

5.8 Aeropuertos

El aeropuerto de Concepción, llamado "Carriel Sur", está ubicado a 2,3 km al norte del centro de Concepción en el límite con la ciudad de Talcahuano (Figura 5-8). La pista es de 2.300 mts. de longitud y puede acomodar un avión del tipo B767, aunque sólo se opera con B727 en la actualidad.

Hay diez vuelos diarios, transportaron 21.123 pasajeros en 1992, un 20% más que el año anterior (Tabla 5-8). Más del 96% de los pasajeros vuelan a/desde Santiago. El volumen de carga aérea no es significativo, 315 ton en 1992.

No existe un proyecto de mejoramiento a gran escala para el aeropuerto de Carriel Sur, excepto por la ampliación de la sala de tránsito en el edificio del terminal de pasajeros.

Tabla 5-8 Carga aérea y pasajeros en el aeropuerto de Carril Sur

| Años | Carga(ton) | Pasajeros | Vuelos diarios |
|------|------------|-----------|----------------|
| 1991 | 286 | 169.730 | 10 |
| 1992 | 315 | 211.235 | 10 |

Fuente: Dirección de Aeropuertos, Departamento de Programación, MOP

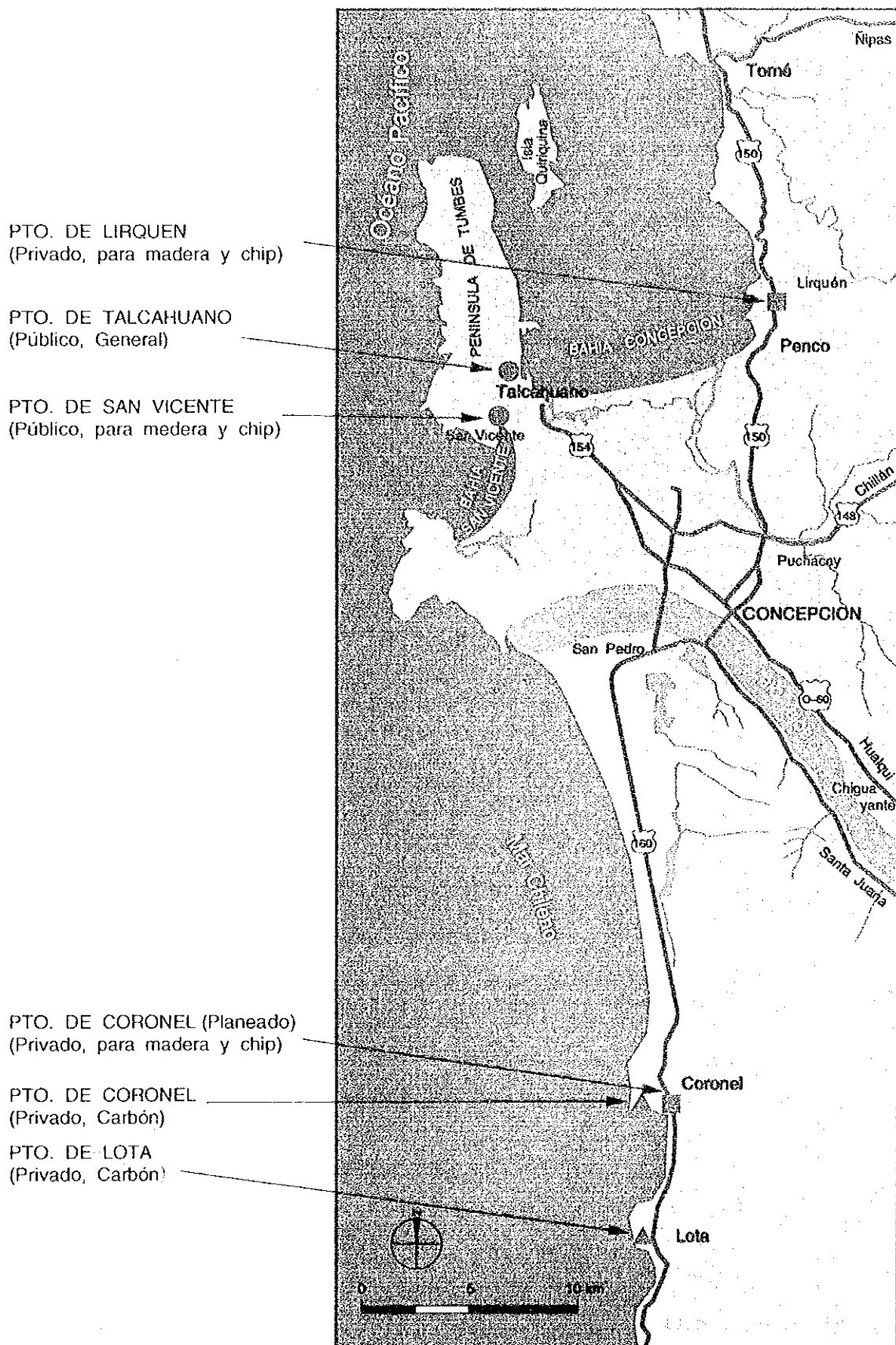
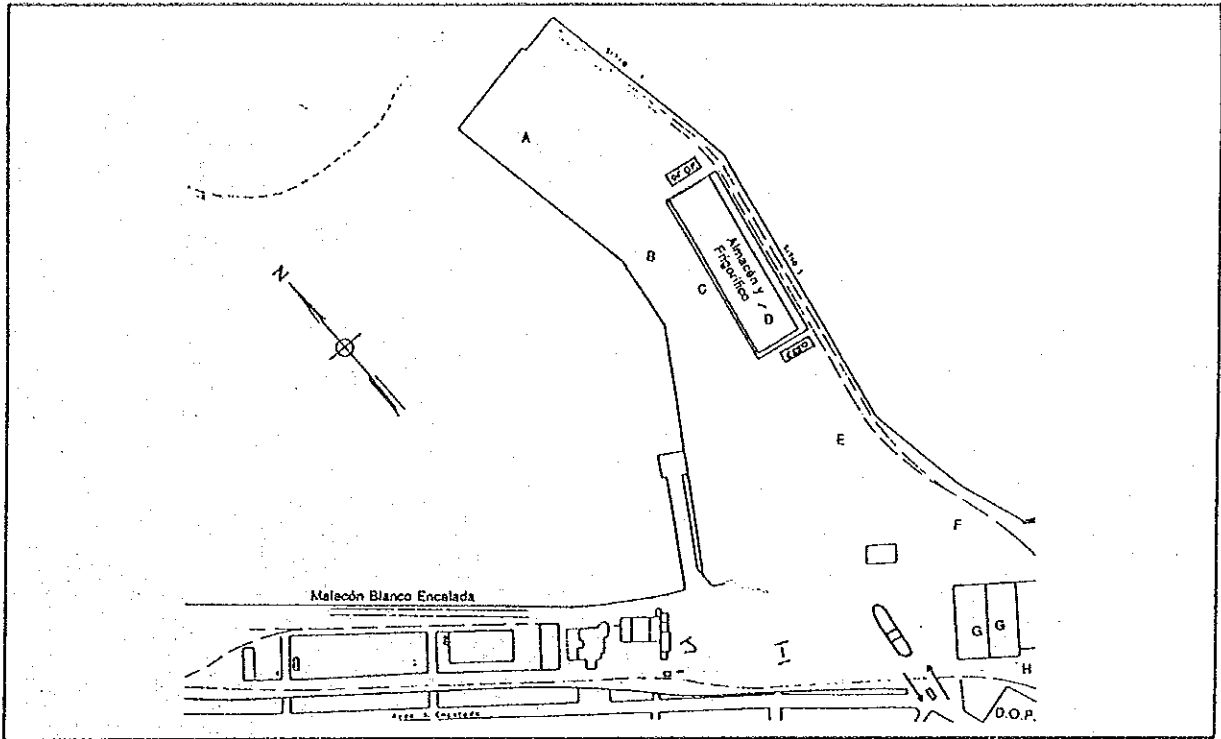
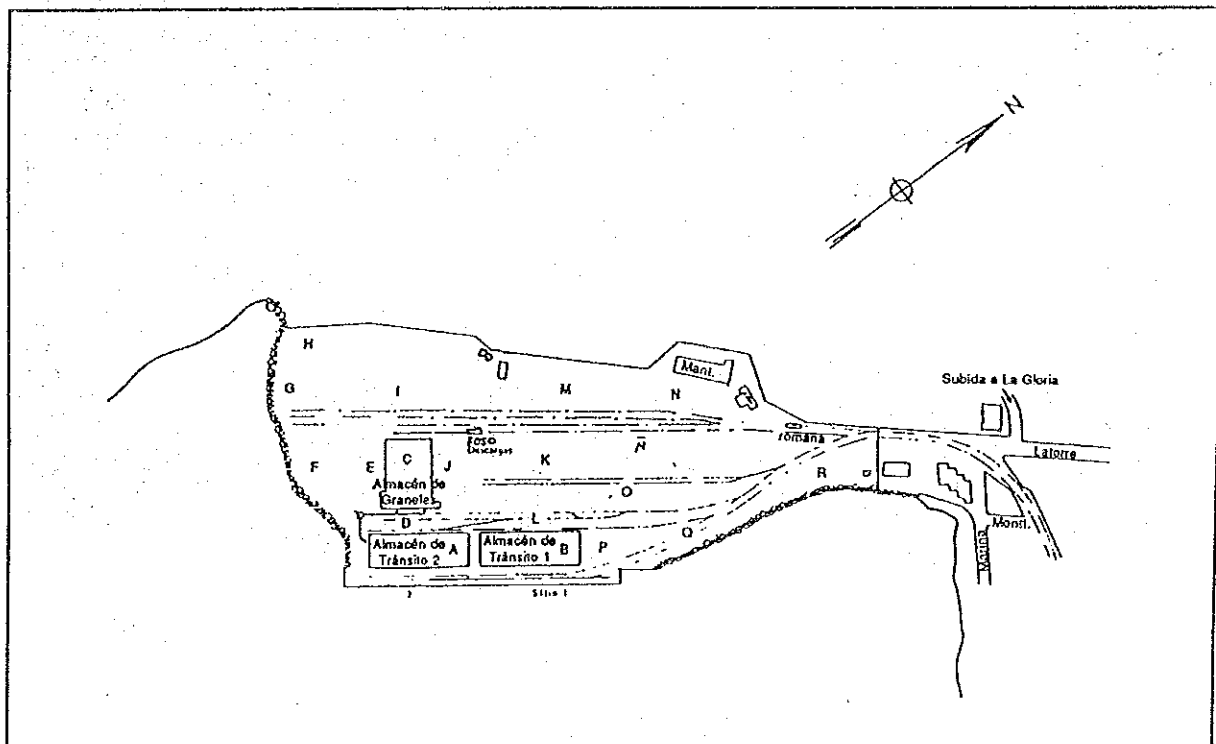


Figura 5-6 Puertos en el área de estudio



(1) Talcahuano



(2) San Vicente

Figura 5-7 Composición del puerto de Talcahuano y puerto de San Vicente

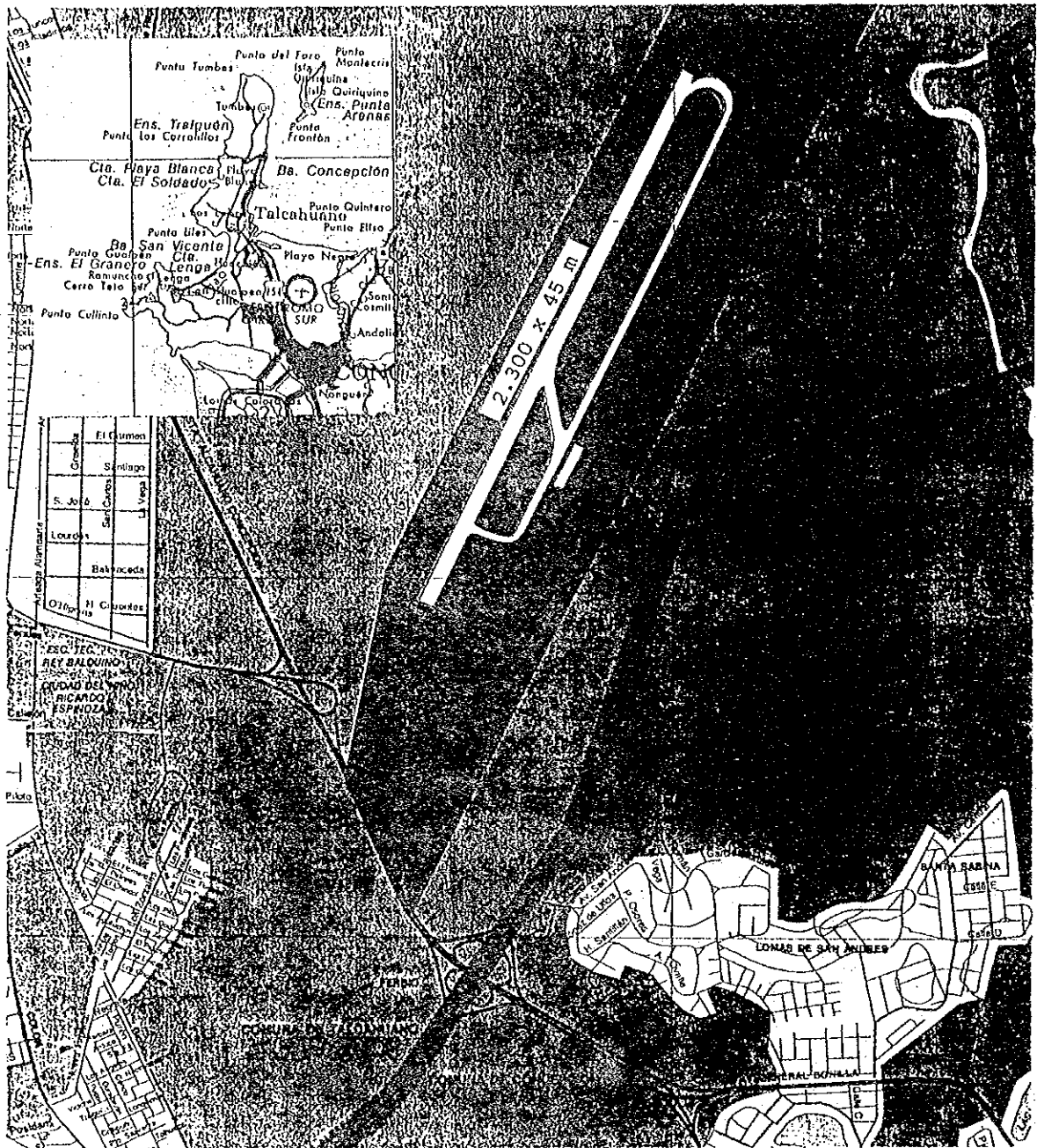


Figura 5-8 Localización del Aeropuerto Carriel Sur

CAPÍTULO VI PRONÓSTICO DE LA DEMANDA DE TRÁFICO FUTURA

6.1 Procedimiento para el Pronóstico del Tráfico

El objetivo principal del pronóstico del tráfico es estimar la demanda de tráfico futura, en el año 2010 y en el año de habilitación, 1999, para cada una de las rutas alternativas para el nuevo puente. Sin embargo, como el puente del proyecto se encuentra ubicado en un área urbana, se han considerado los siguientes procesos con el objeto de reflejar las características del tránsito vial urbano:

1. Dividir las zonas de tránsito en el área central de Concepción en secciones tan pequeñas como sea posible debido a que la generación/captación de la densidad de tráfico en el área es mayor que en otras áreas y debido, también, a que el sitio del proyecto se encuentra muy próximo.

2. Preparar 2 (dos) tipos de matriz O-D:

Matriz O-D de vehículos para las horas punta
Matriz O-D de vehículos fuera de las horas punta

3. Reflejar los efectos de la congestión de tránsito en el área central sobre los ingresos desde el nuevo puente. Este ítem requiere la matriz O-D de vehículos que incluya todo el tránsito de vehículos para el par O-D, no sólo el que cruza el río sino también el tráfico O-D en el área central.

Con el objeto de satisfacer los ítemes anteriores, se han aplicado los datos existentes preparados por DICTUC (*) en 1989, los que se han combinado con los datos de la encuesta de tránsito realizada por el Equipo de Estudio.

Nota (*): DICTUC:Departamento de Ingeniería Civil de Transporte Pontificia Universidad Católica "Encuesta de Origen-Destino de Viajes del Gran Concepción"

El procedimiento para el pronóstico del tráfico está integrado por los pasos siguientes:

1) Establecimiento de la matriz O-D actual de vehículos (1993)

1. Sólo el tráfico que cruza el río --- de la encuesta O-D realizada por el Equipo de Estudio (1993)
2. Otro tráfico O-D de los resultados de la encuesta realizada por DICTUC (1989)
3. Combinación de las 2 (dos) matrices O-D anteriores
4. Estimación de la matriz O-D actual de vehículos para las horas punta y fuera de las horas punta, aplicando la relación de hora punta

2) Pronóstico de la tasa de crecimiento global del tráfico mediante un modelo de crecimiento (Sólo el tránsito futuro que cruza el río)

- 3) Estimación de las tasas de crecimiento del tráfico por zona de tráfico aplicando el marco económico futuro por zona (Futura generación/captación de tránsito por zona)
- 4) Pronóstico de la matriz O-D futura de vehículos
 1. Matriz O-D futura de vehículos que cruzan el río (tráfico diario)
 2. Matriz O-D futura excluyendo el tráfico que cruza el río
 3. Combinación de las matrices O-D de vehículos anteriores (tráfico diario)
 4. Matriz O-D futura de vehículos para las horas punta y fuera de las horas punta
- 5) Asignación del tráfico a la futura red vial mediante el plan alternativo del puente
 1. Asignación del tráfico en las horas punta
 2. Asignación del tráfico fuera de las horas punta

En la Fig. 6-1 se ilustra el proceso del pronóstico.

6.2 Establecimiento de la Matriz O-D Actual

Las matrices O-D actual de vehículos se han preparado combinando 2 (dos) matrices O-D. Una se ha deducido de los resultados de la encuesta O-D al borde de la carretera realizada por el Equipo de Estudio y está integrada sólo por el tránsito de vehículos que cruzan el río. La otra se ha basado en los datos O-D de DICTUC, y está integrada por otros componentes O-D con excepción del tránsito que cruza el río. Ambas matrices O-D antes indicadas se han combinado entre sí después de transformar la matriz O-D de viajes de personas de DICTUC en la matriz O-D de vehículos con el objeto de obtener la matriz O-D completa de vehículos que cubre todo el área de estudio.

6.2.1 Encuesta de Tránsito Vial para el Tránsito que Cruza el Río

El Equipo de Estudio realizó la encuesta de tránsito en ambas extremidades del Puente Viejo Biobío y del puente Juan Pablo II. El objetivo de la encuesta ha sido obtener información sobre el tráfico O-D de vehículos que cruzan el río.

(1) Tipos de Encuesta y Método de Encuesta

La encuesta de tránsito está integrada por los 2 (dos) tipos siguientes:

1. Encuesta de Origen-Destino (O-D) al borde de la carretera
2. Encuesta de Conteo Clasificado de Tránsito

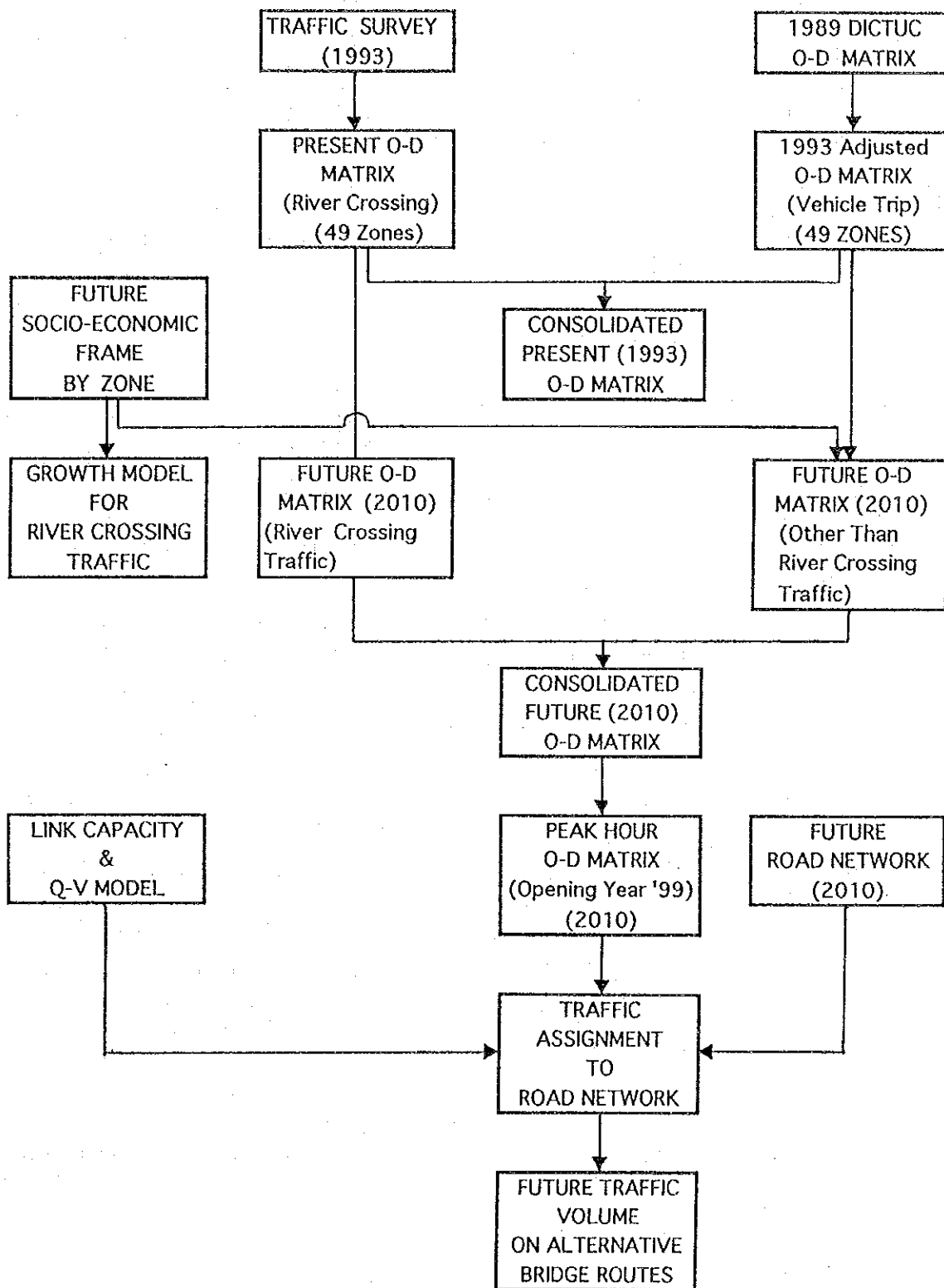


Figura 6-1 Diagrama de Flujo para el Pronóstico del Tránsito Futuro

La encuesta O-D al borde de la carretera se ha basado en un método de entrevista que consiste en detener a los vehículos y preguntarle a los conductores los lugares de origen/destino, los objetivos del viaje, el número de pasajeros, etc. Durante el tiempo de la encuesta, se han entrevistado no sólo autos de pasajeros privados sino también buses públicos y camiones.

(2) Puestos encuestadores

Los 6 (seis) puestos para la encuesta O-D y los 19 puestos de conteo se han seleccionado después de realizar reconocimiento en el terreno según se muestra en la Fig. 6-2.

(3) Cronograma de la Encuesta

La encuesta O-D al borde de la carretera y la encuesta de conteo de tránsito se han realizado los días 15 y el 16 de diciembre de 1993 de acuerdo con el cronograma siguiente:

1) Miércoles 15 de diciembre de 1993:

Encuesta O-D al borde de la carretera en los puestos 11-14, 21 y 22: 12 horas (07:00h - 19:00h)

Encuesta de conteo de tránsito en los mismos puestos que los de la encuesta O-D: 24 horas (07:00h - 07:00h del día siguiente)

2) Jueves 16 de diciembre de 1993:

Conteo del tránsito por sentido en las intersecciones de los caminos de acceso a ambas extremidades de los 2 puentes: 16 horas (07:00h - 23:00h)

Aunque el período de la encuesta anterior ha sido durante la época de las vacaciones de verano de los estudiantes, el cronograma de la encuesta se decidió teniendo en cuenta el cronograma total de este estudio. Con el objeto de obtener el Tránsito Medio Diario Anual (TMDA), a los viajes de vehículos en esta estación (no viajes de personas por objetivo de viaje) se les han aplicado los ajustes por fluctuación estacional según se explica a continuación.

(4) Ítemes de la Encuesta y Formulario de Encuesta

En la Tabla 6-1 se muestra un formulario de encuesta para la entrevista de O-D, en el que se incluyen los ítemes de encuesta siguientes:

1. Tipo de Vehículo
2. Dirección del lugar de origen
3. Dirección del lugar de destino
4. Objetivo del viaje
5. Número total de pasajeros (para vehículos de pasajeros)
6. Capacidad - toneladas (para vehículos de carga)
7. Tipo de producto (para vehículos de carga)
8. Condición de la carga (para vehículos de carga)

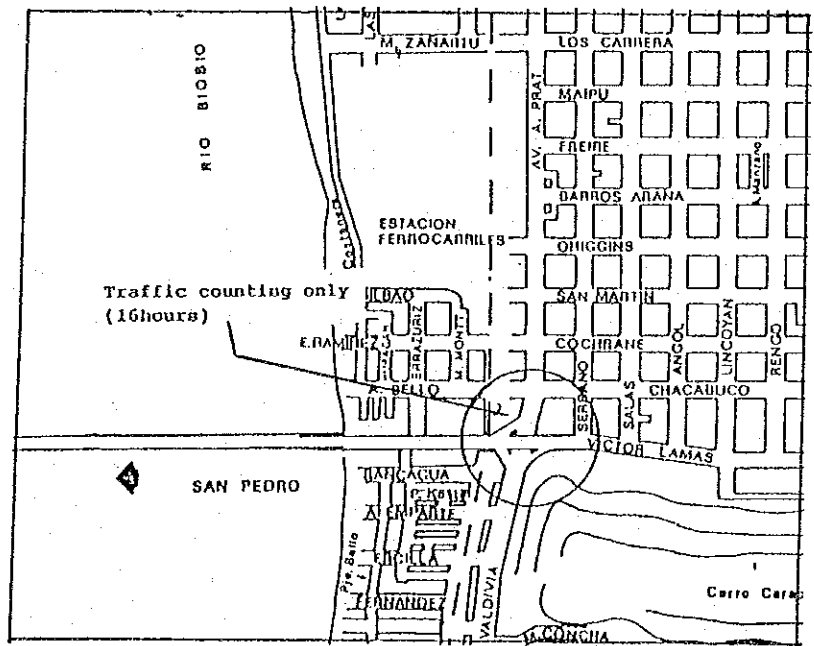
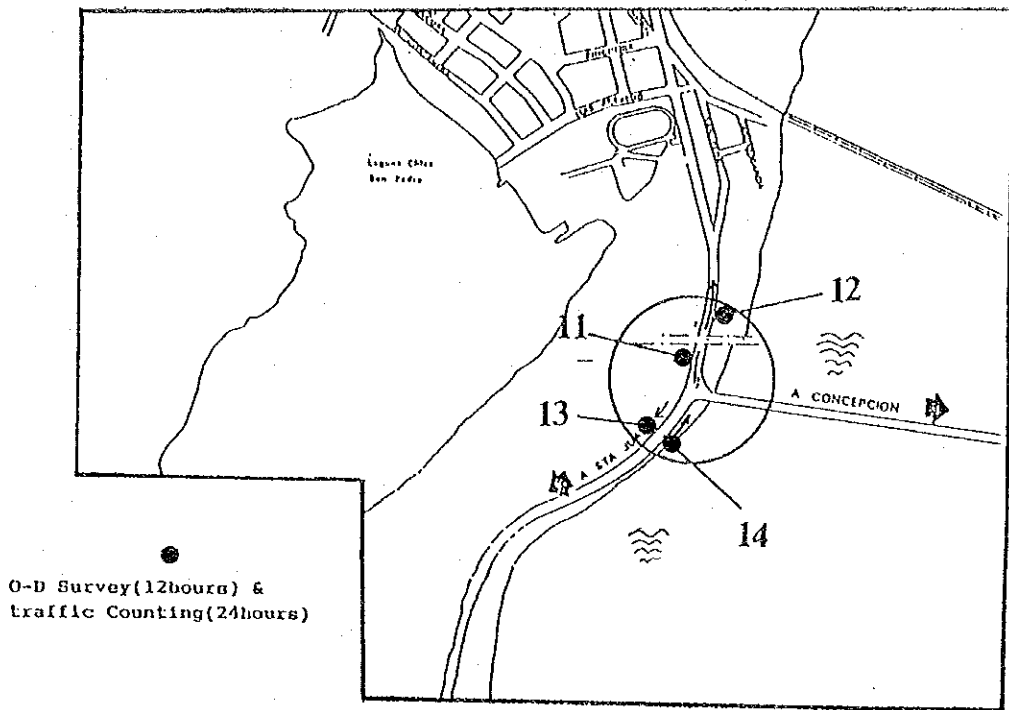
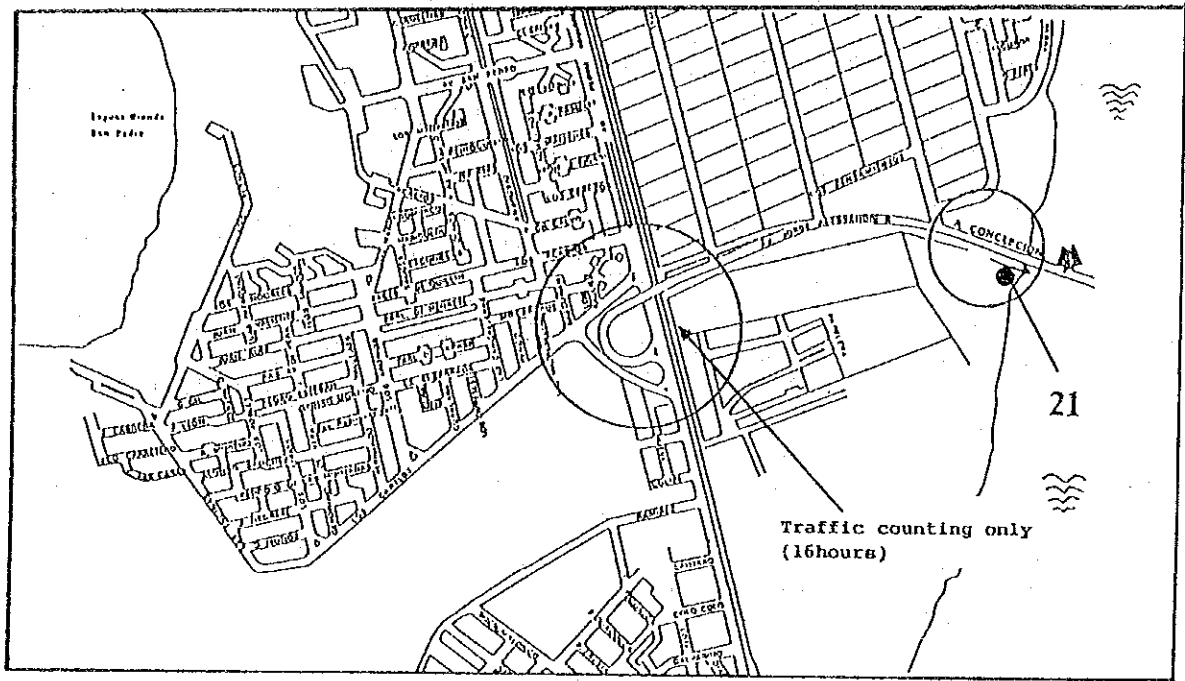


Figura 6-2(1) Ubicación de los Puestos Encuestadores de Tránsito



●
O-D Survey(12hours) &
traffic Counting(24hours)

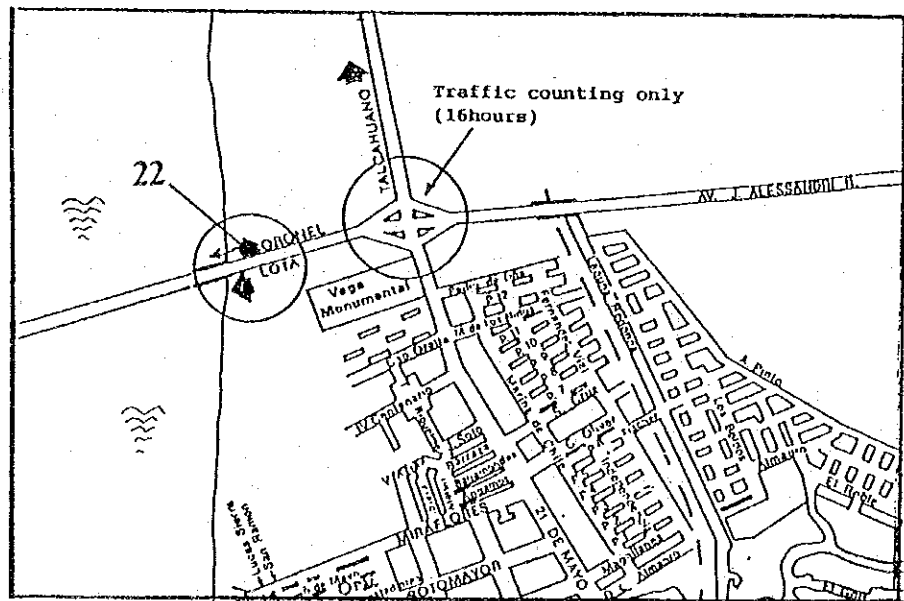


Figura 6-2(2) Ubicación de los Puestos Encuestadores de Tránsito

Tabla 6-1 Formulario de Entrevista O-D

NUEVO PUENTE BIOBIO
ENCUESTA ORIGEN - DESTINO

| Nombre de Encuestador | | TURCOS I. 07:00 - 11:00 | | | | | | |
|--|---|--|--|----------------------|--|---------------------------|--|--|
| Estación N° [] | | II. 11:00 - 19:00 | | | | | | |
| TIPO DE VEHICULOS | | ORIGEN | | DESTINACION | | SÓLO PARA CAMIONES | | |
| 1. Autos, Station Wagon, Furgo- nes y Taxi. | ¿De dónde viene? Escriba el nombre del lugar de origen antes de esta en- cuesta. | ¿Cuál es su destino? Escriba el nombre del lugar de destino después de esta encuesta. | N° Pasajeros | Capacidad (Toda.) | Materiales | Clasificación de Carga | | |
| 2. Taxiibus | | | Cuenta el N° de pasajeros incluyen- do al chofer y es- criba el N° abajo. | | 1. Agricultura y pescaería. | 1. Llano | | |
| 3. Camioneta (Pickup) | Si el conductor responde solamente "Centro de Concep- ción", que indique Norte o Sur de calle Carreca. | Si el conductor responde so- lamente "Hacia el centro de Concepción", que indique Nor- te o Sur de calle Carreca. | | | 2. Madaras (loza) | 2. 1/4 | | |
| 4. Bus Internurbano | | | | | 3. Chiba (Azualla) | 3. 1/2 | | |
| 5. Camión Mediano (2 ejes) | | | | | 4. Mineraía. | 4. 1/4 | | |
| 6. Camión Pesado (+ 2 ejes) | | | (No necesita pre- sentar a Bases ni taxi colectivo) | | 5. Químicos. | 5. Vacío. | | |
| 7. Tráiler | | | | | 6. Maquinarias. | | | |
| | | | | | 7. Alimentos, Ven- tuario, Papeles. | | | |
| | | | | | 8. Varios. | | | |
| | | | | | 9. Vacío. | | | |

(5) Sistema de Zonificación para la Encuesta de O-D al Borde de la Carretera

El sistema de zonificación para la encuesta O-D al borde de la carretera y para el establecimiento de la matriz O-D inicial ha sido el mismo que se ha adoptado en el análisis socio-económico con 24 zonas (Capítulo 2 y Capítulo 4).

En la primera etapa se ha adoptado el sistema de 24 zonas con el objeto de lograr respuestas rápidas y exactas de los conductores entrevistados

Esta matriz O-D inicial se ha dividido en zonas más pequeñas en relación con el sistema de zonificación de DICTUC debido a que se considera que el sistema de 24 zonas es demasiado aproximado, especialmente en el área central de Concepción.

El sistema de zonificación dividido recientemente posee 49 zonas según se ilustra en la Fig. 6-3, En la Tabla 6-2 se presentan las relaciones entre las 49 zonas y las zonas de DICTUC/24 zonas.

(6) Tamaño de la Muestra

En la Tabla 6-3 se resume el número de vehículos muestreados por cada puesto encuestador. Se ha seleccionado un total de 14.669 vehículos como muestra, y la relación de muestreo promedio ha sido del 32,0%.

6.2.2 Matriz O-D Actual de Vehículos que Cruzan el Río

(1) Tipos preparados de matriz O-D

En este estudio se han establecidos las matrices O-D actuales de vehículos que se indican a continuación:

1. Matriz O-D diaria (base TMDA) por tipo de vehículo
2. Matriz O-D para las Horas Punta por tipo de vehículo
3. Matriz O-D Fuera de las Horas Punta por tipo de vehículo

El tipo de vehículo se ha las 4 categorías siguientes:

1. Auto de pasajeros, Wagon, Pickup
2. Taxibus
3. Bus
4. Camión

Las matrices O-D para las horas punta y fuera de las horas punta se han preparado aplicando las relaciones de hora punta del tránsito total que cruza el río a la matriz O-D diaria (base TMDA): los períodos de horas punta se han definido según se indica a continuación:

1. Punta de la Mañana: 8:00h - 10:00h
2. Punta de la Tarde: 12:00h - 2:00h
3. Punta del Atardecer: 6:00h - 8:00h

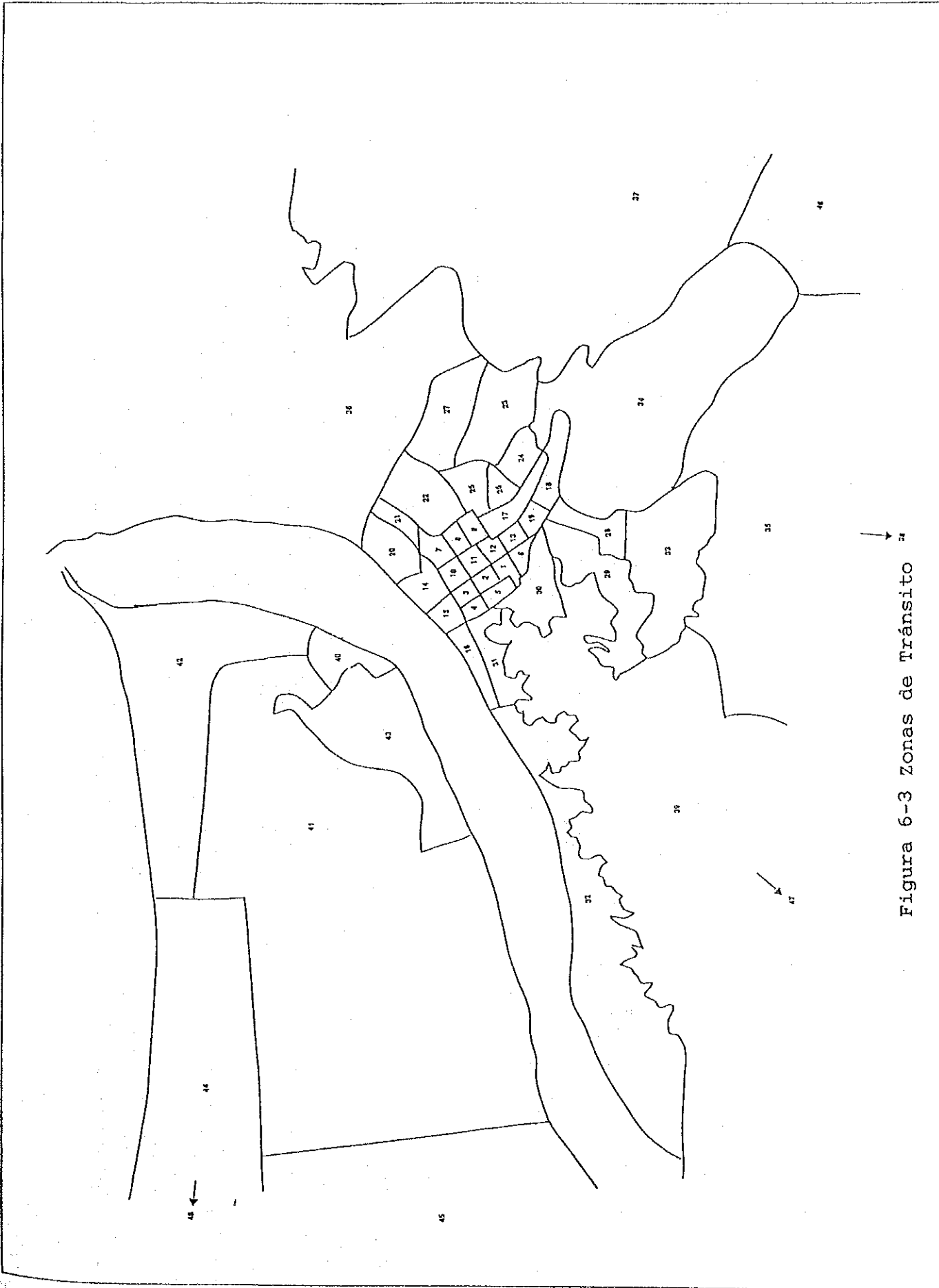


Figura 6-3 Zonas de Tránsito

Tabla 6-2 Código de la Zona de Tránsito

| ZONA DE MARCO ECONOMICO (25 ZONAS) | ZONA DE TRANSITO (49 ZONAS) | ZONA DE DICTUC (113 ZONAS) |
|------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 1 | 1 | 3204 |
| 1 | 2 | 3205 |
| 1 | 3 | 3206 |
| 1 | 4 | 3207 |
| 1 | 5 | 3208 |
| 1 | 6 | 3306 |
| 2 | 7 | 3111 |
| 2 | 8 | 3112 |
| 2 | 9 | 3113 |
| 2 | 10 | 3201 |
| 2 | 11 | 3202 |
| 2 | 12 | 3203 |
| 2 | 13 | 3304 |
| 3 | 14 | 3109 |
| 3 | 15 | 3110 |
| 4 | 16 | 3401 |
| 5 | 17 | 3108 |
| 5 | 18 | 3301 |
| 5 | 19 | 3305 |
| 6 | 20 | 3101 |
| 6 | 21 | 3102 |
| 6 | 22 | 3103 |
| 7 | 23 | 3104 |
| 7 | 24 | 3105 |
| 7 | 25 | 3106 |
| 7 | 26 | 3107 |
| 7 | 27 | 3114 |
| 8 | 28 | 3302 |
| 9 | 29 | 3307 |
| 9 | 29 | 3308 |
| 9 | 30 | 3309 |
| 9 | 30 | 3310 |
| 9 | 30 | 3311 |
| 9 | 31 | 3402 |
| 9 | 31 | 3403 |
| 10 | 32 | 3404 |
| 10 | 32 | 3405 |
| 10 | 32 | 3406 |
| 10 | 32 | 5101 |
| 10 | 32 | 5102 |
| 10 | 32 | 5103 |
| 10 | 32 | 5104 |
| 10 | 32 | 5105 |
| 10 | 32 | 5106 |
| 11 | 33 | 3303 |
| 11 | 33 | 3312 |
| 12 | 34 | 7102 |
| 13 | 35 | 7102 |
| 14 | 36 | 2101 |
| 14 | 36 | 2102 |
| 14 | 36 | 2103 |
| 14 | 36 | 2104 |
| 14 | 36 | 2105 |
| 14 | 36 | 2106 |
| 14 | 36 | 2107 |
| 14 | 36 | 2108 |
| 14 | 36 | 2201 |
| 14 | 36 | 2202 |
| 14 | 36 | 2301 |

| ZONA DE MARCO ECONOMICO (25 ZONAS) | ZONA DE TRANSITO (49 ZONAS) | ZONA DE DICTUC (113 ZONAS) |
|------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 14 | 36 | 2302 |
| 14 | 36 | 2303 |
| 14 | 36 | 2304 |
| 14 | 36 | 2305 |
| 14 | 36 | 2306 |
| 14 | 36 | 2307 |
| 14 | 36 | 2308 |
| 14 | 36 | 2309 |
| 14 | 36 | 2310 |
| 14 | 36 | 2311 |
| 14 | 36 | 2312 |
| 14 | 36 | 2313 |
| 14 | 36 | 2314 |
| 14 | 36 | 7105 |
| 15 | 37 | 1101 |
| 15 | 37 | 1102 |
| 15 | 37 | 1103 |
| 15 | 37 | 1104 |
| 15 | 37 | 1105 |
| 15 | 37 | 1106 |
| 15 | 37 | 1201 |
| 15 | 37 | 1202 |
| 15 | 37 | 1203 |
| 15 | 37 | 7101 |
| 16 | 38 | 7102 |
| 17 | 39 | 5201 |
| 18 | 40 | 4104 |
| 18 | 41 | 4102 |
| 18 | 42 | 4103 |
| 18 | 42 | 4201 |
| 18 | 42 | 4202 |
| 18 | 42 | 4203 |
| 19 | 43 | 4101 |
| 20 | 44 | 6101 |
| 20 | 44 | 6102 |
| 20 | 44 | 6103 |
| 20 | 44 | 6104 |
| 20 | 44 | 6105 |
| 20 | 44 | 6106 |
| 20 | 44 | 6107 |
| 20 | 44 | 6108 |
| 20 | 44 | 6109 |
| 20 | 44 | 6110 |
| 20 | 44 | 6111 |
| 20 | 44 | 6112 |
| 20 | 44 | 6113 |
| 20 | 44 | 6201 |
| 20 | 44 | 6202 |
| 20 | 44 | 6203 |
| 20 | 44 | 6204 |
| 20 | 44 | 6205 |
| 20 | 44 | 6206 |
| 20 | 44 | 6207 |
| 20 | 44 | 6208 |
| 21 | 45 | 7103 |
| 22 | 46 | 7102 |
| 23 | 47 | 7102 |
| 24 | 48 | 7104 |
| 25 | 49 | 7104 |

Tabla 6-3 Relación de Muestreo de la Encuesta O-D

| Puesto Encuestador No. | Relacion de Muestreo | Tipo de Vehiculo | | | Total |
|---------------------------|-------------------------|------------------|-------|----------|--------|
| | | Autos, Pickup | Buses | Camiones | |
| St.11 | No. de Muestras | 3,395 | 287 | 13 | 3,695 |
| | Transito de 24 horas | 9,827 | 1,604 | 214 | 11,645 |
| | Relacion de Muestreo(%) | 34.5 | 17.9 | 6.1 | 31.7 |
| St.12 | No. de Muestras | 2,016 | 70 | 10 | 2,096 |
| | Transito de 24 horas | 8,554 | 1,533 | 235 | 10,322 |
| | Relacion de Muestreo(%) | 23.6 | 4.6 | 4.3 | 20.3 |
| St.13 | No. de Muestras | 559 | 46 | 74 | 679 |
| | Transito de 24 horas | 1,728 | 111 | 221 | 2,060 |
| | Relacion de Muestreo(%) | 32.3 | 41.4 | 33.5 | 33.0 |
| St.14 | No. de Muestras | 678 | 57 | 99 | 834 |
| | Transito de 24 horas | 1,924 | 117 | 240 | 2,281 |
| | Relacion de Muestreo(%) | 35.2 | 48.7 | 41.3 | 36.6 |
| St.21 | No. de Muestras | 2,172 | 768 | 830 | 3,770 |
| | Transito de 24 horas | 5,882 | 1,283 | 1,711 | 8,876 |
| | Relacion de Muestreo(%) | 36.9 | 59.9 | 48.5 | 42.5 |
| St.22 | No. de Muestras | 2,172 | 684 | 739 | 3,595 |
| | Transito de 24 horas | 7,376 | 1,370 | 1,840 | 10,586 |
| | Relacion de Muestreo(%) | 29.4 | 49.9 | 40.2 | 34.0 |
| Total | No. de Muestras | 10,992 | 1,912 | 1,765 | 14,669 |
| | Transito de 24 horas | 35,291 | 6,018 | 4,461 | 45,770 |
| | Relacion de Muestreo(%) | 31.1 | 31.8 | 39.6 | 32.0 |

En la Tabla 6-4 se muestran las relaciones de hora punta del tránsito que cruza el río para el año 1993. Los períodos totales de hora punta de 6 horas se han y aplicado a la matriz O-D diaria.

(2) Factor de Expansión

Como la encuesta de entrevista O-D al borde de la carretera se realizó mediante muestreo al azar, es necesario expandir los datos de las muestras encuestadas, considerando la relación de muestreo efectivo.

Es evidente que el factor de expansión se debe calcular por tipo de vehículo y por puesto encuestador (por sentido). Los factores de expansión se han basado en la ecuación siguiente:

$$F(i,k) = V(i,k)/S(i,k)$$

Donde F: Factor de Expansión
V: Volumen de Tránsito (24 horas)
S: Número de Muestras Efectivas
i: Puesto Encuestador (i)
k: Tipo de Vehículo (k)

(3) Ajustes de las Fluctuaciones Semanales y Estacionales en el Tránsito

El volumen de tránsito de cada puesto encuestador ha sido el resultado del conteo en un día específico de un mes específico del año. En consecuencia, los datos recogidos incluyen los efectos de las fluctuaciones semanales y estacionales. Las fluctuaciones anteriores se han ajustado mediante el método siguiente:

$$TMDA = Q * (1/w) * (1/m)$$

Siendo TMDA: Tránsito Medio Diario Anual
Q: Volumen de Tránsito contado en un día de encuesta
w: Factor de Fluctuación Semanal
= (Tráfico Diario)/(Tráfico Medio Diario Semanal)
m: Factor de Fluctuación Mensual (Estacional)
= (Tráfico Medio Diario Mensual)/(Tráfico Medio Diario Anual)

1) Factor de Fluctuación Semanal

Los datos sobre fluctuaciones semanales de tráfico para los 2 (dos) puentes (Puente Viejo Biobío y Puente Juan Pablo II) en noviembre de 1992 se han obtenido de un informe preparado por DICTUC según se muestra en la Tabla 6-5. La encuesta de tránsito realizada el día miércoles y esta tabla indican que el nivel del volumen de tránsito que cruza el río el día miércoles era casi igual al promedio mensual y se estimó que el factor de fluctuación semanal definido según se indica anteriormente era igual a 1,01. Por lo tanto, se decidió no agregar ningún ajuste a las fluctuaciones semanales.

Tabla 6-4 Tasa de Hora Punta del Tránsito que Cruza el Río
(Ambos Sentido)

| Hora | AUTO PICKUP | % | TAXIBUS | % | BUS | % | CAMION | % | TOTAL | % | PCU | % |
|----------|-------------|--------|---------|--------|-----|--------|--------|--------|-------|--------|----------|--------|
| 07-08 | 1275 | 3.86 | 323 | 5.82 | 15 | 4.86 | 145 | 4.08 | 1758 | 4.14 | 2220.47 | 4.27 |
| 08-09 | 2230 | 6.76 | 377 | 6.80 | 8 | 2.65 | 200 | 5.63 | 2815 | 6.64 | 3389.34 | 6.52 |
| 09-10 | 1891 | 5.73 | 415 | 7.48 | 11 | 3.43 | 260 | 7.32 | 2576 | 6.08 | 3270.18 | 6.29 |
| 10-11 | 1580 | 4.79 | 326 | 5.87 | 11 | 3.46 | 223 | 6.28 | 2139 | 5.04 | 2715.61 | 5.22 |
| 11-12 | 1513 | 4.58 | 342 | 6.16 | 14 | 4.52 | 246 | 6.93 | 2115 | 4.99 | 2740.69 | 5.27 |
| 12-13 | 1730 | 5.24 | 327 | 5.90 | 11 | 3.62 | 231 | 6.51 | 2299 | 5.42 | 2888.90 | 5.55 |
| 13-14 | 1990 | 6.03 | 330 | 5.95 | 8 | 2.62 | 233 | 6.56 | 2561 | 6.04 | 3152.30 | 6.06 |
| 14-15 | 1795 | 5.44 | 257 | 4.63 | 17 | 5.55 | 194 | 5.46 | 2263 | 5.34 | 2755.84 | 5.30 |
| 15-16 | 2110 | 6.39 | 358 | 6.46 | 14 | 4.65 | 209 | 5.89 | 2691 | 6.35 | 3274.09 | 6.29 |
| 16-17 | 1949 | 5.91 | 329 | 5.94 | 18 | 5.93 | 231 | 6.51 | 2528 | 5.96 | 3128.25 | 6.01 |
| 17-18 | 1826 | 5.53 | 352 | 6.35 | 23 | 7.45 | 226 | 6.36 | 2427 | 5.72 | 3042.35 | 5.85 |
| 18-19 | 2155 | 6.53 | 334 | 6.02 | 24 | 7.96 | 210 | 5.91 | 2723 | 6.42 | 3303.45 | 6.35 |
| 19-20 | 2484 | 7.53 | 359 | 6.47 | 16 | 5.24 | 193 | 5.44 | 3052 | 7.20 | 3613.55 | 6.95 |
| 20-21 | 2113 | 6.40 | 334 | 6.02 | 19 | 6.21 | 209 | 5.89 | 2675 | 6.31 | 3247.17 | 6.24 |
| 21-22 | 2125 | 6.44 | 278 | 5.02 | 10 | 3.15 | 114 | 3.21 | 2527 | 5.96 | 2905.24 | 5.59 |
| 22-23 | 1555 | 4.71 | 210 | 3.79 | 16 | 5.31 | 75 | 2.11 | 1856 | 4.38 | 2136.99 | 4.11 |
| 23-24 | 937 | 2.84 | 104 | 1.88 | 21 | 6.83 | 58 | 1.63 | 1120 | 2.64 | 1307.80 | 2.51 |
| 24-01 | 638 | 1.93 | 39 | 0.70 | 7 | 2.34 | 46 | 1.30 | 730 | 1.72 | 835.68 | 1.61 |
| 01-02 | 352 | 1.07 | 13 | 0.24 | 4 | 1.37 | 35 | 0.99 | 404 | 0.95 | 471.35 | 0.91 |
| 02-03 | 214 | 0.65 | 6 | 0.11 | 0 | 0.00 | 19 | 0.54 | 239 | 0.56 | 271.68 | 0.52 |
| 03-04 | 120 | 0.36 | 1 | 0.02 | 0 | 0.00 | 17 | 0.48 | 138 | 0.33 | 164.20 | 0.32 |
| 04-05 | 80 | 0.24 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 29 | 0.82 | 109 | 0.26 | 152.50 | 0.29 |
| 05-06 | 126 | 0.38 | 8 | 0.14 | 2 | 0.69 | 49 | 1.38 | 185 | 0.44 | 267.01 | 0.51 |
| 06-07 | 215 | 0.65 | 124 | 2.23 | 37 | 12.16 | 99 | 2.79 | 475 | 1.12 | 758.47 | 1.46 |
| TOTAL | 33003 | 100.00 | 5545 | 100.00 | 307 | 100.00 | 3551 | 100.00 | 42406 | 100.00 | 52013.10 | 100.00 |
| Punta(%) | | 37.81 | | 38.62 | | 25.51 | | 37.37 | | 37.79 | | 37.72 |
| Horas | | 19-20 | | 9-10 | | 6-7 | | 9-10 | | 19-20 | | |

2) Factor de Fluctuación Estacional

Los datos sobre fluctuaciones estacionales del tránsito de vehículos se han obtenido de datos anteriores de tráfico del M.O.P. que proporcionan, en general, los resultados de 3 (tres) encuestas, es decir:

1. Verano: 17/02/1982 ó 14/02/1990
2. Invierno: 16/06/1982 ó 20/06/1990
3. Primavera: 20/10/1982 ó 17/10/1990

En la Tabla 6-7 se muestran los datos de tráfico de los 2 puentes y de algunos puestos encuestadores en Concepción y en San Pedro recogidos en cada una de las estaciones antes indicada. Como la encuesta de tránsito se ha realizado en la estación de verano (diciembre), los factores de fluctuación estacional de 1982 se resumen según se indica a continuación:

- Auto de pasajeros, Wagon, Pickup = 0,94
- Bus = 0,94
- Camión = 1,09

Por lo tanto, con el objeto de obtener el TMDA es necesario aumentar el volumen de tránsito total de autos, wagon, pickup, y buses en un 6,4%. Por otra parte, el volumen de tránsito de camiones se ha reducido en un 8,3%.

(4) Consolidación de la Matriz O-D Diaria de Vehículos

Las matrices O-D de vehículos de los puestos encuestadores se han consolidado en una matriz O-D. Se ha encontrado que algunas muestras han cruzado el río 2 veces en un viaje utilizando, por ejemplo, el Puente Juan Pablo II al venir del norte y cruzando el Puente Viejo Biobío al entrar en la zona sur del área central de Concepción. Estos viajes han sido los desplazamientos que han tenido tanto su origen como su destino en el mismo lado del río. En consecuencia, dichas muestras no se han incluido con el objeto de establecer la matriz O-D actual del tránsito que cruza el río y con el objeto de formar los componentes de la matriz O-D que cruza el río se han incluido sólo los pares O-D entre el lado de San Pedro y el lado de Concepción.

A continuación se resume el volumen estimado de tránsito que cruza el río después de los ajustes de las fluctuaciones estacionales del año 1993 y excluyendo el tránsito que cruza el río dos veces (ver la Tabla 6-6):

6.2.3 Matriz O-D Actual de Vehículos Excepto los que Cruzan el Río

Las matrices O-D actuales de vehículos excepto el tránsito que cruza el río se han deducido de la matriz O-D de DICTUC preparada en 1989. A continuación se indican los ajustes necesarios en la matriz O-D de DICTUC con el objeto de consolidar con la matriz O-D de vehículos que cruzan el río que se ha explicado anteriormente:

1) Ajuste del año base de 1989 a 1993

Como el año base de DICTUC ha sido 1989, a la matriz se le han aplicado las tasas de crecimiento del año 1993 según se muestra a continuación:

Tabla 6-5 Fluctuación Semanal del Tráfico
1992/11/23-11/29 (24 horas)

Biobío Bridge

| | Sur-Norte | Norte-Sur | Total |
|------------------|-----------|-----------|--------|
| Domingo | 9,272 | 9,065 | 18,337 |
| Lunes | 12,081 | 11,787 | 23,868 |
| Martes | 12,241 | 11,961 | 24,202 |
| Miércoles* | 12,401 | 12,002 | 24,403 |
| Jueves | 12,246 | 12,108 | 24,354 |
| Viernes | 13,442 | 13,038 | 26,480 |
| Sábado | 12,558 | 12,143 | 24,701 |
| Promedio Semanal | 12,034 | 11,729 | 23,764 |

Juan Pablo II Bridge

| | Sur-Norte | Norte-Sur | Total |
|------------------|-----------|-----------|--------|
| Domingo | 7,581 | 7,714 | 15,295 |
| Lunes | 7,651 | 7,910 | 15,561 |
| Martes | 8,450 | 8,712 | 17,162 |
| Miércoles* | 8,091 | 8,370 | 16,461 |
| Jueves | 8,157 | 8,459 | 16,616 |
| Viernes | 8,930 | 9,092 | 18,022 |
| Sábado | 8,773 | 9,043 | 17,816 |
| Promedio Semanal | 8,233 | 8,471 | 16,705 |

Two Bridges

| | Sur-Norte | Norte-Sur | Total |
|------------------|-----------|-----------|--------|
| Domingo | 16,853 | 16,779 | 33,632 |
| Lunes | 19,732 | 19,697 | 39,429 |
| Martes | 20,691 | 20,673 | 41,364 |
| Miércoles* | 20,492 | 20,372 | 40,864 |
| Jueves | 20,403 | 20,567 | 40,970 |
| Viernes | 22,372 | 22,130 | 44,502 |
| Sábado | 21,331 | 21,186 | 42,517 |
| Promedio Semanal | 20,268 | 20,201 | 40,468 |

Nota: * Fecha de Investigación

Tabla 6-6 El Tráfico que Cruza el Río

| | Auto, Wagon, Pickup | Taxibus, Bus | Camión | Total |
|--|---------------------|--------------|--------|--------|
| Tránsito Total que Cruza el Río (TMDA) | 33.646 | 6.074 | 3.258 | 42.978 |
| Horas punta (6 horas) | 12.722 | 2.302 | 1.3271 | 16.351 |
| Fuera de las horas punta | 20.924 | 3.772 | 1.931 | 26.627 |

O-D Modo Privado --- 1,40 (tasa de crecimiento del registro de autos, pickup de la Región VIII, 1989 - 1993)

O-D Modo Público --- 1,42 (tasa de crecimiento del registro de buses, 1989 - 1993)

O-D Camión ----- 1,23 (tasa de crecimiento del registro de camiones, 1989 - 1993)

- 2) Ajuste del número de las zonas, de 113 a 49 zonas.
- 3) Transformación de la matriz O-D de viajes de personas en la matriz O-D de viajes de vehículos aplicando la relación de ocupación promedio.
- 4) División de la matriz O-D de Modo Público en la matriz O-D de Taxibus y la matriz O-D de buses grandes.

6.2.4 Matriz O-D Actual Completada de Vehículos

Las matrices O-D ajustadas de DICTUC anteriores se han combinado con la matriz O-D de vehículos que cruzan el río. Además, las matrices O-D de vehículos para las horas punta se han preparado aplicando la relación de hora punta a la matriz O-D TMDA. En la Fig. 6-4 se muestran las líneas deseadas.

6.3 Pronóstico de la matriz O-D Futura

6.3.1 Tasas de Crecimiento Global del Tráfico para el Tráfico que Cruza el Río

(1) Modelo de Crecimiento

El paso siguiente en el pronóstico del tráfico futuro es estimar las tasas de crecimiento global del tráfico que son el volumen total de viajes que cruzan el río en el año objetivo (2010).

Como los datos históricos de tránsito que cruza el río se encuentran disponibles por tipo de vehículo para los últimos 13 años (1980 - 1993), con el objeto de mostrar las tendencias pasadas se ha aplicado el análisis de regresión.

Tabla 6-7 Factor de Fluctuación Estacional

| Año de 1982 Estación de Encuesta | Auto de Pasajero | | | Camión | | | Bus | | | | | |
|--|------------------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|----------|--------|-------|-------|------|
| | Verano | Invierno | V/TMDA | Verano | Invierno | V/TMDA | Verano | Invierno | V/TMDA | | | |
| 55-01 | 9572 | 9100 | 10762 | 1302 | 1099 | 1331 | 1244 | 1492 | 1910 | 1957 | 1786 | 0.84 |
| 55-02 | 9348 | 8875 | 10290 | 1266 | 1354 | 1037 | 1219 | 1536 | 1951 | 1959 | 1815 | 0.85 |
| 55-03 | 1261 | 1610 | 2402 | 732 | 310 | 589 | 544 | 95 | 144 | 154 | 131 | 0.73 |
| 56-01 | 5904 | 7499 | 9621 | 2062 | 2128 | 1855 | 2015 | 2488 | 2933 | 3036 | 2819 | 0.88 |
| 41-01 | 5712 | 4442 | 4252 | 1958 | 991 | 1825 | 1591 | 2920 | 2193 | 3170 | 2761 | 1.06 |
| 41-02 | 5811 | 4542 | 5283 | 1961 | 1702 | 1898 | 1854 | 3313 | 3063 | 3752 | 3376 | 0.98 |
| 41-03 | 4111 | 4202 | 4328 | 1988 | 1500 | 1640 | 1709 | 1599 | 1099 | 1541 | 1413 | 1.13 |
| 42-01 | 3537 | 2650 | 3959 | 1401 | 1034 | 1714 | 1383 | 1100 | 1162 | 2084 | 1449 | 0.76 |
| 53-01 | 2877 | 2022 | 2396 | 1245 | 1131 | 1092 | 1156 | 836 | 734 | 738 | 769 | 1.09 |
| TOTAL | 48133 | 44942 | 60791 | 13915 | 11249 | 12981 | 12715 | 15379 | 15189 | 18391 | 16320 | 0.94 |
| Año de 1990 | Auto de Pasajero | | | Camión | | | Bus | | | | | |
| 48-04 | 2395 | 3183 | 2789 | 1402 | 2057 | - | 1730 | 38 | 69 | - | 54 | 0.71 |
| 55-01 | 5026 | 4512 | 4769 | 6056 | 5132 | - | 5594 | 1506 | 1507 | - | 1507 | 1.00 |
| 55-02 | 5146 | 3243 | 4195 | 5982 | 4996 | - | 5489 | 1473 | 1200 | - | 1337 | 1.10 |
| 55-03 | 2163 | 3035 | 2599 | 1340 | 1108 | - | 1224 | 769 | 895 | - | 832 | 0.92 |
| 43-01 | 3757 | 2303 | 2876 | 3312 | 2185 | 3075 | 2857 | 1705 | 1449 | 1991 | 1715 | 0.99 |
| 54-01 | 3563 | 2472 | 2788 | 4830 | 5513 | 4020 | 4788 | 1790 | 1779 | 1575 | 1715 | 1.04 |
| 119-01 | 3255 | 2815 | 3229 | 1738 | 2263 | 2558 | 2186 | 4634 | 5124 | 5477 | 5078 | 0.91 |
| 119-02 | 4307 | 2774 | 3269 | 2540 | 2901 | 2786 | 2742 | 4990 | 4582 | 5331 | 4968 | 1.00 |
| 119-03 | 5149 | 5477 | 4419 | 5721 | 7089 | 6038 | 6283 | 2079 | 2465 | 2214 | 2253 | 0.92 |
| 119-04 | 3316 | 3868 | 3550 | 4727 | 5126 | 5029 | 4961 | 195 | 230 | 163 | 196 | 0.99 |
| TOTAL(43,54) | 23347 | 19709 | 19669 | 22868 | 25077 | 23506 | 23817 | 15393 | 15629 | 16751 | 15924 | 0.97 |

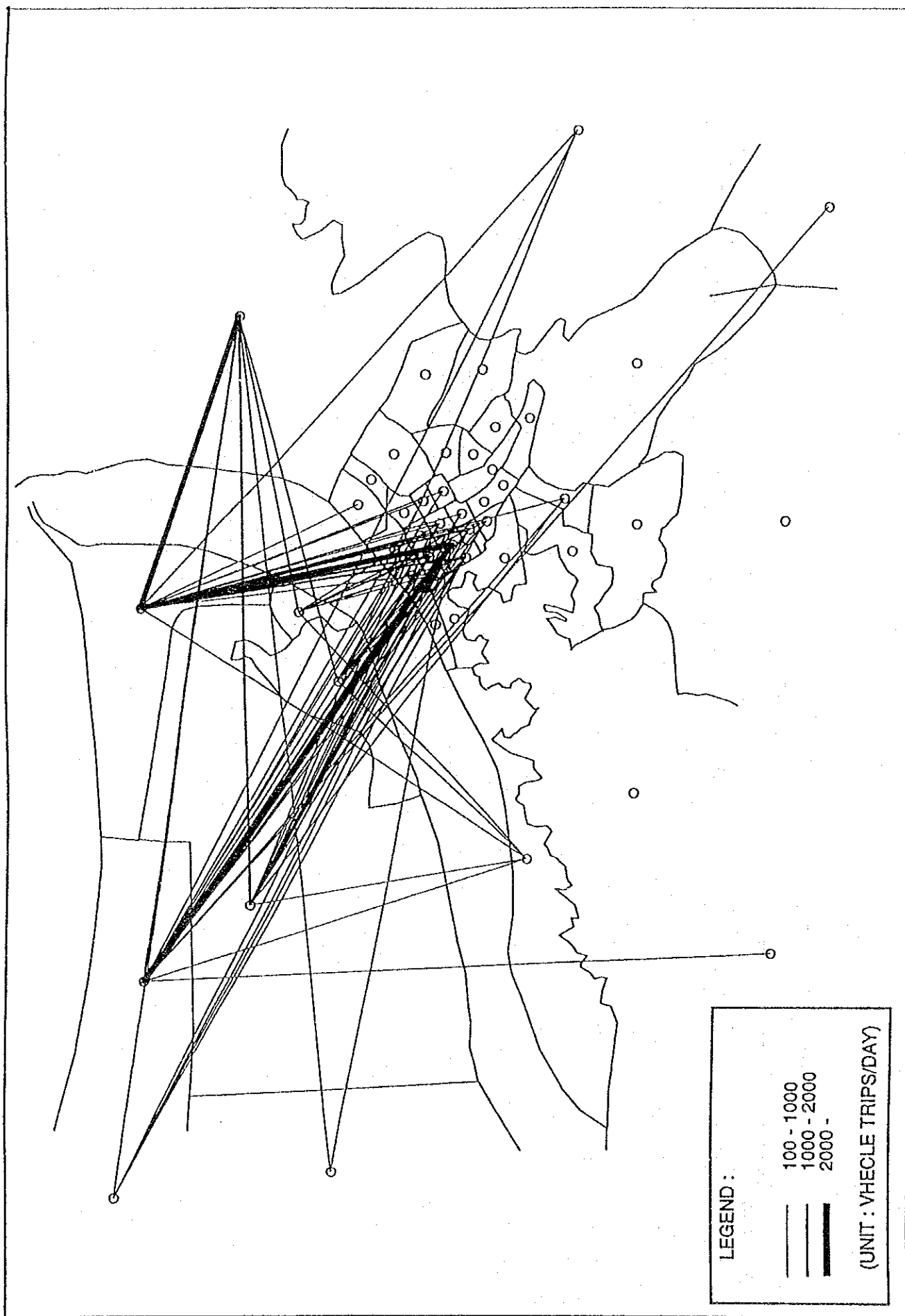


Figura 6-4(1) Líneas Deseadas
(tráfico que cruza el río) 1993

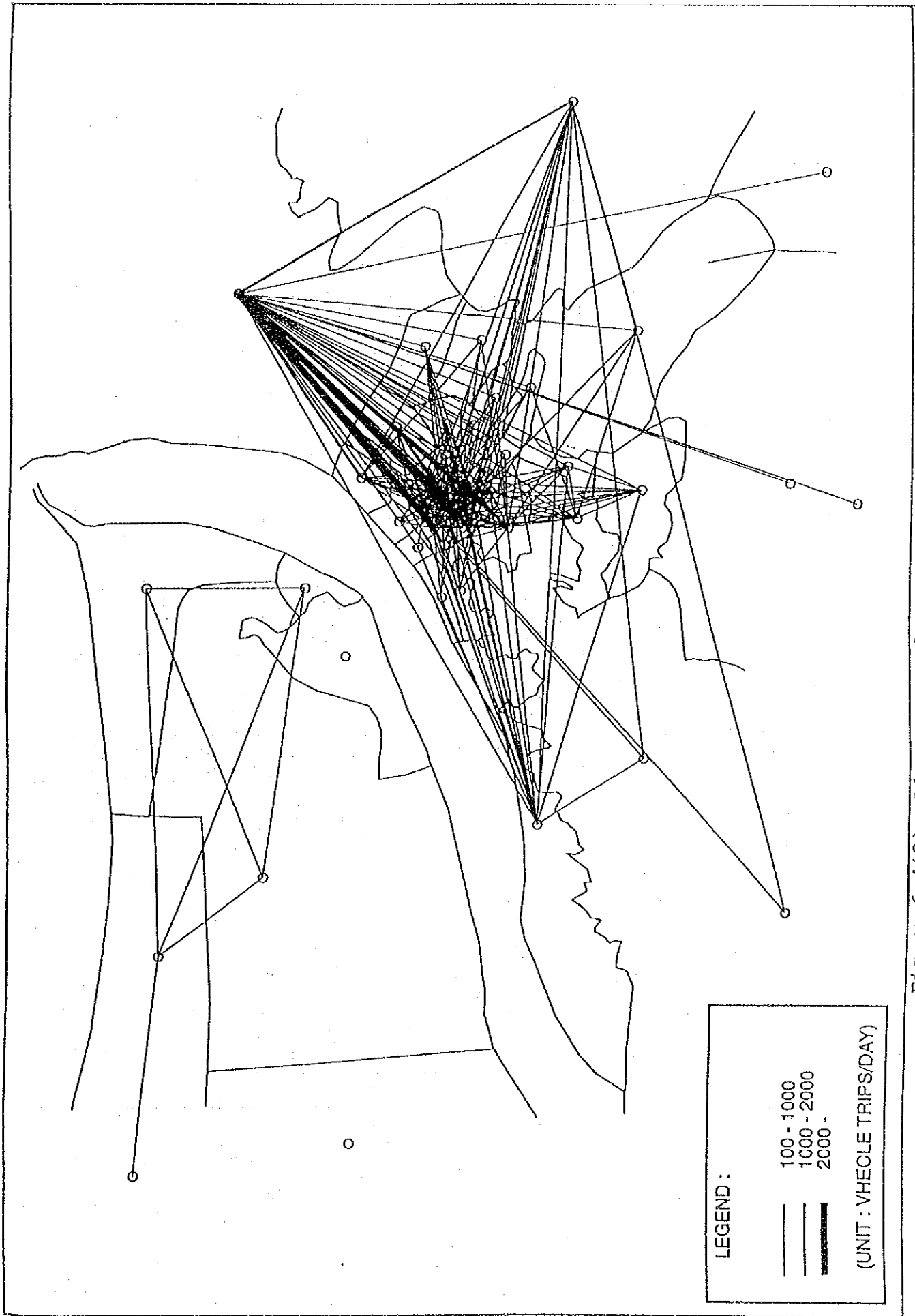


Figura 6-4(2) Líneas Deseadas

Para la estimación de las tasas de crecimiento, aplicando el marco socio-económico futuro (GRDP y registro de vehículos), se han adoptado las ecuaciones siguientes:

Auto

$$\text{Wagon : } Q = -11.366 + 0,44572 * (\text{GRDP}) + 0,16450 * (\text{VR})$$

$$\text{Pickup } (R = 0,8584)$$

$$\text{Buses : } Q = -177,05 + 0,07333 * (\text{GRDP}) + 0,35683 * (\text{VR})$$

$$(R = 0,7337)$$

$$\text{Camiones : } Q = -1.471,9 + 0,08829 * (\text{GRDP})$$

$$(R = 0,9529)$$

Siendo Q: Volumen del Tránsito de Vehículos del Tránsito que Cruza el Río

GRDP: Producto Nacional Bruto Regional de la Región VIII

VR: Registro de Vehículos

R: Coeficiente de Correlación

(2) Resultados del Pronóstico del Tráfico Futuro que Cruza el Río

Con el objeto de pronosticar el tráfico futuro que cruza el río se han aplicado las ecuaciones anteriores mediante la introducción del marco socio-económico futuro, resumiéndose los resultados en la Tabla 6-8.

El volumen total de tráfico que cruza el río alcanzará 112.000 vehículos por día en el año 2010, que es un valor igual, aproximadamente, a 2,6 veces el volumen del año 1993. Se ha programado que el año 1999 será el año de habilitación del nuevo puente y la matriz O-D para el año 1999 se ha pronosticado mediante la interpolación lineal de cada componente de la matriz O-D entre los años 1993 y 2010.

Tabla 6-8 Resultados del Pronóstico del Volumen de Tránsito Futuro que Cruza el Río

| Tipo de Vehículo | Tránsito que Cruza el Río(Vehículo/Día) | | | Tasa de Crecimiento Anual (%) 1993-2010 | 2010/1993 |
|---------------------|---|--------|---------|--|-----------|
| | 1993 | 1999 | 2010 | | |
| Auto, Wagon, Pickup | 33.646 | 51.000 | 90.500 | 6,0 | 2,69 |
| Taxibus, Bus | 6.074 | 7.700 | 12.900 | 4,5 | 2,12 |
| Camión | 3.258 | 5.000 | 8.700 | 5,9 | 2,67 |
| Total | 42.978 | 63.700 | 112.100 | 5,8 | 2,61 |

6.3.2 Pronóstico de la Futura Generación/Atracción de Viajes por Zona de Tránsito

La futura generación/captación de viajes por zona de tránsito se ha estimado aplicando las tasas de crecimiento zonal de los indicadores socio-económicos a la generación/captación actual de viajes con las combinaciones de indicadores que se indican a continuación:

Auto, Wagon : Tasa de crecimiento del registro de vehículos Pickup por zona de tránsito

Taxibus, Bus: Tasa de crecimiento de (Población + Empleo) por zona de tránsito

Camión : Tasa de crecimiento del registro de vehículos por zona de tránsito

Con respecto al tránsito que cruza el río que se ha predeterminado en la sección anterior como un Valor Controlado Total, la generación/atracción zonal estimada de viajes se ha reajustado en forma tal de mantener la consistencia con el Valor Controlado Total.

6.3.3 Matriz O-D Futura

Con el objeto de estimar la distribución futura de viajes se ha utilizado un método de configuración actual y el proceso se ha iterado con el objeto de alcanzar el volumen de generación/atracción zonal de viajes determinado previamente.

La matriz O-D futura de cruce del río se ha combinado con la matriz O-D futura de vehículos que se dedujo de la matriz O-D de DICTUC después de que el volumen de los pares O-D correspondientes de la base DICTUC se hizo igual a cero. En la finalizadas en el año 2010 y en las Fig. 6-5 y Fig. 6-6 se ilustran las líneas deseadas. La matriz O-D para las horas punta se ha preparado haciendo uso de las mismas relaciones de hora punta que en la Tabla 6-4.

6.4 Estimación del Tráfico en las Rutas Alternativas

6.4.1 Metodología

El volumen futuro de tránsito en las rutas alternativas del puente se ha estimado asignando la matriz O-D futura para las horas punta y la matriz O-D futura fuera de las horas punta a la red vial futura. En la Fig. 6-7 se muestra el método utilizado para esta asignación de tráfico del proyecto.

Como criterio para seleccionar las rutas de viaje posibles para un tráfico del par O-D en particular se ha adoptado el tiempo de viaje mínimo. Aunque algunos buses públicos poseen, actualmente rutas fijas, la selección de las rutas de viaje futuras para el año 2010 se ha basado en el tiempo de viaje mínimo. Las rutas de viaje de los camiones se han basado, también en el mismo criterio.



Figura 6-5(1) Líneas Deseadas
(tráfico que cruza el río) 1999



Figura 6-5(2) Líneas Deseadas
(excepto el tráfico que cruza el río) 1999

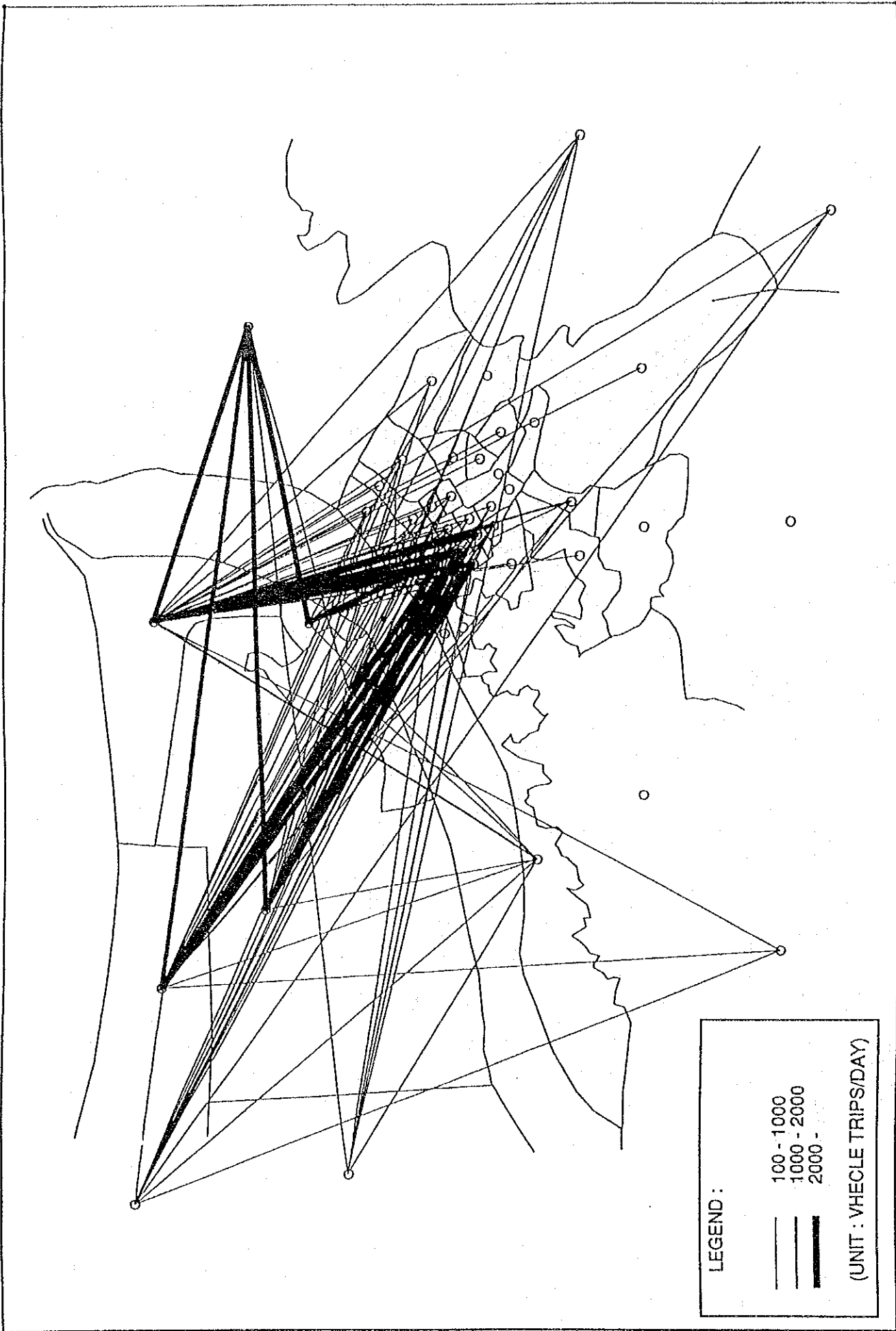


Figura 6-6(1) Líneas Deseadas
(tráfico que cruza el rio) 2010



Figura 6-6(2) Líneas Deseadas (excepto el tráfico que cruza el río) 2010

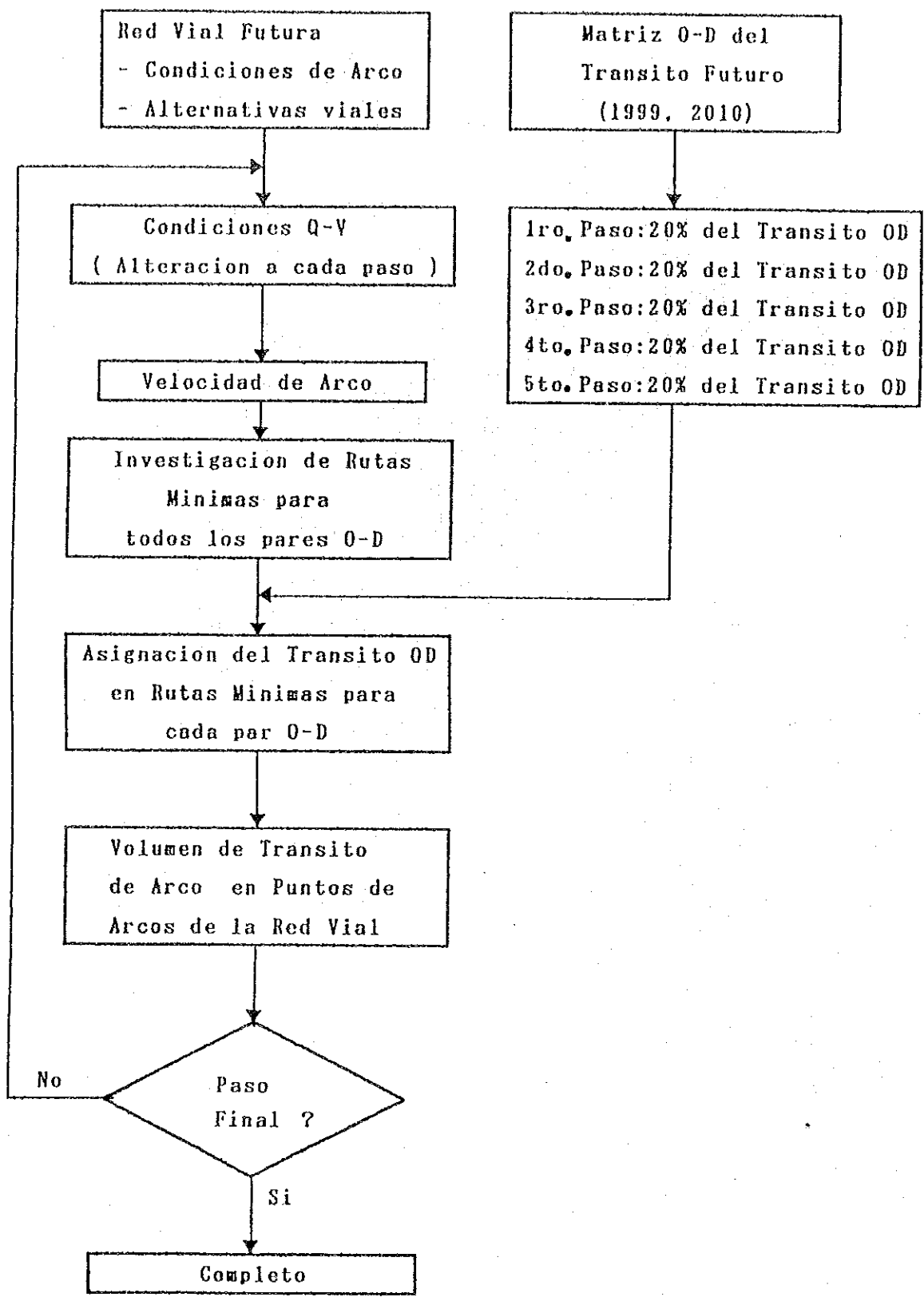


Figura 6-7 Diagrama de Flujo para la Estimación del Volumen Futuro del Tránsito Asignado

El tráfico O-D futuro se ha dividido en 5 pasos del 20% del tráfico O-D; el primer 20% del tráfico O-D se le ha asignado a la red y, en las condiciones alteradas por medio de la Fórmula Q-V (una relación entre el volumen de tráfico Q y la velocidad de marcha V), el segundo 20% del tráfico O-D se ha asignado a la red en base a los enrutamientos de viaje de tiempo mínimo.

6.4.2 Matriz O-D Asignada

A la red vial futura se le ha asignado la matriz O-D que se indica a continuación:

| | |
|---------------------------------|--|
| Año 1999 (Año de habilitación): | Matriz O-D para las horas punta por tipo de vehículo |
| | Matriz O-D fuera de las horas punta por tipo de vehículo |
| Año 2010 | : ídem a lo anterior |

6.4.3 Red Vial Futura

En la Fig. 6-8 se ilustra la red vial para la asignación de tráfico, en la cual se incluyen también los arcos viales futuros. A continuación se indican los futuros proyectos viales adoptados en la red futura:

1. Construcción de la Costanera (Carretera a la orilla del río)
2. Mejoras de la Avenida A. Prat
3. Mejoras del Eje 21 de Mayo
4. Mejoras de Av. Los Carrera

El área que se verá modificada por el nuevo puente se define según se ilustra en la Fig. 6-8 anterior, es decir, Concepción y San Pedro.

6.4.4 Condiciones de los Arcos

En la Tabla 6-10 se presentan las condiciones de cada arco vial de la Fig. 6-8 con información sobre la longitud del arco, el estado de la superficie, un sentido o dos sentidos, número de vías, estacionamiento, capacidad y número Q-V aplicado.

6.4.5 Fórmula Q-V y Capacidad de Diseño

En la Tabla 6-11 y en la Fig. 6-9 se muestra la denominada fórmula Q-V adoptada para la asignación del tráfico. La capacidad de diseño (pcu/hora) se ha calculado en base al Manual de Capacidad de Carreteras (H.C.M.)

6.4.6 Prueba de Validez de la Metodología de Asignación

Con el objeto de verificar la validez de la metodología adoptada, a la red vial actual se le ha asignado la matriz O-D actual para las horas punta y se ha comparado con el volumen de tránsito real en cada puente. En la Tabla 6-9 se presentan los resultados de la prueba.

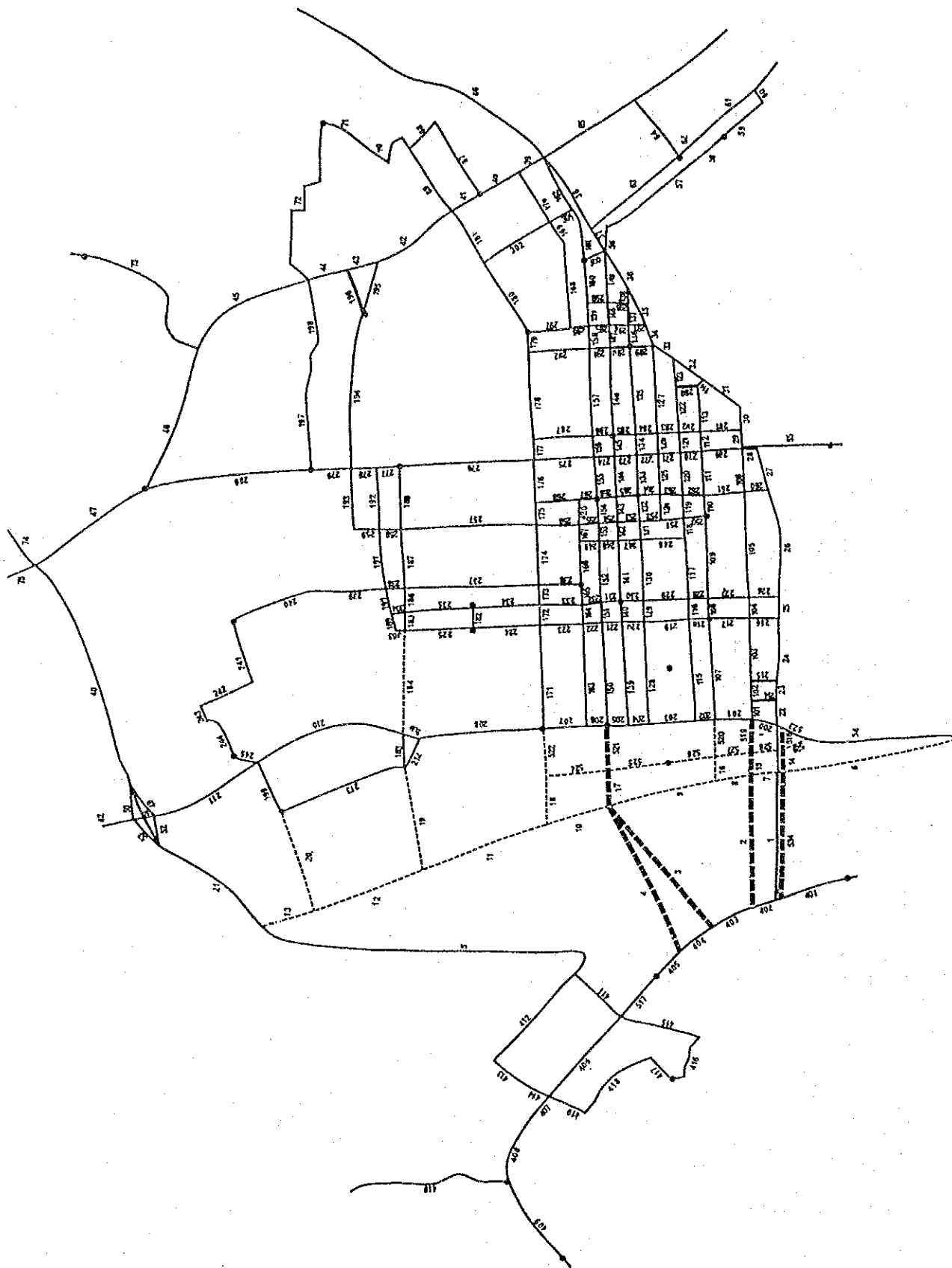


Figura 6-8 Red Vial para la Asignación de Tránsito

Tabla 6-9 Comparación de Tráfico Asignado con Tráfico Real, Cruzando el Río

(en 1993, en hora punta)

| Tipo de Vehículo | (A) Asignado | | (B) Real | | (A)/(B) | |
|---------------------|--------------|---------------|----------|---------------|---------|---------------|
| | Biobío | Juan Pablo II | Biobío | Juan Pablo II | Biobío | Juan Pablo II |
| Auto, Wagon, Pickup | 6.898 | 5.586 | 7.769 | 5.185 | 0,89 | 1,08 |
| Taxibus | 1.247 | 832 | 1.272 | 1.006 | 1,98 | 0,83 |
| Bus | - | 58 | - | 82 | - | 0,70 |
| Camión | - | 1.077 | - | 1.217 | - | 0,88 |
| Total | 8.145 | 7.553 | 9.041 | 7.490 | 0,90 | 1,01 |

Los resultados anteriores indican que la gama de errores no es enorme excepto en el caso de bus con un volumen de tránsito muy pequeño.

6.4.7 Volumen Futuro de Tránsito Estimado en las Rutas Alternativas

En la Tabla 6-12 se presentan los resultados de la asignación de tráfico por ruta alternativa del puente.

El tráfico máximo para las horas punta en el puente nuevo, entre las alternativas, se estima igual a 27.390 vehículos/6 horas en el año 2010. Este volumen es igual a 5.440 pcu/hora y la Capacidad de Diseño del nuevo puente se fija en 4.280 pcu/hora. Por lo tanto, en este caso, la demanda de tráfico excederá la capacidad de diseño del nuevo puente en el año 2010. Por otra parte, la capacidad posible del nuevo puente se estima en 5.640 pcu/hora. En consecuencia, es posible manejar la demanda de tráfico de 5.440 pcu/hora dentro de la capacidad posible pero con un nivel de servicio bajo.

Tabla 6-10(1) Tabla de Información de Arco, Año de 2010

| Codigo de Arcos | Distancia (M) | Sentido | Estado | Ancho (M) | No. de Pistas | Estacionar | Capacidad (pcu/hr.) | Codigo de Q-V |
|-----------------|---------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------|---------------|----------------|---------------------|---------------|
| | | 0:Ambos 1 y 2: Un sentido | 1:Bueno 2:Regular 3:Malo | | | 0: SI 1: NO | | |
| 1 | 1500 | 0 | 2 | 8 | 2 | 1 | 1800 | 35 |
| 2 | 1650 | 0 | 1 | 14 | 4 | 1 | 4280 | 36 |
| 3 | 1850 | 0 | 1 | 14 | 4 | 1 | 4280 | 36 |
| 4 | 2300 | 0 | 1 | 14 | 4 | 1 | 4280 | 36 |
| 5 | 2600 | 0 | 1 | 20 | 6 | 1 | 5900 | 37 |
| 6 | 1140 | 0 | 1 | 14 | 4 | 1 | 4280 | 38 |
| 7 | 125 | 0 | 1 | 14 | 4 | 1 | 4280 | 38 |
| 8 | 254 | 0 | 1 | 14 | 4 | 1 | 4280 | 38 |
| 9 | 640 | 0 | 1 | 14 | 4 | 1 | 4280 | 38 |
| 10 | 415 | 0 | 1 | 14 | 4 | 1 | 4280 | 38 |
| 11 | 750 | 0 | 1 | 14 | 4 | 1 | 4280 | 38 |
| 12 | 750 | 0 | 1 | 14 | 4 | 1 | 4280 | 38 |
| 13 | 400 | 0 | 1 | 14 | 4 | 1 | 4280 | 38 |
| 14 | 270 | 0 | 1 | 14 | 4 | 1 | 4280 | 36 |
| 15 | 260 | 0 | 1 | 14 | 4 | 1 | 4280 | 38 |
| 16 | 250 | 0 | 1 | 14 | 4 | 1 | 4280 | 38 |
| 17 | 280 | 0 | 1 | 14 | 4 | 1 | 4280 | 38 |
| 18 | 330 | 0 | 1 | 14 | 4 | 1 | 4280 | 38 |
| 19 | 650 | 0 | | | 2 | 0 | 930 | 4 |
| 20 | 900 | 0 | | | 2 | 0 | 930 | 4 |
| 21 | 830 | 0 | 1 | 18 | 6 | 1 | 5530 | 34 |
| 22 | 180 | 1 | 1 | 10 | 3 | 1 | 2050 | 14 |
| 23 | 125 | 0 | 1 | 10 | 3 | 1 | 2050 | 14 |
| 24 | 379 | 0 | 1 | 10 | 3 | 0 | 1370 | 11 |
| 25 | 130 | 0 | 1 | 10 | 3 | 0 | 1370 | 11 |
| 26 | 630 | 0 | 1 | 10 | 3 | 0 | 1370 | 11 |
| 27 | 247 | 0 | 1 | 10 | 3 | 1 | 2050 | 14 |
| 28 | 95 | 0 | 1 | 10 | 3 | 1 | 2050 | 14 |
| 29 | 110 | 0 | 1 | 16 | 6 | 1 | 3640 | 31 |
| 30 | 140 | 0 | 1 | 16 | 6 | 1 | 3640 | 31 |
| 31 | 279 | 0 | 1 | 12 | 4 | 1 | 2020 | 19 |
| 32 | 227 | 0 | 1 | 12 | 4 | 1 | 2020 | 19 |
| 33 | 134 | 0 | 1 | 12 | 4 | 1 | 2020 | 19 |
| 34 | 139 | 0 | 1 | 8 | 2 | 1 | 940 | 4 |
| 35 | 250 | 0 | 1 | 8 | 2 | 1 | 940 | 4 |
| 36 | 263 | 0 | 1 | 8 | 2 | 1 | 940 | 4 |
| 37 | 170 | 0 | 1 | 8 | 2 | 1 | 940 | 4 |
| 38 | 501 | 1 | 1 | 8 | 2 | 1 | 2080 | 8 |
| 39 | 192 | 0 | 1 | 6 | 2 | 1 | 780 | 1 |
| 40 | 272 | 0 | 1 | 6 | 2 | 1 | 780 | 1 |
| 41 | 192 | 0 | 1 | 6 | 2 | 1 | 780 | 1 |
| 42 | 550 | 0 | 1 | 6 | 2 | 1 | 980 | 5 |
| 43 | 300 | 0 | 1 | 6 | 2 | 1 | 980 | 5 |
| 44 | 180 | 0 | 1 | 6 | 2 | 1 | 980 | 5 |
| 45 | 650 | 0 | 1 | 6 | 2 | 1 | 980 | 5 |
| 46 | 800 | 0 | 1 | 6 | 2 | 1 | 980 | 5 |
| 47 | 950 | 0 | 1 | 18 | 6 | 1 | 5530 | 34 |
| 48 | 1530 | 0 | 1 | 18 | 6 | 1 | 5530 | 34 |
| 49 | 290 | 2 | 1 | | 2 | 1 | 2080 | 8 |
| 50 | 280 | 1 | 1 | | 2 | 1 | 2080 | 8 |
| 51 | 112 | 0 | 1 | | 4 | 1 | 3370 | 27 |
| 52 | 280 | 2 | 1 | | 2 | 1 | 2080 | 8 |
| 53 | 290 | 2 | 1 | | 2 | 1 | 2080 | 8 |
| 54 | 890 | 0 | 1 | 12 | 4 | 1 | 3370 | 27 |
| 55 | 560 | 0 | 1 | 7 | 2 | 0 | 1180 | 6 |
| 56 | 153 | 2 | 12 | 7 | 2 | 0 | 940 | 3 |

Tabla 6-10(2) Tabla de Información de Arco, Año de 2010

| Codigo de Arcos | Distancia (M) | Sentido 0:Ambos 1 y 2: Un sentido | Estado 1:Bueno 2:Regular 3:Malo | Ancho (M) | No. de Pistas | Estacionar 0: SI 1: NO | Capacidad (pcu/hr.) | Codigo de Q-V |
|-----------------|---------------|--|--|-----------|---------------|------------------------------|---------------------|---------------|
| 57 | 852 | 1 | | | 2 | 1 | 2080 | 8 |
| 58 | 257 | 1 | | | 2 | 1 | 2080 | 8 |
| 59 | 113 | 1 | | | 2 | 1 | 2080 | 8 |
| 60 | 78 | 1 | | | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 61 | 363 | 1 | 1 | 10 | 4 | 1 | 3620 | 28 |
| 62 | 233 | 1 | 1 | 10 | 4 | 1 | 3620 | 28 |
| 63 | 700 | 1 | 1 | 10 | 4 | 1 | 3620 | 28 |
| 64 | 350 | 0 | | | 2 | 0 | 1180 | 6 |
| 65 | 620 | 0 | 1 | 12 | 4 | 1 | 3370 | 27 |
| 66 | 595 | 0 | 1 | 16 | 6 | 1 | 4780 | 33 |
| 67 | 470 | 0 | | | 2 | 0 | 1180 | 6 |
| 68 | 220 | 0 | | | 2 | 0 | 1180 | 6 |
| 69 | 445 | 0 | 1 | 8 | 2 | 0 | 1180 | 6 |
| 70 | 225 | 0 | | | 2 | 0 | 1180 | 6 |
| 71 | 300 | 0 | | | 2 | 0 | 1180 | 6 |
| 72 | 1000 | 0 | | | 2 | 0 | 1180 | 6 |
| 73 | 1140 | 0 | | | 2 | 0 | 1180 | 6 |
| 74 | 2390 | 0 | 1 | 18 | 6 | 1 | 5530 | 34 |
| 75 | 2080 | 0 | 1 | 18 | 6 | 1 | 5530 | 34 |
| 76 | 2600 | 0 | 1 | 18 | 6 | 1 | 5530 | 34 |
| 77 | 1250 | 0 | | | 2 | 1 | 980 | 5 |
| 78 | 2080 | 0 | 1 | 7 | 2 | 1 | 1180 | 6 |
| 79 | 1400 | 0 | 1 | 7 | 2 | 1 | 1180 | 6 |
| 80 | 197 | 0 | | | 2 | 1 | 980 | 5 |
| 81 | 192 | 0 | | | 2 | 1 | 980 | 5 |
| 82 | 2080 | 0 | 1 | 7 | 2 | 1 | 940 | 4 |
| 101 | 130 | 0 | 1 | 16 | 6 | 0 | 2010 | 29 |
| 102 | 110 | 0 | 1 | 16 | 6 | 0 | 2010 | 29 |
| 103 | 379 | 0 | 1 | 16 | 6 | 0 | 2010 | 29 |
| 104 | 130 | 0 | 1 | 16 | 6 | 0 | 2010 | 29 |
| 105 | 638 | 0 | 1 | 16 | 6 | 0 | 2010 | 29 |
| 106 | 269 | 0 | 1 | 16 | 6 | 0 | 2010 | 29 |
| 107 | 609 | 1 | 3 | 7 | 2 | 1 | 1870 | 7 |
| 108 | 120 | 1 | 3 | 7 | 2 | 1 | 1870 | 7 |
| 109 | 509 | 1 | 3 | 7 | 2 | 1 | 1870 | 7 |
| 110 | 140 | 1 | 3 | 7 | 2 | 1 | 1870 | 7 |
| 111 | 279 | 1 | 3 | 7 | 2 | 1 | 1870 | 7 |
| 112 | 110 | 1 | 3 | 7 | 2 | 1 | 1870 | 7 |
| 113 | 269 | 1 | 3 | 7 | 2 | 1 | 1870 | 7 |
| 114 | 42 | 0 | 1 | 7 | 2 | 1 | 940 | 4 |
| 115 | 609 | 2 | 1 | 12 | 4 | 0 | 1280 | 16 |
| 116 | 120 | 2 | 1 | 12 | 4 | 0 | 1280 | 16 |
| 117 | 389 | 2 | 1 | 12 | 4 | 0 | 1280 | 16 |
| 118 | 120 | 2 | 1 | 12 | 4 | 0 | 1280 | 16 |
| 119 | 140 | 2 | 1 | 12 | 4 | 1 | 2570 | 24 |
| 120 | 259 | 2 | 1 | 12 | 4 | 1 | 2570 | 24 |
| 121 | 130 | 2 | 1 | 12 | 4 | 0 | 1280 | 16 |
| 122 | 269 | 2 | 1 | 12 | 4 | 0 | 1280 | 16 |
| 123 | 170 | 2 | 1 | 12 | 4 | 0 | 1280 | 16 |
| 124 | 150 | 1 | 1 | 8 | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 125 | 240 | 1 | 1 | 8 | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 126 | 130 | 1 | 1 | 8 | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 127 | 509 | 1 | 1 | 8 | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 128 | 608 | 2 | 2 | 7 | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 129 | 120 | 2 | 2 | 7 | 2 | 1 | 1870 | 7 |
| 130 | 389 | 2 | 2 | 7 | 2 | 1 | 1870 | 7 |

Tabla 6-10(3) Tabla de Información de Arco, Año de 2010

| Codigo de Arcos | Distancia (M) | Sentido | Estado | Ancho (M) | No. de Pistas | Estacionar | Capacidad (pcu/hr.) | Codigo de Q-V |
|-----------------|---------------|----------------------|---------------------|-----------|---------------|------------|---------------------|---------------|
| | | 0:Ambos | 1:Bueno | | | | | |
| | | 1 y 2: Un sentido | 2:Regular 3:Malo | | | | | |
| 131 | 110 | 2 | 2 | 7 | 2 | 1 | 1870 | 7 |
| 132 | 160 | 2 | 2 | 7 | 2 | 1 | 1870 | 7 |
| 133 | 239 | 2 | 2 | 7 | 2 | 1 | 1870 | 7 |
| 134 | 130 | 2 | 2 | 7 | 2 | 1 | 1870 | 7 |
| 135 | 509 | 2 | 2 | 7 | 2 | 1 | 1870 | 7 |
| 136 | 140 | 2 | 2 | 7 | 2 | 1 | 1870 | 7 |
| 137 | 140 | 2 | 2 | 7 | 2 | 1 | 1870 | 7 |
| 138 | 80 | 2 | 2 | 7 | 2 | 1 | 1870 | 7 |
| 139 | 609 | 1 | 2 | 7 | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 140 | 120 | 1 | 2 | 7 | 2 | 1 | 1870 | 7 |
| 141 | 379 | 1 | 2 | 7 | 2 | 1 | 1870 | 7 |
| 142 | 120 | 1 | 2 | 7 | 2 | 1 | 1870 | 7 |
| 143 | 160 | 1 | 2 | 7 | 2 | 1 | 1870 | 7 |
| 144 | 239 | 1 | 2 | 7 | 2 | 1 | 1870 | 7 |
| 145 | 130 | 1 | 2 | 7 | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 146 | 509 | 1 | 2 | 7 | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 147 | 140 | 1 | 2 | 7 | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 148 | 140 | 1 | 2 | 7 | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 149 | 309 | 1 | 2 | 7 | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 150 | 618 | 0 | 1 | 20 | 6 | 0 | 3750 | 32 |
| 151 | 120 | 0 | 1 | 20 | 6 | 0 | 3750 | 32 |
| 152 | 379 | 0 | 1 | 20 | 6 | 0 | 3750 | 32 |
| 153 | 110 | 0 | 1 | 20 | 6 | 0 | 3750 | 32 |
| 154 | 170 | 0 | 1 | 20 | 6 | 0 | 3750 | 32 |
| 155 | 240 | 0 | 1 | 20 | 6 | 0 | 3750 | 32 |
| 156 | 130 | 0 | 1 | 20 | 6 | 0 | 3750 | 32 |
| 157 | 509 | 0 | 1 | 20 | 6 | 0 | 3750 | 32 |
| 158 | 140 | 0 | 1 | 20 | 6 | 0 | 3750 | 32 |
| 159 | 140 | 0 | 1 | 20 | 6 | 0 | 3750 | 32 |
| 160 | 259 | 0 | 1 | 20 | 6 | 0 | 3750 | 32 |
| 161 | 315 | 0 | 1 | 20 | 6 | 0 | 3750 | 26 |
| 162 | 357 | 0 | 1 | 8 | 2 | 1 | 940 | 4 |
| 163 | 618 | 1 | | | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 164 | 120 | 1 | | | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 165 | 130 | 1 | | | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 166 | 250 | 1 | | | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 167 | 110 | 1 | | | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 168 | 499 | 1 | | | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 169 | 143 | 1 | | | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 170 | 368 | 1 | | | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 171 | 628 | 1 | 3 | 7 | 2 | 1 | 1870 | 7 |
| 172 | 120 | 1 | 3 | 7 | 2 | 1 | 1870 | 7 |
| 173 | 130 | 1 | 3 | 7 | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 174 | 349 | 1 | 3 | 7 | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 175 | 160 | 1 | 3 | 7 | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 176 | 239 | 1 | 3 | 7 | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 177 | 140 | 0 | 3 | 7 | 2 | 0 | 940 | 4 |
| 178 | 519 | 0 | 3 | 7 | 2 | 0 | 940 | 4 |
| 179 | 130 | 0 | 3 | 7 | 2 | 0 | 940 | 4 |
| 180 | 491 | 2 | 1 | 8 | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 181 | 359 | 2 | 1 | 8 | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 182 | 110 | 0 | | | 2 | 0 | 1180 | 6 |
| 183 | 230 | 0 | | | 2 | 0 | 1180 | 6 |
| 184 | 629 | 0 | | | 2 | 0 | 1180 | 6 |
| 185 | 110 | 0 | | | 2 | 0 | 1180 | 6 |
| 186 | 150 | 0 | | | 2 | 0 | 1180 | 6 |

Tabla 6-10(4) Tabla de Información de Arco, Año de 2010

| Codigo de Arcos | Distancia (M) | Sentido | Estado | Ancho (M) | No. de Pistas | Estacionar | Capacidad (pcu/hr.) | Codigo de Q-V |
|-----------------|---------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------|---------------|----------------|---------------------|---------------|
| | | 0:Ambos 1 y 2: Un sentido | 1:Bueno 2:Regular 3:Malo | | | 0: SI 1: NO | | |
| 187 | 359 | 0 | | | 2 | 0 | 1180 | 6 |
| 188 | 389 | 0 | | | 2 | 0 | 1180 | 6 |
| 189 | 114 | 0 | 3 | 8 | 3 | 0 | 1530 | 12 |
| 190 | 155 | 0 | 3 | 8 | 3 | 0 | 1530 | 12 |
| 191 | 390 | 0 | 3 | 8 | 3 | 0 | 1530 | 12 |
| 192 | 389 | 2 | 3 | 8 | 3 | 0 | 1140 | 9 |
| 193 | 389 | 1 | 3 | 6 | 2 | 0 | 860 | 2 |
| 194 | 1000 | 0 | 3 | 6 | 2 | 0 | 980 | 5 |
| 195 | 319 | 0 | 3 | 6 | 2 | 0 | 980 | 5 |
| 196 | 290 | 0 | 3 | 6 | 2 | 0 | 980 | 5 |
| 197 | 800 | 0 | | | 2 | 0 | 1180 | 6 |
| 198 | 370 | 0 | | | 2 | 0 | 1180 | 6 |
| 199 | 440 | 0 | | | 2 | 0 | 1180 | 6 |
| 200 | 130 | 0 | 1 | 14 | 4 | 1 | 2330 | 23 |
| 201 | 229 | 0 | 1 | 14 | 4 | 1 | 2330 | 23 |
| 202 | 130 | 0 | 1 | 14 | 4 | 1 | 2330 | 23 |
| 203 | 279 | 0 | 1 | 14 | 4 | 1 | 2330 | 23 |
| 204 | 130 | 0 | 1 | 14 | 4 | 1 | 2330 | 23 |
| 205 | 130 | 0 | 1 | 14 | 4 | 1 | 2330 | 23 |
| 206 | 120 | 0 | 1 | 14 | 4 | 1 | 2330 | 23 |
| 207 | 259 | 0 | 1 | 14 | 4 | 1 | 2330 | 23 |
| 208 | 768 | 0 | 1 | 14 | 4 | 1 | 2330 | 23 |
| 209 | 104 | 0 | 1 | 12 | 4 | 1 | 2130 | 20 |
| 210 | 940 | 0 | 1 | 12 | 4 | 1 | 2130 | 20 |
| 211 | 720 | 0 | 1 | 12 | 4 | 1 | 2130 | 20 |
| 212 | 219 | 0 | | | 2 | 0 | 940 | 4 |
| 213 | 789 | 0 | | | 2 | 0 | 940 | 4 |
| 214 | 150 | 2 | | | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 215 | 160 | 1 | | | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 216 | 179 | 2 | 1 | 8 | 3 | 1 | 1700 | 13 |
| 217 | 250 | 2 | 1 | 8 | 3 | 1 | 1700 | 13 |
| 218 | 130 | 2 | 1 | 8 | 3 | 1 | 1700 | 13 |
| 219 | 269 | 2 | 1 | 8 | 3 | 1 | 1700 | 13 |
| 220 | 140 | 2 | 1 | 8 | 3 | 1 | 1700 | 13 |
| 221 | 120 | 2 | 1 | 8 | 3 | 1 | 1700 | 13 |
| 222 | 110 | 2 | 1 | 8 | 3 | 1 | 1700 | 13 |
| 223 | 269 | 2 | 1 | 8 | 3 | 0 | 1140 | 9 |
| 224 | 409 | 2 | 1 | 8 | 3 | 0 | 1140 | 9 |
| 225 | 419 | 2 | 1 | 8 | 3 | 0 | 1140 | 9 |
| 226 | 189 | 1 | 1 | 7 | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 227 | 260 | 1 | 1 | 7 | 2 | 1 | 1870 | 7 |
| 228 | 120 | 1 | 1 | 7 | 2 | 1 | 1870 | 7 |
| 229 | 269 | 1 | 1 | 7 | 2 | 1 | 1870 | 7 |
| 230 | 140 | 1 | 1 | 7 | 2 | 1 | 1870 | 7 |
| 231 | 120 | 1 | 1 | 7 | 2 | 1 | 1870 | 7 |
| 232 | 110 | 1 | 1 | 7 | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 233 | 269 | 1 | 1 | 7 | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 234 | 409 | 1 | 1 | 7 | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 235 | 419 | 1 | 1 | 7 | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 236 | 269 | 2 | 1 | 7 | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 237 | 828 | 0 | 1 | 7 | 2 | 0 | 940 | 4 |
| 238 | 120 | 0 | 1 | 7 | 2 | 0 | 940 | 4 |
| 239 | 290 | 0 | 1 | 7 | 2 | 0 | 1180 | 6 |
| 240 | 680 | 0 | 1 | 7 | 2 | 0 | 1180 | 6 |
| 241 | 1930 | 0 | | | 2 | 0 | 1180 | 6 |
| 242 | 360 | 0 | | | 2 | 0 | 1180 | 6 |

Tabla 6-10(5) Tabla de Información de Arco, Año de 2010

| Codigo de Arcos | Distancia (M) | Sentido | Estado | Ancho (M) | No. de Pistas | Estacionar | Capacidad (pcu/hr.) | Codigo de Q-V |
|-----------------|---------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------|---------------|------------|---------------------|---------------|
| | | 0:Ambos 1 y 2: Un sentido | 1:Bueno 2:Regular 3:Malo | | | | | |
| 243 | 120 | 0 | | | 2 | 0 | 1180 | 6 |
| 244 | 300 | 0 | | | 2 | 0 | 1180 | 6 |
| 245 | 250 | 0 | | | 2 | 0 | 1180 | 6 |
| 246 | 259 | 2 | 1 | 7 | 2 | 0 | 740 | 3 |
| 247 | 140 | 2 | 1 | 7 | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 248 | 120 | 2 | 1 | 7 | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 249 | 120 | 2 | 1 | 7 | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 250 | 140 | 1 | 1 | 7 | 3 | 1 | 1700 | 13 |
| 251 | 130 | 1 | 1 | 7 | 3 | 1 | 1700 | 13 |
| 252 | 130 | 1 | 1 | 7 | 3 | 1 | 1700 | 13 |
| 253 | 140 | 1 | 1 | 7 | 3 | 1 | 1700 | 13 |
| 254 | 120 | 1 | 1 | 7 | 3 | 1 | 1700 | 13 |
| 255 | 110 | 1 | 1 | 7 | 3 | 1 | 1700 | 13 |
| 256 | 259 | 1 | 1 | 7 | 3 | 0 | 1140 | 9 |
| 257 | 828 | 1 | 1 | 7 | 3 | 0 | 1160 | 9 |
| 258 | 140 | 1 | 1 | 7 | 3 | 0 | 1140 | 9 |
| 259 | 150 | 1 | 1 | 7 | 3 | 0 | 1140 | 9 |
| 260 | 140 | 2 | | | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 261 | 250 | 2 | | | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 262 | 140 | 2 | | | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 263 | 130 | 2 | | | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 264 | 140 | 2 | | | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 265 | 130 | 2 | | | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 266 | 120 | 2 | | | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 267 | 112 | 2 | | | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 268 | 259 | 2 | | | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 269 | 249 | 2 | 3 | 10 | 3 | 0 | 2050 | 14 |
| 270 | 131 | 2 | 3 | 10 | 3 | 0 | 2050 | 14 |
| 271 | 140 | 2 | 3 | 10 | 3 | 1 | 1370 | 11 |
| 272 | 130 | 2 | 3 | 10 | 3 | 1 | 1370 | 11 |
| 273 | 130 | 2 | 3 | 10 | 3 | 1 | 1370 | 11 |
| 274 | 130 | 2 | 3 | 10 | 3 | 1 | 1370 | 11 |
| 275 | 380 | 2 | 3 | 10 | 4 | 1 | 2290 | 22 |
| 276 | 760 | 0 | 3 | 10 | 4 | 1 | 1900 | 18 |
| 277 | 155 | 0 | 3 | 10 | 4 | 1 | 1900 | 18 |
| 278 | 130 | 0 | 3 | 10 | 4 | 1 | 1900 | 18 |
| 279 | 229 | 0 | 3 | 10 | 4 | 1 | 1900 | 18 |
| 280 | 850 | 0 | 3 | 10 | 4 | 1 | 1900 | 18 |
| 281 | 249 | 1 | 3 | 7 | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 282 | 140 | 1 | 3 | 7 | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 283 | 130 | 1 | 3 | 7 | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 284 | 140 | 1 | 3 | 7 | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 285 | 120 | 1 | 3 | 7 | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 286 | 130 | 1 | 3 | 7 | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 287 | 359 | 1 | 3 | 7 | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 288 | 140 | 1 | | | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 289 | 150 | 2 | 1 | 9 | 3 | 0 | 1280 | 10 |
| 290 | 120 | 2 | 1 | 9 | 3 | 0 | 1280 | 10 |
| 291 | 120 | 2 | 1 | 9 | 3 | 0 | 1280 | 10 |
| 292 | 369 | 2 | 1 | 9 | 3 | 0 | 1280 | 10 |
| 293 | 100 | 1 | 1 | 7 | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 294 | 120 | 1 | 1 | 7 | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 295 | 120 | 1 | 1 | 7 | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 296 | 110 | 1 | 1 | 7 | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 297 | 259 | 1 | 1 | 7 | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 298 | 120 | 2 | | | 2 | 0 | 940 | 3 |

Tabla 6-10(6) Tabla de Información de Arco, Año de 2010

| Codigo de Arcos | Distancia (M) | Sentido | Estado | Ancho (M) | No. de Pistas | Estacionar | Capacidad (pcu/hr.) | Codigo de Q-V |
|-----------------|---------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------|---------------|------------|---------------------|---------------|
| | | 0:Ambos 1 y 2: Un sentido | 1:Bueno 2:Regular 3:Malo | | | | | |
| 299 | 120 | 2 | | | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 300 | 130 | 0 | | | 2 | 0 | 940 | 4 |
| 301 | 152 | 2 | 1 | 8 | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 302 | 459 | 2 | 1 | 8 | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 303 | 50 | 2 | 1 | 8 | 3 | 0 | 1280 | 10 |
| 304 | 80 | 1 | 1 | 7 | 2 | 0 | 940 | 3 |
| 305 | 525 | 0 | 1 | 18 | 4 | 1 | 2700 | 25 |
| 401 | 542 | 0 | 1 | 8 | 2 | 1 | 1180 | 41 |
| 402 | 170 | 0 | 1 | 8 | 2 | 1 | 1180 | 41 |
| 403 | 400 | 0 | 1 | 8 | 2 | 1 | 1180 | 41 |
| 404 | 500 | 0 | 1 | 8 | 2 | 1 | 1180 | 41 |
| 405 | 100 | 0 | 1 | 8 | 2 | 1 | 1180 | 41 |
| 406 | 1550 | 0 | 1 | 12 | 4 | 1 | 3370 | 27 |
| 407 | 255 | 0 | 1 | 12 | 4 | 1 | 3370 | 27 |
| 408 | 1125 | 0 | 1 | 12 | 4 | 1 | 3370 | 27 |
| 409 | 675 | 0 | 1 | 12 | 4 | 1 | 3370 | 27 |
| 410 | 959 | 0 | | | 2 | 0 | 980 | 5 |
| 411 | 1100 | 0 | 1 | 18 | 6 | 0 | 3690 | 31 |
| 412 | 1500 | 0 | 2 | 6 | 2 | 0 | 980 | 5 |
| 413 | 350 | 0 | | | 2 | 0 | 1180 | 6 |
| 414 | 450 | 0 | | | 2 | 0 | 1180 | 6 |
| 415 | 1125 | 0 | 1 | 7 | 2 | 0 | 1180 | 6 |
| 416 | 688 | 0 | 1 | 7 | 2 | 0 | 1180 | 6 |
| 417 | 375 | 0 | 1 | 7 | 2 | 0 | 1180 | 6 |
| 418 | 1125 | 0 | 1 | 7 | 2 | 0 | 1180 | 6 |
| 419 | 455 | 0 | 1 | 7 | 2 | 0 | 1180 | 6 |
| 420 | 110 | 1 | 1 | | | 0 | 940 | 3 |
| 517 | 325 | 0 | 1 | 8 | 2 | 1 | 940 | 4 |
| 518 | 270 | 0 | 1 | 14 | 4 | 1 | 4280 | 36 |
| 519 | 260 | 0 | 1 | 14 | 4 | 1 | 4280 | 36 |
| 520 | 260 | 0 | 1 | 14 | 4 | 1 | 4280 | 38 |
| 521 | 360 | 0 | 1 | 14 | 4 | 1 | 4280 | 38 |
| 522 | 340 | 0 | 1 | 14 | 4 | 1 | 4280 | 38 |
| 523 | 250 | 0 | 1 | 12 | 4 | 1 | 3370 | 27 |
| 524 | 370 | 0 | 1 | 14 | 4 | 1 | 4280 | 38 |
| 525 | 230 | 0 | 1 | 14 | 4 | 1 | 4280 | 38 |
| 526 | 440 | 0 | 1 | 14 | 4 | 1 | 4280 | 38 |
| 527 | 230 | 0 | 1 | 14 | 4 | 1 | 4280 | 38 |
| 528 | 130 | 0 | 1 | 14 | 4 | 1 | 4280 | 38 |
| 529 | 320 | 0 | 1 | 14 | 4 | 1 | 4280 | 38 |
| 534 | 1500 | 0 | 1 | 14 | 4 | 1 | 4280 | 36 |

Tabla 6-11 Formula Q-V

| Código de Q-V | No. de Pistas | Vmax (km/h) | Vl (km/h) | Vmini (km/h) | Ql (pcu/hora) | Qmax (pcu/hora) | Capacidad (pcu/hora) |
|---------------|---------------|-------------|-----------|--------------|---------------|-----------------|----------------------|
| 1 | 2 | 40 | 30 | 10 | 780 | 1,400 | 780 |
| 2 | 2 | 40 | 30 | 10 | 860 | 1,500 | 860 |
| 3 | 2 | 40 | 30 | 10 | 940 | 1,600 | 940 |
| 4 | 2 | 40 | 30 | 10 | 940 | 1,600 | 940 |
| 5 | 2 | 40 | 30 | 10 | 980 | 1,700 | 980 |
| 6 | 2 | 40 | 30 | 10 | 1,180 | 2,100 | 1,180 |
| 7 | 2 | 40 | 30 | 10 | 1,870 | 3,300 | 1,870 |
| 8 | 2 | 40 | 30 | 10 | 2,080 | 3,600 | 2,080 |
| 9 | 3 | 40 | 30 | 10 | 1,140 | 2,000 | 1,140 |
| 10 | 3 | 40 | 30 | 10 | 1,280 | 2,200 | 1,280 |
| 11 | 3 | 40 | 30 | 10 | 1,370 | 2,400 | 1,370 |
| 12 | 3 | 40 | 30 | 10 | 1,530 | 2,700 | 1,530 |
| 13 | 3 | 40 | 30 | 10 | 1,700 | 3,000 | 1,700 |
| 14 | 3 | 40 | 30 | 10 | 2,050 | 3,600 | 2,050 |
| 15 | 4 | 40 | 30 | 10 | 1,140 | 2,000 | 1,140 |
| 16 | 4 | 40 | 30 | 10 | 1,280 | 2,200 | 1,280 |
| 17 | 4 | 40 | 30 | 10 | 1,660 | 2,900 | 1,660 |
| 18 | 4 | 40 | 30 | 10 | 1,900 | 3,300 | 1,900 |
| 19 | 4 | 40 | 30 | 10 | 2,020 | 3,500 | 2,020 |
| 20 | 4 | 40 | 30 | 10 | 2,130 | 3,700 | 2,130 |
| 21 | 4 | 40 | 30 | 10 | 2,210 | 3,900 | 2,210 |
| 22 | 4 | 40 | 30 | 10 | 2,290 | 4,000 | 2,290 |
| 23 | 4 | 40 | 30 | 10 | 2,330 | 4,100 | 2,330 |
| 24 | 4 | 40 | 30 | 10 | 2,570 | 4,500 | 2,570 |
| 25 | 4 | 40 | 30 | 10 | 2,700 | 4,700 | 2,700 |
| 26 | 4 | 40 | 30 | 10 | 2,800 | 4,900 | 2,800 |
| 27 | 4 | 40 | 30 | 10 | 3,370 | 5,900 | 3,370 |
| 28 | 4 | 40 | 30 | 10 | 3,620 | 6,300 | 3,620 |
| 29 | 6 | 60 | 45 | 10 | 2,010 | 3,500 | 2,010 |
| 30 | 6 | 60 | 45 | 10 | 3,020 | 5,300 | 3,020 |
| 31 | 6 | 60 | 45 | 10 | 3,640 | 6,400 | 3,640 |
| 32 | 6 | 60 | 45 | 10 | 3,750 | 6,600 | 3,750 |
| 33 | 6 | 60 | 45 | 10 | 4,780 | 8,400 | 4,780 |
| 34 | 6 | 60 | 45 | 10 | 5,530 | 9,700 | 5,530 |
| 35 | 2 | 50 | 40 | 10 | 1,800 | 3,200 | 1,800 |
| 36 | 4 | 60 | 45 | 10 | 4,280 | 7,500 | 4,280 |
| 37 | 6 | 60 | 45 | 10 | 5,900 | 10,300 | 5,900 |
| 38 | 4 | 60 | 45 | 10 | 4,280 | 7,500 | 4,280 |
| 41 | 2 | 40 | 30 | 10 | 1,180 | 2,100 | 1,180 |

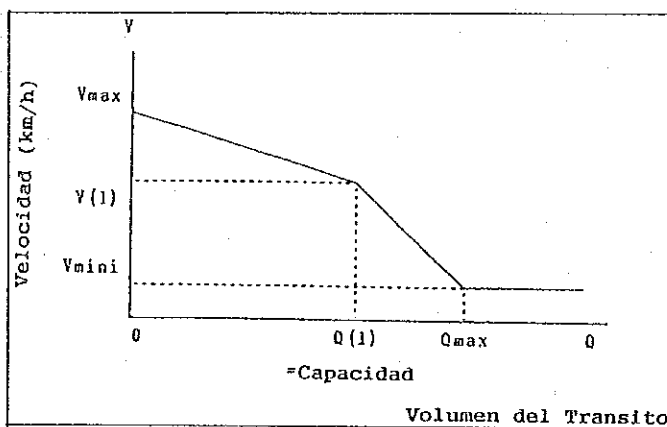


Figura 6-9 Fórmula Q-V

Tabla 6-12(1) Resultados del Pronóstico de Tráfico por la Ruta Alternativa (Año 2010, Todos los vehículos)

| No. del Caso | | | Alternativa | 0: Sin, 1-4: Con | | | |
|--------------|---|---|---------------------|------------------|---------------|---------------------|---------|
| | | | Puente Viejo Biobio | 0: Sin | | | |
| | | | Costanera | 1: Con | | | |
| | | | Periodo de Tiempo | Puente | | | |
| | | | | Puente Nuevo | Juan Pablo II | Puente Viejo Biobio | Total |
| 0 | 0 | 0 | Punta | - | 41,900 | - | 41,900 |
| | | | Fuera de Punta | - | 70,500 | - | 70,500 |
| | | | Diario | - | 112,400 | - | 112,400 |
| 0 | 1 | 0 | Punta | - | 30,100 | 11,800 | 41,900 |
| | | | Fuera de Punta | - | 47,000 | 23,500 | 70,500 |
| | | | Diario | - | 77,100 | 35,300 | 112,400 |
| 0 | 0 | 1 | Punta | - | 41,900 | - | 41,900 |
| | | | Fuera de Punta | - | 70,500 | - | 70,500 |
| | | | Diario | - | 112,400 | - | 112,400 |
| 0 | 1 | 1 | Punta | - | 30,600 | 11,400 | 42,000 |
| | | | Fuera de Punta | - | 51,600 | 19,000 | 70,600 |
| | | | Diario | - | 82,200 | 30,400 | 112,600 |
| 1 | 0 | 0 | Punta | 21,300 | 20,100 | - | 41,400 |
| | | | Fuera de Punta | 35,900 | 34,800 | - | 70,700 |
| | | | Diario | 57,200 | 54,900 | - | 112,100 |
| 2 | 0 | 0 | Punta | 21,600 | 20,300 | - | 41,900 |
| | | | Fuera de Punta | 36,400 | 34,200 | - | 70,600 |
| | | | Diario | 58,000 | 54,500 | - | 112,500 |
| 3 | 0 | 0 | Punta | 22,400 | 19,500 | - | 41,900 |
| | | | Fuera de Punta | 39,000 | 31,500 | - | 70,500 |
| | | | Diario | 61,400 | 51,000 | - | 112,400 |
| 4 | 0 | 0 | Punta | 27,000 | 14,900 | - | 41,900 |
| | | | Fuera de Punta | 44,600 | 25,900 | - | 70,500 |
| | | | Diario | 71,600 | 40,800 | - | 112,400 |
| 1 | 0 | 1 | Punta | 20,300 | 21,600 | - | 41,900 |
| | | | Fuera de Punta | 30,900 | 39,600 | - | 70,500 |
| | | | Diario | 51,200 | 61,200 | - | 112,400 |
| 2 | 0 | 1 | Punta | 21,400 | 20,500 | - | 41,900 |
| | | | Fuera de Punta | 29,200 | 41,500 | - | 70,700 |
| | | | Diario | 50,600 | 62,000 | - | 112,600 |
| 3 | 0 | 1 | Punta | 22,200 | 19,800 | - | 42,000 |
| | | | Fuera de Punta | 37,500 | 33,100 | - | 70,600 |
| | | | Diario | 59,700 | 52,900 | - | 112,600 |
| 4 | 0 | 1 | Punta | 23,200 | 18,800 | - | 42,000 |
| | | | Fuera de Punta | 42,000 | 28,500 | - | 70,500 |
| | | | Diario | 65,200 | 47,300 | - | 112,500 |
| 1 | 1 | 1 | Punta | 16,700 | 21,700 | 3,500 | 41,900 |
| | | | Fuera de Punta | 30,900 | 39,600 | 0 | 70,500 |
| | | | Diario | 47,600 | 61,300 | 3,500 | 112,400 |
| 2 | 1 | 1 | Punta | 18,500 | 20,500 | 2,900 | 41,900 |
| | | | Fuera de Punta | 24,100 | 42,000 | 4,600 | 70,700 |
| | | | Diario | 42,600 | 62,500 | 7,500 | 112,600 |
| 3 | 1 | 1 | Punta | 18,300 | 20,200 | 3,700 | 42,200 |
| | | | Fuera de Punta | 31,300 | 33,800 | 5,800 | 70,900 |
| | | | Diario | 49,600 | 54,000 | 9,500 | 113,100 |
| 4 | 1 | 1 | Punta | 27,400 | 11,300 | 3,300 | 42,000 |
| | | | Fuera de Punta | 42,600 | 22,300 | 5,600 | 70,500 |
| | | | Diario | 70,000 | 33,600 | 8,900 | 112,500 |

Tabla 6-12(2) Resultados del Pronóstico de Tráfico por la Ruta Alternativa (Año 1999, Todos los vehiculos)

| No. del Caso | | | Alternativa | 0: Sin, 1-4: Con | | | |
|--------------|---|---|---------------------|------------------|---------------|---------------------|--------|
| | | | Puente Viejo Biobio | 0: Sin | | | |
| | | | Costanera | 1: Con | | | |
| | | | Periodo de Tiempo | Puente | | | |
| | | | | Puente Nuevo | Juan Pablo II | Puente Viejo Biobio | Total |
| 0 | 0 | 0 | Punta | - | 23,600 | - | 23,600 |
| | | | Fuera de Punta | - | 40,200 | - | 40,200 |
| | | | Diario | - | 63,800 | - | 63,800 |
| 0 | 1 | 0 | Punta | - | 15,600 | 8,100 | 23,700 |
| | | | Fuera de Punta | - | 21,700 | 18,500 | 40,200 |
| | | | Diario | - | 37,300 | 26,600 | 63,900 |
| 0 | 0 | 1 | Punta | - | 23,600 | - | 23,600 |
| | | | Fuera de Punta | - | 40,200 | - | 40,200 |
| | | | Diario | - | 63,800 | - | 63,800 |
| 0 | 1 | 1 | Punta | - | 15,600 | 8,000 | 23,600 |
| | | | Fuera de Punta | - | 25,000 | 15,200 | 40,200 |
| | | | Diario | - | 40,600 | 23,200 | 63,800 |
| 1 | 0 | 0 | Punta | 18,600 | 5,000 | - | 23,600 |
| | | | Fuera de Punta | 26,100 | 14,100 | - | 40,200 |
| | | | Diario | 44,700 | 19,100 | - | 63,800 |
| 2 | 0 | 0 | Punta | 18,700 | 4,900 | - | 23,600 |
| | | | Fuera de Punta | 26,300 | 13,900 | - | 40,200 |
| | | | Diario | 45,000 | 18,800 | - | 63,800 |
| 3 | 0 | 0 | Punta | 19,100 | 4,500 | - | 23,600 |
| | | | Fuera de Punta | 27,500 | 12,700 | - | 40,200 |
| | | | Diario | 46,600 | 17,200 | - | 63,800 |
| 4 | 0 | 0 | Punta | 19,100 | 4,500 | - | 23,600 |
| | | | Fuera de Punta | 32,600 | 7,600 | - | 40,200 |
| | | | Diario | 51,700 | 12,100 | - | 63,800 |
| 1 | 0 | 1 | Punta | 12,600 | 11,000 | - | 23,600 |
| | | | Fuera de Punta | 21,100 | 19,100 | - | 40,200 |
| | | | Diario | 33,700 | 30,100 | - | 63,800 |
| 2 | 0 | 1 | Punta | 13,900 | 9,700 | - | 23,600 |
| | | | Fuera de Punta | 23,200 | 17,000 | - | 40,200 |
| | | | Diario | 37,100 | 26,700 | - | 63,800 |
| 3 | 0 | 1 | Punta | 18,800 | 4,800 | - | 23,600 |
| | | | Fuera de Punta | 26,600 | 13,700 | - | 40,300 |
| | | | Diario | 45,400 | 18,500 | - | 63,900 |
| 4 | 0 | 1 | Punta | 19,100 | 4,500 | - | 23,600 |
| | | | Fuera de Punta | 29,600 | 10,600 | - | 40,200 |
| | | | Diario | 48,700 | 15,100 | - | 63,800 |
| 1 | 1 | 1 | Punta | 12,600 | 11,000 | 0 | 23,600 |
| | | | Fuera de Punta | 21,100 | 19,100 | 0 | 40,200 |
| | | | Diario | 33,700 | 30,100 | 0 | 63,800 |
| 2 | 1 | 1 | Punta | 12,300 | 9,800 | 1,500 | 23,600 |
| | | | Fuera de Punta | 20,400 | 17,200 | 2,600 | 40,200 |
| | | | Diario | 32,700 | 27,000 | 4,100 | 63,800 |
| 3 | 1 | 1 | Punta | 16,700 | 4,900 | 1,900 | 23,500 |
| | | | Fuera de Punta | 23,500 | 13,600 | 3,200 | 40,300 |
| | | | Diario | 40,200 | 18,500 | 5,100 | 63,800 |
| 4 | 1 | 1 | Punta | 17,300 | 4,400 | 1,800 | 23,500 |
| | | | Fuera de Punta | 26,400 | 10,600 | 3,200 | 40,200 |
| | | | Diario | 43,700 | 15,000 | 5,000 | 63,700 |

CAPÍTULO VII MEDIO AMBIENTE NATURAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

7.1 Generalidades

El equipo de estudio realizó un trabajo de ingeniería para obtener la información y datos que se utilizarían en el diseño preliminar del puente y sus vías de conexión.

El trabajo consistió en un estudio meteorológico, un análisis hidrológico, y una investigación geológica que incluyó un estudio de suelos, un análisis sísmico y un levantamiento topográfico.

7.2 Clima

En esta sección se describe el perfil del clima en el área del proyecto.

7.2.1 Observaciones meteorológicas

En el área comprometida existe una estación meteorológica (Concepción - Carriel Sur). La ubicación se muestra en la Figura 7-1. La Tabla 7-1 muestra los datos climáticos que incluyen datos de temperatura, humedad relativa, velocidad del viento y lluvia registrada en la estación meteorológica:

7.2.2 Temperatura

La temperatura media anual de esta estación muestra pequeñas variaciones que oscilan de 8,7 °C a 16,4 °C. Las temperaturas anuales máximas y mínimas son 35,6 °C y -3,8 °C, respectivamente. Tanto la temperatura media anual máxima como la mínima varían entre 13,0 °C a 22,8 °C y entre 5,6 °C a 10,5 °C respectivamente.

La media mensual, la máxima mensual, la mínima mensual, la media máximo mensual y la mínima mensual en la estación meteorológica se entregan en las Tabla 7-1.

7.2.3 Humedad relativa

La humedad relativa media anual a las 2:00 p.m. de esta estación varía de 56% a 77%. La humedad relativa promedio mensual en la estación meteorológica se muestra en la Tabla 7-1.

7.2.4 Velocidad del viento

La velocidad del viento máxima anual y su dirección en esta estación oscila entre 30 nudos/norte y los 60 nudos/norte.

La velocidad máxima y dirección en la estación meteorológica se muestra en la Tabla 7-1.

Tabla 7-1 Datos Meteorológicos Mensuales en Concepción Carriel Sur

Latitud : 36° 46' Sur
 Longitud: 73° 03' Oeste
 Elevación: 12 m.

| Item | Mes | Enero | Febr | Marz | Abri | Mayo | Junio | Julio | Agost | Sept | Oct | Nov | Dic | Annual |
|---|-----|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|--------|
| Temperatura Media en C | | 16.4 | 15.7 | 14.1 | 12.0 | 10.8 | 9.2 | 8.7 | 9.1 | 9.9 | 11.6 | 13.8 | 15.6 | 12.2 |
| Temperatura Máxima en C | | 33.2 | 35.6 | 32.0 | 27.0 | 28.8 | 22.0 | 21.7 | 25.0 | 25.7 | 29.6 | 28.8 | 33.4 | 35.6 |
| Temperatura Mínima en C | | 4.6 | 3.6 | 1.6 | -1.0 | -2.1 | -3.2 | -3.8 | -2.5 | -1.4 | -0.8 | 1.6 | 3.4 | -3.8 |
| Temperatura Máxima Media | | 22.8 | 22.4 | 20.9 | 18.3 | 15.5 | 13.4 | 13.0 | 13.8 | 15.1 | 17.0 | 19.2 | 21.4 | 17.8 |
| Temperatura Mínima Media | | 10.5 | 10.1 | 9.0 | 7.6 | 7.5 | 6.2 | 5.7 | 5.6 | 5.7 | 6.8 | 8.4 | 9.9 | 7.8 |
| Humedad Relativa Media 14 hrs. en % | | 56 | 57 | 59 | 64 | 73 | 77 | 75 | 71 | 66 | 64 | 61 | 59 | 65 |
| Velocidad del viento Máxima en nudos | | 34 | 35 | 34 | 40 | 50 | 50 | 60 | 40 | 44 | 42 | 40 | 30 | 60 |
| Precipitación mm/mes | | 20.0 | 14.3 | 25.3 | 59.5 | 189.3 | 218.3 | 217.9 | 152.3 | 87.9 | 64.7 | 40.7 | 31.5 | 121.7 |

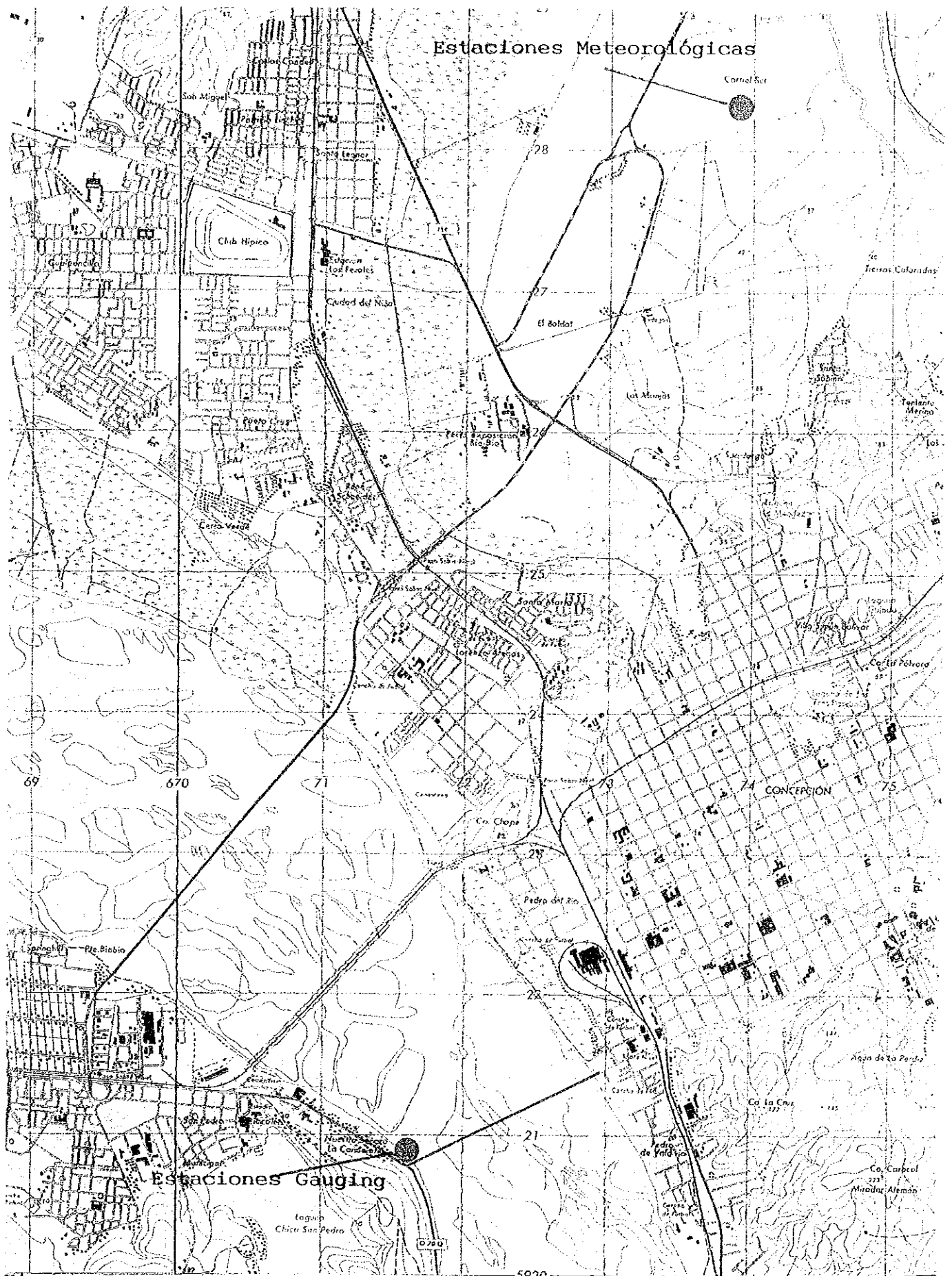


Figura 7-1 Mapa de localización de estaciones Meteorológicas y Gauging

7.3 Estudio y análisis meteorológico

7.3.1 Generalidades

El objetivo principal del estudio hidrológico es conocer las condiciones hidráulicas para el diseño del puente.

Los datos e información hidrológica a utilizarse para evaluar el nivel máximo de crecida de aguas fueron obtenidos del MOP y de la Dirección General de Aeronáutica Civil, la Dirección Meteorológica de Chile y la Universidad de Chile (Depto. de Ingeniería Civil).

7.3.2 Revisión de datos hidrológicos

(1) Datos hidrológicos

Los registros de caudal están disponibles en la estación de medición, río abajo del puente Antiguo en el río Biobío. La estación de medición tiene un registrador de niveles de agua y escalas hidrométricas. El área de captación de la estación de medición es de 21.217 Km². Su localización se señala en la Figura 7-1. La Tabla 7-2 muestra el caudal mensual promedio. La Tabla 7-3 entrega los caudales máximos anuales que se observaron en el invierno, desde mayo a septiembre.

(2) Condiciones del río

La superficie de captación del río Biobío es de 24.420 km² en la desembocadura, entre los paralelos 36°45' y 38°52' desemboca por el Oeste en el océano Pacífico y se extiende al Este hasta la cordillera de los Andes y el límite con la Argentina.

El Biobío fluye de sur este a noroeste por 356 km hasta el mar, donde la latitud en que se ubica su desembocadura es de 36° 50' Sur, al Sur de la península de Hualpén y al Norte del golfo de Arauco. El río nace en la cordillera de los Andes, en los lagos Icalma y Galletué, a menos de 1.500 m sobre el nivel del mar.

En su recorrido recibe el agua de muchos afluentes, los que se señalan en la Figura 7-2. El afluente más importante es el Laja que se origina en el Lago Laja al Noreste de la cuenca del río. El río Biobío corre en dirección noroeste hasta pasado Concepción y gira al Oeste hacia el Mar. El ancho del río en la desembocadura es de casi 2 Km

En la desembocadura del río, el caudal varía entre 124 m³/seg. (Diciembre a abril) y de 13.110 m³/seg (de mayo a noviembre). El Biobío recibe grandes cantidades de agua por el derretimiento de la nieve, esto ocurre entre diciembre y abril, y por el escurrimiento causado por las precipitaciones que se producen entre mayo y noviembre en el valle central y la cordillera de la costa. El caudal del río crece significativamente entre mayo y agosto y comienza a disminuir en los meses de septiembre, octubre y noviembre.

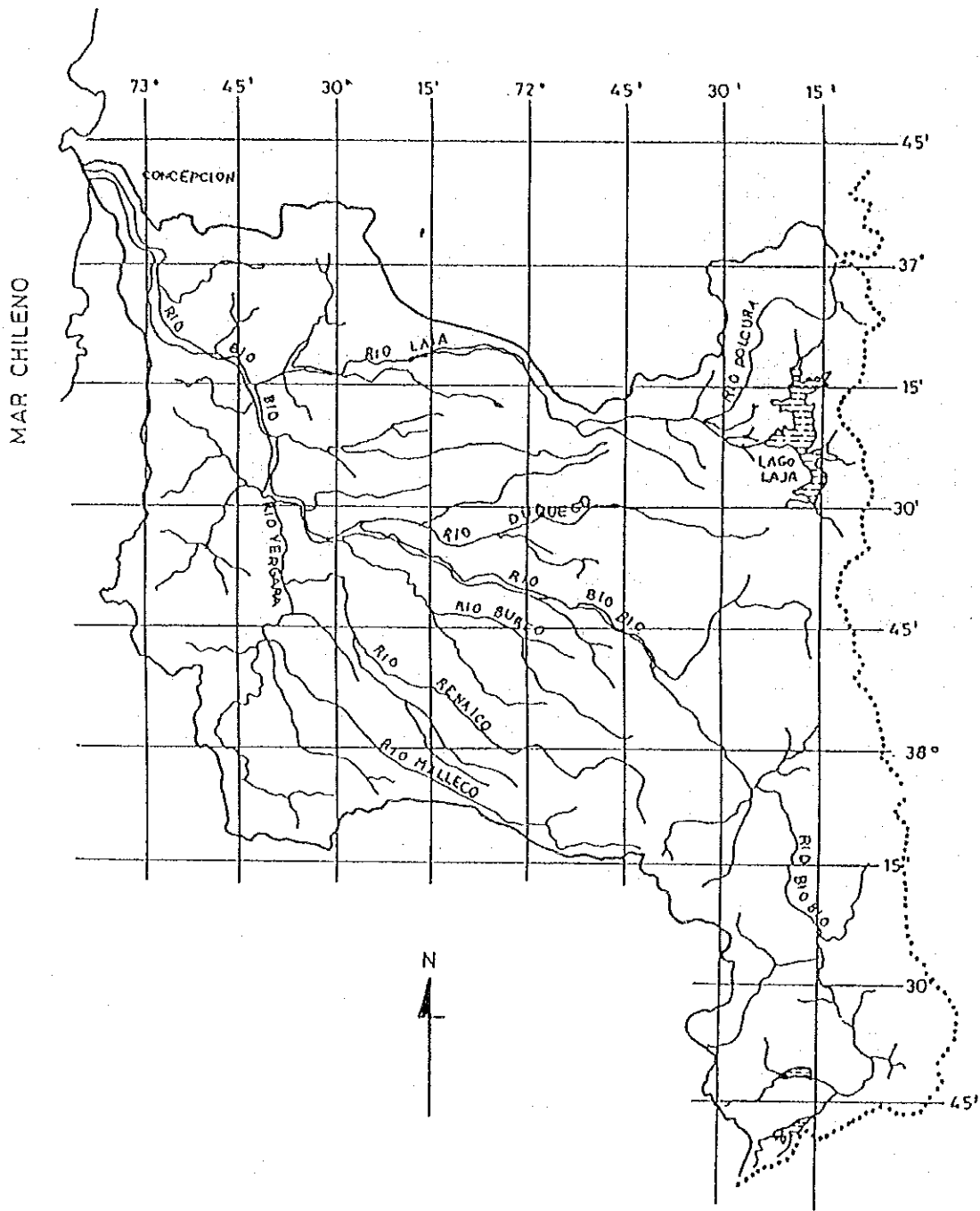
Tabla 7-2 Descarga Promedio Mensual en estación gauging en río Biobío (m³/seg)

Latitud : 36° 46' Sur
 Longitud: 73° 03' Oeste
 Elevación: 12 m.
 Área Captada: 21.217 km²

| Año | Enero | Febr | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Sept | Oct | Nov | Dic | Anual |
|-------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------|------|------|------|-------|
| 1970 | - | - | - | - | - | - | - | - | 822 | 999 | 858 | 776 | - |
| 1971 | 421 | 401 | 212 | 239 | 1037 | 961 | 2261 | 1852 | 1213 | 1091 | 917 | 724 | 944 |
| 1972 | 403 | 269 | 259 | 284 | 2106 | 2805 | 1489 | 3053 | 1700 | 1657 | 1490 | 804 | 1360 |
| 1973 | 384 | 241 | 217 | 230 | 710 | 1194 | 2113 | - | - | - | - | 476 | - |
| 1974 | 380 | 250 | 229 | 251 | 569 | 1843 | 1245 | 1288 | 1033 | 1025 | 786 | 540 | 787 |
| 1975 | 244 | 328 | 229 | 474 | 1180 | 2004 | 2070 | 1093 | 859 | 1007 | 1246 | 831 | 964 |
| 1976 | 378 | 239 | 222 | 240 | 314 | 1680 | 927 | 932 | 843 | 1514 | 984 | 1356 | 802 |
| 1977 | 737 | 214 | 197 | 230 | 1335 | 1727 | 2759 | 1077 | 1197 | 1772 | 1363 | 807 | 1118 |
| 1978 | 285 | 162 | 164 | 153 | 435 | 834 | 4312 | 1130 | 1466 | 1428 | 1380 | 433 | 1015 |
| 1979 | 154 | 127 | 124 | 137 | 466 | 581 | 1290 | 2578 | 1877 | 994 | 1159 | 950 | 870 |
| 1980 | 319 | 332 | 601 | 966 | 2995 | - | 1451 | 2118 | 1252 | 1075 | 842 | 526 | - |
| 1981 | 788 | 470 | 345 | 435 | 2977 | 1955 | 1666 | 1327 | 926 | 735 | 745 | 338 | 1059 |
| 1982 | 217 | 249 | 233 | 262 | 760 | 1743 | 3094 | 1604 | 2157 | 1153 | 1410 | 999 | 1157 |
| 1983 | 525 | 307 | 216 | 365 | 749 | 1715 | 1523 | 1376 | 1156 | 1232 | 1030 | 440 | 882 |
| 1984 | 252 | 234 | 249 | 288 | 1653 | 1311 | 3021 | 951 | 1370 | 1923 | 1695 | 921 | 1156 |
| 1985 | 510 | 297 | 265 | 469 | 1383 | 1854 | 2397 | 972 | 1059 | 1041 | 1066 | 411 | 977 |
| 1986 | 230 | 217 | 309 | 697 | 1927 | 3576 | 1281 | 2166 | 1369 | 1106 | 1140 | 992 | 1251 |
| 1987 | 310 | 247 | 282 | 367 | 577 | 1264 | 2508 | 2278 | 1353 | 1364 | 868 | 349 | 981 |
| 1988 | 266 | 230 | 273 | 300 | 467 | 879 | 1313 | 1978 | 1156 | 996 | 903 | 527 | 774 |
| 1989 | 303 | 234 | 229 | 252 | 262 | 1017 | 1309 | 1667 | 1269 | 933 | 576 | 768 | 737 |
| 1990 | 326 | 229 | 284 | 614 | 823 | 1160 | 1050 | 1673 | 1651 | 922 | 536 | 276 | 812 |
| 1991 | 162 | 496 | 587 | 733 | 1247 | 2223 | 1569 | 1168 | 1239 | 913 | 880 | 885 | 1014 |
| 1992 | 550 | - | 347 | 475 | 2734 | 3533 | 1070 | 618 | 1280 | 1184 | 1156 | 678 | - |
| 1993 | 410 | 241 | 244 | 537 | 1915 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Prome | 372 | 273 | 275 | 391 | 1244 | 1708 | 1942 | 1564 | 1296 | 1186 | 1047 | 687 | 999 |

Tabla 7-3 Registros de crecidas máximas anuales (descarga peak) y niveles de aguas relacionados en estación Gauging en Río Biobío

| Año | Día | Nivel de aguas (m) | Elevación Nivel de Agua (m) | Descarga Peak (m ³ /s) |
|------|---------|--------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| 1971 | Jul. 21 | 3,23 | 7,23 | 6.126 |
| 1972 | May. 29 | 4,46 | 8,46 | 13.110 |
| 1973 | Jul. 01 | 3,01 | 7,01 | 5.028 |
| 1974 | Jun. 28 | 3,05 | 7,85 | 9.210 |
| 1975 | May. 29 | 3,30 | 7,30 | 6.398 |
| 1976 | Jun. 20 | 3,08 | 7,08 | 5.436 |
| 1977 | Jul. 10 | 3,02 | 7,02 | 5.022 |
| 1978 | - | - | - | - |
| 1979 | Ago. 31 | 3,90 | 7,90 | 9.503 |
| 1980 | May. 14 | 3,91 | 7,91 | 9.616 |
| 1981 | May. 09 | 3,44 | 7,44 | 7.008 |
| 1982 | Jul. 18 | 3,33 | 7,33 | 6.891 |
| 1983 | - | - | - | - |
| 1984 | Jul. 18 | 3,36 | 7,36 | 6.845 |
| 1985 | Jul. 03 | 3,61 | 7,61 | 7.962 |
| 1986 | Jun. 18 | 3,92 | 7,92 | 9.553 |
| 1987 | Jul. 14 | 2,98 | 6,98 | 5.259 |
| 1988 | Ago. 20 | 2,73 | 6,73 | 4.409 |
| 1989 | Jun. 29 | 3,66 | 7,66 | 7.916 |
| 1990 | Sep. 11 | 3,07 | 7,07 | 5.566 |
| 1991 | May. 31 | 4,15 | 8,15 | 5.059 |
| 1992 | Jun. 06 | 3,70 | 7,70 | 8.087 |



ARGENTINA
 Figura 7-2 Cuenca del Rio Biobio

7.3.3 Análisis hidrológico

(1) Estudio de frecuencia de crecidas

Se realizó un estudio de crecidas considerando varias distribuciones de frecuencia, esto para predecir los períodos de retorno de las crecidas. En la Tabla 7-3 se muestran los datos de crecida máxima anual registrados en la estación. Se adoptó la fórmula de Weibull para graficar la fórmula de posición de la siguiente manera:

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

donde:

- P: probabilidad
- N: número de años del registro
- m: la posición del evento en orden de magnitud.

En Chile, el método de Gumbel se considera adecuado. El resultado por este método se resume así:

Tabla 7-4 Caudales de Crecida

| Período de retorno (años) | 10 | 20 | 50 | 100 |
|--|--------|--------|--------|--------|
| Caudal de crecida (m ³ /sg) | 11.102 | 12.605 | 14.552 | 16.010 |

(2) Período máximo de retorno de crecida

El MOP sugiere aplicar el siguiente criterio para el período de retorno de crecida para el diseño de puentes en Chile. El caudal máximo de crecida registrado en el pasado o el caudal de crecida probable para 100 años. El caudal de crecida probable para 100 años calculado por análisis de frecuencia resulta casi igual al caudal de crecida estimado sobre la base de la marca de la crecida en el nivel de aguas máximas obtenido en terreno.

Basados en los criterios anteriores y en los datos de crecidas registrados, el período de retorno de crecida máxima a aplicarse para este estudio es el del caudal máximo probable para 100 años.

7.3.4 Cálculo hidráulico y nivel de aguas máximas

Se realizaron cálculos hidráulicos para determinar el nivel de aguas máximas para el diseño preliminar puente. El nivel de crecida del se calcula con la fórmula de flujo uniforme de Manning que se muestra a continuación:

$$v = (1/n) * R^{2/3} * I^{1/2}$$
$$Q = A * v$$

donde, Q: caudal (m³/seg)
 A: área de flujo (m²)
 v: velocidad del flujo (m/seg)
 R: radio hidráulico (m)
 I: pendiente en superficie del agua
 n: coeficiente de aspereza

"I" se determinó en 0,000625 basado en el mapa topográfico. "n" se calculó sobre la base de la condición del lecho del río y la información de crecida existente. El nivel de crecida en el puente sugerido se muestra en la Tabla 7-3.

7.4 Estudio sísmico

La investigación se hizo para obtener datos básicos y la información a utilizarse en el diseño sísmico del puente. Los datos sísmicos y la información fueron conseguidos en el MOP y la Universidad de Chile (Departamento de Ingeniería Civil).

Chile está ubicado en un área de riesgo sísmico. Los sismos en la región de Concepción ocurren con menos frecuencia que en el Norte de Chile.

7.5 Investigación geológica y geotécnica

7.5.1 Generalidades

Este estudio se hizo para obtener los datos básicos para el diseño preliminar del puente. La exploración subterránea incluyendo perforación rotatoria, muestreo y pruebas de laboratorio, se realizaron en ubicaciones alternativas para el nuevo puente. También las pruebas de exploración de onda elástica se realizaron en las alternativas de sitios de construcción propuestos.

El trabajo fue subcontratado a un consultor chileno inscrito en el Registro de Consultores del Ministerio de Obras Públicas, ASISTECSA, y llevado a cabo bajo la supervisión del equipo de estudio.

7.5.2 Investigación del suelo en el sitio del puente

(1) Trabajo en terreno

El trabajo en terreno que incluyó perforaciones, muestreos y pruebas de penetración estándar. Se realizó en los sitios de emplazamiento para las distintas alternativas propuestas para el nuevo puente como se muestra en la Figura 7-3.

Tabla 7-5 Lista de sitios para perforación

| Lugar de la Perforación | Marca de la perforación | Profundidad de perforación (mts) |
|-------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| Calle Chacabuco | S-1 | 17,0 |
| | S-2 | 28,0 |
| | S-5 | 18,0 |
| | S-6 | 30,0 |
| | S-7 | 30,0 |
| Av. Hermanos carrera | S-3 | 16,0 |
| | S-4 | 21,0 |
| Puente Biobío Antigo | S-8 | 30,0 |
| | S-9 | 30,0 |
| Total | 9 | 220,0 |

Las muestras fueron sometidas a ensayos de laboratorio. Se hicieron pruebas de penetración estándar a intervalos de un 1 m. y con la profundidad necesaria para calcular la capacidad de soporte del suelo en el estrato donde se colocarían las fundaciones del puente.

(2) Pruebas de laboratorio

Se llevaron a cabo las siguientes pruebas de laboratorio:

1. Granulometría
2. Contenido de humedad natural
3. Peso específico, densidad seca
4. Límites plásticos y líquidos
5. Pruebas de compresión libre
6. Ensayes Triaxiales
7. Pruebas de compresión

(3) Pruebas de clasificación de estrato por vibración

Las pruebas de clasificación de estratos por vibración mediante el método de refracción - PS LOGGING - se hicieron para las diferentes alternativas de emplazamiento propuestas para el puente.

(4) Características Generales de los Suelos

La mayoría de los suelos son granulares finos, densos o muy densos, arenas sedimentarias (SP o SM). Ocasionalmente, son encontrados algunos estratos de arenas sedimentarias duras a muy duras. Rara vez fue encontrado un delgado estrato de grava. De acuerdo con correlaciones aceptadas generalmente los sedimentos del Biobío, bajo los 6 metros de profundidad, tienen buena capacidad de soporte, como se indica

Tabla 7-6 Características de los Suelos

| Tipo de Suelo | SPT | Ángulo fricción PAI | Densidad Relativa % | Cohesión C(kg/cm ²) |
|---------------|-----|------------------------|------------------------|------------------------------------|
| Granular SP | >50 | >40 | 80 | -- |
| Granular ML | >16 | -- | -- | >1 |

Sólo una de las cuatro excavaciones a lo largo del camino de la alternativa-4 (S-2) muestra suelos sedimentarios y las otras tres (S-5, S-6 y S-7) muestran únicamente arenas compactadas. En los primeros 5,6 m. de la excavación S-2, material rodado fue encontrado. Ellos son parte de un muro de contención construido después de que los terremotos del 21 y 22 de Mayo de 1960 ocurrieran en esa zona. Esta estructura fue construida con el propósito de recobrar unos 200 a 300 m. de faja de tierra. Materiales de relleno detrás del muro de contención, 4 a 6 m. de profundidad, fueron bombeados del río y depositados sin compactación. Estos, probablemente, se licuarán durante un fuerte terremoto.

(5) Comentario General de la Mecánica de Suelos

Descripciones geológicas confirmadas por los resultados de las excavaciones hacen relevantes las siguientes conclusiones:

1. Sedimentos superficiales muestran baja densidad desde la superficie hasta los 4-6 m. de profundidad. Suelos corresponden a depósitos recientes después de periódicos cambios en esta zona durante inundaciones.
2. Una reducción de velocidad de onda en frente de la Laguna Chica de San Pedro muestra la existencia de una antigua interconexión entre el río y la laguna.
3. Una gran reducción de velocidad de onda en el área de la columna norte de la alternativa 4, confirman la presencia de un espeso estrato de sedimentos de alta consistencia. Esta medición muestra la existencia de un canal natural que conectó los ríos Andalién y Biobío durante una inundación el siglo pasado

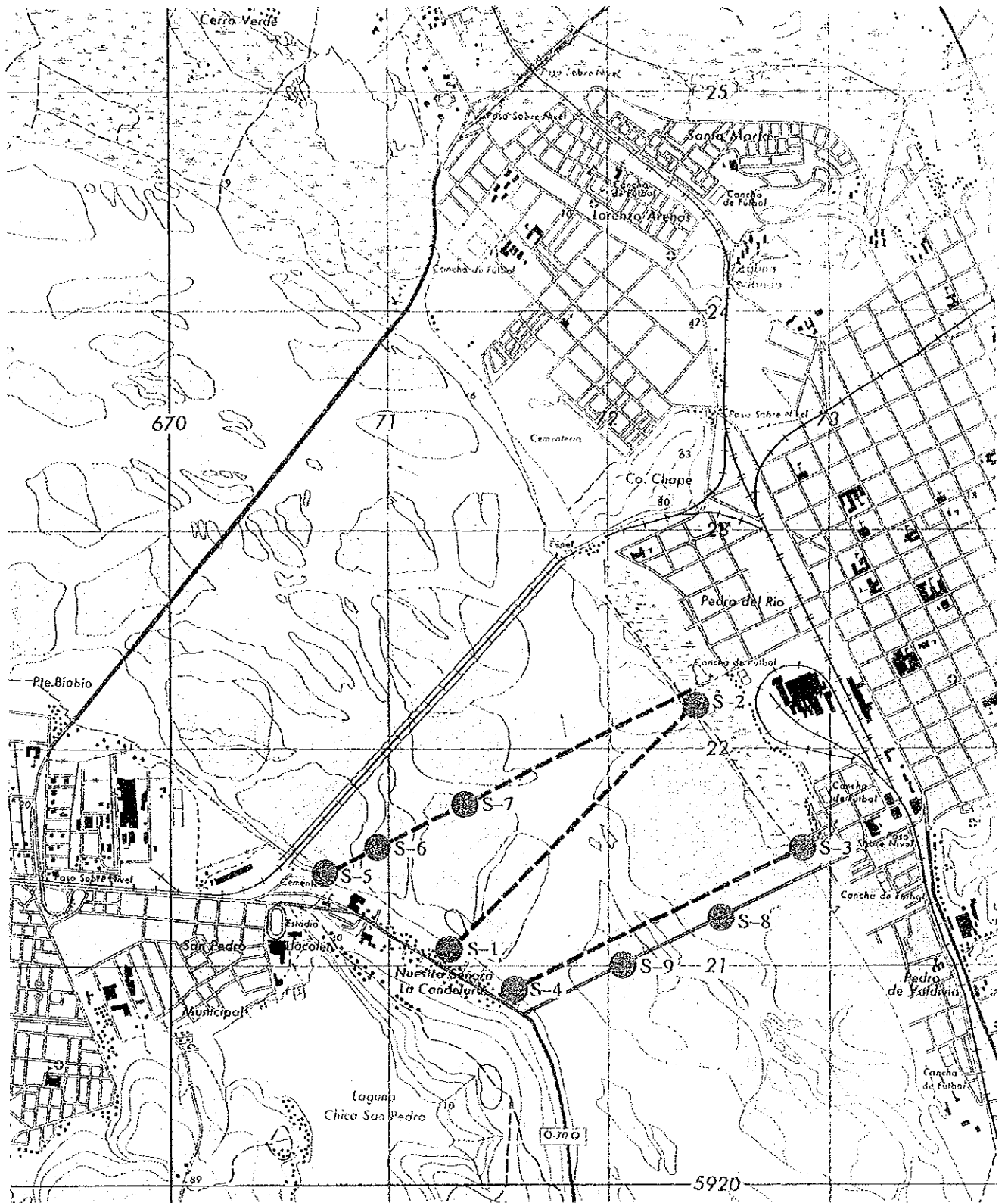


Figura 7-3 Mapa de Localización de la investigación de Suelo

7.6 Estudio topográfico

En el convenio entre el especialista (consultor) y JICA se tomaron las provisiones del caso para ejecutar ciertos estudios de topografía en el área del proyecto. El especialista, en consecuencia, hizo los arreglos con una firma local para realizar las investigaciones para reunir datos en la medida que fuesen necesarios para lograr los objetivos del estudio.

Los ítemes de trabajo específico bajo este programa incluyen lo siguiente:

(1) Nivelación

Determinación de bancos de cota fija temporales y nivelación de las siguientes calles:

| | |
|-------------------------|--------|
| Av. Pedro Aguirre Cerda | 1.5 km |
| Av. Esmeralda | 2.0 |
| Av. Chacabuco | 1.0 |
| Av. Los Carreras | 1.0 |
| Av. Arturo | 1.0 |
| Av. Costanera | 1.0 |

7.5 km

(2) Levantamiento planimétrico

El levantamiento planimétrico se hizo considerando un ancho de 50 metros a lo largo de las calles que se indican a continuación:

| | |
|-------------------------|--------|
| Av. Pedro Aguirre Cerda | 1.5 km |
| Av. Esmeralda | 2.0 |
| Av. Av. Chacabuco | 1.0 |
| Av. Los Carreras | 1.0 |

5.5 km

(3) Profundidad de agua y perfil del lecho

Medición de la profundidad del agua a intervalos de 300 mts a lo largo del puente y determinación de las cotas del nivel del lecho en cada cepa a ambos lados a todo lo largo del puente.

(4) Perfil longitudinal (Nivelación)

Se realizó una nivelación en cada cepa a ambos lados de la calzada y a todo lo largo del puente.

CAPÍTULO VIII PUENTES EN USO QUE CRUZAN EL RÍO BIOBIO

8.1 Puente Biobío Antiguo

Son muy pocos los datos disponibles en el MOP al respecto de este puente. El Equipo de Estudio revisó todo lo que había y, a lo más, se obtuvo la siguiente información:

El puente, (aproximadamente de 1.419m de longitud), fue construido en la década de los años 1930. El sistema estructural de la superestructura estaba constituido por vigas Fink y tablero, ambos de madera. Las cepas se sustentaban en pilotes de madera con cabezales de hormigón.

Se encontró un plano, sin fecha, que mostraba una construcción integrada de una cepa de hormigón hueca de tipo caja con pestaña inferior de la caja, actuando como cabezal de cepa sobre pilotes de madera y la pestaña superior actuando como la cubierta del puente. Juzgando por los resultados de las discusiones, parece que este plan nunca fue seguido.

Otro plano sin fechar que se cree fue preparado en 1955, muestra un piso de hormigón armado con una losa de 14 cm de espesor, sustentada por vigas de acero espaciadas a 1,8 m., con una carpeta de rodado de hormigón de 7 cm. de espesor y pasillos en ambos lados. Este arreglo, aún cuando refleja sustancialmente las condiciones reales presentes, no es exactamente correcto. En la actualidad las vigas están espaciadas a 1,9 m. y a 2,0 m. También existen dos pasillos. Esta construcción se realizó a principios de la década de los años 50 cuando la superestructura fue reconstruida usando vigas de acero estructural y el piso o cubierta fue reconstruido con hormigón armado.

Se cree que después de la conversión de la superestructura a hormigón sobre vigas de acero, los fustes de las cepas por el lado de Concepción fueron reforzados con un encamisado de hormigón según un plano sin fecha que también muestra dicho refuerzo. Se hincaron doce pilotes de tubos de acero en cada cepa, y se colocó un cabezal de hormigón armado, formando un protector perimétrico para las cepas existentes, del cual salían las cepas existentes y los soportes de los pilotes de madera. Adicionalmente, en el lado de San Pedro se efectuó el reemplazo de 37 cepas con pilotes vaciados in-situ; sin embargo, puesto que no se pudieron ubicar los registros oficiales de estos trabajos, el Equipo de Estudio no pudo precisar la fecha de su ejecución.

Otros datos básicos se encuentran en el reciente informe preparado por el Ministerio de Obras Públicas (MOP) y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) en marzo 1993. Este informe que contiene el "Programa de Rehabilitación y Conservación de Puentes en la República de Chile" abarca ciertos puentes específicos, incluyendo entre ellos el Puente Biobío Antiguo.

En ese estudio, se preparó un conjunto de planos denominados "Planos y Detalles del Estudio Especializado" que incluye detalles de la construcción del puente Biobío Antiguo. La información registrada ahí, es la única existente respecto a la historia de este puente y fue recopilada durante el transcurso de ese estudio.

Posteriormente y debido a los daños causado por las inundaciones de 1965, se realizaron trabajos de refuerzo en el puente. Estos trabajos incluyeron la construcción de una viga de acero de una luz de 45 m. en el lado de Concepción en reemplazo de tres tramos que fueron destruidos.

Durante varios años, se efectuaron los trabajos de mantenimiento periódico, además de continuas reparaciones; sin embargo, a pesar de todos estos esfuerzos debió restringirse la carga de tráfico, y permanece limitado, hasta hoy, a un máximo de 8 toneladas.

En la Figura 8-1 se muestra un corte transversal del Puente Biobío Antiguo, y en la Tabla 8-1 la hoja de inspección.

8.2 Puente Juan Pablo II y puente ferroviario

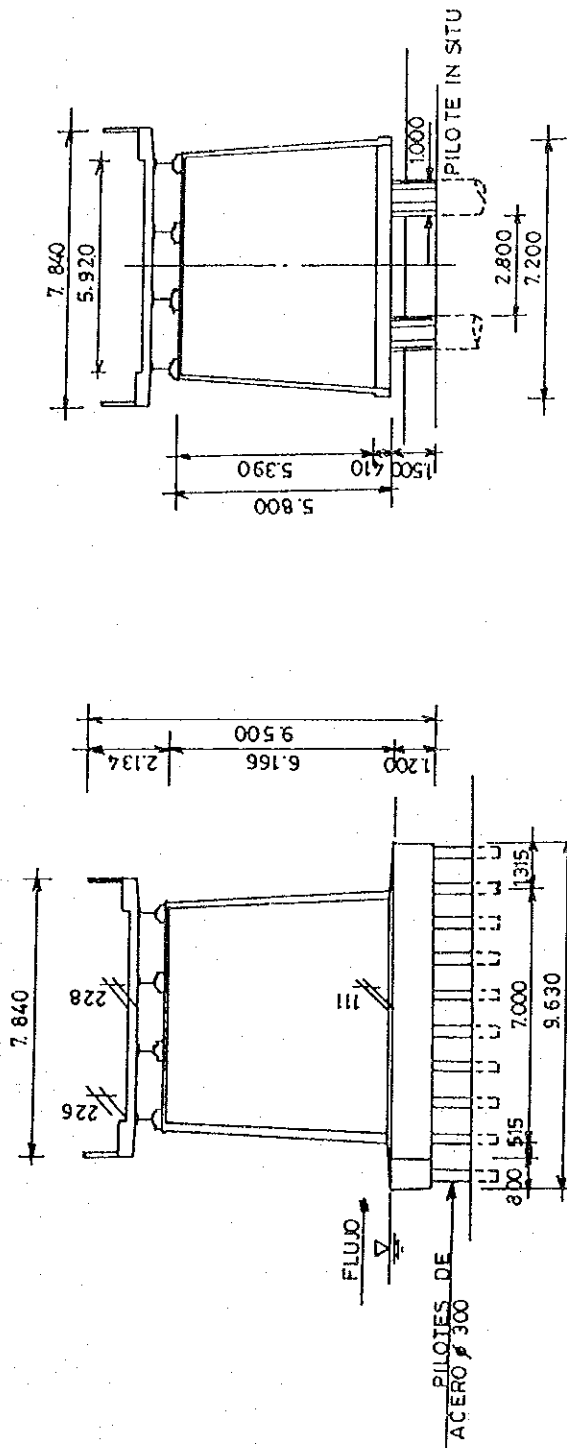
8.2.1 Puente Juan Pablo II

El puente Juan Pablo II (2.310 m de longitud) fue construido en el año 1960. Este puente utiliza tramos de 33 m. de luz, con vigas simplemente apoyadas tipo doble T de hormigón pretensado, y cepas con fundaciones de tubos especiales de gran tamaño (muros de hormigón). Al Equipo de Estudio no le fue posible conseguir planos de este puente en el MOP. Asimismo, no se tuvo disponibilidad de datos sobre estudios del suelo de fundación. El puente tiene una calzada de 6 pistas. No se observan diafragmas intermedios ni anclajes positivos entre tramos adyacentes para evitar que los tramos de vigas se desplomen durante un sismo mayor.

Se advirtió que uno de los métodos empleados para mantener una superficie de deslizamiento suave fue la aplicación de un tratamiento bituminoso para la superficie. Dicho tratamiento se colocó en 1992 y se cree que tales aplicaciones se han repetido como mantenimiento rutinario. El Equipo de Estudio llamó la atención al MOP para que controle la excesiva adición de la carga muerta del puente.

El MOP debería examinar los detalles de construcción del puente para determinar si es o no necesario reforzar la estructura contra la acción de terremotos.

En la Figura 8-2 se muestra el corte transversal del puente Juan Pablo II, y en la Tabla 8-2 la hoja de inspección.



CORTE CEPA N° 15-66

CORTE CEPA N 67-103

NOTA: EL AÑO 1955 SE REEMPLAZAN PILOTES DE MADERA
POR PILOTES DE ACERO

Figura 8-1 Secciones Transversales del Puente Biobío Antiguo

Tabla 8-1 Hoja de Inspección - Puente Biobío Antiguo

| NOMBRE DEL PUENTE | | KILOMETRO | | NOMBRE DE LA VIA | | PROVINCIA Y REGION | | CODIGO DEL PUENTE | | | | | |
|------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------|------------------------|-----------------------------------|---------------------------|-------------------|------------------------|---|-----------------------|---|-----------------|
| COMENTARIOS | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| 1. | PAVIMENTO | 1 | ALASEO | 2 | ENSURCADOS O CARREILES | 3 | FISURAMIENTO | 4 | ASENTAMIENTO | 5 | OTROS | | |
| 2. | BARANDAS | 1 | DEFORMACION | 2 | OXIDAMIENTO | 3 | CORROSION | 4 | FISURAMIENTO | 5 | ARMADURA ALAIRE | 6 | OTROS |
| 3. | JUNTAS O EXPANSION | 1 | SONIDOS EXTRANOS | 2 | FILTRACION DE AGUAS | 3 | DEFORMACION | 4 | MOVIMIENTOS VERTICALES | 5 | JUNTAS OBTURADAS | 6 | OTROS |
| 4. | LOSA | 1 | FISURAS EN UNA DIRECCION | 2 | FISURAMIENTO EN RED | 3 | DESCASCAMIENTO | 4 | ARMADURA ALAIRE | 5 | NIDOS DE PIEDRAS | 6 | EFLORES-CENCIAS |
| 5. | RIOSTRAS (PTEL. DE ACERO) | 1 | OXIDAMIENTO | 2 | CORROSION | 3 | DEFORMACION | 4 | ROTURA DE LAS UNIONES | 5 | ARRASTRAMIENTOS | 6 | OTROS |
| 6. | VIGA PRINCIPAL DE ACERO (EN CERCAS) | 1 | OXIDAMIENTO | 2 | CORROSION | 3 | DEFORMACION | 4 | PERDIDA DE PERNOS | 5 | FISURAS EN SOLADURAS | 6 | OTROS |
| 7. | RIOSTRAS (PTEL. CONCRETO) | 1 | FISURAS EN UNA DIRECCION | 2 | FISURAMIENTO EN RED | 3 | DESCASCAMIENTO | 4 | ARMADURA ALAIRE | 5 | NIDOS DE PIEDRAS | 6 | EFLORES-CENCIAS |
| 8. | VIGA PRINCIPAL DE CONCRETO | 1 | FISURAS EN UNA DIRECCION | 2 | FISURAMIENTO EN RED | 3 | DESCASCAMIENTO | 4 | ARMADURA ALAIRE | 5 | NIDOS DE PIEDRAS | 6 | EFLORES-CENCIAS |
| 9. | APOYOS | 1 | ROTURA DEL APOYO | 2 | ROTURA DE ACCESORIOS | 3 | SALIDA DE ANCLAJES | 4 | ROTURA DEL DISCO | 5 | DEFORMACIONES RARAS | 6 | OTROS |
| 10. | ESTRIBOS | 1 | GRIETAS O DESCASCAM. | 2 | FISURAS PARTIR APOYO | 3 | ROTURA DEL APOYO | 4 | INCLINACIONES | 5 | SOCAVACIONES | 6 | OTROS |
| 11. | CEPAS | 1 | GRIETAS O DESCASCAM. | 2 | FISURAS PARTIR APOYO | 3 | DEFORMACION DE CANTILEVER | 4 | INCLINACIONES | 5 | SOCAVACIONES | 6 | OTROS |
| 12. | PINTURA | 1 | DECOLORACION | 2 | OXIDAMIENTO | 3 | AMPOLLAMIENTO | 4 | DESCASCAM. | 5 | OTROS | | |
| 13. | ARTICULACIONES DE VIGAS GERBER | 1 | FISURAS EN UNA DIRECCION | 2 | FISURAMIENTO EN RED | 3 | AGRIETAMIENTO | 4 | ARMADURA ALAIRE | 5 | NIDOS DE PIEDRAS | 6 | EFLORES-CENCIAS |
| 14. | OTROS | 1 | DEBILITACION | 2 | DANOS POR TALUD | 3 | DANOS POR ESTRIBO | 4 | DANOS EN CABOVIGAS | 5 | SE EFECTUO REPARACION | | |
| COMENTARIOS ESPECIALES | | 1 EXISTIERON DEBILITACIONES | | | | 2 EXISTEN EMPRESTITOS DE MATERIAL | | | | | | | |
| | | a. SI b. NO c. NO SE SABE | | | | a. SI b. NO | | | | | | | |
| | | | | FECHA INSPECCION | | | | NOMBRE INSPECTOR | | | | | |
| | | | | | | | | FIRMA | | | | | |

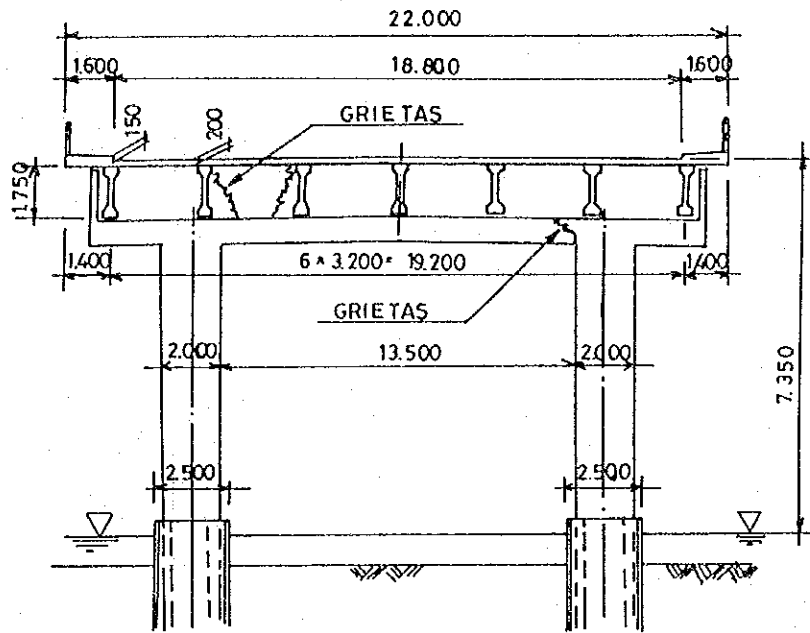


Figura 8-2 Sección Transversal del Puente Juan Pablo II

Tabla 8-2 Hoja de Inspección - Puente Juan Pablo II

| NOMBRE DEL PUENTE | | KILOMETRO | | NOMBRE DE LA VIA | | PROVINCIA Y REGION | | CODIGO DEL PUENTE | |
|------------------------|--------------------------------------|--|---|-----------------------------------|---|--------------------------|---|------------------------|------------------|
| COMENTARIOS | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| 1. | PAVIMENTO | ITEM EVALUACION | 1 | ALABEO | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| | | TIPO DE DAÑO O DETERIORO Y SU CANTIDAD | | | | | | | |
| | | 2 ENSURCAO O CARRILES | | 3 FISURAMIENTO | | 4 ASENTAMIENTO | | 5 OTROS | |
| 2. | BARANDAS | ITEM EVALUACION | 2 | DEFORMACION | 2 | 1 | 1 | 2 | 6 OTROS |
| | | TIPO DE DAÑO O DETERIORO Y SU CANTIDAD | | | | | | | |
| | | 3 FISURAMIENTO | | 4 CORROSION | | 5 FISURAMIENTO AL AIRE | | 6 OTROS | |
| 3. | JUNTAS DE EXPANSION | ITEM EVALUACION | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 6 OTROS |
| | | TIPO DE DAÑO O DETERIORO Y SU CANTIDAD | | | | | | | |
| | | 3 FISURAMIENTO | | 4 DEFORMACION | | 5 MOVIMIENTOS VERTICALES | | 6 OTROS | |
| 4. | LOSA | ITEM EVALUACION | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 6 EFLORESCENCIAS |
| | | TIPO DE DAÑO O DETERIORO Y SU CANTIDAD | | | | | | | |
| | | 3 FISURAMIENTO EN UNA DIRECCION | | 4 DESCASCARAMIENTO | | 5 ARMADURA AL AIRE | | 6 NIDOS DE PIEDRAS | |
| 5. | RIOSTAS (PTES. DE ACERO) | ITEM EVALUACION | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 6 OTROS |
| | | TIPO DE DAÑO O DETERIORO Y SU CANTIDAD | | | | | | | |
| | | 3 CORROSION | | 4 DEFORMACION | | 5 ROTURA DE LAS UNIONES | | 6 ARRIOSTRAMIENTOS | |
| 6. | VIGA PRINCIPAL DE ACERO (EN CERCHAS) | ITEM EVALUACION | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 6 OTROS |
| | | TIPO DE DAÑO O DETERIORO Y SU CANTIDAD | | | | | | | |
| | | 3 CORROSION | | 4 DEFORMACION | | 5 PERDIDA DE PERNOS | | 6 FISURAS EN SOLADURAS | |
| 7. | RIOSTRAS (PTES. CONCRETO) | ITEM EVALUACION | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 6 EFLORESCENCIAS |
| | | TIPO DE DAÑO O DETERIORO Y SU CANTIDAD | | | | | | | |
| | | 3 FISURAMIENTO EN UNA DIRECCION | | 4 DESCASCARAMIENTO | | 5 ARMADURA AL AIRE | | 6 NIDOS DE PIEDRAS | |
| 8. | VIGA PRINCIPAL DE CONCRETO | ITEM EVALUACION | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 6 EFLORESCENCIAS |
| | | TIPO DE DAÑO O DETERIORO Y SU CANTIDAD | | | | | | | |
| | | 3 FISURAMIENTO EN UNA DIRECCION | | 4 DESCASCARAMIENTO | | 5 ARMADURA AL AIRE | | 6 NIDOS DE PIEDRAS | |
| 9. | APOYOS | ITEM EVALUACION | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 OTROS |
| | | TIPO DE DAÑO O DETERIORO Y SU CANTIDAD | | | | | | | |
| | | 3 ROTURA DE ACCESORIOS | | 4 SALIDA DE ANCLAJES | | 5 ROTURA DEL DISCO | | 6 DEFORMACIONES RARAS | |
| 10. | ESTRIBOS | ITEM EVALUACION | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 OTROS |
| | | TIPO DE DAÑO O DETERIORO Y SU CANTIDAD | | | | | | | |
| | | 3 FISURAS A PARTIR DE APoyo | | 4 ROTURA DEL PARAPETO | | 5 INCLINACIONES | | 6 SOCAVACIONES | |
| 11. | CEPAS | ITEM EVALUACION | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 OTROS |
| | | TIPO DE DAÑO O DETERIORO Y SU CANTIDAD | | | | | | | |
| | | 3 GRIETAS O DESCASCARAM. PARTIR APoyo | | 4 DEFORM. DE CANTILEVER | | 5 INCLINACIONES | | 6 SOCAVACIONES | |
| 12. | PINTURA | ITEM EVALUACION | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 OTROS |
| | | TIPO DE DAÑO O DETERIORO Y SU CANTIDAD | | | | | | | |
| | | 3 DECOLORACION | | 4 OXIDAMIENTO | | 5 AMOLLAMIENTO | | 6 DESCASCARAM. OTROS | |
| 13. | ARTICULACIONES DE VIGAS GERBER | ITEM EVALUACION | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 EFLORESCENCIAS |
| | | TIPO DE DAÑO O DETERIORO Y SU CANTIDAD | | | | | | | |
| | | 3 FISURAS EN UNA DIRECCION | | 4 FISURAMIENTO EN RED | | 5 AGRIETAMIENTO | | 6 ARMADURA AL AIRE | |
| 14. | OTROS | ITEM EVALUACION | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 EFLORESCENCIAS |
| | | TIPO DE DAÑO O DETERIORO Y SU CANTIDAD | | | | | | | |
| | | 3 DERRUMBE TALUD | | 4 ESTRIBO | | 5 DANOS POR IMPACTO | | 6 CABOS EN VIGAS | |
| | | TIPO DE DAÑO O DETERIORO Y SU CANTIDAD | | | | | | | |
| | | 4 DANOS EN CABOS | | 5 REPARACION | | 6 REPARACION? | | 7 REPARACION? | |
| COMENTARIOS ESPECIALES | | 1 EXISTIERON DESBORDAMIENTOS | | 2 EXISTEN EMPRESTITOS DE MATERIAL | | 3 | | 4 | |
| | | a. SI b. NO | | a. SI b. NO | | a. SI b. NO | | a. SI b. NO | |
| | | c. NO SE USA | | c. NO SE USA | | c. NO SE USA | | c. NO SE USA | |
| | | FECHA INSPECCION | | NOMBRE INSPECTOR | | SITUACION DE EMERGENCIA | | FIRMA | |

8.2.2 Puente Ferroviario

Se dice que el puente ferroviario fue construido entre 1877-1890 utilizando cerchas de acero con fundaciones de pilotes de acero laminados. Tiene sesenta tramos de 30,103 m. y dos tramos de 32,314 m. en el lado de Concepción. Este puente aún está en servicio. Se dispuso de los planos originales. Parece que se han realizado algunas reparaciones especialmente mediante arriostramientos o reforzamiento adicional.

Se observó que, en algunos tramos, el alma de la viga de acero está seriamente corroída, y con huecos debido a este efecto.

Los funcionarios de ferrocarriles informaron al Equipo de Estudio que existían planes en curso para reparar el puente, por lo cual se deduce que se ha comprobado la viabilidad de tales reparaciones. No hay seguridad de cuanta corrosión proviene de la simple oxidación y cuanta puede atribuirse al aire salino. Parece que la corrosión por la salinidad del aire no es significativa.

En la Figura 8-3 se muestra un corte transversal del puente ferroviario, y en la Tabla 8-3 la hoja de inspección.

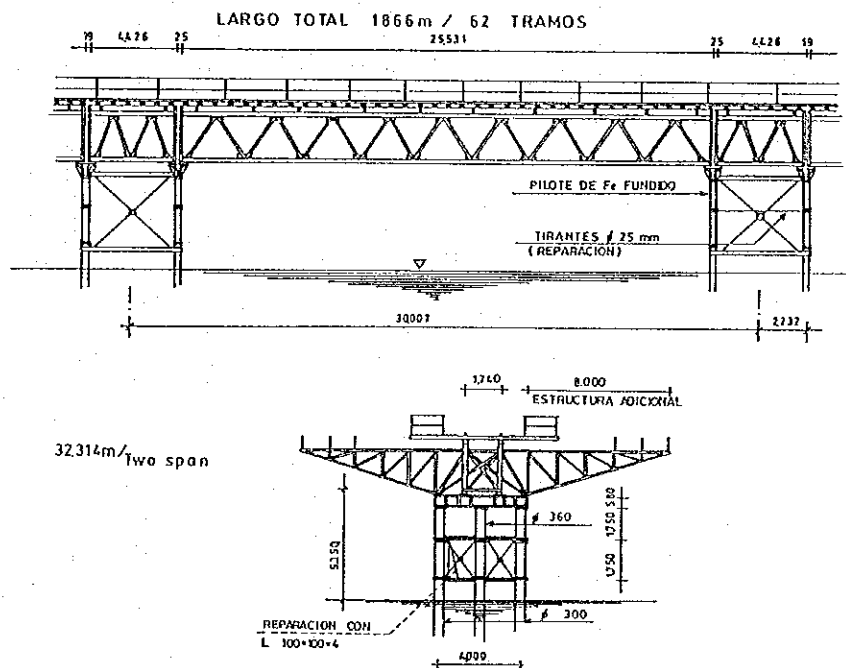


Figura 8-3 Perfil y Sección Transversal del Puente Ferroviario

Tabla 8-3 Hoja de Inspección - Puente Ferroviario

| | | | | | | |
|---|---|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|---|------------------|
| NOMBRE DEL PUENTE | KILOMETRO | NOMBRE DE LA VIA | PROVINCIA Y REGION | CODIGO DEL PUENTE | | |
| COMENTARIOS | | | | | | |
| | | | | | | |
| TIPO DE DAÑO O DETERIORO Y SU CANTIDAD | | | | | | |
| 1. PAVIMENTO | 1 ALABEO | 2 ENSURCADO O CARRILES | 3 FISURAMIENTO | 4 ASENTAMIENTO | 5 OTROS | |
| 2. BARANDAS | 1 DEFORMACION | 2 OXIDAMIENTO | 3 CORROSION | 4 FISURAMIENTO | 5 ARMADURA AL AIRE | 6 OTROS |
| 3. JUNTAS DE EXPANSION | 1 SONIDOS EXTRANOS | 2 FILTRACION DE AGUAS | 3 DEFORMACION | 4 MOVIMIENTOS VERTICALES | 5 JUNTAS OBSTRUIDAS | 6 OTROS |
| 4. LOSA | 1 FISURAS EN UNA DIRECCION | 2 FISURAMIENTO EN RED | 3 DESCASCARAMIENTO | 4 ARMADURA AL AIRE | 5 NIDOS DE PIEDRAS | 6 EFLORESCENCIAS |
| 5. RIOSTRAS (PTES. DE ACERO) | 1 OXIDAMIENTO | 2 CORROSION | 3 DEFORMACION | 4 ROTURA DE LAS UNIONES | 5 ROTURA DE ARMOSTRUMENTOS | 6 OTROS |
| 6. VIGA PRINCIPAL DE ACERO (ENCENAS) | 1 OXIDAMIENTO | 2 CORROSION | 3 DEFORMACION | 4 PERDIDA DE PERNOS | 5 FISURAS EN SOLADURAS | 6 OTROS |
| 7. RIOSTRAS (PTES. CONCRETO) | 1 FISURAS EN UNA DIRECCION | 2 FISURAMIENTO EN RED | 3 DESCASCARAMIENTO | 4 ARMADURA AL AIRE | 5 NIDOS DE PIEDRAS | 6 EFLORESCENCIAS |
| 8. VIGA PRINCIPAL DE CONCRETO | 1 FISURAS EN UNA DIRECCION | 2 FISURAMIENTO EN RED | 3 DESCASCARAMIENTO | 4 ARMADURA AL AIRE | 5 NIDOS DE PIEDRAS | 6 EFLORESCENCIAS |
| 9. APOYOS | 1 ROTURA DEL APOYO | 2 ROTURA DE ACCESORIOS | 3 SALIDA DE ANCLAJES | 4 ROTURA DEL DISCO | 5 DEFORMACIONES RARAS | 6 OTROS |
| 10. ESTRIBOS | 1 GRIETAS O DESCASCARAM. | 2 FISURAS A PARTIR APOYO | 3 ROTURA DEL PARAPETO | 4 INCLINACIONES | 5 SOCAVACIONES | 6 OTROS |
| 11. CEPAS | 1 GRIETAS O DESCASCARAM. | 2 FISURAS A PARTIR APOYO | 3 DEFORMACION CANTILEVER | 4 INCLINACIONES | 5 SOCAVACIONES | 6 OTROS |
| 12. PINTURA | 1 DECOLORACION | 2 OXIDAMIENTO | 3 AMPOLLAMIENTO | 4 DESCASCARAM. | 5 OTROS | |
| 13. ARTICULACIONES DE VIGAS GERBER | 1 FISURAS EN UNA DIRECCION | 2 FISURAMIENTO EN RED | 3 AGRIETAMIENTO | 4 ARMADURA AL AIRE | 5 NIDOS DE PIEDRAS | 6 EFLORESCENCIAS |
| 14. OTROS | 1 DERRUMBES TALUD | 2 ESTRIBO IMPACTO | 3 DANOS EN ROCAS CABO VIGAS | 4 SE EFECTUO REPARACION? | | |
| COMENTARIOS ESPECIALES | 1 EXISTIERON DESBORDAMIENTOS 3. SI 5. NO c. NO SE SABE | | | | 2 EXISTEN EMPRESTITOS DE MATERIAL a. SI b. NO | |
| FECHA INSPECCION | | | NOMBRE INSPECTOR | | FIRMA | |