
V IMPLEMENTACIÓN MODELO STGO-EMME/2 PARA LA RED PIE ANDINO, SITUACIÓN ACTUAL

V.1 RESULTADOS ESCENARIO URBANO 2002

En este capítulo se presentan algunos resultados relevantes para el estudio, extraídos de la simulación del sistema de transporte urbano de Santiago, la que fue realizada mediante el uso del modelo Stgo-EMME/2. La idea es tener una visión de cómo opera el sistema, principalmente en el área directa de estudio, vale decir, el sector Pie Andino. Estos resultados permiten dar luces acerca de los modos de transporte utilizados, los principales destinos de viaje, los niveles de operación de los ejes involucrados en la red de vías, los mayores puntos de conflicto en la red, y las externalidades que afectan a los usuarios de del sistema, tales como consumo de recursos y niveles de emisión de contaminantes.

V.1.1 DEMANDA DE VIAJES

En la Tabla N° V.36 se observa la partición modal global resultante de la simulación del sistema, la que es representativa de todos los viajes que se realizan en Santiago en una hora, en el período *punta mañana*. Estos datos son comparados con los resultados que se obtuvieron en el estudio Sur-Poniente, y en la corrida de referencia Etraus, ambos representativos del año corte temporal 2001.

Se observa un aumento global de 100.000 viajes entre ambos cortes temporales, y los modos que absorben mayor impactos son el bus (55.000 viajes), Auto acompañante (28.000 viajes) y Caminata (11.000 viajes). Sin embargo los porcentajes asignados a cada modo, en el modelo 2002, se mantienen semejantes a los entregados por los escenarios 2001, produciéndose por ejemplo, una leve disminución en el modo autochofer (de 22.51% a 20.94%). En la Tabla N° V.37 se presenta la partición modal global desagregada por propósito de viaje.

Tabla N° V.36
Partición Modal Global, Comparación de Escenarios

MODO	VIAJES					
	Stgo 2002		Stgo 2001		Etraus 2001	
	Total	%	Total	%	Total	%
Caminata	166267	11.55	155455	11.61	144585	10.80
Autochofer	301602	20.94	301280	22.51	300099	22.42
Auto acompañante	234811	16.31	206145	15.40	204520	15.28
Taxi	7068	0.49	6454	0.48	6035	0.45
Taxi colectivo	22942	1.59	20471	1.53	15444	1.15
Bus	615384	42.73	560743	41.89	575991	43.02
Metro	50028	3.47	47660	3.56	53852	4.02
Bus - Metro	24694	1.71	23584	1.76	25154	1.88
Taxi col - Metro	11099	0.77	10241	0.77	9201	0.69
Auto chofer - Metro	1382	0.10	1511	0.11	874	0.07
Auto acomp - Metro	4724	0.33	5131	0.38	3034	0.23
TOTAL	1440001		1338675		1338789	

Tabla N° V.37
Partición Modal Global, por Propósito de Viaje

MODO	Trabajo		Estudio		Otros		Total
	Total	%	Total	%	Total	%	
Caminata	62275	7.74	88471	16.21	15521	17.37	166267
Autochofer	247957	30.81	23425	4.29	30221	33.83	301602
Auto acompañante	53767	6.68	177623	32.55	3422	3.83	234812
Taxi	3821	0.47	1025	0.19	2223	2.49	7068
Taxi colectivo	16111	2.00	4180	0.77	2651	2.97	22942
Bus	368762	45.81	214778	39.36	31844	35.64	615384
Metro	25891	3.22	22635	4.15	1502	1.68	50028
Bus – Metro	14439	1.79	8894	1.63	1361	1.52	24694
Taxi col - Metro	7873	0.98	2663	0.49	563	0.63	11099
Auto chofer - Metro	1372	0.17	10	0.00	0	0.00	1382
Auto acomp - Metro	2657	0.33	2031	0.37	36	0.04	4724
TOTAL	804924		545735		89342.7		1440001

En la Tabla N° V.38 se observa la partición modal obtenida para zonas específicas del corredor Pie Andino. Se destaca en los resultados una relación lógica entre estrato de ingreso de la zona – modos utilizados.

Tabla N° V.38
Partición Modal, Sector Pie Andino

COMUNA/SECTOR	Auto Chofer		Bus		Bus-Metro		Metro		Total
	Viajes	%	Viajes	%	Viajes	%	Viajes	%	
Puente Alto Poniente	8808	16.2	29785	54.9	1220	2.2	0	0.0	54273
Puente Alto Centro (Antiguo)	6327	19.6	15708	48.7	614	1.9	0	0.0	32253
Puente Alto Norte	3224	37.6	2497	29.1	69	0.8	0	0.0	8578
Puente Alto Oriente	8849	21.2	19765	47.3	885	2.1	0	0.0	41767
PUENTE ALTO	27207	19.9	67756	49.5	2788	2.0	0	0.0	136872
La Florida Poniente	16021	21.2	31734	42.0	1499	2.0	3051	4.0	75639
La Florida Oriente	6859	35.1	6398	32.7	471	2.4	0	0.0	19556
LA FLORIDA	22880	24.0	38132	40.1	1970	2.1	3051	3.2	95195
Peñalolén Poniente	10250	22.6	20466	45.1	880	1.9	0	0.0	45396
Peñalolén Oriente	4416	38.6	2821	24.7	86	0.8	0	0.0	11426
PEÑALOLEN	14666	25.8	23287	41.0	966	1.7	0	0.0	56822
LAREINA	6505	31.3	7207	34.7	259	1.2	0	0.0	20797
Las Condes Poniente	29463	34.5	22761	26.6	741	0.9	3582	4.2	85457
Las Condes Oriente	6921	36.4	4245	22.3	180	0.9	0	0.0	19026
LAS CONDES	36384	34.8	27006	25.8	921	0.9	3582	3.4	104482
Vitacura Sur	9223	36.0	6427	25.1	244	1.0	282	1.1	25639
Vitacura Norte	1586	43.9	365	10.1	15	0.4	0	0.0	3613
VITACURA	10809	37.0	6792	23.2	259	0.9	282	1.0	29252
Lo Barnechea Oriente	2954	29.4	3711	37.0	135	1.3	0	0.0	10032
Lo Barnechea Poniente	4525	42.2	1895	17.7	46	0.4	0	0.0	10712
LO BARNECHEA	7478	36.1	5606	27.0	181	0.9	0	0.0	20744
TOTAL	111264	27.3	152498	37.4	6379	1.6	6914	1.7	407342

La Comuna La Florida posee un 24% de uso de auto (auto chofer), sin embargo la distribución de uso dentro de la comuna varía fuertemente dependiendo del sector. Es así como en el área oriente,

donde aumentan los hogares de estrato alto (Alto Macul, Santa Sofía, Lo Cañas), la participación está muy sobre la media, con un 35% de uso. Este fenómeno se repite en la comuna de Peñalolén.

Se observa además el bajo porcentaje de uso que ocurre en las comunas de Las Condes, Vitacura y Lo Barnechea, que bordean el 25%. Por otro lado, la comuna de Puente Alto presenta un 50% de uso de este modo. El sector Poniente de Puente Alto, el de estrato socioeconómico más bajo dentro del Pie Andino, presenta un 16% de uso de automóvil, y un 55% de uso de bus.

En la Tabla N° V.39 se contabilizan los principales destinos de viaje para las comunas incluidas en el corredor Pie Andino.

Tabla N° V.39
Distribución de Viajes, Comunas Pie Andino

Comuna	Internos		Resto Pie Andino		Centro		Resto Stgo		Total
	Viajes	%	Viajes	%	Viajes	%	Viajes	%	
Puente Alto	45504	34.6	23688	18.0	24219	18.4	38005	28.9	131416
La Florida	32451	31.7	18312	17.9	26124	25.5	25499	24.9	102386
Peñalolén	9290	18.7	13446	27.1	11798	23.8	15023	30.3	49557
La Reina	5283	17.7	9191	30.8	9488	31.8	5861	19.7	29823
Las Condes	28804	30.2	25253	26.5	30624	32.1	10775	11.3	95456
Vitacura	7653	22.0	15480	44.5	8543	24.6	3106	8.9	34781
Lo Barnechea	136	0.7	12457	60.0	5111	24.6	3040	14.7	20744
Total	129121	27.8	117827	25.4	115908	25.0	101308	21.8	464164

La Tabla N° V.39 indica que en términos globales, la comuna que genera mayor cantidad de viajes es Puente Alto (131.400), seguida por La Florida (102.400) y Las Condes (95.500). De la distribución presentada, se puede deducir lo siguiente

- Un 28% de los viajes generados en el corredor Pie Andino, se realizan dentro de la misma comuna de origen.
- Un 53.2% de los viajes generados en el corredor Pie Andino se realizan dentro del corredor.
- Un 25 % de los usuarios se dirigen hacia el centro de Santiago (comunidades de Santiago más Providencia).
- Un 21.8% viaja a otros sectores de Santiago, no comprendidos en el corredor ni en el centro de la ciudad.

De la tabla se puede concluir además que la comuna con mayor grado de autonomía es Puente Alto, ya que un 35% de los viajes se realizan dentro de sus límites. La comuna de menor autonomía es Lo Barnechea. Las Condes es la comuna que genera más viajes hacia el centro de Santiago (30.000), y Puente Alto la que genera más viajes con otras zonas de Santiago (38.000).

En las Tablas N° V.40 y N° V.41 se entregan los resultados de distribución de viajes para los modos auto y bus, observándose una mayor tendencia a realizar los viajes de larga distancia en bus, y los viajes más cortos en auto.

Tabla N° V.40
Distribución de Viajes, Comunas Pie Andino, Modo Autochofer

Comuna	Internos		Resto P Andino		Centro		Resto		Total
	Viajes	%	Viajes	%	Viajes	%	Viajes	%	
Puente Alto	8649	33.7	4091	15.9	3790	14.7	9167	35.7	25698
La Florida	5525	21.9	4998	19.8	6881	27.2	7876	31.2	25281
Peñalolén	1562	13.4	3639	31.1	2643	22.6	3852	32.9	11697
La Reina	1439	15.1	3120	32.7	3080	32.3	1889	19.8	9528
Las Condes	10510	31.5	8748	26.2	9856	29.5	4248	12.7	33361
Vitacura	2505	19.4	6019	46.7	3032	23.5	1330	10.3	12887
Lo Barnechea	52	0.7	4787	64.0	1430	19.1	1209	16.2	7478
Total	30242	24.0	35402	28.1	30714	24.4	29572	23.5	125930

Tabla N° V.41
Distribución de Viajes, Comunas Pie Andino, Modo Bus + Bus-Metro

Comuna	Internos		Resto P Andino		Centro		Resto		Total
	Viajes	%	Viajes	%	Viajes	%	Viajes	%	
Puente Alto	19062	27.7	12619	18.4	15591	22.7	21493	31.3	68764
La Florida	10277	24.4	7168	17.0	12935	30.7	11738	27.9	42117
Peñalolén	2993	13.3	5535	24.6	7121	31.6	6891	30.6	22540
La Reina	1072	10.5	2788	27.3	4222	41.3	2143	21.0	10224
Las Condes	5679	22.6	6451	25.6	9592	38.1	3445	13.7	25167
Vitacura	1022	12.0	3484	40.8	3125	36.6	898	10.5	8529
Lo Barnechea	19	0.3	3325	57.5	1702	29.4	741	12.8	5787
Total	40124	21.9	41369	22.6	54289	29.6	47348	25.9	183130

V.1.2 FLUJOS Y NIVELES DE OPERACIÓN

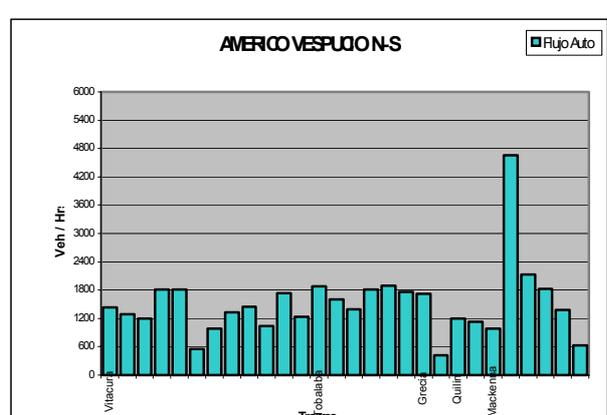
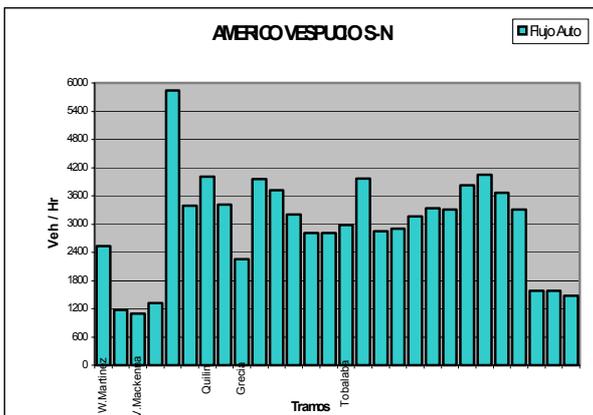
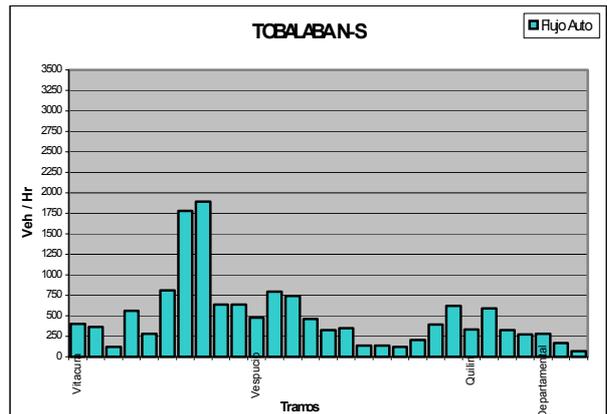
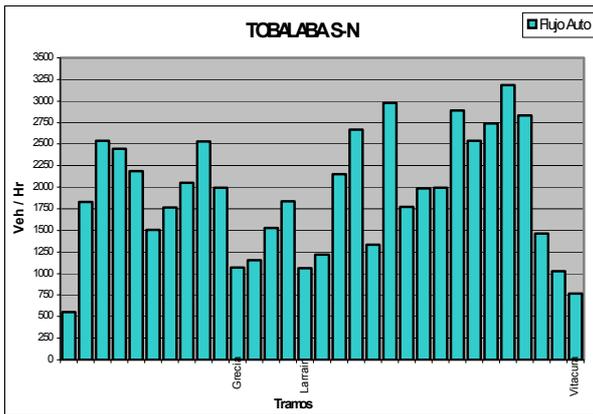
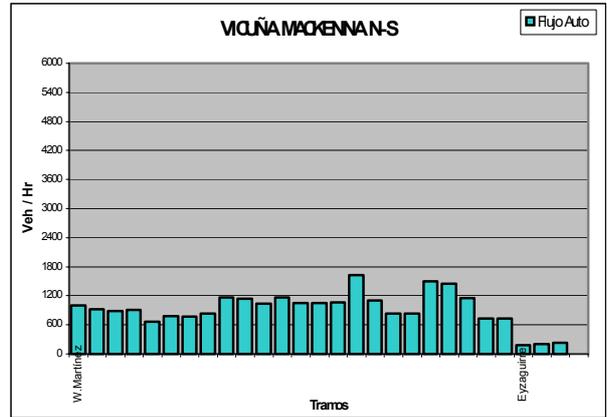
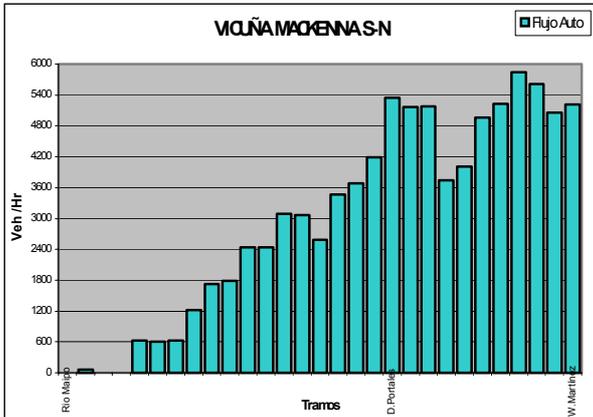
En las Figuras N° V.17 y N° V.18 se presenta un esquema de la red de modelación con los flujos asignados, para los modos auto y bus+bus-metro, estos últimos en pasajeros/hora. Se observa entre los ejes más cargados las avenidas Vicuña Mackenna, Gabriela, La Florida, Américo Vespucio, Tobalaba y Las Condes entre otras. En las Figuras N° V.19 a N° V.98 se presenta un análisis de la operación de cada eje relevante de la red, mediante perfiles de flujo asignado, capacidad, grado de saturación y velocidad de operación.

Figuras N° V.17
MODO AUTO

Figuras N° V.18
MODO BUS

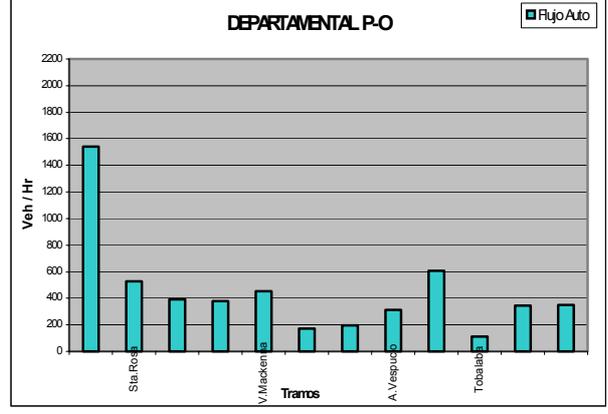
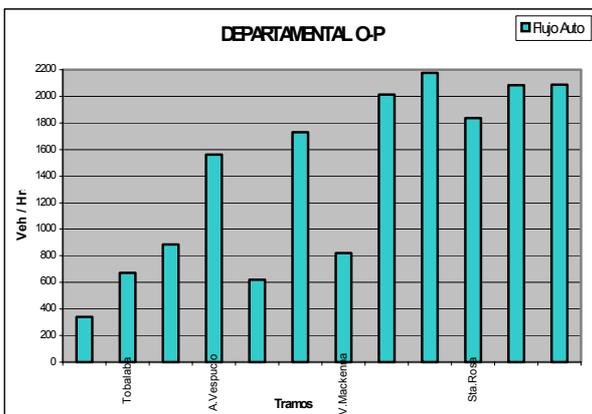
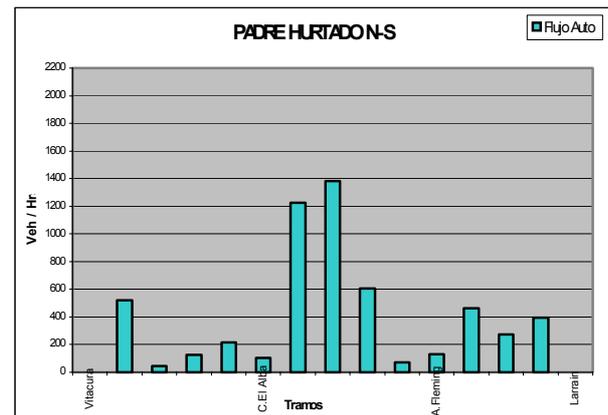
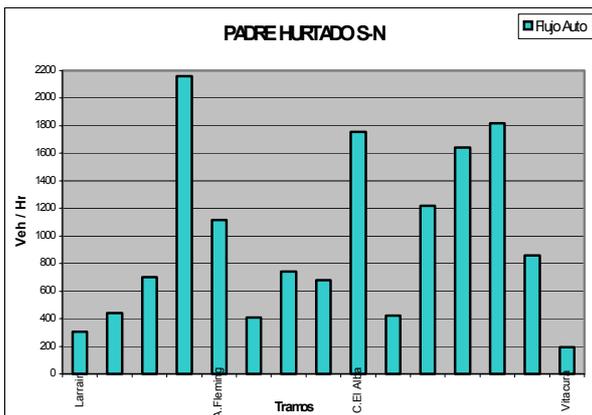
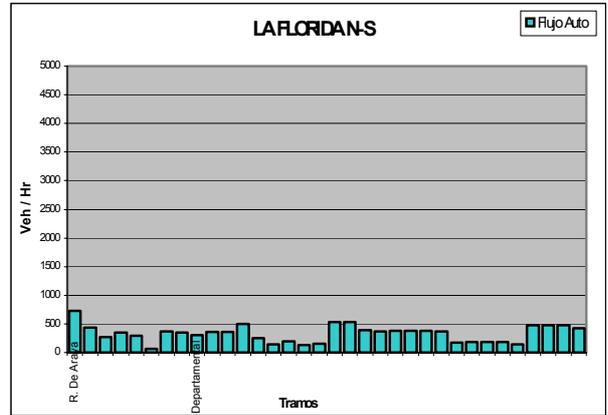
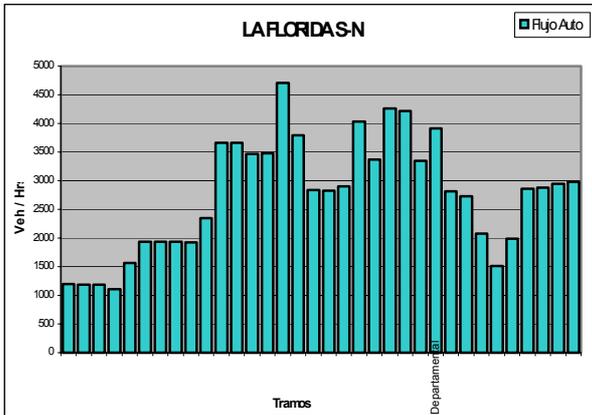


Figuras N° V.19 a N° V.24 Flujos Autos



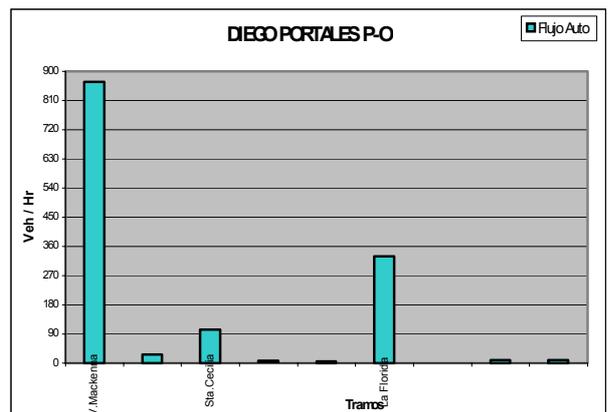
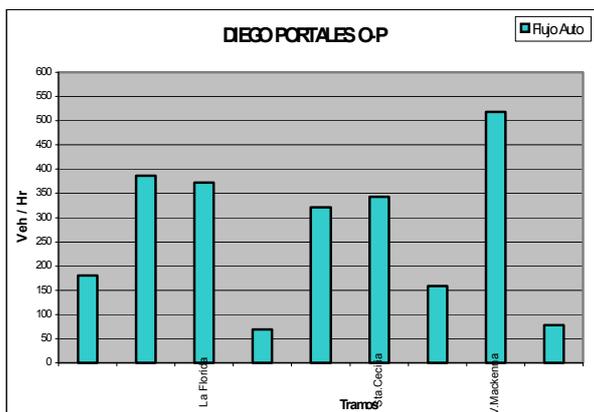
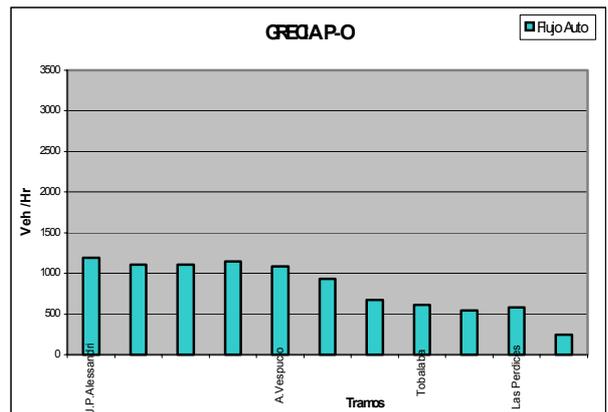
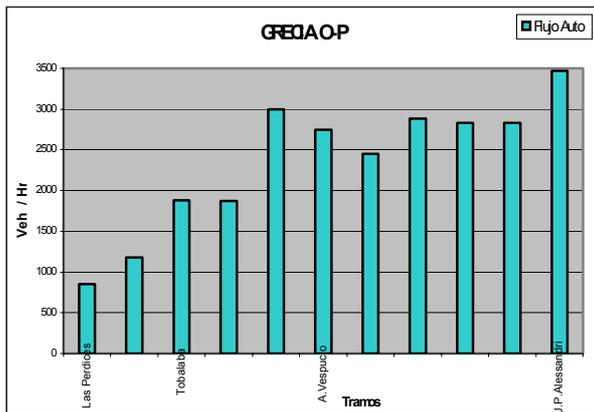
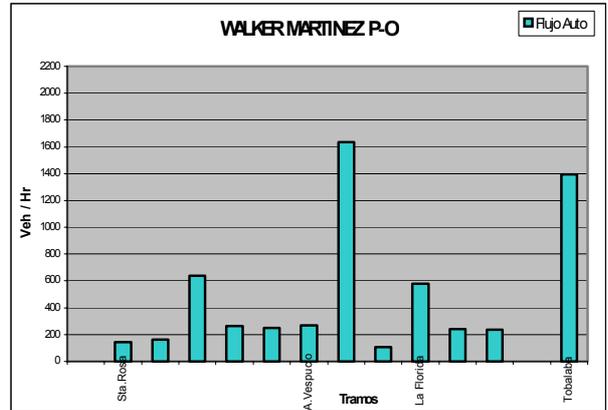
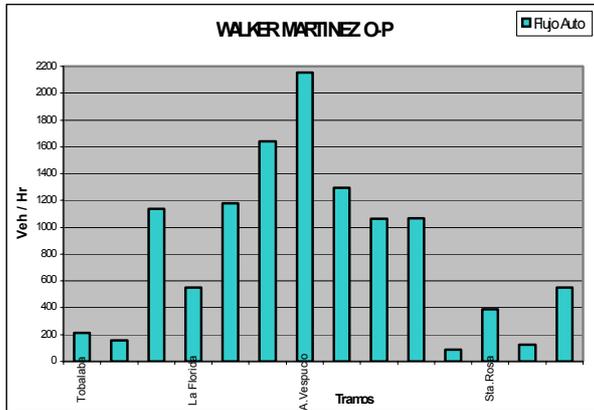


Figuras N° V.25 a N° V.30 Flujos Autos



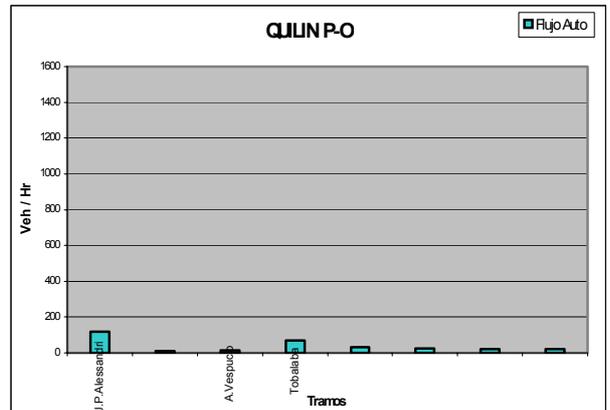
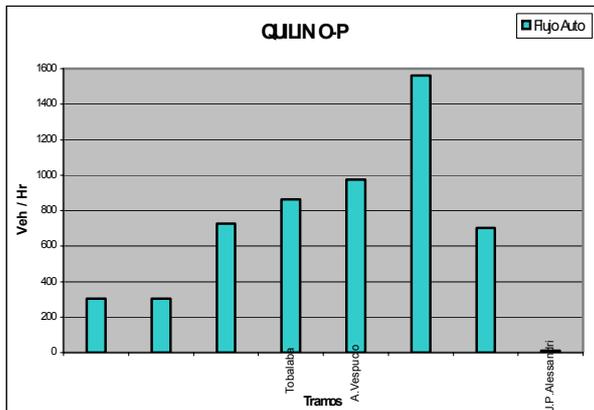


Figuras N° V.31 a N° IV.36 Flujos Autos

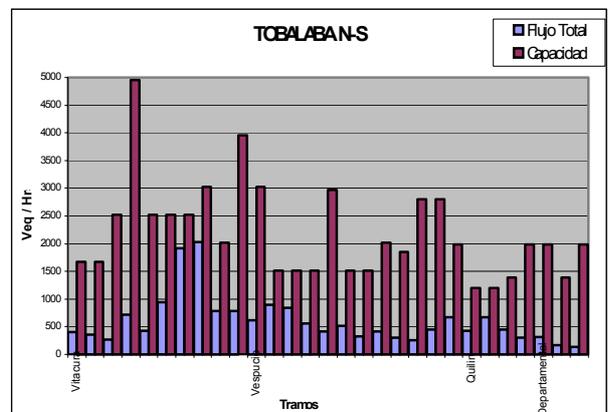
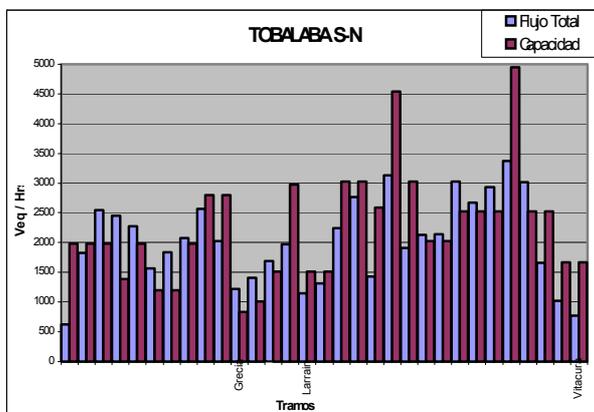
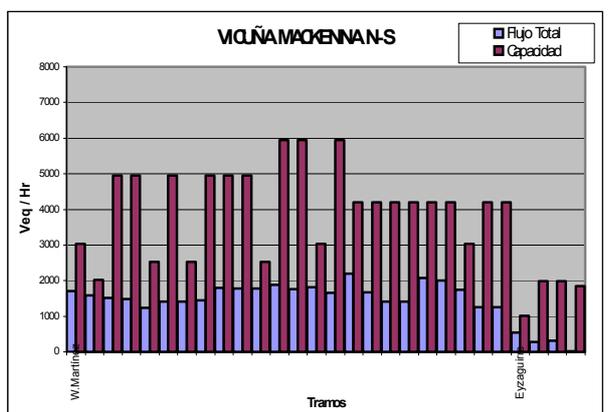
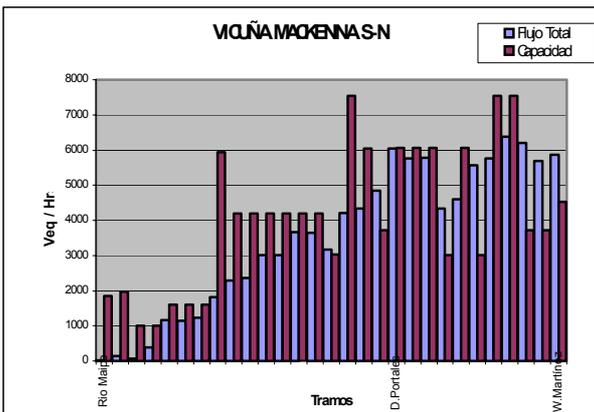




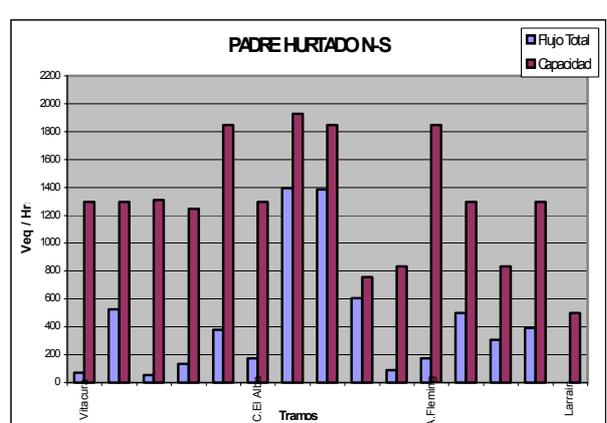
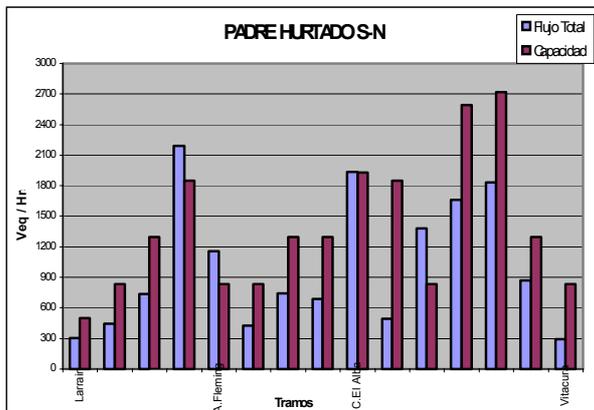
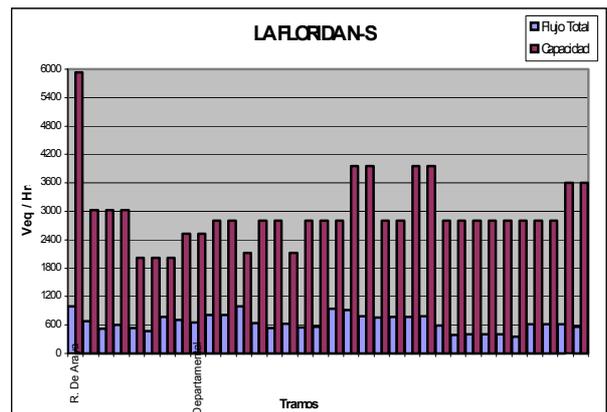
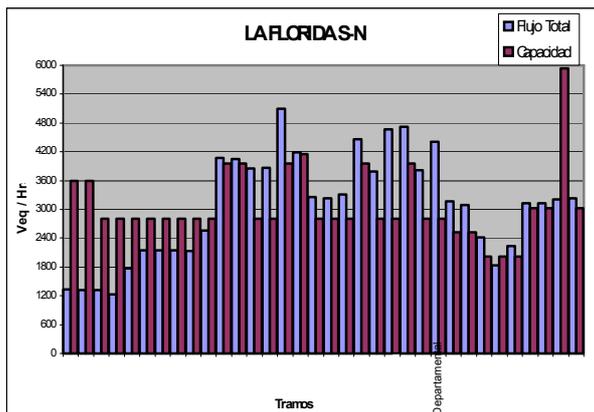
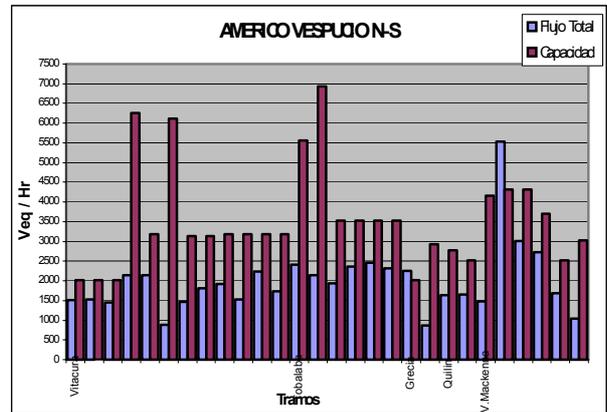
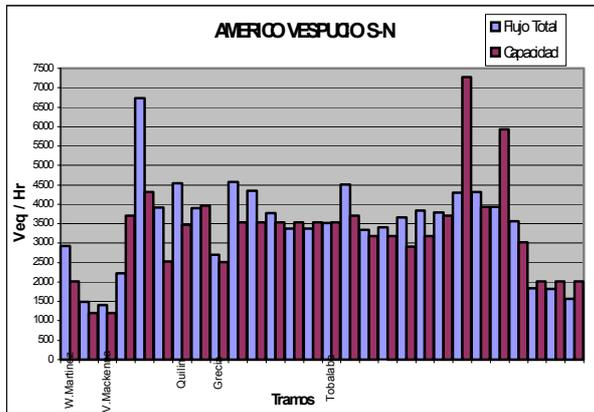
Figuras N° V.37 a N° V.38 Flujos Autos



Figuras N° V.39 a N° V.42 Flujo Total / Capacidad

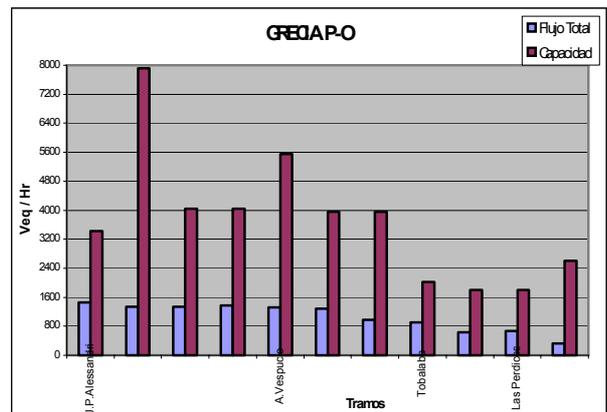
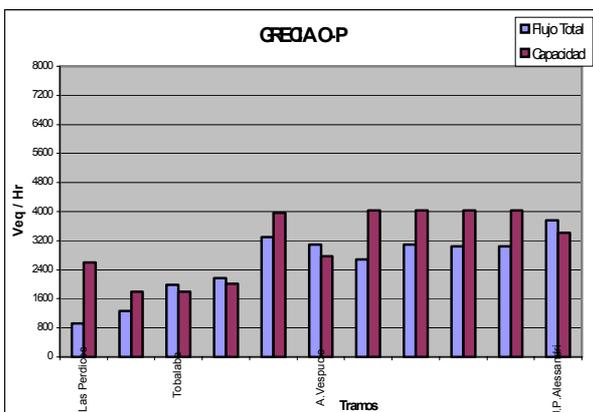
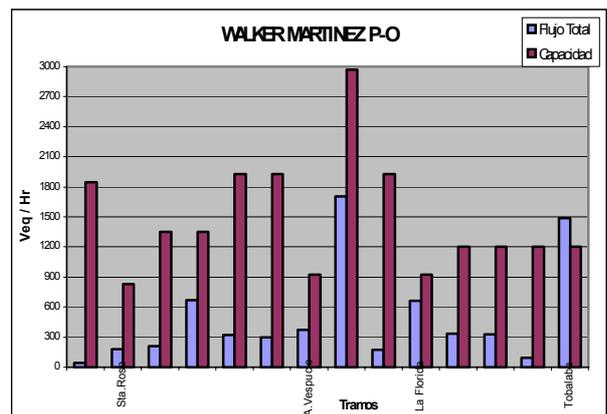
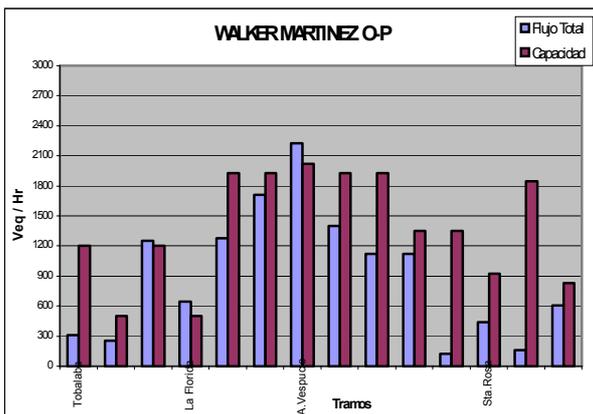
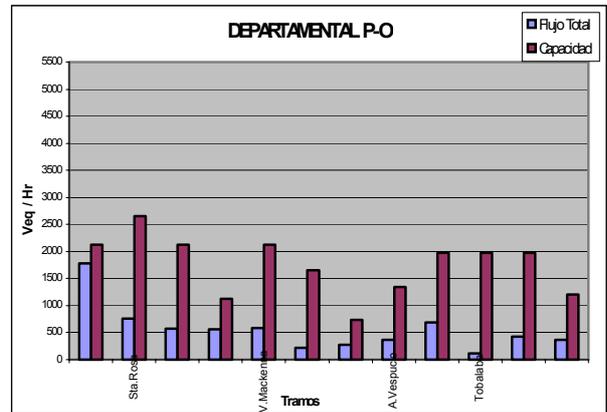
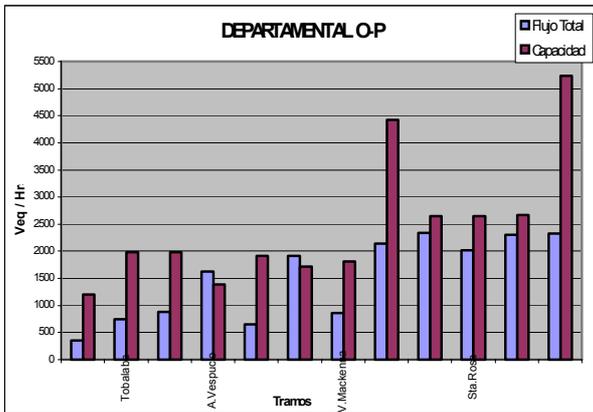


Figuras N° V.43 a N° V.48 Flujo Total / Capacidad



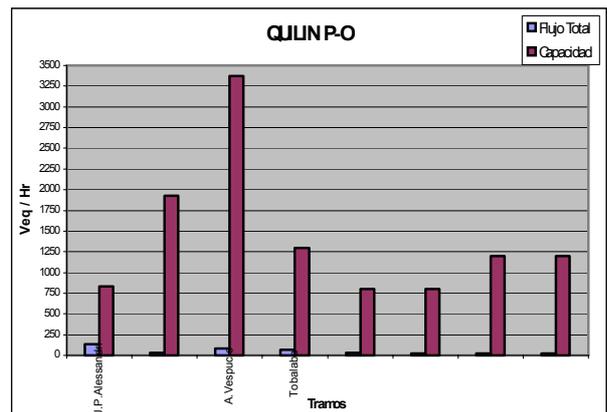
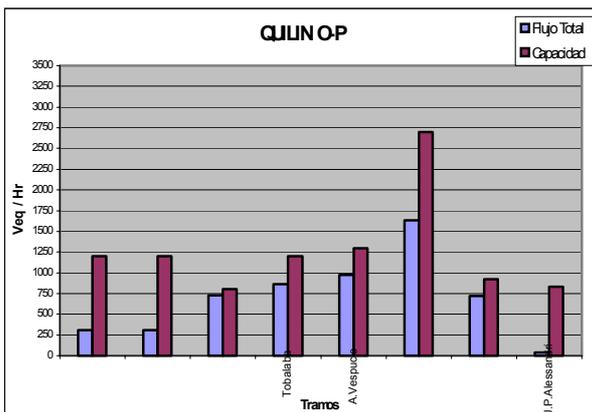
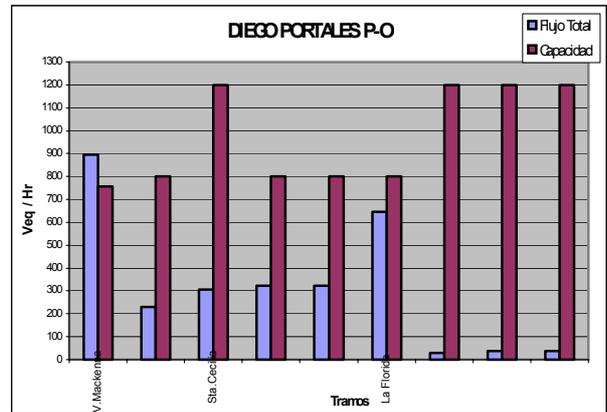
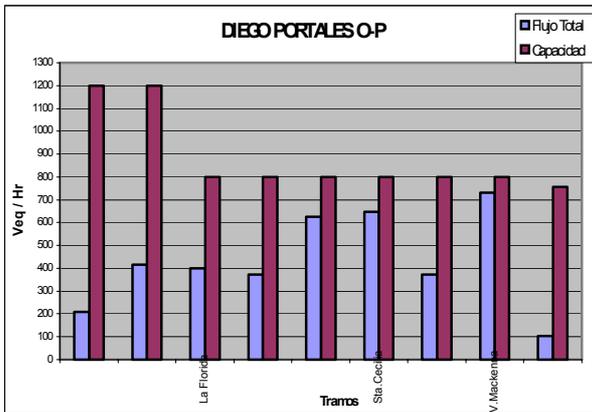


Figuras N° V.49 a N° V.54 Flujo Total / Capacidad

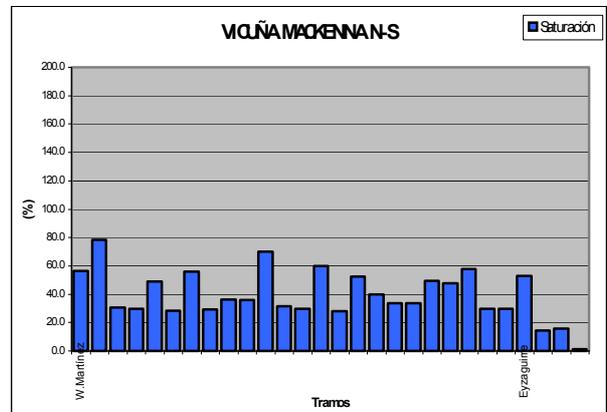
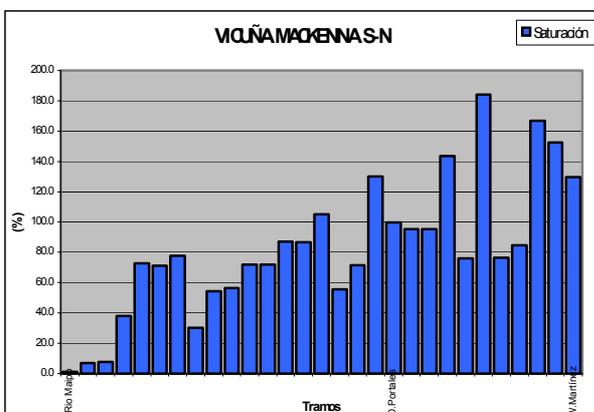




Figuras N° V.55 a N° V.58 Flujo Total / Capacidad

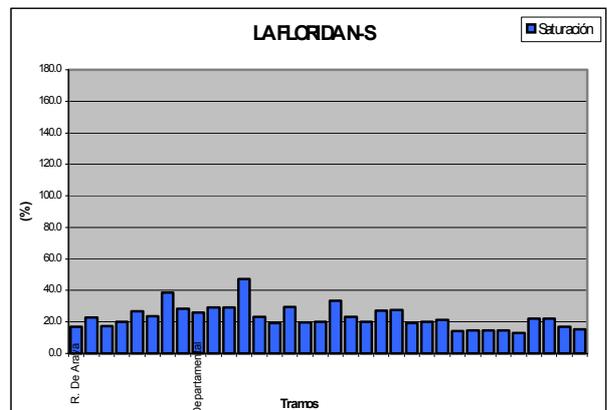
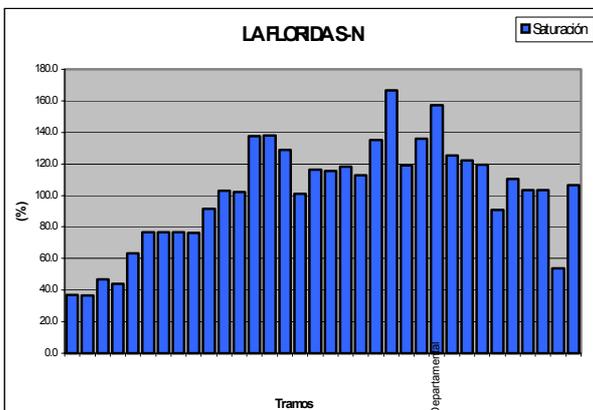
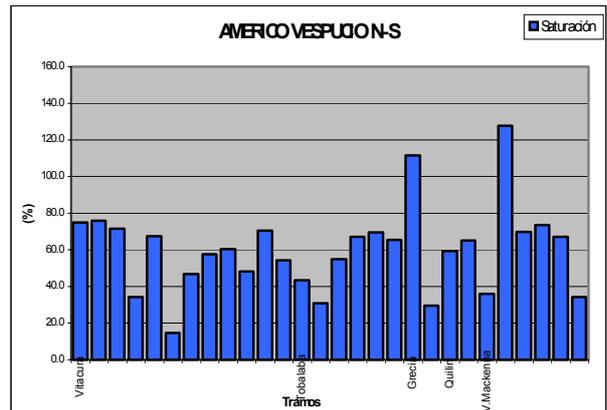
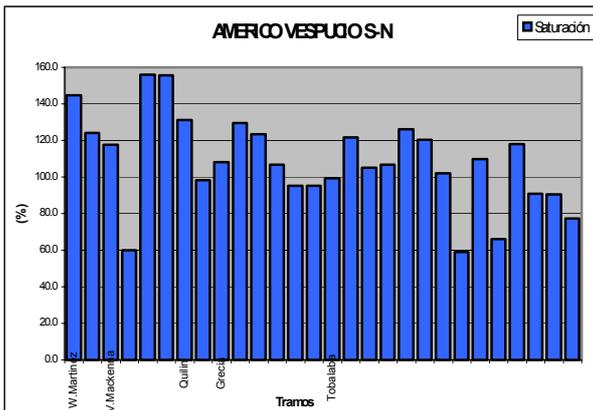
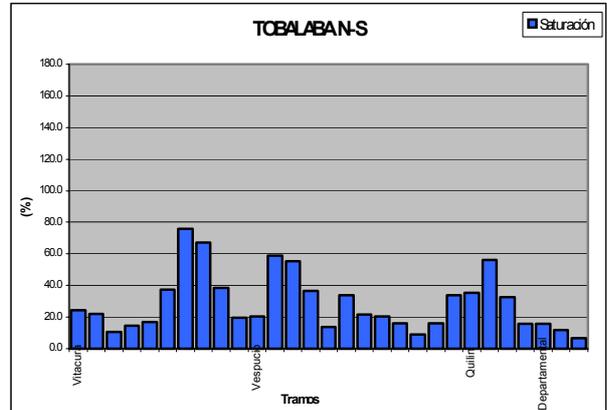
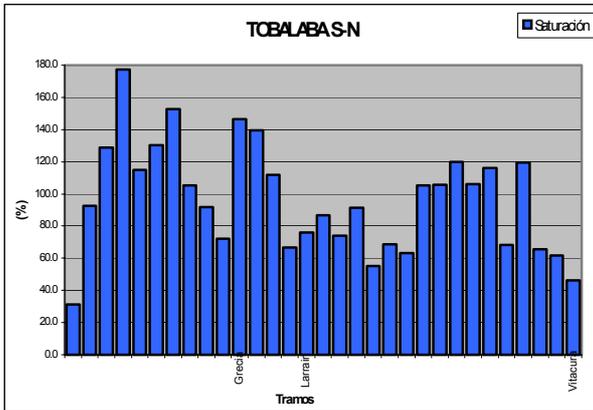


Figuras N° V.59 a N° V.60 Grado de Saturación



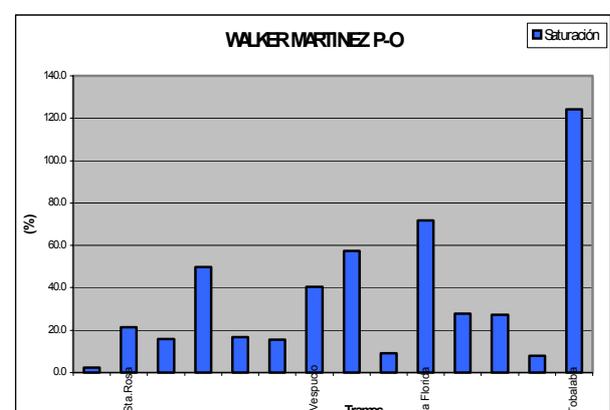
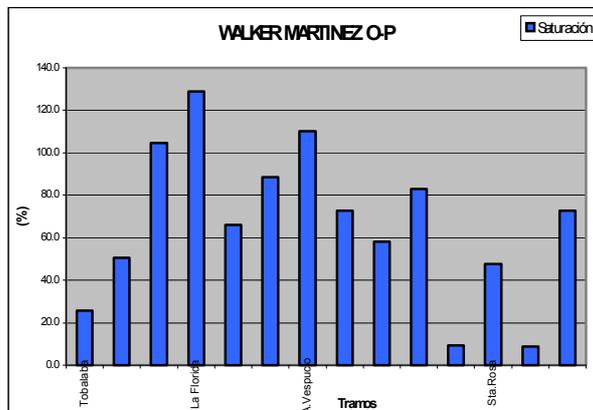
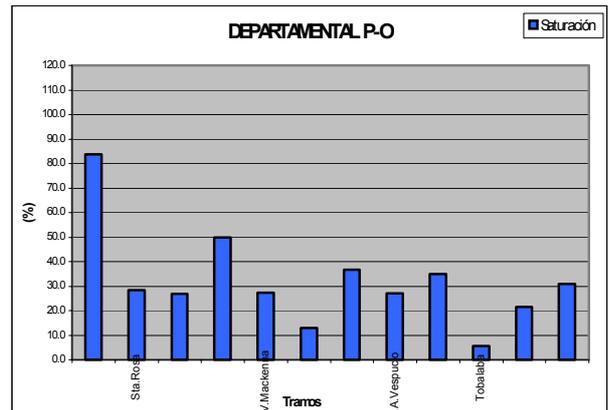
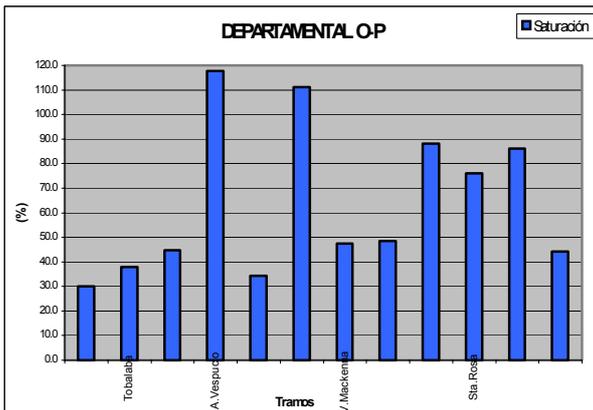
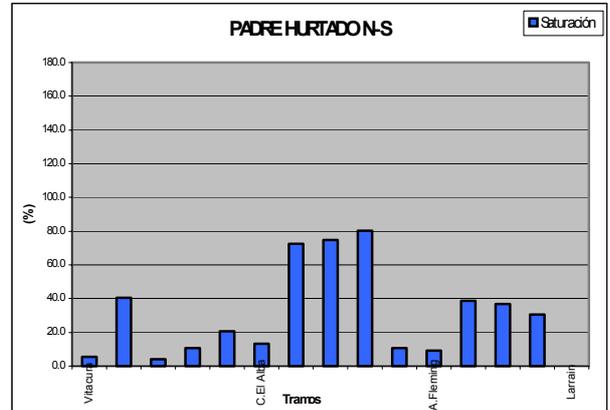
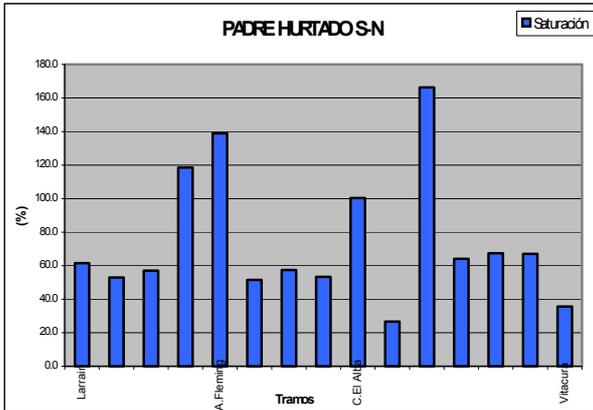


Figuras N° V.61 a N° V.66 Grado de Saturación



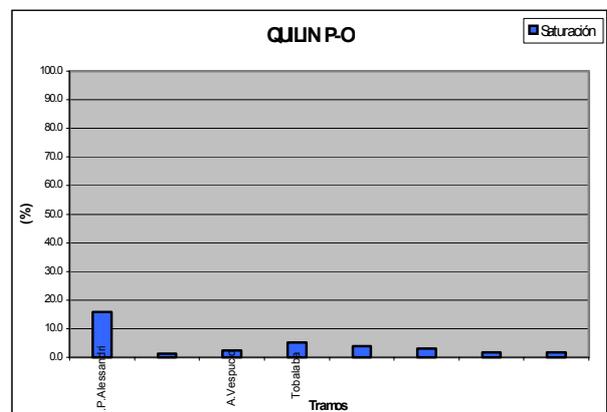
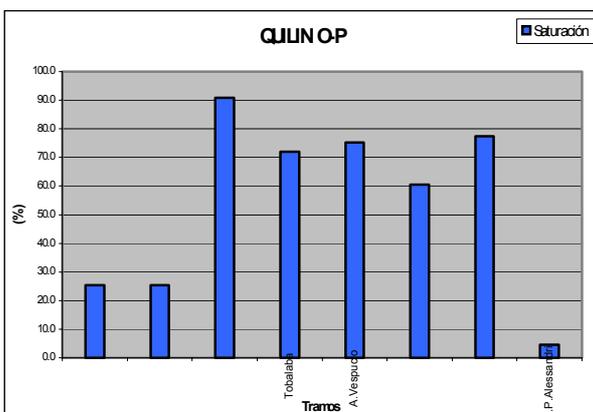
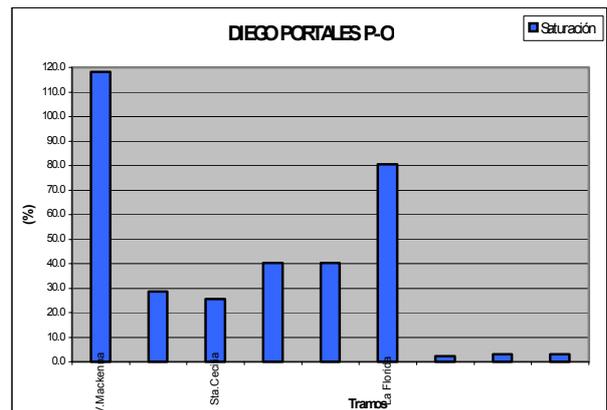
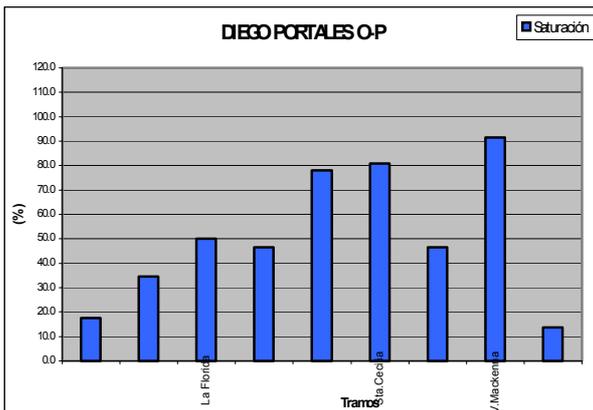
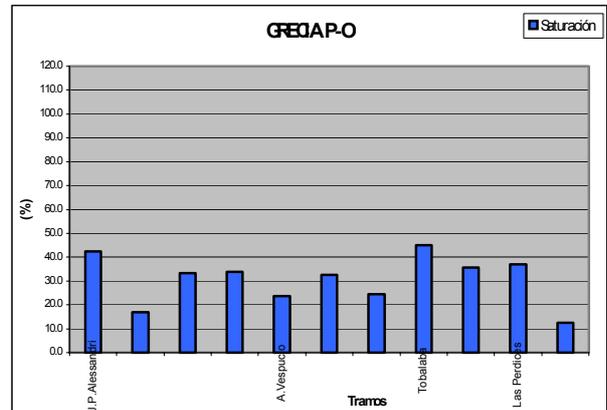
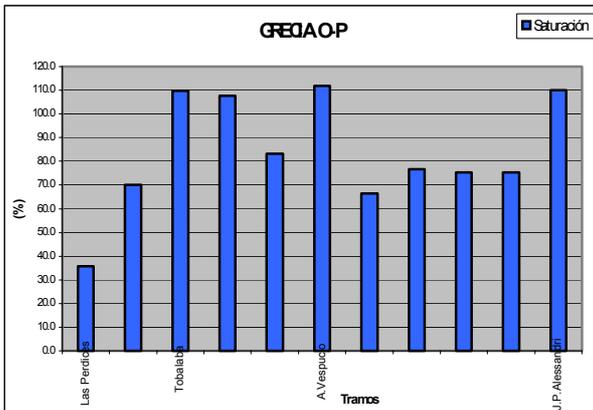


Figuras N° V.67 a N° V.72 Grado de Saturación



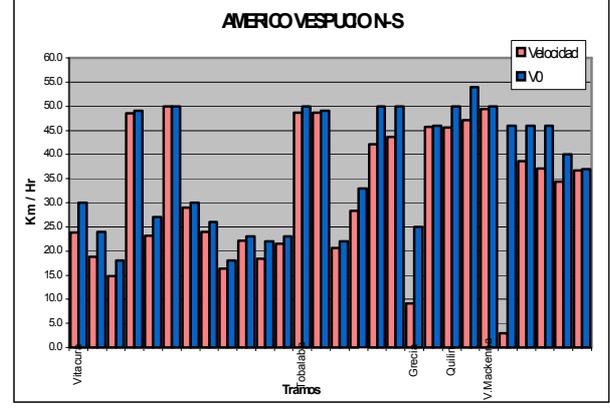
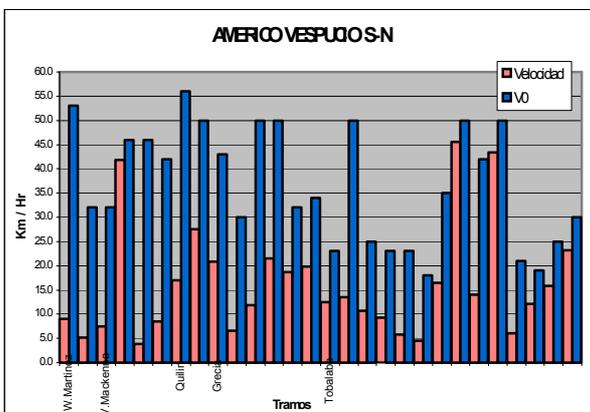
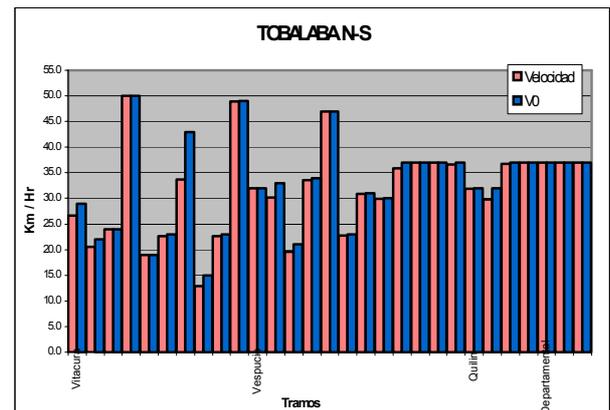
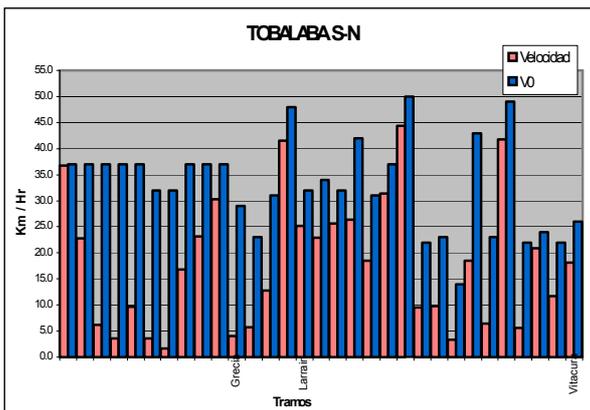
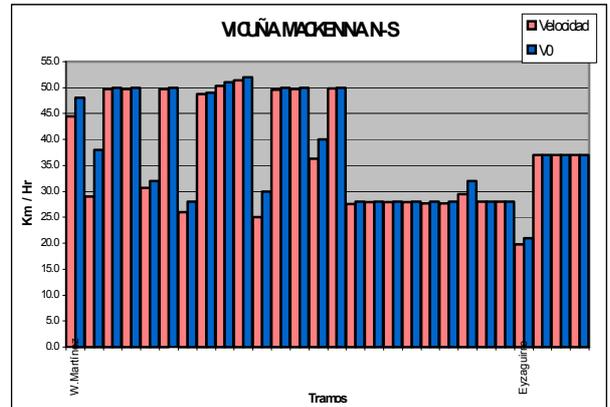
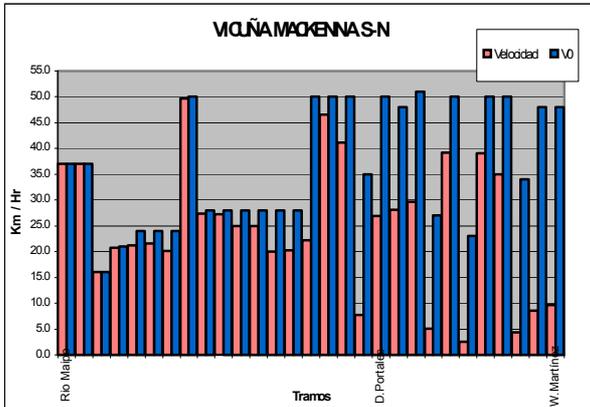


Figuras N° V.73 a N° V.78 Grado de Saturación



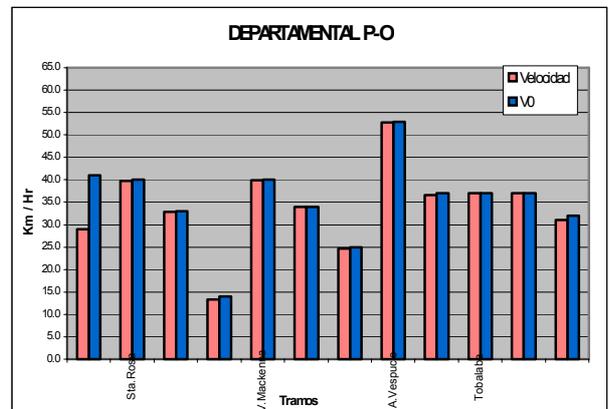
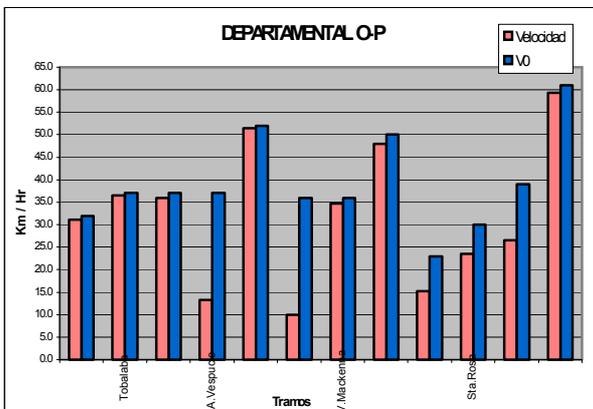
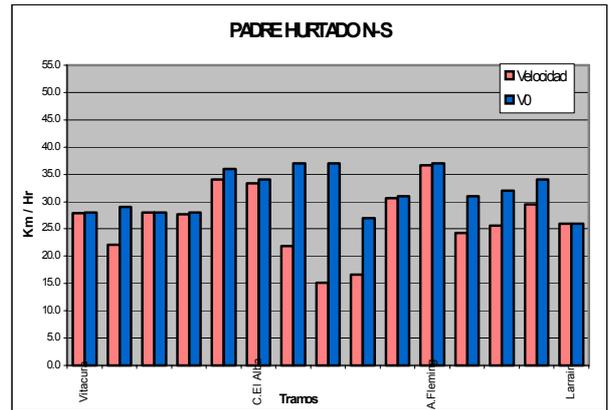
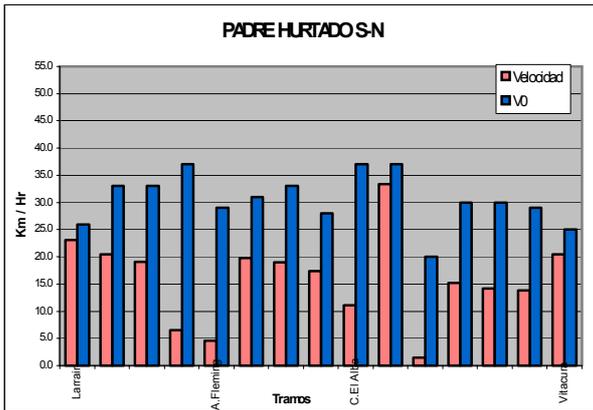
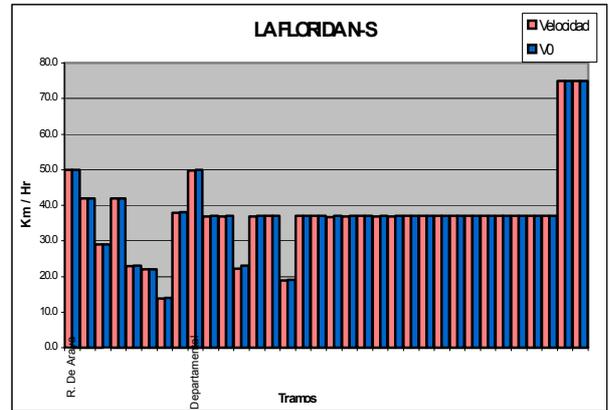
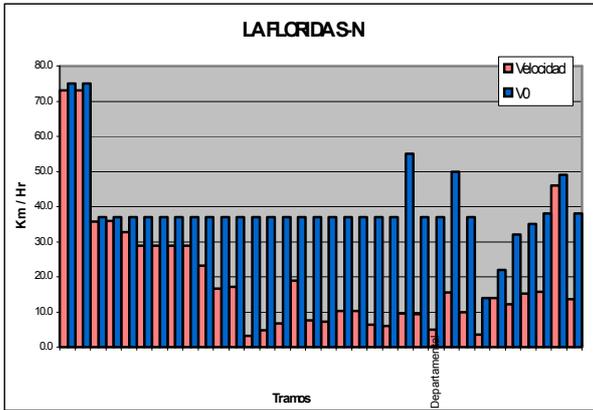


Figuras N° V.79 a N° V.84 Velocidad / V_0

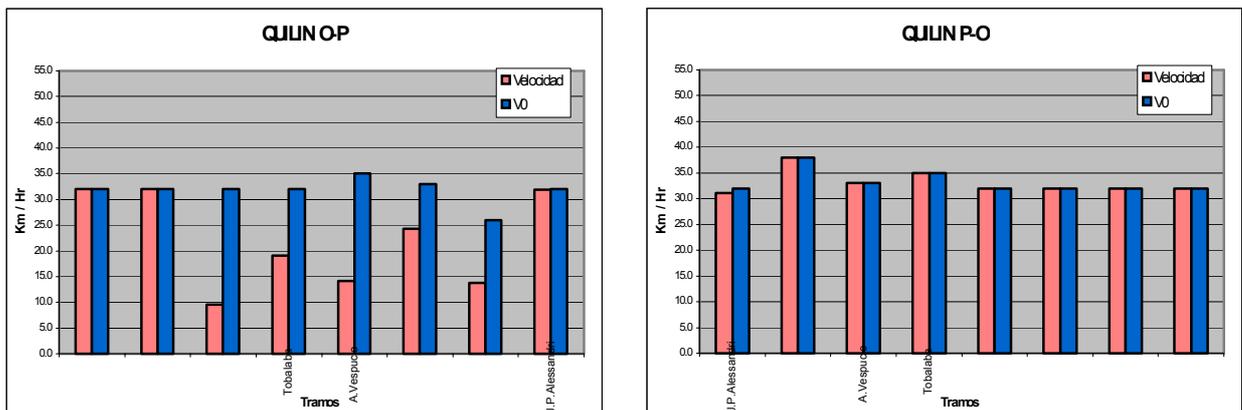




Figuras N° V.85 a N° V.90 Velocidad / V_0



Figuras N° V.97 a N° V.98 Velocidad / V_0



En las Figuras V.39 a V.58, se observa los perfiles de flujo asignado versus la capacidad del eje. Los principales conflictos se presentan en Américo Vespucio, en sentido Sur-Norte, en donde la circulación vehicular se realiza al límite de la capacidad del sistema a lo largo de todo el eje, e incluso en muchos tramos se presentan saturaciones del eje (flujos por sobre la capacidad horaria del arco).

El eje la Florida también presenta problemas de congestión, principalmente en el sentido Sur-Norte, desde Diego Portales hasta Departamental. La Avenida Padre Hurtado presenta conflictos de saturación en el sentido norte – sur en gran parte del eje.

Otros ejes relevantes que presentan congestión en parte de su trazado son Vicuña Mackenna y Tobalaba.

Los ejes de acceso desde el Pie Andino en el sentido transversal tienen altos grados de congestión en el sentido Oriente Poniente. Esto se ve ejemplificado en los gráficos de Avda Departamental, Quilín, Diego Portales y Walker Martínez.

Se considera un tramo saturado, cuando la razón entre el flujo asignado y la capacidad supera el 80%. Es así como en las Figuras N° V.59 a V.78 se observa los tramos saturados de los ejes detallados anteriormente. Por ejemplo, el eje Tobalaba, sentido Sur-Norte, posee 19 arcos saturados sobre un total de 30 arcos.

El alto grado de saturación observado, provoca disminuciones ostensibles en la velocidad de circulación. Lo anterior se ve reflejado en las Figuras N° V.79 a IV.98, en donde es posible detectar los tramos de ejes que sufren fuertes disminuciones en la velocidad, a causa de la congestión.

Finalmente, en la Tabla V.42 se presenta un resumen con los indicadores de grado de servicio de la red, a nivel comunal.

Tabla N° V.42: Grado de Servicio Red Vial

Comuna/Sector	Longitud (kms)	Veloc. Flujo Libre (km/hr)	Veloc Operación (Km/hr)	Grado Saturación (%)
La Florida	222.67	32.78	25.06	55.40
La Reina	116.94	31.66	27.05	39.06
Las Condes	264.40	32.29	24.54	55.39
Lo Barnechea	104.41	31.52	25.94	40.84
Peñalolen	124.48	33.64	26.47	48.78
Puente Alto	226.31	32.09	28.32	37.48
Vitacura	117.31	42.26	31.85	54.10
Resto de Stgo	2280.17	35.30	30.54	38.63
Todo Santiago	3457.30	34.63	29.22	41.46

En el caso de la velocidad de operación, se observa que en todas las comunas, a excepción de Vitacura, la velocidad promedio de la comuna es inferior a la del resto de la red de Santiago, en su conjunto. Las comunas que presentan mayor grado de conflicto son Las Condes y La Florida tanto en disminución de velocidad, como en grado de saturación.

Por otro lado, las velocidades de operación no se alejan en demasía de las velocidades óptimas a flujo libre (promedio), lo que indica que los mayores conflictos se concentran en los ejes relevantes (intercomunales y transversales Oriente-Poniente), tal como se describió en las figuras anteriores.

V.1.3 CONSUMO DE RECURSOS Y EMISIONES DE CONTAMINANTES

En este punto se presentan los resultados de la aplicación del modelo MEEV, para la estimación de emisión de contaminantes y el consumo de recursos en la red estratégica de Santiago, modelada con Stgo-EMME/2, para la situación actual, año 2002.

V.1.3.1 EMISIONES

Se presentan aquí las estimaciones de emisiones de contaminantes para el Escenario 2002 considerando el sistema total, vale decir, las estimaciones globales para el actual área urbana de Santiago.

Se observa en la Tabla N° V.43 que las emisiones por partida en frío se ven afectadas fuertemente por la temperatura ambiente, en la tabla se puede apreciar la estimación de emisiones por partida en frío para distintas estaciones del año.

Se considero una temperatura promedio de 9.1°C para los meses de invierno, la temperatura de 14,6°C corresponde a la temperatura media de los meses de primavera y otoño mientras que los 20,1°C corresponden a la temperatura media de los meses de verano en la ciudad de Santiago.

Tabla N° V.43: Emisiones Por partida en frío según la temperatura ambiente (kg./Hora punta)

Categorías	Temperatura Media	NOx Frío	COV Frío	CO2 Frío	CO Frío
Autos con convertidor	9,1°C	-11,5	812,3	5.365	4.937
Autos sin convertidor	9,1°C	309,8	1.755,0	19.490	17.147
Autos con convertidor	14,6°C	-11,5	568,7	5.365	3.691
Autos sin convertidor	14,6°C	309,8	1.232,8	19.490	10.759
Autos con convertidor	20,1°C	-11,5	325,1	5.365	2.446
Autos sin convertidor	20,1°C	309,8	710,7	19.490	4.371

Fuente: Elaboración Propia

Se observa que las emisiones por partida en frío de los compuestos orgánicos volátiles (COV) y de monóxido de carbono (CO) aumentan al disminuir la temperatura promedio ambiente. Las otras dos emisiones óxidos de nitrógeno (NOx) y dióxido de carbono (CO2) no dependen de la temperatura ambiental. Las emisiones de óxido de nitrógeno (Nox) durante la partida en frío pueden ser menores a emisiones en caliente, por esto aparecen valores negativos

A continuación se presentan las emisiones por hora punta para un día promedio de primavera u otoño.

Tabla N° V.44: Emisiones por hora punta, base 2002 (kg/hora)

Categorías	CH4	CO	CO2	COV	PM10	COV evap	N2O	NH3	NOx	SO2	NOx Frío	COV Frío	CO2 Frío	CO Frío
Autos con convertidor	102,74	4642	468967	346,17	0	0	89,11	124,75	1026,95	88,43	-14,17	701,82	6471	4518
Autos sin convertidor	67,29	16977	136486	1029	0	47,66	2,37	0,95	941,29	25,85	358,77	1472,11	22839	12849
Com. con convertidor	22,84	771,5	163218	64,84	0	0	3,01	35,16	199,44	30,77	0	0	0	0
Com. Sin convertidor	22,87	4050	48357,3	435,52	0	15,31	0,91	0,3	276,5	9,15	0	0	0	0
Comercial Diesel	0,57	153,2	32417,6	41,31	32,9	0	1,96	0,11	138,16	6,2	0	0	0	0
Taxis con convertidor	2,37	104,4	10694,4	7,87	0	0	2,07	2,9	23,8	2,02	0	0	0	0
Taxis sin convertidor	0,63	156,2	1256,26	9,47	0	0,44	0,02	0	8,91	0,24	0	0	0	0
Colect. con convertidor	1,6	68,04	7210,42	5,27	0	0	1,48	2,07	16,7	1,36	0	0	0	0
Colect. sin convertidor	1	245,9	2021,43	15,19	0	11,58	0,57	0,23	14,9	0,38	0	0	0	0
Buses Pre EPA91	20,59	805,2	140102	284,04	168,93	0	3,53	0,35	2269,61	26,8	0	0	0	0
Buses EPA91	18,6	363,7	126583	192,43	64,49	0	3,19	0,32	1435,14	24,21	0	0	0	0
Buses EPA94	23,01	360,0	156646	222,26	49,1	0	3,94	0,39	1268,51	29,96	0	0	0	0
Buses EPA98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camiones 2 Ejes	16,94	694,3	127181	419,8	161,75	0	5,98	0,6	1509,4	24,33	0	0	0	0
Camiones más 2 Ejes	17,4	347,1	97681,9	210,05	96,33	0	2,98	0,3	1343,52	18,69	0	0	0	0
TOTAL	318,47	29740	1518823	3283,2	573,49	74,99	121,1	168,43	10472,9	288,3	344,6	2173,93	29311	17367

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla N° V.45 presenta una estimación de las emisiones totales durante un año.

Tabla N° V.45: Emisiones Anuales, escenario 2002 (Ton/Año)

Categorías	CH4	CO	CO2	COV	PM10	COV evap	N2O	NH3	NOx	SO2	NOx Frio	COV Frio	CO2 Frio	CO Frio
Autos con convertidor	549	24819	2507098	1851	0	0	476	667	5490	473	-76	3752	34605	24156
Autos sin convertidor	360	90763	729653	5501	0	255	13	5	5033	138	1918	7870	122104	68693
Com. con convertidor	122	4125	872566	347	0	0	16	188	1067	164	0	0	0	0
Com. sin convertidor	122	21655	258518	2328	0	82	5	2	1479	48	0	0	0	0
Comercial Diesel	3	819	173304	221	176	0	10	1	739	33	0	0	0	0
Taxis con convertidor	13	562	57176	42	0	0	11	16	128	10	0	0	0	0
Taxis sin convertidor	3	839	6716	50	0	2	0	0	48	1	0	0	0	0
Colect. con convertidor	7	321	33610	25	0	0	7	9	78	6	0	0	0	0
Colect. sin convertidor	5	1148	9426	71	0	54	2	1	69	2	0	0	0	0
Buses Pre EPA91	96	3755	653018	1324	787	0	17	2	10579	125	0	0	0	0
Buses EPA91	86	1699	590005	897	300	0	15	1	6690	113	0	0	0	0
Buses EPA94	107	1680	730128	1036	229	0	19	2	5912	140	0	0	0	0
Buses EPA98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camiones 2 Ejes	53	2176	398320	1315	507	0	19	2	4727	76	0	0	0	0
Camiones más 2 Ejes	54	1087	305934	658	302	0	9	1	4208	59	0	0	0	0
TOTAL	1.573	157.117	7.819.808	16.688	2.765	393	634	898	53.060	1.484	1.842	11.622	156.703	92.850

Fuente: Elaboración Propia

Es posible comparar las emisiones obtenidas mediante el MEEV con las mediciones del inventario de emisiones realizado por CONAMA para el año 2000, en la Tabla N° V.46 se muestra la comparación de los resultados obtenidos con los dos instrumentos.

**Tabla N° V.46:
Comparación Emisiones Totales entre MEEV e Inventario de Emisiones año 2000**

Modelo	CH4 Total	PM10 Total	N2O Total	NH3 Total	NOx Total	SO ₂ Total	CO Total	COV Total
MEEV	1.573	2.765	634	898	54.903	1.484	249.966	28.703
Inventario	1.362	2.013	623	931	39.471	2.687	170.028	23.152
Diferencia %	15,5	37,4	1,8	-3,6	39,1	-44,8	47,0	24,0

Fuente: Elaboración Propia.

La mayor diferencia se produce para el contaminante SO₂(Dióxido de azufre) el modelo MEEV entrega un valor mucho menor que el entregado por el inventario de emisiones, esto se explica por el mejoramiento considerado de la calidad del Diesel durante los últimos años, lo que significa una importante reducción de contenido de azufre (S) en el combustible.

Para el resto de las emisiones consideradas los valores se encuentran dentro de un rango de valores esperables debido a la diferencia de los modelos y de año de los escenarios considerados.

En la Tabla N° V.47 se muestran las diferencias que tienen los modelos de estimación de emisiones. Se puede apreciar que las mayores diferencias existentes entre el MEEV y el inventario de emisiones para el año 2000 se producen por las partidas en frío.

Tabla N° V.47: Comparación Inventario de Emisiones y MEEV

Categorías	CO		NOx		HC	
	Inventario	MEEV	Inventario	MEEV	Inventario	MEEV
	ton/año	ton/año	ton/año	ton/año	ton/año	ton/año
Caliente catalíticos	21.110	24.960	6.884	6.763	1.735	2.264
Caliente no catalíticos	91.189	114.404	6.944	6.628	6.771	7.951
Partidas en frío catalíticos	13.730	24.156	1.893	-76	2.009	3.752
Partidas en frío no catalíticos	35.850	68.693	132	1.918	1.908	7.870
Evaporativas catalíticos	0	0	0	0	858	0
Evaporativas no catalíticos	0	0	0	0	5.642	393
Diesel	8.148	11.217	23.617	32.855	4.230	5.451
Total	170.027	243.431	39.470	48.089	23.153	27.681

Fuente: Elaboración Propia

En el caso del monóxido de carbono (CO) casi un 60% de la diferencia entre las emisiones totales del MEEV y del inventario de emisiones se pueden explicar por las diferencias existentes en las emisiones por partida en frío. Esta diferencia puede ser explicada principalmente por la diferencia de la metodología aplicada en el cálculo de este contaminante.

V.1.3.2 CONSUMO DE RECURSOS

Las siguientes tablas muestran los consumos estimados mediante el programa MEEV para el escenario base del año 2002, proveniente de la simulación con Stgo-EMME/2

Tabla N° V.48: Estimación del Consumo Anual de Recursos

Insumo	Unidad	Unidades	Millones de \$
Lubricante			
Lubricante Autos	[miles litros]	11.843	24.823
Lubricante Taxis	[miles litros]	234	490
Lubricante Buses	[miles litros]	9.482	12.526
Total	[miles litros]	21.559	37.839
Repuestos			
Repuestos Autos	[vehículos]	46.537	362.756
Repuestos Taxis	[vehículos]	1.212	9.448
Repuestos Buses	[vehículos]	1.137	98.514
Total	[vehículos]	48.886	470.718
Mano Obra			
Mano Obra Autos	[miles horas]	55.582	250.452
Mano Obra Taxis	[miles horas]	2.309	10.404
Mano Obra Buses	[miles horas]	12.052	54.306
Total	[miles horas]	69.943	315.162
Neumáticos			
Neumáticos Autos	[miles unidades]	3.655	89.434
Neumáticos Taxis	[miles unidades]	38	930
Neumáticos Buses	[miles unidades]	278	39.628
Total	[miles unidades]	3.971	129.992
Combustible			
Combustible Autos	[miles litros]	1.759.830	338.239
Combustible Taxis	[miles litros]	46.147	8.869
Combustible Buses	[miles litros]	537.212	95.570
Total	[miles litros]	2.343.189	442.678
Tiempo Viaje			
Tiempo Auto Chofer	[miles horas]	939.265	700.692
Tiempo Auto Acompañante	[miles horas]	592.503	442.007
Tiempo Caminata	[miles horas]	291.300	217.300
Tiempo Taxi	[miles horas]	13.796	10.292
Tiempo Bus	[miles horas]	2.521.015	1.880.677
Tiempo Bus-Metro	[miles horas]	95.862	71.513
Tiempo TaxiColectivo	[miles horas]	105.759	78.896
Tiempo Taxi-Metro	[miles horas]	45.506	33.947
Tiempo Metro	[miles horas]	51.255	38.236
Tiempo Auto Chofer-Metro	[miles horas]	9.373	6.992
Tiempo Auto Acompañante-Metro	[miles horas]	33.186	24.757
Total	[miles horas]	4.698.820	3.505.309
Depreciación Flota			
Depreciación de Flota Requerida Buses	[vehículos]	1.331	115.315
Depreciación Flota Requerida Colectivos	[vehículos]	208	1.617
Total	[vehículos]	1.539	116.932
Total			5.018.630

Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar que los mayores costos están asociados a los tiempos de viaje que suman aproximadamente dos tercios de los costos totales del transporte en la ciudad, destacando especialmente el tiempo de viaje en bus.

En la siguiente tabla se comparan tiempos de viaje obtenidos mediante el MEEV con los tiempos de viaje de la escenario base año 2002 creada en el estudio de demanda del tren a Melipilla (MELITREN)

Tabla N° V.49: Comparación Tiempos de Viaje hora punta.

Categorías	MEEV	MELITREN
	[Miles Horas]	[Miles Horas]
Tiempo Auto Chofer	176	192
Tiempo Auto Acompañante	111	96
Tiempo Caminata	54	185
Tiempo Taxi	3	3
Tiempo Bus	541	708
Tiempo Bus-Metro	20	33
Tiempo TaxiColectivo	21	17
Tiempo Taxi-Metro	9	10
Tiempo Metro	11	40
Tiempo Auto Chofer-Metro	2	1
Tiempo Auto Acompañante-Metro	6	3
Total	953	1287,7

Fuente: Elaboración Propia.

Las principales diferencias se producen en los tiempos de viaje de caminata y en los tiempos de viaje en bus, esta ultima puede ser explicada ya que en el MEEV no se consideraron los tiempos de espera ni los tiempos de caminata al transporte público.

Al revisar los tiempos de viaje del modo caminata se descubre que los valores del MEEV parecen ser correctos, ya que el número de viajes en este modo es aproximadamente 160.000 lo que da un tiempo de viaje promedio de 20 minutos lo que parece razonable.

En la Tabla N° V.50 muestra una comparación de los consumos de combustibles con las distintas metodologías implementadas en el modelo MEEV.

Tabla N° V.50: Comparación Consumo de Combustible

	MESPIVU	VERDI	MODEM
	Miles litros	Miles litros	Miles litros
Combustible Autos	1.759.830	1.626.478	1.328.983
Combustible Taxis+Colectivos	46.147	43.351	35.002
Combustible Buses	537.212	501.831	629.356
Total	2.343.189	2.171.660	1.993.341

Fuente: Elaboración Propia

Los menores consumos se obtuvieron usando la metodología propuesta en el modelo MODEM ya que esta presenta valores de consumo de vehículos estimados con una tipología actualizada que

incluye vehículos más modernos con un menor consumo unitario. Se puede suponer que esta metodología presenta los mejores valores de las tres metodologías utilizadas.

VI IMPLEMENTACIÓN MODELO STGO-EMME/2 PARA LA RED PIE ANDINO, SITUACIÓN ACTUAL

El objetivo de esta etapa del estudio es adaptar el modelo Stgo-EMME/2, de tal manera de incorporar información actualizada de demanda y de oferta vial en las distintas áreas de la red, y particularmente en las zonas pertenecientes al área específica bajo estudio, denominada Pié Andino (Comunas Lo Barnechea, Las Condes, La Reina, Peñalolén, La Florida y Puente Alto), de tal manera de reforzar la representatividad del modelo de transporte en dicha zona.

Originalmente se tenía un modelo denominado Stgo-EMME/2, desarrollado por la Dirección de Planeamiento del MOP, con aplicaciones en los estudios de expansión urbana en los sectores Provincia de Chacabuco y Área Sur-Poniente de la Región Metropolitana.

Por otro lado, este modelo incorpora el área de estudio Pie Andino, pero no con el nivel de desagregación adecuado para el análisis de expansión urbana a desarrollar en el presente estudio. En efecto, se debe considerar que esta zona (Pié Andino) ha sufrido muchas transformaciones, dado el grado de urbanización, con crecimiento poblacional, ampliación de la red vial y surgimiento de actividades principalmente comerciales, de servicios y educación. Este fenómeno se concentra en las comunas de Puente Alto y La Dehesa - Lo Barnechea y Las Condes.

Todo esto produce en que las redes de modelación estratégicas (originalmente concebidas para Estras, Escenarios 1997 y 2005), no poseen la representatividad adecuada, y requieren una actualización para realizar la modelación y el análisis de transporte en el área de estudio.

En el presente capítulo se detalla los criterios y procedimientos usados para incorporar información actualizada para representar la demanda de transporte en el área. Además se presenta la actualización realizada al modelo Stgo-EMME/2, para representar la vialidad y oferta de transporte público, en un formato adecuado de red de modelación de carácter estratégico. Finalmente se presentan los resultados obtenidos de la adaptación del modelo, realizando una simulación representativa de la situación actual (Período Punta, Corte temporal 2002).

VI.1 MODELO Y VERSIÓN A UTILIZAR

VI.1.1 RESEÑA MODELO STGO-EMME/2

Se ha decidido utilizar el modelo Stgo-EMME/2, debido a que cumple con los requisitos técnicos para representar la red de transporte estratégica del área bajo estudio, y porque además se encuentra en la línea de modelación utilizada satisfactoriamente en los dos estudios precedentes, abocados al tema de expansión urbana: Provincia de Chacabuco y Sur-Poniente de la Región Metropolitana. A continuación se presenta un resumen con las principales características de Stgo-EMME/2, detallándose además el algoritmo de solución en el Anexo N° 1.

Stgo-EMME/2 es una aplicación de un algoritmo de equilibrio de transporte, a la modelación de la red estratégica del área urbana de la ciudad de Santiago, en conjunto con las zonas de expansión urbana futuras de la Región Metropolitana. Las entradas de datos (oferta vial y demanda de viajes

a nivel de zonas) que alimentan el modelo provienen de los estudios realizados para el ampliamente conocido modelo Etraus, además de otros desarrollos realizados a través de los estudios que ha llevado a cabo la Dirección de Planeamiento del MOP. Es así como Stgo-EMME/2 queda caracterizado por:

- Un modelo de equilibrio de oferta vial y de transporte público y demanda de viajes, que se resuelve mediante un algoritmo iterativo en el cual se van resolviendo las etapas de distribución, partición modal y asignación por separado.
- Las entradas de datos, consistentes en vectores origen/destino y redes estratégicas de vías y transporte público, son extraídas de los escenarios modelados para Etraus. Posteriormente, esta información es adaptada según los requerimientos del área bajo estudio (por ejemplo, densificación de la red en los sectores de expansión urbana), y por actualizaciones debido a la existencia de nueva información (caso de los vectores origen/destino).
- Tanto las funciones a resolver, como los parámetros del algoritmo de equilibrio son, equivalentes a los utilizados en Etraus.
- Stgo-EMME/2 ha incorporado un algoritmo que permite modelar las redes con restricción activa de capacidad en el modo metro.
- Stgo-EMME/2 tiene además incorporada la modelación de la red interurbana de la Región Metropolitana, específicamente en aquellos sectores donde se está produciendo el fenómeno de expansión urbana. Es así como incluyen la zona de expansión de Chacabuco, área Poniente (Quilicura – El Noviciado – Maipú), Eje Sur-Poniente (Melipilla – Padre Hurtado) y Ruta 5.

El algoritmo Stgo-EMME/2 está programado en formato EMME/2 utilizando el lenguaje *macro*, propio del software, el que consiste en una secuencia de instrucciones, en su mayoría invocaciones a módulos estándares de EMME/2. Dada la complejidad del algoritmo implementado, es que su estructura está definida en base a 70 programas *macro* específicos.

A continuación se describen los principales aspectos teóricos del modelo de equilibrio urbano de Stgo-EMME/2.

VI.1.1.1 GENERACIÓN / ATRACCIÓN DE VIAJES

Los modelos de generación y atracción de viajes permiten obtener los viajes generados y atraídos para cada zona modelada, período horario, y categoría de usuario; en función de la población y de las actividades que caracterizan a dicha zona. Los datos de g/a de viajes son exógenos al modelo de equilibrio, por lo cual se consideran invariantes durante la modelación.

El modelo de equilibrio requiere que los vectores O/D posean la siguiente estructura:

- Generación: 3 propósitos: Trabajo, estudio y otros. Para cada propósito se debe especificar 13 categorías, producto del cruce de 5 estratos socioeconómicos y 3 rangos de posesión de automóvil. Para cada propósito y categoría se debe especificar el total de viajes generados por cada zona.

-
- Atracción: 3 propósitos. Para cada propósito se debe especificar el total de viajes atraídos por cada zona

VI.1.1.2 MODELO DE DISTRIBUCIÓN DE VIAJES

El modelo de distribución incorporado en el algoritmo está separado en tres categorías (propósitos trabajo, estudio y otros), que se resuelven en forma independiente. Cada una consiste en una función entrópica doblemente acotada, que depende de los viajes generados y atraídos por las zonas, y el costo compuesto de viajar entre un par i, j . La función no puede ser resuelta en forma directa, por lo que requiere de un procedimiento de balance de matrices, que genera los denominados factores de balance. El modelo de distribución está caracterizado además por dos aspectos:

Inclusión de matrices de estructuras de viaje: Son matrices obtenidas de la información de la EOD91, con la que se calibró los modelos de distribución de viajes para el modelo Etraus. Lo que se reconoce es que sólo en algunos pares origen destino se producen viajes, y estos pares son seleccionados a partir de la EOD 91. Para efectos del modelo Stgo-EMME/2, se han introducido archivos en los que se especifica para cada propósito y categoría las celdas que pueden tener viajes para un escenario cualquiera. En dicho archivo se especifican con un valor 1 a aquellas celdas en las que se permiten viajes. Esto, en términos del modelo de distribución, significa que para el resto de las celdas debe considerarse un costo infinito, de manera que el modelo gravitacional entregue valores nulos a estas celdas. En la realidad los costos no son infinitos, sin embargo, debe realizarse esta estrategia a fin de conseguir los resultados esperados. Es importante mencionar que en términos promedios, sólo el 12% de las celdas resultan tener viajes, mientras que en el modelo original prácticamente el 100 % de las celdas tenía valores diferentes de cero.

Incorporación de la Posesión de Licencia de Conducir: Para reproducir las disponibilidades de los modos consideradas en la calibración de los modelos de demanda, es necesario distinguir como variable relevante la posesión de licencias de conducir, para aquellas personas que viajan con un propósito y en una categoría de usuarios que disponen de algún automóvil. Esto implica incluir una nueva dimensión en la definición de las categorías de Etraus, las que tradicionalmente están definidas por el cruce entre nivel de ingreso y posesión de automóvil. Para este efecto, se han creado nuevos archivos que contienen la probabilidad (*alfa*) de que un viaje de usuarios de categoría (n) y realizado con propósito (p) corresponda a una persona que tiene licencia de conducir. En la siguiente tabla se reporta un ejemplo de los valores de las probabilidades asociadas a cada categoría, propósito y período.

Tabla N° V.1
Valores Parámetros Alfa, Propósito Trabajo, Período Punta Mañana

Rango de Ingreso (\$ de Mayo de 1991)	Sin auto	1 auto	2 o más autos
0 a 41.000	0.00	0.50	
41.100 a 110.400	0.00	0.66	
110.500 a 405.000	0.00	0.79	0.91
405.100 a 1.000.000	0.00	0.88	0.95
Más de 1.000.000	0.00	0.88	0.95

Fuente: SECTRA

Con esto, la expresión para el modelo de distribución es la siguiente:

$$T_{ij}^{p,n,lic} = A_i^{p,n,lic} O_i^{p,n,lic} B_j^p D_j^p \exp(-\beta^{p,n} L_{ij}^{p,n,lic})$$

$$\sum_j T_{ij}^{p,n,1} = O_i^{p,n} \cdot \alpha^{p,n}$$

$$\sum_i T_{ij}^{p,n,2} = O_i^{p,n} \cdot (1 - \alpha^{p,n})$$

$$\sum_{i,n,lic} T_{ij}^{p,n,lic} = D_j^p$$

En estas expresiones, $T_{ij}^{p,n,lic}$ representa a la utilidad compuesta de viajar entre el par origen-destino ij , para el propósito (p), categoría de usuario (n) y disponibilidad de licencia (lic). Esta se obtiene valorando las siguientes expresiones para las personas que tienen licencias ($lic=1$), y para las personas que no tienen licencias ($lic=2$):

$$L_{ij}^{p,n,1} = \frac{-1}{\lambda^{p,n}} \text{Ln} \left(\sum_{m \in M} \exp(-\lambda^{p,m} C_{ij}^{p,n,m}) \right)$$

$$L_{ij}^{p,n,2} = \frac{-1}{\lambda^{p,n}} \text{Ln} \left(\sum_{m \in N} \exp(-\lambda^{p,m} C_{ij}^{p,n,m}) \right)$$

Donde m corresponde al conjunto de todos los modos disponibles para viajar en el par origen-destino ij , incluido el autochofer y autochofer-metro, cuando corresponde y n corresponde al conjunto de modos disponibles para viajar en el par ij , excluyendo los modos autochofer y autochofer-metro. En el modelo adoptado, todos los parámetros beta corresponden a la unidad.

VI.1.1.3 MODELOS DE PARTICIÓN MODAL DE VIAJES

Los modelos implementados en el modelo Stgo-EMME/2 corresponden a formulaciones del tipo Logit Multinomial, para cada propósito y período que se esté analizando. Su estructura general está basada en el concepto de la utilidad aleatoria, según la cual, cada individuo asigna una cierta función de utilidad a los modos de transporte que estén disponibles para él. Esta función de utilidad modal es una combinación de atributos relevantes del modo, tales como distancia de viaje, tiempo de viaje, tiempo de espera, costo de viaje, etc. Esta función de utilidad tiene la siguiente especificación lineal:

$$U^m = \sum_k \theta_k X^{km}$$

donde U^m corresponde a la utilidad del modo m , θ_k corresponde al parámetro que acompaña al nivel de servicio k del modo de transporte m y X^{km} corresponde a las variables de servicio relevantes del modo m , tales como el tiempo de viaje.

En la calibración de los modelos de partición modal, originalmente realizadas para su uso en Etraus, se han incorporado a las funciones de utilidad las transformadas Box-Cox, especificaciones más generales que la habitual especificación lineal. Se presentan a continuación las especificaciones de la función de utilidad asociadas a cada uno de los modos de transporte a modelar. Se reportan los modelos para el período Punta Mañana para los tres propósitos modelados: Trabajo, Estudio y Otros. En cada caso, los modelos de partición modal vienen especificados de la fuente Etraus de la siguiente manera, definiendo los siguientes atributos (37 en total, algunos de las cuales no son utilizados):

- r1: Constante Modal
- r2: Tiempo de Viaje (Lineal)
- r5: Tiempo Generalizado (Lineal)
- r6: Costo de Viaje (Lineal)
- r8: Número de Autos (Lineal)
- r13: Tiempo de Viaje (función Box-Cox)
- r14: Tiempo de Viaje (exponente función Box-Cox)
- r19: Tiempo Generalizado (función Box-Cox)
- r20: Tiempo Generalizado (exponente función Box-Cox)
- r23: Costo/Ingreso (función Box-Cox)
- r24: Costo/Ingreso (exponente función Box-Cox)

Los parámetros asociados a cada atributo para los tres propósitos definidos y modos de transporte.

Tabla N° V.2
Parámetros Modelo Partición Modal, Propósito Trabajo

Modo	r ₁	r ₂	r ₅	r ₈	r ₁₉	r ₂₀	r ₂₃	r ₂₄
Caminata	1.225266		-0.023					
Auto-Chofer	-0.552789	-0.025		1.10			-0.052	0.641
Auto-Acompañante	-2.868580	-0.025		1.10				
Taxi	-3.806485		-0.025				-0.052	0.641
Taxi Colectivo	-2.299385		-0.015				-0.052	0.641
Bus	-0.015315		-0.015				-0.052	0.641
Metro	-0.138578		-0.015				-0.052	0.641
Auto Chofer-Metro	-4.423499		-0.025	1.10			-0.052	0.641
Auto Acomp-Metro	-4.282673		-0.025	1.10			-0.052	0.641
Bus-Metro	-2.234018		-0.015				-0.052	0.641
Taxi Colectivo-Metro	-2.415307		-0.015				-0.052	0.641

Tabla N° V.3
Parámetros Modelo Partición Modal, Propósito Estudio

Modo	r ₁	r ₅	r ₆	r ₈	r ₁₃	r ₁₄	r ₁₉	r ₂₀
Caminata	1.457600	-0.021						
Auto-Chofer	-0.680296		-0.0017	0.98	-0.45	0.221		
Auto-Acompañante	-0.818422			0.98	-0.45	0.221		
Taxi	-3.517236		-0.0017				-0.45	0.221
Taxi Colectivo	-3.128858	-0.019	-0.0017					
Bus	-0.235806	-0.019	-0.0017					
Metro	0.605848	-0.019	-0.0017					
Auto Chofer-Metro	-5.930772		-0.0017	0.98			-0.45	0.221
Ato Acomp-Metro	-2.874476		-0.0017	0.98			-0.45	0.221
Bus-Metro	-1.830571	-0.019	-0.0017					
Taxi Colectivo-Metro	-2.489641	-0.019	-0.0017					

Tabla N° V.4
Parámetros Modelo partición Moda, Propósito Otros

Modo	r ₁	r ₂	r ₅	r ₈	r ₁₉	r ₂₀	r ₂₃	r ₂₄
Caminata	1.259360		-0.021					
Auto-Chofer	1.880525	-0.032					-0.045	0.652
Auto-Acompañante	-1.286346	-0.032						
Taxi	-2.093179		-0.032				-0.045	0.652
Taxi Colectivo	-1.574016		-0.017				-0.045	0.652
Bus	-0.0251630		-0.017				-0.045	0.652
Metro	-0.106745		-0.017				-0.045	0.652
Auto Chofer-Metro	-20.00000		-0.032				-0.045	0.652
Ato Acomp-Metro	-3.659043		-0.032				-0.045	0.652
Bus-Metro	-2.00573		-0.017				-0.045	0.652
Taxi Colectivo-Metro	-2.460311		-0.017				-0.045	0.652

Se presentan en las siguientes tablas valores relativos a la posesión de vehículos e ingreso para cada una de las trece categorías de ingreso definidas en el presente estudio.

Tabla N° V.5
N° de Autos por Categoría de Ingreso/ Parámetro Xing

Categoría de Ingreso	N° de Autos Naut	Ingreso Xing
01	0	1.7858
02	1	1.7858
03	0	6.5988
04	1	6.5988
05	0	22.4535
06	1	22.4535
07	2.1171	22.4535
08	0	61.2015
09	1	61.2015
10	2.24	61.2015
11	0	95.8248
12	1	95.8248
13	2.47	95.8248

Fuente: SECTRA

A continuación, se especifican las funciones de utilidad asociadas a cada uno de los 11 modos de transporte, expresadas como funciones de costo generalizado.

CAMINATA:

$$Cg = -\left(dm_{ij} \cdot r_5 / Vel_{cam} \cdot 3.67 + r_1\right)$$

donde: Vel_{cam} = Velocidad de Caminata (3.6 Km/Hr)

AUTOCHOFER:



$$Cg = - \left(\begin{array}{l} r_1 + r_2 \cdot tvpr_{ij} + r_8 \cdot naut + r_{23} \cdot \left((C_{estac_j} + 1.2 \cdot 21.76 \cdot dv_{ij} / Xing)^{r_{24}} - 1 \right) / r_{24} \\ + r_6 \cdot (C_{estac_j} + 1.2 \cdot 21.76 \cdot dv_{ij}) + r_{13} \cdot \left((tv_{ij}^{r_{14}} - 1) / r_{14} \right) \end{array} \right)$$

donde: $tvpr_{ij}$ = Tiempo de Viaje en auto
 C_{estac_j} = Costo de Estacionamiento en el destino j
 $Xing_n$ = Factor de Ingreso por categoría "n" (\$/min)
 $naut_n$ = Número de autos por categoría "n"
 Si $tvpr_{ij} \geq 300 \Rightarrow Cg = -costo_max$

AUTO-ACOMPAÑANTE:

$$Cg = - \left(r_1 + r_2 \cdot tv_{ij} + r_8 \cdot naut + r_{13} \cdot (tv_{ij}^{r_{14}} - 1) / r_{14} \right)$$

donde: tv_{ij} = Tiempo de viaje
 Si $tv_{ij} \geq 300 \Rightarrow Cg = -costo_max$

TAXI:

$$Cg = - \left(\begin{array}{l} r_1 + r_5 \cdot (tv + 2 \cdot 90/60 + 3.67 \cdot 150/60) + r_{19} \cdot \left((tv + 2 \cdot 90/60 + 3.67 \cdot 150/60)^{r_{20}} - 1 \right) / r_{20} \\ + r_{23} \cdot \left((tarifa / Xing)^{r_{24}} - 1 \right) / r_{24} + r_6 \cdot tarifa \end{array} \right)$$

Si $tv_{ij} \geq 300 \Rightarrow Cg = -costo_max$

TAXI-COLECTIVO, BUS, METRO Y BUS-METRO:

$$Cg = - \left(r_1 + r_5 \cdot (t_{pub} + 2 \cdot t_{esp} + 3.67 \cdot t_{cam}) + r_6 \cdot Cv_{ij} + r_{23} \cdot \left((Cv_{ij} / Xing)^{r_{24}} - 1 \right) / r_{24} \right)$$

donde: t_{pub} = Tiempo de viaje en vehículo del modo correspondiente
 t_{esp} = Tiempo de espera del modo
 t_{cam} = Tiempo caminata del modo correspondiente
 Cv_{ij} = Costo de viaje o tarifa en el modo
 Si $t_{pub} \geq 300 \Rightarrow Cg = -costo_max$

AUTOCHOFER-METRO:

$$Cg = - \left(\begin{array}{l} r_1 + r_5 \cdot (tv_{ij} + 2 \cdot t_{esp} + 3.67 \cdot t_{cam}) + r_8 \cdot naut + r_{23} \left(\left((C_{est} + 1.2 \cdot 21.76 \cdot dv_{ij} + tar_{met}) / Xing \right)^{r_{24}} - 1 \right) / r_{24} + \\ r_6 \cdot (C_{est} + 1.2 \cdot 21.76 \cdot dv_{ij} + tar_{met}) + r_{19} \cdot \left(\left((tv_{ij} + 2 \cdot t_{esp} + 3.67 \cdot t_{cam})^{r_{20}} - 1 \right) / r_{20} \right) \end{array} \right)$$

donde: dv_{ij} = Distancia de viaje autometro

tar_{met} = Tarifa metro

Si $tv \geq 300 \Rightarrow Cg = -costo_max$

AUTO-ACOMPAÑANTE-METRO:

$$Cg = - \left(\begin{array}{l} r_1 + r_5 \cdot (tv_{ij} + 2 \cdot t_{esp} + 3.67 \cdot t_{cam}) + r_8 \cdot naut + r_{23} \left((tar_{met} / Xing)^{r_{24}} - 1 \right) / r_{24} + \\ r_6 \cdot Cv_{ij} + r_{19} \cdot \left(\left((tv_{ij} + 2 \cdot t_{esp} + 3.67 \cdot t_{cam})^{r_{20}} - 1 \right) / r_{20} \right) \end{array} \right)$$

$Xing_n$ = Factor de ingreso por categoría "n" (\$/min)

Cv_{ij} = Costo del viaje

VI.1.1.4 MODELOS DE ASIGNACIÓN DE VIAJES

a) MODELO DE ASIGNACIÓN DE VIAJES TRANSPORTE PRIVADO

La asignación es resuelta por un problema de asignación de demanda fija mediante las condiciones de Wardrop. Este proceso es llevado a cabo mediante el módulo estándar de Emme/2 para este efecto (Mod.5.11) con algunas modificaciones menores para incorporar el efecto de los flujos fijos provenientes de las líneas de transporte público (buses y colectivos).

b) MODELO DE ASIGNACIÓN DE VIAJES TRANSPORTE PÚBLICO

La alternativa implementada actualmente en el modelo Stgo-EMME/2, contempla la asignación y posterior cómputo de las componentes de transporte público (niveles de servicio) correspondientes a los cinco modos de esta categoría: bus, metro, taxi-colectivo, bus-metro y taxi-colectivo-metro. Dichas componentes son calculadas mediante 5 asignaciones de transporte público, en las cuales se utilizan los parámetros que se presentan a continuación, y que son comunes a todos los usuarios de transporte público, independiente del propósito y clase. El siguiente es el procedimiento utilizado para esta segunda alternativa.

Paso 1: Calcular las componentes de tiempo y tarifas de transporte público, utilizando la siguiente formulación y valores de parámetros asociados.

➤ **Para el modo m :**

$$Cg_m = tv_m + te_m * pwait_m + tc_m * pwalk_m + ta_m/vt_m + ptr_m$$

Donde: Cg_m : Es el costo generalizado para el modo m
 tv_m : es el tiempo de viaje en-vehículo para el modo m
 te_m : es el tiempo de espera para el modo m
 $pwait_m$: es el parámetro de espera para el modo m
 tc_m : es el tiempo de caminata para el modo m
 $pwalk_m$: es el parámetro de caminata para el modo m
 ta_m : es la tarifa del modo m
 vt_m : es el parámetro de la tarifa para el modo m
 ptr_m : es una penalidad de transbordo para el modo m (cero en el presente caso)

Los parámetros se muestran en la siguiente tabla:

Tabla N° V.6
Parámetros de los componentes de transporte público

Modo m	vt_m	$pwalk_m$	$pwait_m$
Metro	3.27	3.67	2.00
Metro-taxicolectivo	3.27	3.67	2.00
Bus	3.27	3.67	2.00
Metro bus	3.27	3.67	2.00
Taxi colectivo	3.27	3.67	2.00

El cálculo de Cg_m se realiza mediante una asignación de transporte público utilizando los parámetros respectivos. En el modelo Stgo-EMME/2 se ha trabajado con el peso del tiempo en-vehículo unitario (para trabajar con costo generalizado en unidades de tiempo). La siguiente tabla muestra los nuevos valores de los parámetros relativos, en donde el peso de la tarifa del modo corresponde a $r_5 = 1/vt$.

Tabla N° V.7
Parámetros normalizados para las componentes de transporte público

Modo m	R5 (tarifa: $1/vt_m$)	R1 (caminata: $pwalk_m$)	R2 (espera: $pwait_m$)
Bus	0.3058	3.67	2.00
Taxi colectivo	0.3058	3.67	2.00
Metro	0.3058	3.67	2.00
Bus-metro	0.3058	3.67	2.00
Taxicolectivo-metro	0.3058	3.67	2.00

A partir de la asignación de transporte público, se generan las matrices de componentes (20 matrices: tiempo de caminata, tiempo de espera, tiempo en-vehículo y tarifa para los 5 modos de transporte público), con lo cual es posible calcular los costos de transporte público, mediante la ecuación Cg_m .

c) **MODELACIÓN DE LOS MODOS COMBINADOS**

La modelación de los modos combinados bus-metro y taxicolectivo-metro se realiza utilizando la técnica de Park&Ride. Se detallan a continuación los pasos necesarios para llevar a cabo esta modelación.

1) *Cálculo de los Costos Generalizados para los Modos Combinados*

Los modos combinados se definen como una combinación de dos modos de transporte público. Ellos son bus-metro y taxi colectivo-metro. En lo que sigue sólo nos referiremos al caso del bus-metro, ya que el caso de txc-metro es análogo.

El caso bus-metro tiene sólo las siguientes situaciones:

- bus->metro. En este caso los viajes empiezan desde la zona de origen hasta el paradero de buses (vía caminata). Luego se toma el bus y posteriormente se camina hacia la estación de metro, desde la cual se realiza la última fase del viaje en este modo;
- metro->bus. En este caso los viajes parten desde la zona de origen hasta la estación de metro (vía caminata). Luego se toma el metro y posteriormente se camina hasta la estación de buses, desde la cual se realiza la última fase del viaje en este modo.

El modo incluye dos y sólo dos modos de transporte público: bus y metro, además de las caminatas asociadas en el origen y destino.

Se definen todas aquellas zonas que están conectadas directamente a las estaciones de metro vía caminata (modo p en el modelo) y se agrupan en el grupo gm1, las restantes zonas se agrupan en el grupo gm0 por defecto. Luego, sólo aquellos pares cuyo origen está en gm0 y cuyo destino está en gm1 (y viceversa) tienen viajes.

En el modelo EMME/2, las zonas de transferencia (parking) son creadas para modelar este tipo de viajes. Estas zonas son numeradas partiendo desde la zona 601, que son las mismas utilizadas para la modelación del modo auto-metro. Basado en este concepto, los modos de caminata son agregados sobre los arcos que unen las zonas de transferencia y los nodos de acceso al metro. De esta forma, los niveles de servicio del modo analizado incluirán datos entre las zonas de transferencia y las zonas "normales". Luego, el costo generalizado de viaje es la suma de los costos generalizados en la etapa desde la zona origen hasta la zona de transferencia y la etapa desde la zona de transferencia hasta la zona de destino del viaje.

2) *Cálculo de la Demanda del Metro para los modos relacionados*

La demanda del modo metro proviene de cinco modos diferentes: metro, bus-metro, txc-metro, auto-chofer-metro y auto-acompañante-metro.

En el modelo Stgo-EMME/2, el modelo Parking and Ride (P&R) es utilizado para trabajar con los modos combinados (bus-metro y txc-metro). Este es similar al tradicional modelo parking-and-ride para el caso de los modos auto-chofer-metro y auto-acompañante-metro. La única diferencia está en que cuando se trata del caso auto-metro, el viaje siempre parte en el modo auto, para

posteriormente hacer transferencia con el metro; mientras que al trabajar con los modos combinados, existen dos situaciones a ser consideradas. Primero el caso que el viaje parte en bus para posteriormente transferirse al metro y viceversa. La forma de hacer el viaje dependerá de los costos generalizados en ambas situaciones.

Para calcular la demanda del modo bus-metro se utilizarán los siguientes pasos:

0. Inputs Iniciales:

- Matriz de demanda de bus-metro (bm): $T_{ij}^{(bm)}$
- Matriz de costo generalizado de bus (bs): $\mu_{ij}^{(bs)}$
- Matriz de costo generalizado de metro (mt): $\mu_{ij}^{(mt)}$
- Costo de transferencia constante a la zona de transferencia (parking zone): $C_i=0$

1. Calcular el costo generalizado y encontrar la zona de transferencia (k) con el mínimo costo asociado, lo que se resuelve utilizando la técnica de convolución de matrices en EMME/2 de la siguiente manera:

Caso bus->metro, mínimo costo de transferencia es almacenado en $A_{ij}^{(b \rightarrow m)}$

$$\mu_{ij}^{(b \rightarrow m)} = \min_k ((\mu_{ik}^{(bs)} + \mu_{kj}^{(mt)}) + C_k)$$

Caso metro->bus, mínimo costo de transferencia es almacenado en $A_{ij}^{(m \rightarrow b)}$

$$\mu_{ij}^{(m \rightarrow b)} = \min_k ((\mu_{ik}^{(mt)} + \mu_{kj}^{(bs)}) + C_k)$$

El costo generalizado del modo es:

$$\mu_{ij}^{bm} = \min(\mu_{ij}^{(b \rightarrow m)}, \mu_{ij}^{(m \rightarrow b)})$$

2. Repartir la demanda del modo bus-metro en los modos bus y metro:

Caso bus->metro, el metro es la segunda rama del viaje. La demanda asociada es:

$$T_{ij}^{(b \rightarrow m_mt)} = \sum_k (A_{ik}^{(b \rightarrow m)} \cdot eq \cdot I_{jk}) \cdot T_{ik}^{bm}$$

donde I_{jk} es un índice que contiene el número de zona actual para cada zona.

La matriz resultante contiene los viajes desde la zona de transferencia a la zona de destino. Otros pares origen-destino tienen viajes nulos.

Caso metro->bus, el metro es la primera rama del viaje. La demanda asociada es:

$$T_{ij}^{(m \rightarrow b_mt)} = \sum_k (I_{ik} \cdot eq \cdot A_{kj}^{(m \rightarrow b)}) \cdot T_{kj}^{bm}$$

donde I_{ik} es un índice que contiene el número de zona actual para cada zona.

La matriz resultante contiene los viajes desde la zona de origen hacia la zona de transferencia. Otros pares origen-destino tienen viajes nulos.

La demanda metro del modo combinado bus-metro es:

$$T_{ij}^{(bm)} = T_{ij}^{(b \rightarrow m_mt)} + T_{ij}^{(m \rightarrow b_mt)}$$

Para el caso del txc-metro, el procedimiento es el mismo con diferentes inputs. En el caso del auto-metro sólo el caso del bus-metro (en ese orden) es suficiente.

Finalmente, la demanda total del modo metro es la suma de la demanda en metro puro más las demandas de metro asociadas a los modos combinados.

El procedimiento está programado la macro tran_pnr.mac para el cómputo de los costos generalizados de viaje y en la macro mt_total.mac para el cálculo de la demanda total del modo metro.

d) RESTRICCIÓN DE CAPACIDAD EN EL METRO

El algoritmo de equilibrio en formato EMME/2 incorpora un modelo de asignación de metro con restricción de capacidad activa, con el fin de representar el hecho de que este tipo de modos duros no tienen la flexibilidad para adecuarse a los aumentos de demanda por sobre la capacidad del sistema, en un período dado. No es este el caso de los buses y taxi-colectivos, cuya oferta de transporte es más dinámica, y puede adecuarse rápidamente a las condiciones de demanda que se presenten.

El modo metro es entonces tratado con mayor detalle, para modelar explícitamente los efectos de congestión y prevenir la sobreutilización de este modo en los resultados del modelo.

Al asignar la demanda del modo metro (mt) se calcula la diferencia entre la capacidad de cada segmento, $cap_{s(mt)}$, y el volumen total de pasajeros asignados, $voltr_{s(mt)}$. La frecuencia de cada línea es ajustada para reflejar los tiempos de espera en cada parada, incrementados debido a los efectos de congestión. Para este efecto, el intervalo (inverso de la frecuencia) hdw es ajustado de la siguiente manera:

$$hdw_{s(mt)} \frac{(voltr_{s(mt)} - brd_{s(mt)})}{cap_{s(mt)} - (voltr_{s(mt)} - brd_{s(mt)})}, \text{ si } (voltr_{s(mt)} - brd_{s(mt)}) \leq 0.9 \cdot cap_{s(mt)}$$

$$hdw_{s(mt)} (9 + 100 \cdot \frac{voltr_{s(mt)} - brd_{s(mt)} - 0.9cap_{s(mt)}}{cap_{s(mt)}}), \text{ si } (voltr_{s(mt)} - brd_{s(mt)}) > 0.9cap_{s(mt)}$$

Donde:

- hdw : intervalo de la línea de metro correspondiente (inverso de la frecuencia)
- $voltr$: flujo de pasajeros de la línea correspondiente
- brd : subidas de pasajeros de la línea correspondiente
- cap : capacidad máxima de pasajeros de la línea correspondiente

Los tiempos de viaje $C_{s(mt)}$ en los segmentos son actualizados también para aquellos segmentos que están por sobre la capacidad, utilizando para ello la siguiente fórmula:

$$c_{s(mt)} \cdot \left(1 + 10 \cdot \left(\frac{voltr_{s(mt)}}{cap_{s(mt)}}\right)^{15}\right), \text{ si } (voltr_{s(mt)} - cap_{s(mt)}) > 0$$

Esta es una penalidad que se reduce al tiempo de viaje normal, $c_{s(mt)}$, una vez que el segmento de metro está bajo la capacidad. En cada iteración del método de equilibrio, los flujos que arriban a los segmentos y los intervalos son ajustados usando el esquema de promedios utilizado para equilibrar el modelo.

VI.1.2 INFORMACIÓN A INCORPORAR

En el presente estudio se ha utilizado el algoritmo de equilibrio en EMME/2 aplicado a Santiago, bajo las condiciones detalladas anteriormente. Pero además, el modelo fue adaptado para su utilización en el área específica bajo estudio, debido a que se trata de un sector que ha sufrido importantes cambios en el poblamiento, en el desarrollo vial y en la oferta de transporte público; con respecto a lo que se incluía en su modelación original Stgo-EMME/2. Los cambios se realizarán a nivel de entrada de datos, y no incluyen variaciones en el algoritmo de equilibrio ni en los parámetros de modelación.

- **Vectores O/D:** Para incorporar los vectores, se actualizó la información de los vectores O/D en base a los antecedentes recopilados del Censo 2002, y de el levantamiento de información de hogares por estrato socioeconómico y actividades productivas, realizado para el área específica de estudio.
- **Adaptación Redes de Modelación:** Se incorporó un mayor detalle para la red en el área específica de estudio, generándose nuevos arcos viales y conectores, que representan una mayor cobertura y densificación del modelo en dicha área.
- **Adaptación Líneas de transporte público:** Se realizó una adaptación de los recorridos de líneas de buses, de tal manera de actualizar su cobertura en la zona de expansión urbana.
- **Matrices de Incidencia Modelo de Distribución:** Se generaron matrices de incidencia para las nuevas zonas surgidas del proceso de adaptación del modelo Stgo/EMME/2. Estas son un requerimiento esencial en el modelo de equilibrio.

VI.2 ESTIMACIÓN VECTORES O/D 2002

VI.2.1 RESUMEN ANTECEDENTES MODELOS DE GENERACIÓN Y ATRACCIÓN DE VIAJES

El proceso de equilibrio oferta-demanda desarrollado plantea la modelación de cuatro etapas, dentro de las cuales la primera corresponde a la de generación y atracción de viajes. Esta etapa, exógena en la práctica, debe reportar la cantidad de viajes a nivel zonal que se originan y que se reciben para cada tipo de usuario y propósito. Las metodologías que se presentan en las siguientes secciones consideran los avances que se han realizado en los últimos años. Los estudios de referencia son los siguientes:

- Análisis Diseños Preliminares de Proyectos Estratégicos de Santiago, Período 2000-2010, desarrollado por SECTRA.
- Estudio de Modelos de Generación y Atracción de Viajes desarrollado por la Consultora Fernández y De Cea. (Informe Final Orden de Trabajo N° 7 Escenarios Modificados).

En base a los resultados de dichos estudios, se estimarán las tasas de generación y atracción de viajes en el presente estudio. Estos modelos fueron desarrollados por la empresa Cis, a petición de SECTRA, el año 1998.

VI.2.1.1 MODELOS DE TASAS ACM

Generación de Viajes Punta Mañana

La generación de viajes para este período está prácticamente explicada a nivel de hogar. Para esto se recurre a las tasas de generación de viajes para cada una de las 15 categorías de hogares definidas por el cruce de nivel de ingreso y nivel de motorización (5 niveles de ingreso y tres niveles de motorización), de acuerdo al siguiente cuadro. Cabe señalar que por problemas de muestreo algunas categorías son agregadas, es el caso de las categorías de bajos ingresos (1 y 2) con 2 o más autos (casos bastante extraños por lo demás), las que son agregadas a la categoría correspondiente con 1 auto.

Tabla N° V.8
Definición de Categorías Ingreso - Motorización

Ingreso/Motorización	0 Autos	1 Autos	2 o más Autos	CATEGORÍAS DEFINITIVAS		
1	H1	H2	H3	C1	C2	
2	H4	H5	H6	C3	C4	
3	H7	H8	H9	C5	C6	C7
4	H10	H11	H12	C8	C9	C10
5	H13	H14	H15	C11	C12	C13

Dado que los modelos de localización entregan los hogares al nivel de cinco categorías de ingreso ESTRAUS, se necesitan criterios para definir la motorización. Para esto se recurre a las siguientes matrices de probabilidad de tenencia de vehículos.

Tabla Nº V.9
Probabilidad de Tenencia de Vehículos por Categoría de Ingreso AÑO 1997

Categoría	0 Autos	1 Auto	2 o más Autos
1	0,799	0,179	0,022
2	0,804	0,174	0,022
3	0,466	0,358	0,176
4	0,223	0,337	0,440
5	0,128	0,436	0,436

Tabla Nº V.10
Probabilidad de Tenencia de Vehículos por Categoría de Ingreso AÑO 2005

Categoría	0 Autos	1 Auto	2 o más Autos
E1	0,778	0,194	0,028
E2	0,805	0,175	0,020
E3	0,475	0,356	0,170
E4	0,233	0,334	0,433
E5	0,137	0,274	0,588

A partir de la información de los hogares por categoría de ingreso y motorización definidos anteriormente, los vectores de generación de viajes se calculan utilizando las tasas de viajes ACM (Análisis de Clasificación Múltiple), simplemente multiplicando el número de hogares por la tasa de viaje correspondiente al propósito específico. La tabla siguiente muestra los valores de las tasas de generación de viajes utilizadas. Se reportan las tasas de viajes interzonales (entre zonas) que son las utilizadas por los modelos, como así también las tasas de viajes intrazonales (para calcular los viajes que se generan al interior de una zona)

Tabla Nº V.11
Tasas ACM Viajes Basados en el Hogar Ida (BHI)

Categoría	TASAS INTERZONALES			TASAS INTRAZONALES		
	Trabajo	Estudio	Otros	Trabajo	Estudio	Otros
H1	0,2636	0,1565	0,0686	0,0195	0,1550	0,0131
H2	0,3674	0,2699	0,0537	0,0152	0,1262	0,0105
H3	0,4607	0,4504	0,0900	0,0173	0,1175	0,0121
H4	0,4769	0,2351	0,0683	0,0234	0,1399	0,0112
H5	0,5807	0,3485	0,0533	0,0192	0,1109	0,0086
H6	0,6740	0,5290	0,0897	0,0213	0,1024	0,0103
H7	0,5742	0,3059	0,0755	0,0154	0,0867	0,0060
H8	0,6781	0,4193	0,0606	0,0112	0,0579	0,0034
H9	0,7713	0,5999	0,0969	0,0132	0,0492	0,0051
H10	0,5452	0,4170	0,0765	0,0127	0,0790	0,0073
H11	0,6490	0,5304	0,0615	0,0085	0,0500	0,0048
H12	0,7422	0,7110	0,0979	0,0106	0,0415	0,0064
H13	0,5706	0,6124	0,0834	0,0256	0,1389	0,0278
H14	0,6744	0,7258	0,0685	0,0214	0,1101	0,0252
H15	0,7676	0,9064	0,1048	0,0235	0,1014	0,0269

Una vez determinados los vectores de generación a nivel zonal, por tipo de usuario (categoría) y propósito, ellos son multiplicados por los factores que se reportan a continuación, que de alguna manera dan cuenta de la elasticidad de las tasas de generación de viaje a nivel de períodos.

Tabla N° V.12
Factores de Expansión Período Punta Mañana

Propósito	Factor
Trabajo	0,9343
Estudio	0,9626
Otros	0,8349

Atracción de Viajes Punta Mañana

Para el cálculo de la atracción de viajes se ha considerado la estimación de modelos de regresión lineal múltiple para los propósitos Trabajo y Otros.

Modelo de Atracción Propósito TRABAJO

El modelo de atracción de viajes para este propósito presenta la siguiente especificación:

$$Atracc = a_1 \text{supc}_{com} + a_2 \text{supc}_{ser} + a_3 \text{supc}_{ind} + a_4 \text{supc}_{edu} + a_5 \text{supc}_{sal} + a_6 \text{esupc}_{ho}$$

Los parámetros del modelo se presentan a continuación:

Tabla N° V.13
Parámetros Modelo Atracción TRABAJO

Parámetro	Estimación	Desv- Estándar	T-Stat	Valor de Prob.
A1	0,023832	0,004156	5,733961	0,000
A2	0,041673	0,007339	5,678449	0,000
A3	0,006318	0,001613	3,916859	0,000
A4	0,021311	0,007080	3,010034	0,003
A5	0,028912	0,008826	3,275899	0,001
A6	0,000261	0,000052	5,019240	0,000

Donde:

supc_com: superficie destinada a comercio (m2)
 supc_ser: superficie destinada a servicios (m2)
 supc_ind: superficie destinada a industrias (m2)
 supc_edu: superficie destinada a educación (m2)
 supc_sal: superficie destinada a salud (m2)
 esupc_ho: superficie destinada a hogares (m2)

Para las zonas 208, 212 y 215 el modelo de atracción es el siguiente:

$$Atracc = \frac{356914475.23}{(\text{supc}_{com} + \text{supc}_{ser})}$$

Modelo de Atracción Propósito OTROS

El modelo para este propósito presenta la siguiente especificación:

$$Atracc = a_1 \text{supc}_{sal} + a_2 \text{supc}_{edu} + a_3 \text{supc}_{com} + a_4 \text{esupc}_{ho}$$

Los parámetros del modelo se detallan en la siguiente tabla:

Tabla N° V.14
Parámetros Modelo Atracción OTROS

Parámetro	Estimación	Desv- Estándar	T-Stat	Valor de Prob.
A1	0.024425	0.003797	6.432146	0.000
A2	0.003601	0.001833	1.964022	0.050
A3	0.003915	0.001335	2.933285	0.004
A4	0.000097	0.000020	4.809173	0.000

Modelo de Atracción Propósito ESTUDIO

La atracción de viajes interzonales con propósito estudio se estimó a partir de las matrículas localizadas para cada una de las zonas, a las que se les restó el número de viajes intrazonales calculados a partir de las tasas ACM. En el caso de que se obtuvieran viajes interzonales atraídos negativos se asumió este valor igual a cero. Las matrículas son estimadas de acuerdo a la siguiente metodología (Fuente Sectra)

Educación

La metodología de trabajo utilizada para determinar el requerimiento de superficies/matrículas para el año 2005 de este uso se puede dividir según se trate de:

- Educación Básica y Media
- Educación Superior

Educación Básica y Media

El requerimiento global de matrículas para el año 2005, de este tipo de enseñanza está fuertemente condicionada por la implementación de la Jornada Escolar Completa (JEC), y la cobertura (relación matrículas ofrecidas versus demanda). Según datos del MINEDUC, la JEC estará operando por completo el año 2005. Así también, utilizando la información obtenida en el estudio "Diagnóstico y Recolección de Información de Educación bajo la Perspectiva del Transporte" la cobertura de la enseñanza básica alcanza el 100%, mientras que usando una proyección conservadora, la cobertura de la enseñanza media llegaría al 95% el año 2005.

Para determinar los futuros requerimientos de Educación, se estima la Población en Edad Escolar para el 2005, según las proyecciones del INE:

Educación Básica: 6 a 13 años
Educación Media: 14 a 17 años.

Aplicando los respectivos factores dados por la cobertura antes indicada, se llega al total de matrículas necesarias para el 2005.

Una vez determinada la demanda global por este uso, la localización espacial de las nuevas matrículas requeridas para el 2005 se hace en tres niveles: inicialmente se localizan a nivel de las grandes áreas (Centro, Poniente, Oriente, Sur-Oriente, Sur y Norte), posteriormente se pasa a nivel comunal y finalmente se localiza a nivel de las zonas censales.

Educación Superior

Para obtener los requerimientos de matrículas para la educación superior se utilizan los siguientes supuestos:

Se mantiene constante la relación observada el año 1997 entre el número de estudiantes de enseñanza media (263.440) y el número de estudiantes de enseñanza superior (186.383). Dicha relación es de 0,7.

Se mantiene constante la relación observada en 1997 entre los viajes diarios y los viajes en el período punta de la mañana (7:00-9:00).

Una vez que se tienen las matrículas totales por zona censal (básica, media y superior), se calcula la superficie requerida, asumiendo una tasa de 3 m² construidos por cada matrícula, de acuerdo al promedio observado en el estudio de "Recolección de Información de Educación bajo la Perspectiva del Transporte".

VI.2.1.2 MODELOS DE UMBRAL

Los modelos de Umbral fueron desarrollados por la empresa Fernández y De Cea., el año 2001, a petición de SECTRA. El uso de estos modelos proviene del hecho de algunas críticas realizadas a los modelos calibrados por CIS para SECTRA, particularmente en el caso de la atracción de viajes.

La solución propuesta considera la implementación de los denominados modelos de umbral, los que permiten una generalización de los tradicionales modelos de regresión lineal múltiple con la siguiente especificación:

$$v_i = x_i' \beta + u_i$$

donde i corresponde a la zona i , v_i es la variable a explicar, x_i el vector de variables explicativas, β corresponde a los parámetros a estimar y u_i el error o residuo. Se observa en este caso que la relación funcional es única no existiendo discrepancias en la manera en que v y x se relacionan para distintos tipos de zonas.

Un método más general para permitir este tipo de heterogeneidades se conoce como el modelo de umbrales (*thresholds*). De modo general, la ecuación anterior puede verse como un caso particular de la siguiente relación funcional:

$$v_i = \sum_{j=1}^k I_{i,j} x_i' \beta_j + u_i$$

donde $I_{i,j}$ es una función indicador que cumple con las siguientes propiedades:

$$I_{i,j} = \begin{cases} 1 & \text{si } w_i \in m_j \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

$$\sum_{j=1}^k I_{i,j} = 1 \quad \forall i$$

$$m_j = (w_j, \overline{w_j})$$



En este caso, se denomina a w como la variable de umbral y a m como el rango de valores de w para los cuales la categoría j (de las k categorías posibles) está activa. En términos prácticos, el procedimiento utilizado para estimar estos modelos permite, dada una variable de umbral, escoger los rangos de m que minimizan la suma de cuadrados de los residuos. A su vez, es posible realizar tests de hipótesis para evaluar la existencia de umbrales y permitir que exista heteroscedasticidad entre regímenes o tipos de zonas.

En el presente caso, se utiliza esta técnica para estimar los modelos de viajes de punta (trabajo y otros). La ventaja de utilizar este método es que además de ser una representación más general que los modelos lineales, permiten que sean los datos los que determinen el tipo y la forma de heterogeneidad entre zonas. Una vez obtenidos modelos generales de este tipo para los viajes BHI punta (trabajo y otros) pueden utilizarse sus proyecciones para realizar estimaciones Tobit de los demás viajes en su modalidad fuera de punta. Como se verá posteriormente, casi todos los viajes fuera de punta pueden representarse satisfactoriamente como funciones de los viajes de punta, por lo que sí el modelo de umbrales es capaz de capturar de modo satisfactorio la heterogeneidad entre zonas en los viajes de punta, el incorporar a estas variables como explicativas de los viajes fuera de punta incorpora la heterogeneidad subyacente en los últimos y pueden utilizarse modelos tradicionales (como variantes del modelo Tobit) para proyectarlos. A continuación se reportan los resultados de aplicar esta metodología para los viajes por motivo trabajo y otros.

La notación utilizada en el reporte de los resultados se detalla a continuación:

BHI_PX = Viaje BHI Punta atraídos por el motivo X

BHI_FX = Viaje BHI Fuera de Punta atraídos por el motivo X

BHR_FX = Viaje BHR Fuera de Punta generados por el motivo X

NBH_GX = Viaje NBH fuera de punta generados por el motivo X

NBH_AX = Viaje NBH fuera de punta atraídos por el motivo X

SC_X= Superficie construida para fin X

PSC_X= Participación de la Superficie construida para fin X en la superficie total

En el caso de las variables BHI_PX, BHI_FX, BHR_FX, NBH_GX y NBH_AX, el motivo X corresponde a Trabajo, Estudio u Otros.

En el caso de las variables SC_X y PSC_X, el fin corresponde a:

COM: Comercial
HAB: Habitacional
EDU: Educacional
IND: Industrial
OFI: Oficinas
OTR: Otros

Viajes BHI Punta Mañana

Se presentan a continuación los resultados obtenidos para las atracciones propósito Trabajo y Otros del período Punta Mañana. Puede observarse en este caso que la variable umbral utilizada corresponde a la participación de la superficie construida de otros fines (vale decir, $w=PSC_OTR$)

Tabla N° V.15
Resultados del Modelo de Umbral para Viajes BHI Punta Mañana

Variable Dependiente: BHI_PT			
Variable	PSC OTR<0.101	0.101<PSC OTR<0.127	PSC OTR>0.127
Cte	190.921 (31.075)		-1316.456 (416.964)
SC_COM	0.024 (0.002)		0.015 (0.006)
SC_OFI	0.038 (0.004)		-0.050 (0.006)
SC_OTR	0.030 (0.005)	0.089 (0.029)	0.061 (0.009)
PSC_OFI			16608.238 (2402.514)
Dummy 276	37836.369 (1600.183)	37836.369 (1600.183)	37836.369 (1600.183)
Dummy 308	17984.341 (1523.338)	17984.341 (1523.338)	17984.341 (1523.338)
Variable Dependiente: BHI_PO			
Variable	PSC OTR<0.157	0.157<PSC OTR<0.201	PSC OTR>0.201
Cte	41.471 (7.464)		
sc_com	0.001 (0.000)		-0.010 (0.004)
sc_otr	-0.002 (0.001)		0.008 (0.004)
bhi_pt	0.104 (0.008)	0.084 (0.018)	0.196 (0.040)

Notas: Los valores entre paréntesis corresponden a desviaciones estándar. A su vez, para el caso de *bhi_pt* se incluyeron 2 variables mudas para las zonas 276 y 308.

Fuente: Informe Final OT 7 Escenarios Modificados

Puede observarse que extrañamente en el caso de los viajes con propósito Trabajo, los viajes no dependen de la superficie con uso Industrial. Además en el caso de proporciones mayores a 0,127 el modelo contiene una variable con signo negativo (SC_OFI), que resulta ser extraño dado que significa que al aumentar la superficie del uso de Oficinas disminuye la atracción de viajes.

Viajes Fuera de Punta

Se presentan a continuación los resultados obtenidos para los viajes del período Fuera de Punta de los propósitos Trabajo y Otros. Se observa en este caso que los modelos corresponden a regresiones lineales simples

Viajes BHI Fuera de Punta

Tabla N° V.16
Resultados del Modelo para Viajes BHI Fuera de Punta

Variable	Variable dependiente: BHI_FT	Variable dependiente: BHI_FO
Cte		41.166 (18.019)
BHI_PT	0.117 (0.003)	
BHI_PO		0.637 (0.068)
BHI_FT		1.675 (0.104)
SC_COM		0.004 (0.001)
Dummy 276	2587.833 (170.890)	17865.205 (718.720)
Dummy 308	-560.980 (130.809)	3642.593 (372.288)
	R ² = 0.912	R ² = 0.952

Notas: Los valores entre paréntesis corresponden a desviaciones estándar consistentes con heteroscedasticidad. Todas las regresiones incluyen constantes (no reportadas). Se incluyeron 2 variables mudas para las zonas 276 y 308.

Fuente: Informe Final OT 7 Escenarios Modificados

Viajes BHR Fuera de Punta

Tabla N° V.17
Resultados del Modelo para Viajes BHR Fuera de Punta

Variable	Variable dependiente: BHR_FT	Variable dependiente: BHR_FO
Cte	41.166 (18.019)	14.809 (7.443)
BHI_PT	0.019 (0.002)	
BHI_PO		0.648 (0.028)
BHI_FO	0.019 (0.003)	0.304 (0.006)
SC_COM	0.001 (0.000)	
Dummy 308	-376.270 (44.817)	-1372.080 (153.190)
	R ² = 0.789	R ² = 0.945

Notas: Los valores entre paréntesis corresponden a desviaciones estándar consistentes con heteroscedasticidad. Todas las regresiones incluyen constantes (no reportadas). Se incluyó 1 variable muda para la zona 308.

Fuente: Informe Final OT 7 Escenarios Modificados

Viajes NBH Fuera de Punta (Generados)

Tabla N° V.18
Resultados del Modelo para Viajes NBH Generados

Variable	Variable dependiente: NBH_GT	Variable dependiente: NBH_GO
Cte	-3.311 (1.666)	-22.038 (5.011)
BHI_PT	0.020 (0.001)	0.106 (0.004)
BHI_FO		0.095 (0.006)
Dummy 308	-282.225 (37.050)	405.189 (111.041)
	R ² = 0.615	R ² = 0.940

Notas: Los valores entre paréntesis corresponden a desviaciones estándar consistentes con heteroscedasticidad. Todas las regresiones incluyen constantes (no reportadas). Se incluyó 1 variable muda para la zona 308.

Fuente: Informe Final OT 7 Escenarios Modificados

Viajes NBH Fuera de Punta (Atraídos)

Tabla N° V.19
Resultados del Modelo para Viajes NBH Atraídos

Variable	Variable dependiente: NBH AT	Variable dependiente: NBH AO
Cte		-12.078 (5.039)
BHI_FT		0.297 (0.043)
BHI_FO	0.020 (0.002)	0.090 (0.010)
NBH_GO	0.043 (0.010)	0.504 (0.038)
Dummy 308	271.599 (35.931)	746.537 (123.992)
	R ² = 0.728	R ² = 0.947
<p>Notas: Los valores entre paréntesis corresponden a desviaciones estándar consistentes con heteroscedasticidad. Todas las regresiones incluyen constantes (no reportadas). Se incluyó 1 variable muda para la zona 308.</p>		

Fuente: Informe Final OT 7 Escenarios Modificados

VI.2.2 ANÁLISIS INFORMACIÓN ESTUDIO DIAGNÓSTICO URBANO

En el presente estudio, en la etapa de análisis de desarrollo urbano (ver Informe de Avance anterior), se logró incorporar importante información desagregada a nivel zonal, referente a los distintos usos de suelo actuales en el área de estudio, y que sirve de base para la determinación de la generación y atracción de viajes que requiere el modelo de transporte. La información levantada corresponde a:

- Superficies de uso de suelo por actividad.
- Matriculas en establecimientos educacionales.
- Viviendas por estrato socioeconómico.
- Hogares por distrito censal (Censo 2002).
- Información Escenarios Estras cortes temporales 1997, 2005.

En las siguientes tablas se resumen los datos obtenidos. Para esto, se utiliza una agrupación de zonas, con mayor detalle que la desagregación comunal, debido a que es importante distinguir los fenómenos de desarrollo que se presentan en ciertas áreas dentro de comunas de gran extensión. La agrupación de zonas definida se presenta en la Figura N° V.1.

En la Tabla N° V.20 se observan los hogares totales por comuna, extraídos de la información del Censo 2002. Estos valores son comparados con los hogares estimados en los estudios para el modelo Estras, escenarios 1997 y 2005.



Figura N° V.1 Agrupación de Zonas

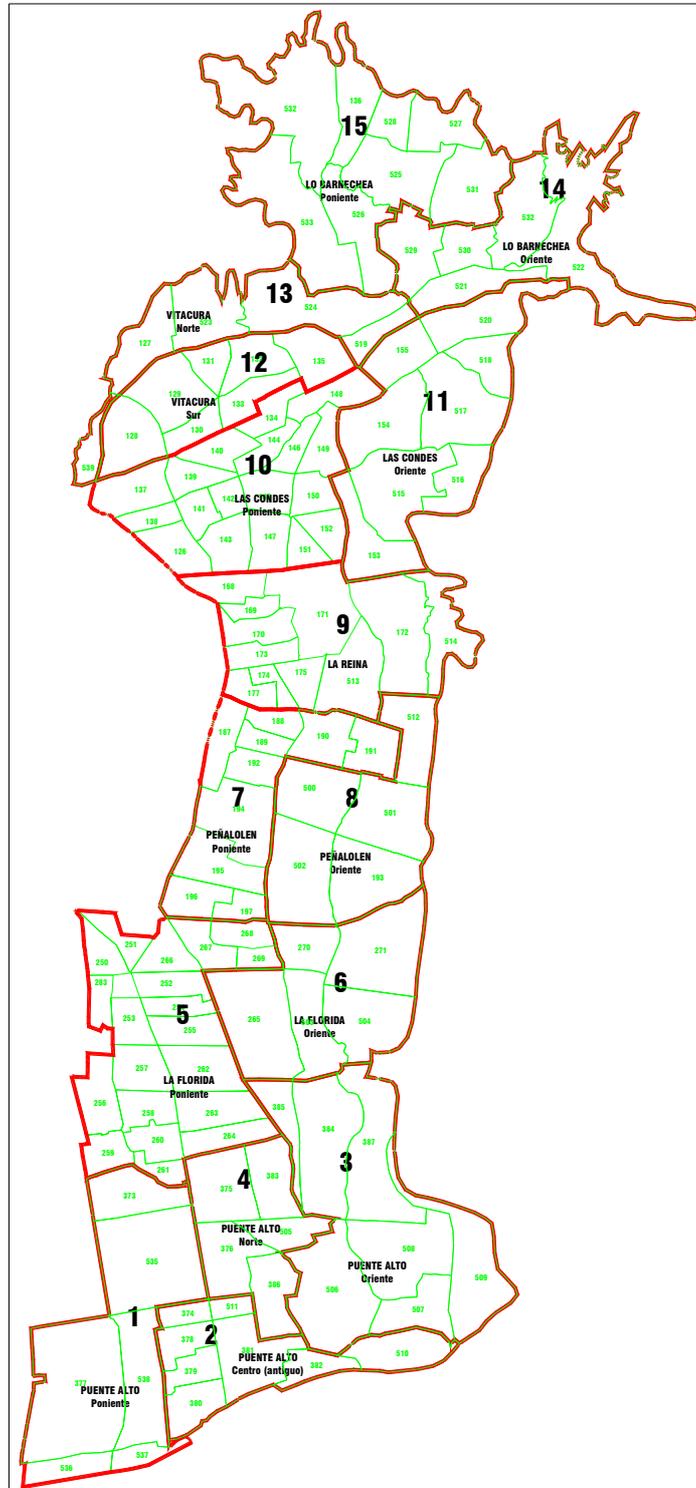


Tabla N° V.20
Hogares Totales Sector Pie Andino

ZONA/COMUNA	HOGARES					
	Estraus1997	Estraus 2005	Estraus 2002	Censo 2002	Delta	Delta %
Puente Alto Poniente	27.446	43.073	37.213	64.492	-27279	-73,30
Puente Alto Centro (Antiguo)	25.542	29.331	27.910	28.686	-775	-2,78
Puente Alto Oriente	8.191	22.708	17.264	7.024	10240	59,31
Puente Alto Norte	29.946	39.777	36.090	44.049	-7958	-22,05
PUENTE ALTO	91.125	134.890	118.478	144.250	-25772	-17,87
La Florida Poniente	85.855	92.545	90.036	82.599	7437	8,26
La Florida Oriente	13.482	28.447	22.835	14.512	8323	36,45
LA FLORIDA	99.337	120.992	112.871	97.111	15760	16,23
Peñalolén Poniente	44.509	54.632	50.835	42.963	7872	15,49
Peñalolén Oriente	1.813	7.099	5.117	9.363	-4246	-82,98
PEÑALOLEN	46.321	61.731	55.952	52.326	3626	6,93
LA REINA	23.699	25.096	24.572	26.091	-1519	-5,82
Las Condes Poniente	43.935	44.353	44.196	66.770	-22574	-51,08
Las Condes Oriente	14.120	20.912	18.365	15.951	2415	13,15
LAS CONDES	58.054	65.266	62.561	82.721	-20159	-24,37
Vitacura Sur	15.984	16.045	16.022	21.355	-5333	-33,29
Vitacura Norte	4.812	8.401	7.055	2.705	4350	61,66
VITACURA	20.796	24.446	23.077	24.060	-983	-4,09
Lo Barnechea Oriente				9.543		
Lo Barnechea Poniente				8.132		
LO BARNECHEA	9.907	17.684	14.768	17.675	-2907	-16,45
TOTAL PIE ANDINO	349.240	450.104	412.280	444.235	-31954	-7,19

Se aprecian importantes diferencias entre las proyecciones de hogares que se realizan con los escenarios de Estraus, y los hogares reales medidos en el Censo 2002. En el sector bajo estudio (Tabla N° V.20) Estraus subestima en una alta cantidad los hogares para las comunas de Puente Alto (25.770), Las Condes (20.160) y en menor medida La Reina, Vitacura y Lo Barnechea. Por otro lado, se sobreestiman las poblaciones de La Florida (15.760 hogares), y en menor medida Peñalolén.

Si ya a un nivel comunal, que es bastante agregado, se presentan importantes errores en la predicción de los hogares, dicha diferencia aumenta al analizar a un nivel más desagregado. Nótese el ejemplo de la Tabla N° V.20, comuna Puente Alto, en donde la zona Puente Alto Poniente subestima el crecimiento en un 73%, siendo esta una importante zona que contiene 144.000 hogares actualmente. Por otro lado, para el sector Puente Alto Poniente se sobreestiman los hogares en un 59%. Al revisar los archivos para cada zona al nivel del modelo de equilibrio (409 zonas), estas diferencias aumentan.

Tabla N° V.21
Hogares Totales por Comuna

COMUNA	HOGARES					
	Estraus 1997	Estraus 2005	Estraus 2002	CENSO	Delta	Delta %
MAIPU	79.053	106.243	96.047	127.361	-31314	-24,59
CERRILLOS	20.933	22.878	22.149	19.498	2651	13,59
CERRO NAVIA	39.418	41.591	40.776	33.770	7006	20,75
EL BOSQUE	42.960	46.924	45.437	43.414	2023	4,66
HUECHURABA	18.774	21.402	20.416	16.552	3864	23,35
LA PINTANA	48.564	60.354	55.933	45.082	10851	24,07
LO ESPEJO	30.810	32.125	31.632	24.768	6864	27,71
PUDAHUEL	37.199	44.369	41.680	49.419	-7739	-15,66
QUILICURA	12.894	16.768	15.315	35.767	-20452	-57,18
RENCA	32.826	34.885	34.113	32.055	2058	6,42
SAN BERNARDO	49.464	65.770	59.655	49.094	10561	21,51
CONCHALI	36.180	37.288	36.872	32.426	4446	13,71
ESTACION CENTRAL	37.755	39.143	38.623	32.358	6265	19,36
INDEPENDENCIA	21.472	22.172	21.909	18.367	3542	19,29
LA CISTERNA	26.386	26.301	26.333	22.978	3355	14,60
LA GRANJA	37.076	39.212	38.411	33.155	5256	15,85
LO PRADO	29.260	30.445	30.001	26.222	3779	14,41
MACUL	31.849	36.156	34.541	30.133	4408	14,63
ÑUÑO A	50.421	54.053	52.691	55.729	-3038	-5,45
PEDRO AGUIRRE CERDA	33.191	34.436	33.969	29.094	4875	16,76
PROVIDENCIA	36.198	38.330	37.530	52.609	-15079	-28,66
QUINTA NORMAL	30.734	30.623	30.665	25.631	5034	19,64
RECOLETA	42.278	42.716	42.552	35.653	6899	19,35
SAN JOAQUIN	30.175	31.793	31.186	24.954	6232	24,98
SAN MIGUEL	23.293	23.764	23.588	22.685	903	3,98
SAN RAMON	24.258	25.044	24.749	23.039	1710	7,42
SANTIAGO	70.245	74.532	72.924	79.079	-6155	-7,78
TOTAL	973.667	1.079.318	1.039.699	1.020.892	18807	1,84

En la Tabla N° V.21 se presentan los hogares extraídos del Censo 2002, para el resto de las comunas del Gran Santiago, comparándolas nuevamente con las proyecciones de los escenarios Estraus. Los resultados demuestran que dichos escenarios sobreestimaron los hogares a modelar en el 85% de las comunas, en valores que oscilan entre un 7% y un 22%. En muchas comunas se da el caso que los hogares del Censo 2002 están por debajo de las cifras proyectadas en el Escenario Estraus 1997

Por otro lado, para un 15% de las comunas, se produjeron crecimientos importantes no proyectados por Estraus, específicamente en Quilicura, Maipú, Providencia, Pudahuel y Santiago. A estas comunas subestimadas se agregan Puente Alto, Las Condes y Lo Barnechea, pertenecientes al área específica bajo estudio.

En la Tabla N° V.22 se presenta un resumen con la segmentación socioeconómica, definida para las zonas que conforman el eje Pie Andino, la que resulta de la agregación de la información desarrollada en el presente estudio, para cada zona del modelo. La información de los hogares debió ser segmentada por estrato socioeconómico, dado los requerimientos del modelo de equilibrio de transporte a utilizar, particularmente de los modelos de generación y de partición modal de

viajes, que distinguen distintas tasas y elecciones de viaje, dependiendo del estrato socioeconómico del tipo de usuario a modelar.

Tabla N° V.22
Hogares por Estrato, Sector Pie Andino

ZONA/COMUNA	ESTRATO SOCIOECONOMICO					Todos
	E	C4	C3	C2	A,B,C1	
Puente Alto Poniente	15.609	24.758	16.174	7.951	-	64.492
Puente Alto Centro (Antiguo)	2.436	9.207	14.121	2.862	60	28.686
Puente Alto Oriente	-	-	719	3.842	2.464	7.024
Puente Alto Norte	3.681	12.303	19.749	7.196	1.120	44.049
PUENTE ALTO	21.726	46.269	50.762	21.850	3.643	144.250
La Florida Poniente	2.733	18.282	34.986	22.560	4.038	82.599
La Florida Oriente	-	231	1.393	6.610	6.277	14.512
LA FLORIDA	2.733	18.514	36.380	29.170	10.315	97.111
Peñalolén Poniente	6.431	16.761	11.945	7.826	-	42.963
Peñalolén Oriente	182	652	746	2.586	5.197	9.363
PEÑALOLEN	6.613	17.413	12.691	10.412	5.197	52.326
LA REINA	460	2.877	6.731	7.542	8.481	26.091
Las Condes Poniente	-	2.577	12.115	19.050	33.028	66.770
Las Condes Oriente	472	1.101	3.884	1.608	8.885	15.951
LAS CONDES	472	3.678	16.000	20.658	41.913	82.721
Vitacura Sur	-	419	4.859	5.714	10.363	21.355
Vitacura Norte	-	-	-	168	2.537	2.705
VITACURA	-	419	4.859	5.883	12.899	24.060
Lo Barnechea Oriente	681	2.232	2.077	2.325	2.228	9.543
Lo Barnechea Poniente	28	178	-	674	7.252	8.132
LO BARNECHEA	709	2.410	2.077	2.999	9.480	17.675
TOTAL PIE ANDINO	32.714	91.580	129.499	98.514	91.929	444.235

Como se explicará mas adelante, la información de hogares por zona y estrato definidos para los escenarios Estraus 1997 y 2005, también serán utilizados en la presente modelación, particularmente en las zonas que no forman parte del área de influencia directa del estudio. Estas zonas se han denominado zonas *resto*. En la tabla N° V.23 se presenta un resumen con la información incluida en los escenarios Estraus mencionados, a nivel comunal.

Tabla N° V.23
Viajes Generados a Nivel Comunal, Escenario Estras

COMUNA	C1	C2	C3	C4	C5	TOTAL 1997	C1	C2	C3	C4	C5	TOTAL 2005
MAIPU	4903	38850	34510	788	2	79053	3050	21610	67149	13505	930	106243
CERRILLOS	1759	10255	8838	81	0	20933	75	2445	19839	486	32	22878
CERRO NAVIA	9896	21401	8110	12	0	39418	2988	27511	11057	29	5	41591
CONCHALI	4718	20139	11166	128	29	36180	121	6866	30207	9	85	37288
EL BOSQUE	7118	24001	11633	172	37	42960	3486	14759	28046	509	124	46924
ESTACION CENTRAL	5114	19854	12476	311	0	37755	781	11437	26698	87	140	39143
HUECHURABA	3680	11268	3740	29	56	18774	2117	9650	9499	73	62	21402
INDEPENDENCIA	1367	11206	8730	132	36	21472	21	1661	20354	29	107	22172
LA CISTERNA	1589	11857	12414	429	96	26386	11	1658	22424	1938	270	26301
LA GRANJA	7083	20043	9905	45	0	37076	970	14461	23706	56	19	39212
LA PINTANA	21311	22254	4992	7	0	48564	18661	31793	9878	18	4	60354
LO ESPEJO	7252	17113	6435	10	0	30810	2436	13975	15684	26	4	32125
LO PRADO	4138	15423	9496	128	75	29260	579	6865	20115	2716	170	30445
MACUL	1386	10671	18526	1260	5	31849	58	2053	19518	11225	703	36156
ÑUÑO A	515	8389	34413	6529	575	50421	13	816	18214	26389	8618	54053
PEDRO AGUIRRE C	5616	18333	9098	143	0	33191	1333	10843	21609	585	66	34436
PROVIDENCIA	42	1934	21890	11053	1279	36198	2	103	3395	11913	22918	38330
PUDAHUEL	6555	21485	9029	107	23	37199	523	16125	24396	956	2369	44369
QUILICURA	974	5882	5976	62	0	12894	334	5200	11144	58	32	16768
QUINTA NORMAL	3423	15828	11296	187	0	30734	84	3357	26289	819	75	30623
RECOLETA	5936	23042	13231	69	0	42278	25	10362	31591	711	28	42716
RENCA	4213	20133	8356	57	67	32826	163	7701	26855	57	109	34885
SAN BERNARDO	12123	24839	12280	221	1	49464	6000	25682	30933	363	2793	65770
SAN JOAQUIN	2406	14249	13266	155	99	30175	44	4998	23787	986	1740	31793
SAN MIGUEL	1276	8942	12504	541	30	23293	3	1435	16222	5858	246	23764
SAN RAMON	6054	13162	5015	26	0	24258	1506	14873	8638	15	12	25044
SANTIAGO	2703	25387	40186	1928	41	70245	74	4141	46860	22066	1391	74532
PEÑALOEN	7258	26217	14383	293	141	48291	1025	20466	34694	1769	5837	63792
LA FLORIDA	8598	37111	48481	2609	64	96863	2159	17196	59554	32834	6613	118355
LA REINA	389	3865	12142	6491	812	23699	55	629	6636	3934	13842	25096
LAS CONDES	478	4379	24615	23313	4863	57648	291	1130	8023	7757	47128	64328
LO BARNECHEA	177	1926	2257	2189	4358	10907	52	778	4767	549	12831	18976
PUENTE ALTO	11176	42969	35865	1114	0	91125	6301	34126	91299	2710	453	134890
VITACURA	3	129	4902	7859	5514	18408	2	8	441	1750	19941	22141
TOTAL	161229	572538	500158	68479	18204	1320608	55342	346714	819520	152786	149696	1526896
%	12,21	43,35	37,87	5,19	1,38		3,62	22,71	53,67	10,01	9,80	

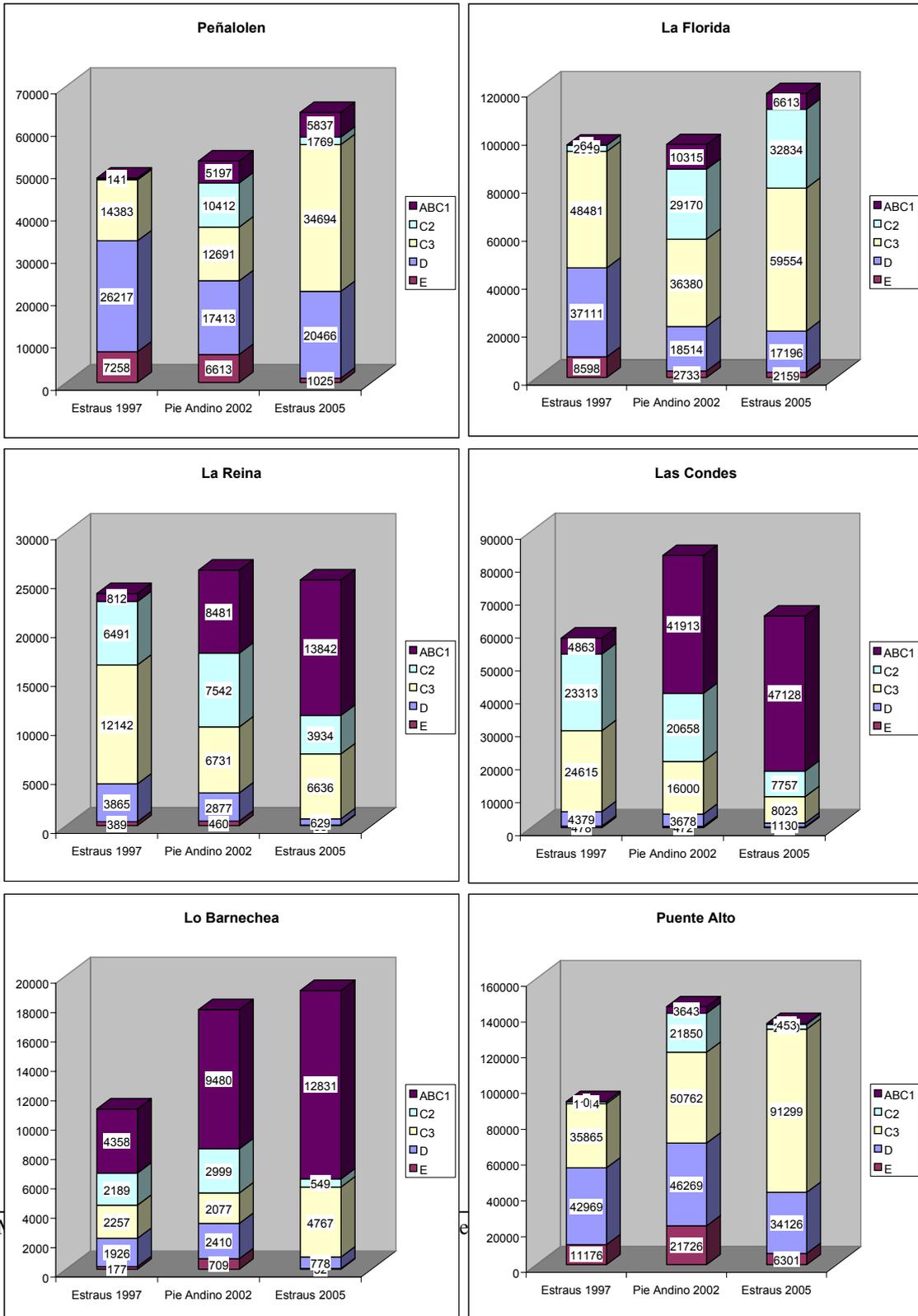
Como se planteó anteriormente, a medida que se analiza la información de los escenarios Estras 1997 y 2005 en forma más desagregada, se observa un mayor error en las predicciones con respecto a la real evolución del poblamiento y desarrollo de actividades. Esto también es detectable en la proyección que se realiza de los volúmenes de población por estrato, para lo cual basta comparar las Tablas N° V.22 y V.23. Un resumen de esta comparación se presenta en los siguientes gráficos. Se debe considerar que la medición de volúmenes de hogares por estrato realizada en el presente estudio, para el sector Pie Andino, es muy confiable, dado que fue



realizada a partir de información actualizada de Censo (año 2002), precios de viviendas y de suelos e información fotogramétrica (año 2000).

Figuras N° V.2 a N° V.7

Comparación Hogares por Estrato Escenarios Estras 1997, 2005, Pie Andino 2002



En las Tablas N° V.24 y N° V.25 se presenta un resumen a nivel comunal de las superficies por actividad productiva, extraída de las estimaciones realizadas en los Escenarios Estraus 1997 y 2005.

Tabla N° V.24
Superficies Comunales por Actividad, Escenario Estraus 1997

COMUNA	SUPERFICIE CONSTRUIDA (m2)						TOTAL
	COMERCIO	SERVICIOS	SALUD	OTROS	INDUSTRIA	EDUCACION	
MAIPU	295302	114262	5635	1589	754547	5985	1177320
CERRILLOS	53189	71393	780	449	443063	611	569485
CERRO NAVIA	78260	12738	3746	417	44476	2019	141656
CONCHALI	138526	65308	8096	607	239070	2964	454570
EL BOSQUE	91246	14365	1449	886	84704	7126	199776
ESTACION CENTRAL	221282	69333	25389	4042	433032	16295	769373
HUECHURABA	54511	96798	3654	344	151230	805	307341
INDEPENDENCIA	276868	91558	133507	1322	360723	12844	876822
LA CISTERNA	166716	34662	2454	4895	183441	8805	400973
LA GRANJA	104239	18248	5249	765	124560	3064	256125
LA PINTANA	26382	13391	9910	430	39786	3708	93607
LO ESPEJO	40798	10388	901	860	39820	3830	96597
LO PRADO	57834	10199	4866	100	10537	1929	85465
MACUL	176183	126239	8832	410	694038	15899	1021602
ÑUÑO A	400447	176054	69848	6357	345474	29022	1027202
PEDRO AGUIRRE CERDA	137943	17549	3123	100	38896	3981	201593
PROVIDENCIA	583731	1203220	210418	80882	104093	38005	2220349
PUDAHUEL	105808	46740	6884	1380	71005	5391	237209
QUILICURA	33031	176334	3429	42	855802	2732	1071370
QUINTA NORMAL	272027	106580	30095	980	612306	13715	1035703
RECOLETA	448253	112626	44649	4107	511643	17715	1138993
RENCA	69802	56249	1724	5	425669	4012	557461
SAN BERNARDO	150104	74286	19058	4877	404131	8556	661012
SAN JOAQUIN	139258	115099	2619	702	757979	4495	1020152
SAN MIGUEL	207996	128617	25205	4246	537855	19801	923720
SAN RAMON	28669	4982	1424	0	18540	1660	55275
SANTIAGO	3456695	2988206	215996	290975	1573041	126334	8651247
LA FLORIDA	264299	31658	18379	9872	78163	14117	416488
LA REINA	98845	35421	2495	2779	113491	7728	260759
LAS CONDES	721903	697689	36982	111577	11429	18631	1598211
LO BARNECHEA	48979	8774	2222	973	1166	4575	66689
PEÑALOEN	77217	14990	5820	790	55220	4521	158557
PUENTE ALTO	195575	48266	68505	856	119169	6099	438470
VITACURA	164475	127757	55546	23177	5162	5336	381453
TOTAL	9386394	6919979	1038888	561793	10243262	422309	28572625
%	32,85	24,22	3,64	1,97	35,85	1,48	

Tabla N° V.25
Superficies Comunales por Actividad, Escenario Estras 2005

COMUNA	SUPERFICIE CONSTRUIDA (m2)						TOTAL
	COMERCIO	SERVICIOS	SALUD	OTROS	INDUSTRIA	EDUCACION	
MAIPU	468610	148178	21577	2223	754547	90657	1485792
CERRILLOS	53189	71393	882	449	443063	12920	581896
CERRO NAVIA	78260	12738	3981	416	121544	30123	247062
CONCHALI	138526	95308	8314	606	239070	32766	514590
EL BOSQUE	94499	18060	1514	942	84704	53171	252890
ESTACION CENTRAL	277729	99963	26945	6512	433032	66369	910551
HUECHURABA	54511	396798	3815	220	367019	26806	849169
INDEPENDENCIA	291570	116131	182495	1406	360723	39869	992194
LA CISTERNA	204899	55344	2442	5398	183441	18596	470119
LA GRANJA	108025	32036	5502	765	124560	44954	315843
LA PINTANA	46382	13391	28296	864	39786	75404	204123
LO ESPEJO	70798	10388	951	1065	39820	21627	144649
LO PRADO	58023	10404	5120	99	10537	17037	101221
MACUL	186561	171382	9499	436	694038	58059	1119974
ÑUÑO A	419697	229823	71366	6754	345474	116353	1189467
PEDRO AGUIRRE CERDA	137943	17550	3253	99	38896	18001	215742
PROVIDENCIA	619028	1626080	219480	84114	104093	144508	2797303
PUDAHUEL	905808	246740	12313	30970	148073	44633	1388538
QUILICURA	33031	206334	2301	41	2320091	18437	2580236
QUINTA NORMAL	274704	116765	30077	1003	612306	23816	1058672
RECOLETA	472934	147757	45814	4368	511643	42826	1225342
RENCA	69802	56249	1838	5	888076	49665	1065635
SAN BERNARDO	177313	89260	20766	2056	589093	81518	960005
SAN JOAQUIN	147108	155024	2728	743	757979	30411	1093993
SAN MIGUEL	221189	175594	52559	4515	537855	24042	1015754
SAN RAMON	28924	5042	31372	0	18540	14444	98322
SANTIAGO	3653576	4027720	260410	308584	1573041	320510	10143841
LA FLORIDA	839216	108091	20403	13829	78163	73334	1133036
LA REINA	110543	37805	2386	1473	113491	45338	311035
LAS CONDES	902364	1161911	43606	156301	11429	132232	2407843
LO BARNECHEA	49599	9025	3295	792	1166	24008	87885
PEÑALOLEN	77602	15031	31811	763	55220	44229	224656
PUENTE ALTO	250301	54672	145048	2203	119169	102970	674364
VITACURA	174418	158610	63297	24645	5162	36217	462349
TOTAL	11696684	9896596	1365457	664658	12724846	1975851	38324091
%	30,52	25,82	3,56	1,73	33,20	5,16	

Por otro lado, en el estudio de localización de actividades documentado en el informe anterior, se realizó un catastro a nivel zonal de las superficies de suelo construidas (y/o utilizadas), para las actividades productivas comercio, industrial, servicio, como así también del número de matriculas a nivel zonal. El resumen a nivel de grandes áreas y comunas, dentro del sector Pie Andino, se presenta en la Tabla N° V.26.

Tabla N° V.26
Superficies por Actividad para Sectores Pie Andino, Escenario 2002

ZONA/COMUNA	Superficie				Total
	Comercio	Industrias	Servicios	Matriculas	
Puente Alto Poniente	11048	47668	22309	13382	94407
Puente Alto Centro (Antiguo)	187998	67927	133856	39822	429603
Puente Alto Oriente	21304	3575	26771	3426	55076
Puente Alto Norte	126151	0	40157	24767	191075
PUENTE ALTO	346501	119170	223093	81397	770161
La Florida Poniente	450066	81255	195700	84036	811057
La Florida Oriente	23688	12141	10300	2516	48645
LA FLORIDA	473754	93396	206000	86552	859702
Peñalolén Poniente	127759	50934	95814	32835	307342
Peñalolén Oriente	11110	4429	35438	4725	55702
PEÑALOLEN	138869	55363	131252	37560	363044
LA REINA	144676	113491	93429	25569	377165
Las Condes Poniente	762939	7883	954585	26357	1751764
Las Condes Oriente	167475	2628	253750	28414	452266
LAS CONDES	930414	10510	1208335	54771	2204030
Vitacura Sur	248913	0	380307	14442	643662
Vitacura Norte	54822	5236	54330	9832	124220
VITACURA	303735	5236	434637	24274	767882
Lo Barnechea Oriente	206326	1692	90266	9230	307514
Lo Barnechea Poniente	41788	0	22567	3780	68134
LO BARNECHEA	248113	1692	112833	13010	375648
TOTAL PIE ANDINO	2586063	398858	2409579	323133	5717632

VI.2.3 CRITERIOS PARA OBTENER LOS VECTORES DE GENERACIÓN Y ATRACCIÓN DE VIAJES 2002.

En base a la información existente, analizada en el punto anterior, se procedió a estimar los vectores de viajes generados y atraídos para cada zona del estudio. A continuación se detalla el procedimiento utilizado.

VI.2.3.1 DICCIONARIO DE ZONAS

La información obtenida posee distintos niveles de desagregación, tanto a nivel zonal como de segmentación interna, por lo cual fue necesario realizar diversos procedimientos para hacerla compatible entre sí. Los datos tienen la siguiente estructura:

- Censo 2002: Base de Datos que contiene el total de hogares por cada *zona censal*.

- Usos de Suelo, Escenarios 1997, 2005: Base de Datos a nivel de 409 zonas urbanas *Estraus*. Contiene la siguiente información:
 - Número de Hogares para 5 estratos socioeconómicos
 - Superficie destinada a uso industrial
 - Superficie destinada a uso comercio
 - Superficie destinada a uso educación
 - Superficie destinada a uso servicios
 - Superficie destinada a uso salud
 - Superficie destinada a uso otros
 - Número de matriculas (Enseñanza básica, media, universitaria).

- Catastro de Uso de suelo, Pié Andino: Base de datos desagregada en 120 zonas a nivel de *zonificación interna*. Contiene la siguiente información:
 - Número de Hogares para 5 estratos socioeconómicos
 - Superficie destinada a uso industrial
 - Superficie destinada a uso comercio
 - Superficie destinada a uso servicios
 - Número de matriculas (Enseñanza básica, media, universitaria).

- Compatibilización Zonas Pie Andino

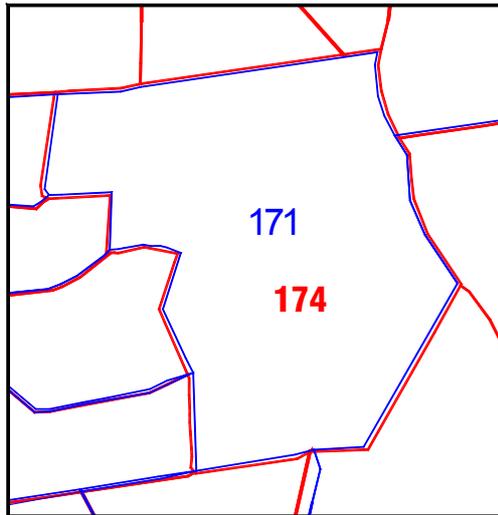
Para utilizar la información recopilada, se requirió compatibilizar los datos provenientes de las bases Escenarios *Estraus* y Catastro Pie Andino. Esta última, como se explicó en el informe anterior, ya fue cruzada con la información del Censo 2002, y por lo tanto los hogares se encuentran normalizados según los datos aportados por el Censo a nivel zonal.

La compatibilización se realizó comparando las ubicaciones y límites de las zonas. Para esto se poseen los límites zonales para las tres fuentes de información, en formato Auto-Cad. Así, surgieron 4 casos a comparar, de los cuales se presenta un ejemplo de cada uno en las Figuras N° V.8 a N° V.11. Los resultados fueron vaciados en un diccionario, que se presenta en la Tabla N° V.27.

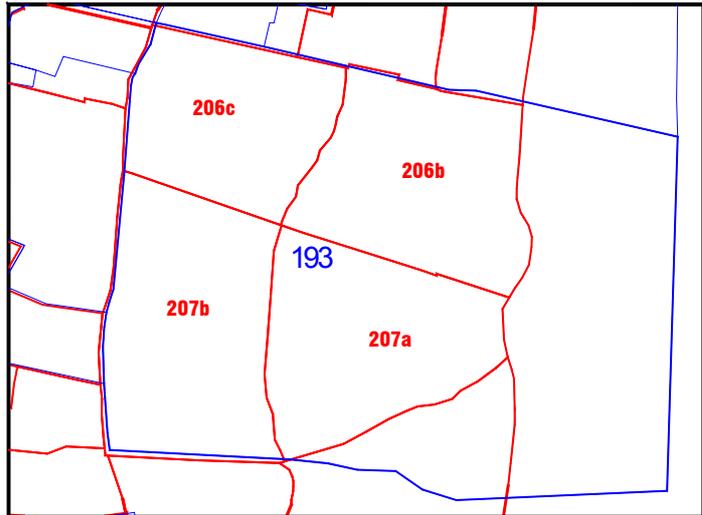
En el diccionario se definió además un nuevo código de zona, el que es utilizado finalmente en la modelación de transporte. Este código se ha denominado *zonificación Modelo de transporte Final*.



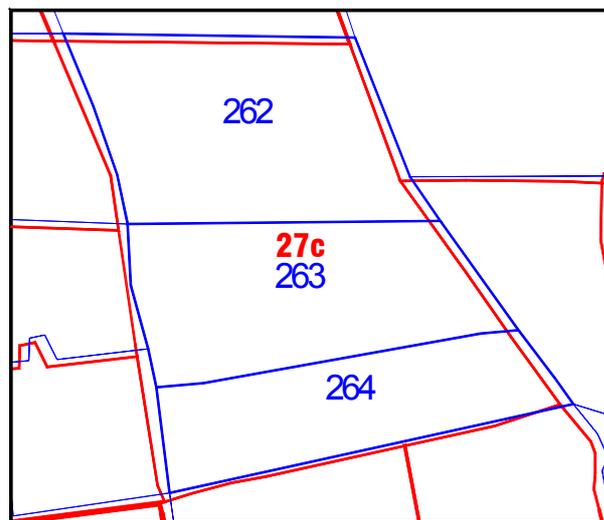
**Figura N° V.8
Caso N° 1**



**Figura N° V.9
Caso N° 2**



**Figura N° V.10
Caso N° 3**



**Figura N° V.11
Caso N° 4**

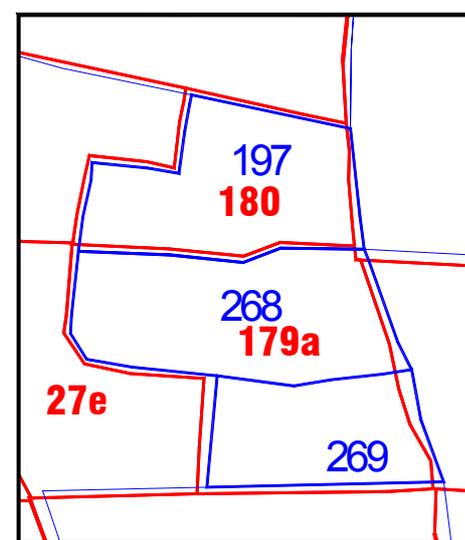


Tabla N° V.27

Caso	CODIGO			Caso	CODIGO		
	Estraus	Pie Andino	Modelo Tte Final		Estraus	Pie Andino	Modelo Tte Final
2	193	206c	500	2	136	215a	136
		206b	501			215b	525
		207b	502			215c	526
		207a	193			215d	527
1	270	179b	270		215e	528	
2	271	171b	503			215f	529
		177a	504			215g	530
		177b	271			215h	531
4	385 384 387	203c	385			216	532
		203b	384	2	nueva	152b	533
		203a	387			152a	534
		204d	505	1	265	171a	265
		204e	506	4	197 268 269	180	197
		204c	507			179a	268
		204f	508				269
	36	509	1	267	27e	267	
4	383 375	154b	383			196	223
		154a	375			196	196
2	382	168a	382	3	194	153	194
		168b	510		195		195
4	376 386	154c	376	3	262 263 264	27c	262
		204b	386				263
		204a	511				264
1	381	169	381	3	257 256 259 260 261	27b	257
							256
							259
							260
2	191	178	191		261		261
		206a	512				
1	190	172	190				
2	172	208a	172	3	373	25b	373
		208b	513			25a	535
		209	514	2	283	27a	283
1	171	174	171		253		253
2	153	217a	153		258		258
		217b	515		250		250
		218	516	3	251		251
2	154	38a	154		266	27d	266
		38b	517	3	377	157b	377
		38c	518			156	536
		160	537				
2	155	37a	155			157a	538
		37b	519	1	380	150	380
		37c	520				
		37d	521	1	379	149	379
		214	522	4	374	25c	374
2	127	210b	127		378	148	378
		211a	523	3	252 254	27f	252
		211b	524				254
							255
						255	

Caso	CODIGO			Caso	CODIGO		
	Estraus	Pie Andino	Modelo Tte Final		Estraus	Pie Andino	Modelo Tte Final
3	187	23	187	1	149	175	149
	188		188	1	148	176	148
	189		189	1	150	181	150
	192		192	3	152	173	152
4	134	26a	134	3	151	24a	151
	133	1d	133		168		168
	144	144	144		169		169
	146	146	146		170		170
3	138	26b	138	3	173	24b	173
	137		137		174		174
3	145	26c	145	3	175	24b	175
	147		147		177		177
3	140	26d	140	1	135	170	135
	139		139	2	128	210a	539
3	141	26e	141	3	129	1a	128
	143		143			1b	129
	142		142			130	130
1	126	26f	126	3	131	1c	131

➤ Compatibilización Zonas Resto

Para las zonas *resto*, correspondientes al área urbana de Santiago no contemplada en dentro de las comunas del Pie Andino, se decidió actualizar el número de hogares por zona, de los escenarios Estraus 1997, 2002, basándose en la información del Censo 2002. Esto requirió realizar un proceso de compatibilización entre las *zonas urbanas Estraus*, y *las zonas censales*. Dada las configuraciones particulares de ambas zonificaciones, con algunos límites comunes dados por su origen a partir de la zonas distritales, se debió aplicar un procedimiento semejante al caso Pie Andino, generándose así un diccionario de equivalencias el cual se presenta en Anexo N° 2.

VI.2.3.2 CRITERIOS GENERACIÓN DE VIAJES

Para estimar los vectores de generación de viajes en el corte 2002, Punta mañana, según los requerimientos de entrada del modelo de equilibrio, como medida inicial se calcularon los hogares por estrato para cada zona del área de estudio, según la zonificación *modelo de transporte final*. Como dato de entrada de los escenarios Estraus 2002, se realizó una interpolación de los escenarios 1997 y 2005.

Se consideraron dos criterios globales, dependiendo del área en la cual se encuentra la zona en cuestión:

a. Zonas Pie Andino.

Para estas zonas se utilizó prácticamente en forma directa la información del catastro Pie Andino. Sin embargo, en los sectores donde la modelación original de Estraus es más desagregada, se

mantiene la zonificación Estrasus. Al considerar los 4 casos de inclusión de zonas (ver figuras del N° V.8 al N° V.11), se definieron los siguientes criterios:

➤ **Caso 1: La zona Estrasus coincide exactamente con la zona Pie Andino**

En este caso los hogares por estrato son directamente los definidos en la base zonas pie andino, redefiniendo el código de la zona según el diccionario respectivo.

$$HF_i^e = HPA_j^e ; j = dpa(i)$$

donde:

HF_i^e : hogares zona i , estrato e (1....5), zonificación *modelo de transporte final*.

HPA_j^e : hogares zona j , estrato e , zonificación original *Pie Andino*

$dpa(x)$: Función de búsqueda de diccionario entre zonas *modelo transporte final* y zonas *Pie Andino*.

➤ **Caso 2: La zona Estrasus incluye 2 ó más zonas Pie Andino**

Idem al caso anterior

➤ **Caso 3: La zona Pie Andino incluye 2 ó más zonas Estrasus.**

Aquí se conserva la zonificación Estrasus. Para cada estrato, se utiliza el total de viajes definido para esas zonas en la base pie andino, el cual es prorrateado a cada zona según las proporciones de hogares originales de Estrasus 2002 en dichas zonas, contenidas en la zona Pie Andino.

$$HF_i^e = HPA_j^e \bullet HE_k^e / \sum_{k \in G_j} HE_k^e ; k = de(i); j = dpa(i)$$

donde:

HE_k^e : hogares zona k , estrato e , zonificación original Estrasus

$de(x)$: función de búsqueda de diccionario entre zonas *modelo transporte final* y zonas *escenario estraus*.

G_j : código de grupo que asocia a las zonas k incluidas en la zona j .

➤ **Caso 4: 2 ó más zonas Estrasus incluyen a 2 ó más zonas Pie Andino.**

- i. Número de zonas Estrasus es mayor que número de zonas Pie Andino

Se utiliza un criterio semejante al caso 3, vale decir, conservando la estructura de zonas Estrasus (a las cuales sólo se les cambia el código), se normaliza por estrato según la información de hogares total en el grupo de zonas, proveniente de la *base pie andino*.

$$HF_i^e = \sum_{j \in G_j} (HPA_j^e) \cdot (HE_k^e / \sum_{k \in G_j} HE_k^e) \quad ; \quad k = de(i); \quad j = dpa(i)$$

- ii. Número de zonas *Estraus* es menor que número de zonas *Pie Andino*

En este caso se utiliza directamente la información de la *base pie andino*, cambiando la codificación de la zona cuando corresponde.

$$HF_i^e = HPA_j^e \quad ; \quad j = dpa(i)$$

b. Zonas Resto

Para las zonas que conforman el resto de Santiago, se utilizó la información de los escenarios *Estraus*, la cual fue normalizada por los totales de hogares extraídos del Censo 2002, en las zonas correspondientes. Para definir dicha correspondencia, también surgieron 4 casos:

- **Caso 1: La zona *Estraus* coincide exactamente con la zona censal 2002.**

$$HF_i^e = HC_j \cdot HE_i^e / (\sum_{l=1,5} HE_i^l) \quad ; \quad j = dc(i)$$

donde:

HC_j^e : hogares zona j, zonificación Censo 2002.

$dc(x)$: Función de búsqueda de diccionario entre zonas *modelo transporte final* y zonas *Censo 2002*.

- **Caso 2: La zona *Estraus* incluye 2 ó más zonas Censo 2002**

$$HF_i^e = (\sum_{j \in G_i} HC_j) \cdot HE_i^e / (\sum_{l=1,5} HE_i^l) \quad ; \quad j = dc(i)$$

donde:

$dc(x)$: Función de búsqueda de diccionario entre zonas *modelo transporte final* y zonas *Censo 2002*.

G_j : código de grupo que asocia a las zonas j incluidas en la zona i.

- **Caso 3: La zona Censo 2002 incluye 2 ó más zonas *Estraus*.**

$$HF_i^e = HC_j \cdot HE_i^e / \sum_{i \in G_j} \sum_{l=1,5} HE_i^l \quad ; \quad j = dc(i)$$



donde:

G_j : código de grupo que asocia a las zonas i incluidas en la zona j .

➤ **Caso 4: 2 ó más zonas Estras incluyen a 2 ó más zonas Censo 2002.**

$$HF_i^e = \left(\sum_{j \in G_k} HC_j \right) \cdot HE_i^e / \sum_{i \in G_k} \sum_{l=1,5} HE_i^l ; \quad j = dc(i)$$

donde:

G_k : código de grupo que asocia a las zonas i y a las zonas j incluidas en el mismo grupo, de código k .

c. Cálculo de Generación de Viajes

Una vez obtenidos los hogares para cada estrato socioeconómico, codificados a nivel de zonificación final, se procedió a calcular los vectores de Generación de viajes. Para esto se aplicó, los factores de probabilidades de posesión de automóvil, definidos en la Tabla N° V.10, asumiendo factores asociados al año 2005. Posteriormente se utilizaron las Tasas ACM definidas en la Tabla N° V.11, con lo cual se obtienen los vectores de generación de viajes para cada una de las 13 categorías exigidas por el modelo de equilibrio. Finalmente se aplicaron los factores de expansión obtenidos de la Tabla N° V.12, los que representan un ajuste debido al cambio de período de un porcentaje de los viajes, dado por los efectos de congestión, establecido para cortes temporales futuros.

VI.2.3.3 CRITERIOS ATRACCIÓN DE VIAJES

Para la determinación de las atracciones de viajes en el área de estudio se ha considerado los siguientes supuestos:

Se distinguen en el caso de la atracción de viajes dos tipos de zonas.

1. Zonas Pie Andino: En este caso se subdividen dos posibilidades:

a. Zonas Nuevas o Zonas Pie Andino que equivalen a alguna (una sola) zona Estras

En este caso, se estimarán las superficies por uso de suelo asociadas a cada una de ellas. A través de ellas es posible determinar la atracción por propósito de acuerdo a los modelos reportados en V.2.2.1.

b. Zonas Pie Andino que contienen a más de alguna zona Estras.

En este caso se ha optado por considerar la zonificación Estras, considerando las superficies por uso de la zona Pie Andino estimadas por el consultor. Para determinar las superficies a nivel de zona Estras se utilizan las proporciones del uso correspondiente según Estras 97, vale decir, para cada uso y zona se estima la siguiente proporción:

$$P_k^i = \frac{S_k^i}{\sum_{j \in J} S_k^j}$$

donde S_k^i corresponde a la superficie del uso k en la zona i y J corresponde al conjunto de zonas Estras contenidas en la zona Pie Andino que contiene a la zona i. Así por ejemplo, la zona 26e Pie Andino incluye a las zonas estras 141, 142 y 143. Para esta zona se ha estimado una superficie de 93041 metros cuadrados de comercio al año 2002. Según Estras 1997, las zonas 141, 142 y 143 tienen las siguientes superficies de comercio:

Tabla N° V.28
Ejemplo de Cálculo Superficie Comercio

Zona Pie Andino	Zona Estras	Comercio 1997	Proporción	Comercio 2002
26e	141	15485	0.229	21334
26e	142	37812	0.560	52096
26e	143	14234	0.211	19611
		67531	1.000	93041

2. Zonas Resto: En estas zonas el criterio de definición de la atracción de viajes es la interpolación lineal existente entre los años 2001 y 2005 de los vectores de atracción definidos por Estras para los propósitos Trabajo, Estudio y Otros.

VI.2.3.4 RESULTADOS

En las Tablas N° V.29 y N° V.30 se presentan los viajes generados, obtenidos a partir de la aplicación de los procedimientos descritos, agregados a nivel comunal, por propósito de viaje. Un detalle a nivel de sectores Pie Andino se presenta en las Tablas N° V.30 y N° V.31.

Tabla N° V.29
Generación de Viajes, Corte 2002, Punta mañana

COMUNA	ESTRATO SOCIOECONOMICO					TOTAL	%
	E	D	C3	C2	A B C1		
MAIPU	16586	36574	60080	12646	1129	127015	8,91
CERRILLOS	2558	7564	14947	407	30	25506	1,79
CERRO NAVIA	9674	11842	6826	21	3	28366	1,99
CONCHALI	4093	9229	15259	51	68	28700	2,01
EL BOSQUE	7881	12729	16136	371	104	37222	2,61
ESTACION CENTRAL	5033	10152	15093	210	117	30605	2,15
HUECHURABA	4104	5637	5184	63	105	15094	1,06
INDEPENDENCIA	1706	5258	10461	65	84	17573	1,23
LA CISTERNA	1939	6370	13300	1270	231	23110	1,62
LA GRANJA	5517	9325	11634	46	12	26534	1,86
LA PINTANA	13993	12030	4103	14	2	30142	2,12
LO ESPEJO	6077	8451	8281	19	3	22830	1,60
LO PRADO	4091	8003	12017	1875	168	26155	1,84
MACUL	1938	6688	14865	6817	465	30773	2,16
ÑUÑO A	1401	7996	22145	21597	8541	61680	4,33
PEDRO AGUIRRE CERDA	4999	8597	11122	358	42	25118	1,76
PROVIDENCIA	363	3964	12606	16514	30171	63617	4,46
PUDAHUEL	7696	14349	19039	1061	913	43058	3,02
QUILICURA	5028	10997	16945	151	59	33179	2,33
QUINTA NORMAL	2763	7218	13491	513	49	24035	1,69
RECOLETA	5188	10752	16331	447	18	32737	2,30
RENCA	4759	9785	14640	63	101	29348	2,06
SAN BERNARDO	7519	11566	12884	181	281	32432	2,28
SAN JOAQUIN	2992	7768	13979	706	1220	26664	1,87
SAN MIGUEL	1502	5078	11075	3806	207	21668	1,52
SAN RAMON	5570	7195	5135	19	8	17928	1,26
SANTIAGO	4343	16035	37058	22959	1985	82379	5,78
LA FLORIDA	1712	15443	37052	31284	10212	95703	6,72
LA REINA	254	2304	7072	8938	11519	30087	2,11
LAS CONDES	261	3034	16321	24046	52608	96270	6,76
LO BARNECHEA	391	1930	2182	3554	12876	20933	1,47
PEÑALOLEN	3446	13257	13979	12402	7065	50149	3,52
PUENTE ALTO	11991	37044	53336	25895	4948	133215	9,35
VITACURA	0	247	5595	7408	21836	35086	2,46
TOTAL	157367	344411	550172	205778	167183	1424912	
%	11,04	24,17	38,61	14,44	11,73		

Tabla N° V.30
Generación de Viajes, Corte 2002, Punta mañana

COMUNA	PROPOSITO			TOTAL	%
	TRABAJO	ESTUDIO	OTROS		
MAIPU	72033	46952	8030	127015	8,91
CERRILLOS	14628	9288	1590	25506	1,79
CERRO NAVIA	15912	10420	2034	28366	1,99
CONCHALI	16423	10443	1835	28700	2,01
EL BOSQUE	20973	13737	2511	37222	2,61
ESTACION CENTRAL	17479	11147	1979	30605	2,15
HUECHURABA	8465	5578	1051	15094	1,06
INDEPENDENCIA	10101	6381	1091	17573	1,23
LA CISTERNA	13207	8480	1424	23110	1,62
LA GRANJA	15067	9699	1768	26534	1,86
LA PINTANA	15737	11909	2496	30142	2,12
LO ESPEJO	12799	8440	1591	22830	1,60
LO PRADO	14812	9656	1687	26155	1,84
MACUL	17306	11602	1865	30773	2,16
ÑUÑO A	33668	24384	3627	61680	4,33
PEDRO AGUIRRE CERDA	14243	9208	1667	25118	1,76
PROVIDENCIA	33258	26685	3675	63617	4,46
PUDAHUEL	24518	15749	2792	43058	3,02
QUILICURA	19050	12014	2116	33179	2,33
QUINTA NORMAL	13739	8781	1515	24035	1,69
RECOLETA	18713	11916	2107	32737	2,30
RENCA	16791	10666	1892	29348	2,06
SAN BERNARDO	18298	11934	2199	32432	2,28
SAN JOAQUIN	15189	9810	1666	26664	1,87
SAN MIGUEL	12243	8104	1321	21668	1,52
SAN RAMON	10077	6585	1266	17928	1,26
SANTIAGO	46052	31377	4950	82379	5,78
LA FLORIDA	56210	32345	7148	95703	6,72
LA REINA	15821	12238	2027	30087	2,11
LAS CONDES	49574	40316	6379	96270	6,76
LO BARNECHEA	10728	8787	1418	20933	1,47
PEÑALOEN	27310	19168	3671	50149	3,52
PUENTE ALTO	73789	49466	9960	133215	9,35
VITACURA	17918	14862	2306	35086	2,46
TOTAL	792131	538127	94653	1424912	
%	55,59	37,77	6,64		

Tabla N° V.31
Generación de Viajes, Sector Pie Andino

ZONA/COMUNA	ESTRATO SOCIOECONOMICO					
	E	C4	C3	C2	A,B,C1	Todos
Puente Alto Poniente	8614	19822	16994	9423	0	54854
Puente Alto Centro (Antiguo)	1345	7372	14837	3391	81	27025
Puente Alto Oriente	0	0	755	4553	3346	8655
Puente Alto Norte	2032	9850	20750	8528	1521	42681
PUENTE ALTO	11991	37044	53336	25895	4948	133215
La Florida Poniente	1712	15321	36117	26675	5477	85302
La Florida Oriente	0	185	1464	7834	8526	18009
LA FLORIDA	1712	15506	37581	34509	14003	103311
Peñalolén Poniente	3345	12735	13195	9338	7	38620
Peñalolén Oriente	101	522	784	3065	7058	11529
PEÑALOLEN	3446	13257	13979	12402	7065	50149
LA REINA	254	2304	7072	8938	11519	30087
Las Condes Poniente	0	2152	12240	22141	40540	77073
Las Condes Oriente	261	882	4081	1905	12068	19197
LAS CONDES	261	3034	16321	24046	52608	96270
Vitacura Sur	0	247	5595	7209	18391	31442
Vitacura Norte	0	0	0	199	3445	3644
VITACURA	0	247	5595	7408	21836	35086
Lo Barnechea Oriente	376	1787	2182	2755	3026	10127
Lo Barnechea Poniente	15	143	0	799	9850	10806
LO BARNECHEA	391	1930	2182	3554	12876	20933
TOTAL PIE ANDINO	18054	73321	136066	116753	124855	469050

Tabla N° V.32
Generación de Viajes, Sector Pie Andino

ZONA/COMUNA	PROPOSITO			TOTAL
	TRABAJO	ESTUDIO	OTROS	
Puente Alto Poniente	30345	20170	4339	54854
Puente Alto Centro (Antiguo)	15224	9829	1973	27025
Puente Alto Oriente	4452	3635	568	8655
Puente Alto Norte	23768	15833	3080	42681
PUENTE ALTO	73789	49466	9960	133215
La Florida Poniente	46992	32345	5965	85302
La Florida Oriente	9219	7607	1183	18009
LA FLORIDA	56210	39952	7148	103311
Peñalolén Poniente	21448	14268	2905	38620
Peñalolén Oriente	5862	4900	767	11529
PEÑALOLEN	27310	19168	3671	50149
LA REINA	15821	12238	2027	30087
Las Condes Poniente	39691	32290	5092	77073
Las Condes Oriente	9883	8026	1287	19197
LAS CONDES	49574	40316	6379	96270
Vitacura Sur	16125	13248	2069	31442
Vitacura Norte	1793	1614	237	3644
VITACURA	17918	14862	2306	35086
Lo Barnechea Oriente	5391	4024	711	10127
Lo Barnechea Poniente	5337	4762	707	10806
LO BARNECHEA	10728	8787	1418	20933
TOTAL PIE ANDINO	251350	184789	32911	469050

Finalmente la tabla siguiente muestra un resumen de la información de vectores destino para la zona bajo análisis.

Tabla N° V.33
Atracción de Viajes, Sector Pie Andino

ZONA / COMUNA	PROPOSITO			
	TRABAJO	ESTUDIO	OTROS	TOTAL
Puente Alto Poniente	2421	7543	388	10352
Puente Alto Centro (Antiguo)	9904	17633	734	28271
Puente Alto Oriente	5425	13965	771	20161
Puente Alto Norte	1851	2056	160	4067
PUENTE ALTO	19601	41197	2053	62851
La Florida Poniente	20950	50422	2340	73712
La Florida Oriente	1515	1486	258	3259
LA FLORIDA	22465	51908	2598	76971
Peñalolén Poniente	8023	10117	747	18887
Peñalolén Oriente	2070	2835	155	5060
PEÑALOLEN	10093	12952	902	23947
LA REINA	8746	12659	822	22227
Las Condes Poniente	60078	12880	3755	76713
Las Condes Oriente	15076	17048	839	32963
LAS CONDES	75154	29928	4594	109676
Vitacura Sur	23471	8665	1388	33524
Vitacura Norte	3402	5179	204	8786
VITACURA	26873	13844	1592	42310
Lo Barnechea Oriente	9242	5437	942	15620
Lo Barnechea Poniente	2207	2268	271	4745
LO BARNECHEA	11449	7705	1213	20365
TOTAL PIE ANDINO	174381	170193	13772	358347

VI.3 MODELO DE TRANSPORTE

Se realizaron una serie de ajustes al modelo de equilibrio Stgo-EMME/2 original, con el fin de adaptarlo a los requerimientos de análisis del presente estudio, centrado en los desarrollos del sector Pie Andino. Estos ajustes están relacionados con la nueva estructura de entrada de datos, a nivel de red y zonificación, y está dado por la necesidad de un análisis más desagregado del sector bajo análisis.

VI.3.1 ZONIFICACIÓN

Como parte del estudio Uso de Suelos (ver Informe de Avance anterior), se definió una zonificación con una tendencia a una mayor desagregación en las zonas de expansión urbana actuales y futuras, y con una mayor agregación en las zonas ya consolidadas, dentro de las comunas Pie Andino, todo esto con respecto a la zonificación Etraus. La Figura N° V.12 presenta el resultado con la zonificación realizada.

Como se explicó en los puntos anteriores, se realizaron compatibilizaciones con respecto a la zonificación incluida originalmente en el modelo Stgo-EMME/2 (proveniente de Etraus), de tal manera de incorporar la información con el mayor nivel de desagregación posible. Esto es, conservando la zonificación Etraus en los sectores en que esta es más desagregada (zonas consolidadas), y adoptando una mayor desagregación en las zonas de expansión, esto último tal como lo indica la Figura N° V.13. En los diccionarios se definieron además nuevos códigos de identificación de zonas, como entrada al modelo Stgo-EMME/2. La Figura N° V.13 presenta la zonificación finalmente adoptada, con los códigos definitivos. En total se incorporaron 40 nuevas zonas al modelo original Stgo-EMME/2, que constaba de 409 zonas urbanas.



Figura N° V.12
Zonificación para el Análisis de Localización

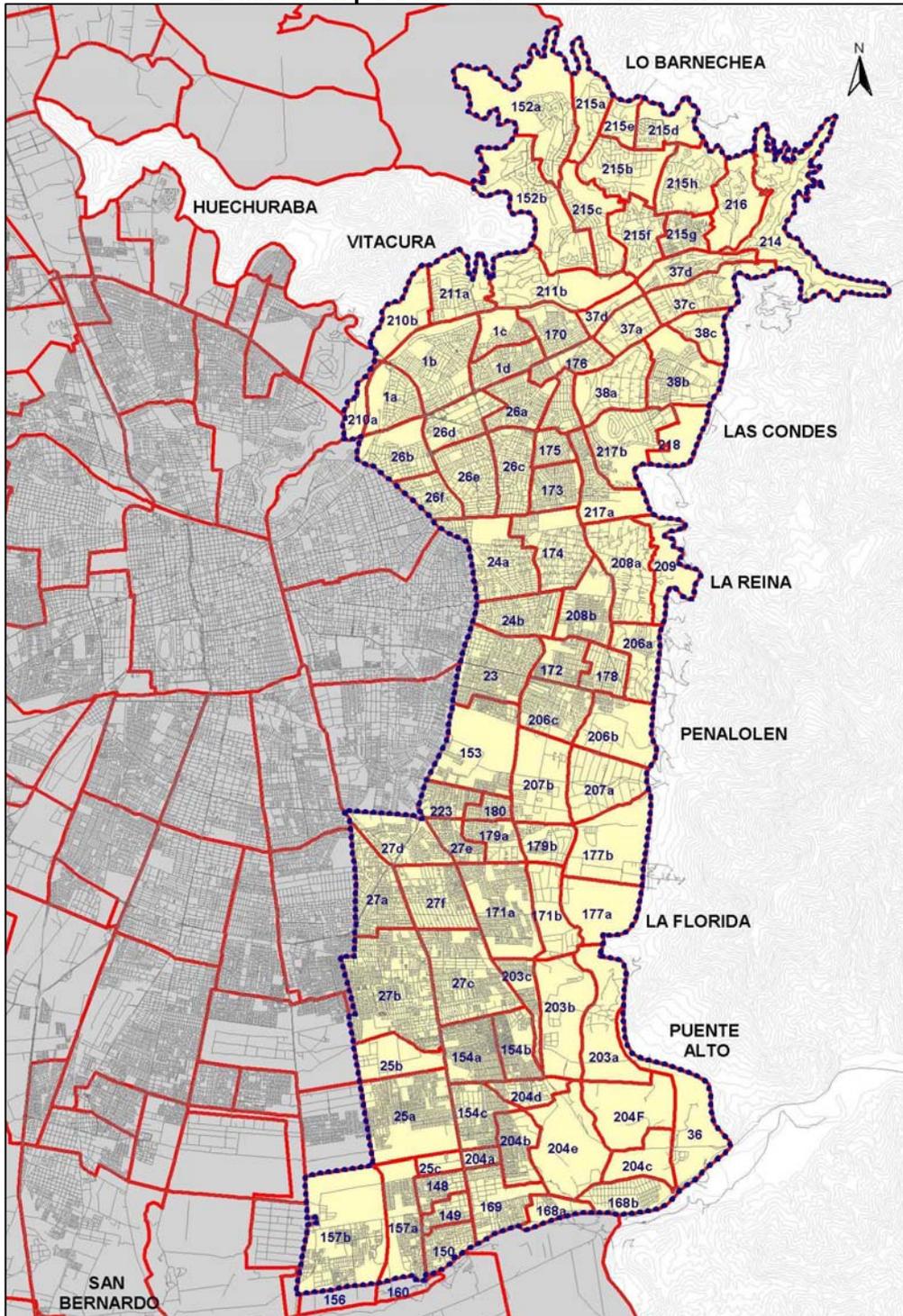
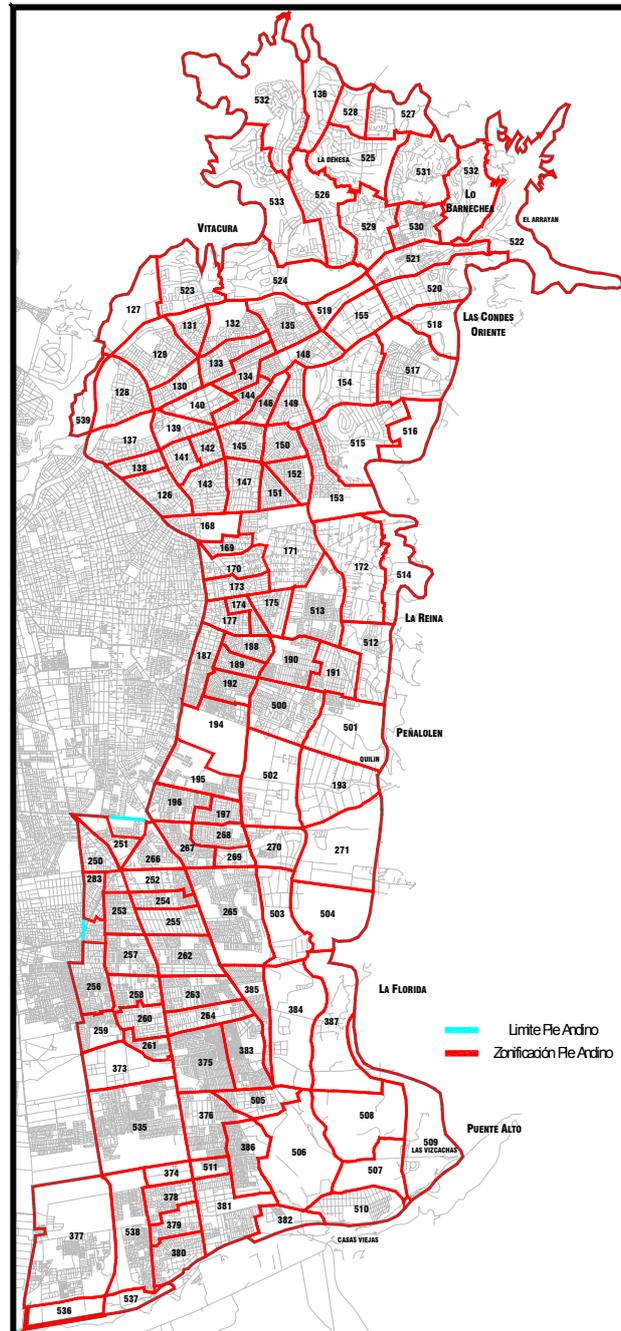




Figura N° V.13
Zonificación Definitiva Modelo Stgo-Emme/2, Sector Pie Andino



VI.3.2 INCORPORACIÓN NUEVOS ARCOS

Se realizó un análisis cualitativo de la red original Stgo/EMME/2, obteniendo como resultado la necesidad de incorporar un conjunto de arcos de modelación adicionales a los existentes, para lograr una mayor representatividad de la red vial del sector de expansión de la red urbana dentro del modelo. Es así como se incorporaron 800 nuevos arcos, con sus respectivos nodos. Las modificaciones más sustanciales se realizaron en la malla representativa de Puente Alto, La Florida Oriente, Lo Barnechea, y Las Condes Oriente.

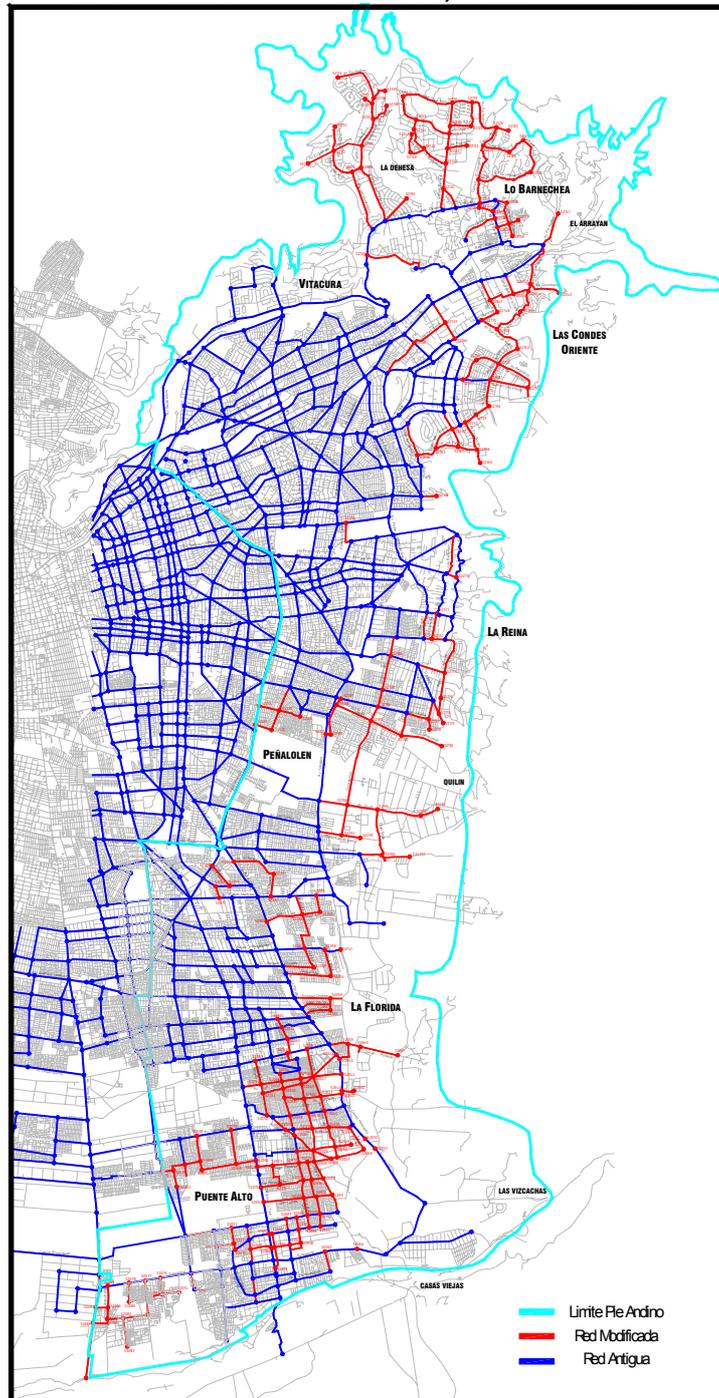
La definición de las vías a incorporar surgieron del criterio del Equipo Consultor, apoyado por el análisis en terreno. Los criterios que se tuvieron en consideración fueron los siguientes:

- Vías con presencia de servicios de transporte público (Buses).
- Vías (locales) que representan el acceso a zonas de expansión.
- Vías con fuerte presencia de flujo, no incorporadas en el modelo original.

En la Figuras N° V.14 se presenta la red finalmente adoptada, resaltando los cambios topológicos incorporados con respecto al formato original. En Anexo N° 3 se presenta el listado de arcos nuevos y modificados incorporados al modelo.



Figura N° V.14
Red de Modelación Actualizada, Sector Pie Andino



VI.3.3 CARACTERIZACIÓN DE ARCOS VIALES Y ARCOS CONECTORES

Los arcos de modelación de tipo vial deben ser representados en la modelación por las siguientes características:

- Velocidad a Flujo Libre (km/hr)
- Longitud (kms)
- Capacidad
- Parámetros función flujo-tiempo

Ellas son requeridas por el modelo para estimar la función de tiempo de viaje para cada arco de la red. La longitudes tanto de los nuevos arcos, como de los arcos modificados, fueron extraídas del archivo fotogramétrico que contiene la restitución de las calles de todo Santiago (ver Informe anterior) en formato Auto-Cad.

Para definir la velocidad y los parámetros de la función BPR de flujo -tiempo, se utilizaron las categorías que han sido definidas en el estudio para el modelo Etraus V, las que se replican en la Tabla N° V.34. En el presente caso, para cada categoría, se consideró un set de capacidades, que dependen del número de pistas del arco, y de la presencia de semáforo o señal de prioridad en el nodo final del arco.

Tabla N° V.34
Características Curva Flujo-Tiempo, Según Categorización Etraus

Categoría	Características de la Categoría	Alfa	Beta	Velocidad (km/hr)
1	Céntrico - con Transporte Público	0.88	6.20	24.0
2	Céntrico - sin Transporte Público	3.00	6.20	23.8
3	Alameda	0.03	5.60	32.8
4	Troncal – Semaforizada	0.85	4.20	37.2
5	Servicio - Semaforizada - con Transporte Público	2.22	3.70	31.2
6	Servicio - Semaforizada - con Transporte Público	2.71	2.50	31.0
7	Autovía – no Semaforizada	1.47	4.00	76.3
8	Local - Semaforizada y/o Prioritaria - T. Público	2.11	6.00	30.0
11	Costanera - Autovía Semaforizada	0.27	5.80	33.4

Nota: La velocidad fue definida a partir del promedio de las velocidades de la red original Etraus 2002, para cada categoría

I.3.4 LÍNEAS DE TRANSPORTE PÚBLICO

Se presentan en esta sección los principales elementos incorporados para la modelación del Transporte Público en el área de influencia directa del proyecto. Los cambios están enfocados a actualizar la cobertura de la líneas de buses en el sector de expansión urbana oriente.

Cambio de Recorridos de Líneas

Este aspecto debió ser realizado dada la nueva cobertura de la red de transporte (más desagregada) que se consideró en el área de influencia del estudio bajo análisis. En este aspecto cabe hacer mención al menos de los siguientes ejes no existentes en la red Etraus 2001 y en los cuales el volumen de transporte público resultó ser bastante importante:

- Nonato Coe
- Avenida México



Debe reportarse que la red Etraus considera en el sector sur-oriente de la capital sólo Av. La Florida y Av. Vicuña Mackenna como vías principales (**ver figura N° V.14 adjunta**), no existiendo en ella las avenidas paralelas presentes entre ellas y que son de relativa importancia. De hecho algunas líneas que en la realidad utilizan Nonato Coo son codificadas en la red Etraus pasando por Vicuña Mackenna. Esto puede producir una carga adicional artificial de ambos ejes (La Florida y Vicuña), la que en la realidad es absorbida por estos otros ejes (lo mismo puede pasar en el caso de la asignación del modo auto-chofer).

Otros sectores donde las líneas fueron actualizadas corresponde a la comuna de Lo Barnechea, es el caso específico de la continuación de la avenida Los Trapenses.

Figura N° V.15 Red Etraus Base Am2001 Sector La Florida

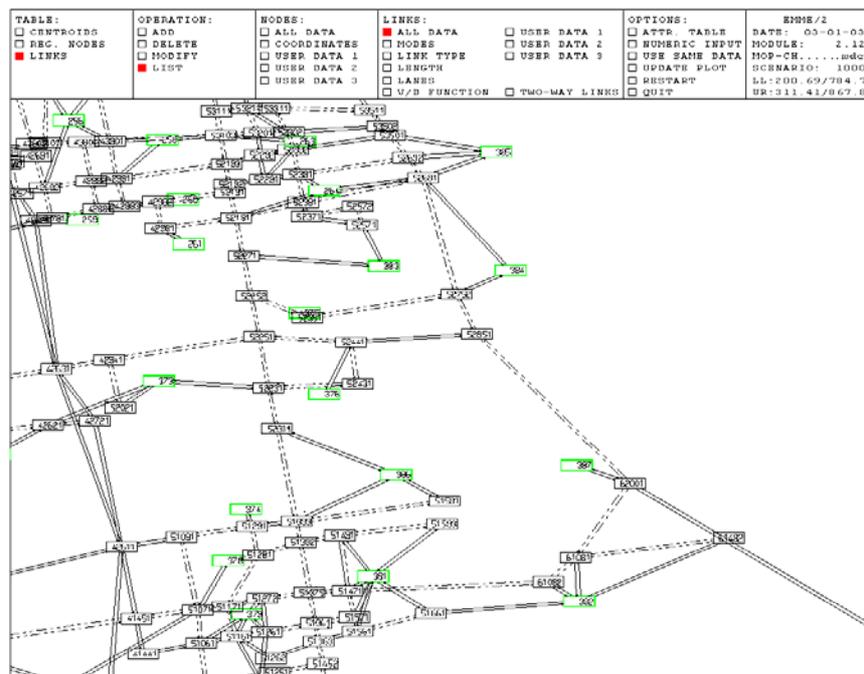
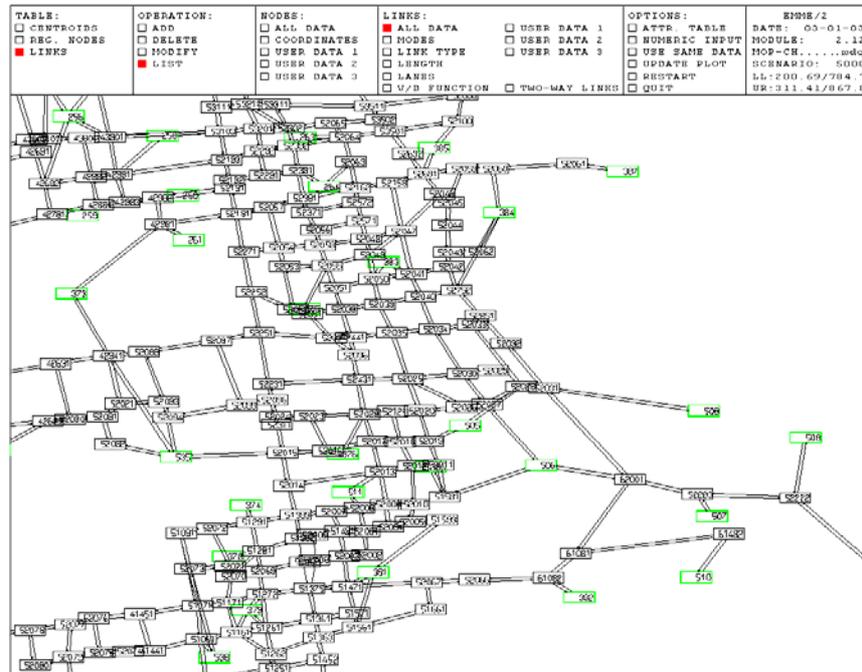


Figura N° V.16 Red Pie Andino Base Am2002 Sector La Florida



I.3.5 MATRICES DE INCIDENCIA

Uno de los inputs más importantes del modelo lo representan las matrices de incidencia o matrices de estructuras de viajes. Estas corresponden a aquellos pares origen-destino donde se asume que existirán viajes y que difieren por tipo de persona y propósito. En todos otros aquellos pares no pertenecientes a estas estructuras se asume un costo de transporte “infinito” en el modelo de distribución de viajes.

Para generar las estructuras de viajes de la zona Pie Andino se han asumido los siguientes criterios:

- Asociar a un conjunto de zonas Pie Andino un conjunto de zonas Estras
- Si existen viajes desde estas zonas Estras (al menos alguna de ellas) a otra cualquiera, se asume que hay desde el grupo de zonas Pie Andino a ésta.
- Si existen viajes desde una zona cualquiera al conjunto de zonas Estras (al menos a alguna de ellas) existirán viajes a las zonas Pie Andino.

Un ejemplo se muestra a continuación:

Supóngase que el grupo de zonas Estras es 193 y 196, las que se asocian a las zonas Pie Andino 500, 501 y 502.



Las estructuras originales se muestran a continuación:

193-20
193-22
196-14
196-25

Luego, de acuerdo al criterio establecido existirán viajes entre las siguientes zonas:

500-14	501-14	502-14
500-20	501-20	502-20
500-22	501-22	502-22
500-25	501-25	502-25

A continuación se muestra el diccionario apropiado para realizar esta tarea.

Tabla N° V.35
Diccionario de Grupos Matrices de Incidencia

Grupo	Zonas Estras		Zonas Pie Andino	
1	193	196	500	
			501	
			502	
2	271	266	503	
			504	
3			505	
			506	
	387	384	507	
			508	
			509	
4	381	382	510	
5	374	386	511	
6	190	191	512	
7	171	172	513	
			514	
8			515	
	153	154	516	
			517	
			518	
9			519	
	155	135	520	
			521	
10			522	
			523	
			524	
			525	
			526	
			527	
		127	136	528
			198	529
				530
				531
				532
11			533	
			534	
			535	
	373	375	536	
	377	380	537	
	128	290	538	
			539	

Fuente: Elaboración Propia