

III MODELACIÓN DE TRANSPORTE DE CARGA.

La operación del transporte de carga, más específicamente la transportada en camiones dentro de la red vial de Santiago y el resto de la Región Metropolitana, no ha sido especificada en forma adecuada en los modelos de redes desarrollados para esta zona. Por ejemplo, en el modelo Etraus, los camiones se incorporan como “rutas fijas”, con el único fin de descontar capacidad en los arcos, pero no se documenta claramente los criterios para definir tanto las rutas y frecuencias actuales, como la proyección de éstas.

Se aplicó en el presente estudio una metodología que busca lograr una primera aproximación al problema a través de la creación de tasas de generación y atracción comunal del transporte de carga en la ciudad de Santiago.

III.1 ANTECEDENTES DEL PARQUE DE CAMIONES EN LA REGIÓN METROPOLITANA.

Los camiones son el medio de transporte de carga más usado en Chile, es por esto el alto número de camiones existentes en el país. En Chile aproximadamente el 90 por ciento del transporte de bienes se realiza por carreteras.

Existen dos fuentes principales que permitirían establecer el tamaño del parque de camiones existentes en Chile y en la región metropolitana. Los datos del INE establecen el número de permisos de circulación extendidos por las municipalidades en cada comuna del país, la segunda fuente de información corresponde al Ministerio de Transporte que entrega las revisiones técnicas aprobadas en cada región. En la Tabla N° III.1 se muestran los permisos de circulación y las revisiones técnicas entregadas en cada región durante el año 1999.

Tabla N° III.1: Revisiones técnicas aprobadas y permisos de circulación Año 1999

REGIÓN	Permisos de circulación			Revisiones Técnicas	Diferencia
	Camión Simple	Tracto Camión	Total	Camiones	
I De Tarapacá	3.730	1.369	5.099	5.386	6%
II De Antofagasta	4.064	1.433	5.497	6.526	19%
III De Atacama	2.610	675	3.285	5.939	81%
IV De Coquimbo	4.113	432	4.545	5.844	29%
V De Valparaíso	8.836	2.760	11.596	11.558	0%
VI Del Libertador	6.345	1.369	7.714	22.954	198%
VII Del Maule	8.089	1.072	9.161	11.382	24%
VIII Del Biobío	13.462	1.608	15.070	16.540	10%
IX De la Araucanía	6.206	242	6.448	9.201	43%
X De los Lagos	8.755	423	9.178	8.325	-9%
XI De Aisén	956	38	994	1.008	1%
XII De Magallanes	1.599	327	1.926	815	-58%
RM Metropolitana	34.662	5.664	40.326	19.485	-52%
Total	103.427	17.412	120.839	124.963	3%

Fuente: INE y Seremitt

Se puede apreciar que durante 1999 se extendieron 120.839 permisos de circulación y se realizaron 124.963 revisiones técnicas a camiones, por lo tanto se puede asumir que las dos fuentes son concordantes. Es normal que existan más revisiones técnicas que permisos de circulación pues obtener la revisión técnica es un prerequisite para obtener el permiso de circulación.

Las revisiones técnicas que se realizaron en la región metropolitana son menos de la mitad de los permisos de circulación otorgados, suponemos que esto se puede deber a dos razones. La primera es que muchas empresas tengan su casa matriz en Santiago y por lo tanto los pagos de los permisos de circulación se hacen en Santiago aunque el camión funciona en otra región. Una segunda explicación que se puede dar a este hecho es que los camiones que usualmente trabajan en Santiago buscan plantas menos estrictas (ubicadas en otra región) para aprobar la revisión técnica, se puede notar que la VI región, que es la más cercana a la región metropolitana, presenta la mayor diferencia entre las revisiones técnicas aprobadas y permisos de circulación otorgados. Además la región en que se realizan mas revisiones técnicas es la VI.

Durante los últimos años se ha producido un aumento en el número de camiones existentes en el país tal como se aprecia en la Tabla N° III.2. Se aprecia también una disminución de los camiones con motor bencinero que han sido desplazados por camiones con motor Diesel que son más económicos.

Tabla N° III.2: Permisos de Circulación y Revisiones Técnicas de Camiones.

Año	Revisiones Técnicas							
	Región Metropolitana				Total Nacional			
	1996	1997	1998	1999	1996	1997	1998	1999
Camiones Diesel	11.307	16.224	17.674	18.454	99.320	109.944	114.932	115.723
Camiones Bencineros	1.699	1.691	1.188	1.027	15.464	13.667	11.586	9.204
Total	13.006	17.915	18.862	19.481	114.784	123.611	126.518	124.927

Año	Permisos de Circulación							
	Región Metropolitana				Total Nacional			
	1996	1997	1998	1999	1996	1997	1998	1999
Camión Simple		33.121	35.390	34.662	96.598	101.726	104.164	103.427
Tracto Camión		5.118	5.424	5.664	13.648	14.709	16.187	17.412
Total		38.239	40.814	40.326	110.246	116.435	120.351	120.839

Fuente: INE y Seremitt

El transporte y la distribución de los productos de consumo masivo se realiza fundamentalmente por tierra, existiendo una gran gama de configuraciones de camiones y camionetas las cuales permiten a cada transportista encontrar el modelo que se ajuste de mejor forma a sus necesidades.

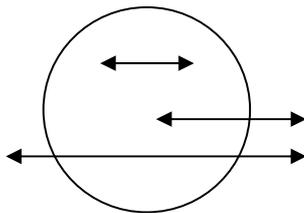
III.2 METODOLOGÍA PARA LA MODELACIÓN DEL TRANSPORTE DE CARGA.

Una de las principales dificultades para el desarrollo de modelos de transporte de carga tanto urbana como interurbana es la dificultad de encontrar datos que permitan determinar sus flujos. Esta dificultad se basa en la gran variedad de tipos de carga existentes y en las particularidades de cada tipo de mercado. Por esto uno de los pasos más difíciles de lograr es la creación de modelos que permitan determinar la generación y atracción de cargas. Otra de las dificultades existentes derivadas de la falta de información es la dificultad de realizar chequeos de los resultados obtenidos a partir de otras fuentes de información

El método a utilizar en el estudio del transporte de carga esta basado en el tradicional modelo de cuatro etapas de transporte. A continuación se analizan las cuatro etapas identificando los principales pasos necesarios y las diferencias existentes con los modelos de transporte de personas.



1. Asignación y generación: En este estudio se desarrollarán criterios para modelar la operación de la carga en el área de influencia, intentando relacionar los flujos generados (carga/vehículos), con diversos factores productivos y/o socioeconómicos.
2. La distribución implica estimar los flujos de carga existentes entre todos los destinos y orígenes identificados en la fase de generación y destino.



El transporte de carga puede ser clasificado de acuerdo a si su origen y destino se encuentran dentro del área en estudio tal como se aprecia en la siguiente figura.

Existen viajes de carga que tienen tanto su origen como su destino al interior del área en estudio. Otros viajes solo tienen uno de sus extremos al interior de la zona en estudio y finalmente otros tipos de viajes solo atraviesan la zona en estudio.

3. Partición Modal: Esta etapa consiste en dividir el flujo de carga entre los distintos tipos de modos existentes. Aunque en el caso de transporte urbano no existen modos alternativos de transporte de carga tales como ferrocarril o transporte marítimo si existe la posibilidad de elegir el tipo de camión que realizara el transporte dentro de la ciudad. Se debe considerar solamente los tipos de camión permitidos por la reglamentación existente.

Es posible pensar que las empresas elegirán aquel modo (tipo de camión) que permita reducir sus costos totales de transporte y que toda su flota contara con el mismo tipo de camión, por lo tanto todo el flujo de cada tipo de carga puede ser asignado a un solo tipo de camión.

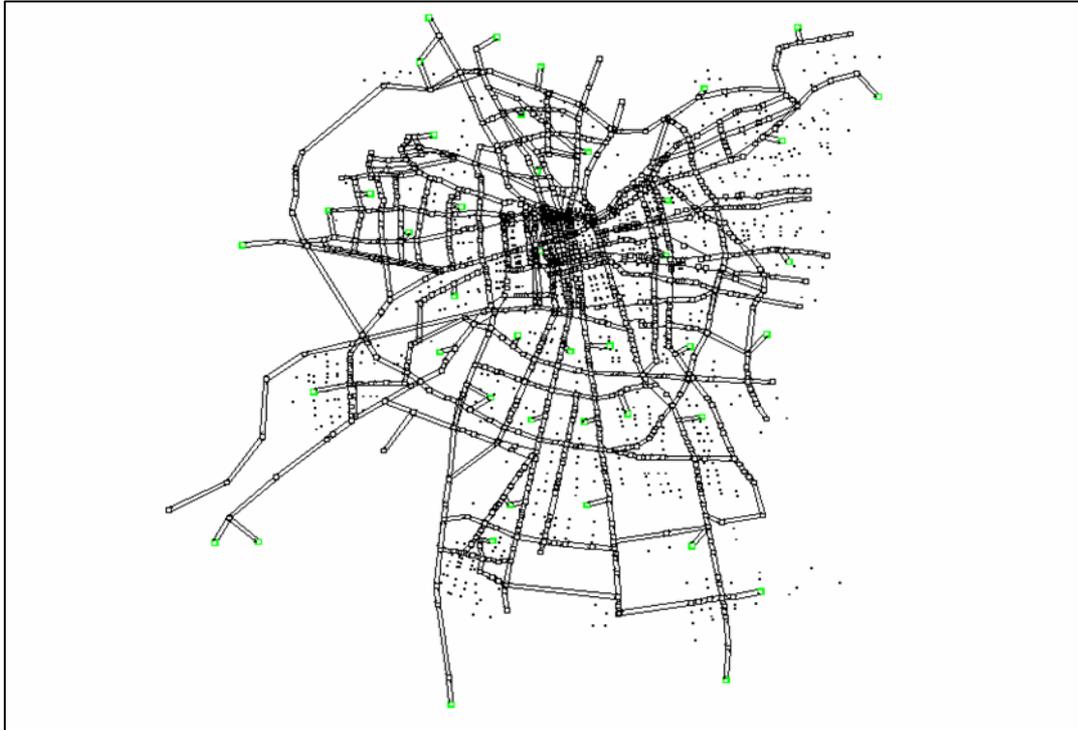
Todos los esfuerzos realizados en la implementación de un modelo de partición modal deben ser dirigidos en obtener los costos de transporte de la carga y en buscar características de servicio buscadas que influyen en la selección del tipo de camión usado por las empresas.

4. Asignación de tráfico La asignación de tráfico convierte los flujos de carga en flujos de vehículos y posteriormente ubica los vehículos sobre la red de transporte definiendo sus rutas. Un paso primordial en la asignación de tráfico es definir una red de transporte de carga, pues los camiones circulan primordialmente solo por algunas vías de la ciudad pues no pueden utilizar vías de baja capacidad.

El criterio para definir esta red consideró la información descrita en el estudio "Análisis Transporte de Carga Urbana en Santiago" junto con la red Sectra 1997, la que consideraba una zonificación de 264 zonas.

A partir de esta información y considerando las principales vías que dan acceso a la Región Metropolitana junto con aquellas de carácter intercomunal se obtuvo la red relevante para el año 2002. Las principales arterias son mostradas en la figura N° III.1.

Figura N° III.1: Red de transporte de carga



III.3 VIAJES DE TRANSPORTE DE CARGA EN SANTIAGO

La principal fuente de información utilizada fue el estudio "Análisis Transporte de Carga Urbana de Santiago" realizado por Citra el año 1995. En este estudio se identifican 11 tipos de Carga, siendo los principales además de los camiones vacíos el transportes de materiales de construcción.

La Tabla N° III.3 muestra un resumen con la información de las matrices origen-destino de viajes determinadas en el estudio de CITRA para el período Fuera de Punta (período de mayor demanda en el caso del transporte de carga), separando los viajes en intercomunales, intracomunales y externos.

Tabla N° III.3: Resumen de Viajes Estudio de CITRA Período Fuera de Punta, Año 1995

Tipo de Producto	Camiones Simples				
	Inter	Intra	Externos	Total	%
Productos Agrícolas	133	12	47	192	3.5%
Productos Mineros	24	0	11	35	0.6%
Productos Forestales	206	8	86	300	5.5%
Productos Ganaderos	77	19	68	164	3.0%
Materiales de Construcción	649	78	279	1006	18.5%
Combustible Líquido	304	30	87	421	7.7%
Productos Alimenticios	361	59	87	507	9.3%
Productos Industriales	370	19	141	530	9.7%
Otros Productos	289	62	57	408	7.5%
Vacíos	1145	93	558	1796	33.0%
Residuos Sólidos	61	24	0	85	1.6%
TOTAL	3619	404	1421	5444	100%
	66.5%	7.4%	26.1%		

Tipo de Producto	Camiones Pesados				
	Inter	Intra	Externos	Total	%
Productos Agrícolas	7	0	37	44	2.0%
Productos Mineros	13	0	60	73	3.4%
Productos Forestales	15	0	42	57	2.6%
Productos Ganaderos	4	0	45	49	2.3%
Materiales de Construcción	288	9	279	576	26.6%
Combustible Líquido	57	1	77	135	6.2%
Productos Alimenticios	41	4	94	139	6.4%
Productos Industriales	72	12	74	158	7.3%
Otros Productos	41	1	31	73	3.4%
Vacíos	446	2	396	844	38.9%
Residuos Sólidos	19	0	0	19	0.9%
TOTAL	1003	29	1135	2167	100%
	46.3%	1.3%	52.4%		

Fuente: Elaboración Propia sobre la base de Estudio CITRA

Puede observarse que en el caso de los camiones pesados, prácticamente el 53% de los viajes son hacia las zonas externas, siendo los viajes intracomunales totalmente despreciables. En el caso de los camiones simples, la mayor cantidad de viajes corresponde a viajes intercomunales (representando un 66%), siendo los viajes intracomunales un 7% del total.

III.4 ESTIMACIÓN DE LA GENERACIÓN Y ATRACCIÓN DE CARGA.

Una de las principales tareas desarrolladas en el estudio “Análisis Transporte de Carga Urbana de Santiago” fue la elaboración de una encuesta origen-destino de viajes para el transporte de carga, la que se realizó en diversos puntos de control de la Región Metropolitana. Se detalla en el Anexo N° 5 la ubicación de los puntos de encuesta. Para este efecto, la red de transporte fue dividida en dos tipos, la primera de ellas denominada red 1 en la cual son consideradas las avenidas más importantes del Gran Santiago y una denominada red 2 donde se encuentran al resto de las avenidas de la capital.

A partir de esos datos se busco generar modelos de generación y atracción que pudieran explicar los datos entregados por la encuesta mencionada.

En este estudio se desarrollaron criterios para modelar la operación de la carga en el área de influencia, intentando relacionar los flujos generados (carga/vehículos), con diversos factores productivos y/o socioeconómicos.

A continuación se presentan los resultados obtenidos para los principales tipos de carga considerados.

III.4.1 TRANSPORTE DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.

Los materiales de construcción son el tipo de carga que produce una mayor cantidad de viajes en la ciudad. Se ha buscado establecer un modelo que permita definir la atracción de este tipo de material en función de los metros cuadrados construidos en cada comuna.

Los valores de metros cuadrados construidos se obtuvieron a partir de datos de la cámara chilena de la construcción que entrega los valores construidos para cada una de las 34 comunas del gran Santiago separadas por destino (vivienda, oficinas, industrias, salud y otros), además los valores de viviendas los entrega separados por pisos de la construcción (1 piso, 2 pisos, 3-4 pisos, 5 pisos y más) y por superficie de la vivienda (Hasta 35m², de 36 a 50m², de 51 a 70m², de 71 a 100m², de 101 a 140m² y de 141m² y más).

En la Tabla N° III.4 se puede apreciar que los datos entregados por la Cámara Chilena de la Construcción presentan menos metros cuadrados construidos que los entregados por el INE ya que ésta presenta valores en 34 comunas mientras que el INE presenta valores en toda la Región Metropolitana (52 comunas).

Tabla N° III.4: Construcción en el Gran Santiago. Región Metropolitana y Chile

Año	CCHC			INE				
	Gran Santiago			RM				Nacional
	Vivienda	Otros	Total	Vivienda	Industrias	Servicio	Total	Total
1993	3.242.204	1.231.916	4.474.120	3.668.879	1.384.401	160.995	5.214.275	10.481.472
1994	2.786.349	1.156.696	3.943.045	3.467.039	1.360.867	247.564	5.075.470	10.477.514
1995	4.123.525	1.804.711	5.928.236	4.306.662	2.150.874	231.064	6.688.600	12.771.934
1996	3.352.041	1.579.676	4.931.717	4.251.816	1.744.052	217.309	6.213.177	13.278.772
1997	3.833.221	1.080.198	4.913.419	4.869.722	1.460.668	239.467	6.569.857	12.956.380
1998	2.726.301	1.259.262	3.985.563	3.397.614	1.217.744	369.159	4.984.517	11.777.720
1999	2.251.088	911.369	3.162.457	2.814.799	844.464	520.659	4.179.922	10.205.339
2000	1.994.473	1.091.112	3.085.585	2.684.228	1.463.921	426.922	4.575.071	10.063.478
2001	2.244.907	801.282	3.046.189	2.819.218			6.583.418	

Fuente: Cámara Chilena de la construcción e INE

Para estimar los materiales usados en las obras se utilizaron las siguientes cubicaciones de material por tipo de vivienda.

Tabla N° III.5: Factores de uso de materiales de construcción

Materiales de Construcción	Unidad por m ² construido	Casas	Edificios	Edificios	Industria	Otros
		Albañilería	Albañilería	Hormigón Armado		
Cemento	Sacos	1,8400	1,5859	1,3439	0,1130	1,4688
Hormigón	m ³	0,2860	0,0740	0,3532	0,5405	0,2954
Morteros	Sacos	0,2916	0,8808	0,0649	0,0206	0,2865
Aridos en Obra	M ³	0,3699	0,3188	0,2702	0,0227	0,2953
Ladrillos	Un	40,9100	39,8900	22,2700	33,1355	40,5374
Acero de Construcción	Kg	5,5900	11,7100	32,1900	19,7196	17,7405
Planchas Yeso – Cartón. Asbesto- Cemento o madera aglomerada	m ²	2,1125	0,7200	0,9900	1,5647	1,4077
Madera	Pulgadas	2,7676	3,4100	0,7200	2,590	2,7590

Fuente: Nercasseau Mauricio (1989). Estudio de Requerimientos por insumos y bienes de capital en el sector Vivienda.

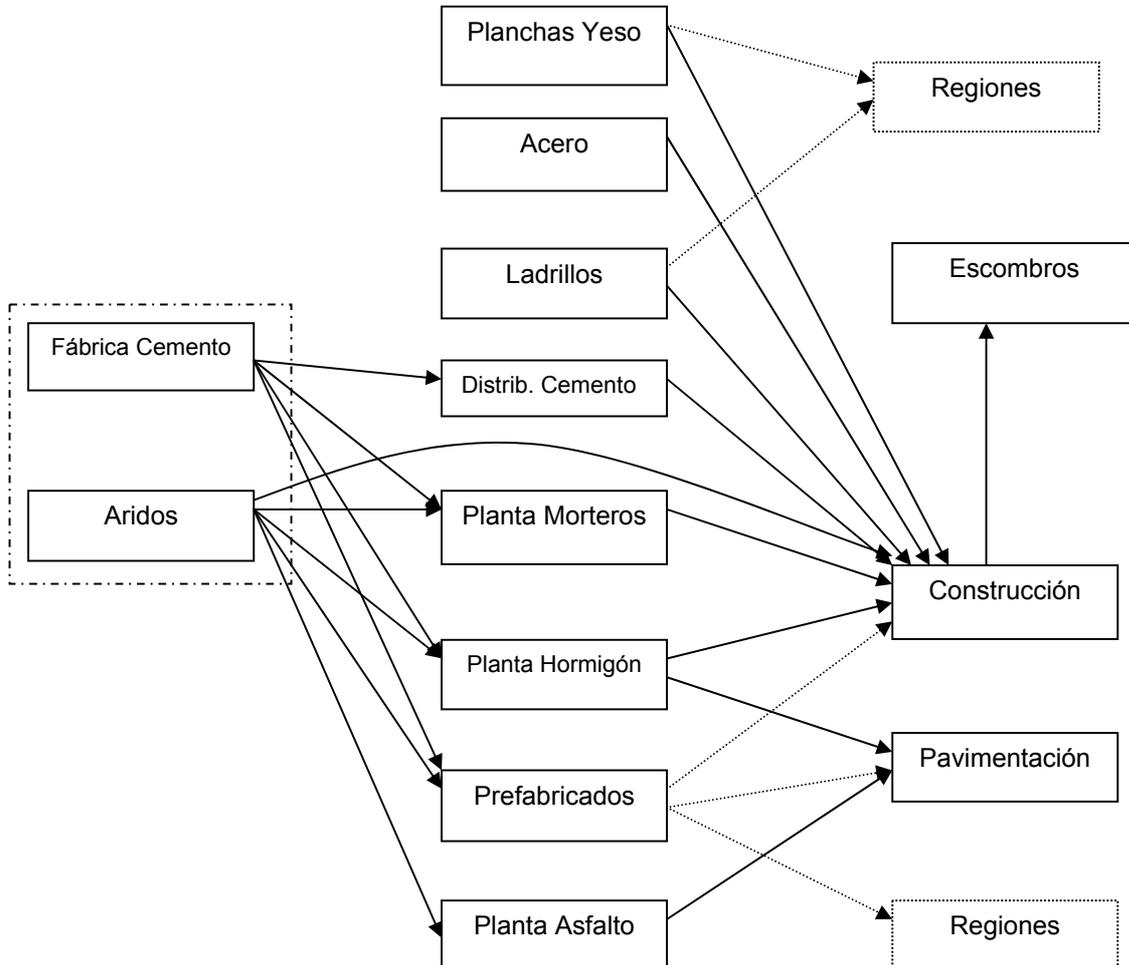
Dado que no existe información clara del tipo de material predominante usado en la construcción de viviendas en las distintas comunas, se decidió aplicar el siguiente criterio:

Todas las viviendas de uno o dos pisos son casas de albañilería, viviendas de 3 o 4 pisos se considerarán edificios de albañilería y viviendas de más de 4 pisos serán consideradas como departamentos de hormigón armado. Adicionalmente las oficinas se considerarán construidas de hormigón armado y se utilizarán los mismos factores que en edificios de departamentos de hormigón armado.

En la Figura N° III.2 se puede apreciar los flujos de los principales materiales asociados a la construcción y que fueron considerados en la elaboración del modelo de generación y atracción de camiones con materiales de construcción.



Figura N° III.2: Ciclo Materiales de Construcción



La atracción de materiales de construcción se da por dos fuentes principales, los materiales requeridos directamente por cada construcción y los insumos requeridos por empresas, por ejemplo para fabricar hormigón premezclado se requiere de cemento y de áridos. Adicionalmente se considera la generación de escombros, por esto muchas zonas que no tienen industrias de materiales de construcción como las Condes presentan una alta generación de materiales de construcción.

En Chile existen sólo tres empresas que fabrican cemento (Polpaico, Melón y Bio Bio) y tienen sus plantas ubicadas fuera de Santiago. Estas empresas cuentan con participaciones de mercado similares. Las empresas fabricantes de cemento cuentan con centros de distribución en las comunas de Quilicura (Cementos Bio-Bio), Renca (Polpaico) y Santiago (Melón). Las empresas de hormigón premezclado son en su gran mayoría pertenecientes a estas fábricas de cemento.

Los requerimientos de cemento y de áridos para fabricar hormigón premezclado dependen del uso que va a tener este, pero en promedio para fabricar 1 m^3 de hormigón premezclado se requiere de 290 Kilogramos de cemento y se ocupan $1,37 \text{ m}^3$ de áridos. Para fabricar una tonelada de morteros secos se usa en promedio 188 kilogramos de cemento y $0,89 \text{ m}^3$ de áridos.

Se estima que del total de cemento consumido en la Región Metropolitana, un 15,6% es utilizado en la fabricación de elementos prefabricados¹. Estos elementos prefabricados son usados tanto en la Región Metropolitana como en otras regiones del país en donde las proporciones de cemento usadas en la fabricación de elementos prefabricados son muy bajas. Se estima que en la Región Metropolitana se produce el 80% del material prefabricado producido en el país.

En la comuna de Puente Alto están ubicadas las dos principales fábricas de planchas de Yeso-Cartón de Chile: Empresa Minera el Volcán (con su producto Volcanita) y Empresa Romeral, subsidiaria de Pizarreño. Estas empresas abastecen la demanda nacional casi en su totalidad.

Las barras de acero de construcción son producidas por CAP en Concepción y por Gerdau-Aza en Santiago. Existen otros fabricantes minoritarios en la Región Metropolitana.

Los ladrillos son producidos en el país mayoritariamente por dos empresas: Ladrillos Princesa y Cerámica Santiago, esta última cuenta con sus dos principales plantas en Batuco y con otras menores en Temuco, Carén y Quilicura.

En la siguiente tabla se presentan los consumos de materiales de acuerdo al modelo creado y se comparan con valores conocidos de producción de materiales de construcción a nivel nacional o regional dependiendo de la existencia de información disponible.

Tabla N° III.6: Comparación de consumos de materiales de construcción modelados y consumos reales. año 1995

Material	Unidad	Consumos calculados para la Región Metropolitana	Producción Observada de materiales de construcción	
Demanda Aridos	M3	5.090.763		
Cemento	Ton	1.076.271	3.327.000	Nacional
Hormigón Premezclado	M3	1.876.402	1.550.941	RM
Ladrillos	Unidad	202.975.177	222.000.000	Nacional
Acero Construcción	Ton	105.170	234.000	Nacional
Planchas	M2	8.344.954		

Fuente: Elaboración Propia.

Se puede apreciar que la estimación de materiales de construcción utilizados en la Región Metropolitana presenta valores en el rango del consumo real de materiales, excepto en el caso de los ladrillos en que la producción nacional probablemente sea más alta que la mostrada ya que existen muchos pequeños fabricantes que no fueron considerados en la producción observada.

Basados en la información de construcciones en la Región Metropolitana y el uso de materiales es posible estimar la demanda de materiales de cada comuna de la ciudad. A partir de esta estimación de la carga promedio de cada camión es posible estimar la demanda de camiones con materiales de construcción de cada comuna.

La atracción de materiales de construcción se da por dos fuentes principales, los materiales requeridos directamente por cada construcción y los insumos requeridos por empresas. Adicionalmente se considera la generación de escombros, por esto muchas zonas que no tienen industrias de materiales de construcción como Las Condes presentan una alta generación de materiales de construcción.

¹ Fuente: Demanda de Cemento en la Región Metropolitana 1999

La Tabla N° III.7 muestra la estimación realizada de camiones anuales con materiales de construcción para el año 2002.

Tabla N° III.7: Estimación de la generación y atracción anual de camiones con materiales de construcción. año 2002

COMUNA	2 Ejes		+ 2 Ejes	
	Generación	Atracción	Generación	Atracción
Santiago	19.401	18.276	12.096	16.540
Independencia	381	27.152	381	27.054
Conchalí	925	1.453	925	1.447
Huechuraba	4.192	6.985	3.554	4.372
Recoleta	736	1.339	736	1.377
Providencia	5.924	8.893	5.924	6.977
Vitacura	3.186	6.830	3.186	3.700
Lo Barnechea	5.083	12.409	5.083	6.389
Las Condes	16.238	25.606	16.238	19.070
Nuñoa	2.652	4.066	2.652	3.120
La Reina	1.403	3.044	1.403	3.196
Macul	547	18.889	10.174	1.685
Peñalolén	3.379	8.185	3.379	4.610
La Florida	55.199	11.675	5.844	7.389
San Joaquín	227	18.556	9.855	2.654
La Granja	208	18.483	9.836	2.015
La Pintana	540	1.452	540	1.565
San Ramón	113	468	113	1.218
San Miguel	949	1.523	949	1.160
La Cisterna	165	483	165	1.254
El Bosque	95	278	95	873
P.A. Cerda	22	65	22	202
Lo Espejo	20	146	20	984
Est. Central	561	1.126	561	714
Cerrillos	22.330	3.080	1.178	1.527
Maipú	28.061	14.461	6.271	8.988
Quinta Normal	679	1.261	679	2.200
Lo Prado	130	515	130	146
Pudahuel	2.885	6.198	2.885	4.368
Cerro Navia	130	519	130	187
Renca	11.093	23.185	11.132	6.444
Quilicura	65.393	99.975	47.745	28.774
Puente Alto	102.220	42.557	19.269	12.650
San Bernardo	41.788	83.053	53.574	12.574
Total	396.854	472.186	236.724	197.423

Fuente: Elaboración propia.

El problema de este modelo es que no considera muchos de los viajes como por ejemplo los materiales que son llevados a ferreterías. Por esto se busca un modelo de generación y atracción que considerara además de la estimación realizada un valor como el comercio o la industria existente en cada comuna.

Los modelos escogidos son presentados en la siguiente tabla, se puede apreciar que dependiendo del tipo de viaje considerado las variables que muestran una mayor significancia van cambiando².

Tabla N° III.8: Resultados de regresiones para estimación de camiones con materiales de construcción

Variables	Camiones 2 Ejes		Camiones mas 2 Ejes	
	Generación	Atracción	Generación	Atracción
	Estimación + Comercio	Estimación	Estimación	Estimación + Industria
R	0,806	0,7172	0,395421	0,6267
R ²	0,65	0,5144	0,156358	0,3928
R ² ajustado	0,628	0,4993	0,129994	0,3536
Coeficientes				
Intercepción	5,085	8,4755341	5,4201	1,0230025
Variable X 1	3,40E-04	0,0003376	0,00019	0,0003167
Variable X 2	1,84E-05			1,258E-05
Estadístico t				
Intercepción	1,5515	2,5067	2,2769	0,4119
Variable X 1	6,4119	5,8232	2,4353	3,2046
Variable X 2	3,5871			2,1093

Fuente: Elaboración propia.

Al aplicar las regresiones mostradas en la tabla anterior se obtienen los vectores de generación y atracción de camiones que se presentan en la Tabla N° III.9. Estos mismos datos son presentados en forma gráfica en la Figura N° III.3.

² En el informe de avance n°3 se presentan todos los modelos probados.

Tabla N° III.9: Estimación de la generación y atracción de camiones durante hora punta con materiales de construcción. año 2002

COMUNA	2 Ejes		+ 2 Ejes	
	Generación	Atracción	Generación	Atracción
Santiago	73,6	15,5	29,6	26,7
Independencia	10,1	18,7	5,9	14,5
Conchalí	7,5	9,5	5,0	4,6
Huechuraba	7,0	11,5	4,9	5,4
Recoleta	13,1	9,5	7,1	7,9
Providencia	17,4	12,2	9,0	4,6
Vitacura	8,9	11,4	5,6	2,3
Lo Barnechea	7,5	13,4	5,2	3,1
Las Condes	24,0	18,2	12,1	7,2
Ñuñoa	12,8	10,4	7,1	6,4
La Reina	7,1	10,1	4,8	3,5
Macul	7,8	15,8	6,8	10,2
Peñalolén	7,3	11,9	5,0	3,2
La Florida	32,6	13,2	8,7	4,6
San Joaquín	7,0	15,6	6,4	11,2
La Granja	6,4	15,6	6,2	2,9
La Pintana	5,6	9,5	4,2	1,9
San Ramón	5,7	9,2	4,2	2,1
San Miguel	9,1	9,5	5,6	8,3
La Cisterna	8,5	9,2	5,3	4,0
El Bosque	6,3	9,1	4,5	2,2
P.A. Cerda	7,2	9,0	4,8	1,6
Lo Espejo	5,9	9,0	4,3	1,9
Estación Central	9,5	9,4	5,7	6,9
Cerrillos	13,5	10,1	4,7	9,1
Maipú	20,2	14,2	7,4	11,5
Quinta Normal	9,5	9,4	5,7	8,9
Lo Prado	5,9	9,2	4,3	1,2
Pudahuel	12,6	11,2	7,0	3,8
Cerro Navia	6,3	9,2	4,5	2,1
Renca	9,6	17,3	6,3	11,6
Quilicura	26,4	44,8	12,7	30,4
Puente Alto	41,7	24,2	8,8	6,6
San Bernardo	21,2	38,7	14,6	11,7
Total	474,7	474,7	244,0	244,0

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° III.3



III.4.2 RESTO DE PRODUCTOS.

Para realizar la distribución se decidió acumular los viajes realizadas con residuos sólidos, productos industriales, productos alimenticios y otros productos (combustibles, camiones vacíos y otros).

Pese a esta agregación cada una de estas cargas fue estudiada en forma independiente. A continuación se muestran los resultados obtenidos para cada uno de estos tipos de carga.

III.4.2.1 PRODUCTOS ALIMENTICIOS

Dada la gran variedad de productos alimenticios existentes y el número de empresas que producen este tipo de productos fue imposible realizar un estudio que permita estimar la generación de los productos alimenticios tal como se hizo en los materiales de construcción³.

Existe una amplia variedad de productos alimenticios cada una con sus propias características que hacen tanto su producción como distribución algo único. Se ha tratado de encontrar aquellas variables que permitan explicar la atracción y generación de camiones observada en el estudio realizado por CITRA durante el periodo dos el año 1995. Las variables debían cumplir con una serie de condiciones, la primera era que debía estar relacionada con la variable que se deseaba explicar, adicionalmente debía ser posible realizar una estimación de su valor futuro.

Dadas las condiciones anteriores se procedió a elegir las siguientes variables para explicar la generación y atracción de camiones con productos alimenticios.

- **Población:** Se escogió la población como una variable que explicara el consumo de productos alimenticios en una comuna, ya que mientras mayor sea la población se debería esperar un mayor consumo de alimentos, esta variable cuenta con dos desventajas principales, la primera es que las comunas de mayor ingreso per capita seguramente tienen un mayor consumo de alimentos per capita y la segunda es que muchas veces la compra de alimentos no se produce en la comuna en la que se vive.
- **Metros cuadrados construidos de supermercados:** Las ventas por metro cuadrado de supermercado es un valor relativamente estable y similar para todos los supermercados, por esto los metros cuadrados construidos de supermercados permitiría establecer una buena estimación de las ventas de productos alimenticios en supermercados, esta variable tiene un problema, pues no todas las ventas de alimentos se realizan en supermercados especialmente en las comunas de menores ingresos en que prácticamente no existen supermercados.
- **Comercio:** Aunque existen distintos tipos de establecimientos comerciales y solo unos pocos se dedican a la venta de alimentos es posible que exista una relación entre la superficie dedicada al comercio en cada comuna y las ventas de alimentos en dicha comuna.
- **Industrias:** las fabricas de alimentos no solo pueden actuar como generadoras de alimentos también pueden atraer productos alimenticios ya sea desde otras fabricas o alimentos que son usados como insumos en la producción.

³En el segundo informe de avance se presenta un estudio de los principales productos alimenticios y se puede ver que son muy pocos los camiones que pueden ser explicados de esta forma.

- Estimación Industrias de alimentos: El INE cuenta con el número de industrias existentes entre los años 1995 a 1997 separadas por su código internacional CIIU esto permite realizar una estimación de la proporción de las industrias ubicadas en cada comuna que se dedican a la fabricación de productos alimenticios. Se decidió realizar la estimación de la proporción de las industrias dedicadas a la fabricación de alimentos a partir del número de trabajadores de las empresas ya que esto permite incluir en la variable una estimación del tamaño de las empresas.

De estas variables se descubrió que solo los metros cuadrados de industria eran significativos en la generación de camiones de dos ejes y que para la atracción solo se debía considerar la población, los metros cuadrados de comercio y una variable dummy que toma un valor uno para las comunas de independencia y recoleta por la existencia de la vega central.

En la Tabla N° III.10 se pueden ver las funciones y variables escogidas para el cálculo de la generación y atracción de productos alimenticios.

Tabla N° III.10: Resultados de regresiones para estimación de camiones con productos alimenticios

Variables	Camiones 2 Ejes	
	Generación	Atracción
	Industrias	Población + Comercio + Dummy
R	0,6337	0,7464
R ²	0,4016	0,5571
R ² ajustado	0,3829	0,5128
Coefficientes		
Intercepción	4,2293	0,0598
Variable X 1	2,3325E-05	4,738E-05
Variable X 2		8,679E-06
Variable X 3		21,8417
Estadístico t		
Intercepción	2,0449	0,0200
Variable X 1	4,6342	2,6096
Variable X 2		3,3150
Variable X 3		3,8463

Fuente: Elaboración propia.

No se obtuvieron modelos apropiados que permitieran representar el movimiento de camiones de mas de dos ejes debido principalmente a la baja cantidad de viajes observados. Debido a esto se decidió incrementar los vectores del año 1995 en la misma proporción en que aumenten los viajes de camiones de dos ejes.

La Tabla N° III.11 presenta los valores normalizados de generación y atracción de camiones con productos alimenticios durante la hora punta mañana. Adicionalmente en la Figura N° III.4 se presentan los viajes totales generados y atraídos con productos alimenticios en Santiago

Tabla N° III.11: Estimación de la generación y atracción de camiones durante hora punta con alimentos. año 2002

COMUNA	2 Ejes		+ 2 Ejes	
	Generación	Atracción	Generación	Atracción
Santiago	41.9	40.7	7.8	3.3
Independencia	13.2	27.6	4.5	7.8
Conchalí	10.0	7.6	0.0	2.2
Huechuraba	9.7	4.0	0.0	0.0
Recoleta	16.2	32.9	0.0	1.1
Providencia	6.7	11.1	0.0	0.0
Vitacura	4.4	5.5	0.0	0.0
Lo Barnechea	4.3	4.1	0.0	1.1
Las Condes	4.5	18.9	0.0	0.0
Ñuñoa	12.3	11.4	0.0	1.1
La Reina	6.9	5.6	0.0	0.0
Macul	20.2	6.8	1.1	1.1
Peñalolén	5.5	11.0	0.0	1.1
La Florida	6.4	22.4	0.0	0.0
San Joaquín	21.3	5.7	6.7	2.2
La Granja	6.4	7.1	0.0	0.0
La Pintana	4.9	9.4	0.0	0.0
San Ramón	5.5	5.0	0.0	0.0
San Miguel	17.0	5.8	0.0	0.0
La Cisterna	8.9	5.9	0.0	0.0
El Bosque	5.9	9.1	0.0	0.0
P.A. Cerda	5.1	6.7	0.0	0.0
Lo Espejo	5.2	5.9	0.0	0.0
Estación Central	14.6	8.5	6.7	0.0
Cerrillos	18.2	4.2	2.2	0.0
Maipú	18.2	25.4	6.7	2.2
Quinta Normal	17.4	7.2	1.1	0.0
Lo Prado	4.5	5.5	0.0	0.0
Pudahuel	6.8	12.8	5.6	10.0
Cerro Navia	6.2	7.8	0.0	0.0
Renca	20.0	7.0	0.0	0.0
Quilicura	41.5	6.3	3.3	7.8
Puente Alto	7.0	25.4	0.0	3.3
San Bernardo	16.4	13.2	0.0	1.1
Total	412.9	393.3	45.8	45.8

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° III.4

III.4.2.2 RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS

La determinación de vectores origen-destino de carga, para el caso de los residuos sólidos domiciliarios no es una tarea fácil. Hoy en día en la Región Metropolitana existen dos rellenos sanitarios, el primero de ellos ubicado en Lonquén correspondiente al consorcio Santa Marta y el otro corresponde a Lomas del Colorado ubicado en la comuna de Tiltil⁴. Básicamente, cada uno de ellos atiende a los sectores sur y norte de la capital respectivamente, aunque en los últimos meses Lomas del Colorado ha recibido las deposiciones de comunas del sur de Santiago producto de los problemas técnicos que Santa Marta ha tenido. Durante el año 2002 lomas del colorado recibió mas del 80% de los residuos domiciliarios de la provincia de Santiago, y la mayoría de estos residuos pasaron por la estación de transferencia de este relleno ubicada en la comuna de Quilicura.

Para el calculo de la generación de residuos en las comunas de Santiago se creo un modelo que relaciona la tasa de deposición per cápita con el logaritmo natural del producto interno bruto per capita. Tal especificación fue utilizada en el estudio denominado “Estudio de Composición y Proyección de Residuos Sólidos Domiciliarios en la Provincia de Santiago” realizado por la Sección Ingeniería Sanitaria y Ambiental del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Chile en el año 1995 para la Empresa Metropolitana de Residuos Sólidos Domiciliarios (EMERES). La forma funcional del modelo es la siguiente:

$$RES = K (PIB)^n$$

Tomando logaritmo natural, la expresión anterior conduce a la siguiente relación a la que se le aplica una regresión lineal utilizando el criterio de minimización cuadrática, la que permite determinar el valor de los parámetros K y n:

$$\ln(RES) = \ln(K) + n \ln(PIB)$$

Los indicadores de la regresión se presentan en la siguiente tabla.

Tabla N° III.12: Indicadores Provincia de Santiago

Indicador	Valor	Test
Ln(K)	-15,607423	-1,799074
N	1,730083	3,462735
R	0,8944	
R ²	0,7999	
R ² Ajustado	0,7332	

Fuente: Elaboración Propia

Pueden observarse ajustes relativamente buenos, con un índice R² cercano a 0.7. No obstante el T estadístico de la constante resulta ser no significativo al nivel del 95% de confianza, aún cuando su valor resulta cercano a 1.96(-1.96) en el caso de la regresión para la Provincia de Santiago. La variable PIB resulta ser en ambos modelos estadísticamente muy confiable. Puede verse además que la elasticidad residuos-PIB resulta ser mayor que la unidad, lo que determina que el crecimiento porcentual de los residuos es mayor que el crecimiento del producto interno bruto PIB.

⁴ A fines del año 2002 el relleno sanitario Santiago Poniente en Maipú comenzó a recibir residuos domiciliarios pero en baja cantidad.

Al aplicar este modelo de generación de residuos sólidos en la ciudad de Santiago se obtienen los vectores 2002 de generación (la atracción esta dada por la ubicación de los centros de transferencia de los rellenos sanitarios)

Tabla N° III.13: Estimación de la generación y atracción de camiones durante hora punta con residuos sólidos. año 2002

COMUNA	2 Ejes		+ 2 Ejes	
	Generación	Atracción	Generación	Atracción
Santiago	7.4	0.0	0.0	0.0
Independencia	2.0	0.0	0.0	0.0
Conchalí	3.4	0.0	0.0	0.0
Huechuraba	1.8	0.0	0.0	0.0
Recoleta	4.0	0.0	0.0	0.0
Providencia	3.3	0.0	0.0	0.0
Vitacura	2.6	0.0	0.0	0.0
Lo Barnechea	2.2	0.0	0.0	0.0
Las Condes	6.1	0.0	0.0	0.0
Nuñoa	3.8	0.0	0.0	0.0
La Reina	2.5	0.0	0.0	0.0
Macul	2.7	0.0	0.0	0.0
Peñalolén	4.5	0.0	0.0	0.0
La Florida	8.0	0.0	0.0	0.0
San Joaquín	2.5	0.0	0.0	0.0
La Granja	3.0	0.0	0.0	0.0
La Pintana	3.2	0.0	0.0	0.0
San Ramón	2.0	0.0	0.0	0.0
San Miguel	2.1	0.0	0.0	0.0
La Cisterna	2.2	0.0	0.0	0.0
El Bosque	3.9	0.0	0.0	0.0
P.A. Cerda	2.7	0.0	0.0	0.0
Lo Espejo	2.5	0.0	0.0	0.0
Estación Central	2.8	0.0	0.0	0.0
Cerrillos	1.6	0.0	0.0	0.0
Maipú	9.0	21.9	0.0	0.0
Quinta Normal	2.6	0.0	0.0	0.0
Lo Prado	2.2	0.0	0.0	0.0
Pudahuel	3.8	0.0	0.0	0.0
Cerro Navia	3.0	0.0	0.0	0.0
Renca	3.4	0.0	0.0	0.0
Quilicura	2.2	87.5	20.9	0.0
Total	109.4	109.4	20.9	0.0

Fuente: Elaboración propia.

Uno de los supuestos más fuertes que hay detrás de estas proyecciones futuras es que los medios de transporte para efectuar esta operación no cambiarán con el tiempo. En este sentido, resulta importante notar que recientemente se ha firmado un acuerdo entre Ferrocarriles del Pacífico y el consorcio Urbaser-Kiasa, mediante el cual se estipula que el traslado de los residuos desde la estación de transferencia Quilicura hacia el relleno Lomas del Colorado, se hará precisamente en ferrocarril. Este proyecto involucra una inversión total, tanto en obras como en la compra y rehabilitación de carros y locomotoras, de US\$ 6 millones aproximadamente. Este sistema permitiría sacar de la carretera 5 Norte los 250 camiones diarios que en la actualidad circulan depositando la basura en Lomas del Colorado.

La Figura N° III.5 presenta la generación y atracción de camiones con residuos sólidos, la comuna de Quilicura aparece como un gran generador de camiones ya que desde esta comuna parten los camiones desde la estación de transferencia hacia el relleno lomas del colorado en Til Til.

Figura N° III.5

III.4.2.3 OTROS PRODUCTOS.

Dentro del estudio de transporte de carga urbana realizada por CITRA se presenta como un tipo de carga otros productos, en este estudio se ha decidido agregar a los productos otros aquellas categorías de productos que muestran un bajo número de viajes que hace difícil crear un modelo representativo. Por lo tanto la categoría Otros queda formada por la suma de las categorías Otros, Productos Agrícolas, Productos Ganaderos, Productos Forestales, Camiones Vacíos, Combustibles Líquidos y Productos Mineros.

Las variables escogidas para realizar las regresiones son metros cuadrados de industria en cada comuna, metros cuadrados de comercio y una variable dummy con valor 1 para la comuna de Pudahuel.

Tabla N° III.14: Resultados de regresiones para estimación de camiones con Otros Productos

Variables	Camiones 2 Ejes		Camiones mas 2 Ejes	
	Generación	Atracción	Generación	Atracción
	Comercio + Industria	Industria	Industria + Dummy	Industria + Dummy
R	0,9154	0,4987	0,6659	0,7670
R ²	0,8379	0,2487	0,4434	0,5883
R ² ajustado	0,8275	0,2252	0,4075	0,5617
Coefficientes				
Intercepción	1,18592	12,4068516	0,2930	0,6031
Variable X 1	3,04531E-05	3,2986E-05	6,197E-06	4,659E-06
Variable X 2	4,60499E-05		12,3202	16,1062
Estadístico t				
Intercepción	0,40549	2,9791	0,4019	1,0036
Variable X 1	5,52457	3,2546	3,5435	3,2329
Variable X 2	4,88001		3,8852	6,1639

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° III.15 se muestran los valores correspondientes a la generación y atracción de otros productos calculados a partir de los modelos mostrados en la tabla anterior.

Tabla N° III.15: Estimación de la generación y atracción de camiones durante hora punta con otras cargas. año 2002

COMUNA	2 Ejes		+ 2 Ejes	
	Generación	Atracción	Generación	Atracción
Santiago	184.8	65.6	10.3	8.1
Independencia	27.9	25.1	2.7	2.4
Conchalí	16.7	20.5	1.8	1.8
Huechuraba	13.5	20.1	1.7	1.7
Recoleta	38.9	29.3	3.5	3.0
Providencia	24.7	15.9	0.9	1.1
Vitacura	6.8	12.6	0.3	0.6
Lo Barnechea	3.1	12.5	0.3	0.6
Las Condes	26.1	12.8	0.4	0.7
Nuñoa	29.7	23.8	2.4	2.2
La Reina	9.6	16.2	1.0	1.1
Macul	37.5	35.0	4.5	3.8
Peñalolén	6.1	14.2	0.6	0.9
La Florida	23.1	15.5	0.9	1.0
San Joaquín	38.6	36.6	4.8	4.0
La Granja	8.1	15.5	0.9	1.0
La Pintana	3.6	13.3	0.5	0.7
San Ramón	5.1	14.1	0.6	0.8
San Miguel	33.4	30.5	3.7	3.2
La Cisterna	16.8	19.0	1.5	1.5
El Bosque	7.0	14.8	0.7	0.9
P.A. Cerda	7.0	13.7	0.5	0.8
Lo Espejo	4.9	13.7	0.5	0.8
Estación Central	29.5	27.0	3.0	2.7
Cerrillos	31.5	32.2	4.0	3.4
Maipú	39.7	32.1	4.0	3.4
Quinta Normal	35.0	31.0	3.8	3.2
Lo Prado	3.5	12.8	0.4	0.7
Pudahuel	18.3	16.0	13.3	17.2
Cerro Navia	7.5	15.2	0.8	1.0
Renca	34.4	34.6	4.5	3.7
Quilicura	75.7	65.1	10.2	8.0
Puente Alto	13.6	16.3	1.0	1.2
San Bernardo	30.4	29.7	3.5	3.0
Total	892.1	802.4	93.8	90.4

Fuente: Elaboración propia.

La Figura N° III.6 presenta la estimación de el total de viajes generados y atraídos con camiones con otros productos en la ciudad de Santiago para el año 2002.

Figura N° III.6

III.5 MODELOS DE DISTRIBUCIÓN DE VIAJES

La presente sección tiene por objeto reportar los elementos necesarios para modelar la etapa de distribución de viajes. En ésta, el objetivo es determinar las celdas de la matriz origen-destino a partir de los vectores de generación y atracción definidos en la etapa anterior. A este respecto, es necesario destacar que existen diversos métodos para definir la distribución de viajes, no obstante, se empleará en este estudio el modelo entrópico doblemente acotado, dadas sus potencialidades y provenir de una teoría (modelo) microeconómico muy fuerte.

III.5.1 EL MODELO ENTRÓPICO DOBLEMENTE ACOTADO

Este modelo plantea la siguiente especificación para la distribución de viajes:

$$T_{ij} = A_i O_i B_j D_j \exp(-\beta C_{ij})$$

donde T_{ij} es la cantidad de viajes que hay en el par ij . C_{ij} una medida del costo de transporte existente entre el origen i y el destino j y A_i y B_j corresponden a los denominados factores de balance del modelo. los que deben respetar las condiciones de generación y atracción de viajes (origen O_i y destino D_j) siguientes:

$$\sum_i T_{ij} = D_j$$

$$\sum_j T_{ij} = O_i$$

Así, los factores de balance deben satisfacer las siguientes relaciones:

$$A_i = \frac{1}{\sum_j B_j D_j \exp(-\beta C_{ij})}$$

$$B_j = \frac{1}{\sum_i A_i O_i \exp(-\beta C_{ij})}$$

Beta (β) corresponde a un parámetro que mide la impedancia al costo de transporte, el que debe ser calibrado. La manera usual de efectuar su calibración corresponde a imponer que su valor debe ser tal de minimizar la diferencia entre el costo medio observado y el costo medio modelado. El costo medio observado se define de la siguiente manera:

$$C^* = \frac{\sum_{ij} \tilde{T}_{ij} \tilde{C}_{ij}}{\sum_{ij} \tilde{T}_{ij}}$$

El algoritmo más usado para calcular el valor de β se basa en el Método de Interpolación Lineal que se detalla a continuación:

Dar un valor inicial a β :

$$\beta^0 = \frac{1.5}{C^*}$$

Con esto se calculan los factores de balance A_i y B_j y se determina por completo la matriz de viajes modelada (primera). Con ella se calcula el costo medio asociado ídem que C^* pero usando las T_{ij} modeladas. Este valor se denominará \bar{C}^1 .

Calcular segundo valor de β :

$$\beta^1 = \beta^0 \frac{\bar{C}^1}{C^*}$$

Con este valor de β se entra nuevamente a calcular los factores de balance y la matriz modelada 2. Usando esta matriz se determina \bar{C}^2 .

Interpolar Linealmente:

$$\beta^{(n+1)} = \beta^{(n-1)} \frac{(\bar{C}^n - C^*)}{(C^n - \bar{C}^{(n-1)})} + \beta^{(n)} \frac{(C^* - \bar{C}^{(n-1)})}{(C^n - \bar{C}^{(n-1)})}$$

Se sigue interpolando linealmente (por supuesto ir calculando entremedio las matrices modeladas correspondientes) hasta que se cumpla el siguiente criterio de parada del proceso:

$$100 \left| \frac{\bar{C}^n - C^*}{C^*} \right| \leq 0.5$$

III.5.2 CALIBRACIÓN DEL MODELO DE DISTRIBUCIÓN DE VIAJES

A continuación se presenta la calibración de los modelos de distribución de viajes. Para este efecto se ha considerado utilizar como medida del costo de transporte al tiempo de viaje. Se ha considerado una red de transporte intercomunal (descrita en el informe anterior) que comprende las principales avenidas que le dan conectividad a las comunas de la Región Metropolitana.

Para estos efectos y dado que se ha considerado una zonificación comunal, se han eliminado los viajes intracomunales dado que el modelo de asignación a utilizar no determina variables de servicio (en este caso tiempo de viaje) para este tipo de viajes. Además se ha considerado modelar sólo aquellos viajes intercomunales (34 comunas) descartando a los viajes desde y hacia las zonas externas, a las que se les dará un tratamiento posterior diferente.

Dada la escasa información de celdas no nulas de las matrices por tipo de producto, se ha decidido agregar algunos productos, por lo cual la distribución se realizará para los siguientes tipos:

- Materiales de Construcción
- Resto

Se ha decidido dejar a los materiales de construcción como un solo ítem, puesto que dentro de todos los productos es el que presenta el mayor dinamismo, y a su vez la mayor cantidad de viajes (no considerando los camiones vacíos).

III.5.2.1 RESULTADOS OBTENIDOS

La tabla siguiente muestra los valores del parámetro beta de los modelos de distribución de viajes asociados a las categorías definidas con anterioridad.

Tabla N° III.16: Parámetros Beta Modelos de Distribución

Beta	M. Construcción	Resto
Camión Simple	0.013	0.025
Camión Pesado	0.025	0.007

Fuente: Elaboración Propia

Las tablas siguientes muestran los costos observados, costos modelados y los errores porcentuales asociados a la etapa de calibración del parámetro Beta.

Tabla N° III.17: Costos Observados y Modelados Camión Simple

	M. Construcción	Resto
Costo Observado (min)	32.09	29.09
Costo Modelado (min)	32.05	28.98
Error Porcentual (%)	0.12	0.36

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° III.18: Costos Observados y Modelados Camión Pesado

	M. Construcción	Resto
Costo Observado (min)	31.68	33.85
Costo Modelado (min)	31.73	34.13
Error Porcentual (%)	0.18	0.85

Fuente: Elaboración Propia

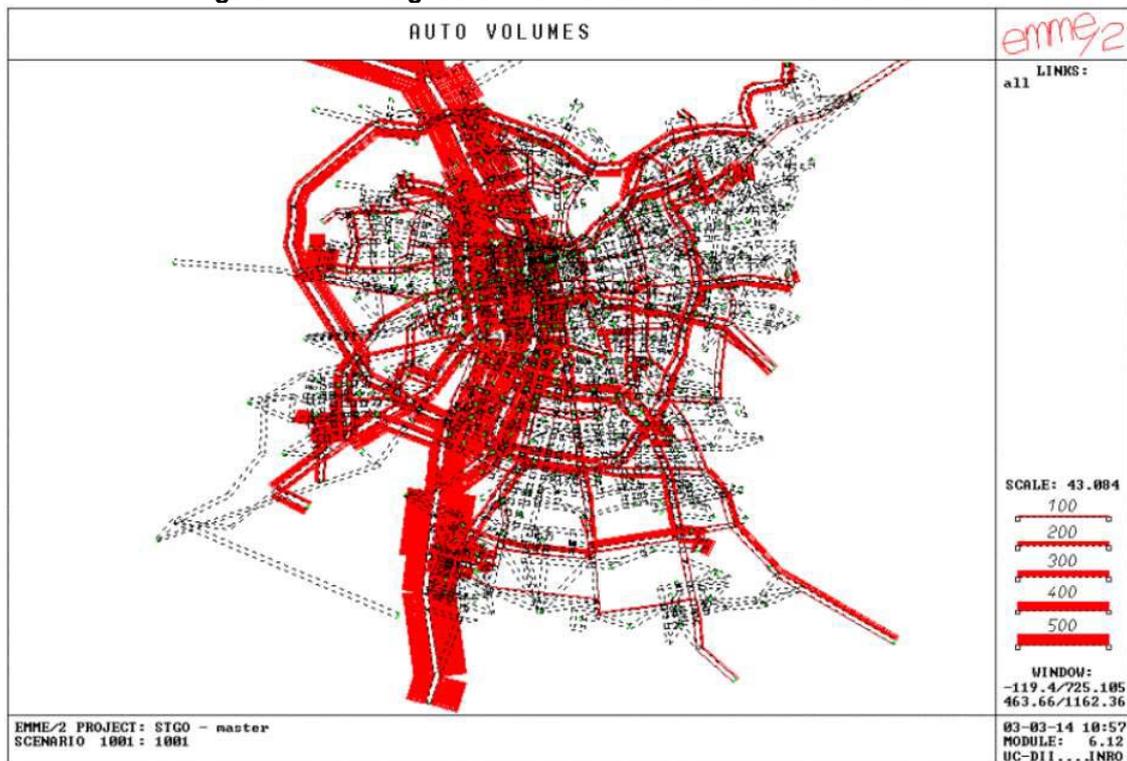
III.6 ASIGNACIÓN DE CAMIONES.

A partir de las matrices de viajes determinadas es posible realizar una asignación en la red de transporte mostrada en la Figura N° III.1.

La Figura N° III.7 muestra la asignación realizada para el periodo punta mañana, año 2002, se puede apreciar el alto flujo de camiones en el sentido Norte-Sur y viceversa.

En el eje Norte Sur destacan las vías General Velázquez y la Norte Sur como grandes ejes usados por el transporte de carga, entre las restantes vías se puede destacar la circunvalación Américo Vespucio principalmente en su sección poniente y en el sentido Sur-Norte

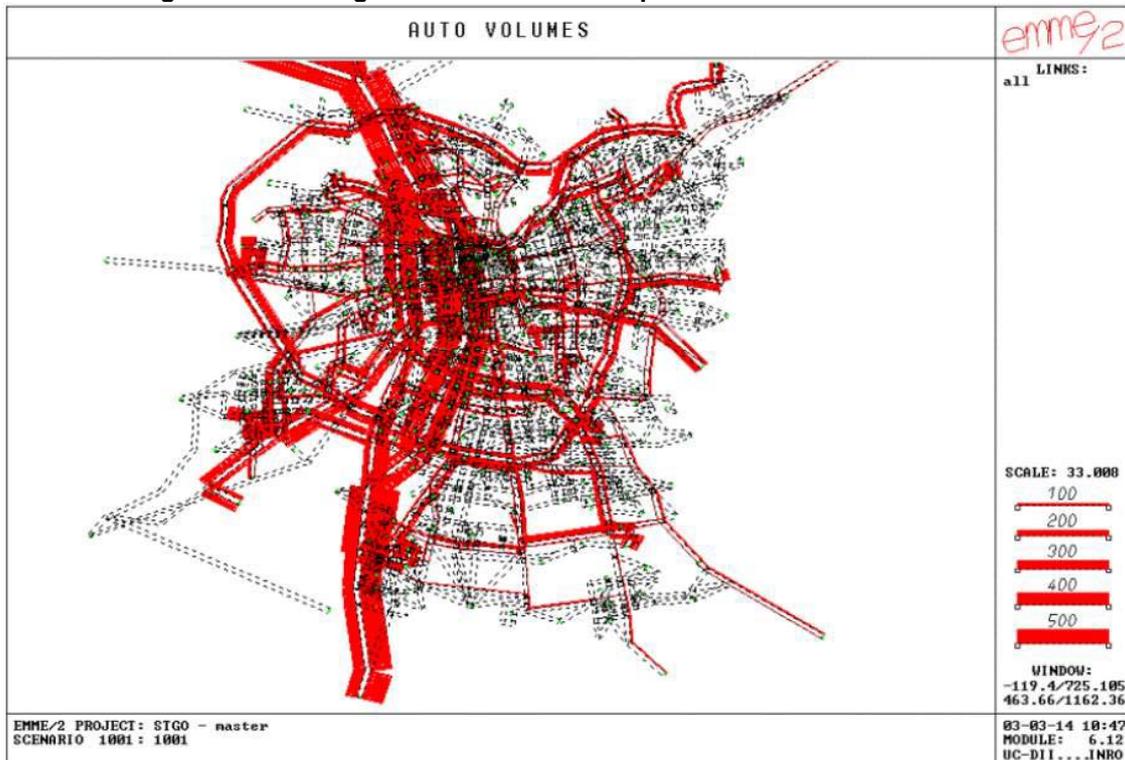
Figura N°III.7: Asignación Camiones Punta Mañana año 2002.



Fuente: Elaboración Propia

En la Figura N° III.8 se presenta la asignación de los camiones simples sobre la red de Santiago, puede apreciarse que el eje Norte-Sur es el que presenta una mayor concentración de camiones.

Figura N°III.8: Asignación Camiones Simples Punta Mañana año 2002.

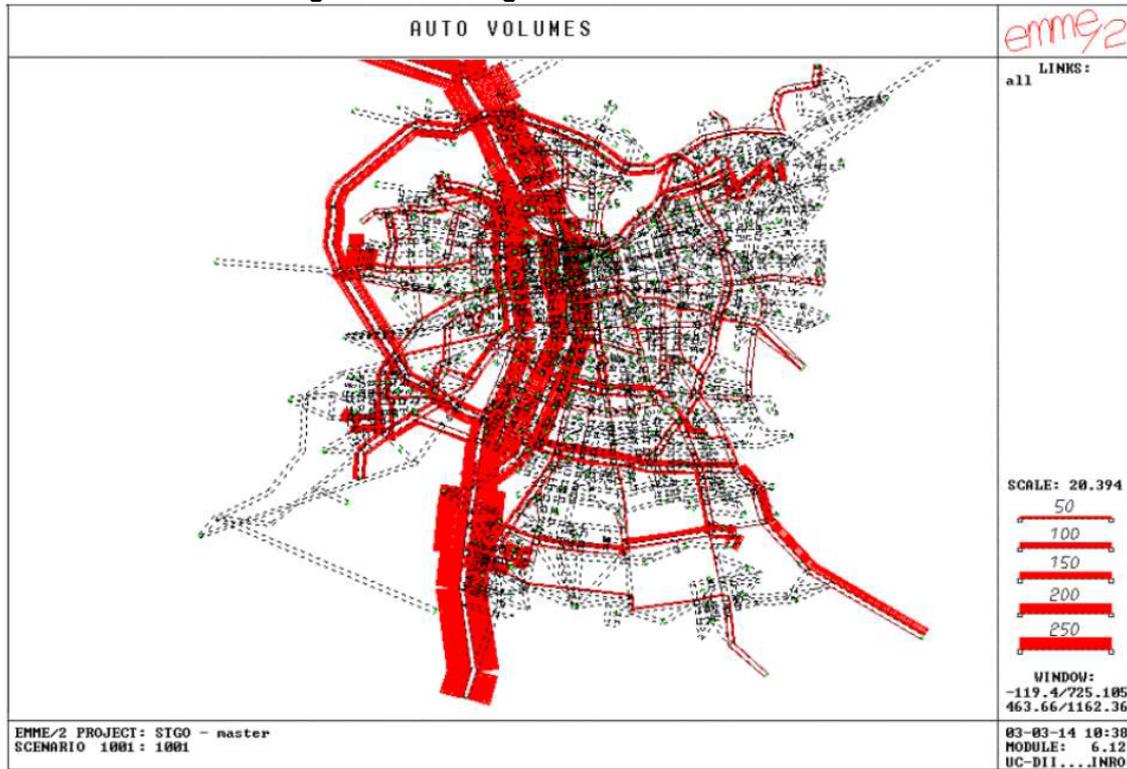


Fuente: Elaboración Propia

En los camiones de mas de dos ejes el uso del eje Norte Sur es aun mas notorio como puede verse en la Figura N°III.9. También se puede ver que existe un menor uso de las otras vías a excepción de la circunvalación Americo Vespucio.



Figura N°III.9: Asignación Camiones Pesados.



Fuente: Elaboración Propia.