICO DE LOS PEQUEÑOS RÍOS, PEQUEÑAS CUENCAS Y PUNTOS BAJOS
11. ANÁLISIS HIDROLÓGICO DE LOS GRANDES RÍOS
    - 11.1. Definición de los elementos del modelo
    - 11.2. Caracterización de los elementos del modelo
    - 11.3. Características de las precipitaciones
    - 11.4. Aplicación del modelo y resultados
12. ANÁLISIS HIDRÁULICO DE PUENTES

12.1. Definición del cauce

12.2. Preparación del modelo

12.3. Resultados

12.4. Puentes con capacidad insuficiente: Encauzamiento

13. ANÁLISIS DEL DRENAJE TRANSVERSAL

13.1. Inventario de las obras de drenaje existentes en la actual carretera

13.2. Predimensionamiento del drenaje transversal de pequeños ríos, pequeñas cuencas y puntos bajos

13.3. Comprobación de la validez de las obras existentes

14. MEJORAS PROPUESTAS EN LA CARRETERA ACTUAL

14.1. Obras existentes y válidas

14.2. Obra nueva

14.3. Puentes

14. 4. Obras de drenaje existentes apreciables a escala 1/1.000

14. 5. Pequeños pasos bajo calzada

15. ANÁLISIS DEL DRENAJE LONGITUDINAL

APÉNDICE 1. DATOS DE LAS ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS

APÉNDICE 2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS PLUVIOMÉTRICOS

APÉNDICE 3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CORRELACIONES. VERTIENTE PACÍFICA

APÉNDICE 4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CORRELACIONES. VERTIENTE ATLÁNTICA

APÉNDICE 5. HIETOGRAMAS

APÉNDICE 6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA ESTACIÓN DE AFOROS PASCUA 9-12

APÉNDICE 7. LISTADOS HEC-1. CUENCA DEL RÍO REVENTAZÓN. Fs=0,57; NÚMERO ÍNDICE CONSTANTE =0,75

APÉNDICE 8. LISTADOS HEC-1. CUENCA DEL RÍO REVENTAZÓN. Fs=0,60; NÚMERO ÍNDICE VARIABLE PARA CADA CUENCA

APÉNDICE 9. LISTADOS HEC-1. GRANDES RÍOS

APÉNDICE 10. PLANOS DE ESTRUCTURAS DE LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE LA ACTUAL CARRETERA

APÉNDICE 11. LISTADOS DE ENTRADA DE HEC-2. PUENTES

APÉNDICE 12. LISTADOS DE SALIDA DE HEC-2. PUENTES

APÉNDICE 13. PLANOS. PLANTA DE DRENAJE

1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente anexo consiste en la obtención de los caudales máximos de los distintos cauces que cruzan la vía (hidrología), y el posterior predimensionamiento de las obras de drenaje capaces de desaguar los caudales de diseño resultantes (hidráulica).

Para ello ha sido necesario el establecimiento de distintas categorías de cauces que originarán, según la importancia de los mismos, distintos estudios hidrológicos e hidráulicos.

2. TIPIFICACIÓN DE LOS CURSOS DE AGUA

Para el estudio de drenaje de la carretera de Braulio Carrillo se han empleado planos a distintas escalas:

- 1:200.000 del Instituto Geográfico Nacional de Costa Rica.
- 1:50.000 del Instituto Geográfico Nacional de Costa Rica.
- 1:5.000 obtenido a partir del vuelo 1:25.000.

En base a esto se ha establecido la siguiente tipificación de cauces:

- Grandes ríos: cauces visibles a escala 1:200.000 con una estructura ramificada que drena un área apreciable.
- Pequeños ríos: cauces visibles a escala 1:50.000 (algunos también a 1:200.000) y que no son grandes ríos.
- Pequeñas cuencas: pequeñas barranqueras sin cauce apreciable, y son visibles a escala 1:50.000.
- Puntos bajos: pequeñas barranqueras o puntos bajos a lo largo del trazado visibles a escala 1:5.000.

En la tabla 2.1. se incluye la tipificación de cauces obtenida.

TABLA 2.1. TIPIFICACIÓN DE CAUCES (1 de 4)

CUENCA	D.O.	Tipo de cuenca
Quebrada Cangrejas	0+300	PC
	0+800	PB
Quebrada Rivera	1+250	PC
Río Virilla	3+100	GR
	3+860	PB
	5+660	PB
	8+210	PB
	10+710	PB
Río Pará	12+240	PR
	12+880	PB
	13+450	PB
Río Pará Blanco	13+800	PR
Quebrada Yerbabuena	14+280	PC
	15+320	PB
	15+530	PB
	16+170	PB
	17+000	PB
	18+000	PB
Río Zurquí	18+710	PR
	19+670	PB
Afluente río Zurquí	20+310	PC
	21+570	PB
	22+340	PB
	22+750	PB
	23+550	PB
	24+620	PB
	25+010	PB
	25+500	PB
	25+920	PB
	26+580	PB
	27+300	PB
	27+580	PB
	28+600	PB
	29+380	PB
	29+840	PB
	30+500	PB
	30+950	PB
	31+360	PB
	31+630	PB
	32+070	PB
	32+460	PB
	32+960	PB
	33+350	PB
	33+790	PB
	34+000	PB
Afluente 1 río Patria	34+390	PC
	35+000	PB
Afluente 2 río Patria	35+400	PC
	35+690	PB
	36+350	PB
	37+150	PB
	37+740	PB
	37+940	PB
Río Sucio	38+900	GR
	39+670	PB
	39+950	PB
	40+350	PB
Quebrada González	41+120	PC
	41+670	PB
	42+700	PB
	44+250	PB
	44+680	PB
	44+960	PB
	45+570	PB

TABLA 2.1. TIPIFICACIÓN DE CAUCES (2 de 4)

CUENCA	D.O.	Tipo de cuenca
	45+970	PB
	46+700	PB
	47+130	PB
	50+290	PB
Río Corinto	50+550	PR
Quebrada Flores	51+855	PC
Río Costa Rica	53+675	PR
	54+535	PB
Quebrada Pepilla	54+705	PC
Río Blanco (1)	55+795	PR
Quebrada Danta	56+925	PC
Quebrada Jado	58+175	PC
Río Toro Amarillo	58+755	GR
	59+215	PB
Afluente Toro Amarillo	59+955	PC
Río San Rafael	60+195	PC
Río Guápiles	61+915	PR
Quebrada Numancia	62+075	PC
Río Santa Clara	62+665	PR
Quebrada San Rafael	63+085	PC
Río Verde	63+465	PC
	63+665	PB
Río Molino	64+475	PR
	64+805	PB
Quebrada Prado	65+115	PC
Afluente río Cristina	65+605	PC
Río Cristina	65+885	PR
	66+155	PB
Río Jiménez	66+910	PR
Río Roca	67+055	PC
Río Angelina	67+515	PC
Río Fox Hall	67+925	PC
	68+125	PB
Río Hogar	68+415	PC
Afluente 1 río Hogar	68+755	PC
	68+945	PB
Afluente 2 río Hogar	69+405	PC
Río Guácimo	73+315	PR
Río Guacimillo	73+625	PR
	73+925	PB
Afluente 1 río Guacimillo	74+125	PC
Afluente 2 río Guacimillo	74+410	PC
Afluente Quebrada Leona	74+665	PC
Quebrada Leona	74+995	PC
Quebrada Precipicio	75+160	PC
	75+455	PB
Afluente Quebrada Unión	75+615	PC
	76+005	PB
Quebrada Unión	76+135	PC
	76+535	PB
Afluente Quebrada Torito	76+885	PC
Quebrada Torito	77+065	PC
	77+515	PB
Río Parismina	77+755	PR
	78+355	PB
Río López	78+575	PC
Afluente río Calzada	79+445	PC
	79+855	PB
Río Calzada	80+065	PC
	80+265	PB
	80+555	PB
	80+755	PB
Río Iroquois	80+995	PC
	81+240	PB

TABLA 2.1. TIPIFICACIÓN DE CAUCES (3 de 4)

CUENCA	D.O.	Tipo de cuenca
	81+875	PB
	82+215	PB
Río Dos Novillos	82+615	PR
Quebrada Santa Emilia	83+005	PC
Río Destierro	83+805	PR
Afluente río Destierro	84+205	PC
	84+965	PB
Quebrada Estrella	85+225	PC
	85+615	PB
Quebrada Colombiana	86+355	PC
Quebrada América	86+845	PC
Río Germania	87+455	PR
Río Babilonia	87+755	PC
Río Vueltas (Silencio)	88+855	PR
	88+905	PB
	89+260	PB
	89+345	PB
	89+425	PB
Quebrada Herediana	89+805	PC
Río Herediana	90+055	PC
	90+475	PB
Río Peje	90+685	PR
	90+815	PB
Quebrada Muralla	91+805	PC
Quebrada Cairo	92+385	PC
Afluente quebrada Castro	93+405	PC
Quebrada Castro	93+505	PC
Río Reventazón	93+855	GR
	94+670	PB
	95+405	PB
Río Siquirres	96+705	PR
Quebrada La Plata	97+075	PC
Quebrada Cabros	97+235	PC
Caño Seco 1	97+985	PC
	98+245	PB
Caño Seco 2	98+755	PC
Río Pacuare	99+125	GR
	99+635	PB
Quebrada Diablo	99+945	PC
Afluente quebrada Diablo	100+215	PC
	100+955	PB
Río Pacuarito	101+145	PC
	102+475	PB
	103+105	PB
Afluente 1 quebrada Rosita	103+755	PC
Afluente 2 quebrada Rosita	103+915	PC
	104+155	PB
	104+495	PB
Quebrada Rosita	104+605	PC
	104+875	PB
	105+105	PB
Río Cimarrones	106+005	PR
	106+565	PB
Río Hondo	107+295	PR
	108+875	PB
Río Madre de Dios	109+175	PR
	109+315	PB
	109+515	PB
Afluente río Madre de Dios	110+155	PC
	110+415	PB
	111+005	PB
	111+305	PB
	111+475	PB
	111+705	PB

TABLA 2.1. TIPIFICACIÓN DE CAUCES (4 de 4)

CUENCA	D.O.	Tipo de cuenca
	112+255	PB
Quebrada Salsipuedes	112+455	PC
	114+505	PB
Río Barbilla	115+025	GR
Afluente río Barbilla	118+615	PC
Quebrada Calderón	120+075	PC
	120+435	PB
Río San Miguel	120+925	PC
Quebrada Aguas Claras	121+375	PR
Afluente río Chirripó	122+555	PC
	123+275	PB
	123+835	PB
Río Chirripó Atlántico	124+975	GR
Quebrada San José	126+705	PC
	127+075	PB
	128+655	PB
	128+875	PB
Río Escondido	132+605	PC
Río Cuba	133+445	PR
Río Rojo	134+345	PC
Río Toro	134+595	PR
	135+705	PB
	135+815	PB
	135+990	PB
Afluente 1 río Toro	136+695	PC
	137+105	PB
	137+295	PB
	138+055	PB
	138+955	PB
Afluente 2 río Toro	139+455	PC
	140+055	PB
	140+295	PB
Río Madre	140+895	PC
	141+345	PB
	142+905	PB
	143+605	PB
	144+270	PB
Río Blanco (2)	144+655	PR
Quebrada Turbia	147+035	PC
	147+995	PB
Río Bartolo	148+585	PC
Quebrada Chocolate	148+805	PC
	149+375	PB
	149+865	PB
	150+285	PB
	150+835	PB
	151+025	PB
	151+335	PB
	151+485	PB

Número total de cauces 241
Número total de grandes ríos (GR) 7
Número total de pequeños ríos (PR) 27
Número total de pequeñas cuencas (PC) 74
Número total de puntos bajos (PB) 133

3. METODOLOGÍA BÁSICA PARA LAS DISTINTAS ALTERNATIVAS

Como ya se ha indicado anteriormente, dependiendo de la categoría del cauce los estudios hidrológicos a realizar serán diferentes, siendo estos los siguientes:

- Grandes ríos: métodos hidrológicos completos mediante el empleo del programa HEC-1.

- Cauces con cuencas superiores a 10 Km^2 y grandes obras de drenaje (puente): métodos hidrológicos simplificados (método racional).

- Cauces con cuencas menores de 10 Km^2 y obras de drenaje menores: métodos hidrológicos simplificados, es decir, método racional. Donde se tendrá en cuenta lo especificado en los documentos: "Diseño hidrológico e hidráulico de drenajes menores de carreteras" y "Revisión de métodos de diseño hidrológico e hidráulico de alcantarillas menores para carreteras", ya que como se indica en dichos documentos el ámbito de aplicación de los mismos es para obras de drenaje menores y para cuencas de menos de 10 Km^2 de superficie.

De igual forma la metodología a seguir en el análisis hidráulico variará según la entidad del cauce. Los procedimientos llevados a cabo son:

- Grandes ríos: estudio de la capacidad del puente, con caudales de diseño de 500 años de periodo de retorno, empleando para ello el programa HEC-2.

- Cauces con cuencas superiores a 10 Km^2 y grandes obras de drenaje (puente): análisis de la capacidad del puente, con caudales de diseño de 100 años de periodo de retorno, mediante el empleo del programa HEC-2.

- Cuencas con superficie inferior a 10 Km^2 y obras de drenaje menores: predimensionamiento del drenaje transversal necesario, con caudales de diseño de 100 años de periodo de retorno. Teniendo en cuenta a la hora del predimensionamiento lo especificado en los documentos: "Diseño hidrológico e hidráulico de drenajes menores de carreteras" y "Revisión de métodos de diseño hidrológico e hidráulico de alcantarillas menores para carreteras".

El periodo de retorno de 500 años adoptado para grandes ríos se debe a que se trata de cuencas de gran tamaño, donde es previsible que se obtengan caudales muy elevados, y donde parece aconsejable realizar el estudio de las mismas para un periodo de retorno elevado.

En el caso de cuencas de más de 10 Km^2 o cuencas con grandes obras de drenaje el periodo de retorno adoptado es de 100 años, ya que aun siendo cuencas de gran tamaño no alcanzan la importancia que las catalogadas como grandes ríos.

Para cuencas de menos de 10 Km^2 y drenajes menores se ha adoptado el periodo de retorno de 100 años, aconsejado en el documento mencionado anteriormente. En él se recomienda que para drenajes menores que se diseñen para un periodo de retorno de 20 años deben ser revisados por medio del método de control a la entrada para un periodo de retorno de 100 años. A la hora de realizar el predimensionamiento se demuestra que prácticamente todos las cuencas quedan condicionadas por el control a la entrada.

4. PROBLEMÁTICA

Los problemas fundamentales a la hora de abordar el trabajo son los relativos a la insuficiencia de datos como:

- Datos de aforos: tan sólo existe una estación de aforos dentro de la zona de interés que sea fiable (Estación de Pascua nº 9-12 dentro de la cuenca del río Reventazón).
- Escasez de estaciones pluviométricas en algunas zonas.
- Escasez de pluviogramas con carácter general.

5. METODOLOGÍA GENERAL

La única cuenca que se encuentra lo suficientemente instrumentada es la perteneciente al río Reventazón, donde se tienen datos de 6 estaciones pluviométricas y 1 estación de aforos. Por tanto, se realizará un estudio hidrológico detallado de la misma mediante el método hidrometeorológico, que será calibrado con los resultados del análisis estadístico de la estación de aforos.

Los resultados de este estudio se extrapolarán, finalmente, al resto de los cauces.

6. ESTUDIO DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS

6.1. Recopilación de datos y selección de los mismos

El análisis para la definición de las precipitaciones máximas más probables dentro de la zona a estudio comienza con la recopilación de los datos de precipitaciones recogidos por las estaciones pluviométricas en el área de interés. Se solicitaron las precipitaciones máximas mensuales en 24 h de un total de 29 estaciones pluviométricas que, por su proximidad a la traza y por sus características, pudieran ser representativas. En la tabla 6.1. se incluye una relación de las citadas estaciones.

En el apéndice 1 se detalla, para cada estación, por meses, la precipitación máxima en 24 h. Los años hidrológicos (de mayo a abril) incompletos corresponden a aquellos que presentan series de datos inferiores a 10 meses, y no son utilizados en el análisis estadístico.

Para el análisis estadístico se tendrán en cuenta todas las estaciones enumeradas en la tabla 6.1. a excepción de "Río Claro" debido al reducido número de años completos.

A continuación en el plano 6.1. se presenta a escala 1:200.000 la situación de las estaciones pluviométricas con respecto al trazado.

6.2. Análisis estadístico de las estaciones seleccionadas

Las distribuciones y ajustes empleados en el análisis son:

- Distribución de Gumbel ajustada por el método de los momentos.
- Distribución de Gumbel ajustada por el método de la máxima verosimilitud.

En el apéndice 2 se incluyen los listados obtenidos al analizar cada estación con las distribuciones anteriormente citadas.

Un resumen de los resultados de los ajustes se incluye a continuación (tablas 6.2.-6.9.) para los periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200 y 500 años.

Se observa que la distribución ajustada por el método de los momentos arroja, de manera general, resultados algo superiores que la correspondiente al método de la máxima verosimilitud.

6.3. Análisis de correlaciones

Debido a que existen áreas importantes en la zona a estudio vacías de pluviómetros no resulta fiable el empleo de métodos de poligonación, por lo que en el presente apartado se analizarán las posibles relaciones entre las precipitaciones (media, desviación típica y coeficiente de variación), y la ubicación de las estaciones (longitud, latitud y cota). Se realiza un análisis para cada vertiente (Pacífica o Atlántica).

a. Vertiente Pacífica

El número de estaciones disponibles en la vertiente Atlántica es de 6. En la tabla 6.10. se muestran los datos de partida para el análisis de correlaciones.

En las figuras 6.1., 6.2. y 6.3. se muestran las isolíneas de la media, desviación típica y coeficiente de variación respectivamente, sobre el plano de situación (longitud-latitud) de las estaciones pluviométricas. Como puede observarse en los mapas de isolíneas la estación de Tibas es la que más desajusta la posible uniformidad entre isolíneas en los casos de la desviación típica y el coeficiente de variación.

Conocido esto se realiza el análisis de regresión múltiple, entre los valores estadísticos de las precipitaciones y la ubicación de las estaciones. Los resultados se muestran en el apéndice 3, y de ellos se desprende que al incluir la estación de Tibas, tan solo la media de las precipitaciones se relaciona con la altitud. En cambio al eliminar la estación de Tibas del análisis de regresión múltiple se establecen dos relaciones posibles siendo éstas:

$$\text{Media} = 0{,}037145 \cdot \text{Altitud} + 36{,}013598$$

$$\text{D. Típica} = 0{,}018185 \cdot \text{Altitud} - 2{,}243780$$

Con ambas expresiones es posible establecer una relación entre la precipitación y la altitud ya que:

$$P(t) = \mu + K \cdot \sigma$$

siendo:

P(t): precipitación en función del periodo de retorno.

μ: media (relacionada con la altitud).

K: coeficiente que depende del periodo de retorno

$$K = -\left[0{,}45 + 0{,}7797\, Ln\left(-Ln\left(1 - \frac{1}{T}\right)\right)\right]$$

siendo T: periodo de retorno (años).

σ: desviación típica (relacionada con la altitud).

b. Vertiente Atlántica

El número de estaciones disponibles en la vertiente Atlántica es de 22. En la tabla 6.11. se incluyen los datos de partida para el análisis de correlaciones.

En las figuras 6.4., 6.5. y 6.6. se muestran las isolíneas de la media, desviación típica y coeficiente de variación.

Los resultados del análisis de regresión múltiple se muestran en el apéndice 4, donde se han ensayado dos casos: análisis con todas las estaciones disponibles o eliminando la estación de La Cangreja muy próxima al límite entre las dos vertientes. En ambos casos la media se relaciona con la latitud, y el coeficiente de variación con la latitud y la altitud, si bien al eliminar la estación de La Cangreja el coeficiente R^2 aumenta, y por lo tanto es mejor correlación. Por tanto, las dos expresiones resultantes son:

$$\text{Media} = 145{,}891046 \cdot \text{Latitud} - 1296{,}987722$$

$$\text{C. Variación} = -0{,}564868\ \text{Latitud} - 6{,}05189 \cdot 10^{-0{,}5}\ \text{Altitud} + 6{,}049705$$

Al igual que en la vertiente Pacífica con ambas expresiones es posible establecer una relación entre la precipitación y la altitud y latitud.

c. Validación del modelo

Según puede verse en las figuras 6.7. y 6.8. y en los gráficos 6.1. y 6.2. donde se comparan los valores estimados con los valores registrados se observa que la relación obtenida es fiable.

6.4. Precipitaciones máximas en 24 h

Finalmente, y conociendo la cota y la latitud de las cuencas vertientes, es posible obtener la precipitación máxima en 24 h para distintos periodos de retorno.

En las tablas 6.12. y 6.13. se incluyen los valores de las precipitaciones obtenidos.

TABLA 6.1. RELACIÓN DE ESTACIONES

NOMBRE	VERTIENTE	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD	AÑOS REGISTRADOS	AÑOS COMPLETOS
CARRILLO	A	83° 57´	10° 10´	730	16	12
DIAMANTE	A	83º 46'	10º 13'	249	36	32
EL CARMEN	A	83º 29'	10º 12	15	29	27
LA LOLA	A	83º 23'	10º 06'	40	51	49
LIMÓN	A	83º 03'	10º 00'	5	51	49
MONTURA	A	83° 58´	10° 07´	1000	16	15
MOZOTAL	P	84º 02'	9º 58'	1300	14	11
PAVAS	P	84º 08'	9º 58'	997	25	22
QUEBRADA GONZÁLEZ	A	83° 56´	10° 10´	480	12	10
RANCHO REDONDO	P	83º 57'	9º 57'	1780	50	41
SAN JOSÉ	P	84º 05'	9º 56'	1172	47	44
SAN JOSECITO	P	84º 02'	10º 01'	1450	30	28
TIBAS	P	84º 05'	9º 58'	1162	19	9
ZURQUI	A	84º 01'	10º 03'	1563	12	9
EL HUMO	A	83º 43'	9º 48'	680	46	41
VILLA MILLS	A	83º 43'	9º 34'	3000	59	48
T-SEIS	A	83º 46'	9º 43'	2000	38	24
OJO DE AGUA	A	83º 49'	9º 37'	2960	38	35
EL GATO	A	83º 42'	9º 42'	1600	33	31
TUCURRIQUE	A	83º 43'	9º 52'	770	37	35
TAPANTÍ	A	83º 50'	9º 46'	1203	41	39
LA CANGREJA	A	83º 58'	9º 48'	1830	38	36
FINCA MIRADOR	A	83º 28'	10º 02'	440	24	21
ROCAS BLANCAS	A	83º 30'	9º 45'	825	34	30
PACUARE	A	83º 31'	9º 49'	800	38	36
BATÁN	A	83º 20'	10º 05'	15	34	31
SIQUIRRES	A	83º 31'	10º 06'	70	33	30
PACUAR	A	83º 34'	9º 55'	710	24	22
RÍO CLARO	A	83° 59´	10° 05´	1460	4	2

NUMERO TOTAL DE ESTACIONES RECOPILADAS: 29
Vertiente: A (Atlántica), P (Pacífica)
Años completos: 10 meses o más registrados

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES	CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES	EMPRESA CONSULTORA GETINSA – NOVOTECNI Y ASOCIADOS	ING. AUTORES DEL ESTUDIO OSCAR MARTINEZ – PEDRO D. GÓMEZ	INGENIERO COORDINADOR DEL ESTUDIO EDWIN C. RODRÍGUEZ	ESCALAS 1\200.000 ORIGINALES; 0 1 2 3 4 5Km GRAFICAS	TITULO CARRETERA BRAULIO CARRILLO (SAN JOSÉ – GUÁPILES – LIMÓN) DISEÑO PRELIMINAR Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO	Nº No. PP 02-99	Nº PLANO 6.1 HOJA 1 DE 4	DESIGNACION SITUACIÓN DE ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS	FECHA OCTUBRE 2.000

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES	Consejo Nacional de Concesiones — CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES	EMPRESA CONSULTORA GETINSA – NOVOTECNI Y ASOCIADOS	ING. AUTORES DEL ESTUDIO OSCAR MARTINEZ – PEDRO D. GÓMEZ	INGENIERO COORDINADOR DEL ESTUDIO EDWIN C. RODRÍGUEZ	ESCALAS 1\200.000 ORIGINALES — 0 1 2 3 4 5Km GRAFICAS	TITULO CARRETERA BRAULIO CARRILLO (SAN JOSÉ – GUÁPILES – LIMÓN) DISEÑO PRELIMINAR Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO	Nº No. PP 02–99	Nº PLANO 6.1 HOJA 2 DE 4	DESIGNACION SITUACIÓN DE ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS	FECHA OCTUBRE 2.000

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES	CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES	EMPRESA CONSULTORA: GETINSA – NOVOTECNI Y ASOCIADOS	ING. AUTORES DEL ESTUDIO: OSCAR MARTINEZ – PEDRO D. GÓMEZ	INGENIERO COORDINADOR DEL ESTUDIO: EDWIN C. RODRÍGUEZ	ESCALAS: ORIGINALES 1\200.000; GRAFICAS 0 1 2 3 4 5Km	TITULO: CARRETERA BRAULIO CARRILLO (SAN JOSÉ – GUÁPILES – LIMÓN) DISEÑO PRELIMINAR Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO	Nº: No. PP 02-99	Nº PLANO 6.1; HOJA 3 DE 4	DESIGNACION: SITUACIÓN DE ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS	FECHA: OCTUBRE 2.000

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES	CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES	EMPRESA CONSULTORA GETINSA – NOVOTECNI Y ASOCIADOS	ING. AUTORES DEL ESTUDIO OSCAR MARTINEZ – PEDRO D. GÓMEZ	INGENIERO COORDINADOR DEL ESTUDIO EDWIN C. RODRÍGUEZ	ESCALAS ORIGINALES 1\200.000 GRAFICAS 0 1 2 3 4 5Km	TITULO CARRETERA BRAULIO CARRILLO (SAN JOSÉ – GUÁPILES – LIMÓN) DISEÑO PRELIMINAR Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO	Nº No. PP 02-99	Nº PLANO 6.1 HOJA 4 DE 4	DESIGNACION SITUACIÓN DE ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS	FECHA OCTUBRE 2.000

TABLA 6.2. PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 h (mm). PERIODO DE RETORNO 2 AÑOS

Estación	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD	GUMBEL Momentos (mm)	GUMBEL Máxima verosimilitud (mm)
CARRILLO	83° 57´	10° 10´	730	200	199
DIAMANTE	83º 46'	10º 13'	249	144	144
EL CARMEN	83º 29'	10º 12	15	158	158
LA LOLA	83º 23'	10º 06'	40	161	162
LIMÓN	83º 03'	10º 00'	5	160	159
MONTURA	83° 58´	10° 07´	1000	194	194
MOZOTAL	84º 02'	9º 58'	1300	77	77
PAVAS	84º 08'	9º 58'	997	73	73
QUEBRADA GONZÁLEZ	83° 56´	10° 10´	480	193	193
RANCHO REDONDO	83º 57'	9º 57'	1780	97	97
SAN JOSÉ	84º 05'	9º 56'	1172	74	74
SAN JOSECITO	84º 02'	10º 01'	1450	89	89
TIBAS	84º 05'	9º 58'	1162	76	76
ZURQUI	84º 01'	10º 03'	1563	181	182
EL HUMO	83º 43'	9º 48'	680	123	122
VILLA MILLS	83º 43'	9º 34'	3000	86	86
T-SEIS	83º 46'	9º 43'	2000	147	147
OJO DE AGUA	83º 49'	9º 37'	2960	76	75
EL GATO	83º 42'	9º 42'	1600	129	129
TUCURRIQUE	83º 43'	9º 52'	770	107	106
TAPANTÍ	83º 50'	9º 46'	1203	94	94
LA CANGREJA	83º 58'	9º 48'	1830	66	66
FINCA MIRADOR	83º 28'	10º 02'	440	161	160
ROCAS BLANCAS	83º 30'	9º 45'	825	108	108
PACUARE	83º 31'	9º 49'	800	123	122
BATÁN	83º 20'	10º 05'	15	167	166
SIQUIRRES	83º 31'	10º 06'	70	147	146
PACUAR	83º 34'	9º 55'	710	154	153
MEDIA (mm)				127	127

TABLA 6.3. PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 h (mm). PERIODO DE RETORNO 5 AÑOS

Estación	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD	GUMBEL Momentos (mm)	GUMBEL Máxima verosimilitud (mm)
CARRILLO	83° 57´	10° 10´	730	236	233
DIAMANTE	83º 46'	10º 13'	249	183	182
EL CARMEN	83º 29'	10º 12	15	192	200
LA LOLA	83º 23'	10º 06'	40	211	210
LIMÓN	83º 03'	10º 00'	5	224	209
MONTURA	83° 58´	10° 07´	1000	258	255
MOZOTAL	84º 02'	9º 58'	1300	94	94
PAVAS	84º 08'	9º 58'	997	89	90
QUEBRADA GONZÁLEZ	83° 56´	10° 10´	480	233	230
RANCHO REDONDO	83º 57'	9º 57'	1780	125	122
SAN JOSÉ	84º 05'	9º 56'	1172	89	90
SAN JOSECITO	84º 02'	10º 01'	1450	108	108
TIBAS	84º 05'	9º 58'	1162	102	96
ZURQUI	84º 01'	10º 03'	1563	242	257
EL HUMO	83º 43'	9º 48'	680	187	165
VILLA MILLS	83º 43'	9º 34'	3000	127	115
T-SEIS	83º 46'	9º 43'	2000	187	183
OJO DE AGUA	83º 49'	9º 37'	2960	111	99
EL GATO	83º 42'	9º 42'	1600	171	158
TUCURRIQUE	83º 43'	9º 52'	770	155	144
TAPANTÍ	83º 50'	9º 46'	1203	127	122
LA CANGREJA	83º 58'	9º 48'	1830	82	81
FINCA MIRADOR	83º 28'	10º 02'	440	205	202
ROCAS BLANCAS	83º 30'	9º 45'	825	166	148
PACUARE	83º 31'	9º 49'	800	192	170
BATÁN	83º 20'	10º 05'	15	219	216
SIQUIRRES	83º 31'	10º 06'	70	195	189
PACUAR	83º 34'	9º 55'	710	204	198
MEDIA (mm)				168	163

TABLA 6.4. PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 h (mm). PERIODO DE RETORNO 10 AÑOS

Estación	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD	GUMBEL Momentos (mm)	GUMBEL Máxima verosimilitud (mm)
CARRILLO	83° 57´	10° 10´	730	260	255
DIAMANTE	83º 46'	10º 13'	249	208	207
EL CARMEN	83º 29'	10º 12	15	215	228
LA LOLA	83º 23'	10º 06'	40	244	243
LIMÓN	83º 03'	10º 00'	5	267	242
MONTURA	83° 58´	10° 07´	1000	300	295
MOZOTAL	84º 02'	9º 58'	1300	105	105
PAVAS	84º 08'	9º 58'	997	100	101
QUEBRADA GONZÁLEZ	83° 56´	10° 10´	480	259	255
RANCHO REDONDO	83º 57'	9º 57'	1780	144	138
SAN JOSÉ	84º 05'	9º 56'	1172	99	101
SAN JOSECITO	84º 02'	10º 01'	1450	121	120
TIBAS	84º 05'	9º 58'	1162	118	110
ZURQUI	84º 01'	10º 03'	1563	282	307
EL HUMO	83º 43'	9º 48'	680	230	193
VILLA MILLS	83º 43'	9º 34'	3000	153	134
T-SEIS	83º 46'	9º 43'	2000	213	206
OJO DE AGUA	83º 49'	9º 37'	2960	135	115
EL GATO	83º 42'	9º 42'	1600	198	178
TUCURRIQUE	83º 43'	9º 52'	770	187	169
TAPANTÍ	83º 50'	9º 46'	1203	150	142
LA CANGREJA	83º 58'	9º 48'	1830	92	90
FINCA MIRADOR	83º 28'	10º 02'	440	234	230
ROCAS BLANCAS	83º 30'	9º 45'	825	205	174
PACUARE	83º 31'	9º 49'	800	237	202
BATÁN	83º 20'	10º 05'	15	254	248
SIQUIRRES	83º 31'	10º 06'	70	227	217
PACUAR	83º 34'	9º 55'	710	238	227
MEDIA (mm)				196	187

TABLA 6.5. PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 h (mm). PERIODO DE RETORNO 25 AÑOS

Estación	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD	GUMBEL Momentos (mm)	GUMBEL Máxima verosimilitud (mm)
CARRILLO	83° 57´	10° 10´	730	290	283
DIAMANTE	83º 46'	10º 13'	249	240	239
EL CARMEN	83º 29'	10º 12	15	244	263
LA LOLA	83º 23'	10º 06'	40	286	284
LIMÓN	83º 03'	10º 00'	5	321	284
MONTURA	83° 58´	10° 07´	1000	353	346
MOZOTAL	84º 02'	9º 58'	1300	119	120
PAVAS	84º 08'	9º 58'	997	114	115
QUEBRADA GONZÁLEZ	83° 56´	10° 10´	480	292	287
RANCHO REDONDO	83º 57'	9º 57'	1780	167	159
SAN JOSÉ	84º 05'	9º 56'	1172	112	115
SAN JOSECITO	84º 02'	10º 01'	1450	137	136
TIBAS	84º 05'	9º 58'	1162	140	127
ZURQUI	84º 01'	10º 03'	1563	334	370
EL HUMO	83º 43'	9º 48'	680	284	229
VILLA MILLS	83º 43'	9º 34'	3000	237	194
T-SEIS	83º 46'	9º 43'	2000	246	236
OJO DE AGUA	83º 49'	9º 37'	2960	164	150
EL GATO	83º 42'	9º 42'	1600	233	203
TUCURRIQUE	83º 43'	9º 52'	770	227	201
TAPANTÍ	83º 50'	9º 46'	1203	178	166
LA CANGREJA	83º 58'	9º 48'	1830	105	103
FINCA MIRADOR	83º 28'	10º 02'	440	271	266
ROCAS BLANCAS	83º 30'	9º 45'	825	253	208
PACUARE	83º 31'	9º 49'	800	295	242
BATÁN	83º 20'	10º 05'	15	297	289
SIQUIRRES	83º 31'	10º 06'	70	266	252
PACUAR	83º 34'	9º 55'	710	280	265
MEDIA (mm)				232	219

TABLA 6.6. PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 h (mm). PERIODO DE RETORNO 50 AÑOS

Estación	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD	GUMBEL Momentos (mm)	GUMBEL Máxima verosimilitud (mm)
CARRILLO	83° 57´	10° 10´	730	312	304
DIAMANTE	83º 46'	10º 13'	249	264	262
EL CARMEN	83º 29'	10º 12	15	265	290
LA LOLA	83º 23'	10º 06'	40	317	314
LIMÓN	83º 03'	10º 00'	5	361	315
MONTURA	83° 58´	10° 07´	1000	392	384
MOZOTAL	84º 02'	9º 58'	1300	129	130
PAVAS	84º 08'	9º 58'	997	124	126
QUEBRADA GONZÁLEZ	83° 56´	10° 10´	480	316	310
RANCHO REDONDO	83º 57'	9º 57'	1780	185	175
SAN JOSÉ	84º 05'	9º 56'	1172	121	125
SAN JOSECITO	84º 02'	10º 01'	1450	149	148
TIBAS	84º 05'	9º 58'	1162	155	140
ZURQUI	84º 01'	10º 03'	1563	372	416
EL HUMO	83º 43'	9º 48'	680	324	256
VILLA MILLS	83º 43'	9º 34'	3000	212	176
T-SEIS	83º 46'	9º 43'	2000	270	258
OJO DE AGUA	83º 49'	9º 37'	2960	186	150
EL GATO	83º 42'	9º 42'	1600	259	222
TUCURRIQUE	83º 43'	9º 52'	770	257	225
TAPANTÍ	83º 50'	9º 46'	1203	199	183
LA CANGREJA	83º 58'	9º 48'	1830	115	112
FINCA MIRADOR	83º 28'	10º 02'	440	299	292
ROCAS BLANCAS	83º 30'	9º 45'	825	289	233
PACUARE	83º 31'	9º 49'	800	338	272
BATÁN	83º 20'	10º 05'	15	329	320
SIQUIRRES	83º 31'	10º 06'	70	296	279
PACUAR	83º 34'	9º 55'	710	311	292
MEDIA (mm)				255	240

TABLA 6.7.PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 h (mm). PERIODO DE RETORNO 100 AÑOS

Estación	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD	GUMBEL Momentos (mm)	GUMBEL Máxima verosimilitud (mm)
CARRILLO	83° 57´	10° 10´	730	334	325
DIAMANTE	83º 46'	10º 13'	249	288	286
EL CARMEN	83º 29'	10º 12	15	287	316
LA LOLA	83º 23'	10º 06'	40	348	344
LIMÓN	83º 03'	10º 00'	5	401	346
MONTURA	83° 58´	10° 07´	1000	431	422
MOZOTAL	84º 02'	9º 58'	1300	139	141
PAVAS	84º 08'	9º 58'	997	134	136
QUEBRADA GONZÁLEZ	83° 56´	10° 10´	480	340	333
RANCHO REDONDO	83º 57'	9º 57'	1780	202	190
SAN JOSÉ	84º 05'	9º 56'	1172	131	135
SAN JOSECITO	84º 02'	10º 01'	1450	160	160
TIBAS	84º 05'	9º 58'	1162	171	153
ZURQUI	84º 01'	10º 03'	1563	409	463
EL HUMO	83º 43'	9º 48'	680	463	282
VILLA MILLS	83º 43'	9º 34'	3000	237	194
T-SEIS	83º 46'	9º 43'	2000	294	281
OJO DE AGUA	83º 49'	9º 37'	2960	208	165
EL GATO	83º 42'	9º 42'	1600	285	240
TUCURRIQUE	83º 43'	9º 52'	770	287	248
TAPANTÍ	83º 50'	9º 46'	1203	219	201
LA CANGREJA	83º 58'	9º 48'	1830	125	121
FINCA MIRADOR	83º 28'	10º 02'	440	326	318
ROCAS BLANCAS	83º 30'	9º 45'	825	325	258
PACUARE	83º 31'	9º 49'	800	380	302
BATÁN	83º 20'	10º 05'	15	362	350
SIQUIRRES	83º 31'	10º 06'	70	325	305
PACUAR	83º 34'	9º 55'	710	342	320
MEDIA (mm)				284	262

TABLA 6.8. PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 h (mm). PERIODO DE RETORNO 200 AÑOS

Estación	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD	GUMBEL Momentos (mm)	GUMBEL Máxima verosimilitud (mm)
CARRILLO	83° 57´	10° 10´	730	356	346
DIAMANTE	83º 46'	10º 13'	249	311	309
EL CARMEN	83º 29'	10º 12	15	308	342
LA LOLA	83º 23'	10º 06'	40	378	374
LIMÓN	83º 03'	10º 00'	5	440	376
MONTURA	83° 58´	10° 07´	1000	470	460
MOZOTAL	84º 02'	9º 58'	1300	149	151
PAVAS	84º 08'	9º 58'	997	145	147
QUEBRADA GONZÁLEZ	83° 56´	10° 10´	480	364	356
RANCHO REDONDO	83º 57'	9º 57'	1780	220	205
SAN JOSÉ	84º 05'	9º 56'	1172	140	145
SAN JOSECITO	84º 02'	10º 01'	1450	172	171
TIBAS	84º 05'	9º 58'	1162	187	165
ZURQUI	84º 01'	10º 03'	1563	447	509
EL HUMO	83º 43'	9º 48'	680	404	309
VILLA MILLS	83º 43'	9º 34'	3000	261	212
T-SEIS	83º 46'	9º 43'	2000	318	303
OJO DE AGUA	83º 49'	9º 37'	2960	230	180
EL GATO	83º 42'	9º 42'	1600	311	258
TUCURRIQUE	83º 43'	9º 52'	770	316	272
TAPANTÍ	83º 50'	9º 46'	1203	240	219
LA CANGREJA	83º 58'	9º 48'	1830	134	130
FINCA MIRADOR	83º 28'	10º 02'	440	353	344
ROCAS BLANCAS	83º 30'	9º 45'	825	361	283
PACUARE	83º 31'	9º 49'	800	422	331
BATÁN	83º 20'	10º 05'	15	394	380
SIQUIRRES	83º 31'	10º 06'	70	355	331
PACUAR	83º 34'	9º 55'	710	373	347
MEDIA (mm)				306	284

TABLA 6.9. PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 h (mm). PERIODO DE RETORNO 500 AÑOS

Estación	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD	GUMBEL Momentos (mm)	GUMBEL Máxima verosimilitud (mm)
CARRILLO	83° 57´	10° 10´	730	385	373
DIAMANTE	83º 46'	10º 13'	249	342	340
EL CARMEN	83º 29'	10º 12	15	336	376
LA LOLA	83º 23'	10º 06'	40	419	413
LIMÓN	83º 03'	10º 00'	5	493	417
MONTURA	83° 58´	10° 07´	1000	522	509
MOZOTAL	84º 02'	9º 58'	1300	162	165
PAVAS	84º 08'	9º 58'	997	158	160
QUEBRADA GONZÁLEZ	83° 56´	10° 10´	480	396	387
RANCHO REDONDO	83º 57'	9º 57'	1780	242	226
SAN JOSÉ	84º 05'	9º 56'	1172	153	159
SAN JOSECITO	84º 02'	10º 01'	1450	188	187
TIBAS	84º 05'	9º 58'	1162	207	182
ZURQUI	84º 01'	10º 03'	1563	496	570
EL HUMO	83º 43'	9º 48'	680	456	344
VILLA MILLS	83º 43'	9º 34'	3000	294	235
T-SEIS	83º 46'	9º 43'	2000	350	332
OJO DE AGUA	83º 49'	9º 37'	2960	258	199
EL GATO	83º 42'	9º 42'	1600	345	283
TUCURRIQUE	83º 43'	9º 52'	770	355	302
TAPANTÍ	83º 50'	9º 46'	1203	267	242
LA CANGREJA	83º 58'	9º 48'	1830	147	141
FINCA MIRADOR	83º 28'	10º 02'	440	389	378
ROCAS BLANCAS	83º 30'	9º 45'	825	408	315
PACUARE	83º 31'	9º 49'	800	478	370
BATÁN	83º 20'	10º 05'	15	436	420
SIQUIRRES	83º 31'	10º 06'	70	393	365
PACUAR	83º 34'	9º 55'	710	414	383
MEDIA (mm)				339	313

TABLA 6.10. DATOS DEL ANÁLISIS DE CORRELACIONES. VERTIENTE PACÍFICA

NOMBRE	VERTIENTE	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD	Media	D. Típica	C_v	P_{10}	P_{25}	P_{100}	P_{500}
MOZOTAL	P	84,03	9,97	1300	80,6	19,5	0,2	105	119	139	162
PAVAS	P	84,13	9,97	997	76,3	19	0,2	100	114	134	158
RANCHO REDONDO	P	83,95	9,95	1780	102,6	32,3	0,3	144	167	202	242
SAN JOSÉ	P	84,08	9,93	1172	76,8	17,6	0,2	99	112	131	153
SAN JOSECITO	P	84,03	10,02	1450	92,6	22,2	0,2	121	137	160	188
TIBAS	P	84,08	9,97	1162	81,2	30,3	0,4	118	140	171	207

FIGURA 6.1. VERTIENTE PACÍFICA

MEDIA

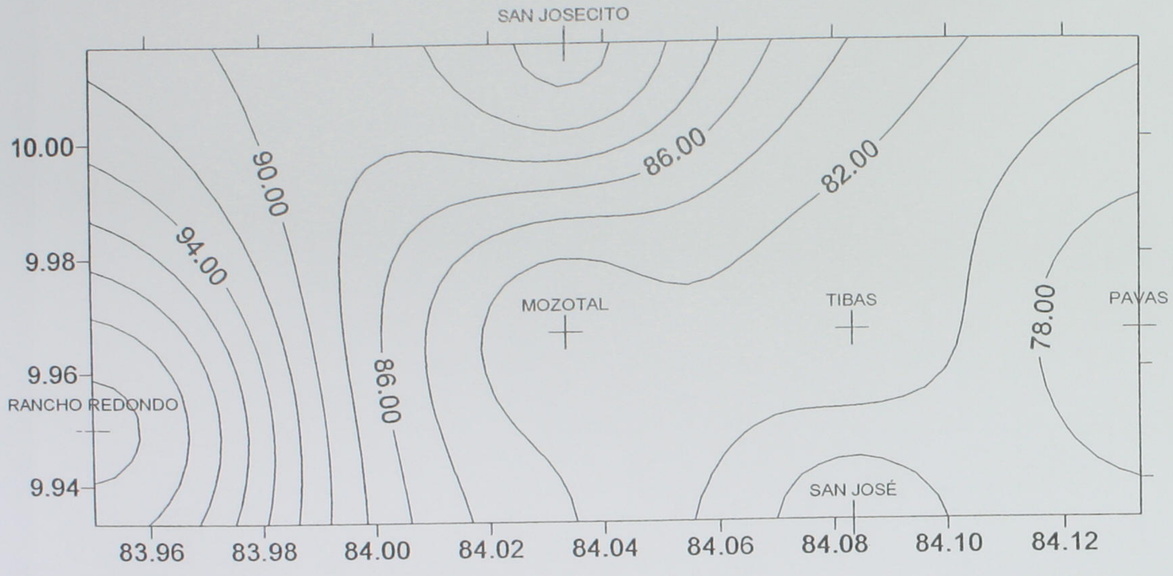


FIGURA 6.2. VERTIENTE PACÍFICA

D. TIPICA

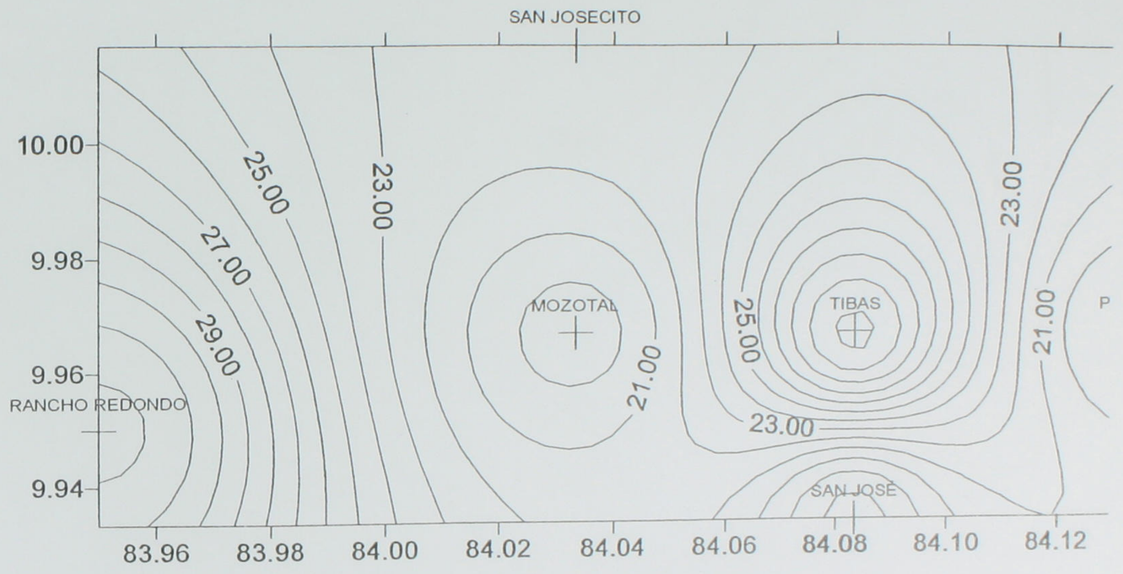


FIGURA 6.3. VERTIENTE PACÍFICA

C. VARIACION - VERTIENTE PACIFICA

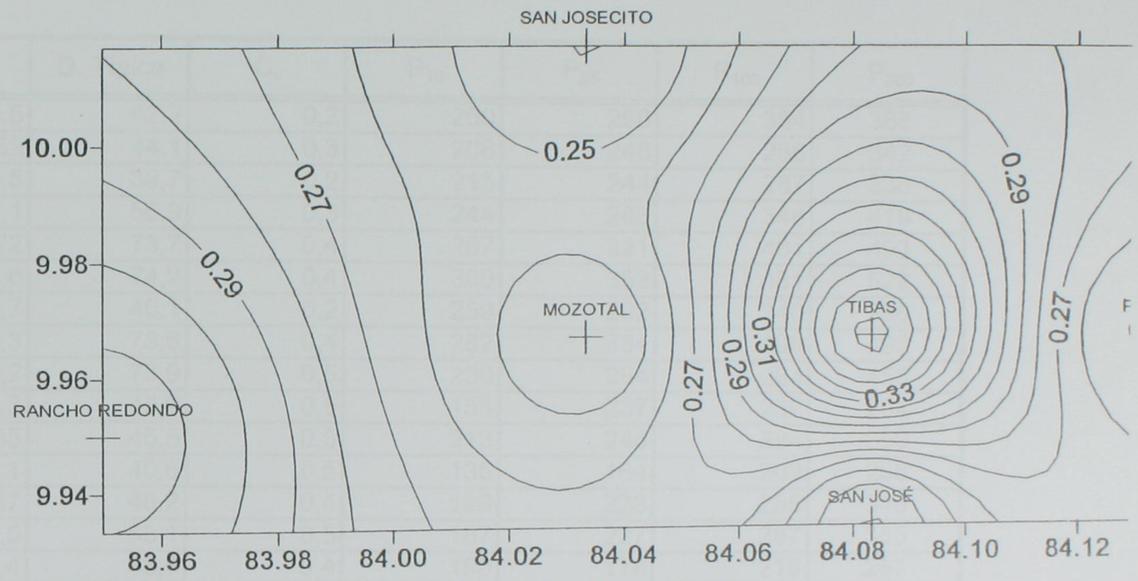


TABLA 6.11. DATOS DEL ANÁLISIS DE CORRELACIONES. VERTIENTE ATLÁNTICA

NOMBRE	VERTIENTE	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD	Media	D. Típica	C_v	P_{10}	P_{25}	P_{100}	P_{500}
CARRILLO	A	83,95	10,17	730	206,5	42,2	0,2	260	290	334	385
DIAMANTE	A	83,77	10,22	249	152	44,1	0,3	208	240	288	342
EL CARMEN	A	83,48	10,20	15	164,5	39,7	0,2	215	244	287	336
LA LOLA	A	83,38	10,10	40	171,1	56,9	0,3	244	286	348	419
LIMÓN	A	83,05	10,00	5	172	73,7	0,4	267	321	401	493
MONTURA	A	83,97	10,12	1000	206,6	74,2	0,4	300	353	431	522
QUEBRADA GONZÁLEZ	A	83,93	10,17	480	209,7	46,1	0,2	259	292	340	396
ZURQUI	A	84,02	10,05	1563	192,3	73,6	0,4	282	334	409	496
EL HUMO	A	83,72	9,80	680	135,2	73,9	0,5	230	284	264	456
VILLA MILLS	A	83,72	9,57	3000	94,3	45,9	0,5	153	237	237	294
T-SEIS	A	83,77	9,72	2000	155	45,5	0,3	213	246	294	350
OJO DE AGUA	A	83,82	9,62	2960	83,1	40,6	0,5	135	164	208	258
EL GATO	A	83,70	9,70	1600	137	48,2	0,4	198	233	285	345
TUCURRIQUE	A	83,72	9,87	770	116,5	55,1	0,5	187	227	287	355
TAPANTÍ	A	83,83	9,77	1203	100,4	38,5	0,4	150	178	219	267
LA CANGREJA	A	83,97	9,80	1830	69,8	17,9	0,3	92	105	125	147
FINCA MIRADOR	A	83,47	10,03	440	169,3	51,1	0,3	234	271	326	389
ROCAS BLANCAS	A	83,50	9,75	825	119,1	66,9	0,6	205	253	325	408
PACUARE	A	83,52	9,82	800	136,3	78,8	0,6	237	295	380	478
BATÁN	A	83,33	10,08	15	177	59,9	0,3	254	297	362	436
SIQUIRRES	A	83,52	10,10	70	156,7	54,7	0,3	227	266	325	393
PACUAR	A	83,57	9,92	710	163,9	58,2	0,4	238	280	342	414

FIGURA 6.4. VERTIENTE ATLÁNTICA

MEDIA - VERTIENTE ATLANTICA

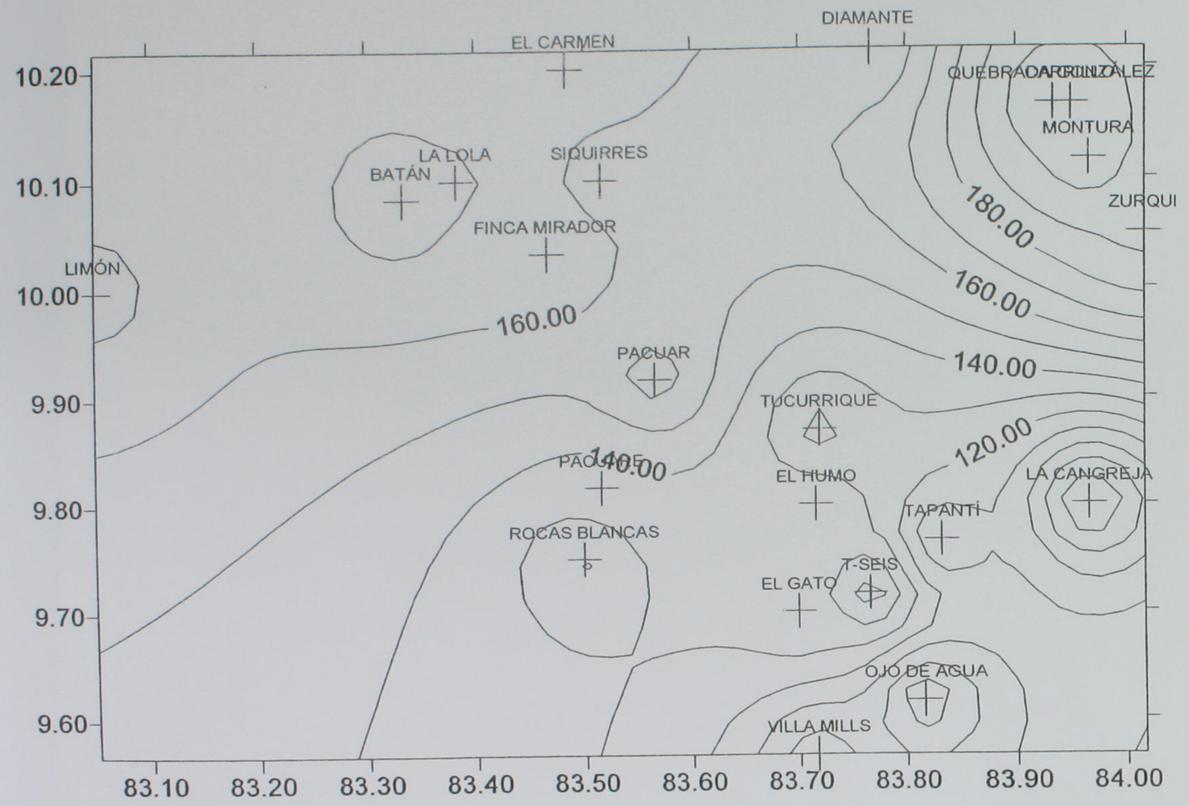


FIGURA 6.5. VERTIENTE ATLÁNTICA

D. TIPICA - VERTIENTE ATLANTICA

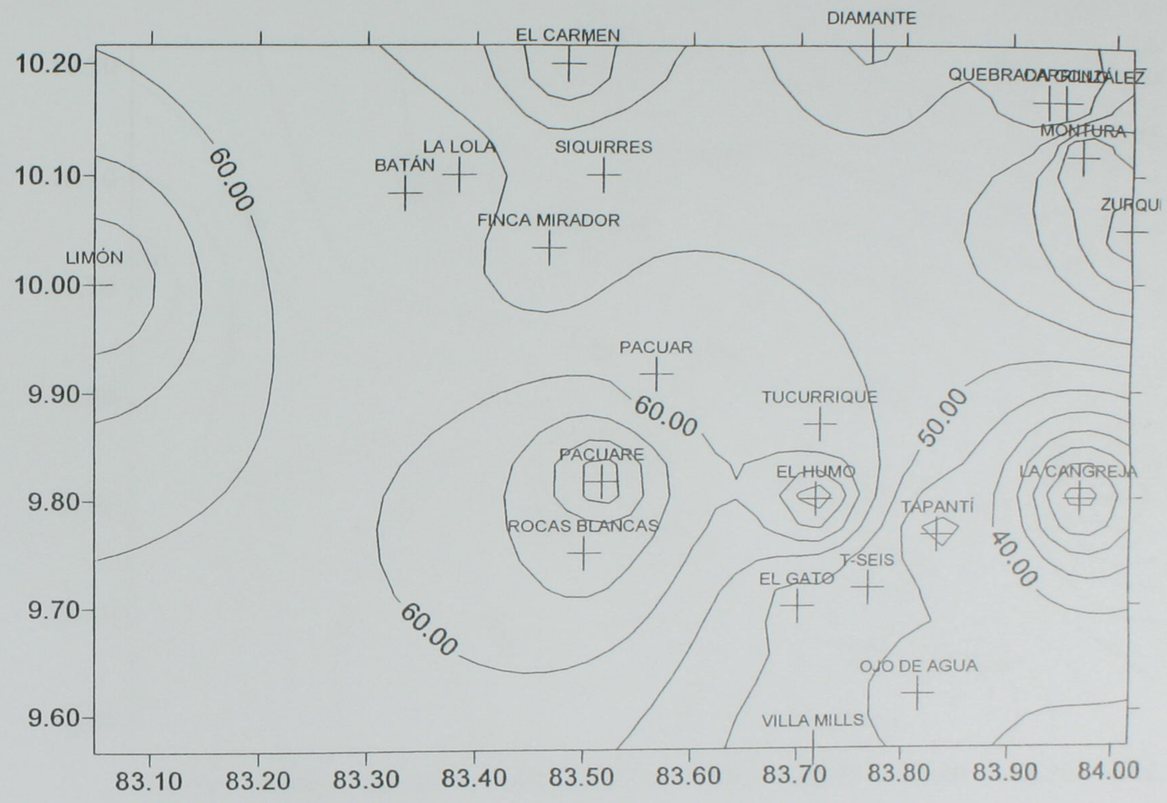


FIGURA 6.6. VERTIENTE ATLÁNTICA

C. VARIACION - VERTIENTE ATLANTICA

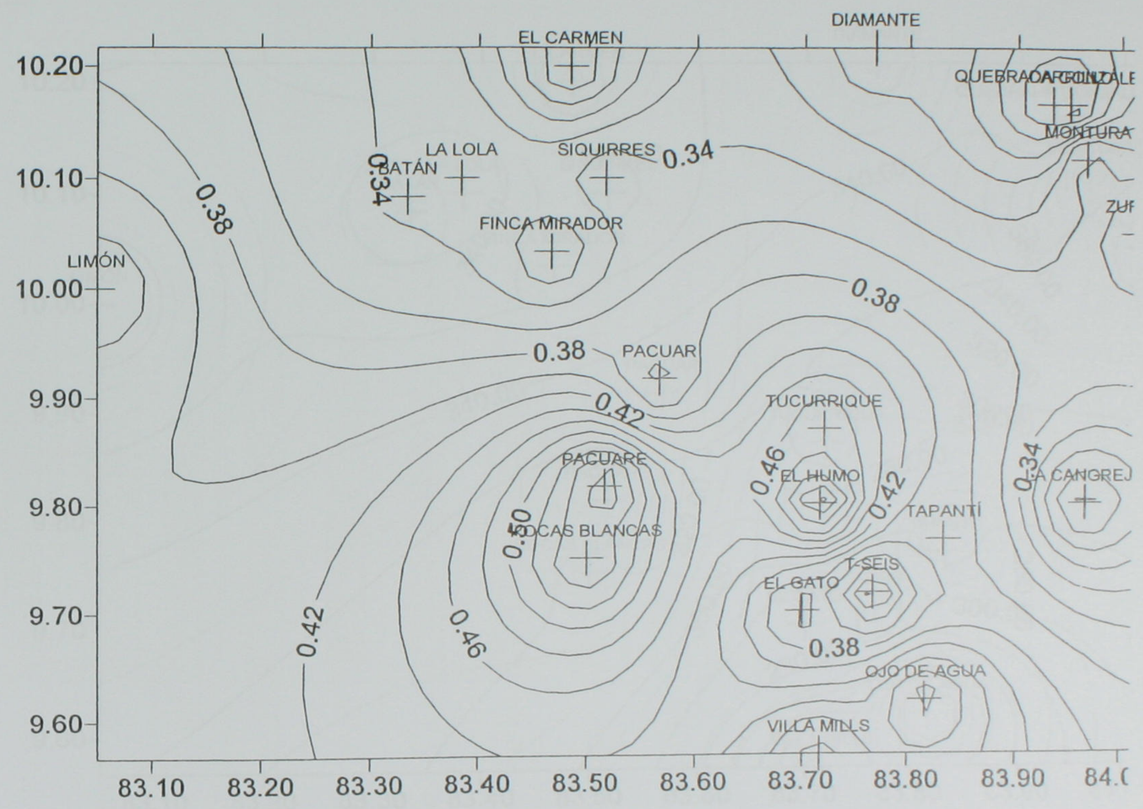


FIGURA 6.7.

VALIDACION DEL MODELO. P10

VALORES REGISTRADOS

VALORES ESTIMADOS

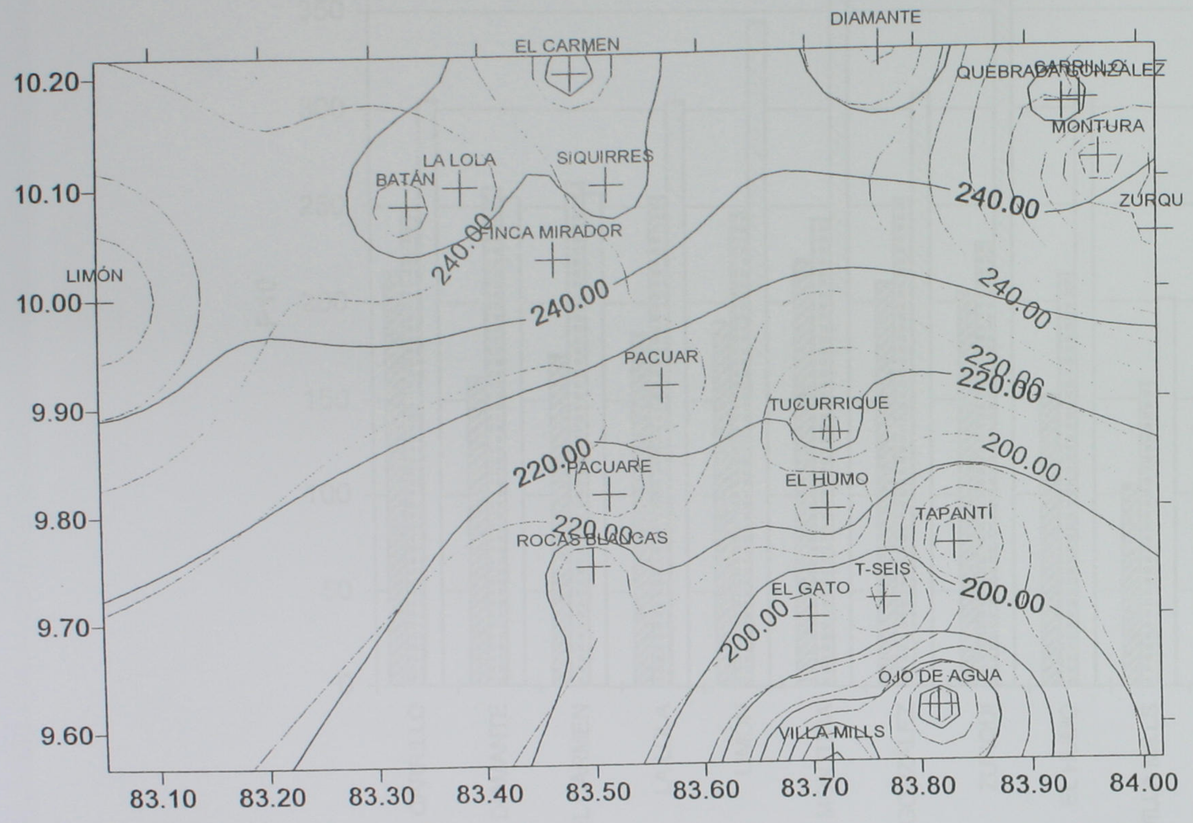


FIGURA 6.8.

VALIDACION DEL MODELO. P100

VALORES REGISTRADOS

VALORES ESTIMADOS

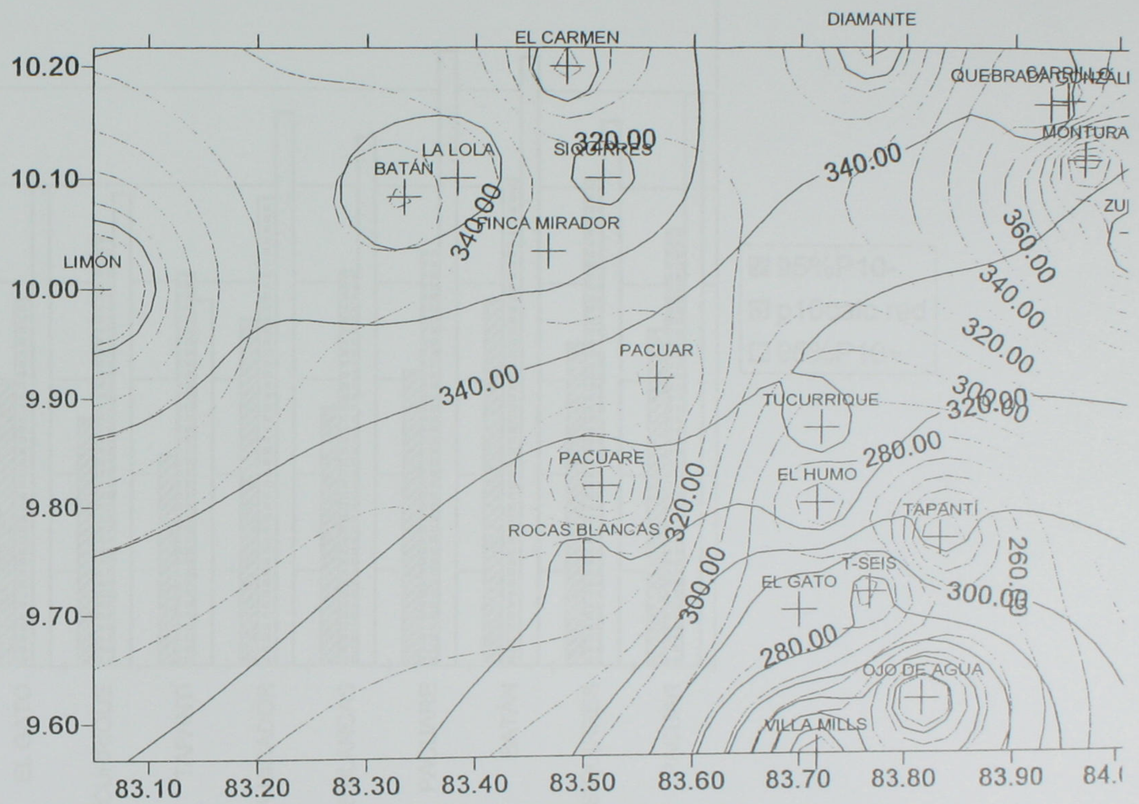


GRAFICO 6.1.

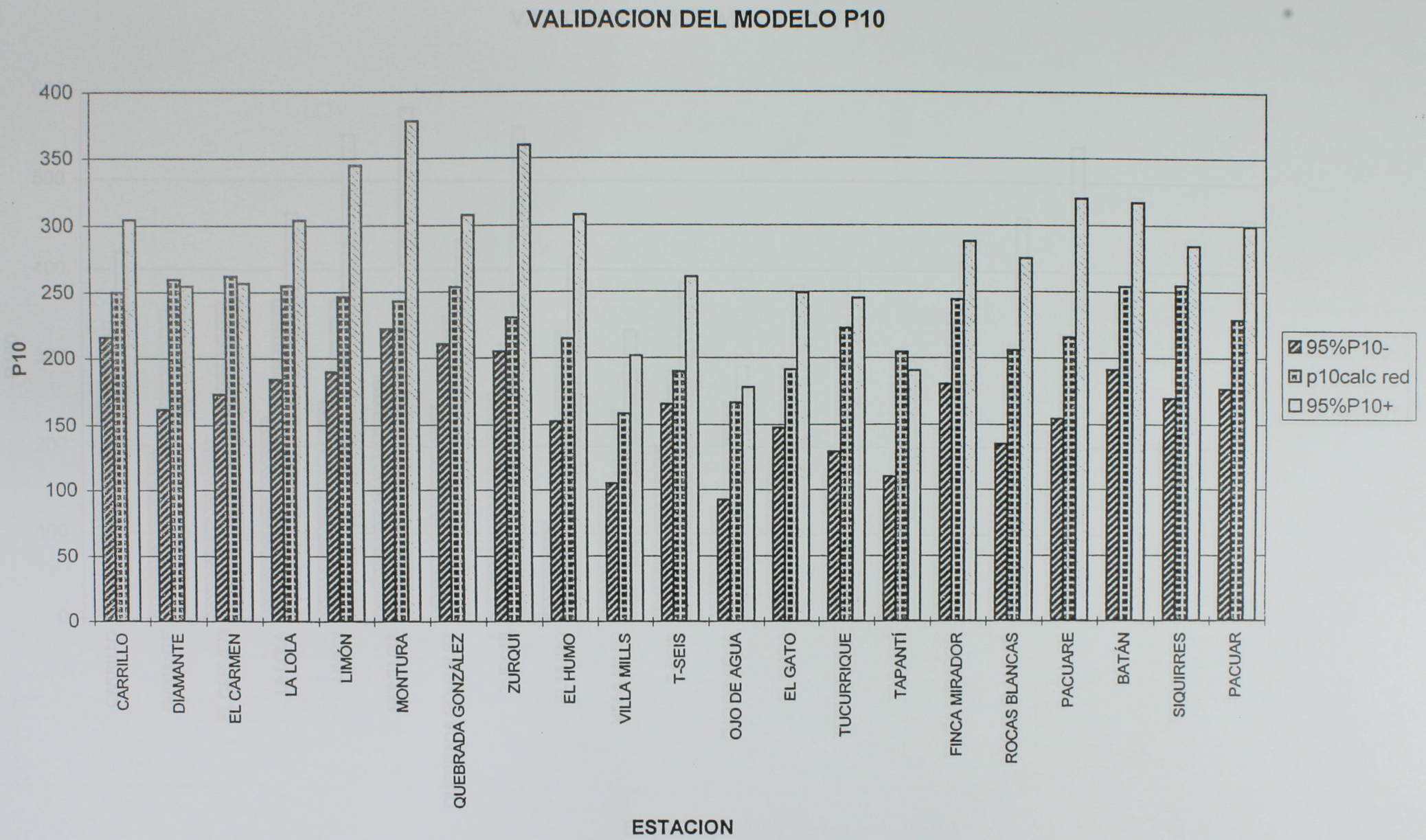

VALIDACION DEL MODELO P10
P10
400
350
300
250
200
150
100
50
0
CARRILLO
DIAMANTE
EL CARMEN
LA LOLA
LIMÓN
MONTURA
QUEBRADA GONZÁLEZ
ZURQUI
EL HUMO
VILLA MILLS
T-SEIS
OJO DE AGUA
EL GATO
TUCURRIQUE
TAPANTÍ
FINCA MIRADOR
ROCAS BLANCAS
PACUARE
BATÁN
SIQUIRRES
PACUAR
ESTACION
95%P10-
p10calc red
95%P10+

GRÁFICO 6.2.

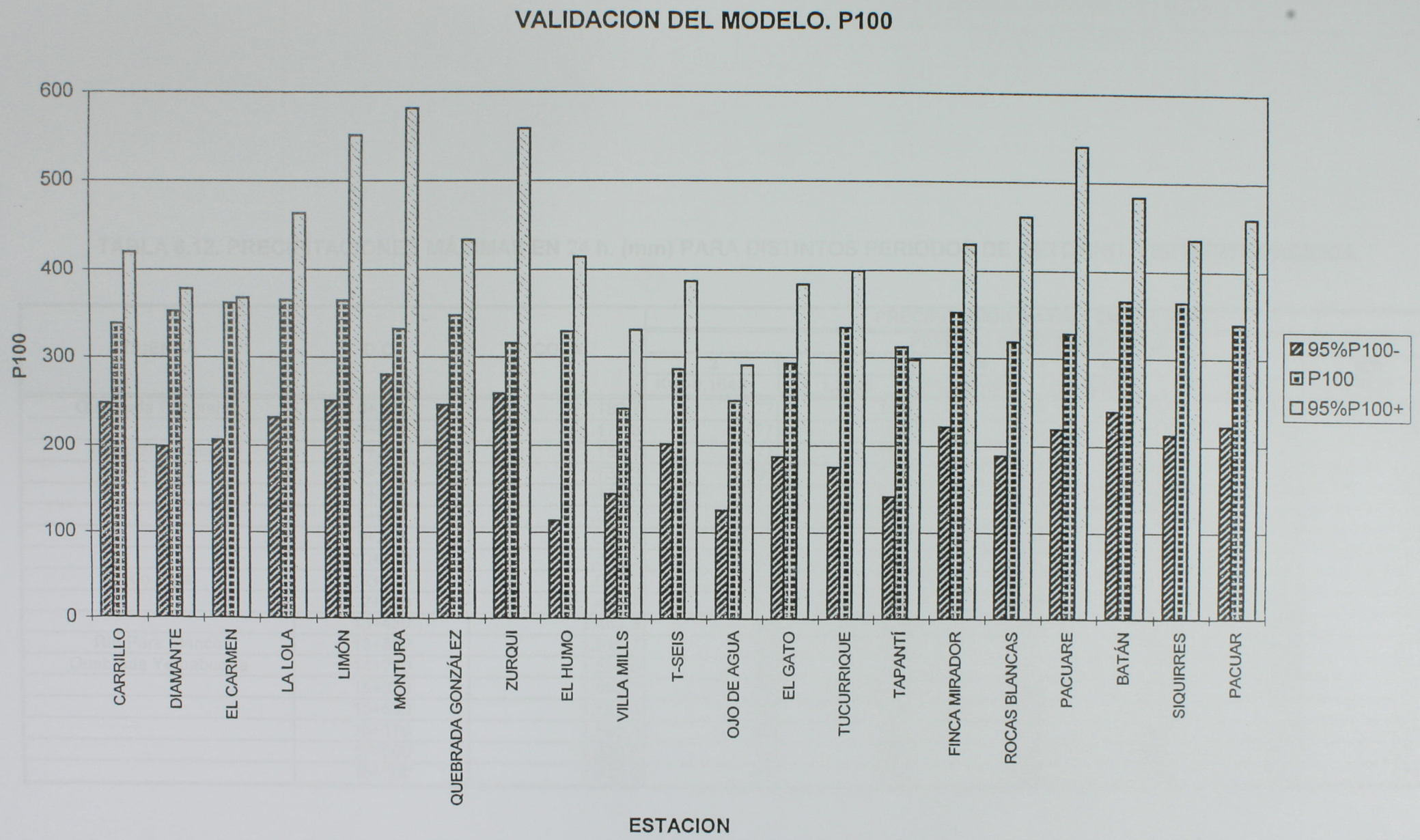

VALIDACION DEL MODELO. P100
600
500
400
300
200
100
0
P100
95%P100-
P100
95%P100+
CARRILLO
DIAMANTE
EL CARMEN
LA LOLA
LIMÓN
MONTURA
QUEBRADA GONZÁLEZ
ZURQUI
EL HUMO
VILLA MILLS
T-SEIS
OJO DE AGUA
EL GATO
TUCURRIQUE
TAPANTÍ
FINCA MIRADOR
ROCAS BLANCAS
PACUARE
BATÁN
SIQUIRRES
PACUAR
ESTACION

TABLA 6.12. PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 h. (mm) PARA DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO. VERTIENTE PACÍFICA

CUENCA	D.O.	COTA	PRECIPITACION MAXIMA EN 24 h (mm)					
			PERIODO DE RETORNO (años)					
			2	10	20	50	100	500
			K= -0,1642	K= 1,3046	K= 1,8659	K= 2,5923	K= 3,1367	K= 4,3947
Quebrada Cangrejas	0+300	1.182,7	77	105	116	130	140	165
	0+800	1.177,3	77	105	116	129	140	164
Quebrada Rivera	1+250	1.186,7	77	105	116	130	141	165
Río Virilla	3+100	1.733,3	96	139	155	176	192	229
	3+860	1.178,0	77	105	116	129	140	164
	5+660	1.253,3	79	109	121	136	147	173
	8+210	1.301,3	81	112	124	140	152	178
	10+710	1.353,3	83	115	128	144	156	185
Río Pará	12+240	1.603,3	91	131	146	165	180	214
	12+880	1.428,7	85	120	133	151	164	193
	13+450	1.451,3	86	121	135	153	166	196
Río Pará Blanco	13+800	1.616,7	92	131	147	166	181	215
Quebrada Yerbabuena	14+280	1.520,0	88	126	140	158	172	204
	15+320	1.506,7	88	125	139	157	171	203
	15+530	1.523,3	88	126	140	159	172	204
	16+170	1.569,3	90	129	143	162	177	210
	17+000	1.630,0	92	132	148	168	182	217
	18+000	1.610,0	91	131	146	166	181	215

TABLA 6.13. PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 h. (mm) PARA DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO. VERTIENTE ATLÁNTICA (1 de 5)

CUENCA	D.O.	LATITUD	LATITUD	COTA	PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 h (mm)					
					PERIODO DE RETORNO (años)					
					2	10	20	50	100	500
					K= -0,1642	K= 1,3046	K= 1,8659	K= 2,5923	K= 3,1367	K= 4,3947
Río Zurquí	18+710	10,04	10,07	1.717,7	164	230	255	287	311	367
	19+670	10,04	10,07	1.646,7	164	231	256	289	314	371
Afluente río Zurquí	20+310	10,04	10,07	1.689,0	164	230	255	288	312	369
	21+570	10,04	10,07	1.540,0	164	232	258	292	317	375
	22+340	10,04	10,07	1.466,7	164	233	260	294	320	379
	22+750	10,04	10,07	1.423,3	164	234	260	295	321	381
	23+550	10,04	10,07	1.380,0	164	234	261	296	322	383
	24+620	10,05	10,08	1.346,7	166	236	263	297	323	383
	25+010	10,05	10,08	1.326,7	166	236	263	298	324	383
	25+500	10,05	10,08	1.303,3	166	237	263	298	324	385
	25+920	10,06	10,10	1.273,3	169	238	265	299	325	384
	26+580	10,06	10,10	1.253,3	169	238	265	299	325	385
	27+300	10,06	10,10	1.180,0	169	239	266	301	328	388
	27+580	10,06	10,10	1.099,7	168	241	268	304	330	392
	28+600	10,07	10,12	1.076,7	171	242	269	304	330	391
	29+380	10,07	10,12	1.059,3	171	242	269	305	331	392
	29+840	10,07	10,12	1.046,7	171	242	270	305	331	393
	30+500	10,07	10,12	1.063,3	171	242	269	305	331	392
	30+950	10,07	10,12	1.006,7	171	243	270	306	333	395
	31+360	10,08	10,13	1.006,7	173	244	271	306	332	392
	31+630	10,08	10,13	1.006,7	173	244	271	306	332	392
	32+070	10,08	10,13	1.010,7	173	244	271	306	332	392
	32+460	10,08	10,13	995,3	173	244	271	306	332	393
	32+960	10,08	10,13	956,7	173	245	272	307	334	395
	33+350	10,09	10,15	940,0	176	246	273	307	333	393
	33+790	10,09	10,15	890,0	176	247	274	309	335	396
	34+000	10,09	10,15	863,3	176	247	274	310	336	397
Afluente 1 río Patria	34+390	10,09	10,15	904,7	176	247	274	308	335	395
	35+000	10,09	10,15	848,7	176	247	275	310	337	398
Afluente 2 río Patria	35+400	10,09	10,15	832,0	176	248	275	311	337	399
	35+690	10,09	10,15	793,3	176	248	276	312	338	401
	36+350	10,10	10,17	750,0	178	250	277	312	339	400
	37+150	10,09	10,15	743,3	176	249	277	313	340	403
	37+740	10,09	10,15	723,3	176	249	277	314	341	404
	37+940	10,09	10,15	590,0	175	251	280	318	346	410
Río Sucio	38+900	10,09	10,15	1.460,0	177	238	262	292	315	368
	39+670	10,09	10,15	651,7	175	250	279	316	343	407
	39+950	10,09	10,15	655,0	175	250	279	316	343	407
	40+350	10,09	10,15	609,3	175	251	280	317	345	410
Quebrada González	41+120	10,08	10,13	644,7	173	249	278	316	344	410
	41+670	10,10	10,17	529,3	178	253	282	319	347	411
	42+700	10,10	10,17	581,3	178	252	281	317	345	409
	44+250	10,11	10,18	583,3	181	253	281	317	344	406
	44+680	10,11	10,18	570,0	181	253	281	317	344	407
	44+960	10,11	10,18	565,3	181	253	281	317	344	407
	45+570	10,12	10,20	526,7	183	255	282	318	345	406
	45+970	10,12	10,20	510,0	183	255	283	319	345	407
	46+700	10,12	10,20	446,7	183	256	284	320	348	410
	47+130	10,13	10,22	418,7	185	257	285	321	347	409

TABLA 6.13. PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 h. (mm) PARA DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO. VERTIENTE ATLÁNTICA (2 de 5)

CUENCA	D.O.	LATITUD	LATITUD	COTA	PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 h (mm)					
					PERIODO DE RETORNO (años)					
					2	10	20	50	100	500
					K= -0,1642	K= 1,3046	K= 1,8659	K= 2,5923	K= 3,1367	K= 4,3947
	50+290	10,13	10,22	275,3	185	260	288	325	353	416
Río Corinto	50+550	10,06	10,10	856,7	168	244	273	310	339	404
Quebrada Flores	51+855	10,12	10,20	284,6	183	259	288	325	353	419
Río Costa Rica	53+675	10,09	10,15	666,9	175	250	278	315	343	407
	54+535	10,13	10,22	267,0	185	260	288	325	353	417
Quebrada Pepilla	54+705	10,13	10,22	269,3	185	260	288	325	353	417
Río Blanco (1)	55+795	10,05	10,08	848,9	165	243	272	311	339	406
Quebrada Danta	56+925	10,09	10,15	420,6	175	254	284	322	351	419
Quebrada Jado	58+175	10,12	10,20	315,0	183	258	287	324	352	417
Río Toro Amarillo	58+755	10,04	10,07	1.337,3	164	235	262	297	324	385
	59+215	10,12	10,20	316,7	183	258	287	324	352	417
Afluente Toro Amarillo	59+955	10,12	10,20	332,7	183	258	287	324	352	416
Río San Rafael	60+195	10,11	10,18	375,3	180	256	285	323	351	416
Río Guápiles	61+915	10,11	10,18	368,2	180	256	286	323	352	417
Quebrada Numancia	62+075	10,12	10,20	312,0	183	258	287	324	352	417
Río Santa Clara	62+665	10,09	10,15	541,7	175	252	281	319	347	413
Quebrada San Rafael	63+085	10,10	10,17	461,3	178	254	283	321	349	415
Río Verde	63+465	10,11	10,18	332,8	180	257	286	324	353	419
	63+665	10,12	10,20	313,3	183	258	287	324	352	417
Río Molino	64+475	10,10	10,17	462,3	178	254	283	321	349	415
	64+805	10,12	10,20	280,7	183	259	288	325	354	419
Quebrada Prado	65+115	10,12	10,20	286,0	183	259	288	325	353	418
Afluente río Cristina	65+605	10,12	10,20	301,3	183	258	287	325	353	418
Río Cristina	65+885	10,10	10,17	507,6	178	253	282	320	348	412
	66+155	10,12	10,20	273,3	183	259	288	326	354	419
Río Jiménez	66+910	10,10	10,17	528,8	178	253	282	319	347	411
Río Roca	67+055	10,08	10,13	690,7	173	249	277	315	343	408
Río Angelina	67+515	10,12	10,20	281,5	183	259	288	325	354	419
Río Fox Hall	67+925	10,11	10,18	321,3	180	257	287	325	353	419
	68+125	10,12	10,20	230,2	182	259	289	327	355	421
Río Hogar	68+415	10,12	10,20	269,7	183	259	288	326	354	419
Afluente 1 río Hogar	68+755	10,12	10,20	273,2	183	259	288	326	354	419
	68+945	10,12	10,20	228,3	182	259	289	327	355	421
Afluente 2 río Hogar	69+405	10,12	10,20	267,3	183	259	288	326	354	419
Río Guácimo	73+315	10,06	10,10	1.194,5	169	239	266	301	327	388
Río Guacimillo	73+625	10,07	10,12	820,1	171	246	274	311	339	403
	73+925	10,12	10,20	122,7	182	261	291	330	359	427
Afluente 1 río Guacimillo	74+125	10,12	10,20	126,3	182	261	291	330	359	427
Afluente 2 río Guacimillo	74+410	10,11	10,18	220,2	179	258	288	328	357	425
Afluente Quebrada Leona	74+665	10,12	10,20	123,1	182	261	291	330	359	427
Quebrada Leona	74+995	10,10	10,17	232,3	177	257	288	328	357	426
Quebrada Precipicio	75+160	10,10	10,17	228,7	177	257	288	328	357	426
	75+455	10,12	10,20	119,7	182	261	291	330	359	427
Afluente Quebrada Unión	75+615	10,12	10,20	131,1	182	261	291	330	359	426
	76+005	10,12	10,20	109,3	182	261	291	331	360	427
Quebrada Unión	76+135	10,11	10,18	147,3	180	260	290	330	359	428
	76+535	10,12	10,20	98,1	182	261	292	331	360	428
Afluente Quebrada Torito	76+885	10,12	10,20	102,7	182	261	292	331	360	428
Quebrada Torito	77+065	10,10	10,17	208,7	177	258	288	328	358	427

TABLA 6.13. PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 h. (mm) PARA DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO. VERTIENTE ATLÁNTICA (3 de 5)

CUENCA	D.O.	LATITUD	LATITUD	COTA	PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 h (mm)					
					PERIODO DE RETORNO (años)					
					2	10	20	50	100	500
					K= -0,1642	K= 1,3046	K= 1,8659	K= 2,5923	K= 3,1367	K= 4,3947
	77+515	10,12	10,20	87,3	182	262	292	331	361	429
Río Parismina	77+755	10,07	10,12	790,3	171	246	275	312	340	405
	78+355	10,12	10,20	81,0	182	262	292	331	361	429
Río López	78+575	10,10	10,17	249,3	177	257	288	327	357	425
Afluente río Calzada	79+445	10,11	10,18	97,1	180	260	291	331	361	430
	79+855	10,11	10,18	88,7	180	261	291	332	362	431
Río Calzada	80+065	10,10	10,17	148,9	177	259	290	330	360	430
	80+265	10,11	10,18	95,0	180	260	291	331	361	431
	80+555	10,11	10,18	100,3	180	260	291	331	361	430
	80+755	10,11	10,18	104,0	180	260	291	331	361	430
Río Iroquois	80+995	10,09	10,15	206,9	175	257	288	329	359	429
	81+240	10,10	10,17	122,9	177	259	290	331	361	431
	81+875	10,10	10,17	102,0	177	259	291	331	362	432
	82+215	10,10	10,17	102,3	177	259	291	331	362	432
Río Dos Novillos	82+615	10,06	10,10	906,1	168	243	272	309	337	401
Quebrada Santa Emilia	83+005	10,08	10,13	227,9	172	255	287	328	359	430
Río Destierro	83+805	10,05	10,08	899,4	166	242	271	309	338	403
Afluente río Destierro	84+205	10,09	10,15	142,0	175	258	289	330	361	432
	84+965	10,08	10,13	126,0	172	257	289	331	362	435
Quebrada Estrella	85+225	10,08	10,13	228,4	172	255	287	328	359	430
	85+615	10,08	10,13	166,2	172	256	288	330	361	433
Quebrada Colombiana	86+355	10,09	10,15	161,3	175	257	289	330	361	431
Quebrada América	86+845	10,09	10,15	163,6	175	257	289	330	360	431
Río Germania	87+455	10,08	10,13	221,3	172	255	287	328	359	430
Río Babilonia	87+755	10,07	10,12	251,3	170	254	286	327	359	431
Río Vueltas (Silencio)	88+855	10,06	10,10	356,3	167	251	283	324	355	427
	88+905	10,08	10,13	165,2	172	256	288	330	361	433
	89+260	10,08	10,13	142,1	172	256	289	330	362	434
	89+345	10,08	10,13	148,3	172	256	289	330	362	434
	89+425	10,08	10,13	159,2	172	256	288	330	361	433
Quebrada Herediana	89+805	10,07	10,12	181,2	169	255	287	329	361	434
Río Herediana	90+055	10,06	10,10	363,3	167	251	283	324	355	427
	90+475	10,08	10,13	147,9	172	256	289	330	362	434
Río Peje	90+685	10,05	10,08	355,6	165	250	282	324	356	428
	90+815	10,08	10,13	130,7	172	257	289	331	362	435
Quebrada Muralla	91+805	10,07	10,12	174,5	169	255	287	330	361	434
Quebrada Cairo	92+385	10,07	10,12	176,7	169	255	287	329	361	434
Afluente quebrada Castro	93+405	10,07	10,12	129,3	169	255	288	331	363	436
Quebrada Castro	93+505	10,12	10,20	153,9	182	261	290	329	358	425
Río Reventazón	93+855	9,52	9,87	1.225,0	133	217	249	291	322	394
	94+670	10,07	10,12	152,0	169	255	288	330	362	435
	95+405	10,07	10,12	146,0	169	255	288	330	362	436
Río Siquirres	96+705	10,05	10,08	306,9	164	250	283	325	357	431
Quebrada La Plata	97+075	10,05	10,08	249,7	164	251	284	327	359	433
Quebrada Cabros	97+235	10,05	10,08	289,0	164	250	283	326	358	431
Caño Seco 1	97+985	10,05	10,08	204,0	164	252	285	328	361	435
	98+245	10,05	10,08	106,1	164	253	287	331	364	440
Caño Seco 2	98+755	10,05	10,08	203,0	164	252	285	328	361	435
Río Pacuare	99+125	9,49	9,82	1.013,3	125	213	247	291	323	399

TABLA 6.13. PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 h. (mm) PARA DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO. VERTIENTE ATLÁNTICA (3 de 5)

CUENCA	D.O.	LATITUD	LATITUD	COTA	PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 h (mm)					
					PERIODO DE RETORNO (años)					
					2	10	20	50	100	500
					K= -0,1642	K= 1,3046	K= 1,8659	K= 2,5923	K= 3,1367	K= 4,3947
	77+515	10,12	10,20	87,3	182	262	292	331	361	429
Río Parismina	77+755	10,07	10,12	790,3	171	246	275	312	340	405
	78+355	10,12	10,20	81,0	182	262	292	331	361	429
Río López	78+575	10,10	10,17	249,3	177	257	288	327	357	425
Afluente río Calzada	79+445	10,11	10,18	97,1	180	260	291	331	361	430
	79+855	10,11	10,18	88,7	180	261	291	332	362	431
Río Calzada	80+065	10,10	10,17	148,9	177	259	290	330	360	430
	80+265	10,11	10,18	95,0	180	260	291	331	361	431
	80+555	10,11	10,18	100,3	180	260	291	331	361	430
	80+755	10,11	10,18	104,0	180	260	291	331	361	430
Río Iroquois	80+995	10,09	10,15	206,9	175	257	288	329	359	429
	81+240	10,10	10,17	122,9	177	259	290	331	361	431
	81+875	10,10	10,17	102,0	177	259	291	331	362	432
	82+215	10,10	10,17	102,3	177	259	291	331	362	432
Río Dos Novillos	82+615	10,06	10,10	906,1	168	243	272	309	337	401
Quebrada Santa Emilia	83+005	10,08	10,13	227,9	172	255	287	328	359	430
Río Destierro	83+805	10,05	10,08	899,4	166	242	271	309	338	403
Afluente río Destierro	84+205	10,09	10,15	142,0	175	258	289	330	361	432
	84+965	10,08	10,13	126,0	172	257	289	331	362	435
Quebrada Estrella	85+225	10,08	10,13	228,4	172	255	287	328	359	430
	85+615	10,08	10,13	166,2	172	256	288	330	361	433
Quebrada Colombiana	86+355	10,09	10,15	161,3	175	257	289	330	361	431
Quebrada América	86+845	10,09	10,15	163,6	175	257	289	330	360	431
Río Germania	87+455	10,08	10,13	221,3	172	255	287	328	359	430
Río Babilonia	87+755	10,07	10,12	251,3	170	254	286	327	359	431
Río Vueltas (Silencio)	88+855	10,06	10,10	356,3	167	251	283	324	355	427
	88+905	10,08	10,13	165,2	172	256	288	330	361	433
	89+260	10,08	10,13	142,1	172	256	289	330	362	434
	89+345	10,08	10,13	148,3	172	256	289	330	362	434
	89+425	10,08	10,13	159,2	172	256	288	330	361	433
Quebrada Herediana	89+805	10,07	10,12	181,2	169	255	287	329	361	434
Río Herediana	90+055	10,06	10,10	363,3	167	251	283	324	355	427
	90+475	10,08	10,13	147,9	172	256	289	330	362	434
Río Peje	90+685	10,05	10,08	355,6	165	250	282	324	356	428
	90+815	10,08	10,13	130,7	172	257	289	331	362	435
Quebrada Muralla	91+805	10,07	10,12	174,5	169	255	287	330	361	434
Quebrada Cairo	92+385	10,07	10,12	176,7	169	255	287	329	361	434
Afluente quebrada Castro	93+405	10,07	10,12	129,3	169	255	288	331	363	436
Quebrada Castro	93+505	10,12	10,20	153,9	182	261	290	329	358	425
Río Reventazón	93+855	9,52	9,87	1.225,0	133	217	249	291	322	394
	94+670	10,07	10,12	152,0	169	255	288	330	362	435
	95+405	10,07	10,12	146,0	169	255	288	330	362	436
Río Siquirres	96+705	10,05	10,08	306,9	164	250	283	325	357	431
Quebrada La Plata	97+075	10,05	10,08	249,7	164	251	284	327	359	433
Quebrada Cabros	97+235	10,05	10,08	289,0	164	250	283	326	358	431
Caño Seco 1	97+985	10,05	10,08	204,0	164	252	285	328	361	435
	98+245	10,05	10,08	106,1	164	253	287	331	364	440
Caño Seco 2	98+755	10,05	10,08	203,0	164	252	285	328	361	435
Río Pacuare	99+125	9,49	9,82	1.013,3	125	213	247	291	323	399

TABLA 6.13. PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 h. (mm) PARA DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO. VERTIENTE ATLÁNTICA (4 de 5)

CUENCA	D.O.	LATITUD	LATITUD	COTA	PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 h (mm)					
					PERIODO DE RETORNO (años)					
					2	10	20	50	100	500
					K= -0,1642	K= 1,3046	K= 1,8659	K= 2,5923	K= 3,1367	K= 4,3947
	99+635	10,05	10,08	109,3	164	253	287	331	364	440
Quebrada Diablo	99+945	10,05	10,08	155,4	164	252	286	330	362	438
Afluente quebrada Diablo	100+215	10,06	10,10	154,7	167	254	287	330	362	437
	100+955	10,06	10,10	77,3	167	255	288	332	365	440
Río Pacuarito	101+145	10,06	10,10	195,0	167	253	286	329	361	435
	102+475	10,06	10,10	114,1	167	254	288	331	363	438
	103+105	10,06	10,10	127,5	167	254	287	331	363	438
Afluente 1 quebrada Rosita	103+755	10,06	10,10	140,7	167	254	287	330	363	437
Afluente 2 quebrada Rosita	103+915	10,06	10,10	140,0	167	254	287	330	363	437
	104+155	10,06	10,10	128,7	167	254	287	331	363	438
	104+495	10,06	10,10	128,7	167	254	287	331	363	438
Quebrada Rosita	104+605	10,06	10,10	128,3	167	254	287	331	363	438
	104+875	10,06	10,10	133,2	167	254	287	330	363	438
	105+105	10,06	10,10	133,0	167	254	287	330	363	438
Río Cimarrones	106+005	10,03	10,05	273,1	159	248	282	325	358	434
	106+565	10,06	10,10	98,3	167	254	288	331	364	439
Río Hondo	107+295	10,04	10,07	250,8	162	250	283	327	359	434
	108+875	10,05	10,08	156,7	164	252	286	330	362	438
Río Madre de Dios	109+175	10,02	10,03	284,9	157	246	280	325	358	434
	109+315	10,04	10,07	191,7	162	250	284	328	361	437
	109+515	10,04	10,07	197,3	162	250	284	328	361	437
Afluente río Madre de Dios	110+155	10,04	10,07	184,7	162	251	284	328	361	437
	110+415	10,04	10,07	151,3	162	251	285	329	362	439
	111+005	10,04	10,07	178,7	162	251	285	329	361	438
	111+305	10,04	10,07	106,7	162	252	286	330	364	441
	111+475	10,04	10,07	125,0	162	251	286	330	363	440
	111+705	10,04	10,07	175,7	162	251	285	329	362	438
	112+255	10,04	10,07	111,7	162	252	286	330	364	441
Quebrada Salsipuedes	112+455	10,04	10,07	162,0	162	251	285	329	362	438
	114+505	10,04	10,07	58,7	162	252	287	332	365	443
Río Barbilla	115+025	9,56	9,93	559,0	142	233	267	312	345	423
Afluente río Barbilla	118+615	10,03	10,05	97,7	159	250	285	330	364	442
Quebrada Calderón	120+075	10,02	10,03	90,8	156	249	284	330	364	443
	120+435	10,03	10,05	17,0	159	251	287	332	367	446
Río San Miguel	120+925	10,01	10,02	148,3	154	246	282	327	362	441
Quebrada Aguas Claras	121+375	10,01	10,02	118,7	154	247	282	328	363	442
Afluente río Chirripò	122+555	10,02	10,03	21,1	156	250	285	331	366	446
	123+275	10,03	10,05	19,3	159	251	287	332	366	446
	123+835	10,03	10,05	19,2	159	251	287	332	366	446
Río Chirripó Atlántico	124+975	9,45	9,75	1.283,3	116	201	234	277	308	382
Quebrada San José	126+705	10,03	10,05	14,9	159	251	287	332	367	446
	127+075	10,03	10,05	15,4	159	251	287	332	367	446
	128+655	10,02	10,03	13,3	156	250	285	332	366	446
	128+875	10,03	10,05	13,2	159	251	287	332	367	446
Río Escondido	132+605	10,01	10,02	9,9	154	248	284	331	366	447
Río Cuba	133+445	10,01	10,02	118,8	154	247	282	328	363	442
Río Rojo	134+345	10,00	10,00	117,5	151	245	281	327	362	442
Río Toro	134+595	9,59	9,98	108,9	149	244	280	326	362	443
	135+705	9,59	9,98	36,6	149	244	281	328	364	446

TABLA 6.13. PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 h. (mm) PARA DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO. VERTIENTE ATLÁNTICA (5 de 5)

CUENCA	D.O.	LATITUD	LATITUD	COTA	PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 h (mm)					
					PERIODO DE RETORNO (años)					
					2	10	20	50	100	500
					K= -0,1642	K= 1,3046	K= 1,8659	K= 2,5923	K= 3,1367	K= 4,3947
	135+815	10,01	10,02	40,1	154	248	284	330	365	445
	135+990	10,01	10,02	36,7	154	248	284	330	365	446
Afluente 1 río Toro	136+695	10,00	10,00	63,1	151	246	282	329	364	445
	137+105	10,01	10,02	51,3	154	248	283	330	365	445
	137+295	10,00	10,00	64,7	151	246	282	329	364	445
	138+055	10,10	10,17	75,3	177	260	291	332	363	434
	138+955	10,00	10,00	15,3	151	246	283	330	365	447
Afluente 2 río Toro	139+455	9,59	9,98	77,5	149	244	280	327	362	444
	140+055	9,59	9,98	79,1	149	244	280	327	362	444
	140+295	9,59	9,98	54,0	149	244	281	328	363	445
Río Madre	140+895	9,59	9,98	83,1	149	244	280	327	362	444
	141+345	9,59	9,98	80,9	149	244	280	327	362	444
	142+905	9,59	9,98	44,1	149	244	281	328	363	445
	143+605	9,59	9,98	10,7	149	245	281	329	365	447
	144+270	9,59	9,98	10,7	149	245	281	329	365	447
Río Blanco (2)	144+655	9,56	9,93	177,4	142	237	274	321	356	438
Quebrada Turbia	147+035	9,59	9,98	44,5	149	244	281	328	363	445
	147+995	9,59	9,98	32,9	149	244	281	328	364	446
Río Bartolo	148+585	9,58	9,97	67,9	146	242	279	326	362	444
Quebrada Chocolate	148+805	9,58	9,97	53,3	146	242	279	327	362	445
	149+375	9,58	9,97	66,7	146	242	279	326	362	444
	149+865	9,59	9,98	90,0	149	244	280	327	362	443
	150+285	9,59	9,98	91,0	149	244	280	327	362	443
	150+835	9,59	9,98	84,0	149	244	280	327	362	444
	151+025	9,59	9,98	74,3	149	244	280	327	363	444
	151+335	9,59	9,98	57,0	149	244	281	328	363	445
	151+485	9,59	9,98	52,0	149	244	281	328	363	445

7. CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LAS CUENCAS VERTIENTES

7.1. Definición de las cuencas vertientes

La definición de las cuencas vertientes se ha realizado fundamentalmente sobre planos a escala 1:50.000 editados por el Instituto Geográfico Nacional, completándose con planos a escala 1:200.000 (para cuencas grandes) y 1:5.000 (para cuencas pequeñas).

En los planos 7.1. y 7.2. incluidos a continuación quedan definidas las cuencas vertientes resultantes a lo largo de la traza (en los planos a escala 1:200.000 sólo se incluyen las cuencas que por su gran tamaño quedan fuera de los límites de los planos a escala 1:50.000).

Las cuencas se han caracterizado por su superficie (obtenida por medición directa), longitud del cauce, cota máxima y mínima del mismo y cota máxima de la cuenca. En la tabla 7.1. se incluyen los datos obtenidos.

7.2. Tiempo de concentración

La duración del aguacero pésimo a considerar se establece en función del tiempo de concentración de la cuenca, para lo cual se han ensayado tres fórmulas distintas.

- *U.S. Corps of Engineers SIMPLIFICADO*

$$T_c = 0{,}3\left[\frac{L}{j^{1/4}}\right]^{0{,}76}$$

siendo: T_C: tiempo de concentración (horas).
L: longitud del curso principal (Km).
j: pendiente del curso principal (m/m).

Esta fórmula simplificada se obtiene como se indica a continuación:

La fórmula propuesta por U.S. Coprs of Engineers es:

$$T_g = 0{,}164\left[\frac{LL_C}{j^{1/2}}\right]^{0{,}38}$$

siendo: T_g: tiempo de retraso que separa el centro de gravedad de un hietrograma y el del hidrograma superficial correspondiente (horas).
L: longitud del curso principal (Km).
L_C: distancia a lo largo del curso principal, desde el punto más próximo al centro de gravedad de la cuenca hasta el punto de desagüe (Km).
j: pendiente del curso principal (m/m).

Experimentalmente se ha visto que la relación L_C/L tiene un valor medio de 0,5. También se ha se ha observado que en cuencas naturales el valor de T_g/T_C es constante, en torno a 0,45. Introduciendo estos valores en la fórmula anterior se obtiene la fórmula simplificada propuesta en el presente estudio.

- *CALIFORNIA*

$$T_c = \left[\frac{L^3}{H}\right]^{0,385}$$

siendo: Tc: tiempo de concentración (horas).
L: longitud del curso principal (Km).
H: desnivel máximo de la cuenca (m).

- *Fórmula propuesta en los documentos: "Diseño hidrológico e hidráulico de drenajes menores de carreteras" y "Revisión de métodos de diseño hidrológico e hidráulico de alcantarillas menores para carreteras".* Arroja resultados ligeramente inferiores a la fórmula de California.

$$T_c = 0.946\left[\frac{L^3}{H}\right]^{0,385}$$

siendo: Tc: tiempo de concentración (horas).
L: longitud del curso principal (Km).
H: desnivel máximo de la cuenca (m).

Se adopta como tiempo de concentración de la cuenca lo siguiente:

- Grandes ríos, cuencas con más 10 Km^2 de superficie y grandes obras de drenaje (puentes): se adopta el valor resultante del promedio de los obtenidos a partir de las fórmulas de California y del U.S. Corps of Engineers simplificado. Para cuencas relativamente grandes, la fórmula de California subestima el valor del tiempo de concentración, dando como resultado valores más próximos al tiempo de retraso (T_g), resultando, por tanto, inapropiada para el cálculo del tiempo de concentración, mientras que la fórmula del U.S. Coprs of Engineers se ajusta a los datos experimentales realizados. Aun así, y como con la fórmula de California se obtienen valores del tiempo de concentración menores (mayores intensidades) se adopta un valor intermedio entre ambas fórmulas.

- Para el resto de las cuencas (cuencas con menos de 10 Km^2 de superficie y pequeñas obras de drenaje transversal): se adopta el valor obtenido mediante la fórmula propuesta por los documentos "Diseño hidrológico e hidráulico de drenajes menores de carreteras" y su revisión posterior.

Los resultados de la aplicación de las fórmulas se presentan en la tabla 7.2.

7.3. Caracterización Hidrológica

a. Números Índice

La caracterización de las condiciones de la cuenca para la infiltración se ha realizado siguiendo el método del U.S. Soil Conservation Service del número de curva. Para ello se ha realizado lo siguiente:

- Inspección de campo.
- Análisis de los Mapas de cobertura de la tierra, 1.992.
- Análisis de los Mapas de capacidad de usos de la tierra (Clases forestales). Fundación Neotrópica de Costa Rica – Centro de Estudios Ambientales y Políticos.

- Análisis del Mapa Geomorfológco del área de estudio del Ministerio de Agricultura y Ganadería.

A partir de estos datos, y considerando unas condiciones de precipitación medias, ha sido posible asignar un número índice deducido de la tabla empírica en que se basa el método.

En la tabla 7.3. se muestran los valores obtenidos. En apartados posteriores, y para la cuenca del río Reventazón, el valor del número índice será calibrado con los datos de aforos recopilados. Finalmente el resultado de la calibración será extrapolado al resto de los cauces.

b. Coeficiente de Escorrentía

El cálculo del valor del coeficiente de escorrentía es necesario en los casos en que se hace empleo del método racional, es decir, en todas las cuencas a estudio a excepción de los grandes ríos.

En el documento *"Revisión de métodos de diseño hidrológico e hidráulico de alcantarillas para carreteras"*, se indican cuatro métodos para la obtención del coeficiente de escorrentía:

- Método de la tesis del Ingeniero Ramiro Gamboa mediante un nomograma para cuencas, del año 1.969.
- Método del manual de drenajes para carreteras del estado de Maryland, similar al propuesto por el U.S. Soil Conservation Service.
- Método propuesto por Rivas Mijares, indicando que no es aconsejable.
- Método propuesto por las Normas AyA-78, que tampoco se recomienda en dicho documento.

A continuación se describe la metodología seguida en el presente Estudio basado en los principios del Soil Consevation Service, más completo que los propuestos en el mencionado documento.

Conocidos los valores del número índice para cada subcuenca es posible obtener la máxima retención mediante la fórmula del Soil Conservation Service:

$$S = 254 * (100/N-1)$$

siendo: S: máxima retención posible (mm)
N: número índice (pulgadas)

Mediante una serie de análisis empíricos, cuyos resultados se muestran en el gráfico 7.1., se observa que la relación entre S (máxima retención posible) y P_0 (umbral de escorrentía o cantidad de lluvia caída antes de que se inicie la escorrentía) es la siguiente:

$$P_0 = 0.25 * S$$

El coeficiente de escorrentía instantáneo se obtiene derivando la siguiente expresión:

$$C = dE/dP$$

siendo: E: escorrentía (mm)
P: precipitación (mm).

El valor de E se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$E = (P - 0{,}20\ S)^2 / (P + 0{,}80\ S)$$

Sustituyendo en la fórmula del coeficiente de escorrentía se deriva lo siguiente:

$$C = (P/P_0 - 1) * (P/P_0 + 9) / (P/P_0 + 4)^2$$

Se ha comprobado en distintas estaciones pluviométricas que en valores medios puede admitirse una ley lineal del tipo:

$$(P)\ \text{máx. intensidad} = b * P_d$$

Donde "b" es un parámetro que refleja la posición relativa del intervalo de máxima intensidad dentro del pluviograma diario, y puede admitirse que toma un valor de 0,50. Por tanto, el valor del coeficiente de escorrentía quedaría en función de la precipitación diaria.

Aun así, esta ley resultante del coeficiente de escorrentía debe ser corregida en los casos de pequeñas precipitaciones, con el fin de que la escorrentía en tales casos no sea nula. Esta corrección da lugar a la fórmula empleada en el presente Estudio, propuesta en el documento "Recomendaciones para el cálculo hidrometereológico de avenidas" del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), del Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente de España.

$$C = (P_d/P_0 - 1) * (P_d/P_0 + 23) / (P_d/P_0 + 11)^2$$

Donde: C: coeficiente de escorrentía.

P_d: precipitación diaria (mm).

P_0: umbral de escorrentía (mm).

En la tabla 7.3. se muestran los resultados obtenidos.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES	CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES	EMPRESA CONSULTORA GETINSA – NOVOTECNI Y ASOCIADOS	ING. AUTORES DEL ESTUDIO OSCAR MARTINEZ – PEDRO D. GÓMEZ	INGENIERO COORDINADOR DEL ESTUDIO EDWIN C. RODRÍGUEZ	ESCALAS 1\200.000 ORIGINALES 0 1 2 3 4 5Km GRAFICAS	TITULO CARRETERA BRAULIO CARRILLO (SAN JOSÉ – GUÁPILES – LIMÓN) DISEÑO PRELIMINAR Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO	Nº No. PP 02–99	Nº DE PLANO 7.1 HOJA 1 DE 4	DESIGNACION MAPA DE CUENCAS	FECHA OCTUBRE 2.000

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES	CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES	EMPRESA CONSULTORA GETINSA – NOVOTECNI Y ASOCIADOS	ING. AUTORES DEL ESTUDIO OSCAR MARTINEZ – PEDRO D. GÓMEZ	INGENIERO COORDINADOR DEL ESTUDIO EDWIN C. RODRÍGUEZ	ESCALAS 1\200.000 ORIGINALES · 0 1 2 3 4 5Km GRAFICAS	TITULO CARRETERA BRAULIO CARRILLO (SAN JOSÉ – GUÁPILES – LIMÓN) DISEÑO PRELIMINAR Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO	Nº No. PP 02–99	Nº DE PLANO 7.1 · HOJA 2 DE 4	DESIGNACION MAPA DE CUENCAS	FECHA OCTUBRE 2.000

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES	Consejo Nacional de Concesiones — CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES	EMPRESA CONSULTORA — GETINSA – NOVOTECNI Y ASOCIADOS	ING. AUTORES DEL ESTUDIO — OSCAR MARTINEZ – PEDRO D. GÓMEZ	INGENIERO COORDINADOR DEL ESTUDIO — EDWIN C. RODRÍGUEZ	ESCALAS — 1\200.000 ORIGINALES; 0 1 2 3 4 5Km GRAFICAS	TITULO — CARRETERA BRAULIO CARRILLO (SAN JOSÉ – GUÁPILES – LIMÓN) DISEÑO PRELIMINAR Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO	Nº — No. PP 02-99	Nº DE PLANO 7.1 — HOJA 3 DE 4

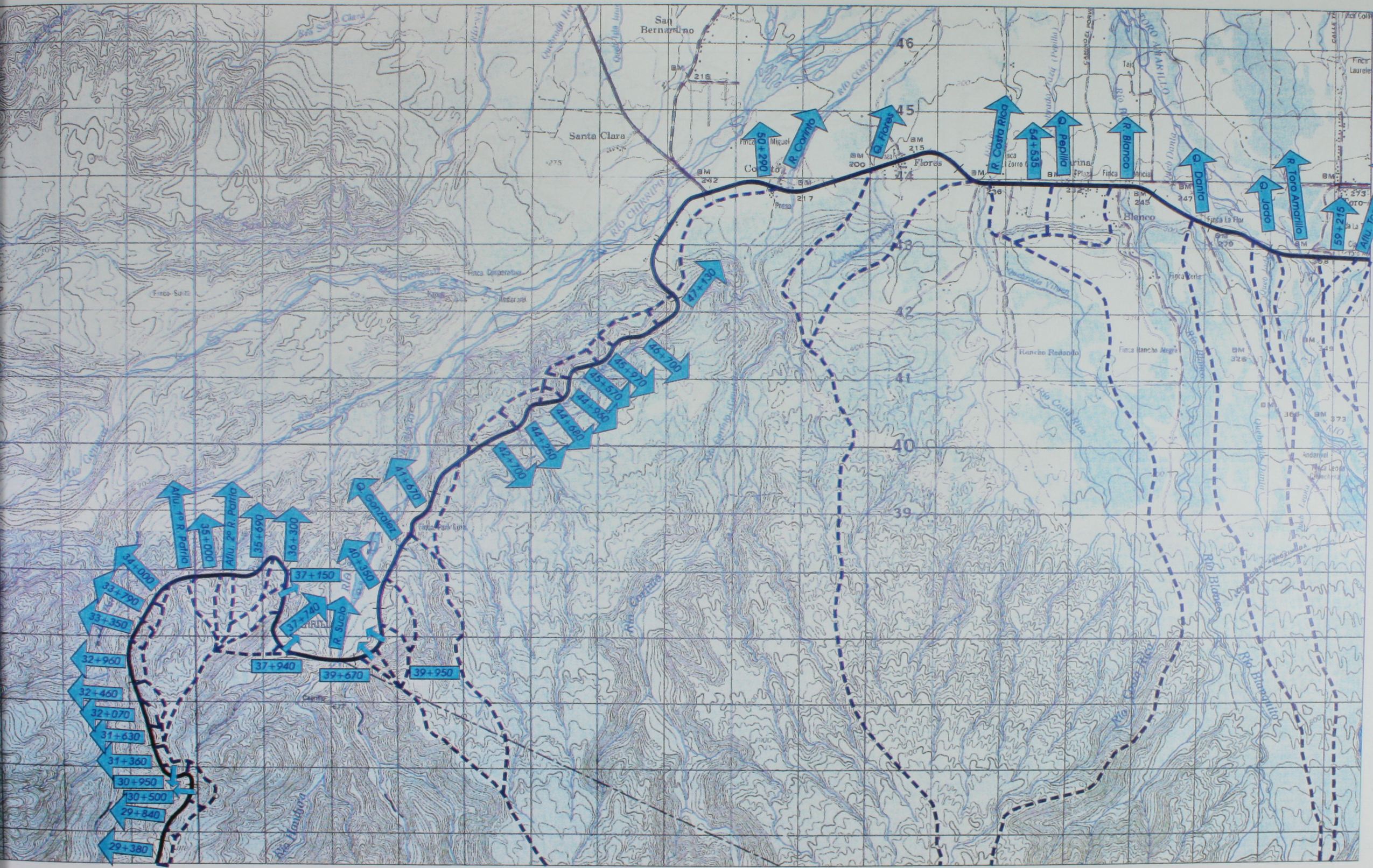
DESIGNACION — MAPA DE CUENCAS	FECHA — OCTUBRE 2.000

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES	CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES	EMPRESA CONSULTORA GETINSA – NOVOTECNI Y ASOCIADOS	ING. AUTORES DEL ESTUDIO OSCAR MARTINEZ – PEDRO D. GÓMEZ	INGENIERO COORDINADOR DEL ESTUDIO EDWIN C. RODRÍGUEZ	ESCALAS 1\200.000 ORIGINALES; 0 1 2 3 4 5Km GRAFICAS	TITULO CARRETERA BRAULIO CARRILLO (SAN JOSÉ – GUÁPILES – LIMÓN) DISEÑO PRELIMINAR Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO	Nº No. PP 02-99	Nº DE PLANO 7.1 HOJA 4 DE 4	DESIGNACION MAPA DE CUENCAS	FECHA OCTUBRE 2.000

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES	CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES	EMPRESA CONSULTORA: GETINSA – NOVOTECNI Y ASOCIADOS	ING. AUTORES DEL ESTUDIO: OSCAR MARTINEZ – PEDRO D. GÓMEZ	INGENIERO COORDINADOR DEL ESTUDIO: EDWIN C. RODRÍGUEZ

ESCALAS: ORIGINALES 1\50.000; GRAFICAS 0 – 0,5 – 1Km.	TITULO: CARRETERA BRAULIO CARRILLO (SAN JOSÉ – GUÁPILES – LIMÓN) DISEÑO PRELIMINAR Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO	Nº: No. PP 02-99	Nº PLANO 7.2; HOJA 1 DE 8	DESIGNACION: MAPA DE CUENCAS	FECHA: OCTUBRE 2.000

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES	CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES	EMPRESA CONSULTORA: GETINSA – NOVOTECNI Y ASOCIADOS	ING. AUTORES DEL ESTUDIO: OSCAR MARTINEZ – PEDRO D. GÓMEZ
INGENIERO COORDINADOR DEL ESTUDIO: EDWIN C. RODRÍGUEZ	ESCALAS: 1\50.000 (ORIGINALES); 0 0,5 1Km. (GRAFICAS)	TITULO: CARRETERA BRAULIO CARRILLO (SAN JOSÉ – GUÁPILES – LIMÓN) DISEÑO PRELIMINAR Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO	Nº: No. PP 02–99
Nº PLANO: 7.2 — HOJA 2 DE 8	DESIGNACION: MAPA DE CUENCAS	FECHA: OCTUBRE 2.000	



MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES	CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES	EMPRESA CONSULTORA: GETINSA – NOVOTECNI Y ASOCIADOS	ING. AUTORES DEL ESTUDIO: OSCAR MARTINEZ – PEDRO D. GÓMEZ	INGENIERO COORDINADOR DEL ESTUDIO: EDWIN C. RODRÍGUEZ	ESCALAS: 1\50.000 (ORIGINALES) 0 0,5 1Km. (GRAFICAS)	TITULO: CARRETERA BRAULIO CARRILLO (SAN JOSÉ – GUÁPILES – LIMÓN) DISEÑO PRELIMINAR Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO	Nº: No. PP 02-99	Nº PLANO: 7.2 HOJA 3 DE 8	DESIGNACION: MAPA DE CUENCAS	FECHA: OCTUBRE 2.000

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES	Consejo Nacional de Concesiones — CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES	EMPRESA CONSULTORA GETINSA - NOVOTECNI Y ASOCIADOS	ING. AUTORES DEL ESTUDIO OSCAR MARTINEZ - PEDRO D. GÓMEZ	INGENIERO COORDINADOR DEL ESTUDIO EDWIN C. RODRÍGUEZ	ESCALAS 1\50.000 ORIGINALES 0 0,5 1Km. GRAFICAS	TITULO CARRETERA BRAULIO CARRILLO (SAN JOSÉ - GUÁPILES - LIMÓN) DISEÑO PRELIMINAR Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO	Nº No. PP 02-99	Nº PLANO 7.2 HOJA 4 DE 8

DESIGNACION MAPA DE CUENCAS	FECHA OCTUBRE 2.000

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES	Consejo Nacional de Concesiones — CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES	EMPRESA CONSULTORA GETINSA – NOVOTECNI Y ASOCIADOS	ING. AUTORES DEL ESTUDIO OSCAR MARTINEZ – PEDRO D. GÓMEZ	INGENIERO COORDINADOR DEL ESTUDIO EDWIN C. RODRÍGUEZ	ESCALAS ORIGINALES 1\50.000 — GRAFICAS 0 0,5 1Km.	TITULO CARRETERA BRAULIO CARRILLO (SAN JOSÉ – GUÁPILES – LIMÓN) DISEÑO PRELIMINAR Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO	Nº No. PP 02–99	Nº PLANO 7.2 — HOJA 5 DE 8	DESIGNACION MAPA DE CUENCAS	FECHA OCTUBRE 2.000

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES	Consejo Nacional de Concesiones — CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES	EMPRESA CONSULTORA: GETINSA – NOVOTECNI Y ASOCIADOS	ING. AUTORES DEL ESTUDIO: OSCAR MARTINEZ – PEDRO D. GÓMEZ	INGENIERO COORDINADOR DEL ESTUDIO: EDWIN C. RODRÍGUEZ	ESCALAS: ORIGINALES 1\50.000; GRAFICAS 0 0,5 1Km.	TITULO: CARRETERA BRAULIO CARRILLO (SAN JOSÉ – GUÁPILES – LIMÓN) DISEÑO PRELIMINAR Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO	Nº No. PP 02-99	Nº PLANO 7.2; HOJA 6 DE 8

DESIGNACION: MAPA DE CUENCAS	FECHA: OCTUBRE 2.000

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES	CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES	EMPRESA CONSULTORA: GETINSA – NOVOTECNI Y ASOCIADOS	ING. AUTORES DEL ESTUDIO: OSCAR MARTINEZ – PEDRO D. GÓMEZ	INGENIERO COORDINADOR DEL ESTUDIO: EDWIN C. RODRÍGUEZ	ESCALAS: ORIGINALES 1\50.000; GRAFICAS 0 – 0,5 – 1Km.	TITULO: CARRETERA BRAULIO CARRILLO (SAN JOSÉ – GUÁPILES – LIMÓN) DISEÑO PRELIMINAR Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO	Nº: No. PP 02-99	Nº PLANO 7.2; HOJA 7 DE 8	DESIGNACION: MAPA DE CUENCAS	FECHA: OCTUBRE 2.000

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES	Consejo Nacional de Concesiones — CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES	EMPRESA CONSULTORA: GETINSA - NOVOTECNI Y ASOCIADOS	ING. AUTORES DEL ESTUDIO: OSCAR MARTINEZ - PEDRO D. GÓMEZ	INGENIERO COORDINADOR DEL ESTUDIO: EDWIN C. RODRÍGUEZ	ESCALAS ORIGINALES: 1\50.000; GRAFICAS: 0 0,5 1Km.	TITULO: CARRETERA BRAULIO CARRILLO (SAN JOSÉ - GUÁPILES - LIMÓN) DISEÑO PRELIMINAR Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO	Nº No. PP 02-99	Nº PLANO 7.2; HOJA 8 DE 8	DESIGNACION: MAPA DE CUENCAS	FECHA: OCTUBRE 2.000

TABLA 7.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS CUENCAS VERTIENTES (1 de 7)

CUENCA	D.O.	Tipo de cuenca	SUPERFICIE (Km^2)	$H_{max\ Cauce}$ (m)	$H_{min\ Cauce}$ (m)	$H_{max\ Cuenca}$ (m)	$DESNIVEL_{\ Cuenca}$ (m)	$DESNIVEL_{\ Cauce}$ (m)	$LONG._{\ Cauce}$ (m)	$PDTE._{\ Cauce}$ (%)
Quebrada Cangrejas	0+300	PC	1,3	1.180	1.174,0	1.200	26	6	1.800	0,3%
	0+800	PB	0,5	1.170	1.166,0	1.200	34	4	500	1%
Quebrada Rivera	1+250	PC	6,4	1.210	1.140,0	1.280	140	70	3.400	2%
Río Virilla	3+100	GR	100	2.400	1.100,0	3.000	1.900	1.300	20.000	7%
	3+860	PB	0,7	1.190	1.167,0	1.200	33	23	500	5%
	5+660	PB	0,4	1.260	1.250,0	1.260	10	10	400	3%
	8+210	PB	0,5	1.320	1.282,0	1.340	58	38	600	6%
	10+710	PB	0,5	1.360	1.330,0	1.400	70	30	700	4%
Río Pará	12+240	PR	3,1	1.700	1.400,0	2.010	610	300	3.000	10%
	12+880	PB	0,75	1.480	1.413,0	1.460	47	67	1.300	5%
	13+450	PB	0,3	1.460	1.427,0	1.500	73	33	600	6%
Río Pará Blanco	13+800	PR	3,4	1.870	1.420,0	2.010	590	450	3.500	13%
Quebrada Yerbabuena	14+280	PC	1,3	1.590	1.430,0	1.700	270	160	1.900	8%
	15+320	PB	0,075	1.506	1.500,0	1.520	20	6	100	6%
	15+530	PB	0,15	1.520	1.515,0	1.540	25	5	200	3%
	16+170	PB	0,25	1.560	1.554,0	1.600	46	6	300	2%
	17+000	PB	0,2	1.620	1.605,0	1.680	75	15	200	8%
	18+000	PB	0,1	1.600	1.575,0	1.680	105	25	100	25%
Río Zurquí	18+710	PR	1,3	1.640	1.553,0	2.047	494	87	200	44%
	19+670	PB	0,35	1.550	1.520,0	1.900	380	30	50	60%
Afluente río Zurquí	20+310	PC	0,9	1.690	1.510,0	2.047	537	180	800	23%
	21+570	PB	0,2	1.550	1.450,0	1.720	270	100	150	67%
	22+340	PB	0,15	1.525	1.400,0	1.600	200	125	100	125%
	22+750	PB	0,1	1.400	1.365,0	1.540	175	35	150	23%
	23+550	PB	0,15	1.350	1.340,0	1.460	120	10	200	5%
	24+620	PB	0,2	1.300	1.270,0	1.500	230	30	200	15%
	25+010	PB	0,15	1.275	1.250,0	1.480	230	25	50	50%
	25+500	PB	0,15	1.275	1.215,0	1.480	265	60	200	30%
	25+920	PB	0,2	1.200	1.180,0	1.460	280	20	100	20%
	26+580	PB	0,25	1.200	1.150,0	1.460	310	50	200	25%
	27+300	PB	0,15	1.150	1.120,0	1.300	180	30	100	30%
	27+580	PB	0,075	1.075	1.062,0	1.175	113	13	50	26%
	28+600	PB	0,15	1.075	1.048,0	1.134	86	27	100	27%
	29+380	PB	0,1	1.050	1.030,0	1.118	88	20	50	40%
	29+840	PB	0,1	1.025	1.020,0	1.100	80	5	50	10%

TABLA 7.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS CUENCAS VERTIENTES (2 de 7)

CUENCA	D.O.	Tipo de cuenca	SUPERFICIE (Km^2)	$H_{max\ Cauce}$ (m)	$H_{min\ Cauce}$ (m)	$H_{max\ Cuenca}$ (m)	DESNIVEL $_{Cuenca}$ (m)	DESNIVEL $_{Cauce}$ (m)	LONG. $_{Cauce}$ (m)	PDTE. $_{Cauce}$ (%)
	30+500	PB	0,15	1.000	995,0	1.200	205	5	100	5%
	30+950	PB	0,1	1.025	990,0	1.040	50	35	100	35%
	31+360	PB	0,1	1.025	970,0	1.080	110	55	120	46%
	31+630	PB	0,1	1.000	970,0	1.080	110	30	50	60%
	32+070	PB	0,1	1.050	976,0	1.080	104	74	150	49%
	32+460	PB	0,1	1.000	963,0	1.060	97	37	200	19%
	32+960	PB	0,1	950	935,0	1.000	65	15	250	6%
	33+350	PB	0,1	925	910,0	1.000	90	15	100	15%
	33+790	PB	0,1	875	870,0	930	60	5	50	10%
	34+000	PB	0,1	860	855,0	880	25	5	70	7%
Afluente 1 río Patria	34+390	PC	1,5	900	817,0	1.080	263	83	1.800	5%
	35+000	PB	0,25	825	798,0	950	152	27	150	18%
Afluente 2 río Patria	35+400	PC	0,4	830	758,0	980	222	72	400	18%
	35+690	PB	0,25	750	730,0	920	190	20	90	22%
	36+350	PB	0,2	700	695,0	860	165	5	200	3%
	37+150	PB	0,275	640	635,0	960	325	5	80	6%
	37+740	PB	0,35	650	595,0	980	385	55	200	28%
	37+940	PB	0,1	580	575,0	620	45	5	50	10%
Río Sucio	38+900	GR	190,7	3.160	474,0	3.432	2.958	2.686	22.000	12%
	39+670	PB	0,15	550	485,0	985	500	65	180	36%
	39+950	PB	0,25	550	490,0	985	495	60	280	21%
	40+350	PB	0,25	550	494,0	840	346	56	270	21%
Quebrada González	41+120	PC	3,4	880	467,0	1.000	533	413	3.200	13%
	41+670	PB	0,35	505	494,0	600	106	11	150	7%
	42+700	PB	0,2	555	552,0	640	88	3	200	2%
	44+250	PB	0,15	625	545,0	660	115	80	250	32%
	44+680	PB	0,1	530	525,0	660	135	5	90	6%
	44+960	PB	0,1	525	518,0	660	142	7	75	9%
	45+570	PB	0,1	490	480,0	620	140	10	130	8%
	45+970	PB	0,1	495	475,0	580	105	20	130	15%
	46+700	PB	0,3	425	400,0	540	140	25	150	17%
	47+130	PB	0,1	395	378,0	500	122	17	250	7%
	50+290	PB	0,65	240	223,0	380	157	17	400	4%
Río Corinto	50+550	PR	76,9	2.050	225,0	2.120	1.895	1.825	22.000	8%
Quebrada Flores	51+855	PC	2,1	350	201,9	450	248	148	3.000	5%

TABLA 7.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS CUENCAS VERTIENTES (3 de 7)

CUENCA	D.O.	Tipo de cuenca	SUPERFICIE (Km^2)	$H_{max\ Cauce}$ (m)	$H_{min\ Cauce}$ (m)	$H_{max\ Cuenca}$ (m)	$DESNIVEL_{\ Cuenca}$ (m)	$DESNIVEL_{\ Cauce}$ (m)	$LONG._{\ Cauce}$ (m)	$PDTE._{\ Cauce}$ (%)
Río Costa Rica	53+675	PR	40,9	1.500	230,4	1.540	1.310	1.270	16.500	8%
	54+535	PB	0,7	235	230,5	340	110	5	200	2%
Quebrada Pepilla	54+705	PC	0,7	235	231,0	346	115	4	400	1%
Río Blanco (1)	55+795	PR	48,5	1.910	233,4	2.080	1.847	1.677	20.500	8%
Quebrada Danta	56+925	PC	8,3	460	255,9	750	494	204	5.000	4%
Quebrada Jado	58+175	PC	8	345	292,5	360	68	53	1.200	4%
Río Toro Amarillo	58+755	GR	147,6	3.080	290,0	3.432	3.142	2.790	28.000	10%
	59+215	PB	0,15	320	305,0	340	35	15	200	8%
Afluente Toro Amarillo	59+955	PC	0,9	345	309,0	380	71	36	1.600	2%
Río San Rafael	60+195	PC	2,3	415	308,0	510	202	107	3.700	3%
Río Guápiles	61+915	PR	4,5	395	297,3	510	213	98	3.000	3%
Quebrada Numancia	62+075	PC	0,3	325	298,0	340	42	27	1.000	3%
Río Santa Clara	62+665	PR	9,2	415	292,5	1.040	748	123	3.500	4%
Quebrada San Rafael	63+085	PC	6,4	460	282,0	820	538	178	4.500	4%
Río Verde	63+465	PC	1,1	395	279,2	440	161	116	2.900	4%
	63+665	PB	0,5	320	280,0	380	100	40	1.200	3%
Río Molino	64+475	PR	5,6	740	268,4	850	582	472	7.000	7%
	64+805	PB	0,3	280	271,0	300	29	9	200	5%
Quebrada Prado	65+115	PC	0,6	300	264,0	330	66	36	900	4%
Afluente río Cristina	65+605	PC	1,1	355	252,0	400	148	103	3.000	3%
Río Cristina	65+885	PR	6,5	480	241,4	1.040	799	239	4.800	5%
	66+155	PB	0,3	275	270,0	280	10	5	200	3%
Río Jiménez	66+910	PR	15,8	910	223,2	1.140	917	687	11.500	6%
Río Roca	67+055	PC	11,4	1.300	226,0	1.620	1.394	1.074	14.000	8%
Río Angelina	67+515	PC	0,9	260	222,2	400	178	38	800	5%
Río Fox Hall	67+925	PC	2	275	222,0	520	298	53	1.400	4%
	68+125	PB	0,06	235	224,8	241	16	10	80	13%
Río Hogar	68+415	PC	0,5	290	219,6	370	150	70	1.500	5%
Afluente 1 río Hogar	68+755	PC	0,7	315	224,8	370	145	90	1.900	5%
	68+945	PB	0,2	230	225,0	235	10	5	100	5%
Afluente 2 río Hogar	69+405	PC	0,8	290	206,0	390	184	84	1.200	7%
Río Guácimo	73+315	PR	58,7	2.960	127,3	3.329	3.202	2.833	26.000	11%
Río Guacimillo	73+625	PR	17	670	120,1	2.220	2.100	550	10.000	5%
	73+925	PB	0,1	120	119,0	130	11	1	200	1%
Afluente 1 río Guacimillo	74+125	PC	0,9	120	114,5	150	36	6	100	6%

TABLA 7.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS CUENCAS VERTIENTES (4 de 7)

CUENCA	D.O.	Tipo de cuenca	SUPERFICIE (Km^2)	$H_{max\ Cauce}$ (m)	$H_{min\ Cauce}$ (m)	$H_{max\ Cuenca}$ (m)	DESNIVEL $_{Cuenca}$ (m)	DESNIVEL $_{Cauce}$ (m)	LONG. $_{Cauce}$ (m)	PDTE. $_{Cauce}$ (%)
Afluente 2 río Guacimillo	74+410	PC	1,7	220	115,3	430	315	105	3.500	3%
Afluente Quebrada Leona	74+665	PC	0,6	120	114,7	140	25	5	500	1%
Quebrada Leona	74+995	PC	2,3	240	108,5	480	372	132	4.200	3%
Quebrada Precipicio	75+160	PC	2,4	310	103,0	480	377	207	4.500	5%
	75+455	PB	0,06	117	116,0	127	11	1	120	1%
Afluente Quebrada Unión	75+615	PC	0,5	150	111,7	170	58	38	1.600	2%
	76+005	PB	0,35	120	99,0	130	31	21	700	3%
Quebrada Unión	76+135	PC	1,1	170	96,0	250	154	74	2.200	3%
	76+535	PB	0,08	107	89,2	116	27	18	450	4%
Afluente Quebrada Torito	76+885	PC	0,7	100	84,0	140	56	16	400	4%
Quebrada Torito	77+065	PC	1,8	215	83,1	460	377	132	4.500	3%
	77+515	PB	0,05	90	83,0	96	13	7	300	2%
Río Parismina	77+755	PR	17,7	1.840	75,5	2.220	2.145	1.765	17.000	10%
	78+355	PB	0,3	80	71,5	100	29	9	200	4%
Río López	78+575	PC	9,4	500	74,0	600	526	426	9.000	5%
Afluente río Calzada	79+445	PC	0,4	135	70,7	150	79	64	1.000	6%
	79+855	PB	0,1	80	78,0	110	32	2	100	2%
Río Calzada	80+065	PC	3,6	200	78,4	290	212	122	2.700	5%
	80+265	PB	0,04	94	86,0	113	27	8	500	2%
	80+555	PB	0,3	120	80,4	140	60	40	500	8%
	80+755	PB	0,3	100	86,0	140	54	14	400	4%
Río Iroquois	80+995	PC	5,1	390	85,4	450	365	305	7.000	4%
	81+240	PB	0,7	100	94,3	180	86	6	400	1%
	81+875	PB	0,3	100	98,0	110	12	2	200	1%
	82+215	PB	0,4	100	98,5	110	12	2	200	1%
Río Dos Novillos	82+615	PR	40,3	2.400	94,1	2.530	2.436	2.306	22.000	10%
Quebrada Santa Emilia	83+005	PC	4,8	380	101,9	480	378	278	6.800	4%
Río Destierro	83+805	PR	51	2.200	84,1	2.530	2.446	2.116	22.800	9%
Afluente río Destierro	84+205	PC	1	150	113,0	200	87	37	1.000	4%
	84+965	PB	0,3	120	119,0	140	21	1	200	1%
Quebrada Estrella	85+225	PC	2,1	320	112,6	460	347	207	5.500	4%
	85+615	PB	0,8	160	124,3	250	126	36	800	4%
Quebrada Colombiana	86+355	PC	2,6	190	114,4	255	141	76	2.000	4%
Quebrada América	86+845	PC	2,1	185	115,4	260	145	70	2.000	3%
Río Germania	87+455	PR	2	205	112,0	440	328	93	2.800	3%

TABLA 7.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS CUENCAS VERTIENTES (5 de 7)

CUENCA	D.O.	Tipo de cuenca	SUPERFICIE (Km^2)	$H_{max\ Cauce}$ (m)	$H_{min\ Cauce}$ (m)	$H_{max\ Cuenca}$ (m)	DESNIVEL $_{Cuenca}$ (m)	DESNIVEL $_{Cauce}$ (m)	LONG. $_{Cauce}$ (m)	PDTE. $_{Cauce}$ (%)
Río Babilonia	87+755	PC	4,3	245	117,0	520	403	128	3.500	4%
Río Vueltas (Silencio)	88+855	PR	5,5	480	114,5	840	726	366	8.100	5%
	88+905	PB	1,4	160	117,8	260	142	42	1.000	4%
	89+260	PB	0,3	140	123,2	180	57	17	500	3%
	89+345	PB	0,3	140	122,4	200	78	18	500	4%
	89+425	PB	0,4	140	126,3	225	99	14	500	3%
Quebrada Herediana	89+805	PC	1,4	215	124,3	295	171	91	3.000	3%
Río Herediana	90+055	PC	9	490	125,0	840	715	365	7.800	5%
	90+475	PB	0,2	140	121,9	200	78	18	200	9%
Río Peje	90+685	PR	10,6	550	113,4	840	727	437	8.000	5%
	90+815	PB	0,5	125	121,0	150	29	4	300	1%
Quebrada Muralla	91+805	PC	4,3	170	121,8	280	158	48	1.300	4%
Quebrada Cairo	92+385	PC	1,2	190	125,0	280	155	65	1.500	4%
Afluente quebrada Castro	93+405	PC	0,5	115	104,0	180	76	11	150	7%
Quebrada Castro	93+505	PC	0,8	115	90,9	280	189	24	500	5%
Río Reventazón	93+855	GR	1.737	3.200	92,0	3.491	3.399	3.108	78.800	4%
	94+670	PB	0,4	140	128,0	200	72	12	200	6%
	95+405	PB	0,5	140	124,0	190	66	16	200	8%
Río Siquirres	96+705	PR	16	600	70,8	779	708	529	9.800	5%
Quebrada La Plata	97+075	PC	2,4	415	74,6	600	525	340	3.300	10%
Quebrada Cabros	97+235	PC	2,9	485	73,5	720	647	412	3.900	11%
Caño Seco 1	97+985	PC	1,4	280	47,0	518	471	233	1.900	12%
	98+245	PB	0,1	120	49,2	220	171	71	200	35%
Caño Seco 2	98+755	PC	1,9	280	45,5	518	473	235	2.400	10%
Río Pacuare	99+125	GR	652	2.600	42,8	2.900	2.857	2.557	74.000	3%
	99+635	PB	0,1	100	64,0	200	136	36	100	36%
Quebrada Diablo	99+945	PC	0,9	250	54,1	358	304	196	1.300	15%
Afluente quebrada Diablo	100+215	PC	0,8	180	53,0	358	305	127	1.100	12%
	100+955	PB	0,09	75	59,5	113	54	16	80	19%
Río Pacuarito	101+145	PC	8	430	47,5	490	443	383	6.500	6%
	102+475	PB	1	120	41,1	260	219	79	300	26%
	103+105	PB	0,5	200	41,3	300	259	159	800	20%
Afluente 1 quebrada Rosita	103+755	PC	0,5	170	51,0	320	269	119	700	17%
Afluente 2 quebrada Rosita	103+915	PC	0,5	250	50,0	320	270	200	900	22%
	104+155	PB	0,1	100	48,0	290	242	52	200	26%

TABLA 7.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS CUENCAS VERTIENTES (5 de 7)

CUENCA	D.O.	Tipo de cuenca	SUPERFICIE (Km^2)	$H_{max\ Cauce}$ (m)	$H_{min\ Cauce}$ (m)	$H_{max\ Cuenca}$ (m)	$DESNIVEL_{\ Cuenca}$ (m)	$DESNIVEL_{\ Cauce}$ (m)	$LONG._{\ Cauce}$ (m)	$PDTE._{\ Cauce}$ (%)
Río Babilonia	87+755	PC	4,3	245	117,0	520	403	128	3.500	4%
Río Vueltas (Silencio)	88+855	PR	5,5	480	114,5	840	726	366	8.100	5%
	88+905	PB	1,4	160	117,8	260	142	42	1.000	4%
	89+260	PB	0,3	140	123,2	180	57	17	500	3%
	89+345	PB	0,3	140	122,4	200	78	18	500	4%
	89+425	PB	0,4	140	126,3	225	99	14	500	3%
Quebrada Herediana	89+805	PC	1,4	215	124,3	295	171	91	3.000	3%
Río Herediana	90+055	PC	9	490	125,0	840	715	365	7.800	5%
	90+475	PB	0,2	140	121,9	200	78	18	200	9%
Río Peje	90+685	PR	10,6	550	113,4	840	727	437	8.000	5%
	90+815	PB	0,5	125	121,0	150	29	4	300	1%
Quebrada Muralla	91+805	PC	4,3	170	121,8	280	158	48	1.300	4%
Quebrada Cairo	92+385	PC	1,2	190	125,0	280	155	65	1.500	4%
Afluente quebrada Castro	93+405	PC	0,5	115	104,0	180	76	11	150	7%
Quebrada Castro	93+505	PC	0,8	115	90,9	280	189	24	500	5%
Río Reventazón	93+855	GR	1.737	3.200	92,0	3.491	3.399	3.108	78.800	4%
	94+670	PB	0,4	140	128,0	200	72	12	200	6%
	95+405	PB	0,5	140	124,0	190	66	16	200	8%
Río Siquirres	96+705	PR	16	600	70,8	779	708	529	9.800	5%
Quebrada La Plata	97+075	PC	2,4	415	74,6	600	525	340	3.300	10%
Quebrada Cabros	97+235	PC	2,9	485	73,5	720	647	412	3.900	11%
Caño Seco 1	97+985	PC	1,4	280	47,0	518	471	233	1.900	12%
	98+245	PB	0,1	120	49,2	220	171	71	200	35%
Caño Seco 2	98+755	PC	1,9	280	45,5	518	473	235	2.400	10%
Río Pacuare	99+125	GR	652	2.600	42,8	2.900	2.857	2.557	74.000	3%
	99+635	PB	0,1	100	64,0	200	136	36	100	36%
Quebrada Diablo	99+945	PC	0,9	250	54,1	358	304	196	1.300	15%
Afluente quebrada Diablo	100+215	PC	0,8	180	53,0	358	305	127	1.100	12%
	100+955	PB	0,09	75	59,5	113	54	16	80	19%
Río Pacuarito	101+145	PC	8	430	47,5	490	443	383	6.500	6%
	102+475	PB	1	120	41,1	260	219	79	300	26%
	103+105	PB	0,5	200	41,3	300	259	159	800	20%
Afluente 1 quebrada Rosita	103+755	PC	0,5	170	51,0	320	269	119	700	17%
Afluente 2 quebrada Rosita	103+915	PC	0,5	250	50,0	320	270	200	900	22%
	104+155	PB	0,1	100	48,0	290	242	52	200	26%

TABLA 7.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS CUENCAS VERTIENTES (6 de 7)

CUENCA	D.O.	Tipo de cuenca	SUPERFICIE (Km^2)	$H_{max\ Cauce}$ (m)	$H_{min\ Cauce}$ (m)	$H_{max\ Cuenca}$ (m)	DESNIVEL $_{Cuenca}$ (m)	DESNIVEL $_{Cauce}$ (m)	LONG. $_{Cauce}$ (m)	PDTE. $_{Cauce}$ (%)
	104+495	PB	0,2	100	48,0	290	242	52	200	26%
Quebrada Rosita	104+605	PC	0,9	280	42,4	300	258	238	1.100	22%
	104+875	PB	0,3	140	49,8	300	250	90	400	23%
	105+105	PB	0,4	140	49,5	300	251	91	400	23%
Río Cimarrones	106+005	PR	18,5	680	64,6	690	625	615	11.100	6%
	106+565	PB	0,06	100	79,0	137	58	21	110	19%
Río Hondo	107+295	PR	5,7	580	65,2	622	557	515	5.200	10%
	108+875	PB	0,6	150	135,0	200	65	15	300	5%
Río Madre de Dios	109+175	PR	19,9	560	116,4	622	506	444	13.000	3%
	109+315	PB	0,3	200	127,5	320	193	73	500	15%
	109+515	PB	0,3	200	126,0	340	214	74	500	15%
Afluente río Madre de Dios	110+155	PC	2,1	330	96,0	362	266	234	1.500	16%
	110+415	PB	0,3	200	97,0	260	163	103	500	21%
	111+005	PB	0,6	260	87,0	362	275	173	1.000	17%
	111+305	PB	0,2	100	85,0	150	65	15	200	8%
	111+475	PB	0,3	100	87,5	200	113	13	300	4%
	111+705	PB	0,6	220	82,5	362	280	138	1.000	14%
	112+255	PB	0,5	100	67,5	200	133	33	300	11%
Quebrada Salsipuedes	112+455	PC	3	235	62,0	362	300	173	2.500	7%
	114+505	PB	1	40	18,0	140	122	22	200	11%
Río Barbilla	115+025	GR	223	1.000	24,0	1.617	1.593	976	29.000	3%
Afluente río Barbilla	118+615	PC	3	40	17,5	258	241	23	1.500	2%
Quebrada Calderón	120+075	PC	5,3	180	11,7	249	237	168	2.000	8%
	120+435	PB	0,3	16	15,5	20	5	1	100	1%
Río San Miguel	120+925	PC	14,6	400	11,9	421	409	388	7.900	5%
Quebrada Aguas Claras	121+375	PR	13,5	180	12,0	332	320	168	7.000	2%
Afluente río Chirripò	122+555	PC	3,1	26	16,6	30	13	9	1.800	0,5%
	123+275	PB	0,3	20	18,5	21	3	2	200	1%
	123+835	PB	0,4	20	18,3	21	3	2	200	1%
Río Chirripó Atlántico	124+975	GR	1.070	3.800	15,0	3.820	3.805	3.785	75.000	5%
Quebrada San José	126+705	PC	1,1	13	12,9	19	6	0,1	200	0,05%
	127+075	PB	0,7	16	14,6	17	2	1	200	1%
	128+655	PB	0,4	13	11,0	18	7	2	200	1,0%
	128+875	PB	0,7	13	10,8	18	7	2	500	0,4%
Río Escondido	132+605	PC	6,3	15	5,8	18	12	9	4.000	0,23%

TABLA 7.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS CUENCAS VERTIENTES (7 de 7)

CUENCA	D.O.	Tipo de cuenca	SUPERFICIE (Km^2)	$H_{max\ Cauce}$ (m)	$H_{min\ Cauce}$ (m)	$H_{max\ Cuenca}$ (m)	$DESNIVEL_{\ Cuenca}$ (m)	$DESNIVEL_{\ Cauce}$ (m)	$LONG._{\ Cauce}$ (m)	$PDTE._{\ Cauce}$ (%)
Río Cuba	133+445	PR	16,7	50	8,2	340	332	42	7.400	1%
Río Rojo	134+345	PC	5,6	75	6,3	340	334	69	4.800	1%
Río Toro	134+595	PR	25,2	90	8,3	310	302	82	9.000	1%
	135+705	PB	0,75	80	4,9	100	95	75	700	11%
	135+815	PB	0,75	80	6,1	108	102	74	800	9%
	135+990	PB	0,2	20	5,0	100	95	15	200	8%
Afluente 1 río Toro	136+695	PC	1,3	20	9,6	170	160	10	400	3%
	137+105	PB	0,4	25	17,0	120	103	8	200	4%
	137+295	PB	0,7	100	17,0	160	143	83	650	13%
	138+055	PB	1,2	120	12,0	202	190	108	1.500	7%
	138+955	PB	0,2	15	13,0	20	7	2	100	2%
Afluente 2 río Toro	139+455	PC	1,2	20	15,3	202	187	5	200	2%
	140+055	PB	1,2	140	17,6	202	184	122	1.700	7%
	140+295	PB	0,2	30	21,0	120	99	9	200	5%
Río Madre	140+895	PC	2	150	10,6	228	217	139	3.000	5%
	141+345	PB	0,8	100	11,9	219	207	88	1.000	9%
	142+905	PB	0,9	40	6,2	120	114	34	1.000	3%
	143+605	PB	0,3	15	6,0	20	14	9	200	5%
	144+270	PB	0,3	15	6,0	20	14	9	200	5%
Río Blanco (2)	144+655	PR	61,4	400	2,6	527	524	397	17.500	2%
Quebrada Turbia	147+035	PC	2	9	6,8	120	113	2	250	1%
	147+995	PB	0,5	40	9,4	80	71	31	500	6%
Río Bartolo	148+585	PC	4	75	11,9	180	168	63	3.000	2%
Quebrada Chocolate	148+805	PC	3,6	95	9,9	140	130	85	4.000	2%
	149+375	PB	1,5	80	47,5	105	58	33	1.500	2%
	149+865	PB	0,015	95	82,5	105	23	13	120	10%
	150+285	PB	0,048	85	82,5	108	26	3	50	5%
	150+835	PB	0,12	85	72,0	108	36	13	280	5%
	151+025	PB	0,038	85	62,5	98	36	23	250	9%
	151+335	PB	0,044	70	46,0	79	33	24	250	10%
	151+485	PB	0,025	55	47,5	61	14	8	100	8%

Número total de cauces 241
Número total de grandes ríos (GR) 7
Número total de pequeños ríos (PR) 27
Número total de pequeñas cuencas (PC) 74
Número total de puntos bajos (PB) 133

TABLA 7.2. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN DE LAS CUENCAS VERTIENTES (1 de 10)

CUENCA	D.O.	Tipo de cuenca	Tc (horas) CALIFORNIA	Tc (horas) U.S. Corp of Engineers Simplificado	T_C Medio California y U.S.C.E.	NORMA COSTA RICA	T_C adoptado** (horas)
Quebrada Cangrejas	0+300	PC	0,99	1,39	1,19	0,94	0,94
	0+800	PB	0,26	0,44	0,35	0,25	0,25
Quebrada Rivera	1+250	PC	0,80	1,59	1,20	0,76	0,76
Río Virilla	3+100	GR	2,01	4,91	3,46	1,91	3,46
	3+860	PB	0,13	0,32	0,23	0,13	0,13
	5+660	PB	0,14	0,30	0,22	0,14	0,14
	8+210	PB	0,14	0,34	0,24	0,13	0,13
	10+710	PB	0,18	0,42	0,30	0,17	0,17
Río Pará	12+240	PR	0,40	1,07	0,73	0,38	0,38
	12+880	PB	0,27	0,64	0,46	0,25	0,25
	13+450	PB	0,14	0,35	0,25	0,14	0,14
Río Pará Blanco	13+800	PR	0,40	1,15	0,78	0,38	0,38
Quebrada Yerbabuena	14+280	PC	0,30	0,78	0,54	0,28	0,28
	15+320	PB	0,04	0,09	0,08	0,08	0,08
	15+530	PB	0,08	0,18	0,13	0,08	0,08
	16+170	PB	0,12	0,25	0,19	0,12	0,12
	17+000	PB	0,05	0,14	0,10	0,08	0,08
	18+000	PB	0,02	0,07	0,08	0,08	0,08
Río Zurquí	18+710	PR	0,03	0,10	0,08	0,08	0,08
	19+670	PB	0,01	0,03	0,08	0,08	0,08
Afluente río Zurquí	20+310	PC	0,10	0,34	0,22	0,10	0,10
	21+570	PB	0,02	0,08	0,08	0,08	0,08
	22+340	PB	0,01	0,05	0,08	0,08	0,08
	22+750	PB	0,03	0,09	0,08	0,08	0,08
	23+550	PB	0,06	0,16	0,11	0,08	0,08

TABLA 7.2. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN DE LAS CUENCAS VERTIENTES (2 de 10)

CUENCA	D.O.	Tipo de cuenca	Tc (horas) CALIFORNIA	Tc (horas) U.S. Corp of Engineers Simplificado	T_C Medio California y U.S.C.E.	NORMA COSTA RICA	T_C adoptado** (horas)
	24+620	PB	0,04	0,13	0,08	0,08	0,08
	25+010	PB	0,01	0,04	0,08	0,08	0,08
	25+500	PB	0,03	0,11	0,08	0,08	0,08
	25+920	PB	0,02	0,07	0,08	0,08	0,08
	26+580	PB	0,03	0,11	0,08	0,08	0,08
	27+300	PB	0,02	0,07	0,08	0,08	0,08
	27+580	PB	0,01	0,04	0,08	0,08	0,08
	28+600	PB	0,02	0,07	0,08	0,08	0,08
	29+380	PB	0,01	0,04	0,08	0,08	0,08
	29+840	PB	0,02	0,05	0,08	0,08	0,08
	30+500	PB	0,04	0,09	0,08	0,08	0,08
	30+950	PB	0,02	0,06	0,08	0,08	0,08
	31+360	PB	0,02	0,07	0,08	0,08	0,08
	31+630	PB	0,01	0,03	0,08	0,08	0,08
	32+070	PB	0,02	0,08	0,08	0,08	0,08
	32+460	PB	0,04	0,12	0,08	0,08	0,08
	32+960	PB	0,07	0,18	0,12	0,08	0,08
	33+350	PB	0,02	0,07	0,08	0,08	0,08
	33+790	PB	0,02	0,05	0,08	0,08	0,08
	34+000	PB	0,02	0,07	0,08	0,08	0,08
Afluente 1 río Patria	34+390	PC	0,36	0,84	0,60	0,34	0,34
	35+000	PB	0,03	0,10	0,08	0,08	0,08
Afluente 2 río Patria	35+400	PC	0,07	0,21	0,14	0,08	0,08
	35+690	PB	0,02	0,06	0,08	0,08	0,08
	36+350	PB	0,08	0,18	0,13	0,08	0,08

TABLA 7.2. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN DE LAS CUENCAS VERTIENTES (3 de 10)

CUENCA	D.O.	Tipo de cuenca	Tc (horas) CALIFORNIA	Tc (horas) U.S. Corp of Engineers Simplificado	T_C Medio California y U.S.C.E.	NORMA COSTA RICA	T_C adoptado** (horas)
	37+150	PB	0,03	0,07	0,08	0,08	0,08
	37+740	PB	0,03	0,11	0,08	0,08	0,08
	37+940	PB	0,02	0,05	0,08	0,08	0,08
Río Sucio	38+900	GR	1,70	4,69	3,19	1,61	3,19
	39+670	PB	0,03	0,10	0,08	0,08	0,08
	39+950	PB	0,05	0,15	0,10	0,08	0,08
	40+350	PB	0,05	0,15	0,10	0,08	0,08
Quebrada González	41+120	PC*	0,38	1,07	0,72	0,36	0,72
	41+670	PB	0,04	0,12	0,08	0,08	0,08
	42+700	PB	0,10	0,20	0,15	0,10	0,10
	44+250	PB	0,04	0,13	0,08	0,08	0,08
	44+680	PB	0,03	0,08	0,08	0,08	0,08
	44+960	PB	0,02	0,07	0,08	0,08	0,08
	45+570	PB	0,04	0,10	0,08	0,08	0,08
	45+970	PB	0,03	0,09	0,08	0,08	0,08
	46+700	PB	0,03	0,10	0,08	0,08	0,08
	47+130	PB	0,07	0,17	0,12	0,08	0,08
	50+290	PB	0,12	0,27	0,19	0,11	0,11
Río Corinto	50+550	PR*	1,97	5,04	3,51	1,87	3,51
Quebrada Flores	51+855	PC	0,52	1,22	0,87	0,49	0,49
Río Costa Rica	53+675	PR*	1,63	4,11	2,87	1,54	2,87
	54+535	PB	0,09	0,18	0,13	0,08	0,08
Quebrada Pepilla	54+705	PC	0,20	0,36	0,28	0,19	0,19
Río Blanco (1)	55+795	PR*	1,88	4,79	3,34	1,78	3,34
Quebrada Danta	56+925	PC*	0,83	1,87	1,35	0,79	1,35

TABLA 7.2. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN DE LAS CUENCAS VERTIENTES (4 de 10)

CUENCA	D.O.	Tipo de cuenca	Tc (horas) CALIFORNIA	Tc (horas) U.S. Corp of Engineers Simplificado	T_C Medio California y U.S.C.E.	NORMA COSTA RICA	T_C adoptado** (horas)
Quebrada Jado	58+175	PC	0,27	0,62	0,45	0,25	0,25
Río Toro Amarillo	58+755	GR	2,21	5,85	4,03	2,10	4,03
	59+215	PB	0,05	0,14	0,10	0,08	0,08
Afluente Toro Amarillo	59+955	PC	0,43	0,88	0,66	0,41	0,41
Río San Rafael	60+195	PC	0,75	1,59	1,17	0,71	0,71
Río Guápiles	61+915	PR	0,61	1,33	0,97	0,58	0,58
Quebrada Numancia	62+075	PC	0,28	0,60	0,44	0,27	0,27
Río Santa Clara	62+665	PR	0,67	1,47	1,07	0,63	0,63
Quebrada San Rafael	63+085	PC	0,77	1,74	1,26	0,73	0,73
Río Verde	63+465	PC	0,55	1,24	0,90	0,52	0,52
	63+665	PB	0,30	0,66	0,48	0,28	0,28
Río Molino	64+475	PR*	0,88	2,20	1,54	0,84	1,54
	64+805	PB	0,07	0,16	0,11	0,08	0,08
Quebrada Prado	65+115	PC	0,22	0,51	0,37	0,21	0,21
Afluente río Cristina	65+605	PC	0,60	1,31	0,95	0,57	0,57
Río Cristina	65+885	PR	0,74	1,75	1,25	0,71	0,71
	66+155	PB	0,08	0,18	0,13	0,08	0,08
Río Jiménez	66+910	PR*	1,36	3,28	2,32	1,29	2,32
Río Roca	67+055	PC*	1,43	3,63	2,53	1,36	2,53
Río Angelina	67+515	PC	0,19	0,45	0,32	0,18	0,18
Río Fox Hall	67+925	PC	0,32	0,72	0,52	0,30	0,30
	68+125	PB	0,02	0,07	0,08	0,08	0,08
Río Hogar	68+415	PC	0,31	0,73	0,52	0,29	0,29
Afluente 1 río Hogar	68+755	PC	0,37	0,87	0,62	0,35	0,35
	68+945	PB	0,04	0,09	0,08	0,08	0,08

TABLA 7.2. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN DE LAS CUENCAS VERTIENTES (5 de 10)

CUENCA	D.O.	Tipo de cuenca	Tc (horas) CALIFORNIA	Tc (horas) U.S. Corp of Engineers Simplificado	T_C Medio California y U.S.C.E.	NORMA COSTA RICA	T_C adoptado** (horas)
Afluente 2 río Hogar	69+405	PC	0,22	0,57	0,40	0,21	0,21
Río Guácimo	73+315	PR*	2,02	5,44	3,73	1,91	3,73
Río Guacimillo	73+625	PR*	1,26	3,00	2,13	1,19	2,13
	73+925	PB	0,16	0,24	0,20	0,15	0,15
Afluente 1 río Guacimillo	74+125	PC	0,04	0,09	0,08	0,08	0,08
Afluente 2 río Guacimillo	74+410	PC	0,71	1,51	1,11	0,67	0,67
Afluente Quebrada Leona	74+665	PC	0,24	0,42	0,33	0,22	0,22
Quebrada Leona	74+995	PC	0,80	1,72	1,26	0,76	0,76
Quebrada Precipicio	75+160	PC	0,73	1,69	1,21	0,69	0,69
	75+455	PB	0,09	0,15	0,12	0,08	0,08
Afluente Quebrada Unión	75+615	PC	0,42	0,87	0,65	0,40	0,40
	76+005	PB	0,21	0,45	0,33	0,19	0,19
Quebrada Unión	76+135	PC	0,47	1,04	0,76	0,45	0,45
	76+535	PB	0,13	0,30	0,22	0,12	0,12
Afluente Quebrada Torito	76+885	PC	0,12	0,28	0,20	0,11	0,11
Quebrada Torito	77+065	PC	0,87	1,84	1,35	0,82	0,82
	77+515	PB	0,12	0,25	0,18	0,11	0,11
Río Parismina	77+755	PR*	1,48	3,97	2,73	1,41	2,73
	78+355	PB	0,07	0,16	0,11	0,08	0,08
Río López	78+575	PC	1,23	2,84	2,04	1,17	1,17
Afluente río Calzada	79+445	PC	0,20	0,51	0,35	0,19	0,19
	79+855	PB	0,05	0,11	0,08	0,08	0,08
Río Calzada	80+065	PC	0,50	1,15	0,82	0,47	0,47
	80+265	PB	0,20	0,39	0,30	0,19	0,19
	80+555	PB	0,11	0,29	0,20	0,10	0,10

TABLA 7.2. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN DE LAS CUENCAS VERTIENTES (6 de 10)

CUENCA	D.O.	Tipo de cuenca	Tc (horas) CALIFORNIA	Tc (horas) U.S. Corp of Engineers Simplificado	T_C Medio California y U.S.C.E.	NORMA COSTA RICA	T_C adoptado** (horas)
	80+755	PB	0,13	0,28	0,20	0,12	0,12
Río Iroquois	80+995	PC	1,05	2,39	1,72	0,99	0,99
	81+240	PB	0,18	0,34	0,26	0,17	0,17
	81+875	PB	0,12	0,21	0,17	0,11	0,11
	82+215	PB	0,13	0,22	0,18	0,13	0,13
Río Dos Novillos	82+615	PR*	1,80	4,82	3,31	1,71	3,31
Quebrada Santa Emilia	83+005	PC	1,05	2,36	1,71	0,99	0,99
Río Destierro	83+805	PR*	1,94	5,07	3,51	1,84	3,51
Afluente río Destierro	84+205	PC	0,25	0,56	0,41	0,24	0,24
	84+965	PB	0,16	0,24	0,20	0,15	0,15
Quebrada Estrella	85+225	PC	0,92	2,04	1,48	0,87	0,87
	85+615	PB	0,20	0,46	0,33	0,19	0,19
Quebrada Colombiana	86+355	PC	0,42	0,95	0,68	0,40	0,40
Quebrada América	86+845	PC	0,43	0,96	0,70	0,41	0,41
Río Germania	87+455	PR	0,57	1,25	0,91	0,54	0,54
Río Babilonia	87+755	PC	0,66	1,46	1,06	0,62	0,62
Río Vueltas (Silencio)	88+855	PR*	1,16	2,65	1,90	1,10	1,90
	88+905	PB	0,24	0,55	0,39	0,22	0,22
	89+260	PB	0,15	0,34	0,24	0,14	0,14
	89+345	PB	0,15	0,33	0,24	0,14	0,14
	89+425	PB	0,16	0,35	0,26	0,16	0,16
Quebrada Herediana	89+805	PC	0,63	1,34	0,99	0,59	0,59
Río Herediana	90+055	PC*	1,11	2,56	1,83	1,05	1,83
	90+475	PB	0,05	0,14	0,10	0,08	0,08
Río Peje	90+685	PR	1,06	2,53	1,80	1,01	1,01

TABLA 7.2. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN DE LAS CUENCAS VERTIENTES (7 de 10)

CUENCA	D.O.	Tipo de cuenca	Tc (horas) CALIFORNIA	Tc (horas) U.S. Corp of Engineers Simplificado	T_C Medio California y U.S.C.E.	NORMA COSTA RICA	T_C adoptado** (horas)
	90+815	PB	0,15	0,27	0,21	0,14	0,14
Quebrada Muralla	91+805	PC	0,30	0,68	0,49	0,29	0,29
Quebrada Cairo	92+385	PC	0,32	0,74	0,53	0,30	0,30
Afluente quebrada Castro	93+405	PC	0,04	0,12	0,08	0,08	0,08
Quebrada Castro	93+505	PC	0,13	0,32	0,22	0,13	0,13
Río Reventazón	93+855	GR	7,01	15,32	11,17	6,65	11,17
	94+670	PB	0,06	0,15	0,11	0,08	0,08
	95+405	PB	0,05	0,14	0,10	0,08	0,08
Río Siquirres	96+705	PR*	1,25	2,96	2,10	1,18	2,10
Quebrada La Plata	97+075	PC	0,42	1,14	0,78	0,40	0,40
Quebrada Cabros	97+235	PC	0,47	1,29	0,88	0,45	0,45
Caño Seco 1	97+985	PC	0,26	0,73	0,49	0,24	0,24
	98+245	PB	0,03	0,11	0,08	0,08	0,08
Caño Seco 2	98+755	PC	0,34	0,91	0,62	0,32	0,32
Río Pacuare	99+125	GR	7,03	14,98	11,00	6,67	11,00
	99+635	PB	0,02	0,06	0,08	0,08	0,08
Quebrada Diablo	99+945	PC	0,18	0,52	0,35	0,17	0,17
Afluente quebrada Diablo	100+215	PC	0,17	0,49	0,33	0,16	0,16
	100+955	PB	0,02	0,06	0,08	0,08	0,08
Río Pacuarito	101+145	PC*	0,88	2,13	1,51	0,83	1,51
	102+475	PB	0,05	0,15	0,10	0,08	0,08
	103+105	PB	0,11	0,34	0,23	0,10	0,10
Afluente 1 quebrada Rosita	103+755	PC	0,11	0,32	0,21	0,10	0,10
Afluente 2 quebrada Rosita	103+915	PC	0,12	0,37	0,24	0,11	0,11
	104+155	PB	0,03	0,11	0,08	0,08	0,08

TABLA 7.2. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN DE LAS CUENCAS VERTIENTES (8 de 10)

CUENCA	D.O.	Tipo de cuenca	Tc (horas) CALIFORNIA	Tc (horas) U.S. Corp of Engineers Simplificado	T_C Medio California y U.S.C.E.	NORMA COSTA RICA	T_C adoptado** (horas)
	104+495	PB	0,03	0,11	0,08	0,08	0,08
Quebrada Rosita	104+605	PC	0,14	0,43	0,28	0,13	0,13
	104+875	PB	0,06	0,20	0,13	0,08	0,08
	105+105	PB	0,06	0,20	0,13	0,08	0,08
Río Cimarrones	106+005	PR*	1,36	3,24	2,30	1,29	2,30
	106+565	PB	0,02	0,08	0,08	0,08	0,08
Río Hondo	107+295	PR*	0,61	1,63	1,12	0,58	1,12
	108+875	PB	0,09	0,21	0,15	0,08	0,08
Río Madre de Dios	109+175	PR*	1,85	4,00	2,93	1,76	2,93
	109+315	PB	0,09	0,26	0,17	0,08	0,08
	109+515	PB	0,09	0,25	0,17	0,08	0,08
Afluente río Madre de Dios	110+155	PC	0,20	0,58	0,39	0,19	0,19
	110+415	PB	0,08	0,24	0,16	0,08	0,08
	111+005	PB	0,14	0,42	0,28	0,13	0,13
	111+305	PB	0,05	0,14	0,10	0,08	0,08
	111+475	PB	0,09	0,22	0,16	0,09	0,09
	111+705	PB	0,15	0,44	0,29	0,14	0,14
	112+255	PB	0,07	0,18	0,12	0,08	0,08
Quebrada Salsipuedes	112+455	PC	0,40	1,00	0,70	0,38	0,38
	114+505	PB	0,05	0,13	0,09	0,08	0,08
Río Barbilla	115+025	GR	3,45	7,39	5,42	3,27	5,42
Afluente río Barbilla	118+615	PC	0,48	0,91	0,69	0,46	0,46
Quebrada Calderón	120+075	PC*	0,31	0,81	0,56	0,29	0,56
	120+435	PB	0,09	0,14	0,12	0,09	0,09
Río San Miguel	120+925	PC*	1,10	2,56	1,83	1,04	1,83

TABLA 7.2. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN DE LAS CUENCAS VERTIENTES (9 de 10)

CUENCA	D.O.	Tipo de cuenca	Tc (horas) CALIFORNIA	Tc (horas) U.S. Corp of Engineers Simplificado	T_C Medio California y U.S.C.E.	NORMA COSTA RICA	T_C adoptado** (horas)
Quebrada Aguas Claras	121+375	PR*	1,32	2,67	2,00	1,25	2,00
Afluente río Chirripò	122+555	PC	0,83	1,27	1,05	0,79	0,79
	123+275	PB	0,13	0,22	0,18	0,13	0,13
	123+835	PB	0,13	0,22	0,17	0,12	0,12
Río Chirripó Atlántico	124+975	GR	6,14	14,08	10,11	5,82	10,11
Quebrada San José	126+705	PC	0,38	0,37	0,38	0,36	0,36
	127+075	PB	0,14	0,23	0,18	0,13	0,13
	128+655	PB	0,12	0,21	0,17	0,11	0,11
	128+875	PB	0,33	0,50	0,41	0,31	0,31
Río Escondido	132+605	PC*	2,11	2,73	2,42	2,00	2,42
Río Cuba	133+445	PR*	2,40	3,67	3,03	2,27	3,03
Río Rojo	134+345	PC*	1,20	2,21	1,71	1,14	1,71
Río Toro	134+595	PR*	2,32	3,89	3,11	2,20	3,11
	135+705	PB	0,13	0,35	0,24	0,12	0,12
	135+815	PB	0,15	0,40	0,27	0,14	0,14
	135+990	PB	0,05	0,14	0,10	0,08	0,08
Afluente 1 río Toro	136+695	PC	0,14	0,30	0,22	0,13	0,13
	137+105	PB	0,07	0,16	0,12	0,08	0,08
	137+295	PB	0,11	0,32	0,22	0,11	0,11
	138+055	PB	0,26	0,67	0,47	0,25	0,25
	138+955	PB	0,05	0,11	0,08	0,08	0,08
Afluente 2 río Toro	139+455	PC	0,09	0,18	0,13	0,08	0,08
	140+055	PB	0,29	0,74	0,52	0,27	0,27
	140+295	PB	0,07	0,16	0,11	0,08	0,08
Río Madre	140+895	PC*	0,53	1,24	0,89	0,50	0,89

TABLA 7.2. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN DE LAS CUENCAS VERTIENTES (10 de 10)

CUENCA	D.O.	Tipo de cuenca	Tc (horas) CALIFORNIA	Tc (horas) U.S. Corp of Engineers Simplificado	T_C Medio California y U.S.C.E.	NORMA COSTA RICA	T_C adoptado** (horas)
	141+345	PB	0,18	0,48	0,33	0,17	0,17
	142+905	PB	0,26	0,57	0,41	0,24	0,24
	143+605	PB	0,07	0,16	0,11	0,08	0,08
	144+270	PB	0,07	0,16	0,11	0,08	0,08
Río Blanco (2)	144+655	PR*	2,72	5,42	4,07	2,58	4,07
Quebrada Turbia	147+035	PC	0,15	0,26	0,20	0,14	0,14
	147+995	PB	0,12	0,30	0,21	0,11	0,11
Río Bartolo	148+585	PC	0,72	1,44	1,08	0,68	0,68
Quebrada Chocolate	148+805	PC	0,90	1,79	1,34	0,85	0,85
	149+375	PB	0,42	0,85	0,63	0,40	0,40
	149+865	PB	0,03	0,09	0,08	0,08	0,08
	150+285	PB	0,02	0,05	0,08	0,08	0,08
	150+835	PB	0,09	0,20	0,14	0,08	0,08
	151+025	PB	0,06	0,17	0,11	0,08	0,08
	151+335	PB	0,06	0,16	0,11	0,08	0,08
	151+485	PB	0,03	0,09	0,08	0,08	0,08

GR: gran río, PR: pequeño río (PR* cuencas con más de 10 Km^2 de superficie o puentes), PC: pequeña cuenca (PC* cuencas con más de 10 Km^2 de superficie o puentes), PB: punto bajo

**T_C adoptado para GR, PR* y PC*: la media entre los métodos de California y el U.S. Corps of Engineers.

Resto de cauces: el propuesto en el documento "Diseño hidrológico e hidráulico de drenajes menores de carreteras" y su Revisión posterior.

GRÁFICO 7.1. RELACIÓN COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA - UMBRAL DE ESCORRENTÍA (P_0)/PRECIPITACIÓN DIARIA (P_d)

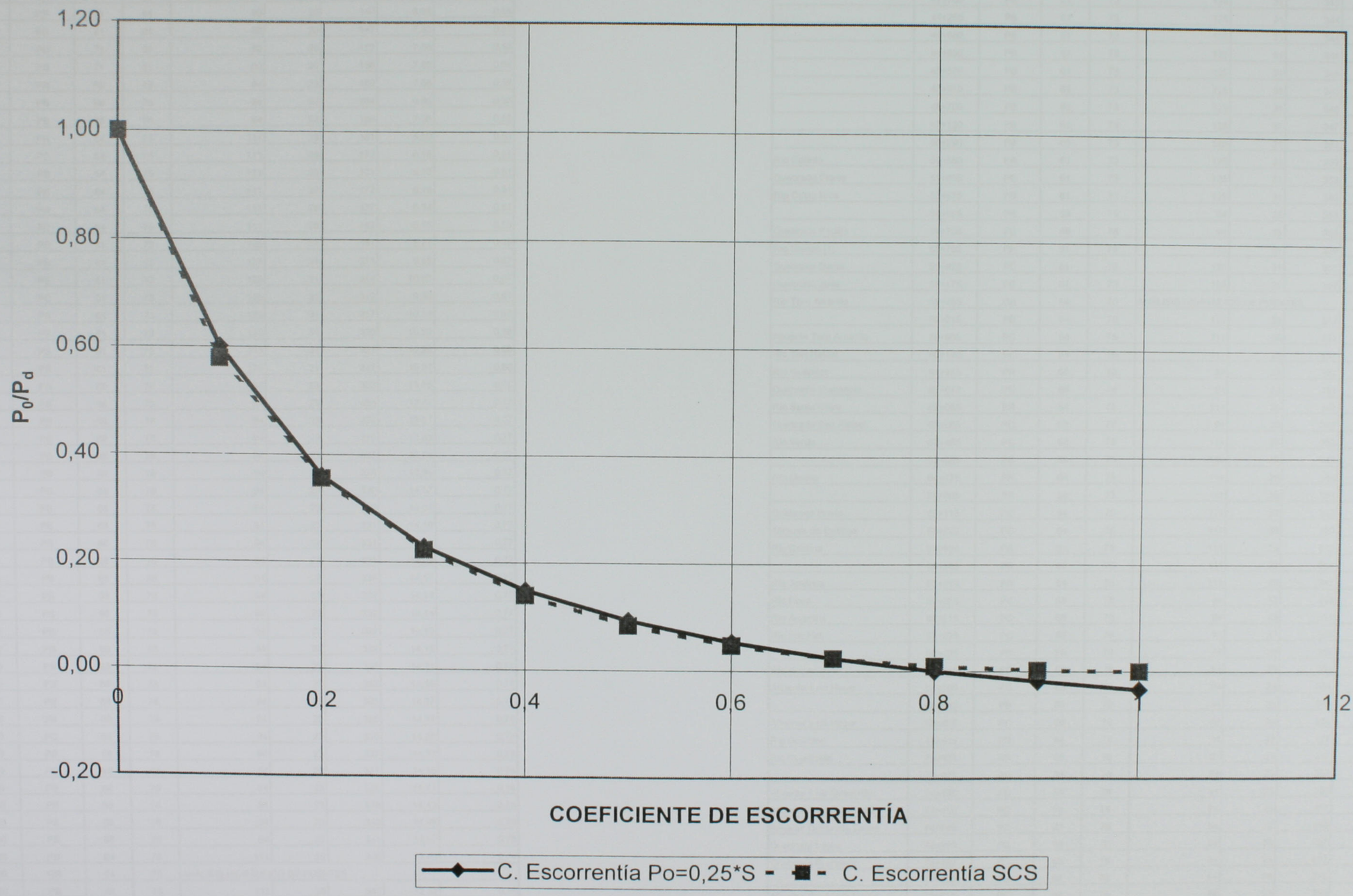


TABLA 7.3. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (1 de 5)

CUENCA	D.O.	Tipo de cuenca	N.I. número de curva (pulgadas)		S (254(100/N-1)) Máxima retención (mm)	P_o (0,25*S) (mm)	P_d (mm)	P_d/P_o (mm)	Coeficiente de Escorrentía
Quebrada Cangrejas	0+300	PC	85	90	36	9	140	15,47	0,79
	0+800	PB	85	90	36	9	140	15,42	0,79
Quebrada Rivera	1+250	PC	85	90	36	9	141	15,52	0,80
Río Virilla	3+100	GR	71	81	ANÁLISIS HIDRÁULICO DE PUENTES				
	3+860	PB	71	81	80	20	140	6,98	0,55
	5+660	PB	71	81	80	20	147	7,33	0,57
	8+210	PB	71	81	80	20	152	7,56	0,58
	10+710	PB	71	81	80	20	156	7,80	0,59
Río Pará	12+240	PR	68	78	94	23	180	7,66	0,59
	12+680	PB	68	78	94	23	164	6,96	0,55
	13+450	PB	68	78	94	23	166	7,05	0,56
Río Pará Blanco	13+800	PR	64	75	111	28	181	6,50	0,53
Quebrada Yerbabuena	14+280	PC	64	75	111	28	172	6,18	0,51
	15+320	PB	64	75	111	28	171	6,13	0,51
	15+530	PB	64	75	111	28	172	6,19	0,51
	16+170	PB	64	75	111	28	177	6,34	0,52
	17+000	PB	64	75	111	28	182	6,55	0,53
	18+000	PB	61	73	125	31	181	5,77	0,49
Río Zurquí	18+710	PR	61	73	125	31	311	9,95	0,67
	19+670	PB	61	73	125	31	314	10,03	0,67
Afluente río Zurquí	20+310	PC	61	73	125	31	312	9,98	0,67
	21+570	PB	61	73	125	31	317	10,14	0,68
	22+340	PB	61	73	125	31	320	10,22	0,68
	22+750	PB	61	73	125	31	321	10,26	0,68
	23+550	PB	61	73	125	31	322	10,31	0,68
	24+620	PB	68	78	94	23	323	13,75	0,76
	25+010	PB	68	78	94	23	324	13,77	0,77
	25+500	PB	68	78	94	23	324	13,81	0,77
	25+920	PB	68	78	94	23	325	13,82	0,77
	26+580	PB	68	78	94	23	325	13,85	0,77
	27+300	PB	68	78	94	23	328	13,95	0,77
	27+580	PB	68	78	94	23	330	14,07	0,77
	28+600	PB	68	78	94	23	330	14,07	0,77
	29+380	PB	68	78	94	23	331	14,10	0,77
	29+840	PB	68	78	94	23	331	14,11	0,77
	30+500	PB	68	78	94	23	331	14,09	0,77
	30+950	PB	68	78	94	23	333	14,17	0,77
	31+360	PB	68	78	94	23	332	14,14	0,77
	31+630	PB	68	78	94	23	332	14,14	0,77
	32+070	PB	68	78	94	23	332	14,13	0,77
	32+460	PB	68	78	94	23	332	14,15	0,77
	32+960	PB	68	78	94	23	334	14,21	0,77
	33+350	PB	68	78	94	23	333	14,19	0,77
	33+790	PB	68	78	94	23	335	14,27	0,77
	34+000	PB	68	78	94	23	336	14,31	0,78
Afluente 1 río Patria	34+390	PC	68	78	94	23	335	14,25	0,77
	35+000	PB	68	78	94	23	337	14,33	0,78
Afluente 2 río Patria	35+400	PC	68	78	94	23	337	14,35	0,78
	35+690	PB	68	78	94	23	338	14,41	0,78
	36+350	PB	68	78	94	23	339	14,43	0,78
	37+150	PB	68	78	94	23	340	14,49	0,78
	37+740	PB	68	78	94	23	341	14,52	0,78
	37+940	PB	64	75	111	28	346	12,40	0,74
Río Sucio	38+900	GR	64	75	ANÁLISIS HIDRÁULICO DE PUENTES				
	39+670	PB	64	75	111	28	343	12,32	0,74
	39+950	PB	64	75	111	28	343	12,32	0,74

TABLA 7.3. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (2 de 5)

CUENCA	D.O.	Tipo de cuenca	N.I. número de curva (pulgadas)		S (254(100/N-1)) Máxima retención (mm)	P_o (0,25*S) (mm)	P_d (mm)	P_d/P_o (mm)	Coeficiente de Escorrentía
	40+350	PB	64	75	111	28	345	12,38	0,74
Quebrada González	41+120	PC	64	75	111	28	344	12,36	0,74
	41+670	PB	64	75	111	28	347	12,44	0,74
	42+700	PB	61	73	125	31	345	11,03	0,70
	44+250	PB	61	73	125	31	344	10,99	0,70
	44+680	PB	61	73	125	31	344	11,01	0,70
	44+960	PB	61	73	125	31	344	11,01	0,70
	45+570	PB	61	73	125	31	345	11,02	0,70
	45+970	PB	61	73	125	31	345	11,04	0,70
	46+700	PB	61	73	125	31	348	11,11	0,71
	47+130	PB	61	73	125	31	347	11,10	0,71
	50+290	PB	61	73	125	31	353	11,27	0,71
Río Corinto	50+550	PR	61	73	125	31	339	10,83	0,70
Quebrada Flores	51+855	PC	61	73	125	31	353	11,30	0,71
Río Costa Rica	53+675	PR	61	73	125	31	343	10,96	0,70
	54+535	PB	68	78	94	23	353	15,02	0,79
Quebrada Pepilla	54+705	PC	68	78	94	23	353	15,02	0,79
Río Blanco (1)	55+795	PR	61	73	125	31	339	10,85	0,70
Quebrada Danta	56+925	PC	61	73	125	31	351	11,24	0,71
Quebrada Jado	58+175	PC	61	73	125	31	352	11,27	0,71
Río Toro Amarillo	58+755	GR	64	75	ANÁLISIS HIDRÁULICO DE PUENTES				
	59+215	PB	64	75	111	28	352	12,64	0,74
Afluente Toro Amarillo	59+955	PC	64	75	111	28	352	12,62	0,74
Río San Rafael	60+195	PC	64	75	111	28	351	12,61	0,74
Río Guápiles	61+915	PR	68	78	94	23	352	14,97	0,79
Quebrada Numancia	62+075	PC	68	78	94	23	352	15,01	0,79
Río Santa Clara	62+665	PR	64	75	111	28	347	12,46	0,74
Quebrada San Rafael	63+085	PC	68	78	94	23	349	14,87	0,78
Río Verde	63+465	PC	64	75	111	28	353	12,66	0,74
	63+665	PB	64	75	111	28	352	12,65	0,74
Río Molino	64+475	PR	64	75	111	28	349	12,53	0,74
	64+805	PB	64	75	111	28	354	12,69	0,74
Quebrada Prado	65+115	PC	64	75	111	28	353	12,68	0,74
Afluente río Cristina	65+605	PC	64	75	111	28	353	12,66	0,74
Río Cristina	65+885	PR	64	75	111	28	348	12,47	0,74
	66+155	PB	64	75	111	28	354	12,70	0,74
Río Jiménez	66+910	PR	64	75	111	28	347	12,45	0,74
Río Roca	67+055	PC	68	78	94	23	343	14,60	0,78
Río Angelina	67+515	PC	68	78	94	23	354	15,05	0,79
Río Fox Hall	67+925	PC	68	78	94	23	353	15,04	0,79
	68+125	PB	68	78	94	23	355	15,13	0,79
Río Hogar	68+415	PC	68	78	94	23	354	15,07	0,79
Afluente 1 río Hogar	68+755	PC	68	78	94	23	354	15,07	0,79
	68+945	PB	68	78	94	23	355	15,14	0,79
Afluente 2 río Hogar	69+405	PC	68	78	94	23	354	15,08	0,79
Río Guácimo	73+315	PR	68	78	94	23	327	13,93	0,77
Río Guacimillo	73+625	PR	68	78	94	23	339	14,44	0,78
	73+925	PB	68	78	94	23	359	15,30	0,79
Afluente 1 río Guacimillo	74+125	PC	68	78	94	23	359	15,29	0,79
Afluente 2 río Guacimillo	74+410	PC	68	78	94	23	357	15,21	0,79
Afluente Quebrada Leona	74+665	PC	68	78	94	23	359	15,30	0,79
Quebrada Leona	74+995	PC	68	78	94	23	357	15,21	0,79
Quebrada Precipicio	75+160	PC	68	78	94	23	357	15,22	0,79
	75+455	PB	68	78	94	23	359	15,30	0,79
Afluente Quebrada Unión	75+615	PC	68	78	94	23	359	15,29	0,79
	76+005	PB	68	78	94	23	360	15,32	0,79

TABLA 7.3. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (3 de 5)

CUENCA	D.O.	Tipo de cuenca	N.I. número de curva (pulgadas)		S (254(100/N-1)) Máxima retención (mm)	P_0 (0,25*S) (mm)	P_d (mm)	P_d/P_0 (mm)	Coeficiente de Escorrentia
Quebrada Unión	76+135	PC	68	78	94	23	359	15,30	0,79
	76+535	PB	68	78	94	23	360	15,34	0,79
Afluente Quebrada Torito	76+885	PC	68	78	94	23	360	15,33	0,79
Quebrada Torito	77+065	PC	68	78	94	23	358	15,25	0,79
	77+515	PB	68	78	94	23	361	15,35	0,79
Río Parismina	77+755	PR	68	78	94	23	340	14,49	0,78
	78+355	PB	68	78	94	23	361	15,36	0,79
Río López	78+575	PC	68	78	94	23	357	15,19	0,79
Afluente río Calzada	79+445	PC	68	78	94	23	361	15,38	0,79
	79+855	PB	68	78	94	23	362	15,39	0,79
Río Calzada	80+065	PC	68	78	94	23	360	15,34	0,79
	80+265	PB	68	78	94	23	361	15,38	0,79
	80+555	PB	68	78	94	23	361	15,38	0,79
	80+755	PB	68	78	94	23	361	15,37	0,79
Río Iroquois	80+995	PC	68	78	94	23	359	15,28	0,79
	81+240	PB	68	78	94	23	361	15,38	0,79
	81+875	PB	68	78	94	23	362	15,41	0,79
	82+215	PB	68	78	94	23	362	15,41	0,79
Río Dos Novillos	82+615	PR	68	78	94	23	337	14,35	0,78
Quebrada Santa Emilia	83+005	PC	68	78	94	23	359	15,28	0,79
Río Destierro	83+805	PR	68	78	94	23	338	14,38	0,78
Afluente río Destierro	84+205	PC	68	78	94	23	361	15,38	0,79
	84+965	PB	68	78	94	23	362	15,43	0,79
Quebrada Estrella	85+225	PC	68	78	94	23	359	15,28	0,79
	85+615	PB	68	78	94	23	361	15,37	0,79
Quebrada Colombiana	86+355	PC	68	78	94	23	361	15,35	0,79
Quebrada América	86+845	PC	68	78	94	23	360	15,35	0,79
Río Germania	87+455	PR	68	78	94	23	359	15,29	0,79
Río Babilonia	87+755	PC	68	78	94	23	359	15,26	0,79
Río Vueltas (Silencio)	88+855	PR	68	78	94	23	355	15,13	0,79
	88+905	PB	68	78	94	23	361	15,37	0,79
	89+260	PB	68	78	94	23	362	15,40	0,79
	89+345	PB	68	78	94	23	362	15,40	0,79
	89+425	PB	68	78	94	23	361	15,38	0,79
Quebrada Herediana	89+805	PC	68	78	94	23	361	15,37	0,79
Río Herediana	90+055	PC	68	78	94	23	355	15,12	0,79
	90+475	PB	68	78	94	23	362	15,40	0,79
Río Peje	90+685	PR	68	78	94	23	356	15,14	0,79
	90+815	PB	68	78	94	23	362	15,42	0,79
Quebrada Muralla	91+805	PC	68	78	94	23	361	15,38	0,79
Quebrada Cairo	92+385	PC	68	78	94	23	361	15,37	0,79
Afluente quebrada Castro	93+405	PC	68	78	94	23	363	15,44	0,79
Quebrada Castro	93+505	PC	68	78	94	23	358	15,25	0,79
Río Reventazón	93+855	GR	70	80	ANÁLISIS HIDRÁULICO DE PUENTES				
	94+670	PB	68	78	94	23	362	15,41	0,79
	95+405	PB	68	78	94	23	362	15,42	0,79
Río Siquirres	96+705	PR	68	78	94	23	357	15,21	0,79
Quebrada La Plata	97+075	PC	68	78	94	23	359	15,29	0,79
Quebrada Cabros	97+235	PC	68	78	94	23	358	15,23	0,79
Caño Seco 1	97+985	PC	68	78	94	23	361	15,35	0,79
	98+245	PB	68	78	94	23	364	15,49	0,79
Caño Seco 2	98+755	PC	68	78	94	23	361	15,36	0,79
Río Pacuare	99+125	GR	61	73	ANÁLISIS HIDRÁULICO DE PUENTES				
	99+635	PB	68	78	94	23	364	15,49	0,79
Quebrada Diablo	99+945	PC	68	78	94	23	362	15,42	0,79
Afluente quebrada Diablo	100+215	PC	68	78	94	23	362	15,42	0,79

TABLA 7.3. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (4 de 5)

CUENCA	D.O.	Tipo de cuenca	N.I. número de curva (pulgadas)		S (254(100/N-1)) Máxima retención (mm)	P_0 (0,25*S) (mm)	P_d (mm)	P_d/P_0 (mm)	Coeficiente de Escorrentia
	100+955	PB	68	78	94	23	365	15,53	0,80
Río Pacuarito	101+145	PC	68	78	94	23	361	15,36	0,79
	102+475	PB	68	78	94	23	363	15,48	0,79
	103+105	PB	68	78	94	23	363	15,46	0,79
Afluente 1 quebrada Rosita	103+755	PC	68	78	94	23	363	15,44	0,79
Afluente 2 quebrada Rosita	103+915	PC	68	78	94	23	363	15,44	0,79
	104+155	PB	68	78	94	23	363	15,45	0,79
	104+495	PB	68	78	94	23	363	15,45	0,79
Quebrada Rosita	104+605	PC	68	78	94	23	363	15,45	0,79
	104+875	PB	68	78	94	23	363	15,45	0,79
	105+105	PB	68	78	94	23	363	15,45	0,79
Río Cimarrones	106+005	PR	68	78	94	23	358	15,26	0,79
	106+565	PB	68	78	94	23	364	15,50	0,79
Río Hondo	107+295	PR	68	78	94	23	359	15,29	0,79
	108+875	PB	71	81	80	20	362	18,06	0,83
Río Madre de Dios	109+175	PR	71	81	80	20	358	17,84	0,83
	109+315	PB	71	81	80	20	361	18,00	0,83
	109+515	PB	71	81	80	20	361	18,00	0,83
Afluente río Madre de Dios	110+155	PC	71	81	80	20	361	18,02	0,83
	110+415	PB	71	81	80	20	362	18,07	0,83
	111+005	PB	71	81	80	20	361	18,03	0,83
	111+305	PB	71	81	80	20	364	18,14	0,83
	111+475	PB	71	81	80	20	363	18,11	0,83
	111+705	PB	71	81	80	20	362	18,03	0,83
	112+255	PB	71	81	80	20	364	18,13	0,83
Quebrada Salsipuedes	112+455	PC	71	81	80	20	362	18,05	0,83
	114+505	PB	71	81	80	20	365	18,22	0,83
Río Barbilla	115+025	GR	68	78	ANÁLISIS HIDRÁULICO DE PUENTES				
Afluente río Barbilla	118+615	PC	68	78	94	23	364	15,50	0,79
Quebrada Calderón	120+075	PC	71	81	80	20	364	18,15	0,83
	120+435	PB	71	81	80	20	367	18,28	0,83
Río San Miguel	120+925	PC	71	81	80	20	362	18,03	0,83
Quebrada Aguas Claras	121+375	PR	71	81	80	20	363	18,08	0,83
Afluente río Chirripó	122+555	PC	64	75	111	28	366	13,14	0,75
	123+275	PB	64	75	111	28	366	13,15	0,75
	123+835	PB	64	75	111	28	366	13,15	0,75
Río Chirripó Atlántico	124+975	GR	64	75	ANÁLISIS HIDRÁULICO DE PUENTES				
Quebrada San José	126+705	PC	71	81	80	20	367	18,28	0,83
	127+075	PB	71	81	80	20	367	18,28	0,83
	128+655	PB	71	81	80	20	366	18,27	0,83
	128+875	PB	71	81	80	20	367	18,28	0,83
Río Escondido	132+605	PC	71	81	80	20	366	18,25	0,83
Río Cuba	133+445	PR	71	81	80	20	363	18,08	0,83
Río Rojo	134+345	PC	71	81	80	20	362	18,05	0,83
Río Toro	134+595	PR	71	81	80	20	362	18,03	0,83
	135+705	PB	71	81	80	20	364	18,14	0,83
	135+815	PB	71	81	80	20	365	18,20	0,83
	135+990	PB	71	81	80	20	365	18,21	0,83
Afluente 1 río Toro	136+695	PC	71	81	80	20	364	18,14	0,83
	137+105	PB	71	81	80	20	365	18,18	0,83
	137+295	PB	71	81	80	20	364	18,13	0,83
	138+055	PB	71	81	80	20	363	18,09	0,83
	138+955	PB	71	81	80	20	365	18,21	0,83
Afluente 2 río Toro	139+455	PC	71	81	80	20	362	18,08	0,83
	140+055	PB	71	81	80	20	362	18,07	0,83
	140+295	PB	71	81	80	20	363	18,11	0,83

TABLA 7.3. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (5 de 5)

CUENCA	D.O.	Tipo de cuenca	N.I. número de curva (pulgadas)		S (254(100/N-1)) Máxima retención (mm)	P_0 (0,25*S) (mm)	P_d (mm)	P_d/P_0 (mm)	Coeficiente de Escorrentía
Río Madre	140+895	PC	71	81	80	20	362	18,07	0,83
	141+345	PB	71	81	80	20	362	18,07	0,83
	142+905	PB	71	81	80	20	363	18,13	0,83
	143+605	PB	71	81	80	20	365	18,18	0,83
	144+270	PB	71	81	80	20	365	18,18	0,83
Río Blanco (2)	144+655	PR	71	81	80	20	356	17,78	0,83
Quebrada Turbia	147+035	PC	71	81	80	20	363	18,13	0,83
	147+995	PB	71	81	80	20	364	18,14	0,83
Río Bartolo	148+585	PC	71	81	80	20	362	18,05	0,83
Quebrada Chocolate	148+805	PC	71	81	80	20	362	18,07	0,83
	149+375	PB	71	81	80	20	362	18,05	0,83
	149+865	PB	71	81	80	20	362	18,06	0,83
	150+285	PB	71	81	80	20	362	18,06	0,83
	150+835	PB	71	81	80	20	362	18,07	0,83
	151+025	PB	71	81	80	20	363	18,08	0,83
	151+335	PB	71	81	80	20	363	18,11	0,83
	151+485	PB	71	81	80	20	363	18,11	0,83

GR: gran río; PR: pequeño río, PC: pequeña cuenca, PB: punto bajo

8. OBTENCIÓN DE AGUACEROS A DISTINTAS DURACIONES

Este estudio se aborda por separado para cada vertiente, debido a que en la vertiente pacífica existe un estudio realizado en el área de San José del que se han obtenido datos que relacionan intensidades a distintas duraciones.

8.1. Vertiente Pacífica

Se han recopilado los datos disponibles que relacionan intensidades de distintas duraciones, siendo las éstos las siguientes:

- Relación intensidad en el tiempo t – intensidad en 24 horas
- Relación intensidad en el tiempo t – intensidad en 1 hora

En las tablas 8.1 y 8.2. se muestran los datos recopilados. De estos datos tan solo las relaciones entre las intensidades de 6 y 12 h con la intensidad de 24 h, son válidas para incluirlos directamente en la curva I-D. En cambio, para los datos que relacionan las intensidades en el tiempo t con la intensidad de 1 h, es preciso conocer la relación que existe entre la intensidad de 1 h y la de 24 h. Esto se ha obtenido de los datos recopilados por las estaciones de San José y Vara-Blanca (tabla 8.3.). Estas estaciones recogen la intensidad para distintas duraciones de aguacero y para distintos periodos de retorno. A partir de estos datos se ha estimado que la relación entre las intensidades de 1 y 24 h, es la correspondiente a la media de todas los datos disponibles, es decir, para todos los periodos de retorno y en las dos estaciones.

Conocida la relación entre la intensidad de 1 y 24 h, es posible obtener el resto de los puntos que componen la curva que relaciona la duración del aguacero con la intensidad, mostrándose dichos resultados en la tabla 8.4. y gráfico 8.1.

8.2. Vertiente Atlántica

Se han seleccionado un total de 15 estaciones pluviográficas fiables y bien distribuidas por la superficie total de las cuencas, y de ellas se han recopilado datos disponibles de varios hietogramas de 24 h.

De todos ellos se han obtenido las precipitaciones máximas en 15, 30, 60 y 240 minutos. En el apéndice 5 se incluyen los datos recogidos y las precipitaciones máximas obtenidas.

De todos los datos obtenidos se han seleccionado los días cuya precipitación máxima en 24 h superase los 30 mm, con el fin descartar lluvias con aportaciones prácticamente despreciables. Y a partir de éstas se ha establecido la relación entre las precipitaciones de 15, 30, 60 y 240 minutos y el aguacero de 24 h.

Los valores obtenidos se muestran en la tabla 8.5.

En los gráficos 8.2.-8.16., se comprueba que no resulta posible establecer una relación entre la ubicación de las estaciones pluviométricas (latitud, longitud y cota) y la relación de la precipitación para distintas duraciones y la precipitación de 24 h.

Es por ello que para establecer la curva I-D se ha tomado como valor I_t/I_{24} igual a la media de todas ellas. Los resultados se muestran en la tabla 8.6. y en el gráfico 8.17.

8.3. Resultados

Finalmente, y conocida ya la duración del aguacero pésimo (tiempo de concentración) de cada cuenca, es posible obtener la relación I_t/I_{24} para cada cuenca vertiente, como muestra la tabla 8.7.

TABLA 8.1. RELACIONES ENTRE LA INTENSIDAD EN EL TIEMPO t Y LA INTENSIDAD EN 24 h.
Vertiente Pacífica

Tiempo (horas)	P_t/P_{24} (mm)	I_t/I_{24} (mm/h)
6	0,92	3,68
12	0,96	1,92

TALBLA 8.2. RELACIONES ENTRE LA INTENSIDAD EN EL TIEMPO t Y LA INTENSIDAD EN 1 h.
Vertiente Pacífica

Tiempo (minutos)	P_t/P_1 (mm)	I_t/I_1 (mm/h)
5	0,24	2,88
10	0,36	2,16
15	0,48	1,92
20	0,6	1,8
30	0,74	1,48
120	1,19	0,60

TABLA 8.3. VALORES DE INTENSIDAD (mm/h). Vertiente Pacífica

ESTACIÓN DE SAN JOSÉ

Tiempo (minutos)	Periodo de Retorno (años)							
	2	5	10	15	20	25	50	100
5	123	144,5	163,2	175,2	184,3	191,7	216,5	244,5
10	103,6	121,7	137,4	147,5	155,2	161,4	182,3	205,9
15	90,8	106,7	120,5	129,4	136,1	141,6	159,9	180,6
20	81,7	96	108,4	116,4	122,4	127,3	143,8	162,4
25	74,8	87,8	99,2	106,5	112	116,5	131,6	148,6
30	69,2	81,3	91,9	98,6	103,8	107,9	121,9	137,6
60	50,4	59,2	66,8	71,8	75,5	78,5	88,7	100,1
120	33,4	40,3	46,5	50,5	53,6	56,1	64,6	74,5
360	13,5	16,3	18,8	20,4	21,6	22,7	26,1	30,1
720	7,6	9,2	10,6	11,5	12,2	12,8	14,7	17
1440	4,3	5,2	6	6,5	6,9	7,2	8,3	9,6
I_1/I_{24}	11,72	11,38	11,13	11,05	10,94	10,90	10,69	10,43

ESTACIÓN DE VARA-BLANCA

Tiempo (minutos)	Periodo de Retorno (años)							
	2	5	10	15	20	25	50	100
5	131,5	150,2	166,1	176,2	183,7	189,8	209,9	232,1
10	97,8	111.7.	123,5	131	136,6	141,1	156	172,6
15	82,2	93,9	103,8	110,1	114,8	118,6	131,2	145,1
20	72,7	83	91,8	97,4	101,5	104,9	116	128,3
25	66,1	75,5	83,5	88,5	92,3	95,3	105,4	116,6
30	61,1	69,8	77,2	81,9	85,4	88,2	97,5	107,9
60	45,4	51,9	57,4	60,9	63,5	65,6	72,5	80,2
120	31,8	36,9	41,4	44,2	46,3	48,1	53,8	60,3
360	13,3	15,4	17,2	18,4	19,3	20	22,4	25,1
720	7,1	8,2	9,2	9,8	10,3	10,7	12	13,4
1440	3,7	4,3	4,8	5,1	5,4	5,6	6,2	7
I_1/I_{24}	12,27	12,07	11,96	11,94	11,76	11,71	11,69	11,46

Valor medio I_1/I_{24} **11,44**

TABLA 8.4. RELACIÓN DE INTENSIDADES MÁXIMAS ENTRE LAS DISTINTAS DURACIONES DE AGUACERO Y EL AGUACERO DE 24 h. VERTIENTE PACÍFICA

Tiempo (horas)	I_t/I_{24}
0,08	32,95
0,17	24,71
0,25	21,96
0,33	20,59
0,5	16,93
1	11,44
2	6,81
6	3,68
12	1,92
24	1

GRÁFICO 8.1. RELACIÓN DURACIÓN DEL AGUACERO - INTENSIDAD VERTIENTE PACÍFICA

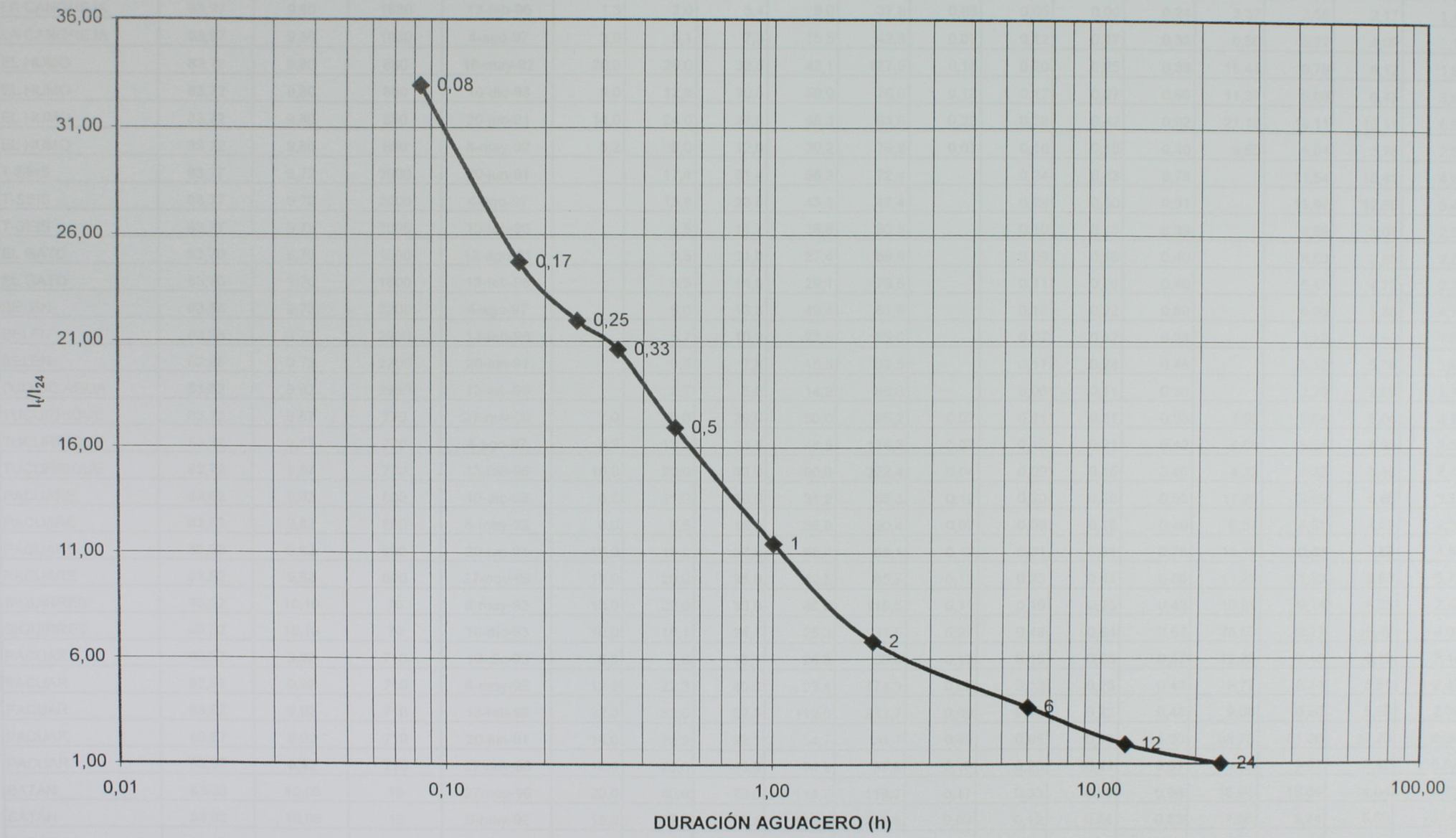


TABLA 8.5. PRECIPITACIONES (mm) E INTINSIDADES (mm/h) MÁXIMAS PARA DISTINTAS DURACIONES DE AGUACERO (1 de 2)

ESTACIÓN	LONGITUD	LATITUD	COTA	FECHA	$P_{0,25}$	$P_{0,50}$	P_1	P_4	P_{24}	$P_{0,25}/P_{24}$	$P_{0,50}/P_{24}$	P_1/P_{24}	P_4/P_{24}	$I_{0,25}/I_{24}$	$I_{0,50}/I_{24}$	I_1/I_{24}	I_4/I_{24}
TAPANTÍ	83,83	9,77	1203	12-ago-91	3,5	6,2	10,8	23,0	47,5	0,07	0,13	0,23	0,48	7,07	6,27	5,46	2,91
TAPANTÍ	83,83	9,77	1203	13-feb-96	5,0	9,5	14,1	37,2	125,8	0,04	0,08	0,11	0,30	3,82	3,62	2,69	1,77
VILLA MILLS	83,72	9,57	3000	13-feb-96	4,7	8,4	13,8	26,4	30,7	0,15	0,27	0,45	0,86	14,70	13,13	10,79	5,16
LA CANGREJA	83,97	9,80	1830	13-feb-96	1,3	2,0	3,4	9,0	37,6	0,03	0,05	0,09	0,24	3,32	2,55	2,17	1,44
LA CANGREJA	83,97	9,80	1830	4-ago-97	2,9	5,1	7,3	15,5	42,8	0,07	0,12	0,17	0,36	6,50	5,72	4,09	2,17
EL HUMO	83,72	9,80	680	18-may-92	20,5	26,0	32,5	42,1	127,5	0,16	0,20	0,25	0,33	15,44	9,79	6,12	1,98
EL HUMO	83,72	9,80	680	10-dic-93	9,0	12,8	20,5	50,0	76,0	0,12	0,17	0,27	0,66	11,37	8,08	6,47	3,95
EL HUMO	83,72	9,80	680	20-jun-91	14,0	24,0	26,8	58,3	63,6	0,22	0,38	0,42	0,92	21,13	18,11	10,11	5,50
EL HUMO	83,72	9,80	680	8-may-92	5,2	8,0	12,0	30,2	76,2	0,07	0,10	0,16	0,40	6,55	5,04	3,78	2,38
T-SEIS	83,77	9,72	2000	20-jun-91		17,4	31,4	56,2	72,4		0,24	0,43	0,78		11,54	10,41	4,66
T-SEIS	83,77	9,72	2000	4-ago-97		13,8	23,8	43,3	47,4		0,29	0,50	0,91		13,97	12,05	5,48
T-SEIS	83,77	9,72	2000	13-feb-96		9,5	11,7	36,8	93,3		0,10	0,13	0,39		4,89	3,01	2,37
EL GATO	83,70	9,70	1600	12-ago-91		6,5	11,0	27,4	68,9		0,09	0,16	0,40		4,53	3,83	2,39
EL GATO	83,70	9,70	1600	13-feb-96		8,3	14,6	29,1	73,5		0,11	0,20	0,40		5,42	4,77	2,38
BELÉN	83,88	9,73	2200	4-ago-97		9,0	13,8	49,4	61,9		0,15	0,22	0,80		6,98	5,35	4,79
BELÉN	83,88	9,73	2200	13-feb-96		5,7	10,0	23,5	85,0		0,07	0,12	0,28		3,22	2,82	1,66
BELÉN	83,88	9,73	2200	20-jun-91		5,5	7,8	15,5	32,5		0,17	0,24	0,48		8,12	5,76	2,86
OJO DE AGUA	83,82	9,62	2960	13-feb-96		2,7	5,2	14,2	48,0		0,06	0,11	0,30		2,70	2,60	1,78
TUCURRIQUE	83,72	9,87	770	27-nov-96	7,0	10,0	20,0	50,0	95,2	0,07	0,11	0,21	0,53	7,06	5,04	5,04	3,15
TUCURRIQUE	83,72	9,87	770	4-ago-97	8,2	13,2	23,5	48,5	114,3	0,07	0,12	0,21	0,42	6,89	5,54	4,93	2,55
TUCURRIQUE	83,72	9,87	770	13-feb-96	10,0	20,0	33,0	90,0	222,4	0,04	0,09	0,15	0,40	4,32	4,32	3,56	2,43
PACUARE	83,52	9,82	800	10-dic-93	6,5	11,0	20,0	31,2	55,3	0,12	0,20	0,36	0,56	11,28	9,55	8,68	3,39
PACUARE	83,52	9,82	800	8-may-92	6,0	8,5	16,0	36,0	90,4	0,07	0,09	0,18	0,40	6,37	4,51	4,25	2,39
PACUARE	83,52	9,82	800	20-jun-91	10,0	18,0	27,0	65,6	86,1	0,12	0,21	0,31	0,76	11,15	10,03	7,53	4,57
PACUARE	83,52	9,82	800	27-nov-96	10,0	20,0	35,0	82,5	85,7	0,12	0,23	0,41	0,96	11,20	11,20	9,80	5,78
SIQUIRRES	83,52	10,10	70	8-may-92	13,0	22,0	30,0	48,0	115,5	0,11	0,19	0,26	0,42	10,81	9,14	6,23	2,49
SIQUIRRES	83,52	10,10	70	10-dic-93	10,0	18,1	24,1	25,3	37,5	0,27	0,48	0,64	0,67	25,60	23,17	15,42	4,05
PACUAR	83,57	9,92	710	10-dic-93	6,5	7,6	13,1	28,8	50,8	0,13	0,15	0,26	0,57	12,28	7,18	6,19	3,40
PACUAR	83,57	9,92	710	8-may-92	12,3	22,3	40,0	83,4	174,3	0,07	0,13	0,23	0,48	6,77	6,14	5,51	2,87
PACUAR	83,57	9,92	710	13-feb-96	22,0	32,0	52,0	112,0	232,7	0,09	0,14	0,22	0,48	9,08	6,60	5,36	2,89
PACUAR	83,57	9,92	710	20-jun-91	14,0	22,6	32,1	34,7	34,7	0,40	0,65	0,93	1,00	38,73	31,26	22,20	6,00
PACUAR	83,57	9,92	710	27-nov-96	10,0	20,0	40,0	94,9	97,8	0,10	0,20	0,41	0,97	9,82	9,82	9,82	5,82
BATÁN	83,33	10,08	15	27-nov-96	20,0	40,0	70,0	114,7	119,7	0,17	0,33	0,58	0,96	16,04	16,04	14,04	5,75
BATÁN	83,33	10,08	15	8-may-92	18,0	27,0	53,5	119,0	225,6	0,08	0,12	0,24	0,53	7,66	5,74	5,69	3,16
BATÁN	83,33	10,08	15	13-feb-96	4,8	8,3	14,8	42,0	162,3	0,03	0,05	0,09	0,26	2,84	2,45	2,19	1,55
FINCA MIRADOR	83,47	10,03	440	10-dic-93	20,0	26,3	35,5	107,0	134,6	0,15	0,20	0,26	0,79	14,26	9,38	6,33	4,77
FINCA MIRADOR	83,47	10,03	440	8-may-92	11,0	20,0	30,0	81,0	199,7	0,06	0,10	0,15	0,41	5,29	4,81	3,61	2,43
FINCA MIRADOR	83,47	10,03	440	27-nov-96	10,0	20,0	40,0	113,5	114,5	0,09	0,17	0,35	0,99	8,38	8,38	8,38	5,95

TABLA 8.5. PRECIPITACIONES (mm) E INTINSIDADES (mm/h) MÁXIMAS PARA DISTINTAS DURACIONES DE AGUACERO (2 de 2)

ESTACIÓN	LONGITUD	LATITUD	COTA	FECHA	$P_{0,25}$	$P_{0,50}$	P_1	P_4	P_{24}	$P_{0,25}/P_{24}$	$P_{0,50}/P_{24}$	P_1/P_{24}	P_4/P_{24}	$I_{0,25}/I_{24}$	$I_{0,50}/I_{24}$	I_1/I_{24}	I_4/I_{24}
FINCA MIRADOR	83,47	10,03	440	20-jun-91	20,0	30,0	40,5	59,9	60,4	0,33	0,50	0,67	0,99	31,79	23,84	16,09	5,95
ROCAS BLANCAS	83,50	9,75	825	10-dic-93	10,0	13,0	15,0	28,5	56,5	0,18	0,23	0,27	0,50	16,99	11,04	6,37	3,03
ROCAS BLANCAS	83,50	9,75	825	8-may-92	9,5	13,8	19,5	40,5	103,9	0,09	0,13	0,19	0,39	8,78	6,38	4,50	2,34
ROCAS BLANCAS	83,50	9,75	825	13-feb-96	4,5	7,5	11,6	19,6	68,2	0,07	0,11	0,17	0,29	6,33	5,28	4,08	1,72
ROCAS BLANCAS	83,50	9,75	825	20-jun-91	20,0	35,0	57,0	125,5	133,2	0,15	0,26	0,43	0,94	14,41	12,61	10,27	5,65
ROCAS BLANCAS	83,50	9,75	825	27-nov-96	10,0	16,5	23,5	68,8	72,3	0,14	0,23	0,33	0,95	13,28	10,95	7,80	5,71

TABLA 8.6. RELACIÓN MEDIA DE PRECIPITACIONES E INTENSIDADES MÁXIMAS ENTRE LAS DISTINTAS DURACIONES DE AGUACERO Y EL AGUACERO DE 24 h

Duración (h)	0,25	0,5	1	4	24
P_t/P_{24}	0,12	0,19	0,29	0,59	1,00
I_t/I_{24}	11,64	8,96	6,96	3,53	1,00

GRÁFICO 8.2. RELACIÓN LONGITUD - $P_{0,25}/P_{24}$

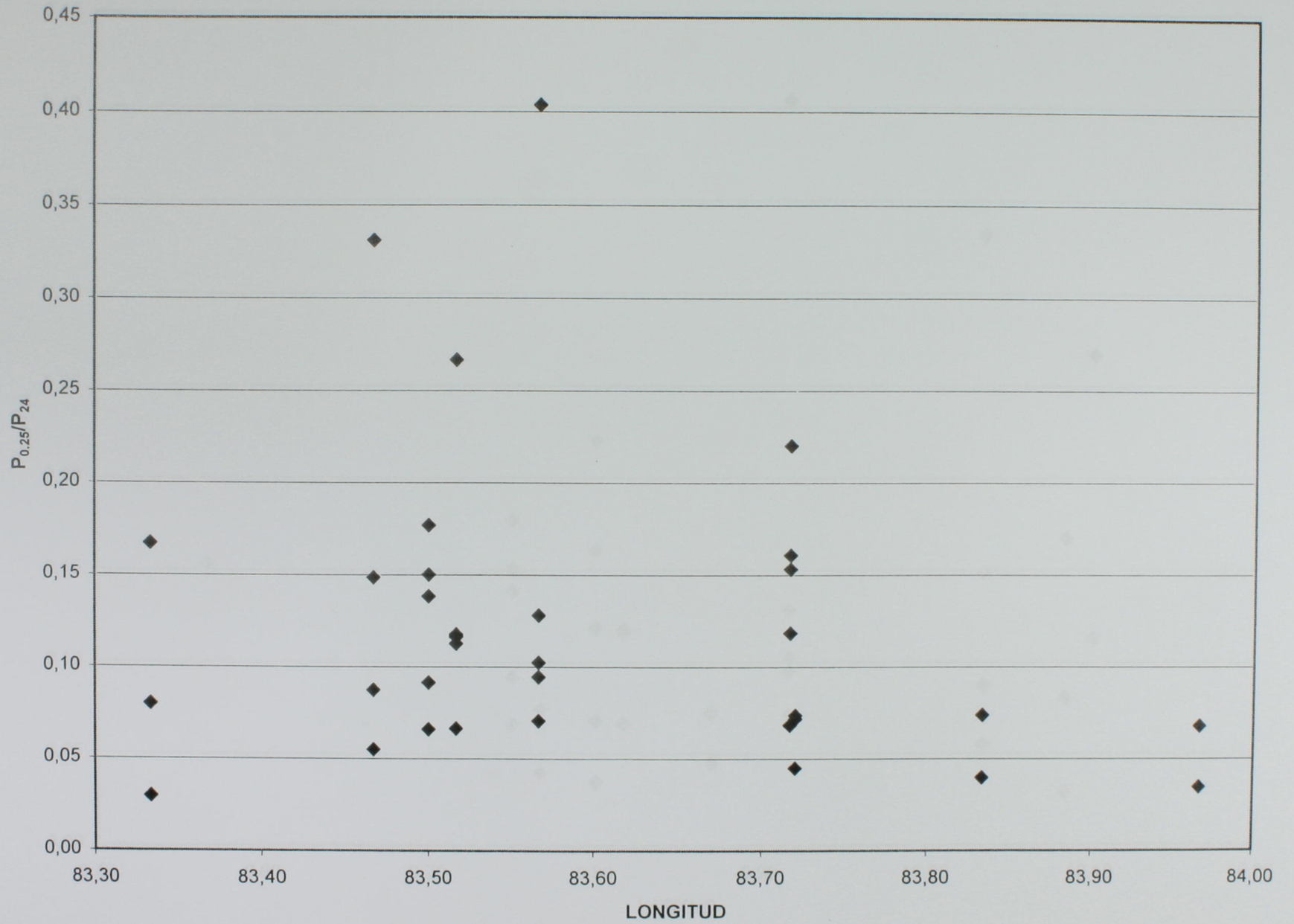


GRÁFICO 8.3. RELACIÓN LATITUD - $P_{0,25}/P_{24}$

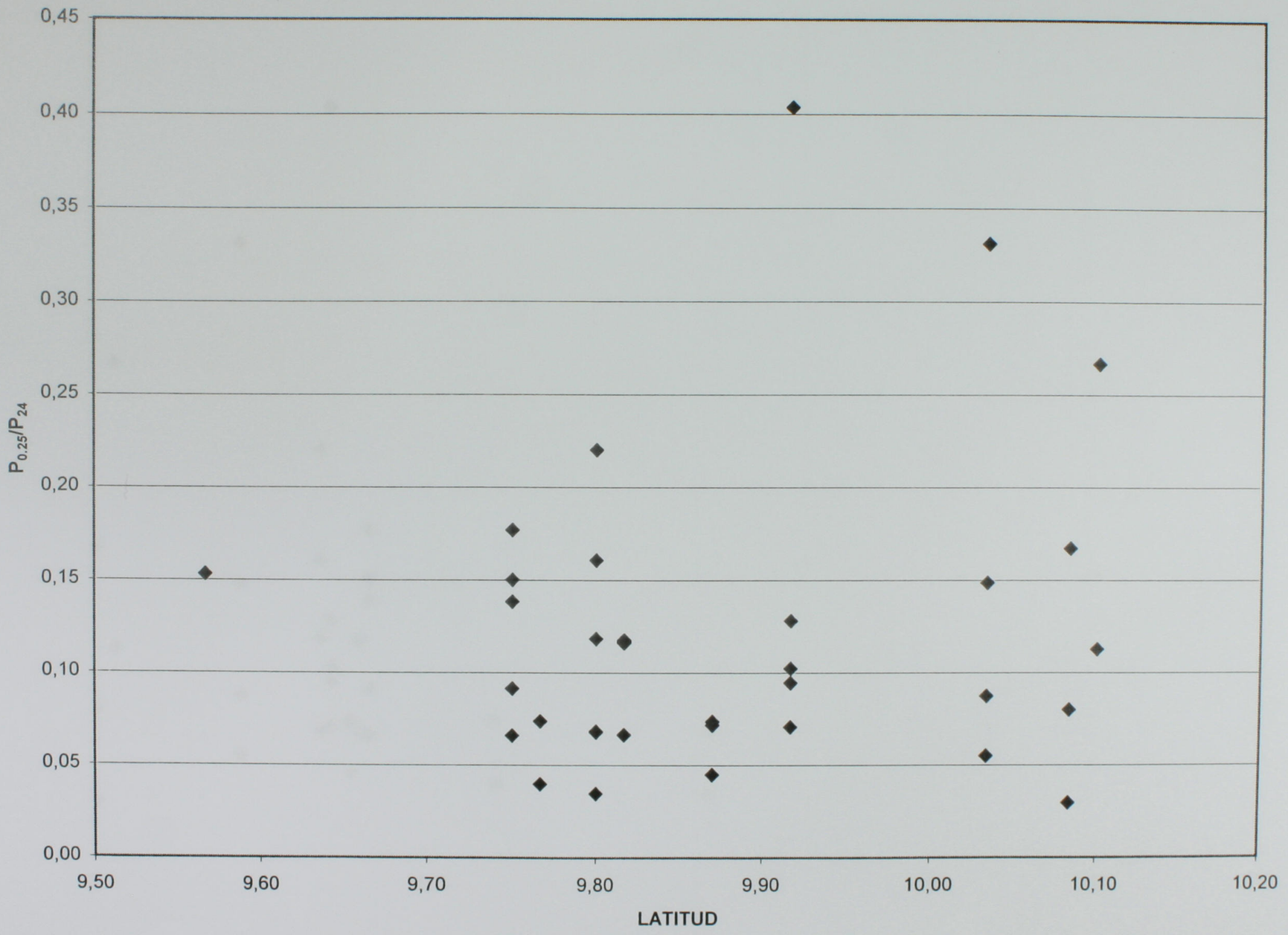


GRÁFICO 8.4. RELACIÓN COTA - $P_{0.25}/P_{24}$

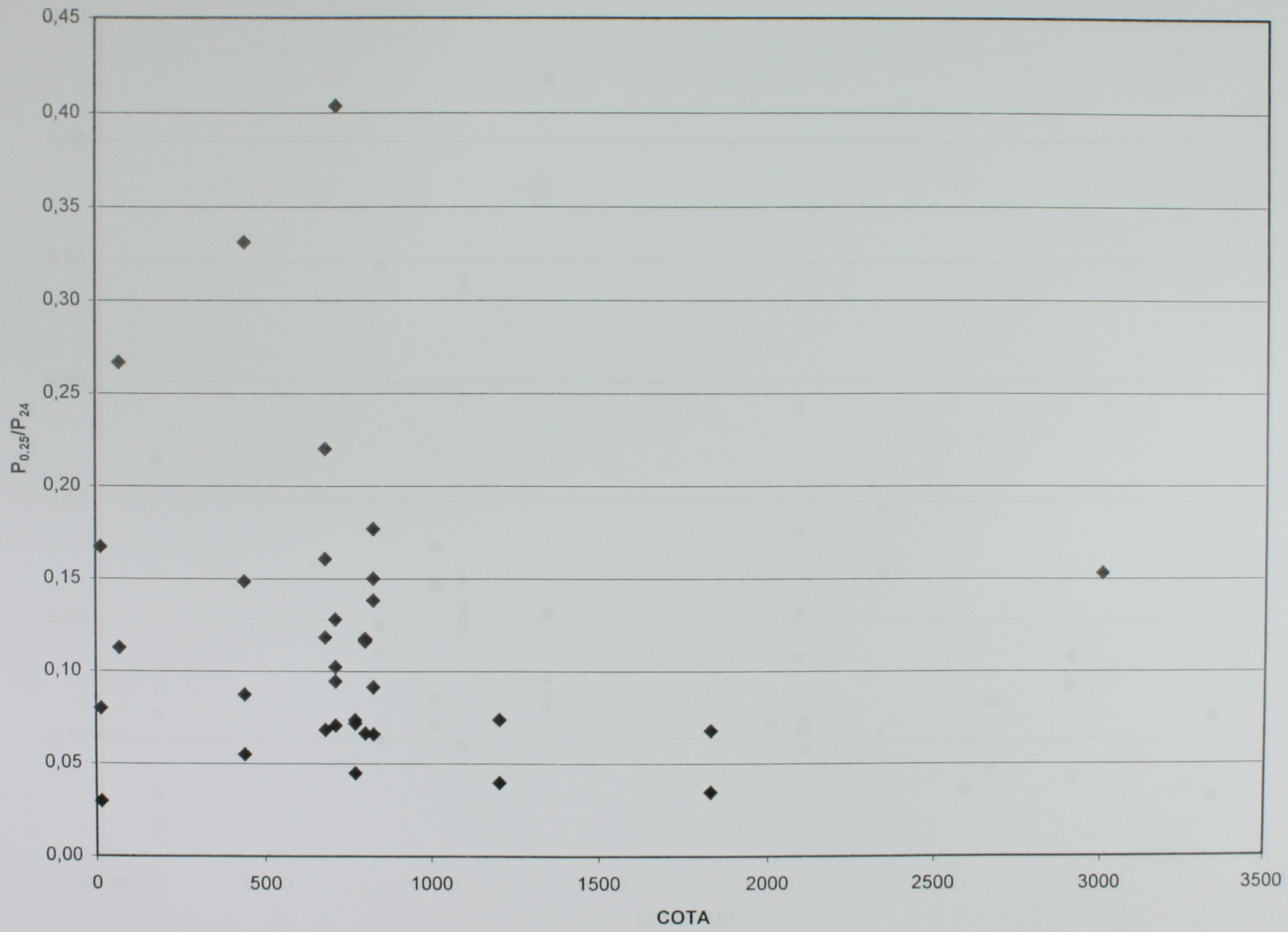


GRÁFICO 8.5. RELACIÓN LONGITUD - $P_{0.50}/P_{24}$

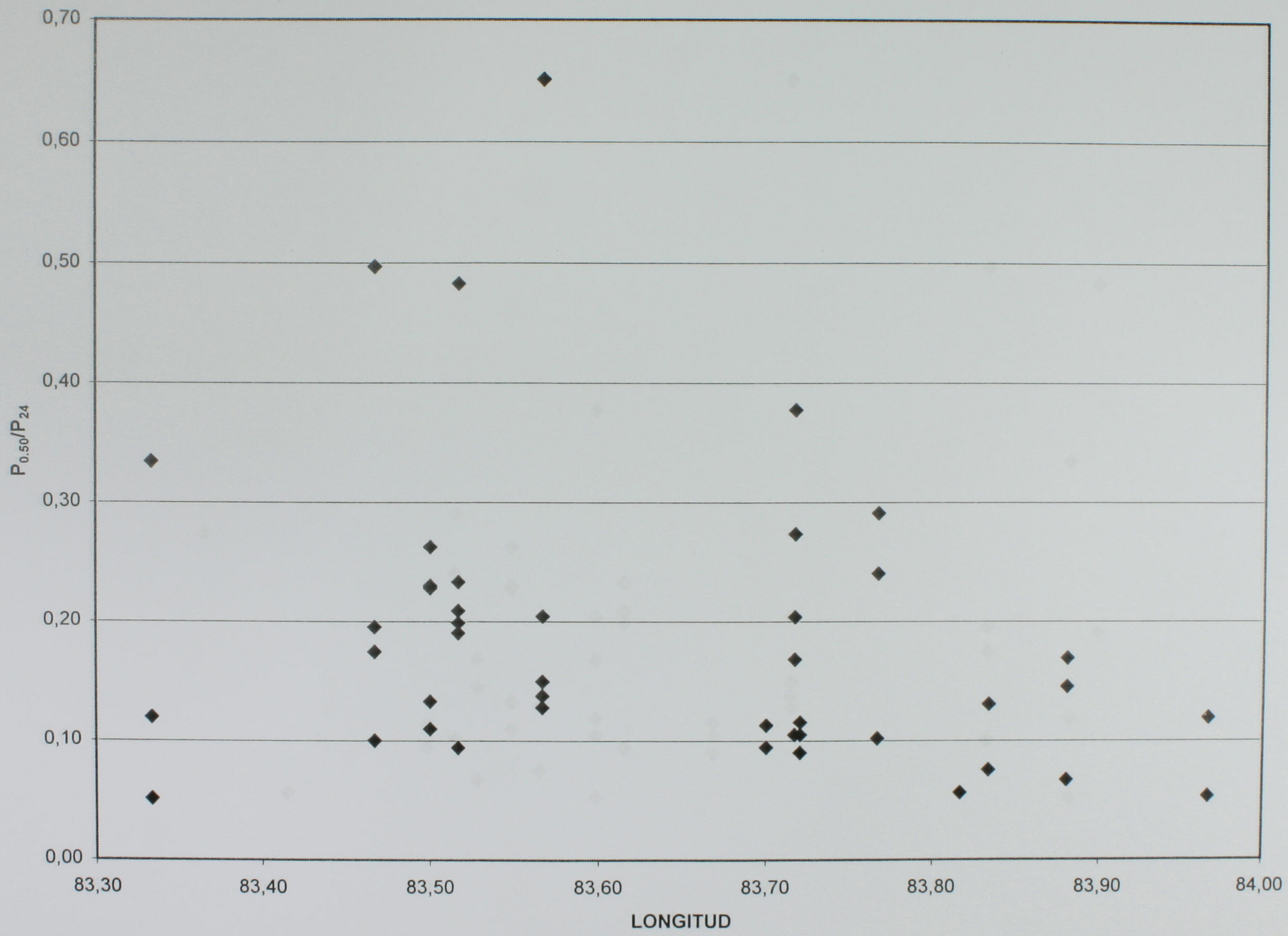


GRÁFICO 8.6. RELACIÓN LATITUD - $P_{0.50}/P_{24}$

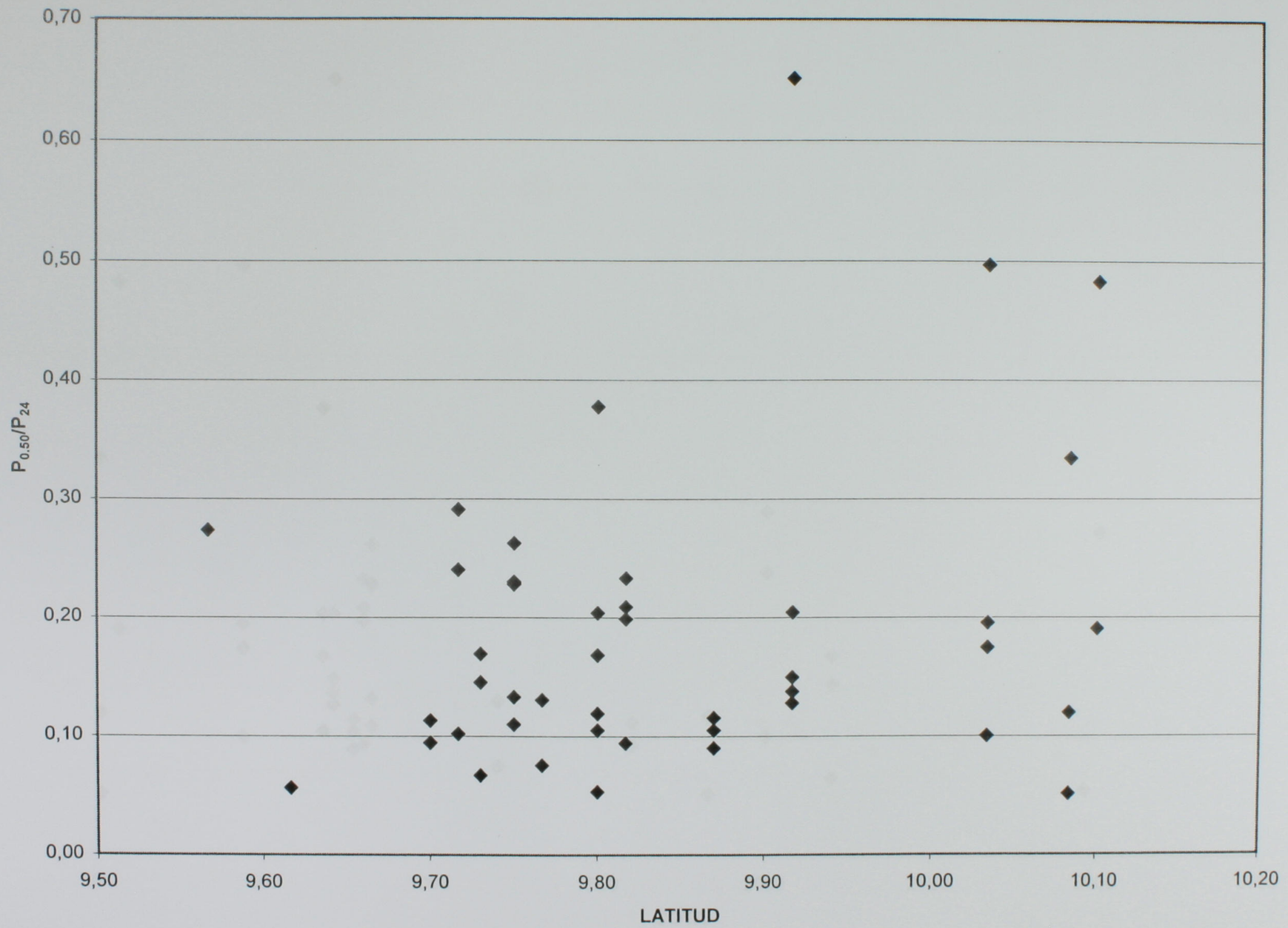


GRÁFICO 8.7. RELACIÓN COTA - $P_{0.50}/P_{24}$

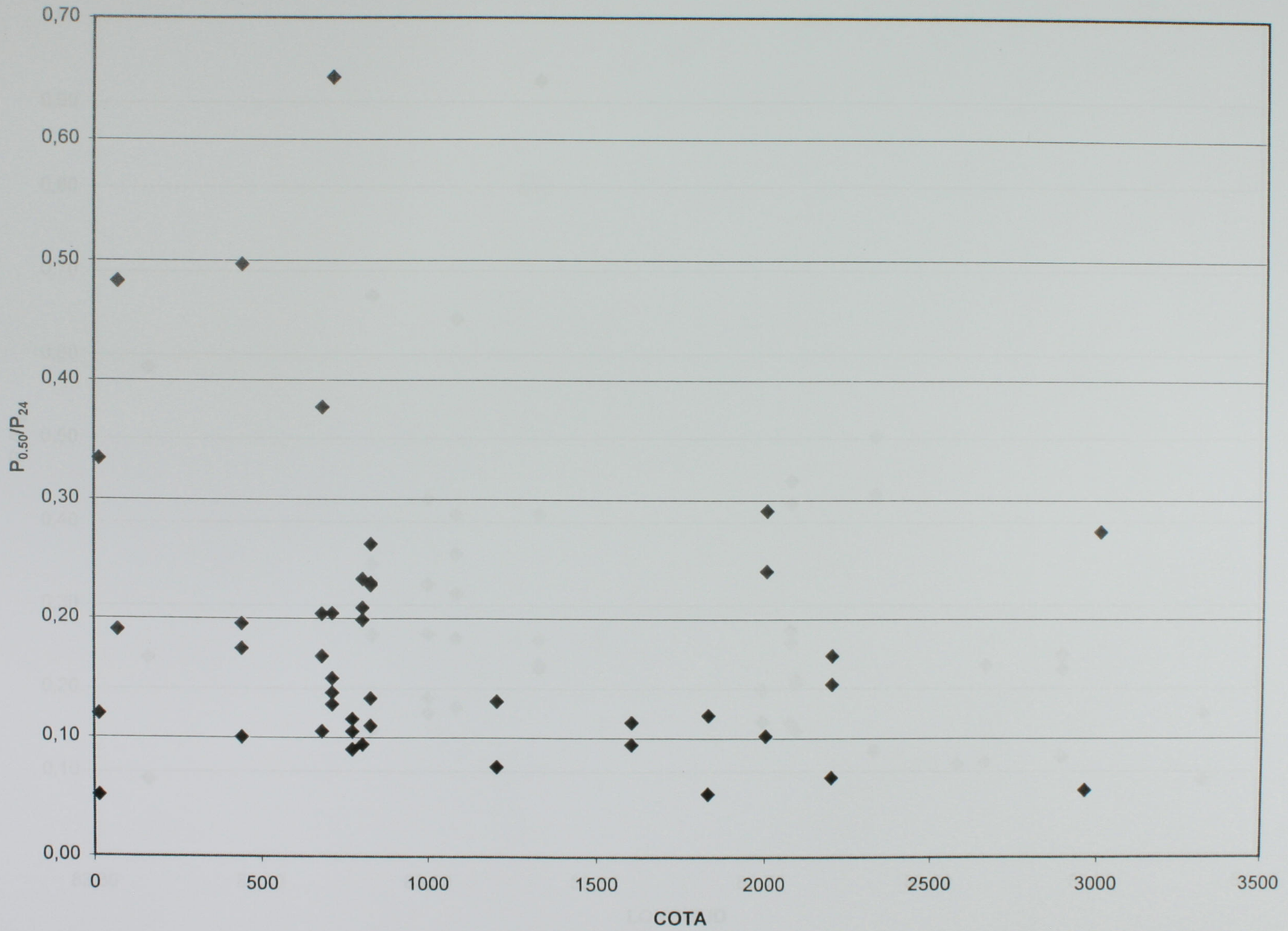


GRÁFICO 8.8. RELACIÓN LONGITUD - P_1/P_{24}

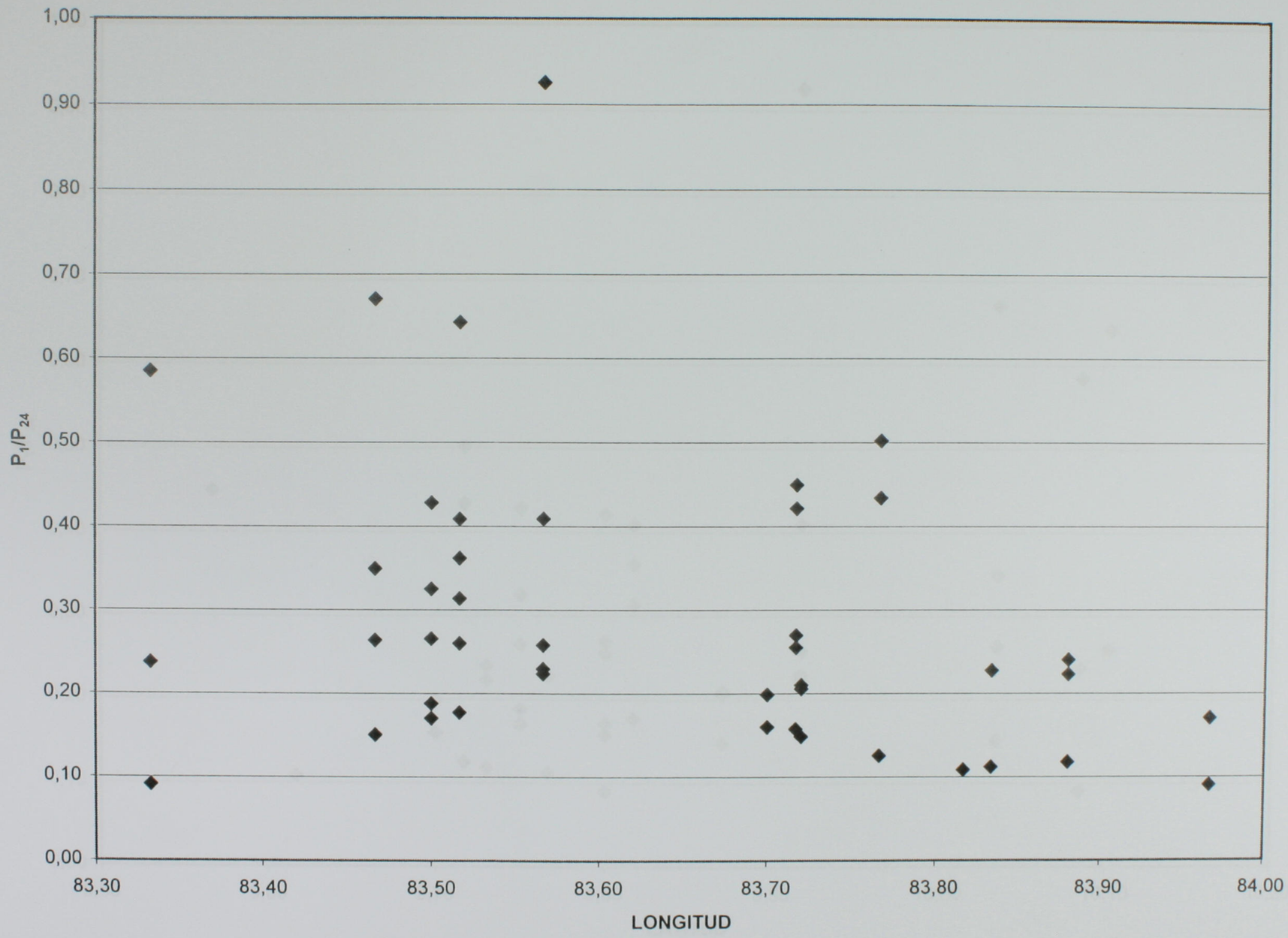


GRÁFICO 8.9. RELACIÓN LATITUD - P_1/P_{24}

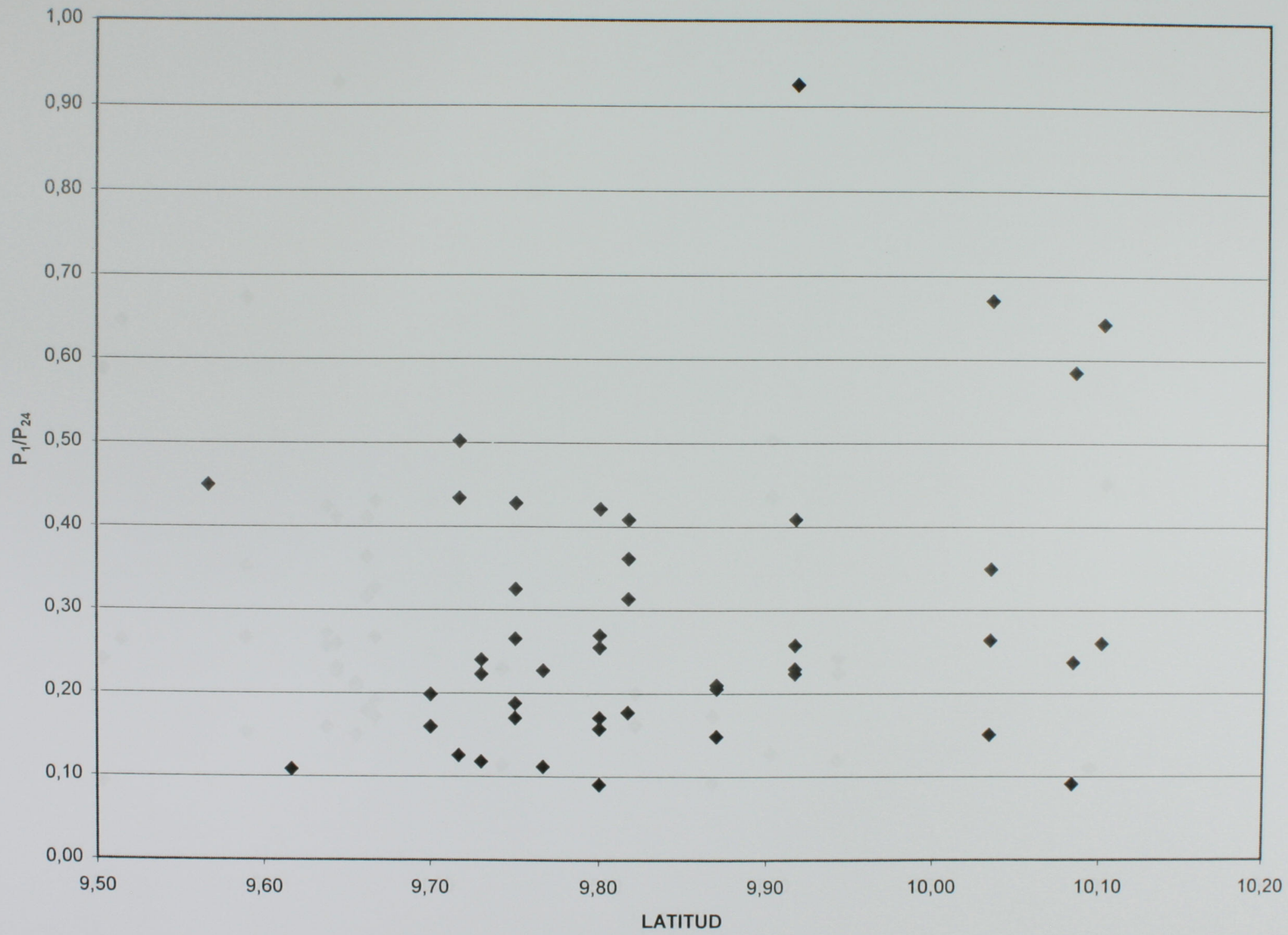


GRÁFICO 8.10. RELACIÓN COTA - P_1/P_{24}

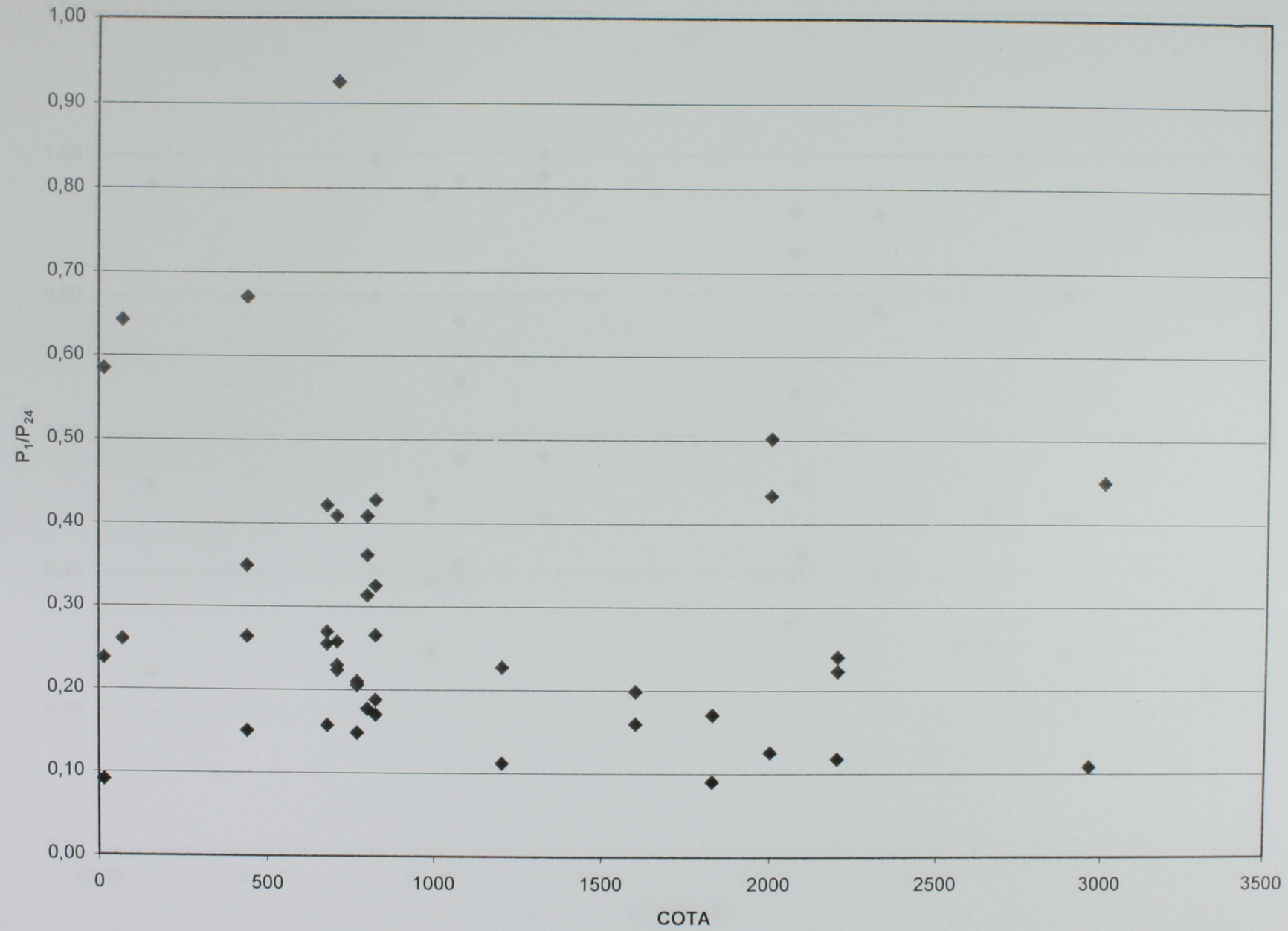


GRÁFICO 8.11. RELACIÓN LONGITUD - P_4/P_{24}

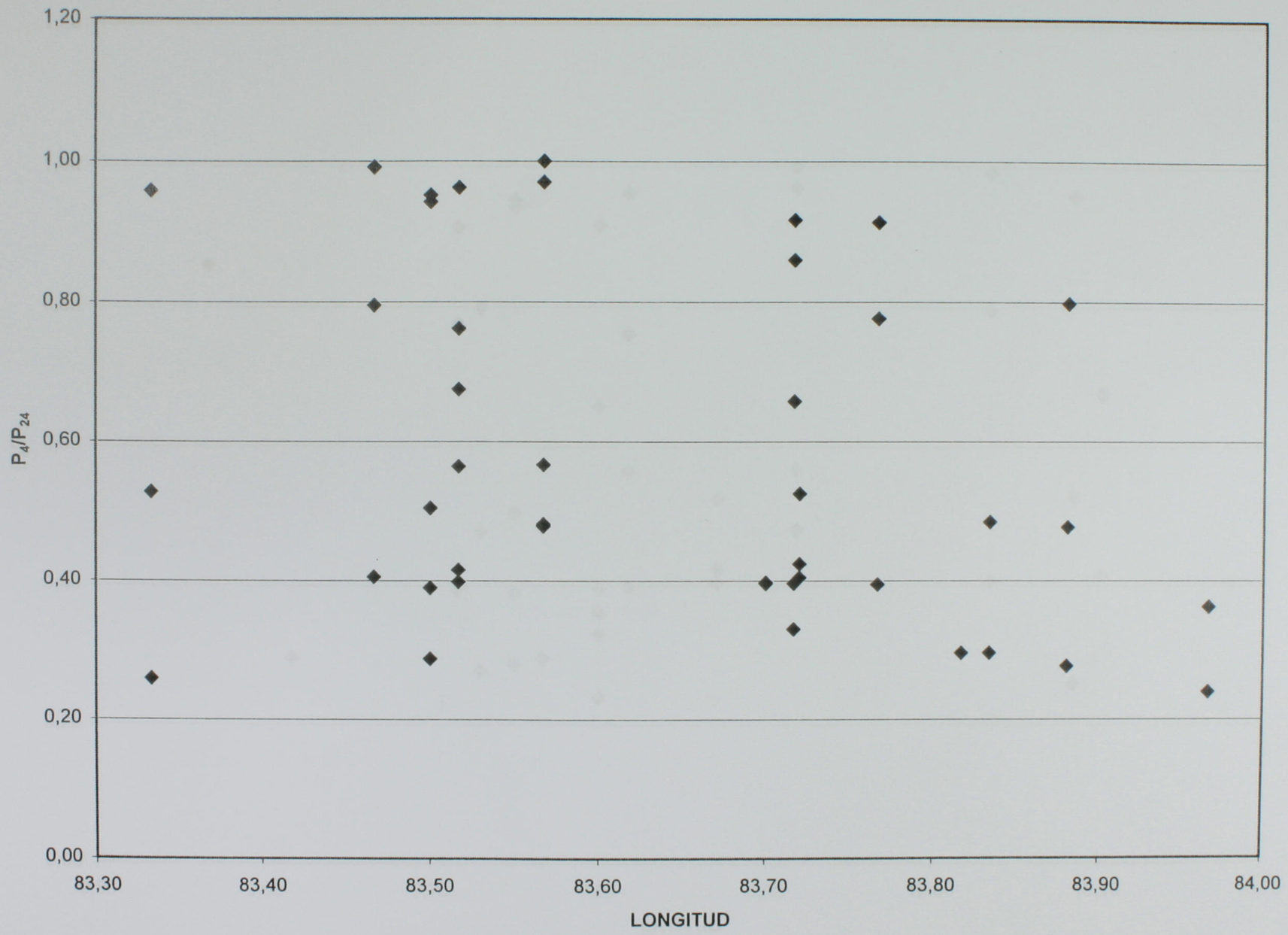


GRÁFICO 8.12. RELACIÓN LATITUD - P_4/P_{24}

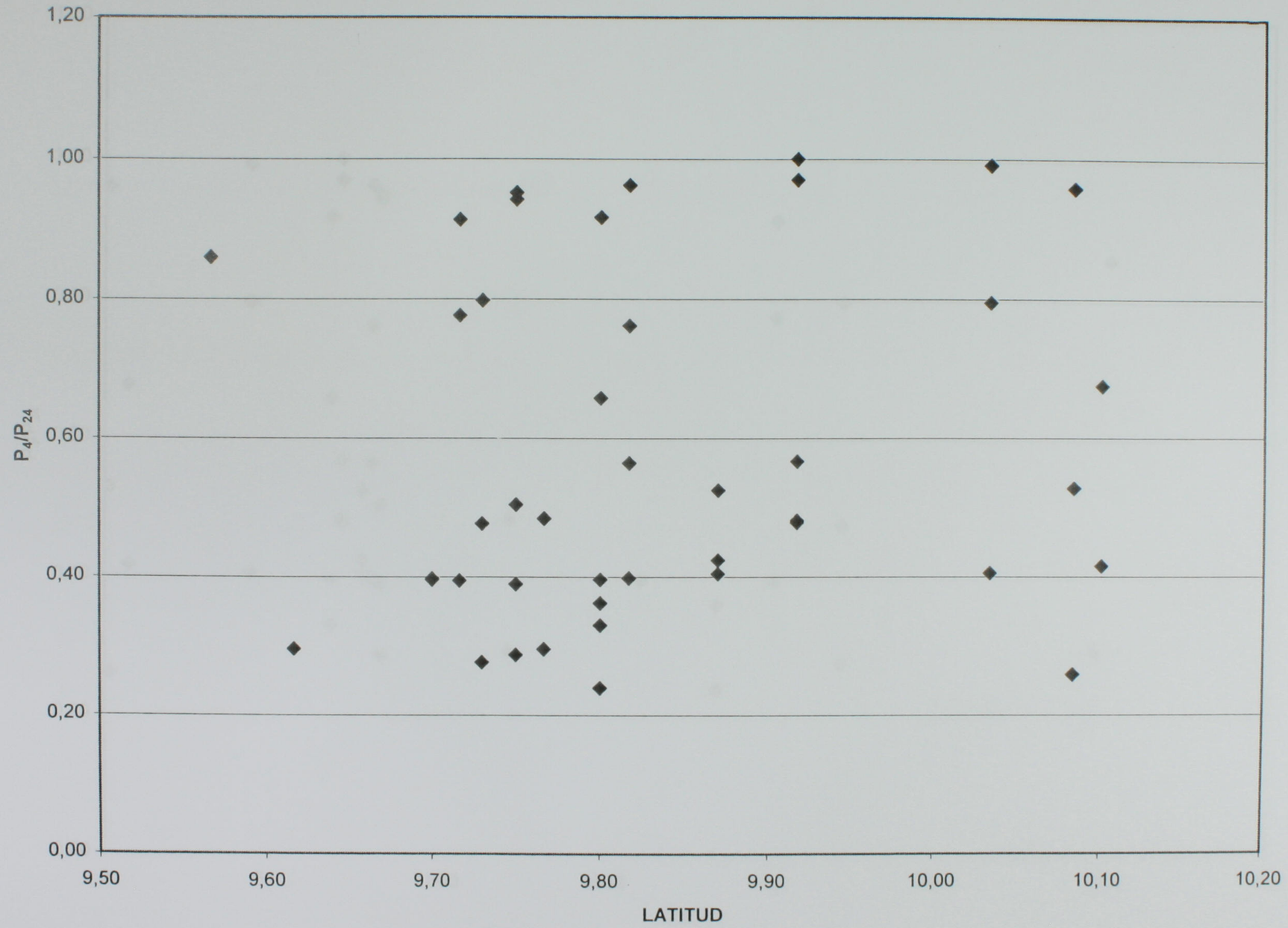


GRÁFICO 8.13. RELACIÓN COTA - P_4/P_{24}

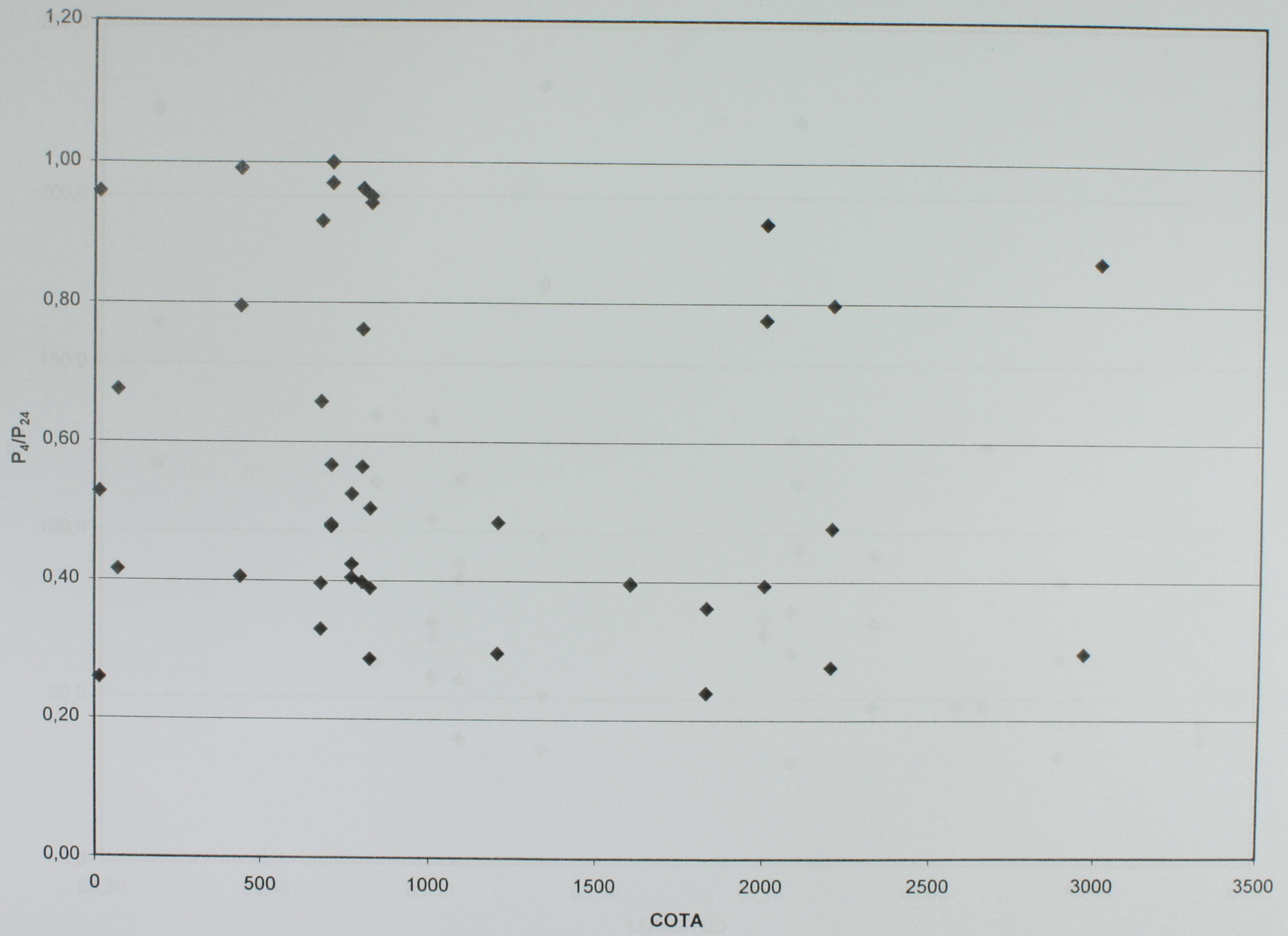


GRÁFICO 8.14. RELACIÓN LONGITUD - P_{24}

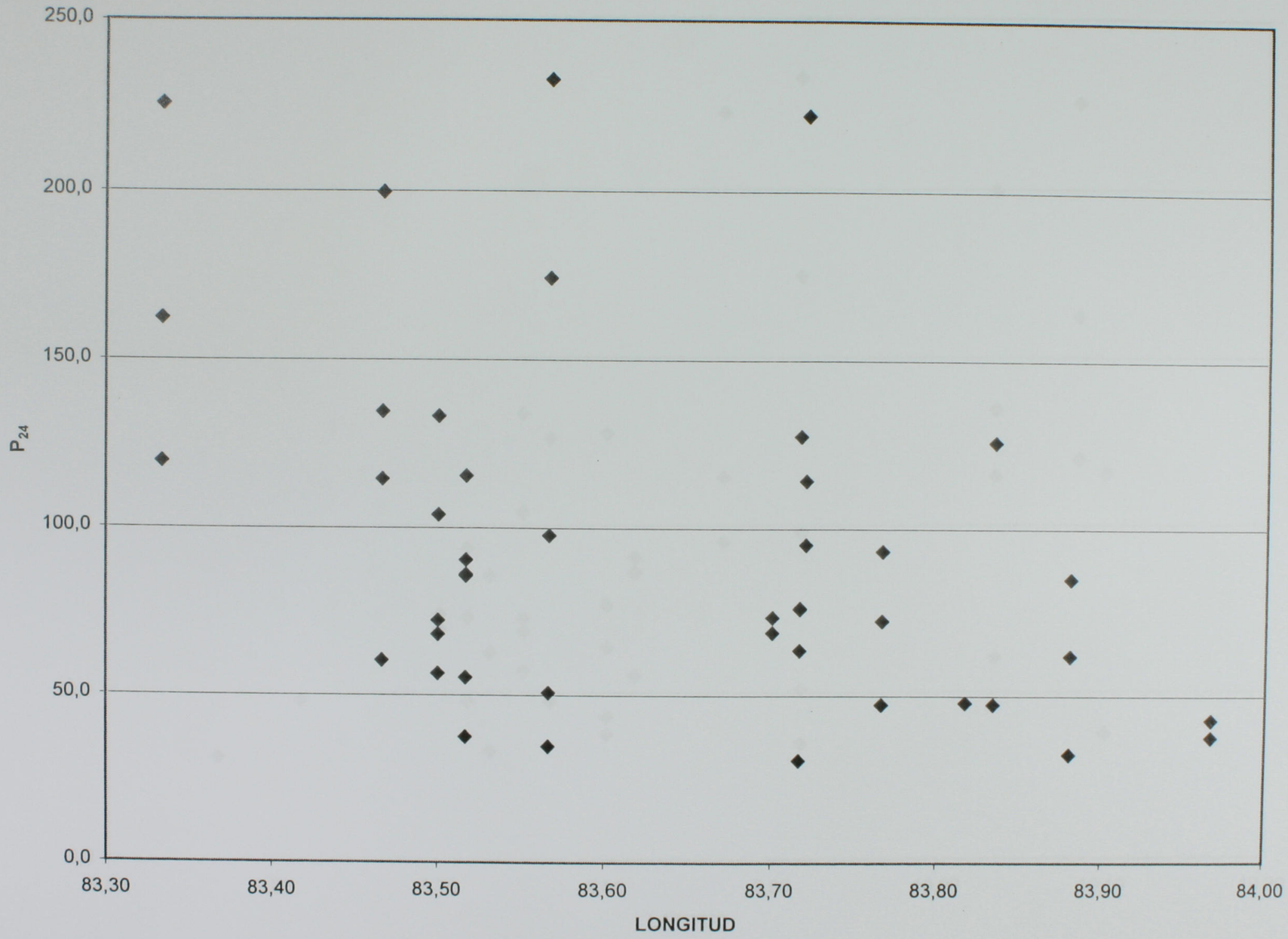


GRÁFICO 8.15. RELACIÓN LATITUD - P_{24}

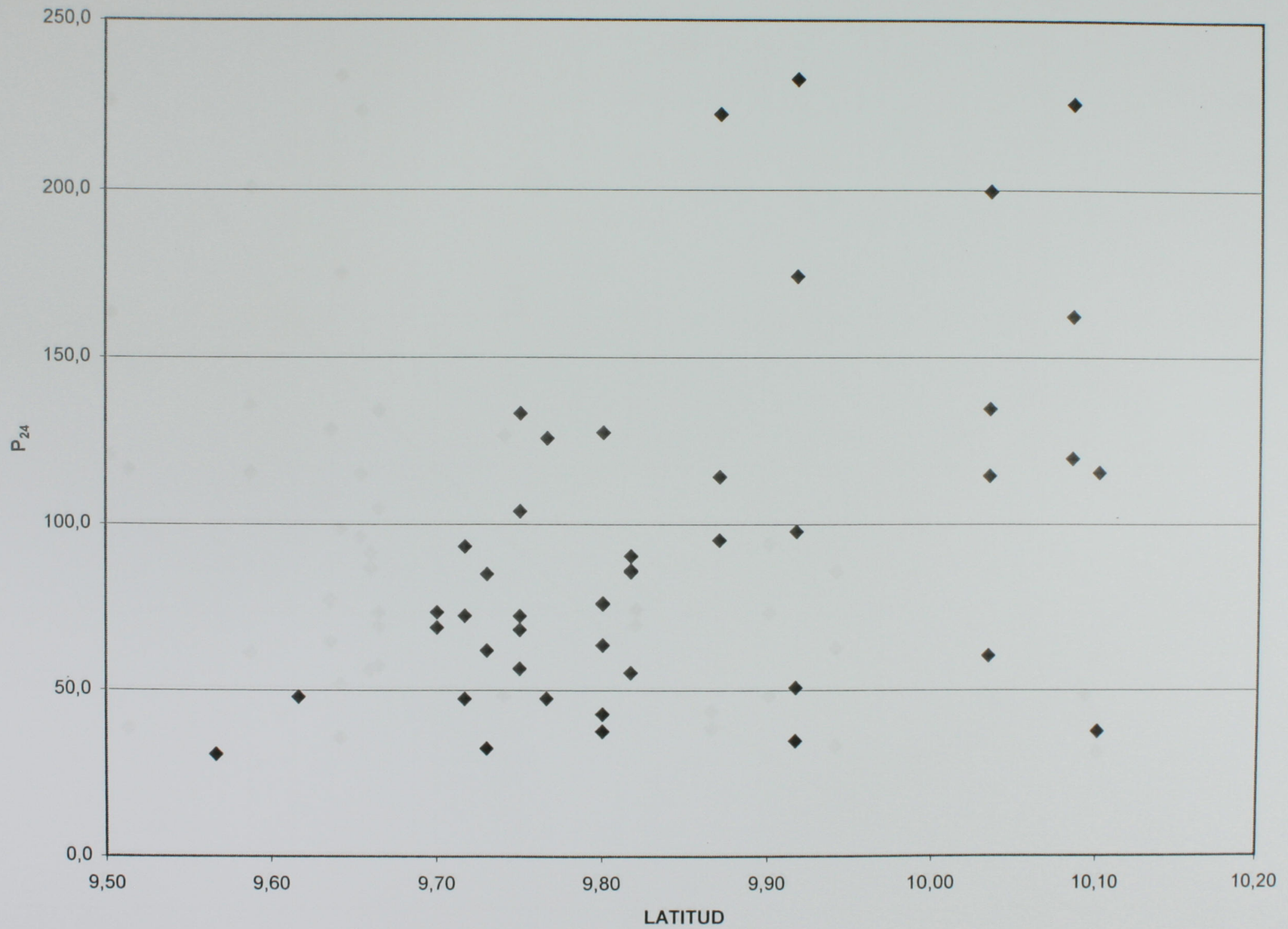


GRÁFICO 8.16. RELACIÓN COTA - P_{24}

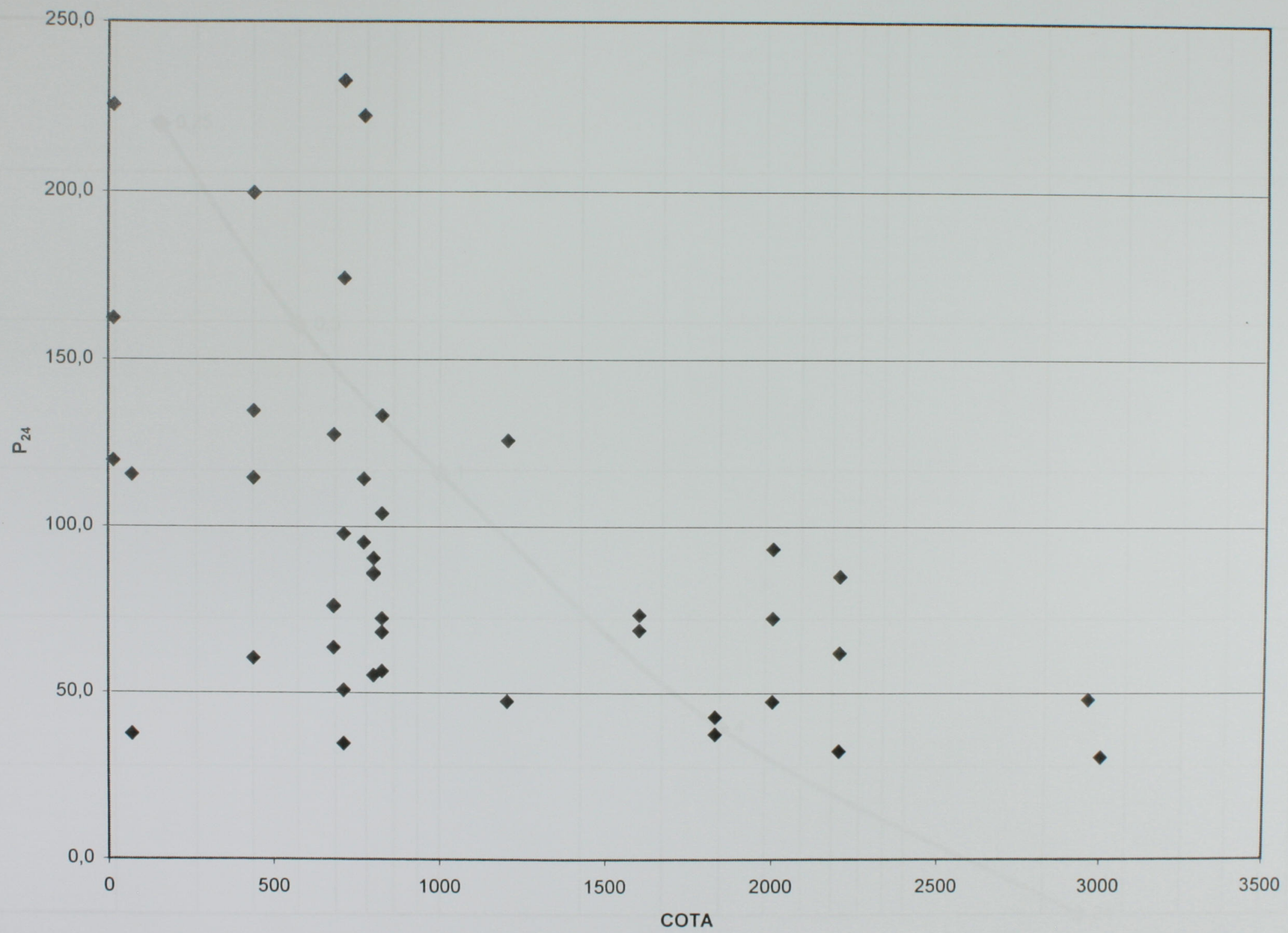


GRÁFICO 8.17. RELACIÓN DURACIÓN DEL AGUACERO - INTENSIDAD

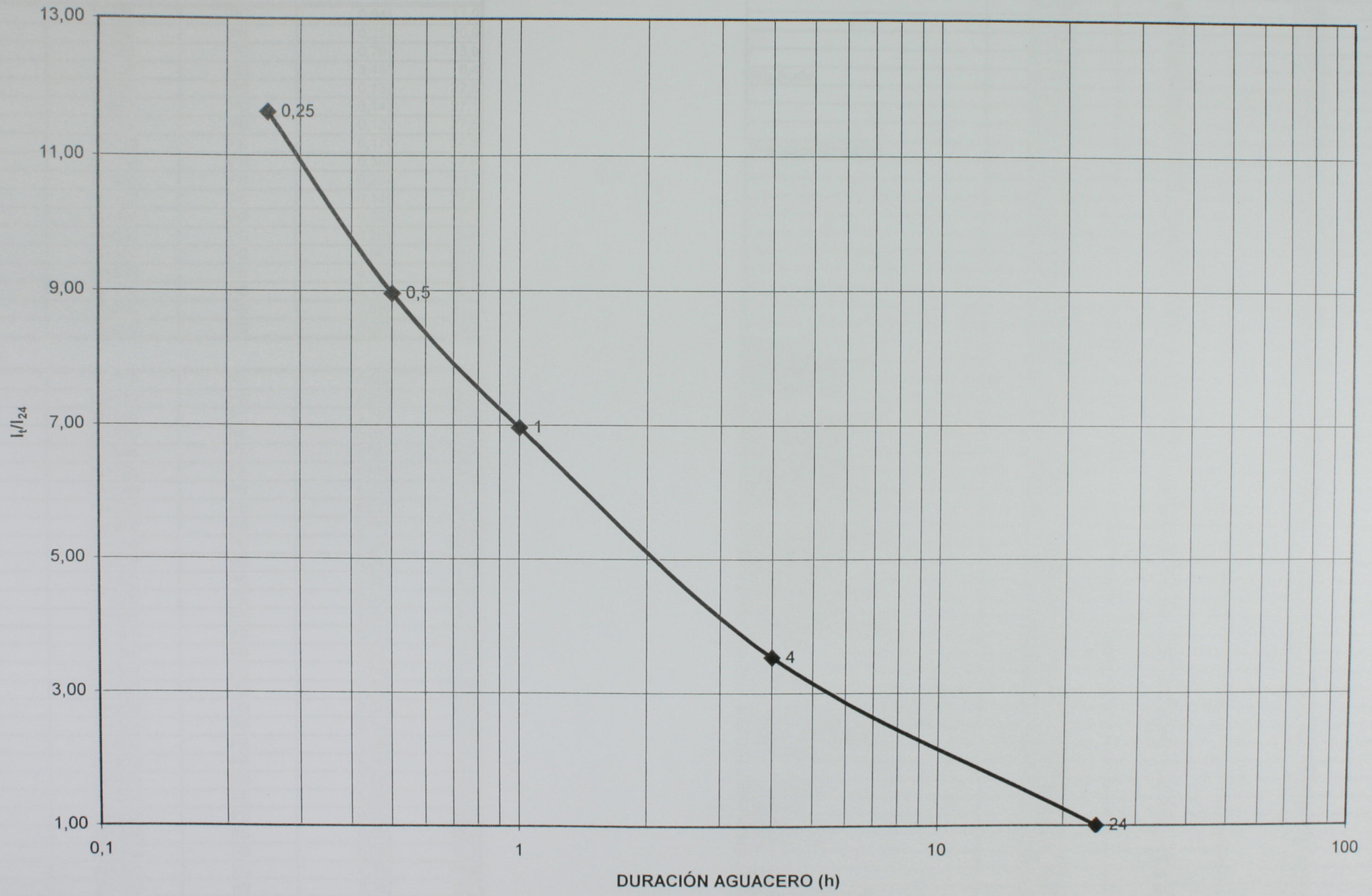


TABLA 8.7. RELACIÓN I_t/I_d PARA LAS CUENCAS VERTIENTES (1 de 5)

CUENCA	D.O.	Tipo de cuenca	Tc (horas)	I_t/I_d
VERTIENTE PACÍFICA				
Quebrada Cangrejas	0+300	PC	0,94	11,9
	0+800	PB	0,25	20,9
Quebrada Rivera	1+250	PC	0,76	13,0
Río Virilla	3+100	GR	3,46	6,4
	3+860	PB	0,13	27,8
	5+660	PB	0,14	27,1
	8+210	PB	0,13	27,6
	10+710	PB	0,17	24,6
Río Pará	12+240	PR	0,38	17,6
	12+880	PB	0,25	20,7
	13+450	PB	0,14	27,0
Río Pará Blanco	13+800	PR	0,38	17,4
Quebrada Yerbabuena	14+280	PC	0,28	19,8
	15+320	PB	0,08	33,5
	15+530	PB	0,08	33,5
	16+170	PB	0,12	28,7
	17+000	PB	0,08	33,5
	18+000	PB	0,08	33,5
VERTIENTE ATLÁNTICA				
Río Zurquí	18+710	PR	0,08	18,7
	19+670	PB	0,08	18,7
Afluente río Zurquí	20+310	PC	0,10	17,3
	21+570	PB	0,08	18,7
	22+340	PB	0,08	18,7
	22+750	PB	0,08	18,7
	23+550	PB	0,08	18,7
	24+620	PB	0,08	18,7
	25+010	PB	0,08	18,7
	25+500	PB	0,08	18,7
	25+920	PB	0,08	18,7
	26+580	PB	0,08	18,7
	27+300	PB	0,08	18,7
	27+580	PB	0,08	18,7
	28+600	PB	0,08	18,7
	29+380	PB	0,08	18,7
	29+840	PB	0,08	18,7
	30+500	PB	0,08	18,7
	30+950	PB	0,08	18,7
	31+360	PB	0,08	18,7
	31+630	PB	0,08	18,7
	32+070	PB	0,08	18,7
	32+460	PB	0,08	18,7
	32+960	PB	0,08	18,7
	33+350	PB	0,08	18,7
	33+790	PB	0,08	18,7
	34+000	PB	0,08	18,7
Afluente 1 río Patria	34+390	PC	0,34	10,4
	35+000	PB	0,08	18,7
Afluente 2 río Patria	35+400	PC	0,08	18,7

TABLA 8.7. RELACIÓN I_t/I_d PARA LAS CUENCAS VERTIENTES (2 de 5)

CUENCA	D.O.	Tipo de cuenca	Tc (horas)	I_t/I_d
	35+690	PB	0,08	18,7
	36+350	PB	0,08	18,7
	37+150	PB	0,08	18,7
	37+740	PB	0,08	18,7
	37+940	PB	0,08	18,7
Río Sucio	38+900	GR	3,19	4,1
	39+670	PB	0,08	18,7
	39+950	PB	0,08	18,7
	40+350	PB	0,08	18,7
Quebrada González	41+120	PC	0,72	7,7
	41+670	PB	0,08	18,7
	42+700	PB	0,10	17,5
	44+250	PB	0,08	18,7
	44+680	PB	0,08	18,7
	44+960	PB	0,08	18,7
	45+570	PB	0,08	18,7
	45+970	PB	0,08	18,7
	46+700	PB	0,08	18,7
	47+130	PB	0,08	18,7
	50+290	PB	0,11	16,5
Río Corinto	50+550	PR	3,51	3,9
Quebrada Flores	51+855	PC	0,49	8,9
Río Costa Rica	53+675	PR	2,87	4,3
	54+535	PB	0,08	18,7
Quebrada Pepilla	54+705	PC	0,19	13,1
Río Blanco (1)	55+795	PR	3,34	4,0
Quebrada Danta	56+925	PC	1,35	5,9
Quebrada Jado	58+175	PC	0,25	11,7
Río Toro Amarillo	58+755	GR	4,03	3,7
	59+215	PB	0,08	18,7
Afluente Toro Amarillo	59+955	PC	0,41	9,6
Río San Rafael	60+195	PC	0,71	7,7
Río Guápiles	61+915	PR	0,58	8,4
Quebrada Numancia	62+075	PC	0,27	11,5
Río Santa Clara	62+665	PR	0,63	8,1
Quebrada San Rafael	63+085	PC	0,73	7,6
Río Verde	63+465	PC	0,52	8,8
	63+665	PB	0,28	11,2
Río Molino	64+475	PR	1,54	5,6
	64+805	PB	0,08	18,7
Quebrada Prado	65+115	PC	0,21	12,6
Afluente río Cristina	65+605	PC	0,57	8,5
Río Cristina	65+885	PR	0,71	7,7
	66+155	PB	0,08	18,7
Río Jiménez	66+910	PR	2,32	4,7
Río Roca	67+055	PC	2,53	4,5
Río Angelina	67+515	PC	0,18	13,4
Río Fox Hall	67+925	PC	0,30	10,9
	68+125	PB	0,08	18,7
Río Hogar	68+415	PC	0,29	11,0
Afluente 1 río Hogar	68+755	PC	0,35	10,2
	68+945	PB	0,08	18,7

TABLA 8.7. RELACIÓN I_t/I_d PARA LAS CUENCAS VERTIENTES (3 de 5)

CUENCA	D.O.	Tipo de cuenca	Tc (horas)	I_t/I_d
Afluente 2 río Hogar	69+405	PC	0,21	12,6
Río Guácimo	73+315	PR	3,73	3,8
Río Guacimillo	73+625	PR	2,13	4,9
	73+925	PB	0,15	14,6
Afluente 1 río Guacimillo	74+125	PC	0,08	18,7
Afluente 2 río Guacimillo	74+410	PC	0,67	7,9
Afluente Quebrada Leona	74+665	PC	0,22	12,3
Quebrada Leona	74+995	PC	0,76	7,5
Quebrada Precipicio	75+160	PC	0,69	7,8
	75+455	PB	0,08	18,7
Afluente Quebrada Unión	75+615	PC	0,40	9,7
	76+005	PB	0,19	13,1
Quebrada Unión	76+135	PC	0,45	9,3
	76+535	PB	0,12	15,7
Afluente Quebrada Torito	76+885	PC	0,11	16,4
Quebrada Torito	77+065	PC	0,82	7,3
	77+515	PB	0,11	16,5
Río Parismina	77+755	PR	2,73	4,4
	78+355	PB	0,08	18,7
Río López	78+575	PC	1,17	6,3
Afluente río Calzada	79+445	PC	0,19	13,2
	79+855	PB	0,08	18,7
Río Calzada	80+065	PC	0,47	9,1
	80+265	PB	0,19	13,1
	80+555	PB	0,10	17,0
	80+755	PB	0,12	16,0
Río Iroquois	80+995	PC	0,99	6,7
	81+240	PB	0,17	13,9
	81+875	PB	0,11	16,4
	82+215	PB	0,13	15,6
Río Dos Novillos	82+615	PR	3,31	4,0
Quebrada Santa Emilia	83+005	PC	0,99	6,7
Río Destierro	83+805	PR	3,51	3,9
Afluente río Destierro	84+205	PC	0,24	12,0
	84+965	PB	0,15	14,6
Quebrada Estrella	85+225	PC	0,87	7,1
	85+615	PB	0,19	13,3
Quebrada Colombiana	86+355	PC	0,40	9,7
Quebrada América	86+845	PC	0,41	9,6
Río Germania	87+455	PR	0,54	8,6
Río Babilonia	87+755	PC	0,62	8,1
Río Vueltas (Silencio)	88+855	PR	1,90	5,1
	88+905	PB	0,22	12,3
	89+260	PB	0,14	14,8
	89+345	PB	0,14	14,9
	89+425	PB	0,16	14,3
Quebrada Herediana	89+805	PC	0,59	8,3
Río Herediana	90+055	PC	1,83	5,2
	90+475	PB	0,08	18,7
Río Peje	90+685	PR	1,01	6,7
	90+815	PB	0,14	15,0
Quebrada Muralla	91+805	PC	0,29	11,1

TABLA 8.7. RELACIÓN I_t/I_d PARA LAS CUENCAS VERTIENTES (4 de 5)

CUENCA	D.O.	Tipo de cuenca	Tc (horas)	I_t/I_d
Quebrada Cairo	92+385	PC	0,30	10,9
Afluente quebrada Castro	93+405	PC	0,08	18,7
Quebrada Castro	93+505	PC	0,13	15,7
Río Reventazón	93+855	GR	11,17	2,0
	94+670	PB	0,08	18,7
	95+405	PB	0,08	18,7
Río Siquirres	96+705	PR	2,10	4,9
Quebrada La Plata	97+075	PC	0,40	9,7
Quebrada Cabros	97+235	PC	0,45	9,3
Caño Seco 1	97+985	PC	0,24	11,9
	98+245	PB	0,08	18,7
Caño Seco 2	98+755	PC	0,32	10,7
Río Pacuare	99+125	GR	11,00	2,1
	99+635	PB	0,08	18,7
Quebrada Diablo	99+945	PC	0,17	13,9
Afluente quebrada Diablo	100+215	PC	0,16	14,0
	100+955	PB	0,08	18,7
Río Pacuarito	101+145	PC	1,51	5,7
	102+475	PB	0,08	18,7
	103+105	PB	0,10	17,0
Afluente 1 quebrada Rosita	103+755	PC	0,10	17,3
Afluente 2 quebrada Rosita	103+915	PC	0,11	16,6
	104+155	PB	0,08	18,7
	104+495	PB	0,08	18,7
Quebrada Rosita	104+605	PC	0,13	15,5
	104+875	PB	0,08	18,7
	105+105	PB	0,08	18,7
Río Cimarrones	106+005	PR	2,30	4,7
	106+565	PB	0,08	18,7
Río Hondo	107+295	PR	1,12	6,4
	108+875	PB	0,08	18,7
Río Madre de Dios	109+175	PR	2,93	4,3
	109+315	PB	0,08	18,7
	109+515	PB	0,08	18,7
Afluente río Madre de Dios	110+155	PC	0,19	13,3
	110+415	PB	0,08	18,7
	111+005	PB	0,13	15,4
	111+305	PB	0,08	18,7
	111+475	PB	0,09	18,1
	111+705	PB	0,14	14,9
	112+255	PB	0,08	18,7
Quebrada Salsipuedes	112+455	PC	0,38	10,0
	114+505	PB	0,08	18,7
Río Barbilla	115+025	GR	5,42	3,2
Afluente río Barbilla	118+615	PC	0,46	9,2
Quebrada Calderón	120+075	PC	0,56	8,5
	120+435	PB	0,09	18,4
Río San Miguel	120+925	PC	1,83	5,2
Quebrada Aguas Claras	121+375	PR	2,00	5,0
Afluente río Chirripò	122+555	PC	0,79	7,4
	123+275	PB	0,13	15,6
	123+835	PB	0,12	16,0

TABLA 8.7. RELACIÓN I_t/I_d PARA LAS CUENCAS VERTIENTES (5 de 5)

CUENCA	D.O.	Tipo de cuenca	Tc (horas)	I_t/I_d
Río Chirripó Atlántico	124+975	GR	10,11	2,2
Quebrada San José	126+705	PC	0,36	10,2
	127+075	PB	0,13	15,5
	128+655	PB	0,11	16,4
	128+875	PB	0,31	10,7
Río Escondido	132+605	PC	2,42	4,6
Río Cuba	133+445	PR	3,03	4,2
Río Rojo	134+345	PC	1,71	5,4
Río Toro	134+595	PR	3,11	4,1
	135+705	PB	0,12	16,0
	135+815	PB	0,14	15,0
	135+990	PB	0,08	18,7
Afluente 1 río Toro	136+695	PC	0,13	15,3
	137+105	PB	0,08	18,7
	137+295	PB	0,11	16,9
	138+055	PB	0,25	11,8
	138+955	PB	0,08	18,7
Afluente 2 río Toro	139+455	PC	0,08	18,7
	140+055	PB	0,27	11,3
	140+295	PB	0,08	18,7
Río Madre	140+895	PC	0,89	7,1
	141+345	PB	0,17	13,8
	142+905	PB	0,24	11,9
	143+605	PB	0,08	18,7
	144+270	PB	0,08	18,7
Río Blanco (2)	144+655	PR	4,07	3,6
Quebrada Turbia	147+035	PC	0,14	14,9
	147+995	PB	0,11	16,3
Río Bartolo	148+585	PC	0,68	7,8
Quebrada Chocolate	148+805	PC	0,85	7,2
	149+375	PB	0,40	9,8
	149+865	PB	0,08	18,7
	150+285	PB	0,08	18,7
	150+835	PB	0,08	18,7
	151+025	PB	0,08	18,7
	151+335	PB	0,08	18,7
	151+485	PB	0,08	18,7

GR: gran río, PR: pequeño río, PC: pequeña cuenca, PB: punto bajo

9. ANÁLISIS DE LA CUENCA DEL RÍO REVENTAZÓN

9.1. Análisis hidrometeorológico

Para la construcción del modelo de precipitación escorrentía se emplea el programa HEC-1. Este programa está diseñado para simular la respuesta de la cuenca de un río a una precipitación, representando a la cuenca como un sistema interconectado de componentes tanto hidrológicas como hidráulicas (subcuencas).

El proceso de cálculo seguido con HEC-1 ha sido el siguiente:

- Simulación de la pérdida de precipitación por intercepción e infiltración por el método del número de curva del S.C.S.
- Generación del hidrograma de avenida de una subcuenca a partir de la precipitación neta por el método del hidrograma unitario.
- Transporte de hidrogramas en cauce por el método de Muskingum.

9.1.1. Definición de los elementos del modelo

Para la simulación de caudales de avenida a partir de precipitaciones se ha constituido un modelo de la cuenca a estudiar, a base de cuencas y subcuencas, tramos de cauce y confluencias (en el plano 9.1. se muestra la cuenca y subcuencas del río Reventazón a escala 1/200.000), que se corresponden respectivamente con las siguientes operaciones del modelo:

- Simulación precipitación-escorrentía.
- Transporte de hidrogramas.
- Combinación de hidrogramas.

En la figura 9.1. se muestra un esquema del modelo. Los elementos se han denotado con letras seguidas de números. Las letras indican el tipo de elementos:

- C para cuencas y Ci para subcuencas.
- S para secciones donde hay confluencias.
- T para tramos de cauce.

Los números que siguen a las letras indican, en el caso de cuenca, el número asignado en la figura 9.1. En el caso de las confluencias y tramos de cauce se han tomado correlativos partiendo de aguas arriba y en el sentido de avance de las aguas.

9.1.2. Caracterización de los elementos del modelo

a. Características de las cuencas

Las características de las subcuencas necesarias para aplicar el modelo propuestos, además del dato básico de la superficie, son: el tiempo de respuesta de la cuenca, la relación entre precipitación neta y precipitación total y la distribución de precipitaciones en cada subcuenca.

Siguiendo el cauce del río Reventazón se han identificado un total de 17 subcuencas.

Una vez definidas topográficamente, se ha procedido a la determinación de los parámetros físicos más significativos, necesarios para el posterior cálculo de los caudales de avenida.

Los parámetros determinados y el método seguido para su determinación han sido los siguientes:

- Superficie: sobre cartografía a escala 1:200.000.
- Cotas máxima y mínima: por identificación sobre cartografía a escala 1:200.000.
- Longitud: se ha medido sobre cartografía a escala 1:200.000.

En la tabla 9.1. se presentan los valores obtenidos.

b. Tiempos de respuesta de las cuencas

El HEC-1 pide este parámetro expresado como tiempo de retraso entre el centro del aguacero unitario y el tiempo punta del hidrograma correspondiente. Este retraso L se puede estimar en función del tiempo de concentración de la cuenca según la relación:

$$L = 0.6 * T_c$$

Así pues, se ha procedido a determinar los tiempos de concentración de forma análoga a lo indicado en el apartado 7.2.

Los resultados de la aplicación de las fórmulas se presentan en la tabla 9.2.

c. Relación precipitación-escorrentía

La caracterización de las condiciones de la cuenca para la infiltración se ha realizado siguiendo lo indicado en el apartado 7.3. del presente estudio en relación con lo indicado para la obtención de los valores del número índice.

Los valores del número índice estimados para las distintas subcuencas del río Reventazón son los que se muestran en la tabla 9.3.

9.1.3. Características de los tramos de cauce

Las características generales de los tramos de cauce que forman parte del modelo y el tiempo de recorrido de los mismos se recogen en la tabla 9.4.

El tiempo de recorrido se ha estimado en función de la diferencia de tiempos de concentración entre las cuencas de las secciones de aguas abajo y aguas arriba del tramo.

El método de Muskingum para el transporte de las avenidas a lo largo de los cauces exige la determinación de tres parámetros para cada tramo de cauce: número de subtramos en que se divide para el cálculo (N), tiempo de recorrido (K) y factor de ponderación (x). N se puede determinar en función de los anteriores. Sin embargo, no existen datos ciertos acerca de K y x, por lo cual se procederá a su estimación por métodos aproximados.

Para el factor de ponderación x se ha tomado el valor 0.25. Este valor se encuentra dentro del rango normal de variación de este parámetro.

Como número de subtramos se ha tomado el entero más próximo al cociente entre K del tramo y el intervalo de simulación (0.25 horas), previa comprobación de que se encontraba dentro de los límites admisibles.

Las características de los tramos utilizadas para el modelo se recogen en la tabla 9.5.

9.1.4. Características de las precipitaciones

En anteriores apartados se ha calculado el valor de la precipitación máxima supuesto un aguacero de duración igual al tiempo de concentración de la cuenca del río Reventazón (11,2 horas), obteniéndose una precipitación de 394 mm para un periodo de retorno de 500 años, que es el correspondiente al periodo de retorno de diseño para grandes ríos.

a. Distribución temporal de la lluvia

Se ha ensayado una distribución artificial denominada aguacero uniforme, que presenta durante toda su duración una intensidad constante e igual a la intensidad media correspondiente.

b. Factor de simultaneidad

A los aguaceros así definidos hay que aplicarles una reducción por simultaneidad, ya que los datos de partida son precipitaciones puntuales que difícilmente se darán simultáneamente en toda la extensión de la cuenca. El factor de reducción por simultaneidad variará en función de la superficie de la cuenca (menor cuanto mayor sea ésta).

9.1.5. Aplicación del modelo

La aplicación del modelo ha consistido en la creación del correspondiente archivo tipo de entrada de datos en HEC-1.

Sobre el contenido del archivo se destaca lo siguiente:

a) En las 5 primeras líneas de comentarios se explican las condiciones de la hipótesis que se va a simular (líneas ID).

b) El factor de simultaneidad. (Línea JR).

c) Se ha ensayado la distribución de lluvia indicada: aguacero uniforme. (Línea PI).

d) El intervalo de simulación seleccionado es de 15 minutos (Línea IT). Las fechas de inicio son arbitrarias, puesto que no se están simulando cuentos reales.

9.2. Análisis de los datos de aforos

9.2.1.Datos de partida

Los datos de partida obvios son los caudales aforados en la estación de Pascua situada en la cuenca del río Reventazón.

Los valores se recogen en la tabla 9.6. en la que se reflejan los valores máximos anuales instantáneos.

9.2.2. Ajuste estadístico

A la serie disponible se le han ajustado las distribuciones de Gumbel con el método de los momentos y el método de la máxima verosimilitud.

Los resultados completos del proceso de ajuste, para el que se han empleado los correspondientes códigos informáticos, se presentan en el apéndice 6. Como resumen de ellos se incluye la tabla 9.7.

Como se desprende de esta tabla no existe una gran dispersión de resultados, sobre todo en periodos de retorno bajos.

9.3. Calibración del modelo y resultados

Se han obtenido con el programa HEC-1 los valores del caudal máximo en la estación de aforos de Pascua 9-12, para distintos valores del factor de simultaneidad y en dos supuestos distintos del número índice. Estos supuestos son: considerando el valor del número índice igual en toda la subcuenca y considerando el valor del número índice distinto para cada subcuenca e igual al estimado en apartados anteriores (tabla 9.3.). Estos valores han sido comparados con los obtenidos mediante el ajuste estadístico de aforos.

En la tabla 9.8. y gráfico 9.1. se muestran los resultados obtenidos para un valor del número índice constante en toda la cuenca del río Reventazón. En la tabla 9.9. y gráfico 9.2. se muestran los resultados obtenidos al emplear el valor del número índice deducido para cada subcuenca.

Para llevar a cabo la calibración del modelo se han contrastado los valores de dos periodos de retorno: uno pequeño en el entorno de la media (2 años) y otro elevado (100 años), buscando valores muy similares del caudal en el caso de 100 años de periodo de retorno, y valores algo inferiores a los obtenidos en el análisis foronómico para el caso de 2 años de periodo de retorno, debido a que el programa HEC-1 infravalora los resultados de lluvias muy pequeñas.

Según los resultados mostrados para cada supuesto del número índice esta condición se cumple en los siguientes casos:

- Factor de simultaneidad de 0,57 y un número índice de 75 constante en toda la cuenca.
- Factor de simultaneidad de 0,60 y un número índice variable para cada subcuenca.

En el apéndice 7 se incluyen los listados del HEC-1 para la cuenca del río Reventazón con un factor de simultaneidad de 0.57 y número índice 75. En el apéndice 8 se muestran los listados del HEC-1 en el caso de factor de simultaneidad igual a 0,60, y números índice los derivados del análisis individual de cada subcuenca.

El resultado de esta calibración se extrapolará al resto de los cauces. Debido a que los valores para ambos supuestos del número índice son muy similares, y debido también, a que en el resto de las cuencas no se realizará ningún tipo de subdivisión, se adoptan los supuestos de la hipótesis de número índice constante en toda la cuenca, es decir:

- El valor del número índice es el promedio entre los dos valores extremos resultante del análisis de la relación precipitación – escorrentía

- El factor de simultaneidad para grandes y pequeños ríos será el siguiente:

$$F_S = 1 - \text{Log}(S) / 7{,}5$$

siendo: S superficie de la cuenca en Km^2

teniendo en cuenta que para el río Reventazón en valor resultante del factor de simultaneidad sería 0,57

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES	CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES	EMPRESA CONSULTORA: GETINSA – NOVOTECNI Y ASOCIADOS	ING. AUTORES DEL ESTUDIO: OSCAR MARTINEZ – PEDRO D. GÓMEZ	INGENIERO COORDINADOR DEL ESTUDIO: EDWIN C. RODRÍGUEZ	ESCALAS: ORIGINALES 1\200.000; GRAFICAS 0 1 2 3 4 5Km	TITULO: CARRETERA BRAULIO CARRILLO (SAN JOSÉ – GUÁPILES – LIMÓN) DISEÑO PRELIMINAR Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO	Nº: No. PP 02–99	Nº PLANO 9.1; HOJA 1 DE 1	DESIGNACIÓN: CUENCAS RIO REVENTAZÓN	FECHA: OCTUBRE 2.000

FIGURA 9.1.
ESQUEMA DEL MODELO DE LA CUENCA DEL RÍO REVENTAZÓN

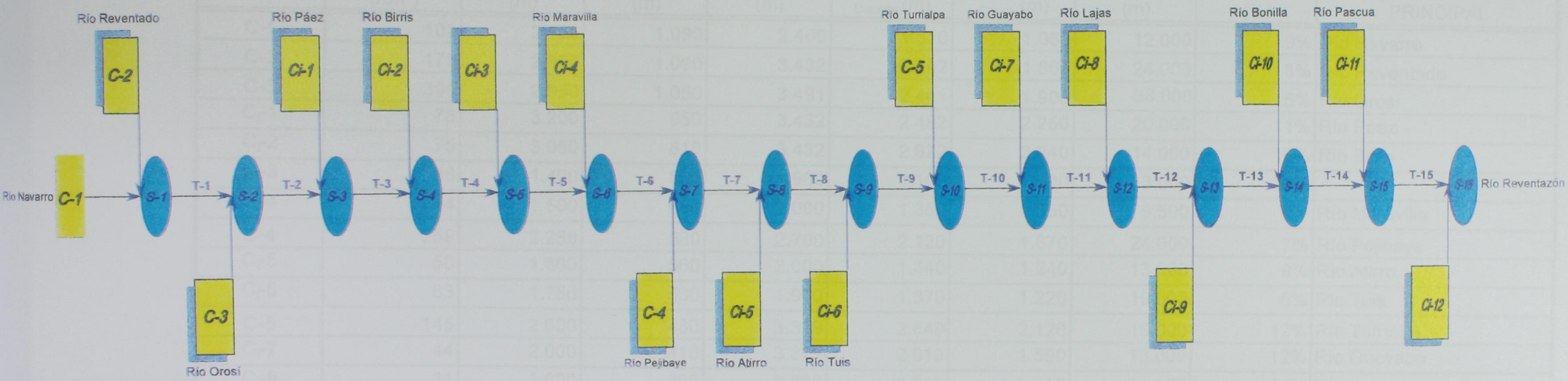


TABLA 9.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS CUENCAS DEL MODELO DEL RÍO REVENTAZÓN

CUENCA	SUPERFICIE (Km^2)	$H_{max\ Cauce}$ (m)	$H_{min\ Cauce}$ (m)	$H_{max\ Cuenca}$ (m)	DESNIVEL $_{Cuenca}$ (m)	DESNIVEL $_{Cauce}$ (m)	LONG. $_{Cauce}$ (m)	PDTE. $_{Cauce}$ (%)	NOMBRE DEL CAUCE PRINCIPAL
C-1	102	2.150	1.090	2.400	1.310	1.060	12.000	9%	Río Navarro
C-2	175	2.950	1.090	3.432	2.342	1.860	24.000	8%	Río Reventado
C-3	395	2.950	1.050	3.491	2.441	1.900	38.000	5%	Río Orosí
C_i-1	78	3.200	950	3.432	2.482	2.250	20.000	11%	Río Páez
C_i-2	75	3.050	810	3.432	2.622	2.240	14.000	16%	Río Birris
C_i-3	38	1.400	800	1.900	1.100	600	3.000	20%	
C_i-4	44	1.500	650	2.000	1.350	850	9.500	9%	Río Maravilla
C-4	259	2.250	580	2.700	2.120	1.670	24.000	7%	Río Pejibaye
C_i-5	50	1.800	560	2.000	1.440	1.240	13.500	9%	Río Atirro
C_i-6	83	1.750	530	1.900	1.370	1.220	19.000	6%	Río Tuis
C-5	145	2.600	480	3.329	2.849	2.120	18.000	12%	Río Turrialpa
C_i-7	44	2.000	410	3.329	2.919	1.590	13.000	12%	Río Guayabo
C_i-8	31	1.900	390	3.000	2.610	1.510	11.000	14%	Río Lajas
C_i-9	57	1.000	320	1.200	880	680	8.500	8%	
C_i-10	64	2.600	270	2.900	2.630	2.330	15.500	15%	Río Bonilla
C_i-11	30	1.600	250	2.500	2.250	1.350	10.500	13%	Río Pascua
C_i-12	67	520	85	1.000	915	435	14.000	3%	
TOTAL	1.737	3.200	85	3.491	3.406	3.115	78.800	4%	Río Reventazón

TABLA 9.2. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN DE LAS CUENCAS DEL MODELO DEL RÍO REVENTAZÓN

CUENCA	NOMBRE DEL CAUCE PRINCIPAL	Tc (horas) CALIFORNIA	Tc (horas) NORMATIVA ESPAÑOLA	NORMA COSTA RICA	Tc (horas) MEDIA	RETRASO $L=0,6T_c$ (h)
C-1	Río Navarro	1,2	3,1	1,1	1,1	0,7
C-2	Río Reventado	2,2	5,5	2,1	2,1	1,2
C-3	Río Orosí	3,7	8,4	3,5	3,5	2,1
C_i-1	Río Páez	1,6	4,4	1,5	1,5	0,9
C_i-2	Río Birris	1,1	3,2	1,0	1,0	0,6
C_i-3		0,3	0,9	0,3	0,3	0,2
C_i-4	Río Maravilla	1,0	2,6	1,0	1,0	0,6
C-4	Río Pejibaye	2,3	5,6	2,1	2,1	1,3
C_i-5	Río Atirro	1,3	3,4	1,2	1,2	0,7
C_i-6	Río Tuis	1,9	4,7	1,8	1,8	1,1
C-5	Río Turrialpa	1,5	4,1	1,4	1,4	0,8
C_i-7	Río Guayabo	1,1	3,1	1,1	1,1	0,6
C_i-8	Río Lajas	1,0	2,7	0,9	0,9	0,5
C_i-9		1,0	2,5	0,9	0,9	0,5
C_i-10	Río Bonilla	1,2	3,5	1,1	1,1	0,7
C_i-11	Río Pascua	0,9	2,6	0,9	0,9	0,5
C_i-12		2,0	4,3	1,9	1,9	1,2
TOTAL	Río Reventazón	7,0	15,3	6,6	6,6	4,0

TABLA 9.3. NÚMEROS ÍNDICE DE LAS CUENCAS DEL MODELO DEL RÍO REVENTAZÓN

CUENCA	NOMBRE DEL CAUCE PRINCIPAL	N.I. número de curva (pulgadas)	
C-1	Río Navarro	64	75
C-2	Río Reventado	68	78
C-3	Río Orosí	61	73
C_i-1	Río Páez	68	78
C_i-2	Río Birris	68	78
C_i-3		64	75
C_i-4	Río Maravilla	68	78
C-4	Río Pejibaye	64	75
C_i-5	Río Atirro	70	80
C_i-6	Río Tuis	70	80
C-5	Río Turrialpa	68	78
C_i-7	Río Guayabo	70	80
C_i-8	Río Lajas	70	80
C_i-9		70	80
C_i-10	Río Bonilla	70	80
C_i-11	Río Pascua	70	80
C_i-12		70	80
TOTAL	Río Reventazón	70	80

TABLA 9.4. TIEMPO DE RECORRIDO DE LOS TRAMOS DEL MODELO DEL RÍO REVENTAZÓN

TRAMO	LONGITUD (m)	DESNIVEL (m)	PENDIENTE (%)	LONG./PDTE.^1/2	VELOCIDAD (Km/h)	T. RECORRIDO (h)
T-1	4.000	40	1,0%	40,000	10,8	0,371
T-2	4.500	100	2,2%	30,187	16,1	0,280
T-3	6.300	140	2,2%	42,262	16,1	0,392
T-4	1.000	10	1,0%	10,000	10,8	0,093
T-5	6.000	150	2,5%	37,947	17,0	0,352
T-6	4.800	70	1,5%	39,748	13,0	0,369
T-7	2.000	20	1,0%	20,000	10,8	0,186
T-8	6.000	30	0,5%	84,853	7,6	0,788
T-9	1.200	50	4,2%	5,879	22,0	0,055
T-10	4.800	70	1,5%	39,748	13,0	0,369
T-11	500	20	4,0%	2,500	21,5	0,023
T-12	5.900	70	1,2%	54,166	11,7	0,503
T-13	5.800	50	0,9%	62,468	10,0	0,580
T-14	2.000	20	1,0%	20,000	10,8	0,186
T-15	12.000	165	1,4%	102,336	12,6	0,950

TABLA 9.5. VALORES DE MUSKINGUM DEL MODELO DEL RÍO REVENTAZÓN

TRAMO	N	K	X
T-1	2	0,371	0,25
T-2	2	0,280	0,25
T-3	2	0,392	0,25
T-4	1	0,093	0,25
T-5	2	0,352	0,25
T-6	2	0,369	0,25
T-7	1	0,186	0,25
T-8	4	0,788	0,25
T-9	1	0,055	0,25
T-10	2	0,369	0,25
T-11	1	0,023	0,25
T-12	3	0,503	0,25
T-13	3	0,580	0,25
T-14	1	0,186	0,25
T-15	4	0,950	0,25

TABLA 9.6. DATOS DE CAUDALES MAXIMOS EN LA ESTACION PASCUA 9-12

Año Hidrológico	Caudal Máximo Instantáneo (m^3/s)
1963-1964	1436,0
1964-1965	839,2
1965-1966	3173,6
1966-1967	1931,3
1967-1968	1963,6
1968-1969	2113,0
1969-1970	4200,0
1971-1972	1800,0
1972-1973	2110,0
1973-1974	1010,0
1974-1975	3530,0
1975-1976	2650,0
1976-1977	1210,0
1977-1978	845,0
1978-1979	569,0
1979-1980	602,0
1980-1981	943,0
1981-1982	1440,0
1982-1983	716,0
1983-1984	729,0
1984-1985	1480,0
1985-1986	875,0
1986-1987	662,0
1987-1988	243,0
1988-1989	1440,0
1989-1990	670,0
1990-1991	1440,0
1991-1992	3820,0
1992-1993	971,0

TABLA 9.7. RESULTADO DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE CAUDALES DE LA ESTACIÓN DE AFOROS PASCUA 9-12

		PERIODO DE RETORNO (años)							
		2	5	10	25	50	100	200	500
CAUDALES (m^3/s)	Gumbel M. Momentos	1.398	2.299	2.896	3.649	4.208	4.763	5.316	6.046
	Gumbel M. Verosimilitud	1.379	2.174	2.700	3.365	3.858	4.348	4.836	5.480

TABLA 9.8. CAUDALES MÁXIMOS (m^3/s) OBTENIDOS EN LA ESTACIÓN DE AFOROS PASCUA 9-12 CON HEC-1 PARA DISTINTOS FACTORES DE SIMULTANEIDAD CON NÚMERO ÍNDICE CONSTANTE EN TODA LA CUENCA

F_S=1-Log(S)/15= 0,78	Aguacero 11 h					
NÚMERO ÍNDICE	PERIODO DE RETORNO (años)					
	2 Q_{aforos}=1398-1379	10 Q_{aforos}=2896-2700	25 Q_{aforos}=3649-3365	50 Q_{aforos}=4280-3858	100 Q_{aforos}=4763-4348	500 Q_{aforos}=6046-5480
75	1.909	4.099	5.285	6.156	7.034	9.098
70	1.565	3.616	4.755	5.594	6.453	8.476
65	1.246	3.136	4.216	5.025	5.849	7.816
60	952	2.662	3.672	4.437	5.222	7.116
55	684	2.196	3.124	3.838	4.577	6.379
50	445	1.740	2.576	3.229	3.914	5.604
F_S=0,65	Aguacero 11 h					
NÚMERO ÍNDICE	PERIODO DE RETORNO (años)					
	2 Q_{aforos}=1398-1379	10 Q_{aforos}=2896-2700	25 Q_{aforos}=3649-3365	50 Q_{aforos}=4280-3858	100 Q_{aforos}=4763-4348	500 Q_{aforos}=6046-5480
75	1.384	3.129	4.090	4.749	5.517	7.214
70	1.092	2.697	3.607	4.287	4.979	6.629
65	828	2.278	3.128	3.771	4.431	6.081
60	593	1.873	2.655	3.254	3.875	5.385
F_S=0,57	Aguacero 11 h					
NÚMERO ÍNDICE	PERIODO DE RETORNO (años)					
	2 Q_{aforos}=1398-1379	10 Q_{aforos}=2896-2700	25 Q_{aforos}=3649-3365	50 Q_{aforos}=4280-3858	100 Q_{aforos}=4763-4348	500 Q_{aforos}=6046-5480
85	1.695	3.387	4.281	4.934	5.589	7.120
80	1.369	2.960	3.825	4.459	5.100	6.605
75	1.081	2.549	3.371	3.980	4.601	6.069
70	824	2.155	2.926	3.506	4.097	5.514
F_S=0,55	Aguacero 11 h					
NÚMERO ÍNDICE	PERIODO DE RETORNO (años)					
	2 Q_{aforos}=1398-1379	10 Q_{aforos}=2896-2700	25 Q_{aforos}=3649-3365	50 Q_{aforos}=4280-3858	100 Q_{aforos}=4763-4348	500 Q_{aforos}=6046-5480
85	1.605	3.229	4.090	4.719	5.350	6.825
80	1.288	2.810	3.640	4.249	4.866	6.314
75	1.007	2.408	3.195	3.778	4.374	5.784
60	358	1.317	1.925	2.397	2.893	4.109
F_S=0,45	Aguacero 11 h					
NÚMERO ÍNDICE	PERIODO DE RETORNO (años)					
	2 Q_{aforos}=1398-1379	10 Q_{aforos}=2896-2700	25 Q_{aforos}=3649-3365	50 Q_{aforos}=4280-3858	100 Q_{aforos}=4763-4348	500 Q_{aforos}=6046-5480
95	1.857	3.275	4.006	4.532	5.060	6.286
90	1.487	2.856	3.572	4.092	4.614	5.829
85	1.167	2.453	3.144	3.651	4.160	5.357
80	894	2.073	2.729	3.215	3.707	4.873

GRÁFICO 9.1. RELACIÓN NÚMEROS ÍNDICE CONSTANTES EN TODA LA CUENCA- CAUDALES MÁXIMOS OBTENIDOS CON HEC-1 EN LA ESTACIÓN DE AFOROS 9-12.

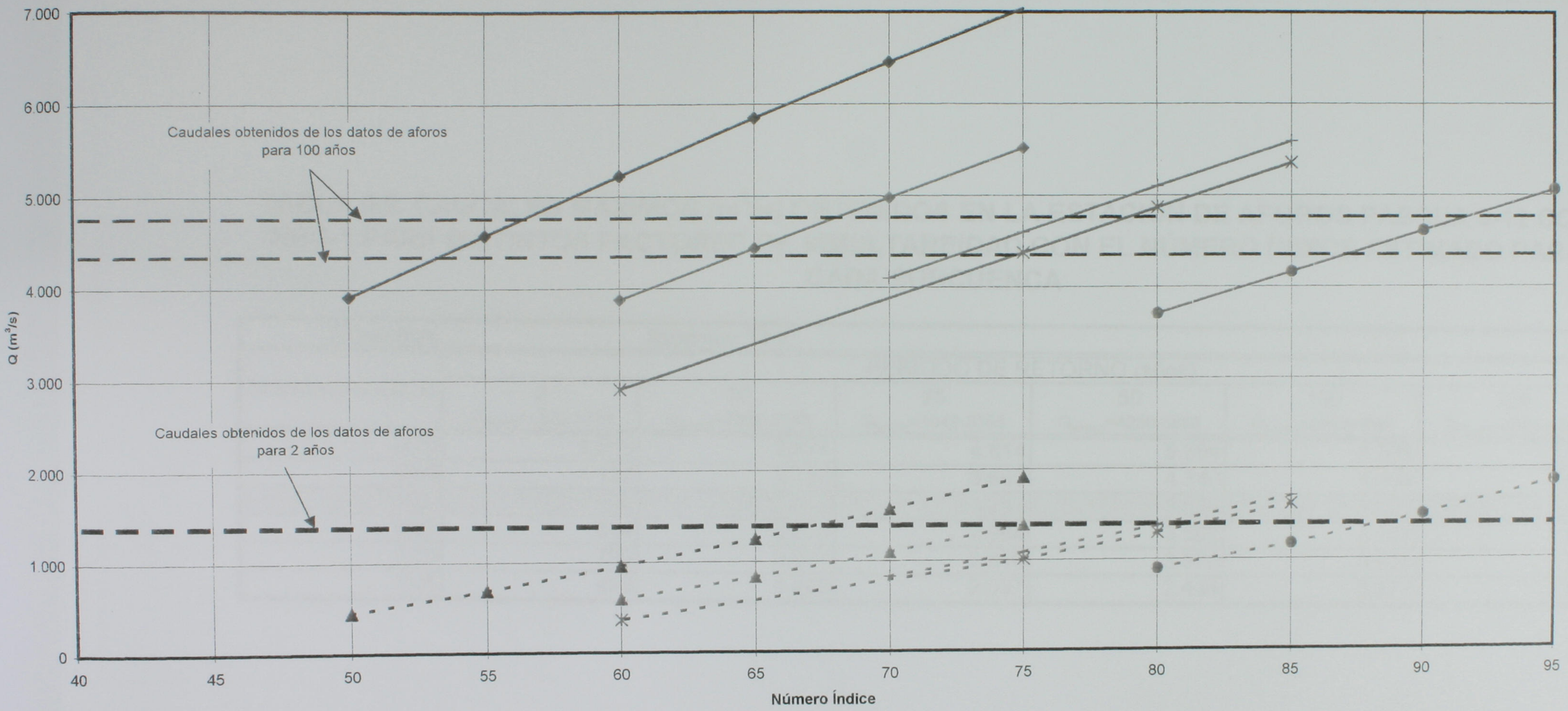
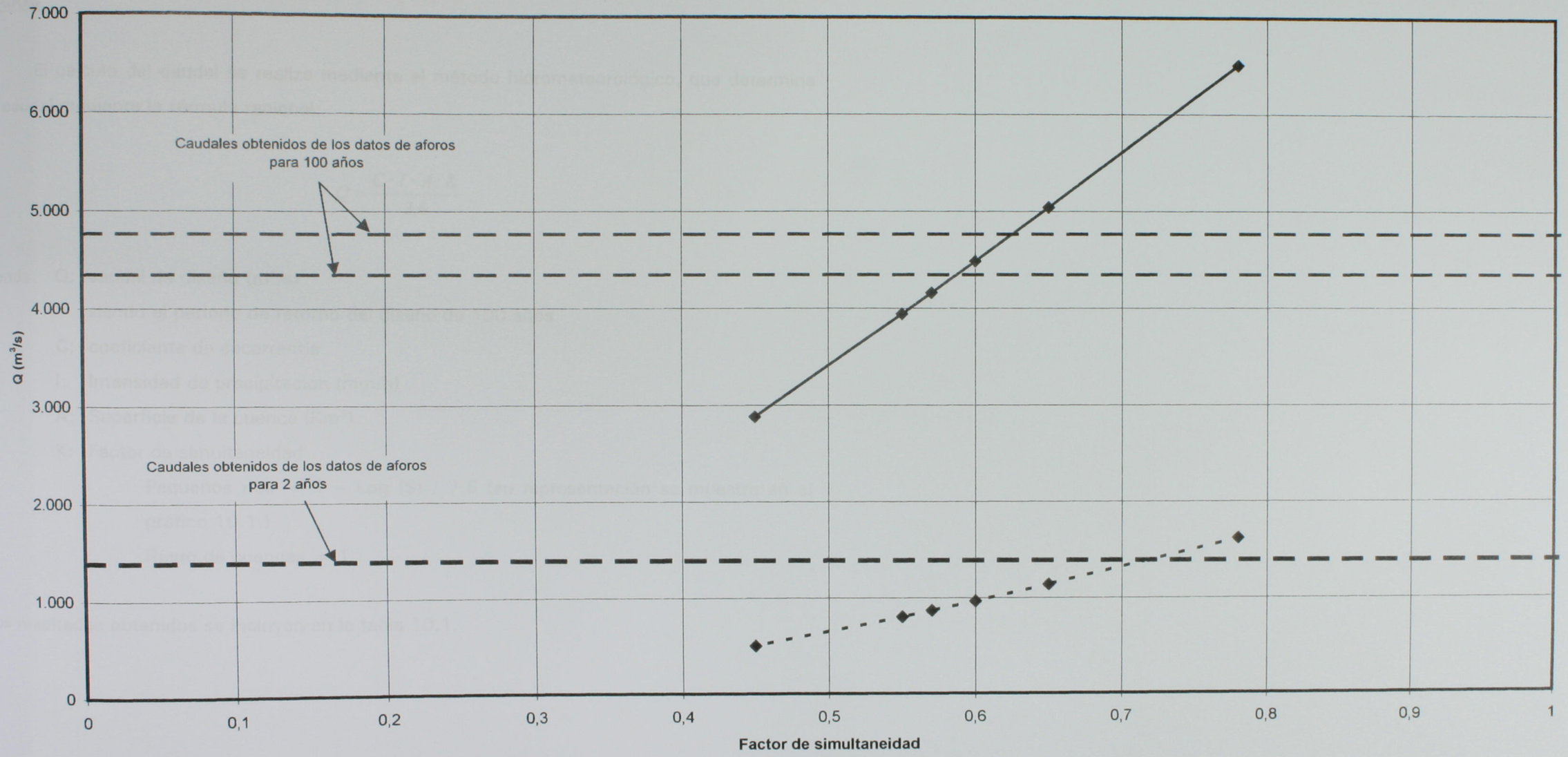


TABLA 9.9. CAUDALES MÁXIMOS (m^3/s) OBTENIDOS EN LA ESTACIÓN DE AFOROS PASCUA 9-12 CON HEC-1 PARA DISTINTOS FACTORES DE SIMULTANEIDAD CON EL NÚMERO ÍNDICE ESTIMADO PARA CADA SUBCUENCA

NI variable	Aguacero 11 h					
NÚMERO ÍNDICE	PERIODO DE RETORNO (años)					
	2 Q_{aforos}=1398-1379	10 Q_{aforos}=2896-2700	25 Q_{aforos}=3649-3365	50 Q_{aforos}=4280-3858	100 Q_{aforos}=4763-4348	500 Q_{aforos}=6046-5480
0,78	1.616	3.674	4.814	5.654	6.508	8.522
0,65	1.137	2.754	3.666	4.346	5.039	6.684
0,6	964	2.411	3.237	3.853	4.485	5.985
0,57	864	2.210	2.984	3.562	4.156	5.570
0,55	799	2.077	2.816	3.370	3.938	5.295
0,45	499	1.442	2.007	2.434	2.877	3.944

GRÁFICO 9.2. RELACIÓN FACTOR DE SIMULTANEIDAD- CAUDALES MÁXIMOS OBTENIDOS CON HEC-1 EN LA ESTACIÓN DE AFOROS 9-12. VALOR DEL NÚMERO ÍNDICE ESTIMADO PARA CADA SUBCUENCA



10. ANÁLISIS HIDROLÓGICO DE LOS PEQUEÑOS RÍOS, PEQUEÑAS CUENCAS Y PUNTOS BAJOS

El cálculo del caudal se realiza mediante el método hidrometeorológico, que determina el caudal mediante la fórmula racional:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A \cdot K}{3{,}6}$$

donde: Q: caudal de diseño (m^3/s)
siendo el periodo de retorno del diseño de 100 años
C: coeficiente de escorrentía
I: Intensidad de precipitación (mm/h)
A: Superficie de la cuenca (Km^2)
K: Factor de simultaneidad
Pequeños ríos = 1 – Log (S) / 7,5 (su representación se muestra en el gráfico 10.1.)
Resto de cuencas = 1

Los resultados obtenidos se incluyen en la tabla 10.1.

GRÁFICO 10.1. FACTOR DE SIMULTANEIDAD PARA GRANDES Y PEQUEÑOS RÍOS

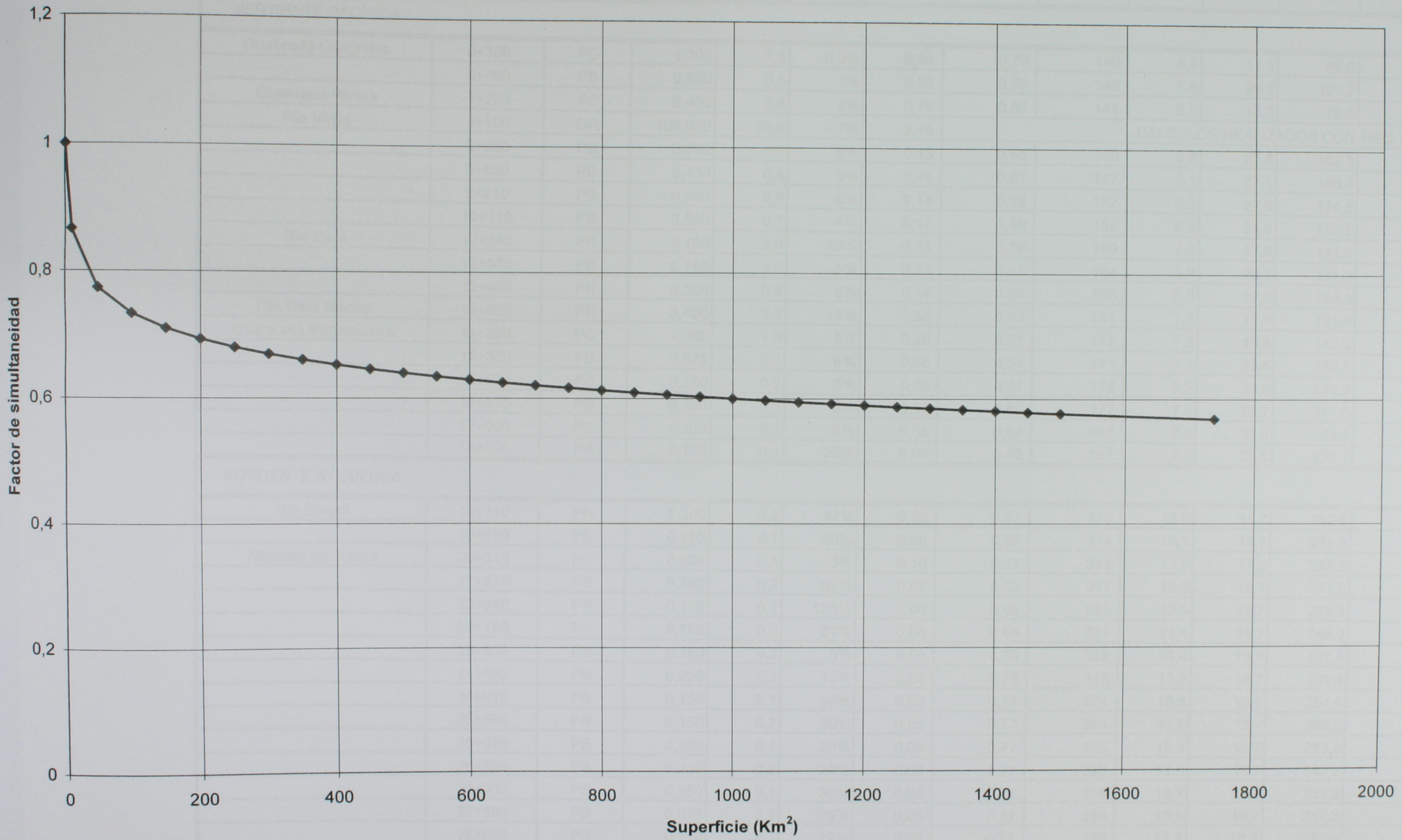


TABLA 10.1. CAUDALES DE DISEÑO PARA PEQUEÑOS RÍOS Y PEQUEÑAS CUENCAS Y PUNTOS BAJOS (1 de 7)

CUENCA	D.O.	Tipo de cuenca	SUP. (Km^2)	LONG. Cauce (m)	PDTE. Cauce (%)	T_C (h)	Coeficiente Escorrentía	P_d (mm)	I_d (mm/h)	I_t/I_d	I_t (mm/h)	Q (m^3/sg)
VERTIENTE PACÍFICA												
Quebrada Cangrejas	0+300	PC	1,300	1,8	0,3%	0,94	0,79	140	5,8	11,9	69,6	20
	0+800	PB	0,500	0,5	1%	0,25	0,79	140	5,8	20,9	121,7	13
Quebrada Rivera	1+250	PC	6,400	3,4	2%	0,76	0,80	141	5,9	13,0	76,5	108
Río Virilla	3+100	GR	100,000	20,0	7%	3,46	CÁLCULOS REALIZADOS CON HEC-1					
	3+860	PB	0,700	0,5	5%	0,13	0,55	140	5,8	27,8	162,3	17
	5+660	PB	0,400	0,4	3%	0,14	0,57	147	6,1	27,1	166,0	11
	8+210	PB	0,500	0,6	6%	0,13	0,58	152	6,3	27,6	174,5	14
	10+710	PB	0,500	0,7	4%	0,17	0,59	156	6,5	24,6	160,5	13
Río Pará	12+240	PR	3,100	3,0	10%	0,38	0,59	180	7,5	17,6	131,8	62
	12+880	PB	0,750	1,3	5%	0,25	0,55	164	6,8	20,7	141,2	16
	13+450	PB	0,300	0,6	6%	0,14	0,56	166	6,9	27,0	186,3	9
Río Pará Blanco	13+800	PR	3,400	3,5	13%	0,38	0,53	181	7,6	17,4	131,5	61
Quebrada Yerbabuena	14+280	PC	1,300	1,9	8%	0,28	0,51	172	7,2	19,8	142,2	26
	15+320	PB	0,075	0,1	6%	0,08	0,51	171	7,1	33,5	238,5	3
	15+530	PB	0,150	0,2	3%	0,08	0,51	172	7,2	33,5	240,7	5
	16+170	PB	0,250	0,3	2%	0,12	0,52	177	7,4	28,7	211,6	8
	17+000	PB	0,200	0,2	8%	0,08	0,53	182	7,6	33,5	254,7	8
	18+000	PB	0,100	0,1	25%	0,08	0,49	181	7,5	33,5	252,1	3
VERTIENTE ATLÁNTICA												
Río Zurquí	18+710	PR	1,300	0,2	44%	0,08	0,67	311	13,0	18,7	242,5	58
	19+670	PB	0,350	0,1	60%	0,08	0,67	314	13,1	18,7	244,3	16
Afluente río Zurquí	20+310	PC	0,900	0,8	23%	0,10	0,67	312	13,0	17,3	225,5	38
	21+570	PB	0,200	0,2	67%	0,08	0,68	317	13,2	18,7	247,0	9
	22+340	PB	0,150	0,1	125%	0,08	0,68	320	13,3	18,7	248,8	7
	22+750	PB	0,100	0,2	23%	0,08	0,68	321	13,4	18,7	249,9	5
	23+550	PB	0,150	0,2	5%	0,08	0,68	322	13,4	18,7	251,0	7
	24+620	PB	0,200	0,2	15%	0,08	0,76	323	13,5	18,7	251,4	11
	25+010	PB	0,150	0,1	50%	0,08	0,77	324	13,5	18,7	251,9	8
	25+500	PB	0,150	0,2	30%	0,08	0,77	324	13,5	18,7	252,5	8
	25+920	PB	0,200	0,1	20%	0,08	0,77	325	13,5	18,7	252,8	11
	26+580	PB	0,250	0,2	25%	0,08	0,77	325	13,6	18,7	253,3	13
	27+300	PB	0,150	0,1	30%	0,08	0,77	328	13,7	18,7	255,2	8
	27+580	PB	0,075	0,1	26%	0,08	0,77	330	13,8	18,7	257,3	4
	28+600	PB	0,150	0,1	27%	0,08	0,77	330	13,8	18,7	257,4	8
	29+380	PB	0,100	0,1	40%	0,08	0,77	331	13,8	18,7	257,8	6

TABLA 10.1. CAUDALES DE DISEÑO PARA PEQUEÑOS RÍOS Y PEQUEÑAS CUENCAS Y PUNTOS BAJOS (2 de 7)

CUENCA	D.O.	Tipo de cuenca	SUP. (Km^2)	LONG. $_{Cauce}$ (m)	PDTE. $_{Cauce}$ (%)	T_C (h)	Coeficiente Escorrentía	P_d (mm)	I_d (mm/h)	I_t/I_d	I_t (mm/h)	Q (m^3/sg)
	29+840	PB	0,100	0,1	10%	0,08	0,77	331	13,8	18,7	258,2	6
	30+500	PB	0,150	0,1	5%	0,08	0,77	331	13,8	18,7	257,7	8
	30+950	PB	0,100	0,1	35%	0,08	0,77	333	13,9	18,7	259,2	6
	31+360	PB	0,100	0,1	46%	0,08	0,77	332	13,8	18,7	258,6	6
	31+630	PB	0,100	0,1	60%	0,08	0,77	332	13,8	18,7	258,6	6
	32+070	PB	0,100	0,2	49%	0,08	0,77	332	13,8	18,7	258,5	6
	32+460	PB	0,100	0,2	19%	0,08	0,77	332	13,9	18,7	258,9	6
	32+960	PB	0,100	0,3	6%	0,08	0,77	334	13,9	18,7	259,9	6
	33+350	PB	0,100	0,1	15%	0,08	0,77	333	13,9	18,7	259,6	6
	33+790	PB	0,100	0,1	10%	0,08	0,77	335	14,0	18,7	261,0	6
	34+000	PB	0,100	0,1	7%	0,08	0,78	336	14,0	18,7	261,7	6
Afluente 1 río Patria	34+390	PC	1,500	1,8	5%	0,34	0,77	335	13,9	10,4	144,6	47
	35+000	PB	0,250	0,2	18%	0,08	0,78	337	14,0	18,7	262,1	14
Afluente 2 río Patria	35+400	PC	0,400	0,4	18%	0,08	0,78	337	14,0	18,7	262,6	23
	35+690	PB	0,250	0,1	22%	0,08	0,78	338	14,1	18,7	263,6	14
	36+350	PB	0,200	0,2	3%	0,08	0,78	339	14,1	18,7	264,0	11
	37+150	PB	0,275	0,1	6%	0,08	0,78	340	14,2	18,7	265,0	16
	37+740	PB	0,350	0,2	28%	0,08	0,78	341	14,2	18,7	265,5	20
	37+940	PB	0,100	0,1	10%	0,08	0,74	346	14,4	18,7	269,1	6
Río Sucio	38+900	GR	190,700	22,0	12%	3,19	CÁLCULOS REALIZADOS CON HEC-1					
	39+670	PB	0,150	0,2	36%	0,08	0,74	343	14,3	18,7	267,5	8
	39+950	PB	0,250	0,3	21%	0,08	0,74	343	14,3	18,7	267,4	14
	40+350	PB	0,250	0,3	21%	0,08	0,74	345	14,4	18,7	268,6	14
Quebrada González	41+120	PC	3,400	3,2	13%	0,72	0,74	344	14,4	7,7	110,0	76
	41+670	PB	0,350	0,2	7%	0,08	0,74	347	14,4	18,7	270,1	19
	42+700	PB	0,200	0,2	2%	0,10	0,70	345	14,4	17,5	251,8	10
	44+250	PB	0,150	0,3	32%	0,08	0,70	344	14,3	18,7	267,8	8
	44+680	PB	0,100	0,1	6%	0,08	0,70	344	14,3	18,7	268,1	5
	44+960	PB	0,100	0,1	9%	0,08	0,70	344	14,4	18,7	268,3	5
	45+570	PB	0,100	0,1	8%	0,08	0,70	345	14,4	18,7	268,4	5
	45+970	PB	0,100	0,1	15%	0,08	0,70	345	14,4	18,7	268,9	5
	46+700	PB	0,300	0,2	17%	0,08	0,71	348	14,5	18,7	270,7	16
	47+130	PB	0,100	0,3	7%	0,08	0,71	347	14,5	18,7	270,5	5
	50+290	PB	0,650	0,4	4%	0,11	0,71	353	14,7	16,5	243,1	31
Río Corinto	50+550	PR	76,900	22,0	8%	3,51	0,70	339	14,1	3,9	55,2	616
Quebrada Flores	51+855	PC	2,100	3,0	5%	0,49	0,71	353	14,7	8,9	131,8	55
Río Costa Rica	53+675	PR	40,900	16,5	8%	2,87	0,70	343	14,3	4,3	61,4	384

TABLA 10.1. CAUDALES DE DISEÑO PARA PEQUEÑOS RÍOS Y PEQUEÑAS CUENCAS Y PUNTOS BAJOS (3 de 7)

CUENCA	D.O.	Tipo de cuenca	SUP. (Km^2)	LONG. Cauce (m)	PDTE. Cauce (%)	T_C (h)	Coeficiente Escorrentía	P_d (mm)	I_d (mm/h)	I_t/I_d	I_t (mm/h)	Q (m^3/sg)
	54+535	PB	0,700	0,2	2%	0,08	0,79	353	14,7	18,7	274,8	42
Quebrada Pepilla	54+705	PC	0,700	0,4	1%	0,19	0,79	353	14,7	13,1	192,5	29
Río Blanco (1)	55+795	PR	48,500	20,5	8%	3,34	0,70	339	14,1	4,0	56,7	413
Quebrada Danta	56+925	PC	8,300	5,0	4%	1,35	0,71	351	14,6	5,9	87,1	142
Quebrada Jado	58+175	PC	8,000	1,2	4%	0,25	0,71	352	14,7	11,7	171,5	270
Río Toro Amarillo	58+755	GR	147,600	28,0	10%	4,03	CÁLCULOS REALIZADOS CON HEC-1					
	59+215	PB	0,150	0,2	8%	0,08	0,74	352	14,7	18,7	274,3	8
Afluente Toro Amarillo	59+955	PC	0,900	1,6	2%	0,41	0,74	352	14,7	9,6	141,0	26
Río San Rafael	60+195	PC	2,300	3,7	3%	0,71	0,74	351	14,6	7,7	113,0	54
Río Guápiles	61+915	PR	4,500	3,0	3%	0,58	0,79	352	14,6	8,4	122,9	110
Quebrada Numancia	62+075	PC	0,300	1,0	3%	0,27	0,79	352	14,7	11,5	168,4	11
Río Santa Clara	62+665	PR	9,200	3,5	4%	0,63	0,74	347	14,5	8,1	117,0	192
Quebrada San Rafael	63+085	PC	6,400	4,5	4%	0,73	0,78	349	14,6	7,6	111,0	155
Río Verde	63+465	PC	1,100	2,9	4%	0,52	0,74	353	14,7	8,8	128,6	29
	63+665	PB	0,500	1,2	3%	0,28	0,74	352	14,7	11,2	164,3	17
Río Molino	64+475	PR	5,600	7,0	7%	1,54	0,74	349	14,5	5,6	81,9	85
	64+805	PB	0,300	0,2	5%	0,08	0,74	354	14,7	18,7	275,4	17
Quebrada Prado	65+115	PC	0,600	0,9	4%	0,21	0,74	353	14,7	12,6	185,7	23
Afluente río Cristina	65+605	PC	1,100	3,0	3%	0,57	0,74	353	14,7	8,5	124,4	28
Río Cristina	65+885	PR	6,500	4,8	5%	0,71	0,74	348	14,5	7,7	112,2	133
	66+155	PB	0,300	0,2	3%	0,08	0,74	354	14,7	18,7	275,6	17
Río Jiménez	66+910	PR	15,800	11,5	6%	2,32	0,74	347	14,5	4,7	68,3	186
Río Roca	67+055	PC	11,400	14,0	8%	2,53	0,78	343	14,3	4,5	64,9	160
Río Angelina	67+515	PC	0,900	0,8	5%	0,18	0,79	354	14,7	13,4	198,1	39
Río Fox Hall	67+925	PC	2,000	1,4	4%	0,30	0,79	353	14,7	10,9	160,1	70
	68+125	PB	0,060	0,1	13%	0,08	0,79	355	14,8	18,7	276,8	4
Río Hogar	68+415	PC	0,500	1,5	5%	0,29	0,79	354	14,7	11,0	162,4	18
Afluente 1 río Hogar	68+755	PC	0,700	1,9	5%	0,35	0,79	354	14,7	10,2	151,1	23
	68+945	PB	0,200	0,1	5%	0,08	0,79	355	14,8	18,7	276,8	12
Afluente 2 río Hogar	69+405	PC	0,800	1,2	7%	0,21	0,79	354	14,8	12,6	185,6	33
Río Guácimo	73+315	PR	58,700	26,0	11%	3,73	0,77	327	13,6	3,8	51,9	497
Río Guacimillo	73+625	PR	17,000	10,0	5%	2,13	0,78	339	14,1	4,9	69,4	213
	73+925	PB	0,100	0,2	1%	0,15	0,79	359	15,0	14,6	219,1	5
Afluente 1 río Guacimillo	74+125	PC	0,900	0,1	6%	0,08	0,79	359	15,0	18,7	279,7	55
Afluente 2 río Guacimillo	74+410	PC	1,700	3,5	3%	0,67	0,79	357	14,9	7,9	117,5	44
Afluente Quebrada Leona	74+665	PC	0,600	0,5	1%	0,22	0,79	359	15,0	12,3	184,3	24
Quebrada Leona	74+995	PC	2,300	4,2	3%	0,76	0,79	357	14,9	7,5	111,9	56

TABLA 10.1. CAUDALES DE DISEÑO PARA PEQUEÑOS RÍOS Y PEQUEÑAS CUENCAS Y PUNTOS BAJOS (4 de 7)

CUENCA	D.O.	Tipo de cuenca	SUP. (Km^2)	LONG. Cauce (m)	PDTE. Cauce (%)	T_C (h)	Coeficiente Escorrentía	P_d (mm)	I_d (mm/h)	I_t/I_d	I_t (mm/h)	Q (m^3/sg)
Quebrada Precipicio	75+160	PC	2,400	4,5	5%	0,69	0,79	357	14,9	7,8	116,3	61
	75+455	PB	0,060	0,1	1%	0,08	0,79	359	15,0	18,7	279,9	4
Afluente Quebrada Unión	75+615	PC	0,500	1,6	2%	0,40	0,79	359	15,0	9,7	145,4	16
	76+005	PB	0,350	0,7	3%	0,19	0,79	360	15,0	13,1	195,7	15
Quebrada Unión	76+135	PC	1,100	2,2	3%	0,45	0,79	359	15,0	9,3	139,0	34
	76+535	PB	0,080	0,5	4%	0,12	0,79	360	15,0	15,7	236,2	4
Afluente Quebrada Torito	76+885	PC	0,700	0,4	4%	0,11	0,79	360	15,0	16,4	245,8	38
Quebrada Torito	77+065	PC	1,800	4,5	3%	0,82	0,79	358	14,9	7,3	108,6	43
	77+515	PB	0,050	0,3	2%	0,11	0,79	361	15,0	16,5	247,6	3
Río Parismina	77+755	PR	17,700	17,0	10%	2,73	0,78	340	14,2	4,4	62,3	199
	78+355	PB	0,300	0,2	4%	0,08	0,79	361	15,0	18,7	281,0	19
Río López	78+575	PC	9,400	9,0	5%	1,17	0,79	357	14,9	6,3	93,9	194
Afluente río Calzada	79+445	PC	0,400	1,0	6%	0,19	0,79	361	15,1	13,2	198,0	17
	79+855	PB	0,100	0,1	2%	0,08	0,79	362	15,1	18,7	281,6	6
Río Calzada	80+065	PC	3,600	2,7	5%	0,47	0,79	360	15,0	9,1	136,8	108
	80+265	PB	0,040	0,5	2%	0,19	0,79	361	15,1	13,1	197,9	2
	80+555	PB	0,300	0,5	8%	0,10	0,79	361	15,0	17,0	256,3	17
	80+755	PB	0,300	0,4	4%	0,12	0,79	361	15,0	16,0	241,1	16
Río Iroquois	80+995	PC	5,100	7,0	4%	0,99	0,79	359	15,0	6,7	100,9	113
	81+240	PB	0,700	0,4	1%	0,17	0,79	361	15,0	13,9	208,5	32
	81+875	PB	0,300	0,2	1%	0,11	0,79	362	15,1	16,4	247,1	16
	82+215	PB	0,400	0,2	1%	0,13	0,79	362	15,1	15,6	235,7	21
Río Dos Novillos	82+615	PR	40,300	22,0	10%	3,31	0,78	337	14,0	4,0	56,5	385
Quebrada Santa Emilia	83+005	PC	4,800	6,8	4%	0,99	0,79	359	15,0	6,7	100,8	106
Río Destierro	83+805	PR	51,000	22,8	9%	3,51	0,78	338	14,1	3,9	55,1	468
Afluente río Destierro	84+205	PC	1,000	1,0	4%	0,24	0,79	361	15,1	12,0	181,3	40
	84+965	PB	0,300	0,2	1%	0,15	0,79	362	15,1	14,6	220,9	15
Quebrada Estrella	85+225	PC	2,100	5,5	4%	0,87	0,79	359	15,0	7,1	106,3	49
	85+615	PB	0,800	0,8	4%	0,19	0,79	361	15,0	13,3	200,4	35
Quebrada Colombiana	86+355	PC	2,600	2,0	4%	0,40	0,79	361	15,0	9,7	146,2	84
Quebrada América	86+845	PC	2,100	2,0	3%	0,41	0,79	360	15,0	9,6	144,3	67
Río Germania	87+455	PR	2,000	2,8	3%	0,54	0,79	359	15,0	8,6	128,6	54
Río Babilonia	87+755	PC	4,300	3,5	4%	0,62	0,79	359	14,9	8,1	121,7	115
Río Vueltas (Silencio)	88+855	PR	5,500	8,1	5%	1,90	0,79	355	14,8	5,1	76,2	83
	88+905	PB	1,400	1,0	4%	0,22	0,79	361	15,0	12,3	185,0	57
	89+260	PB	0,300	0,5	3%	0,14	0,79	362	15,1	14,8	223,2	15
	89+345	PB	0,300	0,5	4%	0,14	0,79	362	15,1	14,9	224,8	15

TABLA 10.1. CAUDALES DE DISEÑO PARA PEQUEÑOS RÍOS Y PEQUEÑAS CUENCAS Y PUNTOS BAJOS (5 de 7)

CUENCA	D.O.	Tipo de cuenca	SUP. (Km^2)	LONG. Cauce (m)	PDTE. Cauce (%)	T_C (h)	Coeficiente Escorrentía	P_d (mm)	I_d (mm/h)	I_t/I_d	I_t (mm/h)	Q (m^3/sg)
	89+425	PB	0,400	0,5	3%	0,16	0,79	361	15,0	14,3	215,6	19
Quebrada Herediana	89+805	PC	1,400	3,0	3%	0,59	0,79	361	15,0	8,3	124,7	38
Río Herediana	90+055	PC	9,000	7,8	5%	1,83	0,79	355	14,8	5,2	77,4	153
	90+475	PB	0,200	0,2	9%	0,08	0,79	362	15,1	18,7	281,6	12
Río Peje	90+685	PR	10,600	8,0	5%	1,01	0,79	356	14,8	6,7	99,3	199
	90+815	PB	0,500	0,3	1%	0,14	0,79	362	15,1	15,0	227,0	25
Quebrada Muralla	91+805	PC	4,300	1,3	4%	0,29	0,79	361	15,0	11,1	167,0	158
Quebrada Cairo	92+385	PC	1,200	1,5	4%	0,30	0,79	361	15,0	10,9	163,6	43
Afluente quebrada Castro	93+405	PC	0,500	0,2	7%	0,08	0,79	363	15,1	18,7	282,4	31
Quebrada Castro	93+505	PC	0,800	0,5	5%	0,13	0,79	358	14,9	15,7	234,3	41
Río Reventazón	93+855	GR	1.737,000	78,8	4%	11,17	CÁLCULOS REALIZADOS CON HEC-1					
	94+670	PB	0,400	0,2	6%	0,08	0,79	362	15,1	18,7	281,8	25
	95+405	PB	0,500	0,2	8%	0,08	0,79	362	15,1	18,7	282,0	31
Río Siquirres	96+705	PR	16,000	9,8	5%	2,10	0,79	357	14,9	4,9	73,4	216
Quebrada La Plata	97+075	PC	2,400	3,3	10%	0,40	0,79	359	15,0	9,7	145,7	77
Quebrada Cabros	97+235	PC	2,900	3,9	11%	0,45	0,79	358	14,9	9,3	138,3	88
Caño Seco 1	97+985	PC	1,400	1,9	12%	0,24	0,79	361	15,0	11,9	178,6	55
	98+245	PB	0,100	0,2	35%	0,08	0,79	364	15,2	18,7	283,4	6
Caño Seco 2	98+755	PC	1,900	2,4	10%	0,32	0,79	361	15,0	10,7	160,2	67
Río Pacuare	99+125	GR	652,000	74,0	3%	11,00	CÁLCULOS REALIZADOS CON HEC-1					
	99+635	PB	0,100	0,1	36%	0,08	0,79	364	15,2	18,7	283,3	6
Quebrada Diablo	99+945	PC	0,900	1,3	15%	0,17	0,79	362	15,1	13,9	209,2	42
Afluente quebrada Diablo	100+215	PC	0,800	1,1	12%	0,16	0,79	362	15,1	14,0	211,4	37
	100+955	PB	0,090	0,1	19%	0,08	0,80	365	15,2	18,7	284,0	6
Río Pacuarito	101+145	PC	8,000	6,5	6%	1,51	0,79	361	15,0	5,7	85,4	150
	102+475	PB	1,000	0,3	26%	0,08	0,79	363	15,1	18,7	283,0	62
	103+105	PB	0,500	0,8	20%	0,10	0,79	363	15,1	17,0	256,7	28
Afluente 1 quebrada Rosita	103+755	PC	0,500	0,7	17%	0,10	0,79	363	15,1	17,3	261,2	29
Afluente 2 quebrada Rosita	103+915	PC	0,500	0,9	22%	0,11	0,79	363	15,1	16,6	251,3	28
	104+155	PB	0,100	0,2	26%	0,08	0,79	363	15,1	18,7	282,7	6
	104+495	PB	0,200	0,2	26%	0,08	0,79	363	15,1	18,7	282,7	12
Quebrada Rosita	104+605	PC	0,900	1,1	22%	0,13	0,79	363	15,1	15,5	234,5	47
	104+875	PB	0,300	0,4	23%	0,08	0,79	363	15,1	18,7	282,5	19
	105+105	PB	0,400	0,4	23%	0,08	0,79	363	15,1	18,7	282,6	25
Río Cimarrones	106+005	PR	18,500	11,1	6%	2,30	0,79	358	14,9	4,7	70,8	239
	106+565	PB	0,060	0,1	19%	0,08	0,79	364	15,2	18,7	283,5	4
Río Hondo	107+295	PR	5,700	5,2	10%	1,12	0,79	359	15,0	6,4	96,2	108

TABLA 10.1. CAUDALES DE DISEÑO PARA PEQUEÑOS RÍOS Y PEQUEÑAS CUENCAS Y PUNTOS BAJOS (6 de 7)

CUENCA	D.O.	Tipo de cuenca	SUP. (Km^2)	LONG. Cauce (m)	PDTE. Cauce (%)	T_C (h)	Coeficiente Escorrentía	P_d (mm)	I_d (mm/h)	I_t/I_d	I_t (mm/h)	Q (m^3/sg)
	108+875	PB	0,600	0,3	5%	0,08	0,83	362	15,1	18,7	282,1	39
Río Madre de Dios	109+175	PR	19,900	13,0	3%	2,93	0,83	358	14,9	4,3	63,5	240
	109+315	PB	0,300	0,5	15%	0,08	0,83	361	15,0	18,7	281,2	19
	109+515	PB	0,300	0,5	15%	0,08	0,83	361	15,0	18,7	281,0	19
Afluente río Madre de Dios	110+155	PC	2,100	1,5	16%	0,19	0,83	361	15,1	13,3	200,4	97
	110+415	PB	0,300	0,5	21%	0,08	0,83	362	15,1	18,7	282,2	20
	111+005	PB	0,600	1,0	17%	0,13	0,83	361	15,1	15,4	232,3	32
	111+305	PB	0,200	0,2	8%	0,08	0,83	364	15,2	18,7	283,3	13
	111+475	PB	0,300	0,3	4%	0,09	0,83	363	15,1	18,1	274,6	19
	111+705	PB	0,600	1,0	14%	0,14	0,83	362	15,1	14,9	223,9	31
	112+255	PB	0,500	0,3	11%	0,08	0,83	364	15,2	18,7	283,2	33
Quebrada Salsipuedes	112+455	PC	3,000	2,5	7%	0,38	0,83	362	15,1	10,0	150,5	104
	114+505	PB	1,000	0,2	11%	0,08	0,83	365	15,2	18,7	284,6	66
Río Barbilla	115+025	GR	223,000	29,0	3%	5,42	CÁLCULOS REALIZADOS CON HEC-1					
Afluente río Barbilla	118+615	PC	3,000	1,5	2%	0,46	0,79	364	15,2	9,2	139,8	93
Quebrada Calderón	120+075	PC	5,300	2,0	8%	0,56	0,83	364	15,2	8,5	128,7	157
	120+435	PB	0,300	0,1	1%	0,09	0,83	367	15,3	18,4	280,7	19
Río San Miguel	120+925	PC	14,600	7,9	5%	1,83	0,83	362	15,1	5,2	78,9	265
Quebrada Aguas Claras	121+375	PR	13,500	7,0	2%	2,00	0,83	363	15,1	5,0	76,2	201
Afluente río Chirripò	122+555	PC	3,100	1,8	1%	0,79	0,75	366	15,3	7,4	112,9	73
	123+275	PB	0,300	0,2	1%	0,13	0,75	366	15,3	15,6	238,7	15
	123+835	PB	0,400	0,2	1%	0,12	0,75	366	15,3	16,0	243,6	20
Río Chirripó Atlántico	124+975	GR	1.070,000	75,0	5%	10,11	CÁLCULOS REALIZADOS CON HEC-1					
Quebrada San José	126+705	PC	1,100	0,2	0%	0,36	0,83	367	15,3	10,2	155,3	39
	127+075	PB	0,700	0,2	1%	0,13	0,83	367	15,3	15,5	236,1	38
	128+655	PB	0,400	0,2	1%	0,11	0,83	366	15,3	16,4	250,1	23
	128+875	PB	0,700	0,5	0%	0,31	0,83	367	15,3	10,7	163,8	27
Río Escondido	132+605	PC	6,300	4,0	0%	2,42	0,83	366	15,2	4,6	70,7	103
Río Cuba	133+445	PR	16,700	7,4	1%	3,03	0,83	363	15,1	4,2	63,3	204
Río Rojo	134+345	PC	5,600	4,8	1%	1,71	0,83	362	15,1	5,4	81,3	105
Río Toro	134+595	PR	25,200	9,0	1%	3,11	0,83	362	15,1	4,1	62,4	295
	135+705	PB	0,750	0,7	11%	0,12	0,83	364	15,2	16,0	243,0	42
	135+815	PB	0,750	0,8	9%	0,14	0,83	365	15,2	15,0	227,8	39
	135+990	PB	0,200	0,2	8%	0,08	0,83	365	15,2	18,7	284,3	13
Afluente 1 río Toro	136+695	PC	1,300	0,4	3%	0,13	0,83	364	15,2	15,3	231,4	69
	137+105	PB	0,400	0,2	4%	0,08	0,83	365	15,2	18,7	284,0	26
	137+295	PB	0,700	0,7	13%	0,11	0,83	364	15,2	16,9	256,1	41

TABLA 10.1. CAUDALES DE DISEÑO PARA PEQUEÑOS RÍOS Y PEQUEÑAS CUENCAS Y PUNTOS BAJOS (7 de 7)

CUENCA	D.O.	Tipo de cuenca	SUP. (Km^2)	LONG. Cauce (m)	PDTE. Cauce (%)	T_c (h)	Coeficiente Escorrentía	P_d (mm)	I_d (mm/h)	I_t/I_d	I_t (mm/h)	Q (m^3/sg)
	138+055	PB	1,200	1,5	7%	0,25	0,83	363	15,1	11,8	178,0	49
	138+955	PB	0,200	0,1	2%	0,08	0,83	365	15,2	18,7	284,4	13
Afluente 2 río Toro	139+455	PC	1,200	0,2	2%	0,08	0,83	362	15,1	18,7	282,3	78
	140+055	PB	1,200	1,7	7%	0,27	0,83	362	15,1	11,3	171,0	47
	140+295	PB	0,200	0,2	5%	0,08	0,83	363	15,1	18,7	282,8	13
Río Madre	140+895	PC	2,000	3,0	5%	0,89	0,83	362	15,1	7,1	106,7	49
	141+345	PB	0,800	1,0	9%	0,17	0,83	362	15,1	13,8	208,9	39
	142+905	PB	0,900	1,0	3%	0,24	0,83	363	15,1	11,9	179,9	37
	143+605	PB	0,300	0,2	5%	0,08	0,83	365	15,2	18,7	283,9	20
	144+270	PB	0,300	0,2	5%	0,08	0,83	365	15,2	18,7	283,9	20
Río Blanco (2)	144+655	PR	61,400	17,5	2%	4,07	0,83	356	14,9	3,6	54,1	581
Quebrada Turbia	147+035	PC	2,000	0,3	1%	0,14	0,83	363	15,1	14,9	226,0	104
	147+995	PB	0,500	0,5	6%	0,11	0,83	364	15,2	16,3	247,5	29
Río Bartolo	148+585	PC	4,000	3,0	2%	0,68	0,83	362	15,1	7,8	118,2	109
Quebrada Chocolate	148+805	PC	3,600	4,0	2%	0,85	0,83	362	15,1	7,2	108,5	90
	149+375	PB	1,500	1,5	2%	0,40	0,83	362	15,1	9,8	147,2	51
	149+865	PB	0,015	0,1	10%	0,08	0,83	362	15,1	18,7	282,0	1
	150+285	PB	0,048	0,1	5%	0,08	0,83	362	15,1	18,7	282,0	3
	150+835	PB	0,120	0,3	5%	0,08	0,83	362	15,1	18,7	282,1	8
	151+025	PB	0,038	0,3	9%	0,08	0,83	363	15,1	18,7	282,4	2
	151+335	PB	0,044	0,3	10%	0,08	0,83	363	15,1	18,7	282,8	3
	151+485	PB	0,025	0,1	8%	0,08	0,83	363	15,1	18,7	282,9	2

GR:gran río; PR: pequeño río, PC: pequeña cuenca, PB: punto bajo

Periodo de retrono de diseño: GR:500 años; Resto de cuencas: 100 años

11. ANÁLISIS HIDROLÓGICO DE LOS GRANDES RÍOS

Este se realizará de forma análoga al análisis realizado en la cuenca del río Reventazón.

11.1. Definición de los elementos del modelo

El modelo ensayado en todos los casos consta de una única cuenca, y, por tanto, tan solo se realizará la simulación precipitación – escorrentía.

11.2. Caracterización de los elementos del modelo

a. Características de las cuencas

En la tabla 11.1. se muestran los valores que caracterizan cada una de las cuencas.

b. Tiempos de respuesta de las cuencas

Los tiempos de respuesta calculados de igual manera que en la cuenca del río Reventazón se muestran en la tabla 11.2.

c. Relación precipitación-escorrentía

En la tabla 11.3. se muestran los valores extremos estimados para cada cuenca. Como ya se indicó el valor del número índice resulta del promedio de ambos valores.

11.3. Características de las precipitaciones

a. Distribución temporal de la lluvia

Se ha ensayado una distribución artificial denominada aguacero uniforme, que presenta durante toda su duración una intensidad constante e igual a la intensidad media correspondiente.

b. Factor de simultaneidad

El factor de simultaneidad empleado es el que resulta aplicar la fórmula:

$$F_S = 1 - \text{Log}(S) / 7{,}5$$

En la tabla 11.4. se muestran los factores resultantes.

11.4. Aplicación del modelo y resultados

En el apéndice 9 se muestran los listados arrojados por el programa HEC-1, y en la tabla 11.5. se presenta el valor del caudal para un periodo de retorno de 500 años (periodo de retorno de diseño para grandes ríos), incluyéndose también el valor resultante para el río Reventazón.

TABLA 11.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS CUENCAS DE GRANDES RÍOS

CUENCA	D.O.	SUPERFICIE (Km^2)	$H_{max\ Cauce}$ (m)	$H_{min\ Cauce}$ (m)	$H_{max\ Cuenca}$ (m)	DESNIVEL $_{Cuenca}$ (m)	DESNIVEL $_{Cauce}$ (m)	LONG. $_{Cauce}$ (m)	PDTE. $_{Cauce}$ (%)
Río Virilla	3+100	100,0	2.400	1.100,0	3.000	1.900	1.300	20.000	7%
Río Sucio	38+900	190,7	3.160	474,0	3.432	2.958	2.686	22.000	12%
Río Toro Amarillo	58+755	147,6	3.080	290,0	3.432	3.142	2.790	28.000	10%
Río Pacuare	99+125	652,0	2.600	42,8	2.900	2.857	2.557	74.000	3%
Río Barbilla	115+025	223,0	1.000	24,0	1.617	1.593	976	29.000	3%
Río Chirripó Atlántico	124+975	1070,0	3.800	15,0	3.820	3.805	3.785	75.000	5%

11.2. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN DE LAS CUENCAS DE LOS GRANDES RÍOS

CUENCA	Tc (horas) CALIFORNIA	Tc (horas) S.C.S.	Tc (horas) MEDIA	RETRASO $L=0,6T_c$ (h)
Río Virilla	2,0	4,9	3,5	2,1
Río Sucio	1,7	4,7	3,2	1,9
Río Toro Amarillo	2,2	5,9	4,0	2,4
Río Pacuare	7,0	15,0	11,0	6,6
Río Barbilla	3,5	7,4	5,4	3,3
Río Chirripó Atlántico	6,1	14,1	10,1	6,1

TABLA 11.3. VALORES DEL NÚMERO DE ÍNDICE DE LAS CUENCAS DE LOS GRANDES RÍOS

CUENCA	D.O.	NI (pulgadas)	
VERTIENTE PACÍFICA			
Río Virilla	3+100	71	81
VERTIENTE ATLÁNTICA			
Río Sucio	38+900	64	75
Río Toro Amarillo	58+755	64	75
Río Pacuare	99+125	61	73
Río Barbilla	115+025	68	78
Río Chirripó Atlántico	124+975	64	75

11.4. FACTOR DE SIMULTANEIDAD DE LAS CUENCAS DE LOS GRANDES RÍOS

CUENCA	SUPERFICIE (Km^2)	FACTOR DE SIMULTANEIDAD
Río Virilla	100,0	0,73
Río Sucio	190,7	0,70
Río Toro Amarillo	147,6	0,71
Río Pacuare	652,0	0,62
Río Barbilla	223,0	0,69
Río Chirripó Atlántico	1070,0	0,60

TABLA 11.5. CAUDALES MÁXIMOS PARA 500 AÑOS DE PERIODO DE RETORNO EN LAS CUENCAS DE LOS GRANDES RÍOS

CUENCA	D.O.	Q (m^3/s)
Río Virilla	3+100	697
Río Sucio	38+900	2.568
Río Toro Amarillo	58+755	1.683
Río Reventazón	93+855	6.064
Río Pacuare	99+125	3.281
Río Barbilla	115+025	2.832
Río Chirripó Atlántico	124+975	3.863

12. ANÁLISIS HIDRÁULICO DE PUENTES

El objeto de este estudio es analizar la capacidad de desagüe de los puentes existentes en la actual carretera. Hay que destacar que los resultados obtenidos de este análisis son sólo estimaciones y no pueden ser considerados como definitivos, debido a que la escala de trabajo y datos de origen no poseen la precisión adecuada, y es por ello que en fases posteriores resultará necesario realizar un análisis más detallado del mismo.

Para el estudio hidráulico se emplea un modelo matemático que es capaz de simular la respuesta al cauce (por ejemplo en niveles de agua y energía o en velocidades).

Para realizar este modelo matemático se ha empleado el programa HEC-2, que, como el HEC-1, ha sido desarrollado por el US Army Corps of Engineers.

El número total de puentes sobre cauces inventariados es de 36, en la tabla 12.1. se incluye la relación de los mismos y su situación en la carretera proyectada en el presente Estudio.

12.1. Definición del cauce

Los datos necesarios para la definición de los cauces se han obtenido de los planos a escala 1/5.000 realizados para el presente Estudio, y de los planos de estructuras incluidos en los Proyectos de Construcción de la actual carretera. En el apéndice 10 se incluyen los planos de estructuras mencionados.

Para cada estructura se han modelizado tres secciones del cauce: una situada aguas abajo del puente, otra en el puente y, por último, otra aguas arriba del puente.

Los coeficientes de Manning adoptados son:

- 0,03 en el cauce principal.
- 0,07 en las márgenes.

Los coeficientes de pérdidas por expansión y contracción se han tomado 0,2 y 0,6 respectivamente.

12.2. Preparación del modelo

Para el estudio de soluciones como se ha indicado anteriormente se ha hecho uso del programa HEC-2 que resuelve el problema de flujo unidimensional gradualmente variado (curvas de remanso) en cauces naturales y artificiales con singularidades.

Básicamente el procedimiento consiste en la división del perfil estudiado en tramos mediante secciones transversales y aplicación de la ecuación que expresa el teorema de Benouilli a cada uno de estos tramos considerando las pérdidas por rozamiento, por contracción y expansión y localizadas, así como la influencia de la distribución de velocidades en las secciones transversales.

Se han modelizado cuatro caudales para cada estructura, uno de ellos corresponde al caudal obtenido en los estudios hidráulicos para grandes, pequeños ríos y pequeñas cuencas (periodo de retorno de 500 años para grandes ríos, 100 años para pequeños ríos y pequeñas cuencas), los tres restantes son valores cercanos al caudal de diseño.

En el apéndice 11 se incluye un listado de los datos de entrada en el HEC-2, destacando del mismo lo siguiente:

- Las líneas iniciales (T1, T2 y T3) son líneas de comentarios.
- En la línea J1 se introducen las condiciones iniciales, suponiendo el régimen del flujo lento.
- En la línea NC se introducen los coeficientes de Manning y los de pérdidas por contracción o expansión.
- La línea QT sirve para introducir los caudales modelizados.
- La líneas X1 y GR son las que definen las secciones del cauce.

12.3. Resultados

En el apéndice 12 se adjuntan también los resultados obtenidos para los distintos supuestos. Las variables que aparecen en dichos listados son:

- SECNO: Número que identifica cada sección transversal.
- Q: Caudal (m^3/s).
- CWSEL: Cota de agua (m).
- EG: Cota de la línea de energía (m).
- CRIWS: Cota de agua crítica (m).
- TOPWID: Ancho de lámina (m).
- DEPTH: Calado del flujo (m).
- VCH: Velocidad del agua en el cauce principal (m/s).
- QCH: Caudal en el cauce principal (m^3/s).

Para verificar la capacidad del puente se ha comparado el calado que tiene el puente actualmente medido desde el fondo de cauce hasta la clave del tablero (altura del trasdós), con el calado de agua obtenido en el presente análisis. Siempre que el calado del puente actual supere en más de 0.5 m (resguardo) al calado obtenido en los cálculos, se ha considerado que el puente posee capacidad suficiente. En la tabla 12.2. se muestran los resultados obtenidos, donde puede observarse que de 36 puentes inventariados hay 33 que tienen capacidad suficiente para desaguar el caudal de diseño previsto

12.4. Puentes con capacidad insuficiente: Encauzamiento

En la tabla 12.2. se observa que existen 3 puentes que no son capaces de evacuar el caudal previsto: puente del río Herediana, puente de la quebrada Aguas Claras y puente del río Cuba.

La solución estudiada ha consistido en modelizar, mediante el programa HEC-2, un ensanchamiento del cauce en las proximidades de cada puente, de manera que el calado resultante de desaguar el caudal previsto cumpla la condición de ser inferior a la altura del trasdós del tablero menos 0.5 m.

Aun así, en la 12.2, también se incluyen las cotas mínimas a las que se tendría que situar el trasdós del puente, en el caso de sea la cota de la rasante de la carretera la que se varíe, en vez de realizar un encauzamiento en estos puentes.

En los apéndices 13 y 14 se muestran los listados de entrada y salida de HEC-2 obtenidos en el caso de encauzamiento.

En las figuras 12.1., 12.2. y 12.3. se muestran las ampliaciones estimadas para los tres puentes. Las longitudes de encauzamiento tanto aguas arriba como aguas abajo del puente son:

- Río Herediana: 160 m
- Quebrada Aguas Claras: 280 m
- Río Cuba: 350 m

TABLA 12.1. INVENTARIO DE PUENTES

PUENTE	D.O.
Río Virilla	3+100
Río Sucio	38+900
Quebrada González	41+120
Río Corinto	50+550
Río Costa Rica	53+675
Río Blanco (1)	55+795
Quebrada Danta	56+925
Río Toro Amarillo	58+755
Río Molino	64+475
Río Jiménez	66+910
Río Roca	67+055
Río Guácimo	73+315
Río Guacimillo	73+625
Río Parismina	77+755
Río Dos Novillos	82+615
Río Destierro	83+805
Río Vueltas (Silencio)	88+855
Río Herediana	90+055
Río Reventazón	93+855
Río Siquirres	96+705
Río Pacuare	99+125
Río Pascuarito	101+145
Río Cimarrones	106+005
Río Hondo	107+295
Río Madre de Dios	109+175
Río Barbilla	115+025
Quebrada Calderón	120+075
Río San Miguel	120+925
Quebrada Aguas Claras	121+375
Río Chirripó Atlántico	124+975
Río Escondido	132+605
Río Cuba	133+445
Río Rojo	134+345
Río Toro	134+595
Río Madre	140+895
Río Blanco (2)	144+655

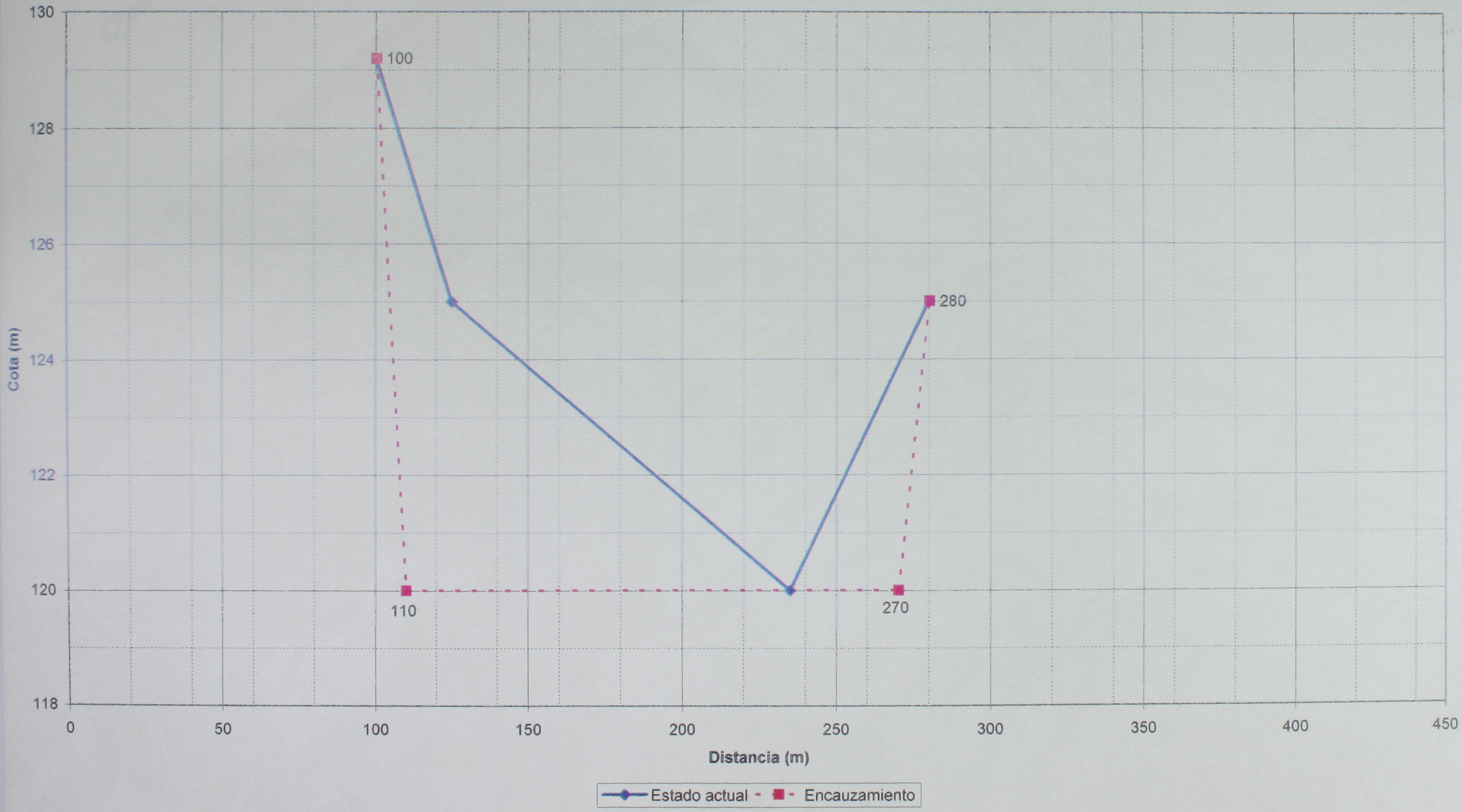
Número total de puentes 36

TABLA 12.2. COMPROBACIÓN DE LA CAPACIDAD DE LOS PUENTES

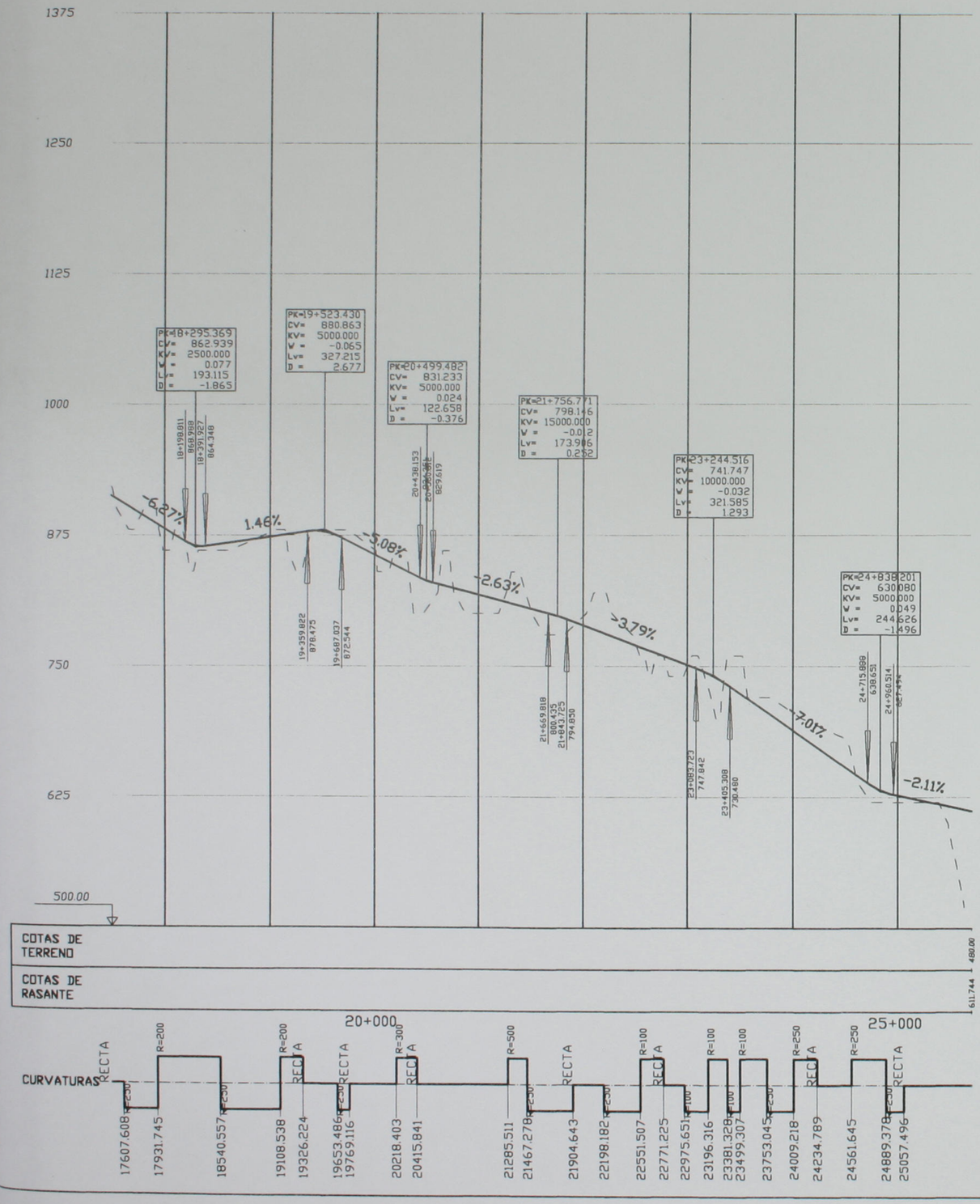
CAUCE	D.O.	ALTURA DE TRASDÓS (m)	COTA ACTUAL DE TRASDÓS (m)	CALADO DE AGUA (m)	COTA MÍMIMA DE TRASDÓS (m)	LONGITUD DE TABLERO (m)	VALIDEZ
Río Virilla	3+100	66,00	1.166,00	10,33	1.110,83	284,60	✔
Río Sucio	38+900	31,00	505,00	5,46	479,96	35,00	✔
Quebrada González	41+120	9,80	476,80	3,43	470,93	25,00	✔
Río Corinto	50+550	7,60	232,60	4,54	230,04	70,60	✔
Río Costa Rica	53+675	8,00	238,40	2,89	233,79	35,00	✔
Río Blanco (1)	55+795	6,50	262,40	3,2	259,60	60,50	✔
Quebrada Danta	56+925	6,70	240,10	2,17	236,07	50,50	✔
Río Toro Amarillo	58+755	10,00	300,00	8,79	299,29	258,60	✔
Río Molino	64+475	3,50	271,90	2,15	271,05	35,00	✔
Río Jiménez	66+910	4,50	227,70	3,49	227,19	60,50	✔
Río Roca	67+055	4,10	230,10	2,21	228,71	60,50	✔
Río Guácimo	73+315	4,50	131,80	3,93	131,73	91,00	✔
Río Guacimito	73+625	7,50	127,60	1,81	122,41	35,00	✔
Río Parismina	77+755	6,90	82,40	2,67	78,67	106,72	✔
Río Dos Novillos	82+615	6,00	100,10	4,39	98,99	60,50	✔
Río Destierro	83+805	28,00	112,10	6,08	90,68	96,00	✔
Río Vueltas	88+855	7,30	121,80	2,53	117,53	30,00	✔
Río Herediana	90+055	1,50	126,50	2,64	128,14		✘
Río Reventazón	93+855	8,90	100,90	5,32	97,82	341,40	✔
Río Siquirres	96+705	11,00	81,80	3,27	74,57	65,04	✔
Río Pacuare	99+125	9,50	52,30	5,99	49,29	199,08	✔
Río Pacuarito	101+145	7,80	55,30	6,22	54,22	46,10	✔
Río Cimarrones	106+005	4,80	69,40	1,79	66,89	77,36	✔
Río Hondo	107+295	4,00	69,20	2,63	68,33	46,48	✔
Río Madre de Dios	109+175	8,60	125,00	2,84	119,74	69,00	✔
Río Barbilla	115+025	10,70	34,70	7,44	31,94	100,00	✔
Quebrada Calderón	120+075	5,80	17,50	5,07	17,27	25,00	✔
Río San Miguel	120+925	8,10	20,00	1,6	14,00		✔
Quebrada Aguas Claras	121+375	4,90	16,90	5,86	18,36	25,00	✘
Río Chirripó Atlántico	124+975	6,60	21,60	5,24	20,74	430,90	✔
Río Escondido	132+605	5,00	10,80	2,86	9,16	23,44	✔
Río Cuba	133+445	4,00	12,20	3,73	12,43	68,60	✘
Río Rojo	134+345	6,20	12,50	2,13	8,93	25,00	✔
Río Toro	134+595	6,20	14,50	3,94	12,74	25,00	✔
Río Madre	140+895	5,30	15,90	1,72	12,82	35,00	✔
Río Blanco (2)	144+655	8,30	10,90	6,07	9,17	58,90	✔

Total puentes con capacidad suficiente: 33

FIGURA 12.1. ENCAUZAMIENTO DEL RÍO HEREDIANA



MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES	CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES (Consejo Nacional de Concesiones)	EMPRESA CONSULTORA: GETINSA – NOVOTECNI Y ASOCIADOS	ING. AUTORES DEL ESTUDIO: OSCAR MARTINEZ – PEDRO D. GÓMEZ	INGENIERO COORDINADOR DEL ESTUDIO: EDWIN C. RODRIGUEZ	ESCALAS: 1\50.000 (ORIGINALES); 0 0,5 1Km. (GRAFICAS)	TITULO: CARRETERA BRAULIO CARRILLO (SAN JOSÉ – GUÁPILES – LIMÓN) DISEÑO PRELIMINAR Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO	Nº: No. PP 02–99	Nº PLANO: – HOJA 2 DE 2	DESIGNACION: ESTUDIO CAMINO VIEJO BRAULIO–CARRILLO MODIFICADO PLANTA GENERAL	FECHA: NOVIEMBRE 2.000



MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES	CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES	EMPRESA CONSULTORA GETINSA – NOVOTECNI Y ASOCIADOS	ING. AUTORES DEL ESTUDIO OSCAR MARTINEZ – PEDRO D. GÓMEZ	INGENIERO COORDINADOR DEL ESTUDIO EDWIN C. RODRIGUEZ	ESCALAS H=1/50.000 V=1/5.000 ORIGINALES 0 0,50 1 1.50Km 0 50 100 150m GRAFICAS	TITULO CARRETERA BRAULIO CARRILLO (SAN JOSÉ – GUÁPILES – LIMÓN) DISEÑO PRELIMINAR Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONCESIÓN DE OBRA CON SERVICIO PÚBLICO	Nº No. PP 02–99	Nº PLANO HOJA 2 DE 2	DESIGNACION ESTUDIO CAMINO VIEJO BRAULIO–CARRILLO MODIFICADO PERFIL LONGITUDINAL	FECHA NOVIEMBRE 2.000