

ANEXO

**ESTUDIO DEMANDA
PLAN REGULADOR DE CONCEPCION**

CEC LTDA.

SEPTIEMBRE 1997

1.- ESTUDIO DE DEMANDA, PLAN REGULADOR DE CONCEPCION

1.1 Enfoque Metodológico

Dentro del contexto de la verificación de capacidades viales asociadas al nuevo plan regulador para la comuna de Concepción, se considera el desarrollo de un estudio de demanda de viajes, asociados al escenario de desarrollo urbano que prevee el citado plan regulador. El escenario en cuestión, considera fundamentalmente proyecciones de población, diferenciadas, para los distintos sectores de la comuna.

De esta forma, el presente capítulo parte caracterizando la demanda actual de viajes por medio de las matrices origen / destino de la situación actual, correspondiente a los períodos punta de la mañana y fuera de punta. Ellas fueron calculadas en la etapa de calibración del modelo de asignación de viajes, ya reportado en informes anteriores.

Posteriormente se analizan los pronósticos de crecimiento y localización de la población según el nuevo plan regulador.

A modo de relacionar población con producción de viajes vehiculares, se efectúa un cálculo de las elasticidades respectivas, para posteriormente proceder a calcular las matrices de viajes esperadas, considerando un corte temporal al año 10 (año 2006).

1.2 Demanda Actual

La demanda actual de viajes se sustenta en las matrices estimadas a nivel del proceso de calibración del modelo de asignación de viajes, ya reportado en informes anteriores.

A este respecto, lo único que cabe señalar en esta etapa, es que la matriz a priori considerada, corresponde a la obtenida por la EOD del Gran Concepción, año 1989, la cual se generó a través de encuesta a hogares. Ella fue actualizada al año 1996 mediante la utilización de conteos vehiculares y la aplicación del método de máxima entropía.

A modo de partir el análisis sobre datos sustentables, en las páginas siguientes se presentan las matrices correspondientes al período punta de la mañana y fuera de punta, las cuales consideran la zonificación definida por la mencionada EOD del año 1989.

pendiente combinatoria

1.3 Pronósticos del Plan Regulador

El objetivo de esta actividad consiste, básicamente, en encontrar las tasas de crecimiento de la población que prevé el Plan Regulador de Concepción, para las distintas zonas definidas en la EOD del Gran Concepción. Para lo anterior se contó con información referida a las proyecciones poblacionales de las zonas definidas en el Plan Regulador de Concepción, para la comuna del mismo nombre.

Debido fundamentalmente a que la zonificación del Plan Regulador (figura N° 1.1) está basada en características referidas al uso del suelo, es que no coincide con la definida para la EOD (figura N° 1.2) y adoptada para efectos del estudio de demanda.

Lo anterior muestra la necesidad de superponer ambas zonificaciones (figura N° 1.3) e identificar, para cada zona de la EOD, las zonas en el Plan regulador que aportan a esta.

Es así como encontramos casos en los que, por ejemplo, ambas zonificaciones coinciden (zonas 3401 y 3101 en la EOD). Sin embargo, en la mayoría de los casos se tuvo que desagregar la zonificación del Plan Regulador. Esta desagregación supone que la densidad poblacional de cada zona es homogénea, por lo que los aportes a las distintas zonas de la EOD fueron referidos al porcentaje de la superficie en que coincidían.

Como resultado del proceso antes descrito se entrega a continuación, en el cuadro N° 1.1, el resumen de la información ya mencionada en lo referente a las poblaciones de la zonificación EOD para los años 1997 y 2006 con las respectivas tasas de crecimiento anual.

CUADRO N° 1.1
ESTUDIO "PLAN REGULADOR DE CONCEPCION"
POBLACIONES Y TASAS DE CRECIMIENTO ANUAL ESPERADAS (1997-2006)

ZONA	POBLACION		TASA
	AÑO 1997 [HAB]	AÑO 2006 [HAB]	
3101	3124	3630	1.7%
3102	1264	1388	1.0%
3103	2743	3707	3.4%
3104	2019	6678	14.2%
3105	3524	3999	1.4%
3106	3381	4329	2.8%
3107	1702	2102	2.4%
3108	1598	1917	2.0%
3109	829	2480	13.0%
3110	552	1654	13.0%
3111	1243	1742	3.8%
3112	1243	1742	3.8%
3113	1243	1742	3.8%
3114	946	5276	21.0%
3201	1284	1906	4.5%
3202	1284	1906	4.5%
3203	1000	1517	4.7%
3204	1339	1860	3.7%
3205	1146	1371	2.0%
3206	1146	1371	2.0%
3207	860	1028	2.0%
3208	1204	1440	2.0%
3301	1767	3546	8.0%
3302	1140	1997	6.4%
3303	1941	2599	3.3%
3304	1112	1606	4.2%
3305	1647	2062	2.5%
3306	1278	2219	6.3%
3307	2020	2709	3.3%
3308	2261	2813	2.5%
3309	586	936	5.3%
3310	435	593	3.5%
3311	532	724	3.5%
3312	1365	1765	2.9%
3401	1633	1789	1.0%
3402	416	748	6.7%
3403	623	1122	6.7%
Total	53429	82009	4.88%
Tasa Media Ponderada			4.20%

Fuente: Elaboración Propia.

*no pudo a las
densidad proyectada
mismo Plan Regulador
mismo Plan Regulador
(no es funcional)*

Se observa que las mayores tasas se presentan en las zonas de la periferia de la comuna (zonas 3114, 3104, 3109, 3110 y 3301), lo anterior debido fundamentalmente al menor nivel de consolidación que presentan estas zonas, con respecto a las pertenecientes al centro de la comuna.

Sin embargo, dado que la población reportada para el corte temporal obedece a densidades deseadas, y en atención a los crecimientos históricos observados, se ha considerado razonable absorber dicho crecimiento en un plazo de veinte años.

Finalmente, para las zonas definidas en el resto de la comunas se adoptó como tasa de crecimiento de la población, la tasa media ponderada de las zonas definidas en la comuna de Concepción.

1.4 Cálculo de Elasticidades

De acuerdo a lo expuesto en el punto enfoque metodológico, a modo de relacionar población con producción de viajes de vehículos, se ha de recurrir a la elasticidad población-flujo vehicular, la cual sólo es posible de calcularse mediante la formulación de modelos de demanda directa que permiten su determinación mediante un análisis egonométrico.

De esta forma, en primera instancia se presentan los antecedentes de que se dispone, luego se plantean los modelos de demanda directa y por último se analizan los resultados obtenidos.

1.4.1 Antecedentes

- Tránsito Histórico

En cuanto al flujo vehicular, la única información histórica disponible se refiere a los censos de TMDA (tránsito medio diario anual) efectuados por el Departamento de Censos y Pesajes del Ministerio de Obras Públicas.

Los puntos de control considerados son el 42 (43) correspondiente a Cosmito ubicado en el camino Concepción - Tomé y el 48 (49) correspondiente al camino Concepción - Bulnes. Ambos puntos de control se ubican a la salida de la ciudad de Concepción.

Se dispone de información reportada en las publicaciones del Plan Nacional de Censos entre los años 1980 y 1994. Dicha información es reportada cada dos años.

En los cuadros N° 1.2 y N° 1.3, se presenta la información de TMDA según categoría vehicular y época estacional del año (verano, invierno y primavera), para los puntos de control 42 (43) y 48 (49), respectivamente.

CUADRO N° 1.2
 ESTUDIO "PLAN REGULADOR DE CONCEPCION"
 MEDICIONES DE TRANSITO DEL PLAN NACIONAL DE CENSOS
 PUNTO DE CONTROL 42 (43)
 CAMINO CONCEPCION - TOME
 TRANSITO DE/A: DIRECTO

AÑO	EPOCA DEL AÑO	VEHÍCULOS LIVIANOS	CAMIONES DE DOS EJES	CAMIONES DE MÁS DE 2 EJES			BUSES Y TAXIBUSES
				SIN REMOLQUE	CON SEMI REMOLQUE	CON REMOLQUE	
1980	Verano	2561	347	136	113	119	1022
	Invierno	Mal	Censado				
	Primavera	2261	286	112	131	139	1041
1982	Verano	4309	291	114	109	115	1100
	Invierno	3268	218	86	54	58	1162
	Primavera	6580	335	131	174	184	2084
1984	Verano	5066	523	206	294	312	1338
	Invierno	3842	501	197	307	327	1689
	Primavera	3191	340	134	140	149	1029
1986	Verano	4037	286	112	159	168	1251
	Invierno	2823	223	87	131	140	1109
	Primavera	3169	256	101	118	126	1333
1988	Verano	4111	586	386	186	223	1636
	Invierno	3103	576	436	155	253	1242
	Primavera	4921	494	211	144	565	1462
1990	Verano	5623	1125	209	386	112	1705
	Invierno	3224	512	242	418	92	1449
	Primavera	4166	677	203	426	172	1991
1992	Verano	Mal	Censado				
	Invierno	4644	868	219	285	676	1509
	Primavera	Mal	Censado				
1994	Verano	7434	1100	399	200	451	2425
	Invierno	Mal	Censado				
	Primavera	Mal	Censado				

Fuente: Plan Nacional de Censos (MOP).

CUADRO N° 1.3
 ESTUDIO "PLAN REGULADOR DE CONCEPCION"
 MEDICIONES DE TRANSITO DEL PLAN NACIONAL DE CENSOS
 PUNTO DE CONTROL 48 (49)
 CAMINO CONCEPCION - BULNES
 TRANSITO DE/A: CONCEPCION (CHAIMAVIDA)

AÑO	EPOCA DEL AÑO	VEHÍCULOS LIVIANOS	CAMIONES DE DOS EJES	CAMIONES DE MÁS DE 2 EJES			BUSES Y TAXIBUSES
				SIN REMOLQUE	CON SEMI REMOLQUE	CON REMOLQUE	
1980	Verano	2477	656	177	304	295	469
	Invierno	850	303	82	90	87	142
	Primavera	2025	571	153	308	298	374
1982	Verano	3415	581	156	242	234	495
	Invierno	1673	400	108	226	218	319
	Primavera	1286	339	91	237	229	314
1984	Verano	Mal	Censado				
	Invierno	1294	337	91	394	381	328
	Primavera	1257	375	101	380	369	309
1986	Verano	2790	511	137	531	514	532
	Invierno	Mal	Censado				
	Primavera	1343	427	115	431	417	334
1988	Verano	2445	716	166	839	209	380
	Invierno	Mal	Censado				
	Primavera	1651	616	346	117	1092	338
1990	Verano	3727	1080	298	1124	373	581
	Invierno	2204	622	139	1122	234	414
	Primavera	1966	750	130	1410	244	466
1992	Verano	3940	842	134	1651	291	564
	Invierno	2359	569	139	374	1522	478
	Primavera	Mal	Censado				
1994	Verano	4153	690	148	495	1343	541
	Invierno	2545	500	227	467	1420	488
	Primavera	2058	381	80	194	667	348

Fuente: Plan Nacional de Censos (MOP).

Se descartó la información correspondiente al verano de 1984, invierno de 1986, invierno de 1988 y primavera de 1994. En el cuadro N° 1.4 se presenta un resumen a nivel anual de la información anteriormente presentada.

CUADRO N° 1.4
ESTUDIO "PLAN REGULADOR DE CONCEPCION"
TMDA POR TIPO DE VEHICULO

AÑO	VEHÍCULOS LIVIANOS		CAMIONES DE DOS EJES		CAMIONES MÁS DE DOS EJES		BUSES Y TAXIBUSES	
	PTO. 42	PTO. 48	PTO. 42	PTO. 48	PTO. 42	PTO. 48	PTO. 42	PTO. 48
1980	2411	1784	317	510	375	598	1032	328
1982	4719	2125	281	440	342	580	1449	376
1984	4033	1276	455	356	689	858	1352	319
1986	3343	2067	255	469	381	1073	1231	433
1988	4045	2048	552	666	853	1385	1447	359
1990	4338	2632	771	817	753	1691	1715	487
1992	4644	3150	868	706	1180	2056	1509	521
1994	7434	2919	1100	524	1050	1680	2425	459

Fuente: Elaboración Propia a partir de antecedentes del Plan Nacional de Censos (MOP).

Población

Para efectos de determinar la población, se recurrió a las series estadísticas que posee el INE, las cuales obedecen a los censos efectuados los años 1970, 1982 y 1992.

En el cuadro N° 1.5, adjunto se indica la población para los años 1970, 1982 y 1992, para la Región del Bío-Bío, Provincia de Concepción y Comunas de Concepción, Talcahuano, Penco y Tomé.

CUADRO N° 1.5
ESTUDIO *PLAN REGULADOR DE CONCEPCION*
POBLACION SEGUN CENSOS NACIONALES DE 1970, 1982 Y 1992

AÑO	REGIÓN DEL BÍO-BÍO	PROVINCIA CONCEPCIÓN	COMUNA DE CONCEPCIÓN	COMUNA DE TALCAHUANO	COMUNA DE PENCO	COMUNA DE TOMÉ
1970	1253865	581046	217819	150030	28245	43723
1982	1518888	717267	272679	207219	33360	47716
1992	1734305	841445	331027	248543	40359	49284

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas.

FORMATO

1.4.2 Formulación de Modelos de Demanda Directa

- Metodología

Dada la información reportada en los puntos anteriores, se ha estimado que lo más adecuado para determinar tasas es recurrir a la calibración de un modelo econométrico, que explique la evolución del fenómeno.

De esta forma, se ha planteado una función $Y_i = f(X_i)$ del tipo exponencial, que permite determinar la tasa de aumento geométrico de la variable Y_i respecto de la variable explicativa X_i , que tendría la forma funcional:

$$Y_i = A_i \cdot B_i^{X_i} \quad (1)$$

función que es susceptible de ser linealizada de la siguiente forma:

$$\ln Y_i = \ln A_i + X_i \cdot \ln B_i \quad (2)$$

En la función anterior, B_i representa el incremento que se desea conocer y por lo tanto la tasa de aumento de la variable Y_i . Si la variable independiente es tiempo, la tasa de aumento así obtenida resulta ser la tasa de crecimiento de la variable Y_i , dada por la siguiente relación:

$$r_{Y_i} = (B_i - 1) \cdot 100 (\%) \quad (3)$$

A modo de relacionar en forma directa la variable Y_i con otras variables Z_i que explican el fenómeno, se ha postulado una relación de tipo potencial que tiene como propiedad el presentar una elasticidad constante:

$$Y_i = C_i \cdot Z_i^{D_i} \quad (4)$$

cuya linealización daría una función del siguiente tipo:

$$\ln Y_i = \ln C_i + D_i \cdot \ln Z_i \quad (5)$$

en que su elasticidad estaría dada por:

$$e_{Y_i-Z_i} = \frac{\Delta Y_i / \Delta Z_i}{Y_i / Z_i} = D_i \quad (6)$$

De esta forma, reacomodando los términos anteriores, se tendría que:

$$r_{Y_i} = e_{Y_i-Z_i} \cdot r_{Z_i} \quad (7)$$

- r_{Y_i} : tasa de crecimiento de Y_i
 r_{Z_i} : tasa de crecimiento de Z_i
 $e_{Y_i-Z_i}$: elasticidad de Y_i con respecto a Z_i

Lo anterior da lugar al cálculo de tasas de crecimiento de Y_i , derivadas de otras variables que pueden presentar un mejor comportamiento y por tanto una mayor confiabilidad al momento de proyectarlas.

1.4.3 Resultados Obtenidos

La metodología anteriormente descrita se aplica a las series de tiempo presentadas en los cuadros N° 1.6 y N° 1.7. En el cuadro N° 1.8 se muestran las variables explicadas (TMDA), en las regresiones se utilizará el TMDA promedio de ambos puntos de control. Análogamente, en el cuadro N° 1.9 se presenta un resumen de las variables explicativas. Se aprecia que se optó por considerar a la población sólo de la Provincia de Concepción.

CUADRO N° 1.6
ESTUDIO "PLAN REGULADOR DE CONCEPCION"
RESUMEN DE VARIABLES EXPLICADAS (TMDA)

AÑO	VEHÍCULOS LIVIANOS			CAMIONES DE 2 EJES			CAMIONES + DE 2 EJES			BUSES Y TAXIBUSES		
	PTO.42	PTO.48	PROM.	PTO.42	PTO.48	PROM.	PTO.42	PTO.48	PROM.	PTO.42	PTO.48	PROM.
1980	2411	1784	2098	317	510	414	375	598	487	1032	328	680
1981	3116	1657	2387	278	448	363	379	639	509	1148	337	743
1982	4719	2125	3422	281	440	361	342	580	461	1449	376	913
1983	3436	1814	2625	339	477	408	451	772	612	1248	358	803
1984	4033	1276	2655	455	356	406	689	858	774	1352	319	836
1985	3789	1985	2887	414	509	462	535	932	734	1358	381	870
1986	3343	2067	2705	255	469	362	381	1073	727	1231	433	832
1987	4178	2172	3175	505	543	524	636	1126	881	1477	404	941
1988	4045	2048	3047	552	666	609	853	1385	1119	1447	359	903
1989	4608	2377	3493	616	579	598	756	1360	1058	1606	429	1018
1990	4338	2632	3485	771	817	794	753	1691	1222	1715	487	1101
1991	5081	2602	3842	751	617	684	898	1642	1270	1747	456	1102
1992	4644	3150	3897	868	706	787	1180	2056	1618	1509	521	1015
1993	5602	2847	4225	916	658	787	1067	1983	1525	1900	484	1192
1994	7434	2919	5177	1100	524	812	1050	1680	1365	2425	459	1442

Fuente: Elaboración Propia a partir de antecedentes del Plan Nacional de Censos (MOP).

CUADRO N° 1.7
ESTUDIO "PLAN REGULADOR DE CONCEPCION"
RESUMEN DE VARIABLES EXPLICATIVAS

AÑO	POBLACION PROVINCIA DE CONCEPCION
	HISTORICA
1980	689522
1981	701243
1982	717267
1983	725285
1984	737613
1985	750151
1986	762902
1987	775870
1988	789058
1989	802471
1990	816111
1991	829983
1992	841445
1993	858439
1994	873031

Fuente: Elaboración Propia a partir de antecedentes del Plan Nacional de Censos (MOP).

Para efectos del cálculo de elasticidades entre tipo de vehículo y la variable explicativa población, se ha recurrido a una calibración de la relación (5) mediante mínimos cuadrados, cuyos resultados y coeficientes de correlación se presentan en el cuadro N° 1.9.

CUADRO N° 1.9
ESTUDIO "PLAN REGULADOR DE CONCEPCION"
ELASTICIDADES TIPO DE VEHICULO V/S VARIABLE EXPLICATIVA

TIPO DE VEHICULO	VAR. EXPLICATIVA	ELASTICIDAD	R-CUADRADO
VL	POBL. HIST.	2.85	0.82
C2E	POBL. HIST.	3.92	0.85
C+2E	POBL. HIST.	5.44	0.93
BUSES	POBL. HIST.	2.39	0.85

Fuente: Elaboración Propia.

A partir de las tasas históricas de crecimiento de las variables explicativas, mediante la relación (7), se calculan las tasas de crecimiento derivadas para cada flujo vehicular.

1.5 Estimación de la Matrices Origen-Destino

El objetivo de esta actividad consiste en encontrar las matrices de viajes en vehículos livianos más probables para los períodos punta mañana y fuera de punta en el corte temporal ya definido. Para lo anterior se cuenta con las tasas de crecimiento de la población por zona y la elasticidad de los flujos con respecto a la población histórica.

Cabe hacer notar que, de las elasticidades calculadas en punto anterior, es requerida sólo la que corresponde a los vehículos livianos para la obtención las matrices de este tipo de vehículo en el corte temporal.

Con todo, y suponiendo que el aumento de la población da cuenta del aumento en la generación de viajes, es posible estimar la tasa de crecimiento del total de viajes generados por zona a partir de la multiplicación de la elasticidad flujo-población y la tasa de crecimiento poblacional de la zona, mostrada en la relación (7).

A continuación, y como resultado del proceso antes descrito se presenta el resumen con las tasas de crecimiento poblacional finalmente adoptadas y las tasas de crecimiento del total de viajes generados por cada zona.

ZONA	TASA CRECIMIENTO POBLACION	TASA CRECIMIENTO GENERACION DE VIAJES
3101	0.84%	2.40%
3102	0.52%	1.48%
3103	1.70%	4.85%
3104	7.11%	20.26%
3105	0.71%	2.02%
3106	1.39%	3.97%
3107	1.19%	3.38%
3108	1.02%	2.92%
3109	6.48%	18.46%
3110	6.48%	18.46%
3111	1.91%	5.44%
3112	1.91%	5.44%
3113	1.91%	5.44%
3114	10.52%	29.99%
3201	2.24%	6.39%
3202	2.24%	6.39%
3203	2.37%	6.75%
3204	1.86%	5.30%
3205	1.00%	2.86%
3206	1.00%	2.86%
3207	1.00%	2.86%
3208	1.00%	2.86%
3301	4.02%	11.47%
3302	3.21%	9.15%
3303	1.65%	4.70%
3304	2.09%	5.94%
3305	1.26%	3.60%
3306	3.16%	9.01%
3307	1.66%	4.72%
3308	1.23%	3.50%
3309	2.67%	7.61%
3310	1.75%	4.98%
3311	1.75%	4.98%
3312	1.45%	4.13%
3401	0.51%	1.45%
3402	3.37%	9.62%
3403	3.37%	9.62%
Resto	2.10%	5.99%

Fuente: Elaboración Propia.

Una vez conocidas las tasas de crecimiento de los totales de viajes generados para cada una de la zonas, es posible la estimación de estos totales para cada período en el corte temporal.

El paso siguiente corresponde a la expansión de las matrices actuales, de forma tal que se satisfaga, para cada zona, la cantidad esperada de viajes totales generados. Este procedimiento supuso la mantención de los porcentajes de atracción en los destinos para cada una de las zonas de origen, dicho de otra forma, la estructura de los destinos para cada zona origen se mantuvo constante:

$$\frac{V_{ij}^{1997}}{O_i^{1997}} = \frac{V_{ij}^{2006}}{O_i^{2006}} \quad \forall i,j = 1 \dots n \quad (8)$$

De esta forma la obtención de la matriz expandida se logró a través de la amplificación de cada una de las filas de la matriz correspondiente a la situación actual, por la tasa de crecimiento esperada del total de viajes generados al año 2006 de la zona origen.

El resultado final del proceso de expansión, con las matrices esperadas para los períodos punta mañana y fuera de punta en el año 2006 son presentadas en el anexo A.1.