

REPUBLICA DE EL SALVADOR
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS, TRANSPORTE, VIVIENDA
Y DESARROLLO URBANO
VICEMINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
UNIDAD COORDINADORA DE PROYECTOS

PROYECTO DE RECONSTRUCCION DE
GRANDES OBRAS PARA EL SECTOR TRANSPORTE
EN EL SALVADOR

GOBIERNO DE EL SALVADOR
CONVENIO DE PRESTAMO OECF ES-P3

INFORME FINAL DE REDISEÑO
DEL
PAQUETE-II

SAN MARTIN - SAN RAFAEL CEDROS

AGOSTO 2000

NIPPON KOEI CO., LTD.
Tokio, Japón

EN ASOCIACIÓN CON:

NHA, COMPAÑÍA
DE INGENIEROS, S.A.
San Salvador, El Salvador

LOUIS BERGER
INTERNATIONAL, INC.
Washington D.C., USA

KATAHIRA & ENGINEERS
INTERNATIONAL
Tokio, Japón

CAPITULO 5 ESTUDIO HIDROLOGICO

5.1 Generalidades

La actual carretera CA-1 (Carretera Panamericana) en el tramo correspondiente al Proyecto, corre en su mayor parte por las divisorias o parteaguas entre las cuencas que pertenecen a los municipios de San Bartolomé Perulapán, San Martín, San Pedro Perulapán, Santa Cruz Michapa, Cojutepeque y cuencas o cauces que drenan hacia el lago de Ilopango, el río Jiboa y sus tributarios. El área del Proyecto limita al sur con la cuenca del lago de Ilopango y las subcuencas de afluentes que pertenecen a la cuenca del río Jiboa, mientras que al norte con pequeñas subcuencas que se incorporan a varios ríos importantes tales como el río Michapa, río Tempisque, río San Juan, río Sisimico, y otros.

El presente documento es un resumen de los estudios hidrológicos e hidráulicos realizados durante las etapas de diseño y rediseño efectuados en los años 1996 y 2000 respectivamente.

Debido a que en el área del Proyecto no existen ríos de relevante importancia que crucen la carretera en el alineamiento de la ruta propuesta, el enfoque principal del estudio se concentró en el análisis de las intensidades de precipitación para el diseño de las estructuras necesarias para implementar un sistema de drenajes eficiente que logre captar y evacuar las aguas de lluvia de la carretera y zonas aledañas en una forma rápida, económica y segura.

5.2 Intensidad de Precipitación de Diseño.

5.2.1 Datos de Precipitación

Para el análisis de las intensidades de precipitación de diseño se tomaron en cuenta estudios como el "Análisis de Intensidades Máximas Anuales de Lluvia en El Salvador; Perla, Alfaro, Domínguez; Tesis de Graduación de la Universidad Tecnológica 1990", que recopila datos de intensidad de precipitación en todo el país, y otros de los cuales se obtuvieron datos importantes para el Proyecto.

En la proximidad de la carretera del Proyecto, existen varias estaciones pluviométricas cuyos registros constituyen una base de datos importante para el presente análisis. Para este efecto se seleccionó la estación de Cojutepeque como representativa para todo el paquete con base en el análisis del Polígono de Thiessen.

5.2.2 Resultados del Análisis de Datos de Precipitación

Con base en el método de Pearson Tipo III Logarítmico se analizaron estimaciones de la precipitación máxima probable en cada estación de observación para los períodos de retorno respectivos. La Tabla 5.1 muestra los registros usados, incluyendo los datos de las intensidades de precipitación máximas anuales para siete diferentes duraciones, y su ajuste a la distribución de Pearson Tipo III Logarítmico.

Las intensidades para los diferentes períodos de retorno se obtuvieron mediante la Ecuación de Chaw expresada a continuación:

$$\text{Log } I = \overline{\text{Log } I} + K_{(\gamma, \text{TR})} \sigma_{\text{log } I}$$

donde:

γ : coeficiente de asimetría

σ : desviación estándar de la serie logarítmica.

K : coeficiente que depende del coeficiente de asimetría y período de retorno (TR)

5.2.3 Análisis Intensidad-Duración-Frecuencia de la Precipitación

Se realizó un análisis intensidad-duración-frecuencia de la precipitación probable utilizando los datos de precipitación según lo descrito anteriormente, ajustándolos con la siguiente ecuación:

$$I_{t, \text{TR}} = a / (t + b)^c$$

donde:

$I_{t, \text{TR}}$: intensidad correspondiente a la duración (t) y período de retorno (TR)

a, b, c: coeficientes obtenidos a través del análisis de cuadrados mínimos.

Los resultados obtenidos para los cinco períodos de retorno se muestran en la Tabla 5.2 y en la Figura 5.1.

Tabla 5.1 Análisis de Precipitaciones - Est. Cojutepeque

DATOS DE INTENSIDADES (mm/hora)

AÑO	5min	10 min	15 min	30 min	60 min	120 min	180 min
1970	126.0	114.6	91.2	74.4	43.2	22.8	12.0
1971	162.0	142.2	122.4	84.0	48.0	26.4	18.0
1972	150.0	123.0	120.0	87.6	44.4	21.0	15.6
1973	171.6	144.0	118.2	70.8	42.0	22.8	12.6
1974	160.8	139.2	123.6	88.2	58.8	33.6	22.8
1975	144.0	121.2	106.2	66.6	41.4	29.4	20.4
1976	240.0	180.0	135.6	103.8	62.4	37.2	25.2
1977	186.0	153.0	87.6	65.4	48.6	28.2	17.4
1978	114.0	99.0	86.4	67.2	35.4	18.6	13.2
1979	231.6	154.8	117.0	71.4	43.2	14.4	11.4
1980	121.2	115.2	104.4	69.6	45.6	35.4	23.4
1981	205.2	145.8	120.6	73.8	46.8	25.8	17.4
1982	138.0	106.2	91.2	61.2	37.8	22.8	15.6

LOGARITMOS

1970	2.100	2.059	1.960	1.872	1.635	1.358	1.079
1971	2.210	2.153	2.088	1.924	1.681	1.422	1.255
1972	2.176	2.090	2.079	1.943	1.647	1.322	1.193
1973	2.235	2.158	2.073	1.850	1.623	1.358	1.100
1974	2.206	2.144	2.092	1.945	1.769	1.526	1.358
1975	2.158	2.084	2.026	1.823	1.617	1.468	1.310
1976	2.380	2.255	2.132	2.016	1.795	1.571	1.401
1977	2.270	2.185	1.943	1.816	1.687	1.450	1.241
1978	2.057	1.996	1.937	1.827	1.549	1.270	1.121
1979	2.365	2.190	2.068	1.854	1.635	1.158	1.057
1980	2.084	2.061	2.019	1.843	1.659	1.549	1.369
1981	2.312	2.164	2.081	1.868	1.670	1.412	1.241
1982	2.140	2.026	1.960	1.787	1.577	1.358	1.193

PARAMETROS ESTADISTICOS

MEDIA	2.21	2.12	2.04	1.87	1.66	1.40	1.22
STD	0.10	0.07	0.07	0.06	0.07	0.12	0.11
SESGO	0.32	-0.01	-0.38	0.90	0.68	-0.45	0.05

CALCULO DE LOS COEFICIENTES K

K2	-0.054	0.002	0.063	-0.148	-0.112	0.074	-0.008
K5	0.822	0.842	0.855	0.769	0.792	0.856	0.839
K10	1.311	1.281	1.234	1.339	1.332	1.224	1.287
K25	1.858	1.748	1.613	2.019	1.961	1.587	1.768
K50	2.224	2.049	1.845	2.498	2.397	1.807	2.081

INTENSIDADES (mm/hora)

VTR	5min	10 min	15 min	30 min	60 min	120 min	180 min
2 Años	159.0	132.0	109.5	73.3	44.7	25.7	16.7
5 Años	195.8	152.3	123.4	84.0	51.4	31.7	20.9
10 Años	219.9	164.2	130.7	91.4	55.9	35.0	23.5
25 Años	250.4	177.8	138.5	101.2	61.7	38.5	26.7
50 Años	273.1	187.2	143.4	108.7	66.1	40.9	29.0

ANTES DEL AJUSTE DE CUADRADOS MINIMOS

	2 AÑOS	5 AÑOS	10 AÑOS	25 AÑOS	50 AÑOS
a	4186.27	2164.45	1745.83	1524.92	1362.76
b	18.090	10.640	7.980	6.010	4.520
c	1.04	0.877	0.815	0.768	0.731

Tabla 5.2 Valores Intensidad - Duración - Frecuencia

[min]/TR(años)	2	5	10	25	50
SANTA CRUZ PORRILLO					
5	171.0	214.5	246.3	291.9	328.3
10	148.2	185.1	212.4	251.4	282.3
15	130.6	162.6	186.5	220.5	247.3
20	116.5	144.9	166.1	196.2	219.9
30	95.6	118.8	136.1	160.5	179.6
45	75.0	93.2	106.8	125.7	140.5
60	61.4	76.5	87.7	103.1	115.0
90	44.8	56.1	64.3	75.5	84.1
120	35.0	44.1	50.6	59.3	66.0
150	28.6	36.3	41.7	48.8	54.2
180	24.1	30.8	35.3	41.3	45.9
CUSCATLAN					
5	147.9	167.9	180.4	196.4	207.9
10	124.9	141.7	152.1	165.3	174.4
15	107.8	122.3	131.1	142.3	149.7
20	94.6	107.3	115.0	124.6	130.9
30	75.6	85.9	92.0	99.4	104.0
45	57.6	65.8	70.3	75.7	78.8
60	46.2	53.0	56.6	60.7	63.1
90	32.7	37.8	40.3	43.1	44.5
120	25.0	29.2	31.1	33.1	34.1
150	20.2	23.7	25.2	26.7	27.4
180	16.8	19.9	21.1	22.3	22.9
COJUTEPEQUE					
5	159.9	194.1	216.1	241.6	262.4
10	130.4	152.2	165.7	181.2	192.8
15	110.0	125.8	135.7	147.1	155.3
20	95.0	107.6	115.6	124.9	131.4
30	74.6	84.0	90.1	97.3	102.4
45	56.2	63.8	68.7	74.4	78.6
60	45.0	51.7	56.1	61.1	64.8
90	32.1	37.9	41.6	45.8	49.0
120	24.9	30.2	33.5	37.2	40.1
150	20.3	25.2	28.2	31.5	34.2
180	17.1	21.7	24.5	27.6	30.1
SAN SALVADOR					
5	147.3	180.8	205.0	237.4	260.9
10	125.7	152.2	170.3	194.2	210.5
15	109.3	131.4	146.3	165.9	179.3
20	96.3	115.7	128.6	145.8	157.7
30	77.3	93.3	104.1	118.9	129.4
45	59.0	72.3	81.6	94.8	104.3
60	47.3	59.1	67.6	79.8	88.8
90	33.3	43.2	50.8	61.8	70.2
120	25.3	34.1	41.0	51.2	59.1
150	20.2	28.2	34.5	44.1	51.7
180	16.7	24.0	30.0	39.0	46.2

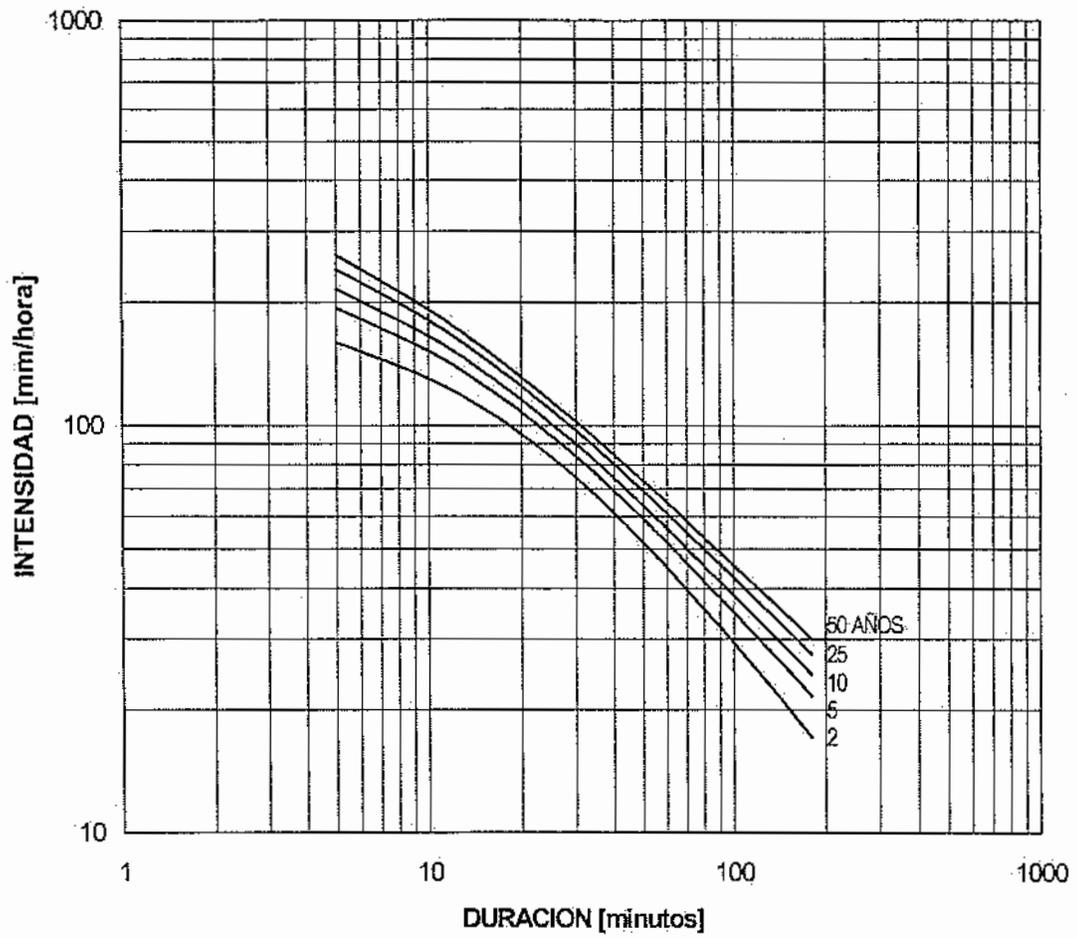


Figura 5.1 Curvas I-D-F de Cojutepeque

5.2.4 Períodos de Retorno para el Diseño de Drenajes

Los períodos de retorno mostrados en la Tabla 5.3 han sido recomendados para el diseño del sistema de drenaje del Proyecto.

Tabla 5.3 Períodos de Retorno para el Diseño de Drenajes

Sistema de Drenaje		Período de Retorno
Drenaje Transversal		
Alcantarillas para Ríos Menores y Quebradas		
Area de captación	más de 5 km ²	25 años
	1 a 5 km ²	10 años
	menos de 1 km ²	5 años
Drenaje de Agua Superficial		2 años