

II. Resumen: Resultados y Conclusiones del Estudio

Según los datos del censo 2002 de población y vivienda, el Área Metropolitana de Santiago (AMS) tiene una población de 5.5 millones de habitantes distribuidos en 40 comunas en las provincias de Santiago, Cordillera, Maipo y Chacabuco. Al analizar la evolución de la población desde 1992 a la fecha es posible apreciar una clara consolidación del modelo de crecimiento expansivo y suburbano lo que se traduce en una pérdida de población para 13 comunas centrales, la mayoría ubicada al interior de Américo Vespucio y un incremento notable en la ocupación de comunas periféricas como Puente Alto, Quilicura o Maipú. Adicionalmente el censo evidencia un importante desplazamiento de hogares hacia provincias rurales de la región metropolitana como Chacabuco, Talagante o Melipilla, territorios que crecen por sobre el promedio metropolitano y que debieran incorporarse paulatinamente al Área Metropolitana como sectores residenciales de baja densidad.

Producto de esta situación, y debido a las presiones de agentes inmobiliarios y del Estado para construir viviendas sociales, el Ministerio de la Vivienda y Urbanismo (MINVU) modificó en 1997 el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS) incorporando al AMS las comunas de Colina, Lampa y Til Til. En la práctica esta acción duplicó el área de crecimiento potencial de Santiago abriendo más de 12.000 há de suelo urbano en sectores con una precaria oferta de infraestructura y servicios. A diferencia del plan anterior, el nuevo PRMS implementó el concepto de desarrollo urbano condicionado creando las zonas 'ZODUC', en su mayoría ocupadas por terrenos de empresas inmobiliarias. Esta normativa permitiría cobrar a los promotores las externalidades generadas por la ocupación de los distintos megaproyectos inmobiliarios, todos con escalas superiores a las 300 há.

A fin de definir las obras y montos para el cobro de externalidades en materia de transporte, la Dirección de Planeamiento del Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Telecomunicaciones (DIRPLAN) desarrolló un plan estratégico para la Provincia de Chacabuco, estimando la ocupación y los impactos potenciales de las nuevas zonas ZODUC. Adicionalmente se incorporaron las Áreas Urbanas de Desarrollo Prioritario (AUDP) las cuales también debieran recibir demanda residencial proveniente de Santiago. Con los resultados de demanda inmobiliaria y de transporte, generados con el modelo STGO-EMME2, se definieron obras y mecanismos de gestión y cobro por externalidades que permitieran captar recursos de los promotores inmobiliarios. Como resultado concreto del estudio, a la fecha se han comprometido inversiones en infraestructura por más de US\$ 106 millones las cuales serán materializadas en los próximos 10 años a medida que los proyectos se vayan desarrollando.

Siguiendo con la política de abrir nuevos suelos urbanos para acoger el crecimiento periférico de Santiago, el MINVU evalúa una nueva modificación normativa del PRMS esta vez para cambiar el uso de suelo de 25.000 há silvoagropecuarias mixtas y exclusivas (zonas ISAM) ubicadas fuera del límite urbano de Santiago. Los sectores beneficiados por el cambio de uso de suelo se ubican en las comunas de Pudahuel (Valle de Lo Aguirre), La Pintana, San Bernardo, Quilicura, Calera de Tango y Pirque. Al igual que en Chacabuco, en este caso se aplicaría el concepto de desarrollo urbano condicionado lo que obliga a definir los requerimientos de mitigación de impactos en materia de infraestructura, mix de usos y compensación ambiental. De forma complementaria a las ISAM se estarían incorporando al PRMS las Provincias de Talagante y Melipilla, generando nuevas zonas de desarrollo urbano y similares mecanismos de cobro por externalidades.

Dentro de este contexto se inscribe el presente estudio, desarrollado por el mismo equipo consultor del Plan Chacabuco, el Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile, asesorado por la empresa canadiense INRO en el área de modelación urbana; y las oficinas CIPRES (modelos de demanda) y ATISBA (construcción de escenarios y mecanismos de gestión urbana).



Al igual que en Chacabuco, el estudio del Sur Poniente tenía como objetivo estimar el crecimiento inmobiliario de las nuevas zonas ISAM y de los posibles desplazamientos residenciales hacia las provincias de Talagante y Melipilla, donde destacan territorios como Padre Hurtado, Peñaflores o Isla de Maipo actualmente con una importante participación en las viviendas sociales que se construyen para Santiago.

Los resultados del estudio permitieron evaluar el grado de autonomía de las nuevas zonas urbanas en materia de viajes y usos de suelo determinando el segmento socioeconómico de ocupación más probable bajo criterios de mercado y de vivienda social. Con esta proyección, realizada a 2012, se calcularon los viajes generados y atraídos por las nuevas zonas ISAM, estimando los impactos resultantes sobre el sistema de transporte de Santiago. Para mitigar estos impactos se definieron proyectos de infraestructura que suponen una inversión cercana a los US\$ 300 millones. De este total un porcentaje relevante debiera ser cobrado a los promotores inmobiliarios que desarrollen los megaproyectos. Si bien el estudio no profundiza en los mecanismos de asignación de costos por zonas, los resultados que acá se exponen permitirán cuantificar el impacto que la política generaría sobre las redes actuales de Santiago, en un escenario donde un porcentaje relevante de los nuevos hogares de la ciudad, especialmente los más pobres, debieran ocupar los territorios afectos por el cambio de uso de suelo.

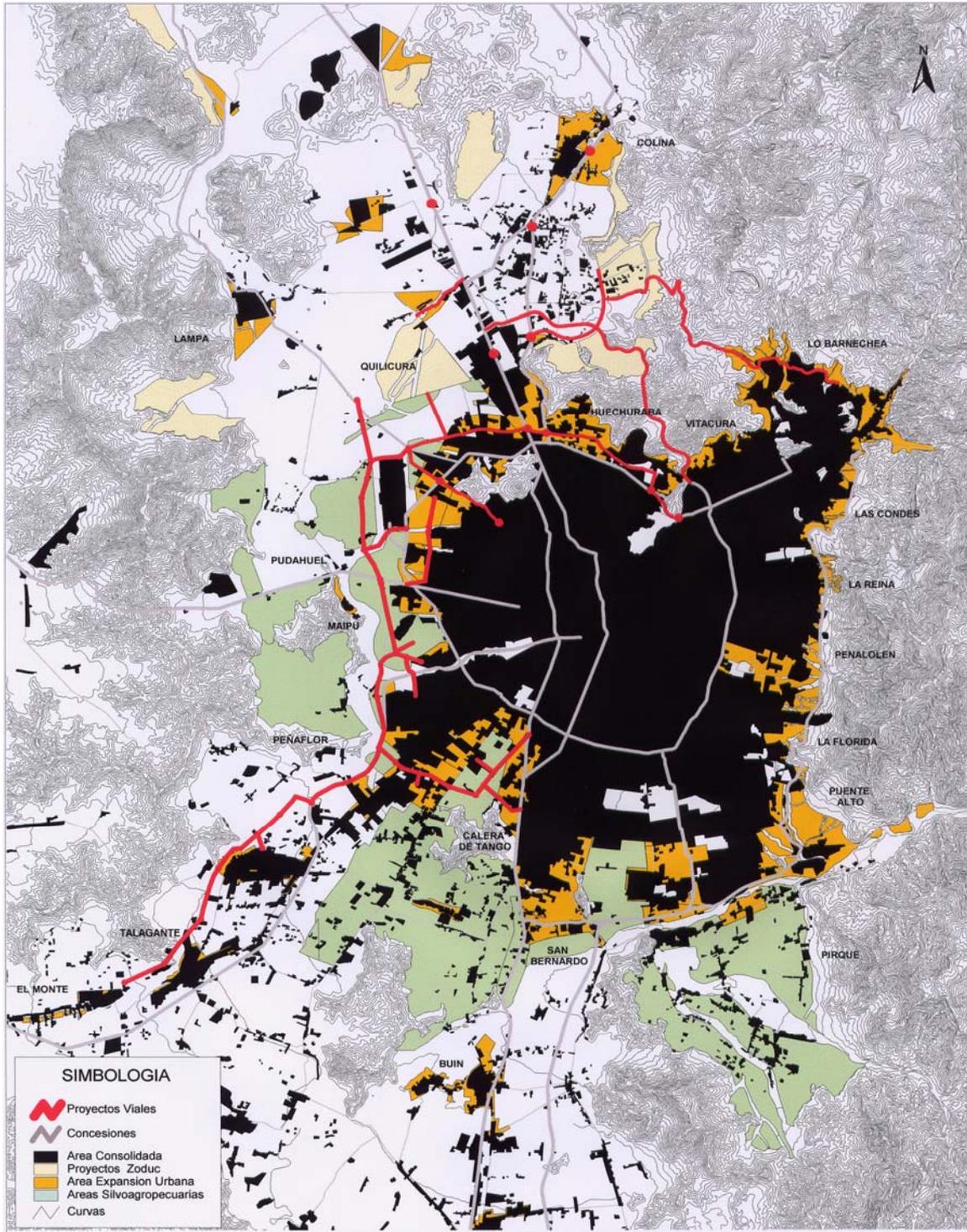
Esta nueva estructura de localización de hogares para Santiago, con una importante población viviendo en forma suburbana, es en la práctica una situación nueva en la ciudad, aun cuando refleja un comportamiento histórico de incorporar al área metropolitana localidades rurales como fueron los casos de Maipú, Puente Alto o San Bernardo en décadas anteriores. Los estudios para Santiago que se han hecho tradicionalmente, consideran un comportamiento homogéneo de los habitantes respecto de la distancia en sus decisiones de localización, actividades que desarrollan y viajes que realizan. Sin embargo esta realidad debiera ser muy distinta para habitantes que se ubiquen en zonas ISAM o en localidades periféricas de Talagante y Melipilla, incrementando los tiempos de desplazamientos con una ocupación de alto dinamismo demográfico en sectores que presentan un marcado uso rural con poca oferta de servicios y equipamiento.

A juicio del equipo consultor, este comportamiento no puede seguir siendo analizado como si se tratara de habitantes que se ubican en zonas al interior del anillo Vespucio, aunque ellas sean del mismo nivel socio económico y tengan los mismos motivos de viaje. Además, la implementación de nuevos modos de transporte como los trenes suburbanos (e.g. Melitren, Batuco, Rancagua) y de servicios de buses suburbanos representen una necesidad que no ha sido considerada hasta hoy en los análisis sobre el futuro de Santiago. La incorporación de esta diversidad de comportamientos y modos es una necesidad que el proyecto aborda en forma explícita.

Por último, los resultados del estudio permitirán nuevamente a la DIRPLAN de MOPTT, y a través de suyo al Estado chileno, tener una visión estratégica y planes de desarrollo de la infraestructura vial y de transporte, antes de que se produzcan los desarrollos inmobiliarios y no al revés. En definitiva, lo que se pretende es reproducir para las nuevas zonas de expansión urbana de Talagante, Melipilla o las ISAM la experiencia que obtenida con la Provincia de Chacabuco, considerando que en ambos casos el rol del PRMS ha sido y será determinante. Desde esta perspectiva ambos estudios se integran tanto desde el punto de vista metodológico como en el plan de obras resultantes, definiendo con innovadores mecanismos de gestión el diseño una red estratégica de transporte que apoye la idea del crecimiento urbano condicionado que define la nueva política.

La Figura II.1.1 muestra la integración de ambos planes con respecto a Santiago.

Figura II.1.1: Integración Planes Desarrollo Vial Chacabuco y Sur-Poniente

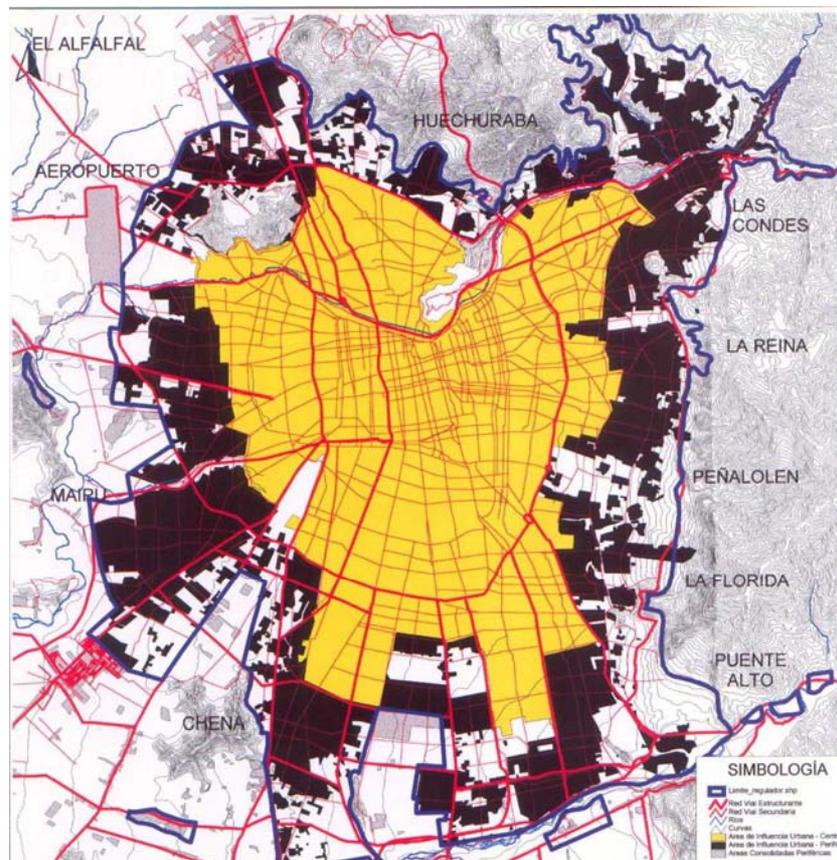


II.1. Definición del Area de Estudio

Como ya se señalara, uno de los objetivos centrales del Estudio era proyectar la demanda inmobiliaria de las nuevas zonas ISAM donde se evalúa ampliar el límite urbano del PRMS, estimando sus impactos sobre el sistema de transporte de Santiago. De forma complementaria, se debían considerar los desplazamientos de hogares y actividades no residenciales hacia las comunas que conforman las provincias de Talagante y Melipilla, las cuales también serían incorporadas al PRMS de forma similar a Chacabuco. En este contexto, el área en estudio se compone de cuatro territorios que se diferencian según el instrumento normativo que los regula, considerando que todos competirán por mercados residenciales o de comercio y servicios similares, con usos de suelo equivalentes y con atributos diferenciados de localización, que serán ponderados por el modelo de proyección de demanda residencial. A continuación se describen los territorios incluidos:

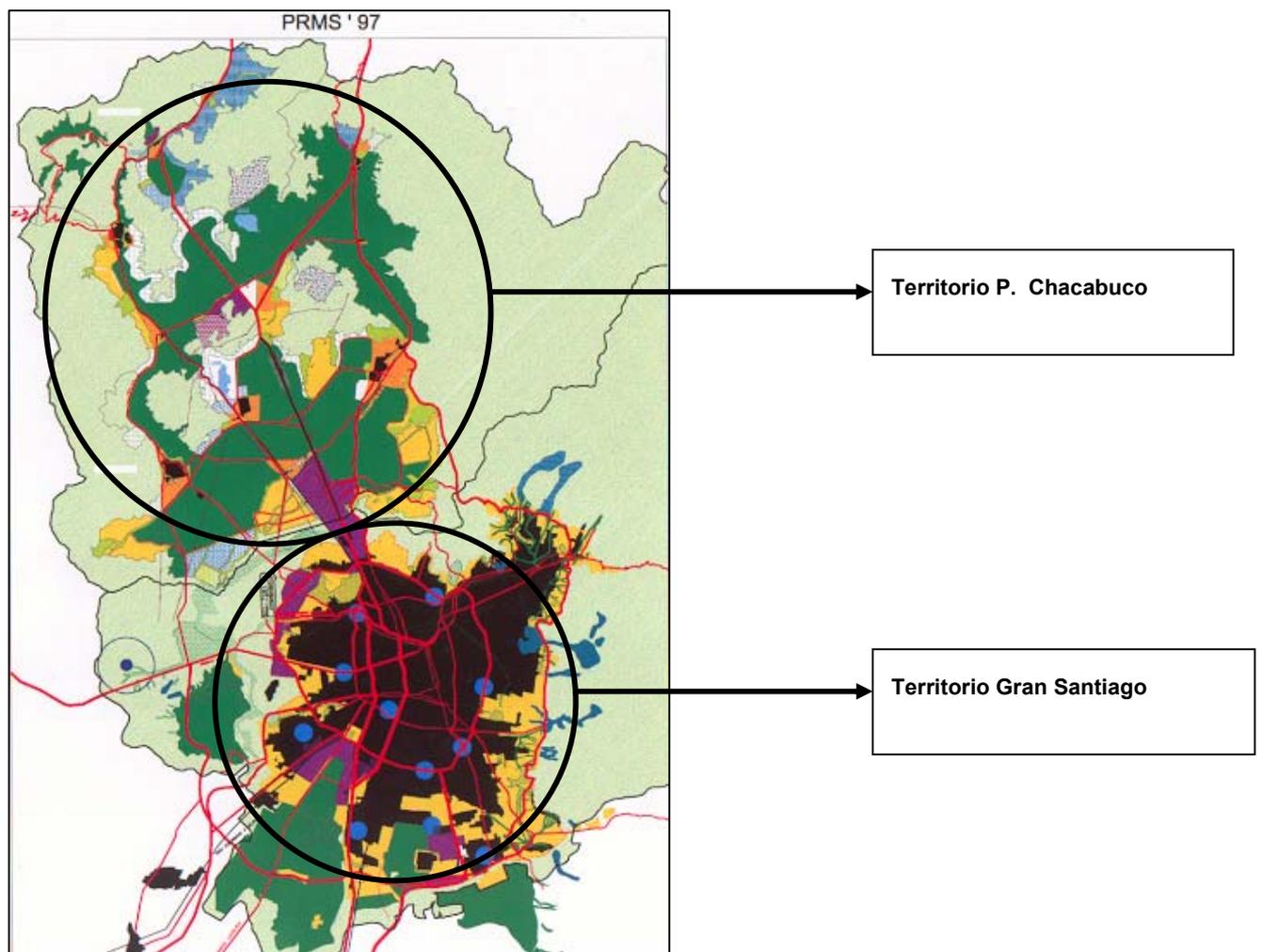
Territorio Gran Santiago: comprende las 37 comunas reguladas por el Plan Regulador Metropolitano de Santiago de 1994, es decir, sin la Provincia de Chacabuco. En este caso, se consideraron como zonas de crecimientos potencial las superficies de expansión urbana disponibles, ubicadas entre el área consolidada y el límite urbano así como los distintos proyectos inmobiliarios catastrados en la etapa de Diagnóstico. La Figura II.1.2 grafica la cobertura de este territorio. En este mapa se distinguen las áreas centrales (color amarillo) y las periféricas (color negro) estas últimas con una zonificación más desagregada.

Figura II.1.2: Integración Territorios Chacabuco – Sur Poniente



Territorio Provincia de Chacabuco: incluye las comunas de Colina, Lampa y Til Til incorporadas al Área Metropolitana de Santiago en la modificación del PRMS de 1997. En este caso, se consideraron como zonas de crecimientos potencial las superficies de expansión urbana ZODUC y AUDP definidas por este instrumento, incluyendo la localización de parcelas de agrado y megaproyectos analizados en el Plan Estratégico de DIRPLAN. La Figura II.1.3 grafica la cobertura de este territorio en relación al Gran Santiago.

Figura II.1.3: Cobertura Zonas de Expansión Urbana



Territorio Gran Santiago + Zonas ISAM: Se generó una cobertura adicional dentro del modelo, con una zonificación específica para las zonas ISAM del Gran Santiago. Esto último permite desagregar las demandas y los impactos según los atributos de localización de cada sector, ponderando variables como la accesibilidad, la cercanía a centros de servicio y comercio y los precios de suelo. Al igual que en el Plan Estratégico de Chacabuco se realizó un catastro de megaproyectos y terrenos de empresas inmobiliarias que se verían beneficiados por la

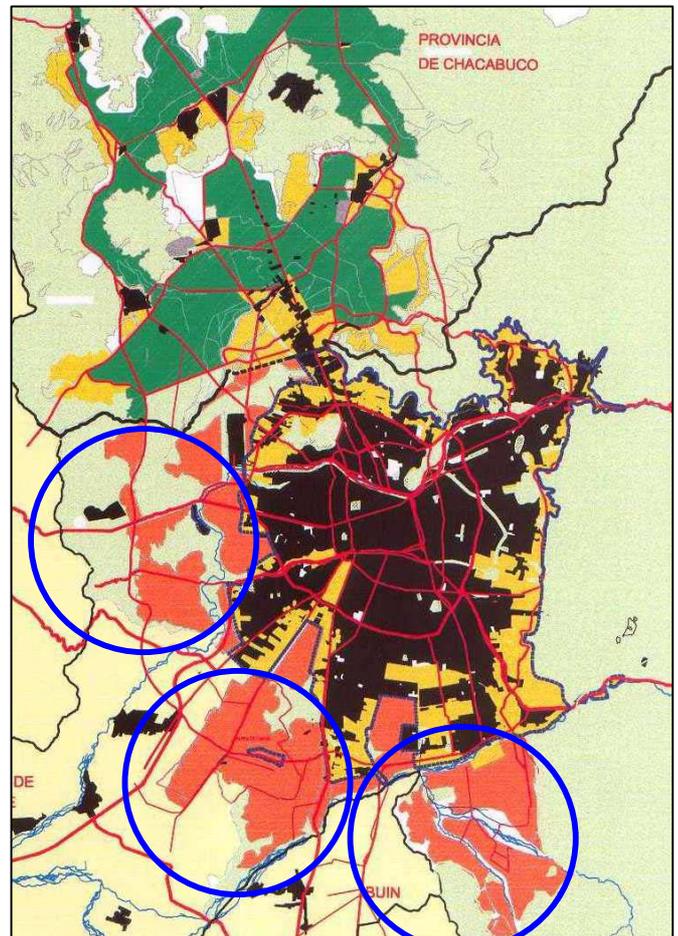
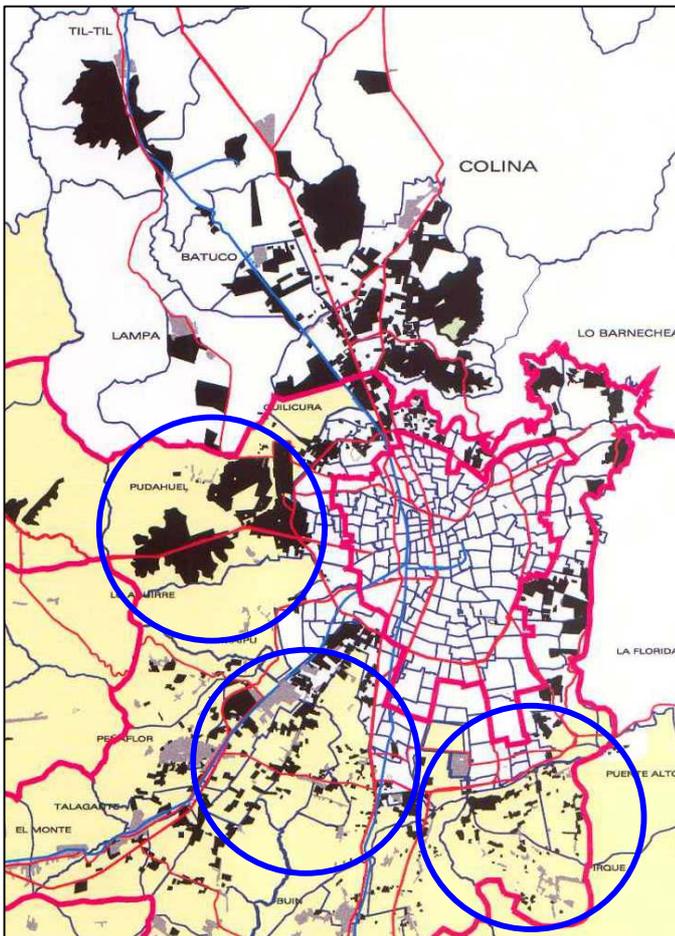
modificación normativa, lo que permitiría definir con mayor precisión la localización futura de los hogares de estas zonas. Al respecto conviene señalar que muchos de estos megaproyectos, especialmente en el Valle de Lo Aguirre – Pudahuel, tienen un grado de avance importante en materia de diseño de plan maestro.

Las Figuras II.1.4 y II.1.5 grafican el trabajo realizado. En estos mapas aparece la localización de los megaproyectos inmobiliarios y las coberturas zonales ISAM incluidas en los mapas de usos de suelo del PRMS. La interacción entre ambas coberturas se traspasó a la zonificación final del estudio, la que será expuesta en páginas posteriores del informe.

Figuras II.1.4 y II.1.5

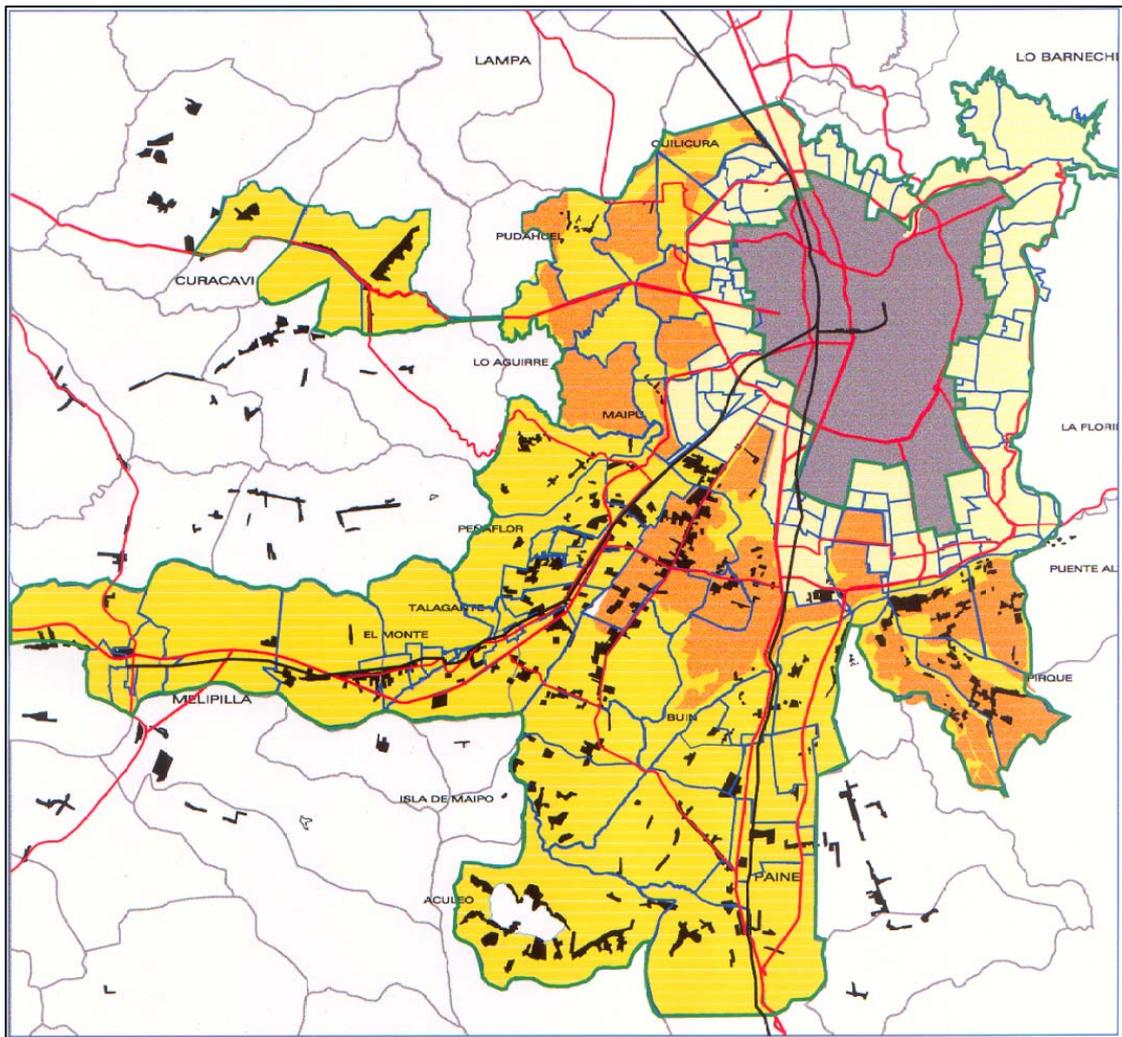
Megaproyectos y Terrenos Inmobiliarios

Zonas ISAM



Territorio Sur Poniente: finalmente se incluyen las comunas que conforman las Provincias de Talagante y Melipilla que serían incorporadas al PRMS en la modificación en estudio. A diferencia de las zonas ISAM en este caso no fue posible identificar áreas específicas que podrían verse beneficiadas por el cambio normativo ya que la información no se encontraba disponible al momento de realizar el estudio. Sin perjuicio de lo anterior, se incluyeron algunos proyectos catastrados para Padre Hurtado, Talagante y Melipilla todos ubicados fuera de los límites urbanos vigentes de cada Plan Regulador Comunal. Adicionalmente se incluyeron los proyectos de parcelas de agrado y vivienda social ubicados entorno a las principales localidades urbanas de ambas provincias. Finalmente se realizó un corte que permitiera seleccionar sólo los territorios comunales con acceso a los distintos corredores de transporte ya que se asume que en estas localidades se podrían generar desplazamientos desde el Gran Santiago en los escenarios futuros de desarrollo. La Figura II.1.6 grafica la ubicación del territorio Sur Poniente con respecto al Gran Santiago y las zonas ISAM. En este mapa aparecen los proyectos inmobiliarios y los corredores de transporte.

Figura II.1.6: Emplazamiento Territorio Sur-Poniente, y Zonas ISAM

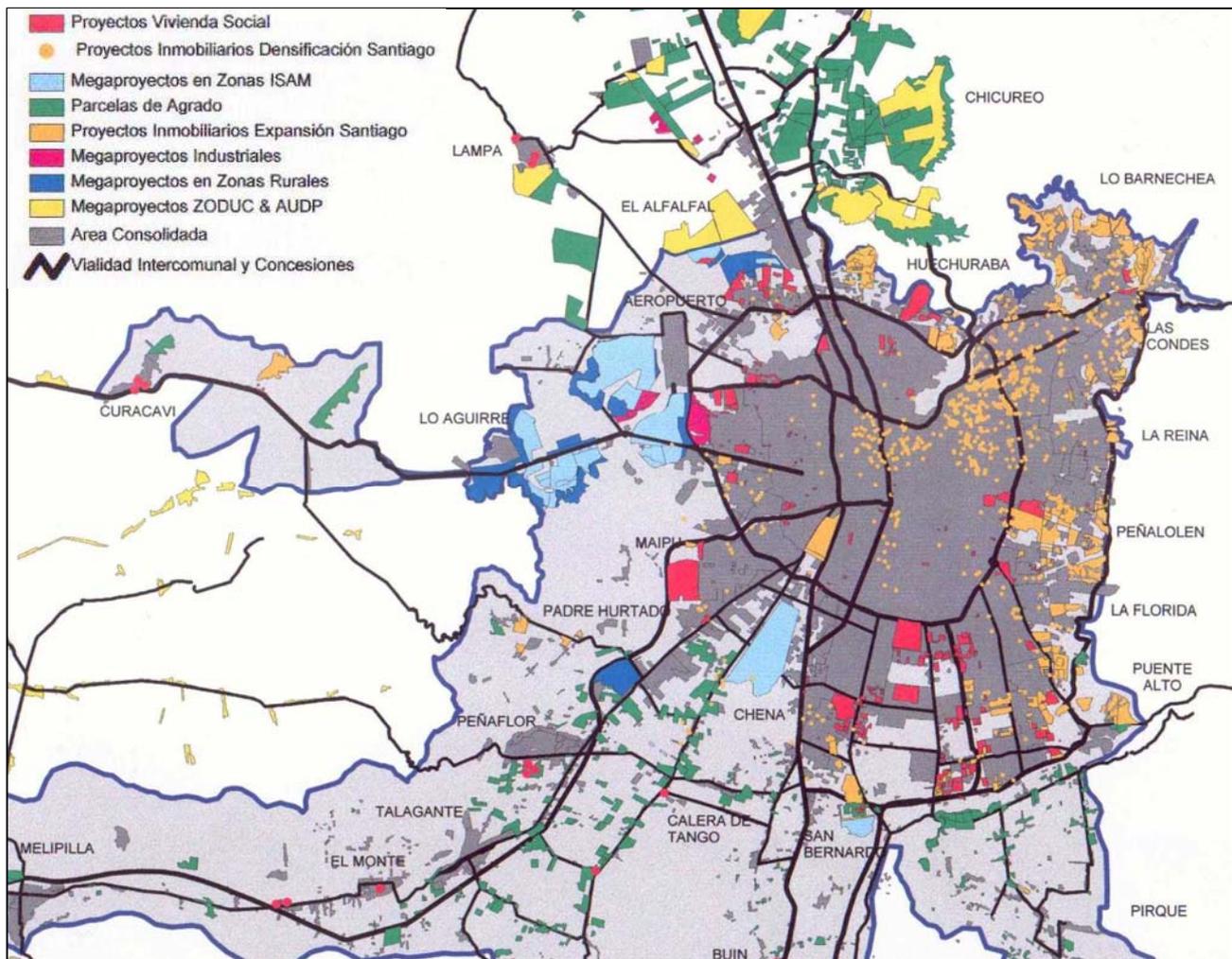


II.2. Desarrollo de Escenarios Urbanos

II.2.1. Proceso de Zonificación

Los territorios descritos en el apartado anterior fueron transformados en zonas dentro del modelo STGO-CH utilizado en la Provincia de Chacabuco, considerando la localización de proyectos inmobiliarios y las áreas de expansión urbana propuestas por el nuevo PRMS tanto para Chacabuco como para las ISAM del Gran Santiago. Debido a la importancia de la variable inmobiliaria, detonante importante de la modificación normativa de las ISAM se realizó un completo catastro de los distintos loteos, analizando su tipología, escala de oferta y mercado objetivo. La Figura II.2.1 muestra el mapa temático resultante de este proceso.

Figura II.2.1: Catastro Inmobiliario



En estas zonas se realizó un estudio de demanda que permitió estimar la ocupación de cada proyecto o zona de desarrollo segmentada socioeconómicamente (número de hogares por estrato) considerando escenarios competitivos de mercado y políticas de vivienda social impulsadas por el

Estado. De forma complementaria se consideraron los límites urbanos actuales de los planes reguladores comunales del Sur Poniente.

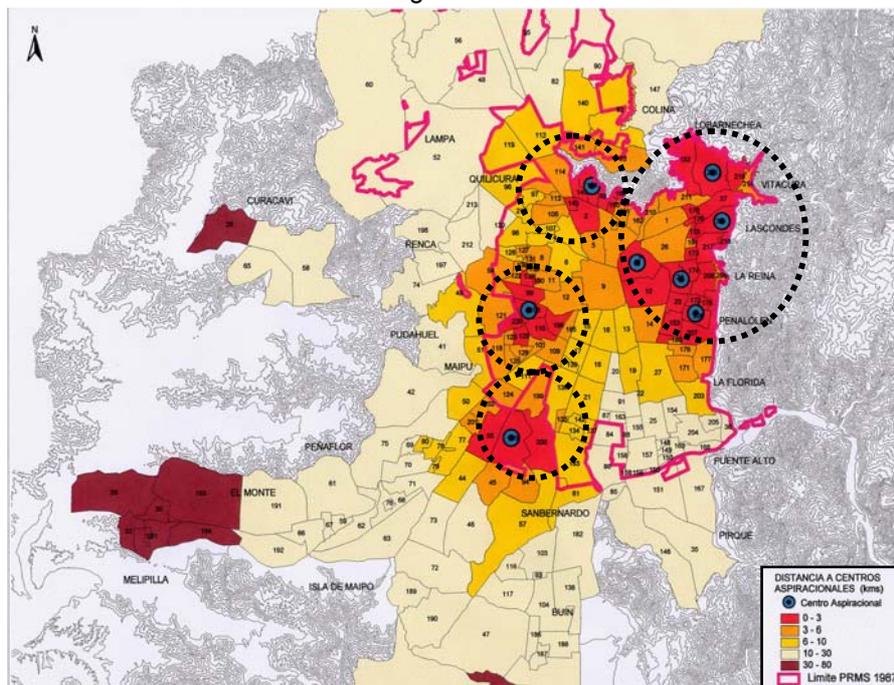
II.2.2. Variables Explicativas de Localización

Para realizar la proyección, se realizó un análisis de las tendencias de desarrollo del Gran Santiago en el período intercensal 1992 – 2002, determinando los atributos de localización que permiten explicar el atractivo de demanda de los sectores más dinámicos y los detractores de aquellos territorios que pierden población o no concentran proyectos relevantes. A partir de esta información se calibró un modelo de localización que permitió determinar el porcentaje de viviendas y usos no residenciales para las 220 zonas generadas, en los cortes 2005 y 2012. Las variables utilizadas en este modelo fueron las siguientes:

Centros Aspiracionales

Los centros aspiracionales aparecen como hitos urbanos específicos (malls, barrios emblemáticos, etc.) o zonales (sector La Dehesa, sector El Carmen, etc.) que identifican a un segmento socioeconómico que atrae demanda inmobiliaria de otros estratos inferiores en términos de ingreso, lo que permite explicar fenómenos importantes de reconversión socioeconómica como Peñalolén o Huechuraba. Dependiendo de cada estrato, los centros tienden a ser mas o menos funcionales lo que hace que se definan de forma diferenciada para los hogares altos, medios y bajos. Es así como en el segmento de mercado medio resulta igualmente importante la cercanía a barrios de ingresos mayores y la dotación de zonas de comercio y servicios relativamente cercanas, mientras que en los segmentos altos, esta variable esta principalmente referida a la exclusividad y segregación que presentan las zonas de oferta inmobiliaria. Una vez determinados estos centros, se calculo la distancia que existía con respecto a cada zona. Este indicador fue ingresado al MIX de variables del submercado de la vivienda y el comercio.

Figura II.2.2

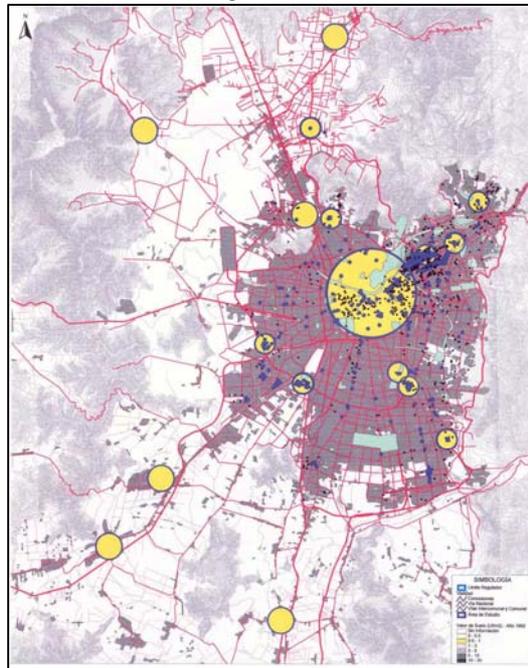


Grado de Centralidad

Se definieron anillos de crecimiento con respecto al centro - Oriente de Santiago, que permitieran agrupar las zonas de desarrollo inmobiliario separando los sectores de densificación (departamentos y conjuntos residenciales) de las áreas de expansión, en este último caso, diferenciando los sectores periféricos de densidad media o alto (Las Condes – La Pintana) de las áreas suburbanas ocupadas con parcelas de agrado.

El grado de centralidad permite penalizar las zonas del modelo según la distancia que presentan a los centros de trabajo y servicios de la ciudad, internalizando una variable funcional de alta incidencia en la demanda inmobiliaria como es el costo de transporte y el grado de consolidación de los sectores de oferta inmobiliaria. Esta variable es ocupada para los submercados de vivienda y comercio. El indicador se construye en el SIG con una variable dummy que mide la presencia de cada zona dentro de los anillos de centralidad.

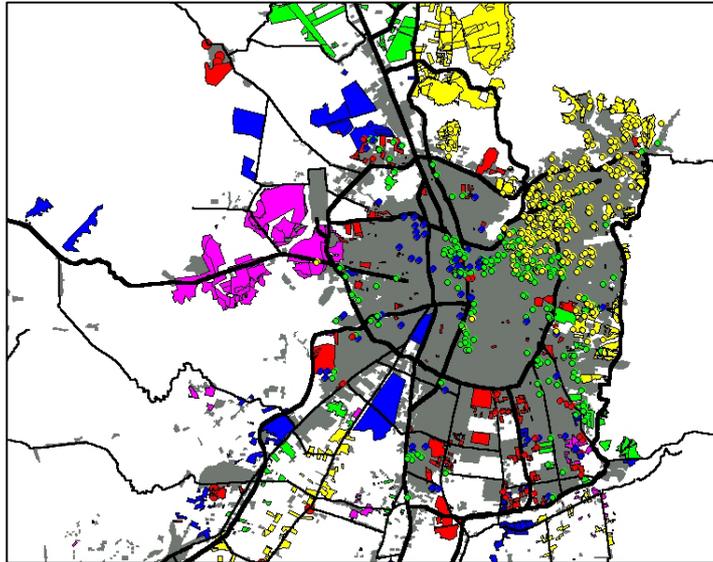
Figura II.2.3



Presencia de Proyectos Inmobiliarios

Se asume como un factor de atracción de demanda en situaciones de localización similares. Es decir, si existen dos zonas con un uso de suelo similar y una distancia equivalente a algún centro funcional o aspiracional de Santiago, se asume que tendrá mayor demanda aquellos sectores que presentan una oferta de proyectos inmobiliarios, en perjuicio de sectores sin esta variable. Esta variable es ocupada principalmente en los modelos de localización de viviendas y se pondera como una variable dummy (presenta o no dinámica inmobiliaria).

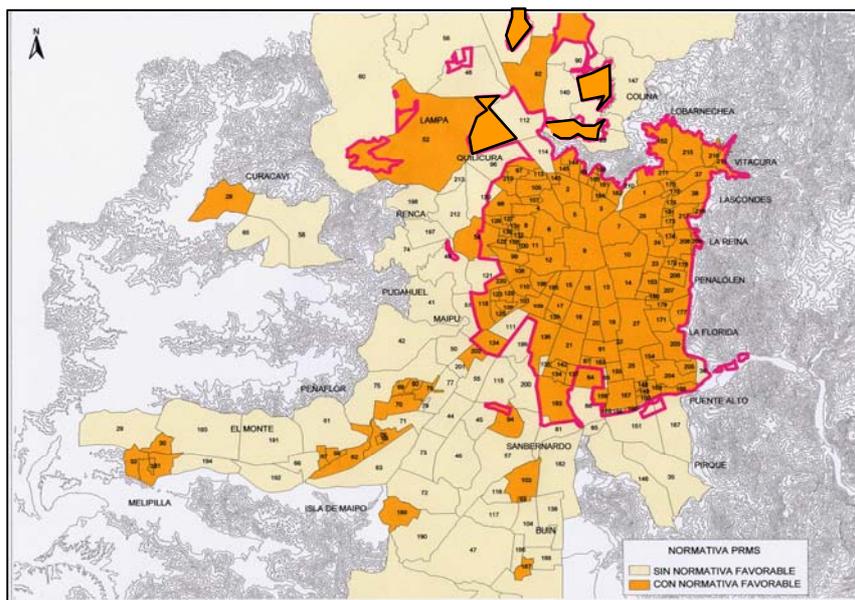
Figura II.2.4



Normativa PRMS y PRC

Opera como variable objetiva, ya que considera los usos de suelo definidos por el PRMS para los territorios del Gran Santiago y Chacabuco y por los planes reguladores comunales del Sur Poniente. En el escenario 2012 se consideran las zonas ISAM como sectores factibles de urbanizar de acuerdo a la normativa en estudio, de forma similar a las ZODUC. Se aplica de forma diferenciada para las zonas industriales exclusivas y residenciales mixtas en estos dos submercados. Esta variable se pondera como una variable dummy (presenta o no normativa favorable).

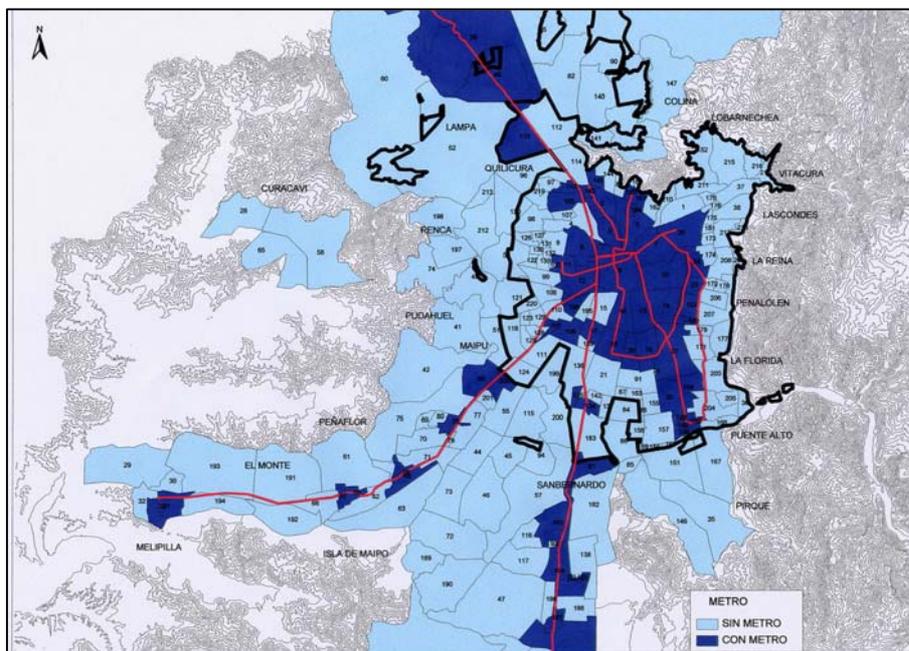
Figura II.2.5



Accesibilidad

Se pondera la accesibilidad de las distintas zonas considerando la red estructurante de Santiago y la presencia de autopistas urbanas, ferrocarriles suburbanos, concesiones o rutas de acceso regional. Cada uno de estos ejes presenta un indicador de 1 a 3 dependiendo del tipo de acceso, el que se pondera como variable dummy. Adicionalmente se consideran las distancias, medidas en el SIG, entre las zonas y los centros aspiracionales y comerciales o de servicios. Esta variable se aplica para los submercados de industria y viviendas. En el caso del comercio, se pondera la accesibilidad por transporte público, específicamente Metro y trenes suburbanos estableciendo áreas de influencia o 'buffers' con respecto a las estaciones de Metro.

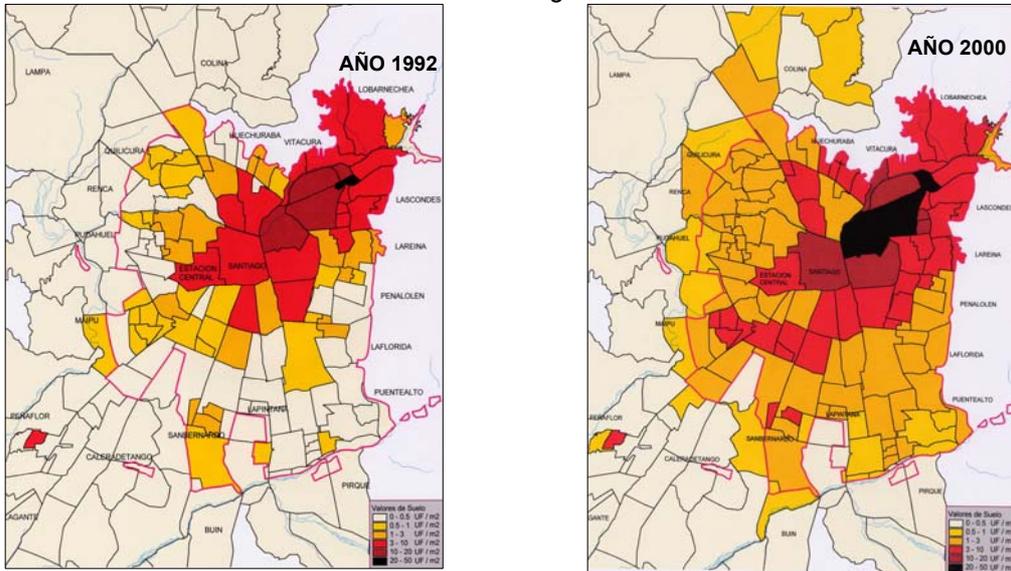
Figura II.2.6



Precio de Suelo

Se consideraron los antecedentes de oferta del boletín de Pablo Trivelli para las zonas urbanas del Gran Santiago, para lo cual se realizó una desagregación y ajuste de resultados para las 220 zonas del modelo (dada la diferencia geométrica y topológica que existía entre ambas coberturas SIG). En las zonas de expansión e ISAM se consideraron precios de suelo de los distintos proyectos inmobiliarios en oferta, mientras que en las parcelas de agrado se utilizaron catastros elaborados por el equipo para el estudio Chacabuco y por las empresa TRANSSA. Para el área Sur Poniente se consideraron los precios especificados en el Diagnóstico del nuevo Plan Intercomunal de Talagante y Melipilla.

Figura II.2.7



II.2.3. Escenarios de Desarrollo Urbano

La proyección de hogares y actividades para el área Sur-Poniente se ha basado en el estudio de las tendencias recientes en materia de crecimiento urbano para Santiago, tanto en los usos residenciales como en submercados de industria, comercio y servicios. Se ha asumido que el peso o inercia de las tendencias condiciona una parte importante de las demandas futuras del área en estudio, aún cuando es posible que se generen quiebres en sectores con alta inversión inmobiliaria y de infraestructura, como será el caso de Chacabuco donde ya existen proyectos ZODUC en venta como Piedra Roja (ex Ciudad Chicureo).

Este supuesto se contrasta con los criterios de planificación actualmente en estudio para la región metropolitana, los cuales buscan generar para la modalidad de crecimiento expansivo, una red de ciudades periféricas autónomas con megaproyectos inmobiliarios ordenados entorno a corredores de transporte vial y ferroviario. Este modelo que aparece adecuado como forma de planificar crecimiento futuro de la ciudad, sin embargo debe contrastarse con las demandas y capacidad reales del mercado para absorber la oferta de suelo que genera la nueva política, especialmente en lo que respecta a la gestión de cobro por obras de mitigación, situación que al igual que Chacabuco, dependerá del mercado objetivo de cada proyecto y de la demanda resultante con escenarios competitivos.

La dinámica de expansión de la ciudad ha sido **modelada** de acuerdo a las lógicas de mercado imperantes y al peso real que han tenido las restricciones normativas, incluyendo los posibles quiebres de tendencia asociados a los megaproyectos, que abren nuevas áreas de desarrollo inmobiliario en la ciudad, especialmente en el sector Poniente de Santiago (comuna de Pudahuel). Estos megaproyectos actúan como superficies de oferta donde se localiza y redistribuye la demanda residencial y productiva estimada para Santiago en los cortes 2005 y 2012, considerando entre otras variables, la dinámica de edificación acumulada, el precio y la disponibilidad de suelo, la concentración actual del stock inmobiliario y la accesibilidad existente y proyectada. Este último



aspecto resulta fundamental para asignar la demanda entre las nuevas zonas y los actuales sectores de desarrollo de la ciudad, ya que para el modelo de localización, los megaproyectos se consideran como territorios competitivos con las comunas periféricas que actualmente concentran la demanda para cada segmento socioeconómico. En este contexto las variables o atractores de localización establecerán el volumen de la demanda y el estrato socioeconómico probable, mas allá de las previsiones originales que puedan tener los promotores de cada megaproyecto.

Finalmente conviene señalar que el estudio recoge y asigna gran importancia a la tendencia de localización de los proyectos de vivienda social del SERVIU (existentes y terrenos futuros), los cuales constituyen aproximadamente el 40% de la demanda total por viviendas en formatos de casas y departamentos del Gran Santiago. Para ello en el modelo se consideran las restricciones de precio que existen para edificar viviendas sociales al interior de la ciudad lo que en gran medida justifica la creación de asentamientos sociales cada vez más alejados de los centros de empleo y servicios de la ciudad. Esta situación posiciona al área en estudio, junto con algunas zonas de Chacabuco, como territorios de reserva para acoger el déficit habitacional de la región metropolitana estimado en más de 200.000 unidades de vivienda. Como resulta evidente, el impacto de esta variable será de gran incidencia sobre el sistema de transporte de Santiago, sobre todo considerando que se trata de una ocupación precaria sobre territorios rurales con una escasa oferta de infraestructura y servicios.

II.2.3.1. Proyección de Usos Residenciales

Según las proyecciones de desarrollo global estimadas por el modelo de localización residencial para el año 2012, en el área de estudio se debieran distribuir **553.214 viviendas**, lo que arroja un promedio anual de 46.101 unidades. Este dato es coherente con las proyecciones sectoriales del rubro construcción, siendo levemente inferior al total observado en el período 1988-2000, donde el mercado inmobiliario experimentó el ciclo más alto de su historia, con un promedio de 49.840 unidades por año, ligado a un crecimiento promedio del PIB de un 6% anual y un PIB sectorial cercano al 10%. Los resultados obtenidos con el modelo, confirman la tendencia de crecimiento expansiva de la ciudad ya analizada con los resultados del censo.

Es importante señalar que la demanda de viviendas supera el número de hogares que se deducen del incremento demográfico del área de estudio en el período analizado (2000 – 2012). Esto se debe a dos razones:

- a) Algunos hogares existentes deben cambiar de vivienda, ya sea por la obsolescencia de esta o por una transformación a usos no residenciales o edificaciones en altura (venta de inmueble por usos más rentables). Este concepto, denominado 'reposición de stock' hace que a la demanda neta de los nuevos hogares propios del crecimiento demográfico, se incluyan los hogares que ya existen y se relocalizan en la misma comuna u otros sectores.
- b) El déficit de vivienda social, hace que varios hogares existentes estén agrupados en una sola vivienda. Cuando se construyen los programas SERVIU estos hogares se redistribuyen hacia las nuevas viviendas lo que aumenta el diferencial antes descrito.

En cualquier caso, para efectos de modelación resulta correcto estimar tasas de generación a partir de las viviendas ya que son estas las que se relocalizan en las áreas periféricas del Gran Santiago, agrupando hogares que varían según el número de habitantes y el estrato socioeconómico.

Los resultados demuestran la fuerte competencia que se generará entre las macrozonas periféricas del Gran Santiago y las provincias rurales que se incorporan, tanto en Chacabuco como en el Sur



Poniente, evidenciando el desplazamiento de los hogares, especialmente los pobres, de los márgenes de la ciudad hacia los nuevos asentamientos rurales que se abren.

En esta tendencia juega un rol importante el cambio normativo pero ante todo, los diferenciales de precio de suelo que se ven potenciados por las nuevas redes de infraestructura programadas, incluyendo los trenes suburbanos y algunos proyectos viales ejecutados con fondos sectoriales. De esta forma la Macrozona Poniente, conformada por las comunas de Calera de Tango, Cerrillos, Cerro Navia, Lo Prado, Maipú, Pudahuel y Renca; baja su participación sobre el total edificado del Área de Estudio pasando de un 24% a un 13%, lo que representa una disminución de casi 70.000 viviendas para todo el período analizado (aproximadamente 5.800 viviendas anuales).

Como contrapartida las comunas del Territorio Sur Poniente, ubicadas como área alternativa o de expansión natural de esta macrozona, suben su participación de un 6% a un 23%, con un crecimiento neto aproximado de 91.000 viviendas. En este contexto, y a excepción de Melipilla, el incremento es directamente proporcional a la cercanía de las comunas con las zonas consolidadas del Gran Santiago, lo que aumenta su atractivo de forma importante consolidando el modelo actual de crecimiento por anillos conurbados ('mancha de aceite'). En este contexto se destacan Peñaflor, Talagante y Buin con un incremento anual de 4.7%, 4.3% y 2.7% respectivamente.

Como resultado final, las 36 comunas que conforman el Gran Santiago bajan de un 92% a un 66%, con una pérdida neta de 182.000 viviendas, lo que da un promedio anual de 15.000 unidades para las 37 comunas involucradas. Es importante señalar que el grueso de esta pérdida se da en el submercado de las viviendas, especialmente de estratos bajos (viviendas sociales) y en menor medida de segmentos medios (C1, C2C3). En el siguiente apartado del informe se analizará con mayor detalle este comportamiento tanto a nivel macrozonal como en las distintas comunas y zonas generadas por el estudio.

Esta dinámica se produce por las ventajas comparativas que presentan las Provincias de Chacabuco y del Sur Poniente en materia de precios de suelo, cambio normativo y nueva accesibilidad, todos parámetros ponderados por el modelo de localización. En este contexto, las macrozonas de Chacabuco y Sur Poniente presentan un incremento de 141.533 viviendas, subiendo de un 8% a un 34%.

Tabla II.2.1 - Variación de Crecimiento de Territorios (viviendas nuevas construídas)

Territorio	Período 1988 - 2000		Proyección 2000 - 2012		variación
	Unidades	% Área Estudio	Unidades	% Área Estudio	
Gran Santiago	549,460	91.87%	366,707	66.29%	-25.58%
Chacabuco	12,040	2.01%	58,786	10.63%	8.61%
Sur Poniente	36,582	6.12%	127,722	23.09%	16.97%
Total	598,082	100.00%	553,214	100.00%	0.00%

Fuente: elaboración propia.

Tabla II.2.2 - Variación de Crecimiento de Comunas y Macrozonas (viviendas)

TERRITORIO - GRAN SANTIAGO						
MACROZONA	COMUNA	VIVIENDAS 1988 - 2000	%	VIVIENDAS 2000 - 2012	%	VARIACION
CENTRO		47.990	8.02%	35.553	6.43%	-1.60%
CENTRO ORIENTE		35.380	5.92%	12.609	2.28%	-3.64%
ORIENTE		92.382	15.45%	61.868	11.18%	-4.26%
SUR		58.070	9.71%	50.116	9.06%	-0.65%
SUR ORIENTE		142.351	23.80%	97.763	17.67%	-6.13%
PONIENTE		142.837	23.88%	72.855	13.17%	-10.71%
NORTE		30.450	5.09%	35.942	6.50%	1.41%
TOTAL		549.460	91.87%	366.707	66.29%	-25.58%
TERRITORIO - CHACABUCO						
COLINA		9.007	1.51%	22.532	4.07%	2.57%
LAMPA		2.014	0.34%	27.591	4.99%	4.65%
TIL TIL		1.019	0.17%	8.662	1.57%	1.40%
TOTAL		12.040	2.01%	58.786	10.63%	8.61%
TERRITORIO - SUR PONIENTE						
BUIN		6.502	1.09%	15.179	2.74%	1.66%
CURACAVI		2.700	0.45%	4.034	0.73%	0.28%
EL MONTE		2.215	0.37%	12.503	2.26%	1.89%
ISLA DE MAIPO		2.756	0.46%	11.227	2.03%	1.57%
MELIPILLA		8.366	1.40%	25.730	4.65%	3.25%
PAINE		3.392	0.57%	9.423	1.70%	1.14%
PEÑAFLORES		1.949	0.33%	25.822	4.67%	4.34%
TALAGANTE		8.702	1.45%	23.804	4.30%	2.85%
TOTAL		36.582	6.12%	127.722	23.09%	16.97%
TOTAL AREA ESTUDIO		598.082	100.00%	553.214	100.00%	0.00%

➤ **Participación de Zonas ISAM en Demanda Residencial Proyectada**

El crecimiento proyectado para las zonas ISAM es de 48.929 viviendas, lo que arroja un promedio anual de 4.077 unidades. Este indicador representa el 13% del total estimado para el Gran Santiago, lo que contrasta de forma clara con la situación observada entre 1988 y 2000 donde las zonas descritas apenas llegaban al 0.7%, con un marcado carácter rural y agrosidencial (parcelas de agrado).

Al analizar la demanda total del área de estudio (Gran Santiago + Chacabuco + Sur Poniente), la participación de las zonas ISAM baja a un 8.8%. Con todo esta cifra es superior al crecimiento proyectado para la macrozona Centro o para la Norte dentro del Gran Santiago ambas con un 6%, considerando eso sí, que en estos casos la infraestructura corresponde a un área consolidada de la ciudad o a un sector periférico con importantes inversiones ejecutadas y programadas como Américo Vespucio, El Salto o Autopista Los Libertadores.

A escala comunal, los territorios que más aportan en viviendas ISAM son Pirque (10.020), Calera de Tango (8.841), San Bernardo (7.296) y Pudahuel (7.246). Esta situación obedece en gran parte

a las modificaciones normativas aplicadas en zonas de parcelas de agrado (Calera de Tango y Pirque) que tienen un adecuado posicionamiento de mercado en segmentos altos y medio altos, lo que permitiría desarrollar proyectos masivos orientados a clases medias aspiracionales o emergentes, replicando el modelo de Huechuraba o Peñalolen pero a precios de suelo mucho más competitivos. La siguiente tabla grafica estos resultados.

➤ **Segmentación Socioeconómica: Incremento Patrón de Segregación**

Un aspecto relevante dentro de los modelos y las proyecciones tiene que ver con los resultados que arroja la segmentación socioeconómica de la demanda. Considerando los tres segmentos con los que trabaja el modelo de localización de hogares, la distribución de los datos globales de viviendas, segmentados por Grupo Socioeconómico (GSE) arrojó los siguientes resultados por territorio:

Tabla II.2.3 : Segmentación Socioeconómica Territorial

TERRITORIO	GSE ALTO (ABC1)	% AE	GSE MEDIO (C2+C3)	% AE	BAJO (D+E)	% AE	TOTAL
GRAN SANTIAGO	62,590	82%	220,836	81%	83,280	41%	366,706
CHACABUCO	11,370	15%	14,346	5%	33,069	16%	58,786
SUR PONIENTE	2,384	3%	36,999	14%	88,339	43%	127,722
TOTAL	76,344	100%	272,181	100%	204,689	100%	553,214

Se observa que la disminución de la participación del Gran Santiago entre 2000 y 2012 (de 92% a 66%) se debe en gran parte a la ubicación de oferta de **viviendas de bajos ingresos**, la cual se produce en el nuevo escenario 2012 preferentemente en el Sur Poniente.

Esta situación explica parte importante del incremento que se produce en la participación del Sur Poniente sobre el total edificado de la ciudad, contexto en el cual, los diferenciales de precio y los criterios de vivienda social son los grandes detonantes. Asimismo, el Sur Poniente estaría concentrando un porcentaje relevante de las viviendas de **GSE medio**, probablemente debido a la expansión que se genera desde Maipú hacia el Corredor Peñaflor – Talagante y por las ocupaciones de Calera de Tango y Pique. En los **estratos altos**, la única pérdida en el crecimiento que se produce en el Gran Santiago tiene que ver con localización en Chacabuco. En este mercado, el efecto que genera el Sur Poniente es prácticamente marginal, concentrando sólo la demanda vegetativa que generan los habitantes residentes.

Tabla II.2.4: Proporción Niveles de Ingreso, GSE

TERRITORIO	GSE			TOTAL
	ALTO	MEDIO	BAJO	
GRAN STGO año 2000	12%	43%	45%	100%
GRAN SANTIAGO 2012	17%	60%	23%	100%
CHACABUCO 2012	19%	24%	56%	100%
SURPONIENTE 2012	2%	29%	69%	100%
AREA ESTUDIO 2012	14%	49%	37%	100%

Esta tendencia estaría mostrando una situación similar a la que experimentó la ciudad en la década de los 70 y 80 donde la mayoría de las comunas de la periferia Sur y Poniente de la ciudad (Maipú, La Florida o Puente Alto) fueron territorios que recibieron todas las viviendas sociales construidas o gestionadas por el SERVIU. En estos casos, las comunas centrales de la ciudad y las periféricas del área Oriente mantuvieron un GSE más alto que el promedio metropolitano, situación que en la

proyección 2012 se seguiría produciendo con el aporte de Chacabuco y su conurbación hacia el área Nor-Oriente de la ciudad. Para ilustrar esta situación se expone la composición socioeconómica interna de la demanda los tres territorios analizados, en comparación con el promedio del Área de Estudio, y con los porcentajes que presentaba Santiago el año 2000:

Como se puede ver, el área del Sur Poniente tendría un marcado énfasis en el mercado de las viviendas de GSE bajo, con un porcentaje relevante destinado a estratos medios y uno marginal para los GSE Altos.

➤ **Participación de Zonas ISAM en Segmentación Socioeconómica Territorial**

Tabla II.2.5 - Distribución de Viviendas por GSE según Territorios + ISAM]

TERRITORIO	GSE ALTO	% AE	GSE MEDIO	% AE	BAJO	% AE	TOTAL
GRAN SANTIAGO	60.816	80%	193.968	71%	62.993	31%	317.778
GRAN SANTIAGO - ISAM	1.773	2%	26.868	10%	20.287	10%	48.929
CHACABUCO	11.370	15%	14.346	5%	33.069	16%	58.786
SUR PONIENTE	2.384	3%	36.999	14%	88.339	43%	127.722
TOTAL	76,344	100%	272,181	100%	204,689	100%	553,214

El territorio ISAM presenta una segmentación socioeconómica más orientada a los GSE medios y bajos, con muy poca distribución asignada a los GSE altos. Esta proyección, que contrasta con la situación de Chacabuco, estaría demostrando que las zonas ISAM no aparecen competitivas para los mercados altos de la ciudad, en gran parte por los detractores de localización que presentan y por la competencia de mejor calidad que existe en las comunas del sector Oriente y Chacabuco (Colina – Chicureo).

➤ **Resultados a Escala Macrozonal y Comunal**

En la Tabla II.2.6 se presenta el incremento de viviendas por estrato, para cada una de las macrozonas y comunas que componen el área bajo estudio.

➤ **Mapas a Escala Zonal**

En esta escala se incluyen los resultados obtenidos para el submercado de las viviendas en las 220 zonas del estudio, de forma diferenciada por GSE y para casas y departamentos. Para poder graficar las tendencias generadas por el nuevo Escenario, se presentan mapas temáticos que permiten visualizar la localización de las viviendas en las distintas zonas del estudio, para el corte temporal 2012.

Casas Estratos Altos (Figura II.2.8): En este corte se consolidan las ZUDC de Chacabuco lo que hace que la demanda de las comunas tradicionales del Gran Santiago baje con respecto a los cortes temporales anteriores. El efecto sobre las zonas ISAM y las comunas del Sur Poniente resulta marginal o casi nulo, consolidando el modelo de segregación actual del Área de Estudio, salvo por el quiebre que se produce entorno a Colina.

Casas Estratos Medios (Figura II.2.9): Al año 2012 se observa un incremento hacia las localidades periféricas cercanas a Santiago, lo que resulta muy relevante para la expansión de Maipú – Padre Hurtado – Peñaflor, Quilicura – Lampa – Colina. Se observa la importancia que toma el sector Sur Poniente como área de concentración de ingresos medios, especialmente en las zonas inmediatas a Maipú. En este escenario el impacto sobre las ISAM esta asociado a la expansión Poniente de Maipú y a la ocupación de los territorios de Pirque y Calera de Tango. El



resto de las zonas ISAM (La Pintana, San Bernardo, Pudahuel, etc.) no presentan demandas significativas, manteniendo un patrón de segregación bastante similar al observado actualmente en la ciudad.

Casa Estratos Bajos (Figura II.2.10): Dadas las restricciones de precio de suelo asignadas en el modelo, que recogen los criterios de localización de SERVIU al año 2012 prácticamente desaparece la construcción de nuevas viviendas sociales en el Gran Santiago, salvo en las comunas y zonas ISAM de La Pintana y San Bernardo y en las zonas ISAM de Pudahuel y Maipú. Este mercado se proyecta con el 41% de la ocupación total de las ISAM.

Departamentos: En los departamentos se observan comportamientos similares al mercado de casas, eso con un mayor incremento en los patrones de segregación de gran escala, sobre todo para los **GSE Altos** que se mantienen en la cuña de altos ingresos, con un desplazamiento de los hogares hacia Las Condes y Vitacura que aumentan su densidad en contraposición con Providencia y Santiago Centro. No se observa edificación en las comunas del Sur Oriente, ni menos en las ISAM y Sur Poniente.

En los **GSE Medios** se produce una densificación importante de los polos periféricos de ingresos medios como La Florida, Maipú especialmente entorno a los subcentros comerciales de estos territorios. También se estima una importante concentración de demanda en las comunas de Santiago y Providencia. En el primer caso esto obedece a las políticas de densificación y reemplazamiento, donde se internaliza el efecto del subsidio de renovación urbana.

Al igual que en la situación descrita para las casas, el **GSE Bajo (ver Figura II.2.11)** presenta una dispersión hacia territorios periféricos al Gran Santiago, ocupando principalmente los centros urbanos de las localidades periféricas de Chacabuco y Sur Poniente. No se observa localización de departamentos en las zonas ISAM y ZUDC de Chacabuco, en ninguno de los segmentos analizados. Esto último estaría demostrando que las ventajas comparativas en materia de suelo y edificación de estos territorios estarían siendo aprovechadas por el mercado para ofertar productos de baja densidad, destinando la mayoría de las edificaciones de departamentos para el Gran Santiago, que aumentaría su densidad; y para las localidades periféricas, en este caso, con ocupación prioritaria de viviendas de bajos ingresos.

Tabla II.2.6: Localización a Escala Macrozonal y Comunal

GRAN SANTIAGO + ISAM	VIV ALTO	VIV MEDIO	VIV BAJO	TOTAL VIV
	62.590	220.836	83.281	366.707
CENTRO	1.370	33.639	544	35.553
CONCHALI	0	4.779	149	4.928
ESTACION CENTRAL	0	1.758	0	1.759
INDEPENDENCIA	0	183	0	183
QUINTA NORMAL	0	5.204	394	5.599
PAC	0	0	0	0
RECOLETA	0	763	0	763
SAN JOAQUIN	0	238	0	238
SAN MIGUEL	332	1.991	0	2.324
SANTIAGO	1.037	18.721	0	19.759
% GSE INTERNO	4%	95%	2%	
% PARTICIPACION GSE A ESTUDIO	2%	12%	0%	
CENTRO ORIENTE	6.604	6.006	0	12.609
MACUL	0	250	0	251
ÑUÑO A	1.845	3.309	0	5.154
PROVIDENCIA	4.759	2.446	0	7.205
% GSE INTERNO	52%	48%	0%	
% PARTICIPACION GSE A ESTUDIO	9%	2%	0%	
ORIENTE	46.771	15.094	3	61.868
LA REINA	3.557	3.877	1	7.435
LAS CONDES	19.606	4.466	1	24.073
LO BARNECHEA	9.787	177	-	9.964
PEÑALOLEN	5.285	6.025	1	11.311
VITACURA	8.536	549	-	9.085
% GSE INTERNO	76%	24%	0%	
% PARTICIPACION GSE A ESTUDIO	61%	6%	0%	
SUR	338	15.717	34.061	50.116
EL BOSQUE	0	252	957	1.209
LA CISTERNA	0	42	0	42
LA PINTANA	0	292	9.595	9.886
LA PINTANA - ISAM	0	451	3.561	4.012
LO ESPEJO	0	100	0	101
SAN BERNARDO	0	12.290	15.281	27.571
SAN BERNARDO - ISAM	338	2.290	4.668	7.296
SAN RAMON	0	0	0	0
% GSE INTERNO	1%	31%	68%	
% PARTICIPACION GSE A ESTUDIO	0%	6%	17%	
SUR ORIENTE	1.359	86.131	10.273	97.763
LA FLORIDA	261	20.562	1	20.824
LA GRANJA	0	380	0	381
PIRQUE	91	1.131	0	1.222
PIRQUE - ISAM	781	9.014	226	10.020
PUENTE ALTO	227	55.043	10.046	65.316
% GSE INTERNO	1%	88%	11%	
% PARTICIPACION GSE A ESTUDIO	2%	32%	5%	
PONIENTE	738	37.785	34.331	72.855
CALERA DE TANGO	20	154	283	457
CALERA DE TANGO - ISAM	654	8.144	43	8.841
CERRILLOS	64	6.607	1.130	7.801
CERRO NAVIA	0	0	7.033	7.033
LO PRADO	0	554	1.908	2.462
MAIPU	0	16.686	2.719	19.405
MAIPU - ISAM	0	2.793	2.166	4.959
PUDAHUEL	0	2.545	75	2.620
PUDAHUEL - ISAM	0	111	7.135	7.246
RENCA	0	191	11.839	12.030
% GSE INTERNO	1%	52%	47%	
% PARTICIPACION GSE A ESTUDIO	1%	14%	17%	
NORTE	5.410	26.464	4.068	35.942
QUILICURA	177	18.246	1.577	19.999
QUILICURA - ISAM	0	4.065	2.490	6.555
HUECHURABA	5.233	4.154	1	9.388
% GSE INTERNO	15%	74%	11%	
% PARTICIPACION GSE A ESTUDIO	7%	10%	2%	
CHACABUCO	11.370	14.346	33.069	58.786
COLINA	10.962	4.279	7.291	22.532
LAMPA	364	9.050	18.157	27.591
TIL TIL	24	1.017	7.621	8.662
% GSE INTERNO	19%	24%	56%	
% PARTICIPACION GSE A ESTUDIO	15%	5%	16%	
SUR PONIENTE	3%	14%	43%	
BUIN	2.384	36.999	88.339	127.722
BUIN	214	2.697	12.268	15.179
CURACAVI	234	1.345	2.455	4.034
EL MONTE	0	3.249	9.254	12.503
ISLA DE MAIPO	303	1.751	9.173	11.227
MELIPILLA	624	5.925	19.180	25.730
PAINE	507	3.896	5.021	9.423
PENAFLORES	387	11.377	14.058	25.822
TALAGANTE	115	6.759	16.930	23.804

III. Resumen: Resultados y Conclusiones del Estudio

Figura II.2.8 Demanda Casas Estrato Alto 2012 (período 2005-2012)

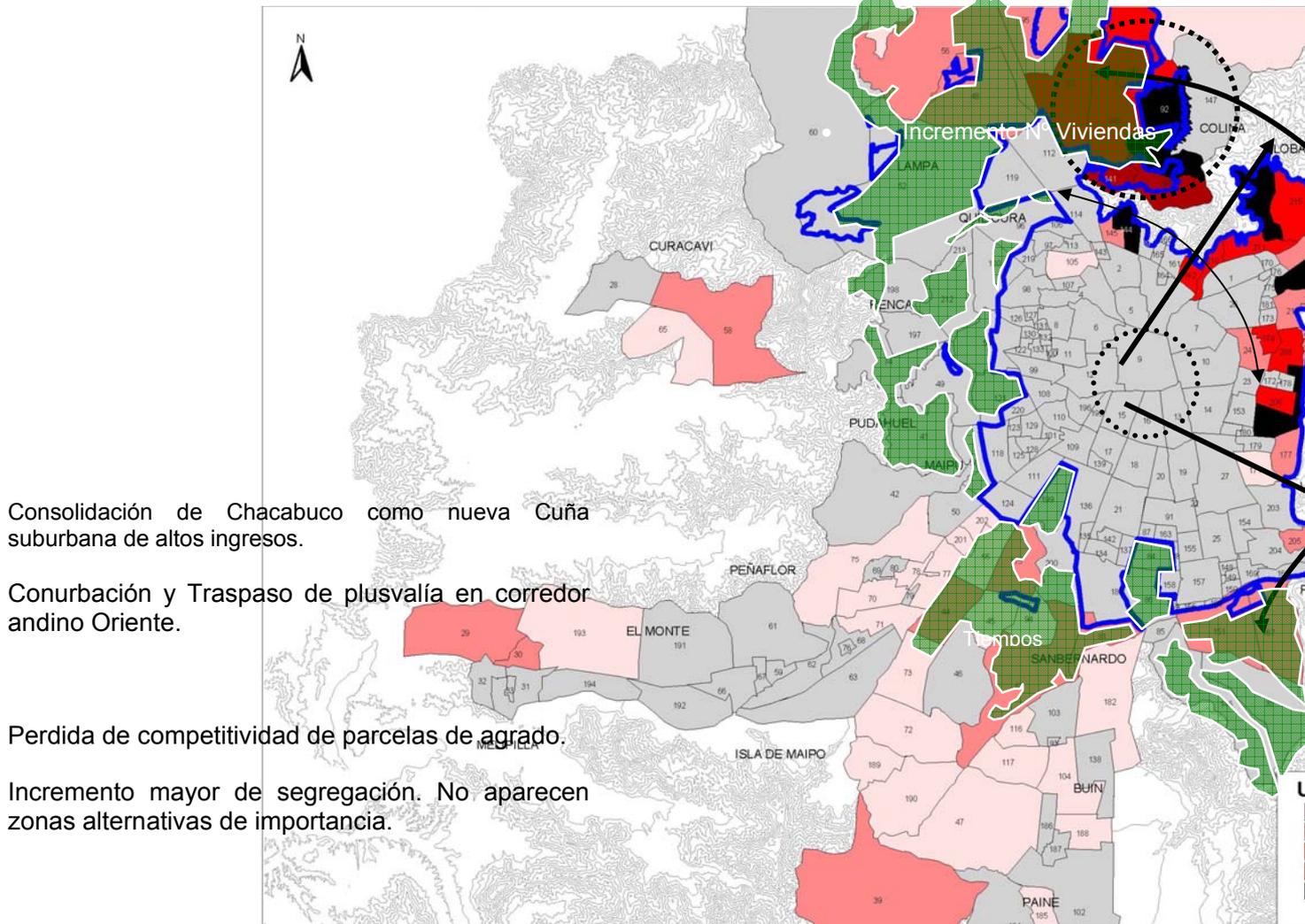


Figura II.2.9 Demanda Casas Estrato Medio 2012

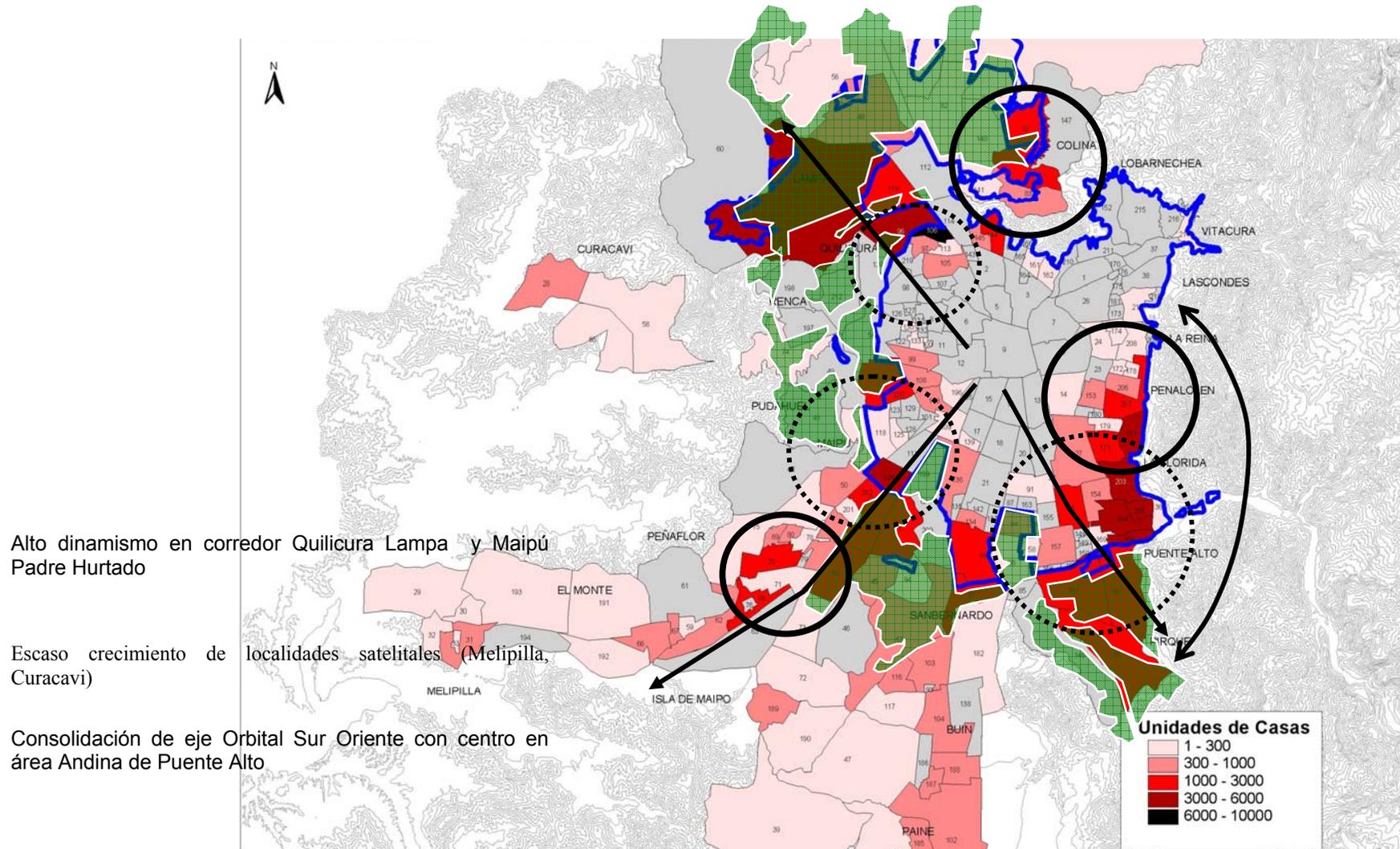


Figura II.2.10 Demanda Casas Estrato Bajo 2012

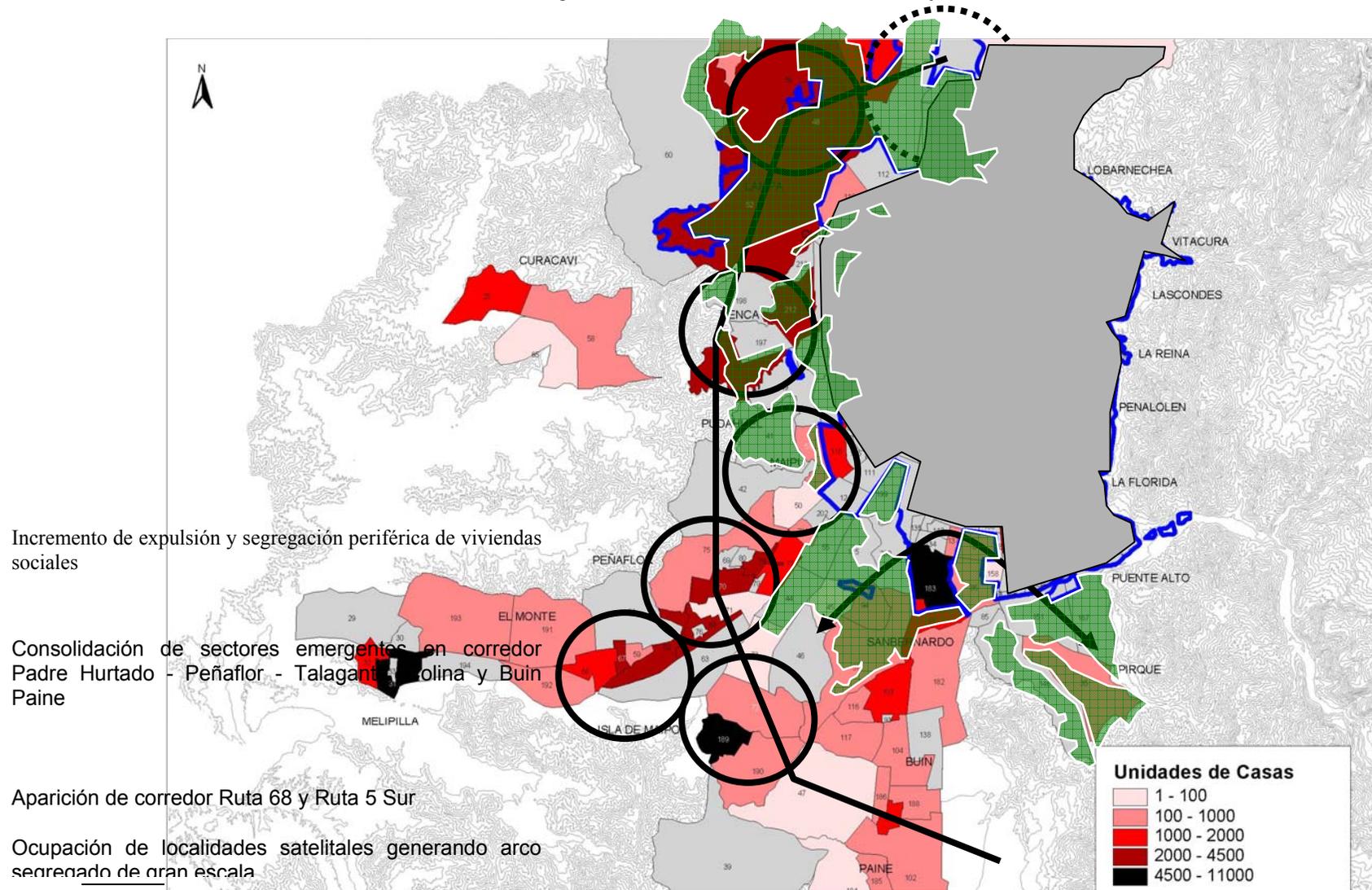
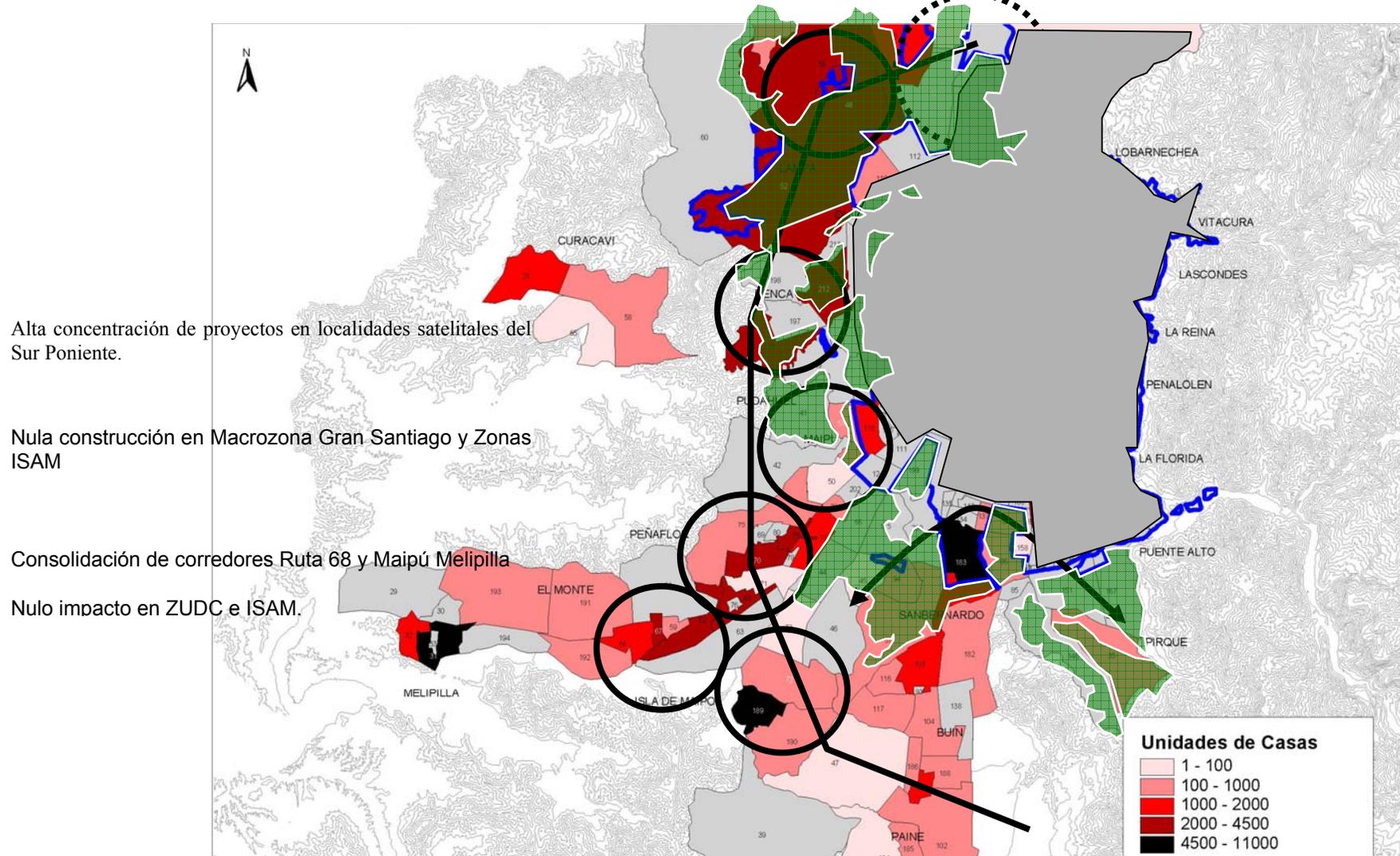


Figura II.2.11 Demanda Departamentos Estrato Bajo 2012



III.1.1.1. Proyección de Usos Comerciales y de Servicios

Este submercado representa una de los indicadores centrales del estudio, ya que permite determinar el grado de autonomía de las zonas de crecimiento periférico, especialmente de las áreas ZUDC e ISAM en estudio. Al igual que el caso de las viviendas, se realizó una proyección global de crecimiento de los m² de comercio y servicios para toda el área de estudio, la que posteriormente es distribuida en las distintas macrozonas, comunas y zonas de modelación, utilizando **modelos de localización específicos** que ponderan entre otras variables, el grado de centralidad de las zonas con respecto a los núcleos estratégicos de Santiago; la accesibilidad por transporte público, los precios de suelo y la equidistancia a las zonas de crecimiento de viviendas con ingresos relevantes. Este último criterio resulta central para evaluar un comportamiento de demanda realista para este mercado, ya que se asume que las instalaciones de comercio y servicio sólo se justificarán desde el punto de vista de mercado, si existen un número relevante de hogares con capacidad de consumo. De otra forma, estos sectores dependerán de los centros y subcentros consolidados.

En el crecimiento global se consideró un total de 4.9 millones de m² para el período 2000 – 2012 lo que arroja un promedio anual de 416.227 m². Esta superficie equivale a la construcción de 20 supermercados de gran formato, aún cuando se distribuye en numerosas tipologías de establecimientos.

➤ **Análisis por Territorios**

Del total a distribuir, el Gran Santiago captaría el 91% de toda la demanda con 4.52 millones de m². Este indicador es bastante similar a la participación que tenía este territorio en el período 1988 – 2000 (94%) lo que estaría reflejando una mantención del grado de centralidad del Área de Estudio con una baja localización de actividades de este tipo en los sectores de expansión de Chacabuco y Sur Poniente. Al respecto debe recordarse que el Gran Santiago pierde una gran cantidad de hogares entre 2000 y 2012 bajando de un 90% a un 60% en su participación sobre el total del Área de Estudio. Si los indicadores de comercio se mantienen estables, esto último estaría indicando que la expansión hacia Chacabuco, y especialmente hacia Sur Poniente tendría un marcado énfasis residencial, comprometiendo la autonomía de los futuros megaproyectos ZUDC.

En efecto, la demanda asignada a Chacabuco llega al 2% del total edificado de Santiago, situación que duplica la participación observada en el período 1988 – 2000 para este territorio, pero que contrasta con el porcentaje asignado en el submercado residencial, el cual llega a un 11%. preferentemente residencial de los nuevos territorios. Este indicador es coherente con el grado de autonomía de los viajes, proyectado en el estudio del Plan de Chacabuco donde se estima que a 2010 un 70% de los viajes de Colina, Lampa y Til tendrían como destino el Gran Santiago.

En el caso del Surponiente esta situación sería todavía más crítica, ya que con un 23% de la demanda total de hogares, sólo se estaría captando un 6% de la demanda de m² de comercio y servicios. En el período 1988-2000 este territorio habría concentrado un 4% de total edificado para este submercado.

➤ Participación de Zonas ISAM

Los datos expuestos en la Tabla VII.5.1 muestran un crecimiento urbano fuertemente orientado a los mercados residenciales, con una baja localización de actividades de comercio y servicios las cuales se seguirían manteniendo en las zonas urbanas del Gran Santiago, de forma similar al aporte que este territorio tiene en los hogares de ingresos altos y medios del área de estudio. Esta situación estaría comprometiendo la sustentabilidad y autonomía funcional de las zonas de expansión especialmente en el Sur Poniente, donde una migración fuertemente concentrada en hogares de ingresos bajos no resultaría atractiva para localizar actividades comercio o servicios. Si bien en Chacabuco este impacto sería menor, un porcentaje importante de los viajes se seguirían atrayendo en las centros y subcentros del Gran Santiago.

Tabla II.2.7 - Análisis Comparativo Demanda Residencial y Comercio Servicios

TERRITORIO	N° VIVIENDAS	% VIV	M2 COM SER	% COM SER	M2 HOGAR
GRAN SANTIAGO	317.778	57%	4.542.853	91%	14
GRAN SANTIAGO - ISAM	48.929	9%	61.248	1%	1
CHACABUCO	58.786	11%	111.490	2%	2
SUR PONIENTE	127.722	23%	279.132	6%	2
TOTAL	553.214	100%	4.994.723	100%	9

➤ Nivel Macrozonal y Comunal

A Escala macrozonal, se observa un quiebre de tendencia importante con respecto al período considerado en el escenario base, ya que en el Gran Santiago la Macrozona Centro baja del primero a un tercer lugar pasando de un 30% observado en el período 1988-2000 a un 11% en la proyección 2000 – 2012.

Como contrapartida, la Macrozona Oriente (Las Condes, Vitacura, etc.) sube del segundo al primer lugar concentrando el 37% de la demanda total de comercio y servicios con 1.86 millones de m² edificados. En segundo lugar se ubicaría la Macrozona Sur Oriente (La Florida – Puente Alto, etc.)



con un 17%. Por su parte, la Macrozona Poniente con el aporte principal de Maipú, se subiría al tercer lugar con un 13% y 633.830 m² edificados.

Los cambios de tendencia descritos para el Gran Santiago obedecen a cuatro factores:

- A la saturación de los espacios disponibles en Santiago Centro, lo que se suma a un pérdida de población de las comunas centrales que actualmente demandan servicios en el centro.
- Al aporte que generan en las comunas periféricas del Oriente, Sur Oriente y Poniente los grandes supermercados, tiendas de departamentos y shoppings center que acumulan en espacios abiertos una gran cantidad de m² de comercio, situación no factible en Santiago Centro por los precios de suelo y la escasez de terrenos.
- Adicionalmente las oficinas, inscritas en el rubro servicios, consolidan su localización Oriente en nuevos parques empresariales afectando la competitividad del centro. También se observa una importante localización en Maipú y La Florida, que aunque marginal con respecto al total edificado en el Oriente si representa un cambio de tendencia importante.
- Finalmente se debe considerar la migración de los hogares con capacidad consumo hacia la periferia de la ciudad, lo que es consistente con el modelo de crecimiento expansivo del Gran Santiago afectando la centralidad y atractivo de los espacios de la macrozona Centro que ven disminuidas sus áreas de mercado.

Con todo, es importante señalar que en términos de stock acumulado, la Macrozona Centro sigue liderando los indicadores del Area de Estudio, aún cuando los incrementales por año (demanda) disminuyan de forma importante consolidando el área Oriente como el nuevo centro estratégico del Gran Santiago. (Ver Tabla II.2.10)

III.1.1.2. Submercado Industrial

En este submercado, el modelo de proyección global estimó una demanda de 5.18 millones de m² para el período 2000 – 2012 lo que arroja un promedio anual de 432.117 m² edificados para las 46 comunas que conforman el Area de Estudio. En este total, nuevamente el territorio del Gran Santiago lidera los indicadores con un 83% de la demanda. Bajo este contexto, y al igual que en el submercado del comercio se observa una concentración mayoritaria de actividades productivas con respecto al porcentaje que cubre este territorio en la demanda de hogares, lo que estaría reflejando una baja autonomía de los sectores expansivos que si bien es menor con respecto a la

demanda de comercio, se resulta significativa dado que este submercado generalmente tiende a localizarse en áreas periféricas a los centros urbanos.

Debido a lo anterior, los porcentajes de Chacabuco y Sur Poniente suben con respecto al comercio con un 8% y 9% del total edificado en el área estudio respectivamente. Al igual que en el caso anterior, resulta preocupante la situación del Sur Poniente que con un 23% de los nuevos hogares capta un porcentaje bastante bajo de actividades industriales, a pesar de ser un sector con importantes instalaciones agrícolas. En Chacabuco el indicador comparado con los hogares sube de 2% en comercio a 8% en industrias, principalmente por el aporte que generan los parques industriales de Colina y Lampa, ubicados entorno a las autopistas concesionadas Ruta 5 y Los Libertadores. En todo caso, debe considerarse que estas zonas están ya integradas a las dinámicas del Gran Santiago, debido a la conurbación que se produce con las zonas de Quilicura y Huechuraba.

Tabla II.2.8 Análisis Comparativo Mercados a Nivel Territorial

TERRITORIO	N° VIV	% VIV	M2 COM SER	% COM SER	M2 IND	% IND
GRAN SANTIAGO	366.706	66%	4.604.101	92%	4.308.559	83%
CHACABUCO	58.786	11%	111.490	2%	418.989	8%
SUR PONIENTE	127.722	23%	279.132	6%	457.851	9%
TOTAL	553,214	100%	4,994,723	100%	5,185,400	100%

Fuente: elaboración propia

➤ Participación de Zonas ISAM

Al igual que en el caso del comercio, los indicadores muestran un marcado énfasis residencial en los procesos expansivos de Santiago, que consolidan el modelo de crecimiento actual de la ciudad con una baja participación de zonas productivas y de servicios.

Tabla II.2.9 Participación Territorial Zonas ISAM

TERRITORIO	N° VIV	% VIV	M2 COM SER	% COM SER	M2 IND	% IND
GRAN SANTIAGO	317.778	57%	4.542.853	91%	3.863.470	75%
GRAN SANTIAGO - ISAM	48.929	9%	61.248	1%	445.089	9%
CHACABUCO	58.786	11%	111.490	2%	418.989	8%
SUR PONIENTE	127.722	23%	279.132	6%	457.851	9%
TOTAL	553,214	100%	4,994,723	100%	5,185,400	100%

Fuente: elaboración propia



Como se ve el caso de las zonas ISAM rompe un poco la tendencia descrita, ya que presenta un indicador porcentual más alto en el submercado de las industrias, concentrando el 9% de toda la demanda, en una situación bastante similar al Sur Poniente, aunque con una participación mucho más baja en los hogares. Lo anterior se debe fundamentalmente al aporte que generan las ISAM de Maipú, y Pudahuel las cuales aprovechan las favorables condiciones de localización para este submercado por localizarse entorno a los accesos regionales al Gran Santiago, potenciando su actual demanda de m² con este uso. Para graficar esta situación, se expone el análisis realizado a escala macrozonal y comunal.

➤ **Escalas Macrozonal y Comunal y Zonal**

A escala Macrozonal, se mantienen en términos generales las tendencias de localización analizadas en el período 1988-2000 en el escenario base, incrementando la localización periférica de la demanda lo que trae consigo una pérdida de demanda en las comunas centrales de la ciudad, especialmente Santiago, San Joaquín y San Miguel. A nivel más detallado se destaca la reorientación de la demanda de localización hacia el frente Nor Poniente la ciudad (Quilicura, Renca y Maipú) revirtiendo la preponderancia que había tenido el corredor Norte como área de concentración prioritaria de la década pasada.

En este caso también influyen los precios de suelo y con alta incidencia, la normativa de usos industriales exclusivos que asigna el PRMS para el Gran Santiago y Chacabuco. Todas estas variables fueron consideradas en el modelo de localización por zonas, incluyendo además el impacto de las rutas regionales de alta capacidad. En el caso de las ISAM se asume que la nueva normativa permitirá este tipo de instalaciones productivas de forma equivalente a las ZUDC, lo que junto con la accesibilidad aumenta bastante su atractivo como áreas receptoras de industrias.

En el contexto descrito, la Macrozona con mayor demanda es la Poniente que representa el 36% del total edificado de la ciudad. En esta proyección destacan Maipú y Renca con más de 1 millón de m². Al respecto conviene señalar que Renca presenta una mayor relación con la dinámica del Norte, al igual que Pudahuel, por la conexión que genera Américo Vespucio, no así Maipú que se vincula directamente con el corredor Sur Poniente de la ciudad.

En segundo lugar se ubica la macrozona Sur con un 31% del total edificado de la ciudad. En esta tendencia influye el efecto de San Bernardo con más de 1 millón de m² edificados. En este caso, las ventajas comparativas de este territorio están ligadas al mejoramiento de los sistemas de transporte y a los menores precios de suelo que presenta en relación al frente Nor Poniente, lo que compensa las desventajas de localización con respecto a este territorio.

En un tercer lugar aparece la Macrozona Norte donde sólo aparece Quilicura con un crecimiento menor al observado en la década pasada. Con todo, si a este valor se le suma el aporte de



Chacabuco (8%) el Frente Norte del Gran Santiago estaría concentrando el 16% de toda la demanda, y en conjunto con la Macrozona Poniente, el 52% de todo el crecimiento industrial proyectado para el área de estudio. Como ya se señalara anteriormente el Sur Poniente concentra el 9% del total edificado, donde destacan Isla de Maipo y Melipilla. La Tabla II.2.10 contiene los valores analizados.

La tendencia a nivel zonal de los submercados comercio e industria se aprecia gráficamente en las figuras II.2.11 y II.2.12.

Tabla II.2.10 Localización Industria y Comercio a Nivel Comunal

MACROZONAS Y COMUNAS	INDUSTRIA	% AREA ESTUDIO	COMERCIO	% AREA ESTUDIO
TERRITORIO GRAN SANTIAGO + IS	4.308.559	83%	4.604.101	92%
CENTRO	239.212	5%	570.288	11%
CONCHALI	21.416	0,4%	6.793	0,1%
ESTACION CENTRAL	40.698	0,8%	41.677	0,8%
INDEPENDENCIA	17.917	0,3%	35.995	0,7%
QUINTA NORMAL	34.860	0,7%	35.346	0,7%
PAC	17.648	0,3%	3.107	0,1%
RECOLETA	17.337	0,3%	80.531	1,6%
SAN JOAQUIN	58.771	1,1%	38.907	0,8%
SAN MIGUEL	6.996	0,1%	52.487	1,1%
SANTIAGO	23.568	0,5%	275.446	5,5%
CENTRO ORIENTE	7.046	0,1%	316.730	6%
MACUL	4.250	0,1%	91.024	1,8%
NUNOA	2.796	0,1%	46.701	0,9%
PROVIDENCIA	0	0,0%	179.005	3,6%
ORIENTE	18.494	0,4%	1.864.396	37%
LA REINA	15.174	0,3%	38.522	0,8%
LAS CONDES	0	0,0%	728.996	14,6%
LO BARNECHEA	0	0,0%	189.244	3,8%
PENALOLEN	3.319	0,1%	129.099	2,6%
VITACURA	0	0,0%	778.536	15,6%
SUR	1.597.862	31%	249.007	5%
EL BOSQUE	2.947	0,1%	48.331	1,0%
LA CISTERNA	10.177	0,2%	9.274	0,2%
LA PINTANA	54.596	1,1%	23.280	0,5%
LA PINTANA - ISAM	2.846	0,1%	4.782	0,1%
LO ESPEJO	7.418	0,1%	4.137	0,1%
SAN BERNARDO	1.413.408	27,3%	122.432	2,5%
SAN BERNARDO - ISAM	98.224	1,9%	8.691	0,2%
SAN RAMON	8.247	0,2%	28.080	0,6%
SUR ORIENTE	139.588	3%	826.522	17%
LA FLORIDA	0	0,0%	446.480	8,9%
LA GRANJA	19.945	0,4%	7.237	0,1%
PIRQUE	639	0,0%	174	0,0%
PIRQUE - ISAM	25.841	0,5%	14.351	0,3%
PUENTE ALTO	93.163	1,8%	358.280	7,2%
PONIENTE	1.886.107	36%	633.830	13%
CALERA DE TANGO	3.906	0,1%	6.287	0,1%
CALERA DE TANGO - ISAM	21.841	0,4%	15.503	0,3%
CERRILLOS	166.526	3,2%	105.874	2,1%
CERRO NAVIA	68	0,0%	11.385	0,2%
LO PRADO	215.164	4,1%	4.088	0,1%
MAIPU	472.354	9,1%	367.803	7,4%
MAIPU - ISAM	0	0,0%	3.502	0,1%
PUDAHUEL	48.458	0,9%	33.165	0,7%
PUDAHUEL - ISAM	296.337	5,7%	11.849	0,2%
RENCA	661.453	12,8%	74.374	1,5%
NORTE	420.250	8%	143.327	3%
QUILICURA	346.867	6,7%	82.988	1,7%
QUILICURA - ISAM	0	0,0%	2.569	0,1%
HUECHURABA	73.383	1,4%	57.769	1,2%
TERRITORIO CHACABUCO	418.989	8%	111.490	2%
COLINA	45.889	0,9%	84.735	1,7%
LAMPA	372.887	7,2%	23.126	0,5%
TIL TIL	214	0,0%	3.628	0,1%
TERRITORIO SURPONIENTE	457.851	9%	279.132	6%
BUIN	30.475	0,6%	50.794	1,0%
CURACAVI	8.344	0,2%	8.451	0,2%
EL MONTE	1.425	0,0%	18.766	0,4%
ISLA DE MAIPO	141.723	2,7%	1.940	0,0%
MELIPILLA	190.388	3,7%	34.081	0,7%
PAINE	59.891	1,2%	14.627	0,3%
PEÑAFLORES	25.605	0,5%	59.821	1,2%
TALAGANTE	0	0,0%	90.653	1,8%

Figura II.2.11 - Demanda Comercio & Servicios Escenario 2012 (m2)

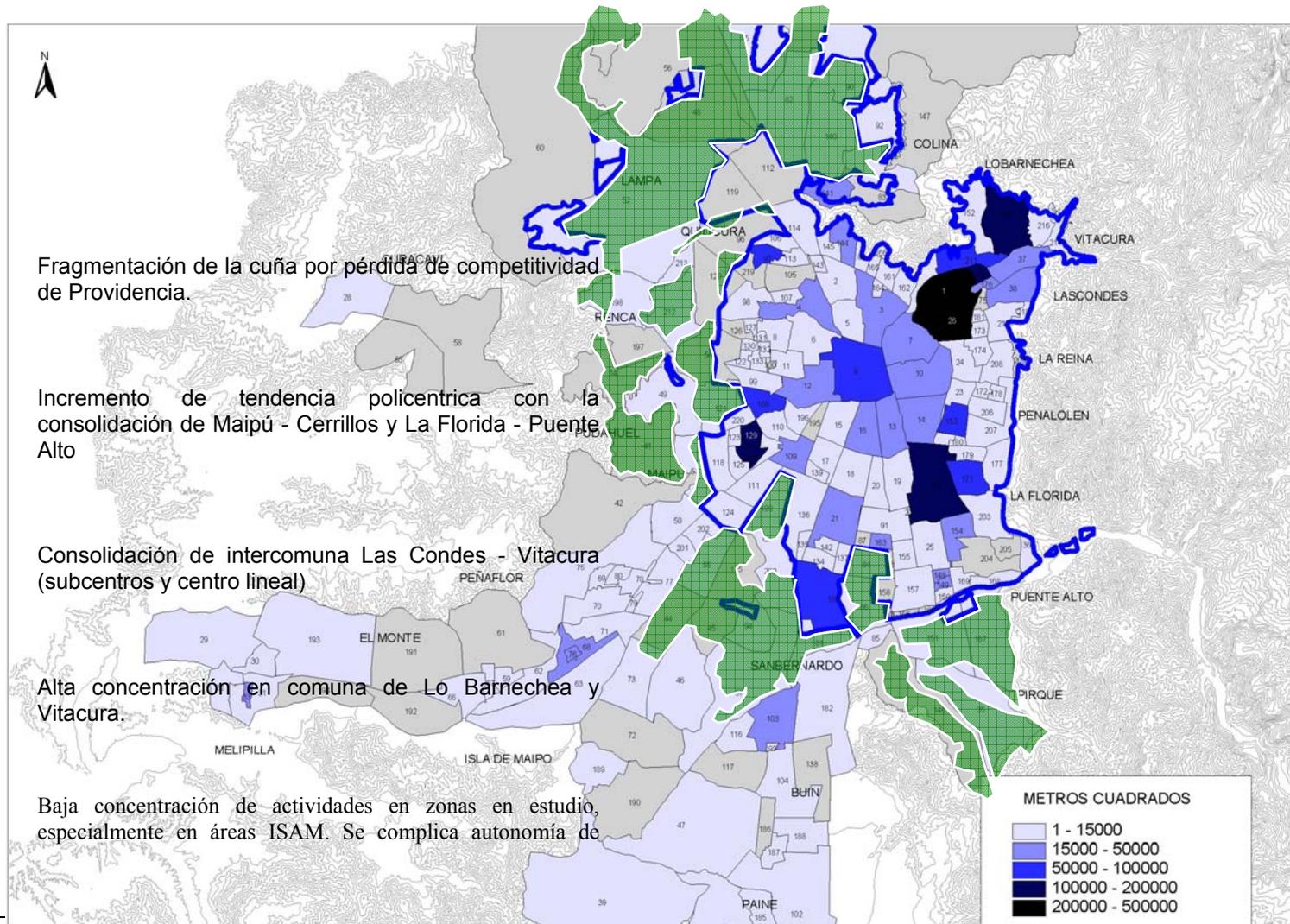
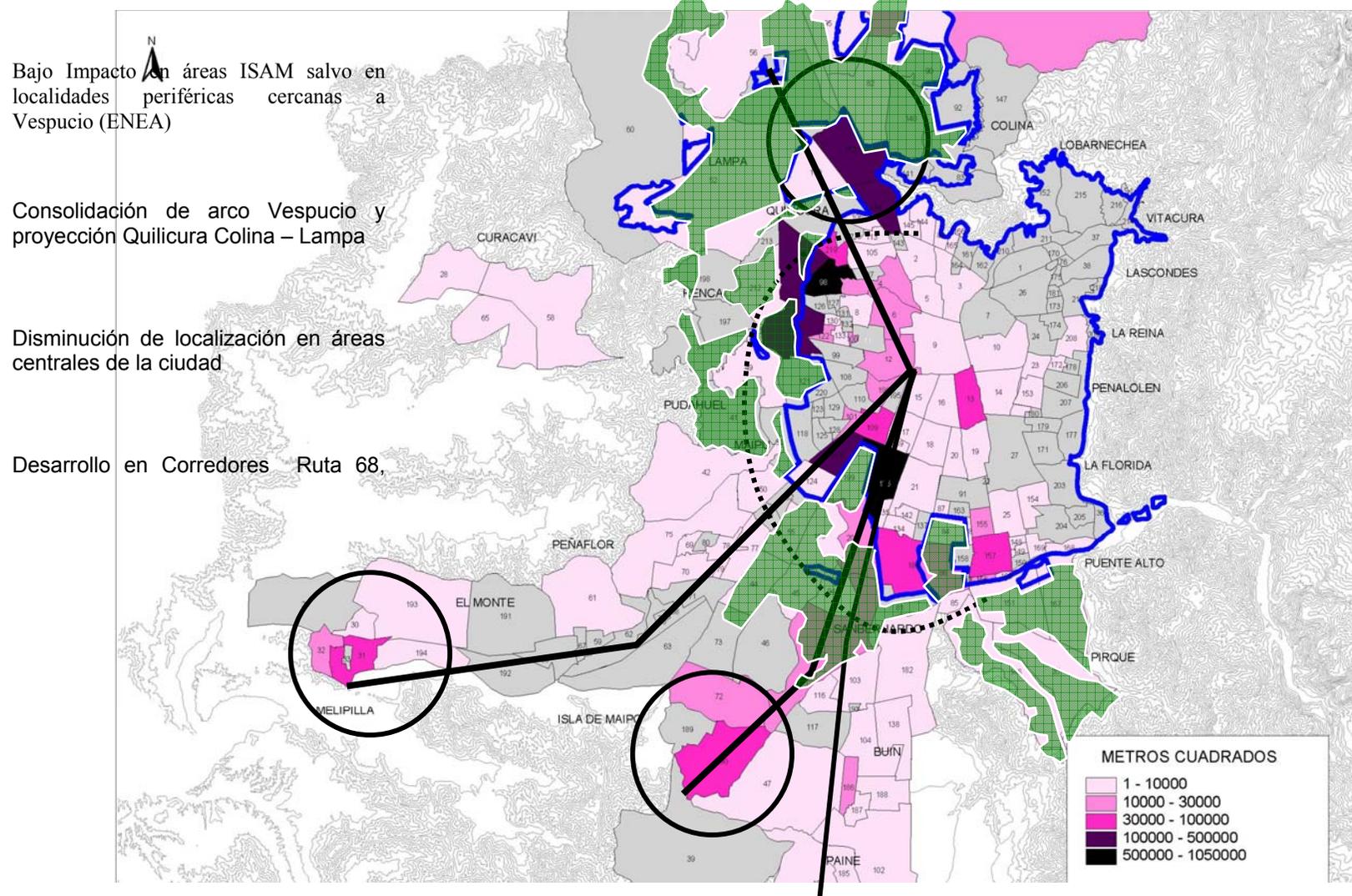


Figura II.2.12 - Demanda Industrial Escenario 2010 (m2)



IV. Resumen: Resultados y Conclusiones del Estudio

IV.1. Viajes Generados y Atraídos

Los viajes generados y atraídos han sido estimados a partir de las proyecciones de localización realizadas basándose en el supuesto de apertura normativa de los territorios del sur-poniente de la región. Lo anterior implica adoptar el modelo de materialización de oferta inmobiliaria en los actuales terrenos rurales, compitiendo con la Provincia de Chacabuco y la oferta de Santiago.

IV.1.1. Viajes Eje Sur-Poniente

En la Tabla N° II.3.1 se registra el incremento de viajes generados desde/hacia la zona Sur-Poniente de la Región Metropolitana. Las estimaciones fueron realizadas a partir de los modelos de generación y atracción calibrados en el presente estudio para esta zona en particular. En el corte 2005 se produce un aumento de 4314 viajes/hora –Peak, con respecto al año 2000, lo que representa un aumento de un 27.0% en los viajes generados. Posteriormente, en el corte 2012 se observa un aumento de 11182 viajes/hora-peak con respecto al 2000, constituyéndose en un incremento de un 70% de los viajes iniciales.

En el horizonte del presente estudio, corte 2012, las zonas que generan mayor cantidad de viajes son las ubicadas en Paine Urbano (91) con 3214 viajes, Malloco Urbano (80) con 2811 viajes, Talagante Norte (83) 2448 viajes, Calera de Tango (71) con 1779 viajes, y El Monte (98) con 1562 viajes, que concentran en conjunto 12.000 viajes/hora-peak, Estas 5 zonas generan el 44% de los viajes generados Sur-Poniente. Coincidentemente, las zonas mencionadas son las que presentan el mayor incremento de viajes en el período de análisis: Paine Urbano (91) con es la que presenta un mayor aumento de viajes en el período 2000-2012, con 2400 viajes/hora-Peak, seguido por Talagante Norte (888 viajes), El Monte (844 viajes), Malloco Urbano (800 viajes), y Calera de Tango (795 viajes).

Tabla N° II.3.1

Zonas Con Mayor Generación de Viajes, Sector Sur-Poniente

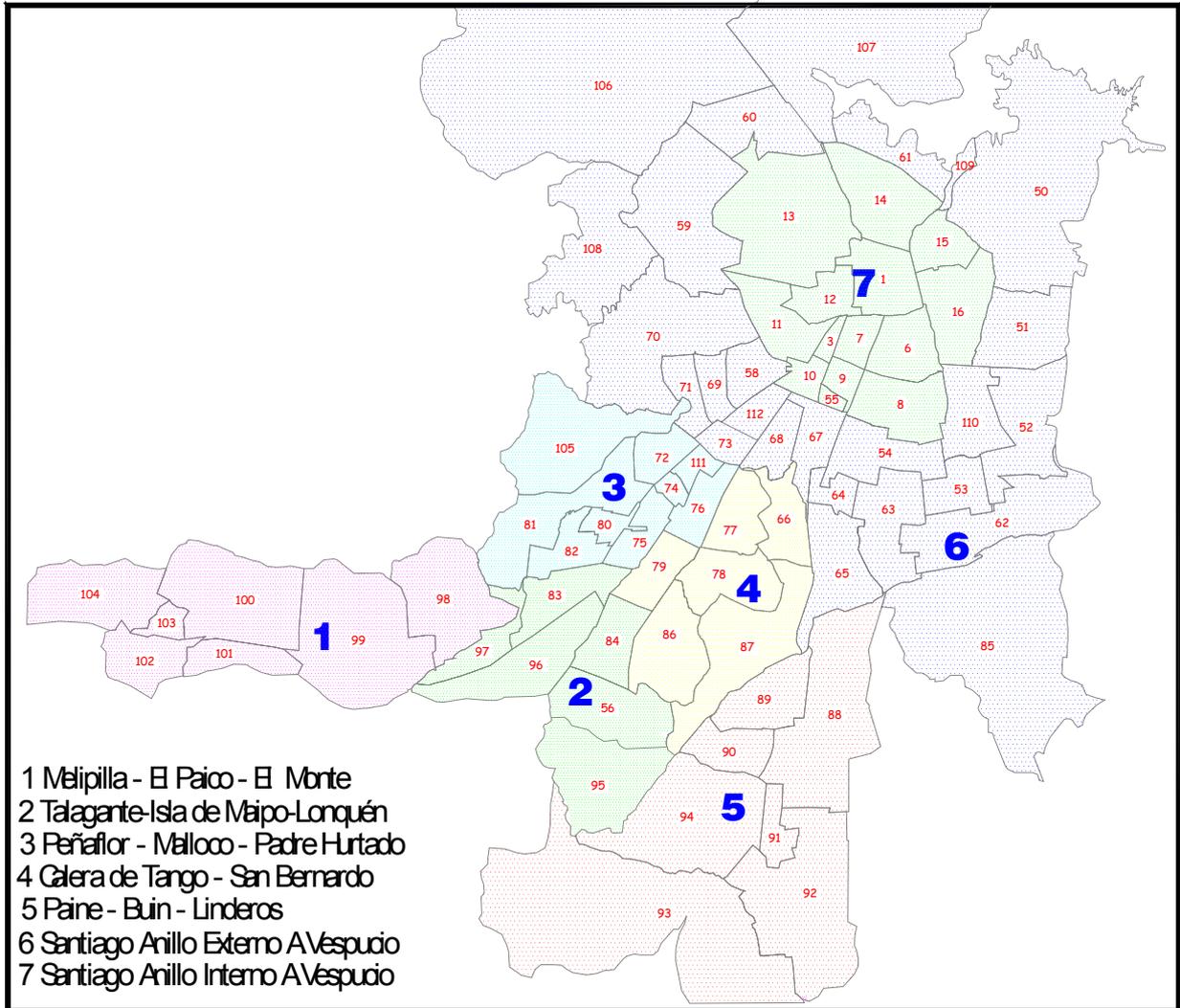
Código	Zona	Viajes			Incremento	
		2000	2005	2012	2000-2005	2005-2012
91	PAINE URBANO	817	1809	3214	992	2397
80	MALLOCO URBANO	2011	2458	2811	447	800
83	TALAGANTE NORTE	1561	2092	2448	531	888



78	CALERA DE TANGO	983	1078	1779	95	795
98	EL MONTE	717	860	1562	142	844
111	PADRE HURTADO / C SATELITE	702	1029	1230	326	527
95	ISLA DE MAIPO	375	614	1130	239	755
1	SANTIAGO CENTRO	903	951	1046	49	144
102	MELIPILLA URBANO	409	576	974	168	566
82	PEÑAFLORES URBANO	527	717	951	190	424
76	PADRE HURTADO ORIENTE	387	799	938	412	551
77	CALERA DE TANGO NORTE	461	480	909	19	448
97	TALAGANTE	316	444	822	129	507
90	BUIN URBANO	142	316	523	174	381
	Total Zonas Relevantes	10310	14224	20337	3914	10027
	Total S-P	15946	20260	27128	4314	11182
	%	60,56	66,99	72,71		

Figura II.3.1

Zonificación Modelo Sur-Poniente, Etapa Interurbana



En la tabla N° II.3.2 se presentan las zonas que presentan un mayor relevancia en la atracción de viajes, en el corte temporal 2012, y en general en el resto de los horizontes del estudio. Las 14 zonas listadas concentran el 89% de los viajes atraídos en el sector. Destaca la zona Santiago Centro, con 4012 viajes/hora-peak, seguida por las zonas de Talagante Norte e Isla de Maipo

IV.1.2. Viajes Zonas Expansión Urbana

Los resultados indican que producto de los asentamientos de hogares en las zonas de expansión urbana de Santiago, léase Poniente, Maipú y Provincia de Chacabuco, se producirá un aumento de 76.150 viajes desde estos sectores, que tendrán como destino principalmente los actuales centros

atractores de Santiago. Esta cifra se incrementara a un valor de 129.000 viajes/hora-peak, en el año 2012. Las distribuciones por mega-sectores se presenta en la Tabla II.3.3.

Tabla N° II.3.2

Zonas Con Mayor Atracción de Viajes, Sector Sur-Poniente

Código	Zona	Viajes			Incremento	
		2000	2005	2012	2000-2005	2005-2012
1	SANTIAGO CENTRO	3061	3647	4012	587	951
83	TALAGANTE NORTE	1813	2060	2692	247	879
95	ISLA DE MAIPO	306	801	1917	495	1611
80	MALLOCO URBANO	816	1210	1577	394	761
91	PAINE URBANO	388	880	1554	492	1166
102	MELIPILLA URBANO	406	630	1193	225	787
98	EL MONTE	522	581	853	58	331
111	PADRE HURTADO/CIUDAD SATELITE	583	672	789	89	205
50	LO BARNECHEA/APOQUINDO/LA REINA	511	701	771	191	261
82	PEÑAFLORES URBANO	401	493	634	92	232
66	CHENA	544	585	622	41	78
79	CALERA DE TANGO	519	546	585	27	66
97	TALAGANTE	277	355	579	78	302
20	ESTACION CENTRAL	301	391	430	90	129
	Total Zonas Relevantes	12447	15557	20220	3105	7761
	Total S-P	13947	17519	22580	3572	5061
	%	89,25	88,80	89,55	25,61	36,29

Tabla N° II.3.3



Resumen Incremento Viajes Generados y Atraídos en Mega-Sectores

Sector Poniente de Santiago

Sector	2005		2012		2005		2012	
	viajes-hora	%	viajes-hora	%	viajes-hora	%	viajes-hora	%
	GENERACION				ATRACCION			
Quilicura	6194	8,13	13327	10,34	2021	14,18	4357	12,57
Chacabuco	24203	31,78	60458	46,89	9678	67,88	23063	66,52
Santiago Poniente	16797	22,06	18897	14,66	1519	10,66	4547	13,11
Poniente	1818	2,39	5018	3,89	431	3,02	1467	4,23
Maipú	27136	35,64	31223	24,22	608	4,26	1237	3,57
Total	76148		128923		14258		34671	

Se observa que para el corte 2005 el sector con mayor incremento de viajes es Maipú (actuales zonas rurales), con 27.140 viajes/hora, y un 35.6% de los viajes en zonas de expansión. Le sigue Chacabuco con 24.203 viajes, equivalentes a un 31.8% del total. Esta tendencia se invierte en el horizonte 2012, lo que se explica por el aumento de oferta en la Provincia de Chacabuco, presentando Chacabuco un total de 60.460 viajes (46.9%), seguido por Maipú, con 31.200 viajes (24.2%).

El sector de expansión Santiago Poniente, al interior del Anillo Américo Vespucio (Renca, Cerro Navia, Pudahuel), generará 16.800 viajes en el corte temporal 2005, cifra que aumentará sólo a 18.900 viajes en el corte 2012, en parte dado por el agote de oferta inmobiliaria en el sector.

Por otro lado, el sector de expansión Poniente, exterior al Anillo Américo Vespucio (El Noviciado, Lo Aguirre, La Africana) no generará grandes impactos, debido a la poca absorción de demanda inmobiliaria, presentando una generación de 1820 viajes en el corto plazo (año 2005), y aumentando a 5000 viajes en el largo plazo (año 2012).

Los Viajes atraídos en estos sectores, en total resultan ser de menor cuantía que los viajes generados. Esta proyección es razonable, pensando que se trata de la modelación del período punta mañana, y que tratándose de zonas residenciales, la cantidad generada debe ser mayor que la atraída. La mayor excepción se puede visualizar en la zona Industrial exclusiva que se está desarrollando en la Ruta 5 Norte, en la Provincia de Chacabuco, lo que provoca que dicha zona, concentre altos porcentajes de viajes atraídos con respecto al resto de las zonas bajo análisis.



Se proyectan 14.258 nuevos viajes atraídos en la hora Punta mañana, cifra que aumenta a 34.671 viajes en el horizonte 2012. Llama la atención la baja cantidad de viajes que son atraídos, con respecto a los generados, sobre todo en la zona de expansión asociada a Maipú (31.000 generados contra 1.240 atraídos en el año 2012) lo que se asocia al carácter de la expansión proyectada, que es fundamentalmente inmobiliaria, con bajos niveles de uso de suelo para comercio e industria.

La mayor cantidad de incremento de viajes atraídos se concentran en la Provincia de Chacabuco, por las razones anteriormente comentadas, con cifras que bordean el 67% de los viajes atraídos estimados para las expansiones bajo análisis, con 9.700 viajes/hora peak, los que aumentan a 23.000 viajes en el corte 2012.

Tabla N° II.3.4

Incremento Viajes Generados por Propósito Zonas Expansión Urbana Santiago

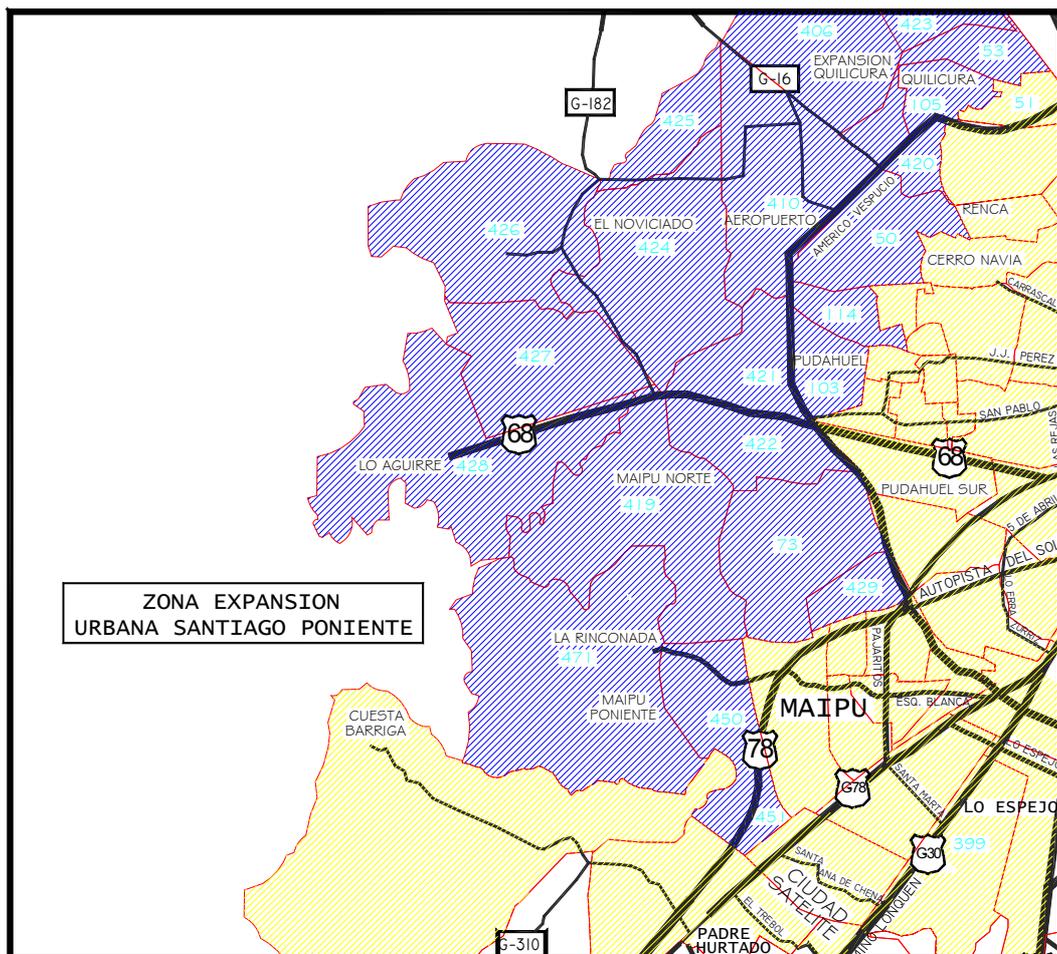
CODIGO	DESCRIPCION	Viajes Hora Peak 2005						Viajes Hora Peak 2012					
		C1	C2	C3	C4	C5	Total	C1	C2	C3	C4	C5	Total
51	Quilicura Centro	0	0	111	330	93	535	487	351	111	330	93	1373
50	Renca Expansión Poniente	0	0	111	330	93	535	487	351	111	330	93	1373
73	Maipú Norte 1	1	830	14517	6704	161	22213	1	830	16243	6704	161	23939
103	Pudahuel Poniente	1	7	1061	4262	656	5987	1	7	1061	4262	656	5987
105	Quilicura Lo Campino	0	1	1032	809	190	2032	0	1	1515	809	190	2515
53	Quilicura Norte	0	0	111	330	93	535	487	351	111	330	93	1373
114	Expansión Cerro Navia Poniente	1602	1423	1199	5181	870	10276	2272	2016	1199	5181	870	11538
399	Lo Espejo / Santa Marta	1	32	1188	1689	237	3147	1	32	1188	1689	237	3147
406	Quilicura Expansión Norte 1	0	7	513	932	285	1737	497	211	2299	932	285	4223
420	Quilicura / Cerro La Cruz	629	258	0	0	0	887	629	259	0	0	0	887
423	Quilicura Expansión Norte 2	0	0	469	0	0	469	497	204	2254	0	0	2956
424	El Noviciado Oriente	455	1122	0	0	0	1577	938	2314	0	0	0	3253
428	Lo Aguirre	73	144	24	0	0	241	553	1090	123	0	0	1766



429	Maipú / La Farfana	0	0	1348	0	0	1349	0	0	3012	0	0	3012
450	Maipú / La Rinconada	88	116	10	0	0	214	223	293	46	0	0	562
451	Maipú / El Bosque	88	116	10	0	0	214	223	293	46	0	0	562
	Chacabuco Oriente	178	3884	1933	2285	4170	12451	453	7600	4633	6040	11446	30171
	Chacabuco Poniente	296	7124	4104	193	35	11752	659	17714	11279	560	75	30287
	Total	3413	15063	27743	23045	6884	76148	8406	33916	45234	27167	14200	128923

Figura Nº II.3.2

Zonas Involucradas, Área de Expansión Sur-Poniente



V. Resumen: Resultados y Conclusiones del Estudio



V.1. Oferta Vial y de Transporte Público: Situación Actual

La red vial relevante bajo análisis, para el sector Sur-Poniente esta constituida por una serie de vías que unen ciudades y localidades ubicadas entre Melipilla y Maipú, y entre Linderos y San Bernardo. La **Ruta 5** cubre el sector oriente de esta área bajo estudio, sirviendo de eje conector para las localidades de Linderos, Paine, Buín, Calera de Tango y San Bernardo. Por otro lado, La **Ruta 78 Antigua** y en forma paralela La **Autopista del Sol** sirven de conexión para las comunas de Melipilla, El Monte, Talagante, Peñaflores, Malloco y Padre Hurtado, además de unir este sector con Maipú y el resto de Santiago. Otras Rutas importantes son la **G-34**, la **G-46**, la **G 40** y la **G384** que cubren el área descrita en forma transversal (sentido Poniente –Oriente). Dada la continua densificación de este sector de la Región Metropolitana, muchas de estas rutas no son homogéneas, y presentan indistintamente tramos de índole urbano, suburbano e interurbano. Este fenómeno produce que las vías sean utilizadas por usuarios de larga distancia (interregionales), viajes intercomunales y viajes locales. Por otro lado, en el sector de expansión poniente de Santiago, la principal vía de conexión Intercomunal es la **Avenida Américo Vespucio**, entre Quilicura y Maipú, complementada por la Autopista del Sol, la **Avenida Pedro Aguirre Cerda** y el **Camino Lonquén**. La **Avenida Lo Espejo** es utilizada particularmente por los camiones que se mueven entre Maipú-Cerrillos y la Ruta 5. Otros caminos importantes dentro de la red analizada son la **Ruta 68** y la **Ruta G204** (Camino Noviciado). Todas estas vías, a excepción de las dos últimas mencionadas forman parte de la dinámica urbana, con algunos tramos de carácter suburbano, dados por la presencia de sectores industriales con baja densidad habitacional..

En la Figura II.4.1 se presenta la red relevante, cual ha sido considerada en la modelación de la Situación Actual 2001. A ésta se incorpora en forma complementaria toda la red estratégica urbana representativa de Santiago, y las redes estratégicas de Melipilla, El Monte, Talagante y Peñaflores-Malloco. Se puede deducir que la red estructurante (y pavimentada) no posee la densidad o alternativas suficientes como para formar parte de una trama urbana. En efecto, se trata de vías que fueron diseñadas para servir a viajes de mediana y larga distancia (interregionales e intercomunales), pero que son insuficientes para la capacidad vial que requiere el fenómeno de conurbación que se está produciendo en el eje, y que requiere la presencia de una malla vial con una dinámica urbana.

V.2. Oferta Vial y de Transporte Público: Red Proyectada

Con la ejecución de los proyectos de concesión, y algunas obras complementarias, se concretarán cambios importantes en la vialidad urbana y de acceso a Santiago, involucrando al sector sur-poniente de la Región Metropolitana. En la Figura II.5.1 se destacan los proyectos relevantes que estarán materializados con una alta probabilidad el año 2012, y que por lo tanto han sido considerados en la modelación de la red “Situación Base”, para el presente análisis.

Si bien estos proyectos son un refuerzo para la conexión de tipo interprovincial y en menor medida intercomunal, no solucionan el problema que plantea la urbanización del sector bajo análisis. En



este sentido, la operación del Melitrén ofrece una nueva alternativa para los viajes dentro del área sur-poniente, y en su relación con Santiago. Sin embargo, este servicio presenta limitaciones conocidas, como su bajo nivel de accesibilidad que requiere el uso de modos combinados, además de su capacidad limitada. Por otro lado, las autopistas Norte-Sur, General Velazquez y Américo Vespucio aumentaran la capacidad y nivel de operación, lo cual será absorbido por el crecimiento tendencial del tráfico de los viajes desde el sur, y urbanos de Santiago. Finalmente, un probable proyecto de enlaces desnivelados en el Camino de Melipilla Antiguo, entre Padre Hurtado y Maipú mejorará sustancialmente la operación y capacidad del eje, pero esto se ve contrarrestado por el carácter urbano y los altos niveles de congestión que se proyectan para el resto del eje, entre Maipú y Santiago. El resto de los proyectos de la base no son de carácter estructurante, y significan mejoras menores en la red.

Figura II.4.1 Red Vial Relevante

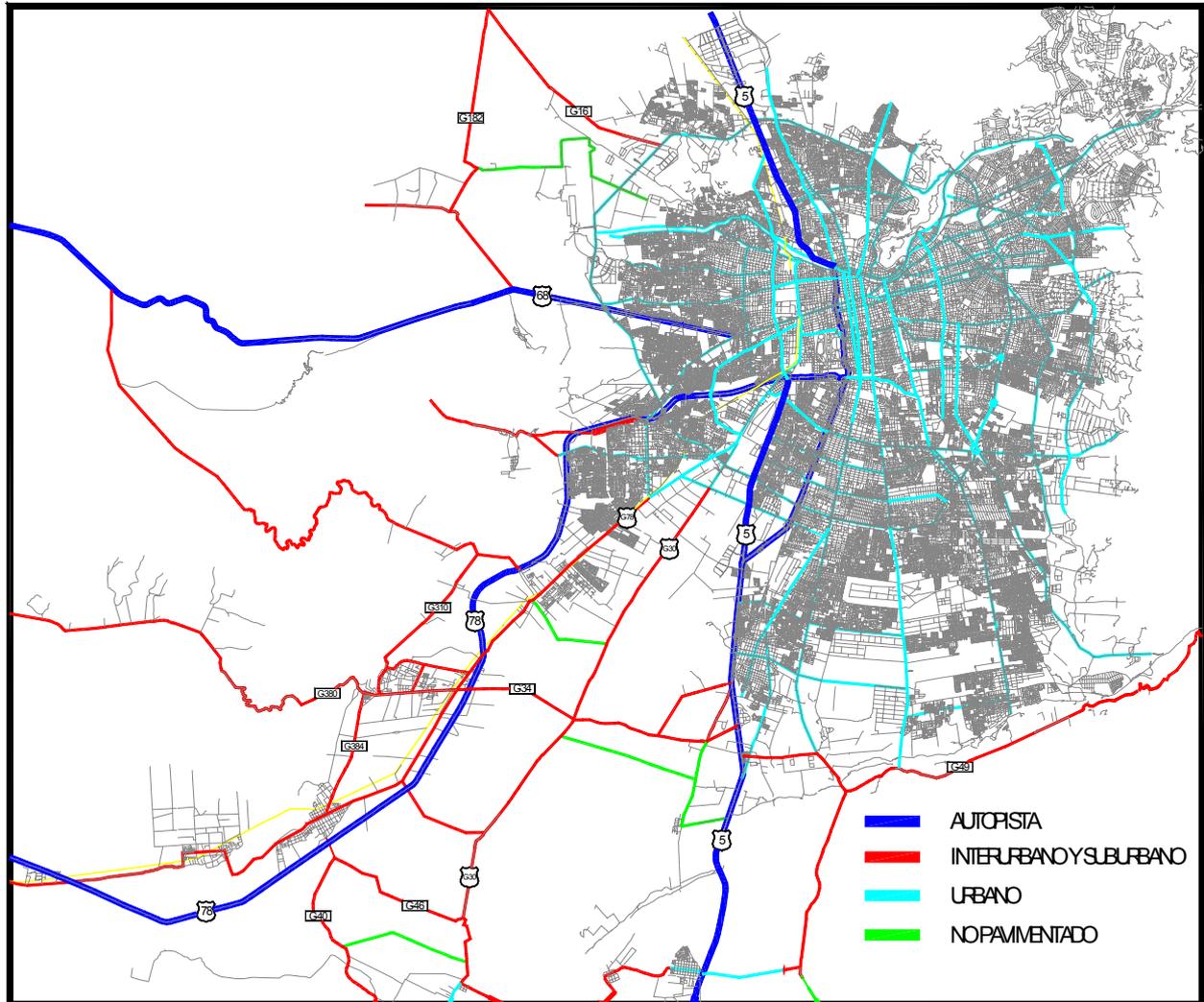
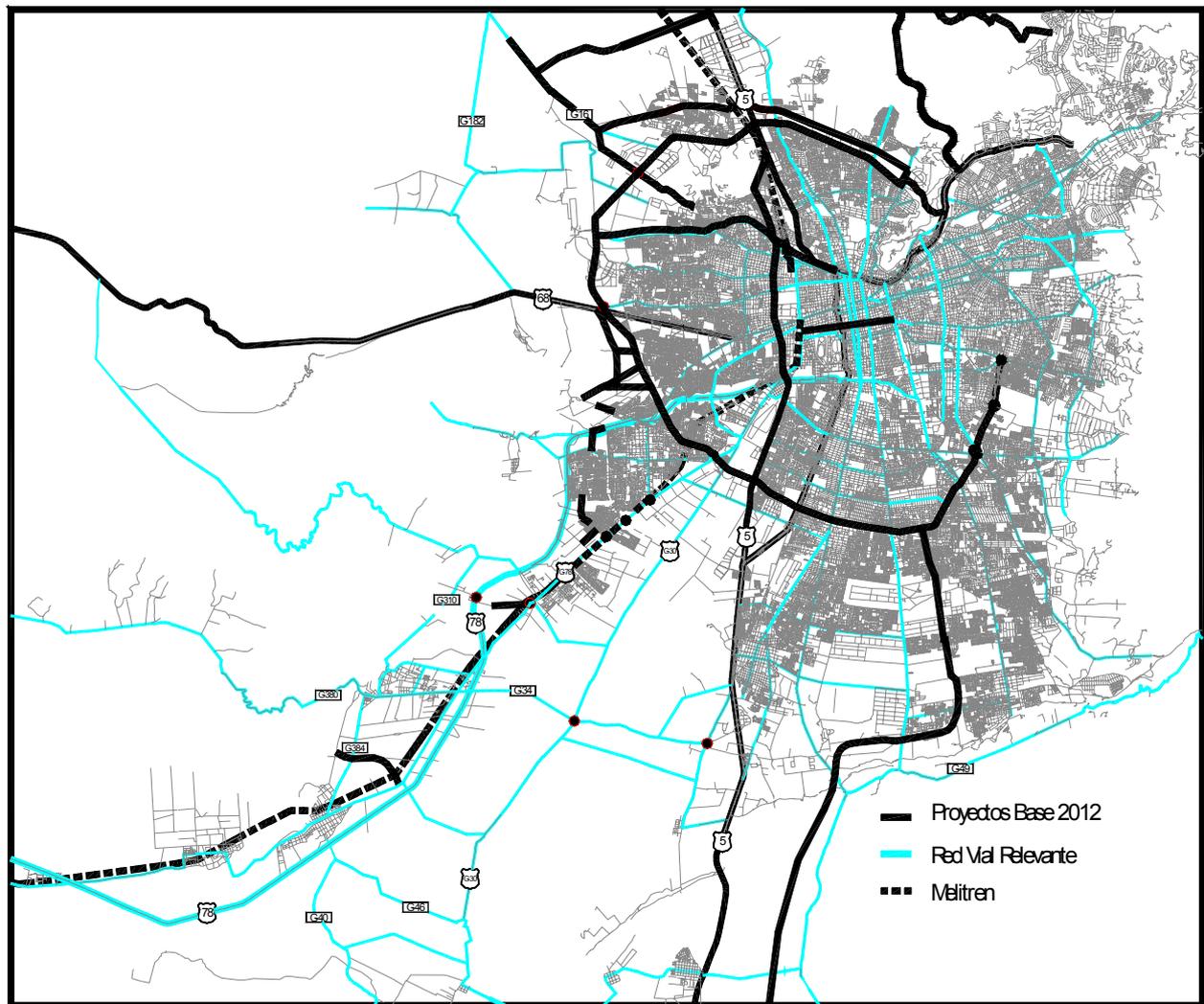




Figura II.5.1 Red Base Proyectada Año 2012





ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE PLANIFICACIÓN PARA LA MACRO ZONA CENTRAL
ETAPA I: ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE DE LAS PROVINCIAS SECTOR SUR
PONIENTE REGIÓN METROPOLITANA



V.3. Definición de Escenarios de Simulación

Para la simulación y obtención de resultados de transporte, se definieron 4 escenarios, correspondientes a distintas situaciones de oferta y demanda de viajes, para el corte temporal 2012. Los escenarios fueron codificados y simulados con el modelo Stgo-EMME/2.

Definición Escenarios Modelados, Corte temporal 2012, Período Punta Mañana

Código	Escenario	Demanda	Oferta
1	Base	Sin localización suburbana	Proyectos Base
2	Expansión	Con Localización Suburbana	Proyectos Base
3	Mitigación – Alternativa A	Con Localización Suburbana	Proyectos Base + Alternativa A
4	Mitigación - Alternativa B	Con Localización Suburbana	Proyectos Base + Alternativa B

El **Escenario 1** contempla como supuesto que no se realizará una expansión urbana hacia los megaproyectos inmobiliarios en las actuales zonas rurales. Vale decir, el crecimiento de hogares y actividades se localizará dentro del actual perímetro urbano. La oferta del Escenario 1 corresponde a la red que incluye todos los proyectos definidos en la base de proyectos para la Región Metropolitana. El supuesto para la caracterización de la oferta vial y de transporte público, fue incluir un conjunto de proyectos analizados por las diferentes carteras ministeriales, pensados para satisfacer los requerimientos de las futuras demandas de transporte de la Región Metropolitana, pero que no apuntan directamente a solucionar el problema de expansión urbana expuesto en el presente estudio

El **Escenario 2** permite simular los efectos de la localización en proyectos inmobiliarios y nuevas actividades en la zona de expansión poniente de Santiago, y en el eje Sur-Poniente. La demanda corresponde a los vectores de Origen-Destino estimados bajo los supuestos y los resultados del modelo de localización, y transformados a viajes de acuerdo a los modelos de generación interurbanos y a los modelos de Etraus para el caso de la expansión poniente de Santiago. La oferta vial y de transporte público es equivalente en este caso a la del Escenario 1, incluyendo además los proyectos mínimos de accesibilidad a los nuevos desarrollos inmobiliarios. La modelación de este escenario permite apreciar si realmente existe un desequilibrio entre los proyectos viales a materializarse en el mediano y largo plazo, y la proyección de la demanda de viajes dados los nuevos emplazamientos de la población.

El **Escenario 3** se ha modelado para calcular los beneficios de las medidas de mitigación viales propuestas para mitigar el impacto de los desarrollos inmobiliarios en las zonas de expansión. La



demanda está definida por los vectores O/D obtenidos bajo los supuestos de expansión, (vectores equivalentes al Escenario 2). La oferta incluye la codificación de los proyectos de mitigación, definidos como Alternativa A. Dicha alternativa propone proyectos de carácter estructurante para la red analizada, cuyo propósito es agregar vialidad alternativa a la existente, de tal manera de absorber los impactos provocados por la localización de hogares y actividades en el sector.

El **Escenario 4** mantiene la Demanda de los escenarios 2 y 3, representada en los vectores O/D que incorporan viajes producto de la expansión. Por el lado de la oferta, esta alternativa no propone mayores cambios en la vialidad estructurante en el sector en estudio. Más bien está enfocada a mejorar la capacidad y la gestión de los ejes existentes y en los generados en la Situación Base.

VI. Resumen: Resultados y Conclusiones del Estudio

VI.1. Resultados Escenario 2 (Expansión)

La modelación de transporte del Escenario 2 permite visualizar las condiciones bajo las cuales operará el sistema de transporte, suponiendo un escenario de demanda de expansión urbana, y considerando que **no se implementarían obras viales de mitigación** complementarias a la vialidad base estipulada. La idea es determinar los puntos de conflicto en las rutas que conforman la red de acceso entre el sector Sur-Poniente y Santiago .

VI.1.1. Demanda de Viajes

➤ Area Sur-Poniente

Tabla II.7.1

Crecimiento Viajes Por Modo, Red Sur-Poniente

Viajes/hora, Período Punta Mañana

Modo	Situación Actual		Escenario 2		Crecimiento 2001-2012
	Año 2001	%	Año 2012	%	
Tren			8457	33,43	
Bus	8237	59,06	9277	36,67	12,63
Auto	5710	40,94	566	29,91	32,50
Total	13947		25300		81,40

En la Tabla N° II.7.1 se presenta los viajes totales, y la partición modal global obtenida del modelo secuencial, para el área sur-poniente. Se destaca el crecimiento de los viajes de un 81.4%, cifra que es absorbida en gran parte por el modo Tren (8.500 viajes). A pesar de que el tren absorbe gran cantidad de los potenciales usuarios de auto y bus, estos también denotan un crecimiento, estimado en un 32.5% (modo auto) y de un 12,63% (modo bus) en el período.

Las tablas siguientes se presentan en formato de macrozonas, cuyo diagrama de la agregación se indica en la Figura II.3.1. Es importante señalar la alta participación del transporte público proyectada en el área sur-poniente, en donde se estima un 60% de uso del modo tren, con respecto al total de los viajes generados, en la zona 1 (Melipilla, El Paico, El Monte), más un 24%

de uso de bus, totalizando un 84% de uso de transporte público. En las zonas 2 y 3 (Talagante hasta Padre Hurtado), este porcentaje es de un 70% aproximadamente.

Tabla II.7.2

Partición Modal, Megazonas Red Sur-Poniente

Viajes/hora, Período Punta Mañana, Corte 2012, Escenario 2

Código	Megazona	AUTO	%	BUS	%	TREN	%	Total
1	Melipilla-El Paico-El Monte	633	16,04	962	24,39	2349	59,57	3944
2	Talagante-Isla de Maipo-Lonquén	1047	26,06	1561	38,84	1411	35,11	4020
3	Peñaflor-Mallico-P Hurtado	1815	31,77	1615	28,26	2284	39,97	5713
4	C de Tango-San Bernardo	1271	31,78	1639	40,99	1089	27,23	3999
5	Paine-Buin-Linderos	1831	42,98	2429	57,02	0	0,00	4260
6	Santiago Anillo Ext. A Vespucio	158	25,77	284	46,37	171	27,85	613
7	Santiago Anillo Int. A Vespucio	516	18,74	1124	40,84	1112	40,42	2752
	Total	7271		9614		8416		25301

Se aprecia que un gran porcentaje de los viajes se dirige a zonas ubicadas dentro del mismo sector Sur-Poniente. Por ejemplo, la zona Melipilla genera un total de 3944 viajes, de los cuales sólo 1400 tienen como destino Santiago, repartiéndose el resto dentro del área sur-poniente. Esta zona presenta una fuerte relación con Talagante-Isla de Maipo (1104 viajes) y con Peñaflor-Mallico Padre Hurtado (753 viajes). La tendencia anterior se refleja en el comportamiento de las megazonas 2 y 3, con una relación con Santiago que bordea el 40% de los viajes generados. La megazona 4 mantiene una fuerte relación con el resto del área sur-poniente, mientras que Paine y Buin presentarían una mayor tendencia a generar viajes a Santiago (3000 viajes, representando el 70% del total de viajes generados).

Tabla N° II.7.3

Distribución de Viajes, Eje Sur Poniente

Punta Mañana 2012, Escenario 2, Total Viajes

Código	Origen	Destino							TOTAL
		1	2	3	4	5	6	7	
1	Melipilla-El Paico-El Monte	274	1104	753	318	87	267	1142	3944



2	Talagante-Isla de Maipo-Lonquén	464	462	608	277	118	347	1744	4020
3	Peñaflor-Malloco-P Hurtado	992	1532	529	441	652	260	1308	5714
4	C de Tango-San Bernardo	791	993	529	191	546	139	810	3999
5	Paine-Buín-Linderos	53	368	484	294	68	536	2455	4261
6	Santiago Anillo Ext. A Vespuccio	85	189	79	45	214	0	0	613
7	Santiago Anillo Int. A Vespuccio	510	1058	466	167	550	0	0	2752
Total		3169	5706	3448	1733	2234	1549	7459	25302

➤ **Área de Expansión Poniente**

La partición modal proyecta algunas diferencias en los usos de los modos, lo que se encuentra fuertemente ligado a la estructura de los estratos de ingreso en cada zona modelada. Es así como el uso del auto varía entre un 13 % en El Noviciado, y un 60% en Chacabuco Oriente. En el contexto global, las zonas en expansión presentaran un total de 35.000 autos, con una participación de un 43% sobre el total de modos (considerando autochofer y acompañantes). Por otro lado, el modo Bus es el más utilizado, con un porcentaje de un 50% (bus y bus-metro), y un total de 74.000 viajes. También su uso es variado dependiendo del estrato socioeconómico de la zona de origen, variando entre un 87% (El Noviciado), y un 36% (Quilicura Poniente).

Tabla II.7.4

Partición Modal Sector Expansión Poniente (viajes/hora)

Escenario 2, Punta mañana, año 2012

Zonas Urbanas	Auto Chofer	%	Auto Acomp	%	Bus	%	Bus Metro	%	Otros Modos	%	Total
Chacabuco Oriente	9362	30,99	8860	29,33	11135	36,86	485	1,60	365	1,21	30207
Chacabuco Poniente	3845	12,89	3825	12,82	21173	70,97	831	2,78	162	0,54	29836
Quilicura Norte	4757	23,35	4030	19,78	7089	34,79	150	0,74	4350	21,35	20376
Quilicura Poniente	971	23,79	687	16,84	1329	32,55	59	1,43	1037	25,39	4083
Renca	276	15,87	237	13,66	1169	67,26	23	1,33	33	1,88	1738
Pudahuel	5962	26,18	3734	16,40	10513	46,16	246	1,08	2318	10,18	22773



El Noviciado/Lo Aguirre	264	5,23	382	7,56	4132	81,83	258	5,12	13	0,26	5049
Maipú Norte	7035	29,36	5524	23,06	9913	41,38	1007	4,20	480	2,00	23959
Maipú	761	25,25	645	21,42	1458	48,38	91	3,01	58	1,94	3013
Maipú Poniente	1801	25,14	1405	19,61	2887	40,30	272	3,79	799	11,15	7164
Total Expansión	35034	23,64	29330	19,79	70798	47,77	3420	2,31	9615	6,49	148197

Nota: los valores totales de esta tabla difieren con respecto a la Tabla II.3.3, debido a que en la presente tabla se incluyen los viajes generados por todos los hogares en las zonas en expansión, mientras que en la Tabla II.3.3 se indican sólo los incrementos en el período de análisis (2001-2012)

Se verifica que los destinos más recurrentes de los viajes analizados, corresponden a zonas ubicadas en Santiago Poniente, lo que se explica por la cercanía del área en estudio, con el sector poniente de la capital. Otros destinos importantes son Santiago Centro y Santiago oriente.

Tablall.7.5

Distribución de viajes,Zonas de expansión Poniente

Total viajes, período peak, corte 2012

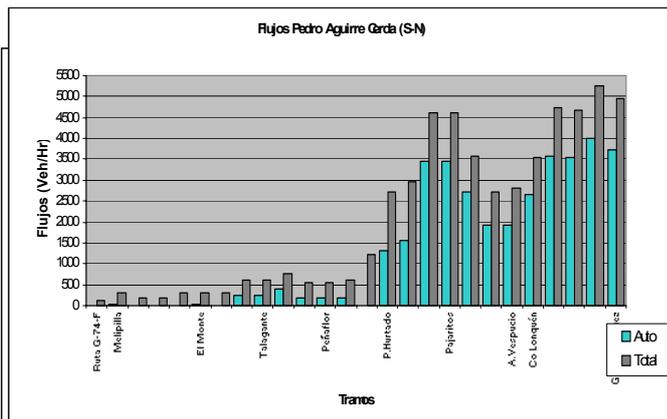
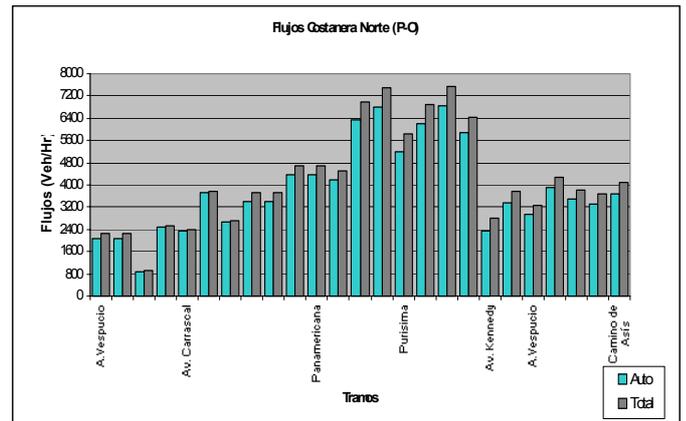
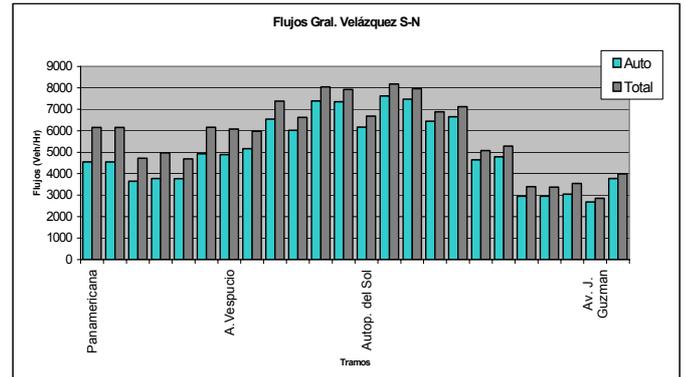
O/D	Stgo Oriente	Stgo Sur -Oriente	Stgo Centro	Stgo Norte	Stgo Poniente	Stgo Sur -Poniente	Total
Chacabuco Oriente	11390	939	6085	3547	5374	2871	30207
Chacabuco Poniente	6194	555	6353	6012	10204	518	29835
Quilicura Norte	1497	279	3474	7484	7080	531	20345
Quilicura Poniente	123	17	410	1939	1538	49	4076
Pudahuel/Renca	1143	117	2870	1014	18465	896	24505
El Noviciado/Lo Aguirre	511	92	1156	268	2836	187	5049
Maipú Norte	2631	863	8259	2956	5342	3779	23830
Maipú	321	125	939	133	698	797	3014
Maipú Poniente	431	462	1388	223	292	4367	7164
Total Expansión	24241	3449	30935	23576	51828	13996	148024

VI.1.2. Asignación a la Red

Las figuras N° II.7.5 y II.7.6 corresponden a la representación del flujo equivalente del período punta mañana, corte 2012. En esta figura se puede observar que los grandes movimientos de flujo



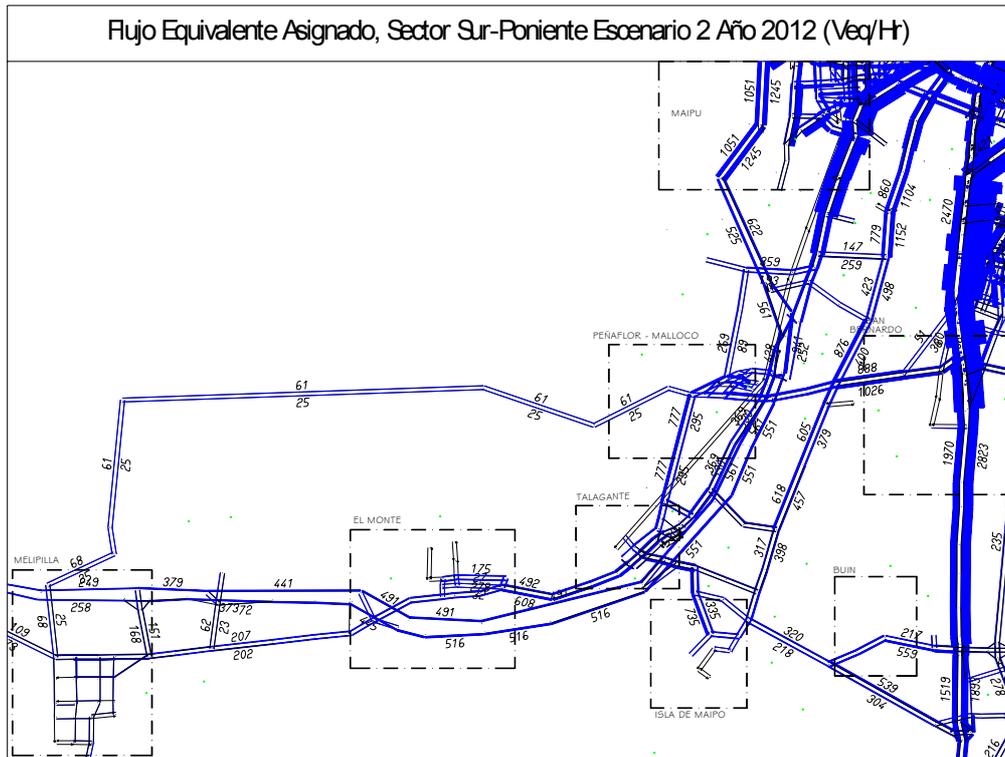
desde el sur-poniente a Santiago se realizarán por la Ruta 5 y posteriormente por la “Autopista Norte-Sur (autopista Central)”. En los tramos más cargados se superarán los 2000 veh/hr, por el concepto de flujo interurbano.

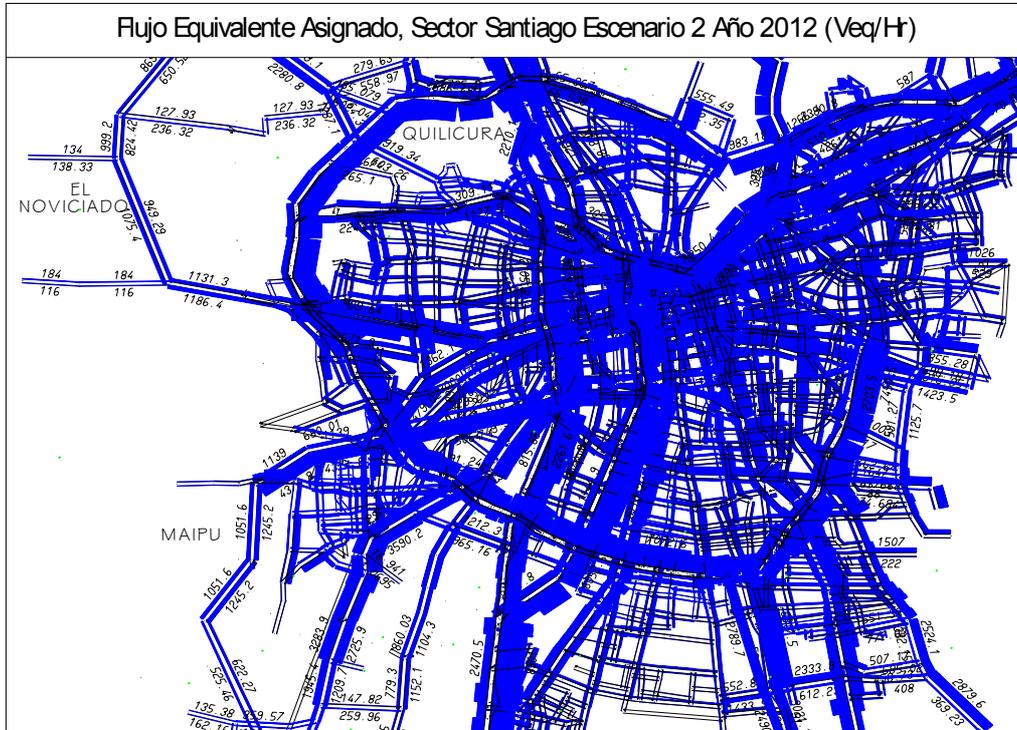


Flujo, Diversos Ejes Escenario 2.

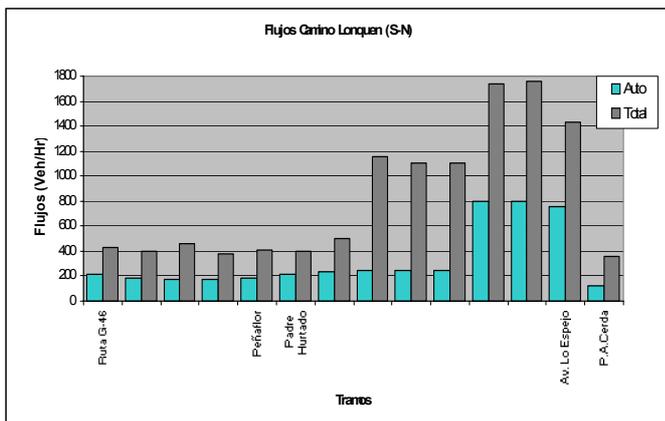
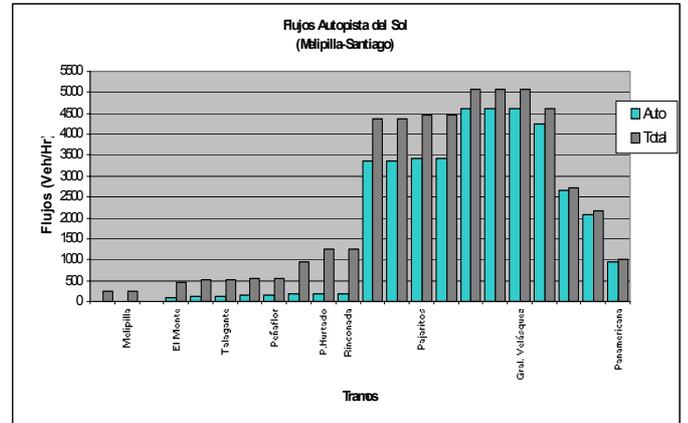
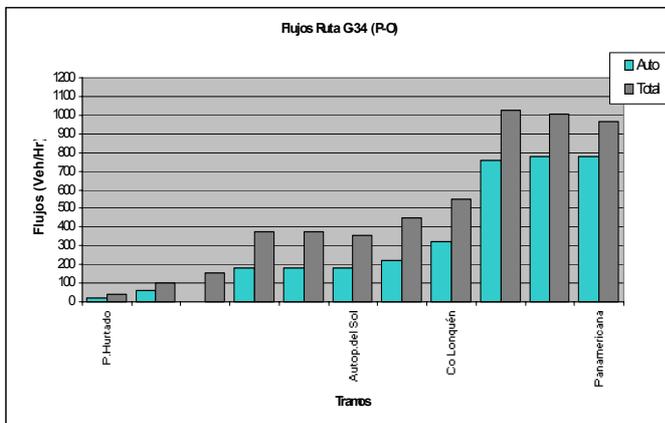


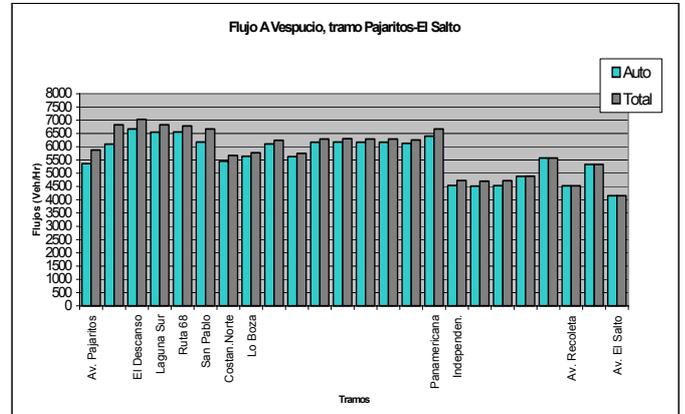
Figuras II.7.5 y II.7.6, Red Con Flujos Asignados Escenario 2





Figuras II.7.7 a II.7.10: Perfiles de Flujo Asignado, Diversos Ejes, Escenario 2 (Continuación)



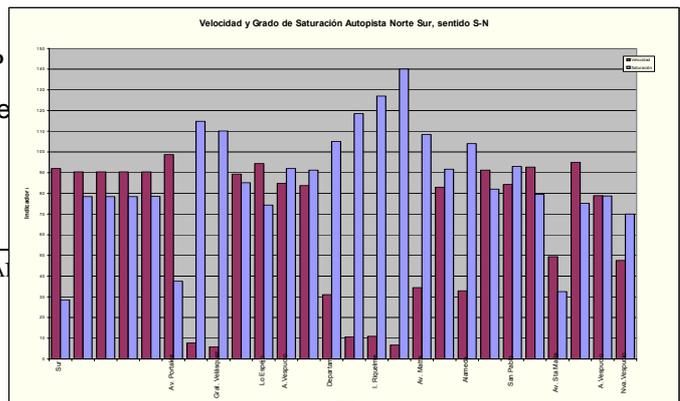
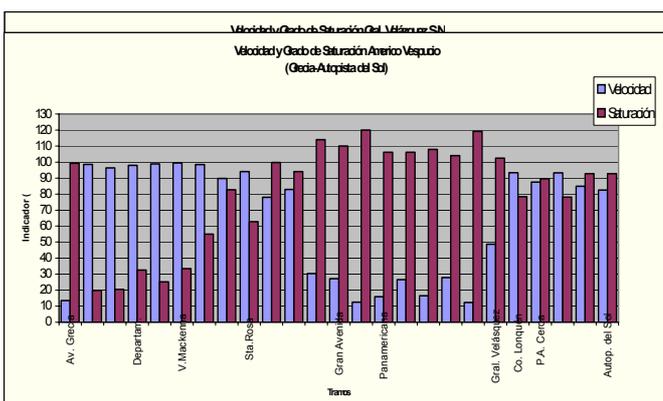


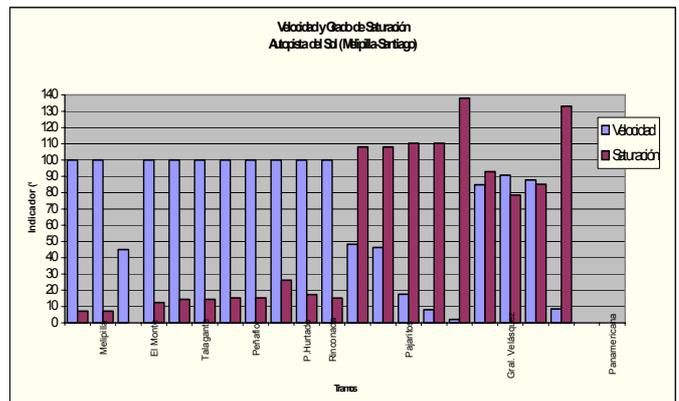
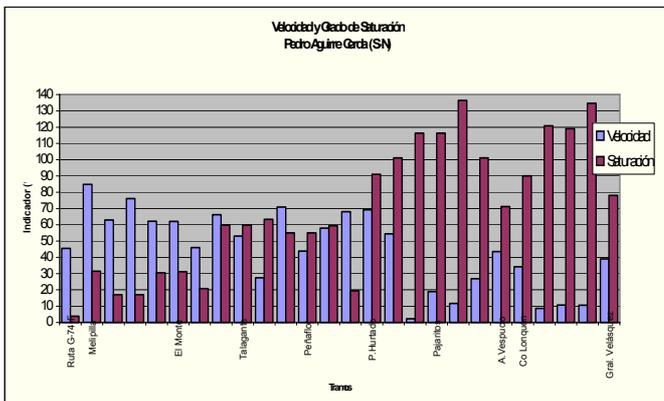
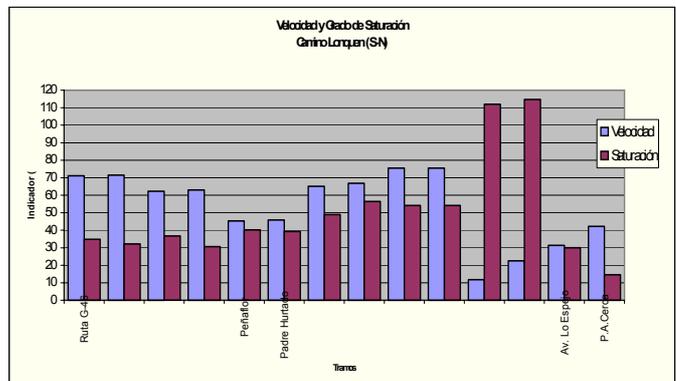
VI.1.3. Identificación conflictos

Los conflictos se producen en aquellos tramos de ruta sometidos a cargas vehiculares cercanas (o que sobrepasan) a la capacidad. Esto se traduce en notables disminuciones de la velocidad, con respecto al estándar de diseño, lo que aumenta artificialmente los tiempos de viajes óptimos de los usuarios de las vías, y consecuentemente el consumo de recursos, dadas las bajas velocidades de circulación y el aumento de detenciones, aceleraciones y desaceleraciones. Para el presente caso, los grados de conflicto en las vías se analizaran desde la perspectiva de la velocidad de circulación efectiva, y del grado de saturación. Usualmente se considera que una vía presenta problemas de congestión cuando el grado de saturación sobrepasa el rango de un 70% a un 80%.

En las figuras N° II.7.11 a II.7.16, se presentan los perfiles de velocidad y grado de saturación de las vías de acceso a Santiago desde el sur-poniente. En dichas figuras se aprecia que la red presenta bastantes conflictos, sobre todo en tramos que serán utilizados por los usuarios que se localizarán en el área sur-poniente y que transitarán por estas vías en el período peak.

En las figuras N° II.7.17 y II.7.18 se observan los tramos de la red categorizados según rangos de grado de saturación. Los arcos de color rojo representan un grado de saturación mayor al 80%. Un resumen de los tramos congestionados es el siguiente:







Figuras II.7.17 y II.17.18

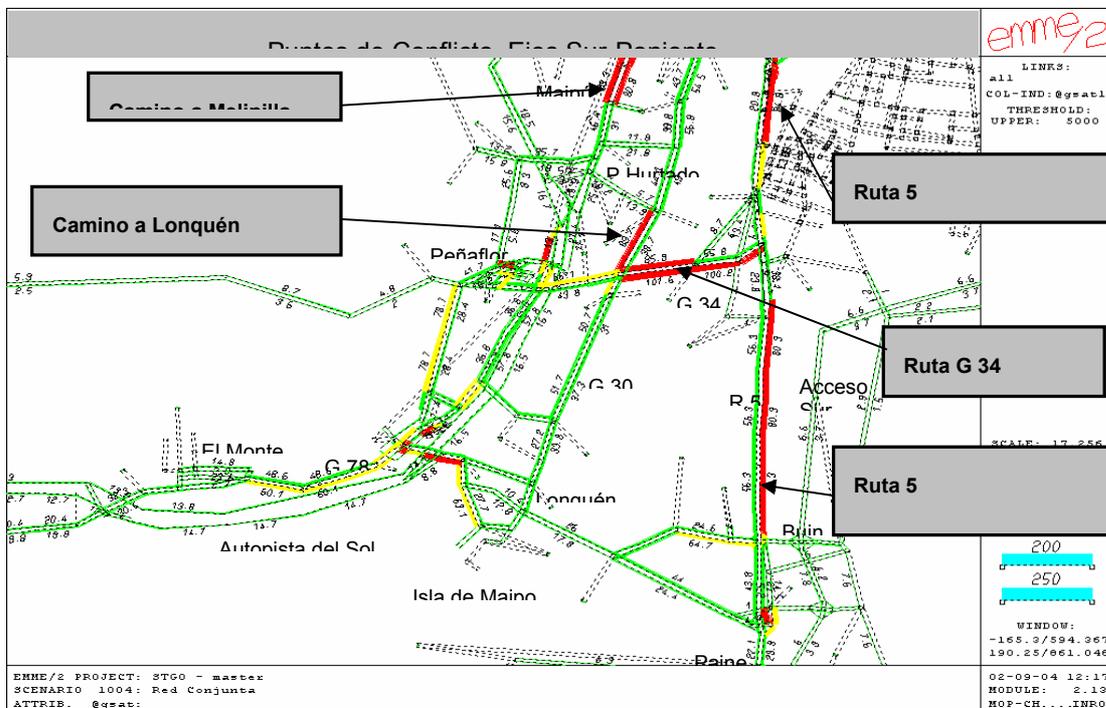
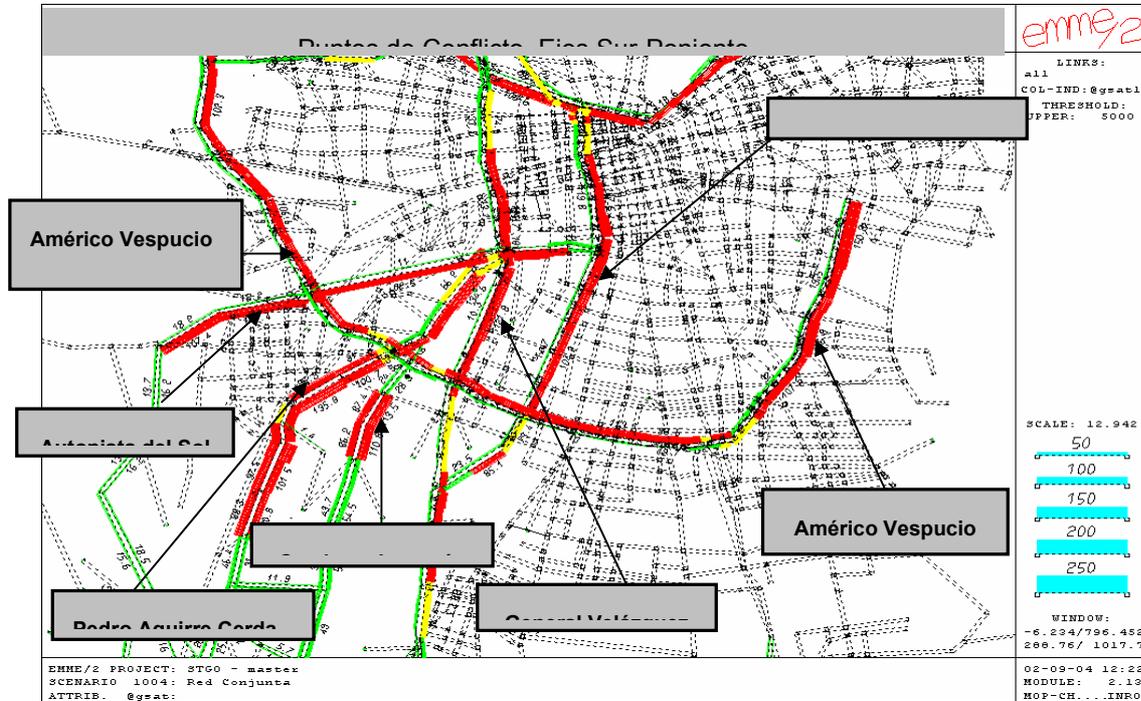


Tabla Nº II.7.6

Indices de Servicio Principales Vías de la Red de Modelación, Escenario 2

Ruta	Tramo	Longitud (km)	Velocidad (km/hr)	Velocidad 1 (km/hr)	Saturación (%)	Saturación 1 (%)
Autopista Norte-Sur	Mapocho -Cruce G34	23.37	94.91	98.41	28.56	21.86
Autopista Norte-Sur	Cruce G34 - Hospital	34.95	93.45	92.48	37.47	36.74
Autopista Norte-Sur	Hospital - Cruce G34	28.9	93.42	92.23	55.84	55.00
Autopista Norte-Sur	Cruce G34 - Mapocho	21.97	57.12	64.00	94.67	92.66
General Velazquez	Norte –Sur	20.41	92.54	96.86	14.25	17.31
General Velazquez	Sur-Norte	20.41	70.61	66.55	82.87	85.54
Américo Vespucio	Av Grecia - Autopista del Sol	24.5	70.42	74.39	76.35	72.22
Américo Vespucio	Autopista del Sol - Ruta 68	7.61	38.54	38.45	129.96	108.18
Américo Vespucio	Ruta 68 - El Salto	20.94	72.53	76.34	91.34	91.02
Américo Vespucio	El Salto -- Ruta 68	20.94	96.68	97.74	19.85	19.85
Américo Vespucio	Ruta 68 - Autopista del Sol	7.61	97.25	98.01	28.33	24.10
Américo Vespucio	Autopista del Sol - Av Grecia	24.5	77.26	71.86	55.67	62.85
Costanera Norte	Purísima - A Vespucio	13.95	99.83	99.80	8.98	11.35
Costanera Norte	A Vespucio - Purísima	13.95	80.57	79.57	72.28	74.64
Lonquén	G46 - Padre Hurtado	18.29	61.38	60.85	39.92	38.48
Lonquén	Padre Hurtado - P Aguirre Cerda	6.19	43.12	39.75	63.26	65.63
Lonquén	P Aguirre Cerda - Padre Hurtado	6.19	55.57	52.71	48.15	49.77
Lonquén	Padre Hurtado - G46	18.29	65.76	63.28	47.72	50.78
Camino Melipilla	Melipilla - Ciudad Satélite	51.94	58.10	66.11	35.26	35.59
Camino Melipilla	Ciudad Satélite - C Valdovinos	17.59	28.85	32.65	103.96	103.72
Camino Melipilla	C Valdovinos - C Satélite	17.59	43.71	47.92	75.21	74.42
Camino Melipilla	C Satélite - Melipilla	51.6	58.90	65.28	36.40	36.99



Autopista del Sol	Melipilla - Rinconada Maipú	66.04	94.76	99.46	12.80	13.95
Autopista del Sol	Rinconada Maipú - Autopista Norte Sur	17.84	39.40	63.80	82.89	76.00
Autopista del Sol	Autopista Norte Sur - Rinconada	17.84	77.21	88.17	15.36	15.18
Autopista del Sol	Rinconada - Melipilla	66.04	95.83	99.15	12.00	12.70
Ruta 68	Lo Prado - Gral Velazquez	29.28	49.02	82.21	55.19	25.55
Ruta 68	Gral Velazquez - Lo Prado	29.28	67.08	88.66	29.70	15.17
Pajaritos	P Aguirre C - Alameda	10.35	40.50	41.38	51.05	54.06
Pajaritos	Alameda - P A Cerda	10.35	23.23	20.99	86.32	99.12
Ruta G-34	Poniente -Oriente	19.79	47.03	52.65	39.28	52.65
Ruta G-34	Oriente - Poniente	19.79	44.63	65.14	57.72	65.14

Velocidad :Promedio por arco.

Velocidad 1: Velocidad ponderada por longitud.

Grado de Saturación: Promedio por arco.

Grado de Saturación 1: Ponderado por longitud.

VII. Resumen: Resultados y Conclusiones del Estudio

VII.1. Proyectos de Mitigación

Los resultados obtenidos con la simulación de la situación base de oferta vial han permitido visualizar los problemas que presenta la red estratégica para el sector sur-poniente, dado los requerimientos de viajes que se proyectan para el corte temporal 2012. En base a esto, se diseñaron dos planes de proyectos denominados Alternativa A y B, con los que se pretende dar luces acerca del tipo de proyectos viales que se requiere para disminuir los problemas de congestión detectados, y además estimar el volumen y costo de construcción de las obras requeridas.

VII.1.1. Alternativa A

La Alternativa A corresponde a un plan de proyectos de medidas de mitigación que tiene por objetivo definir una infraestructura vial alternativa a la actualmente existente (y proyectada) para servir los viajes generados en el área Sur-Poniente de la R.M. En este contexto, los proyectos viales que componen el plan, funcionarán como reforzamiento a las actuales vías estructurantes, pero además se pretende optimizar el uso las rutas de acceso a Santiago (Autopista Norte-Sur, Autopista del Sol, Costanera Norte).

Tabla II.8.1

Costos Construcción Alternativas de Mitigación

Alternativa A

	Proyecto	Longitud (km)	Estándar	Costo (MMUS\$)
1	Ruta de las Cargas	23.2	Autovía, 2 pistas por sentido, V= 70 km/hr	38.64
2	Extensión Nueva Vespucio	2.50	Autovía, 2 pistas por sentido, V= 70 km/hr	4.46
3	Proyección Costanera Norte	3.12	Autovía, 2 pistas por sentido, V= 80 km/hr	4.47
4	La Farfana - Maipú	4.22	Troncal, 2 pistas por lado, V=50 km/hr	8.96
5	Maipú –Pudahuel - Costanera Norte	7.18	Troncal y Autovía, 2 pistas por lado, V=60 km/hr	10.93
6	Interconexión Autopista del Sol-General Velásquez	11.63	Autovía, 2 pistas por sentido, V= 80 km/hr	17.78
7	Ruta de las Cargas-Sistema Norte Sur	2.86	Autovía, 2 pistas por sentido, V= 80 km/hr	3.86



8	Longitudinal El Monte – Maipú	23.41	Autovía, 2 pistas por sentido, V= 80 km/hr	29.60
9	Enlaces Desnivelados			112.9
Total				231.6

Alternativa B

1	Pavimentación Camino Noviciado	3.984	Autovía, 1 pista por sentido, V= 70 km/hr	6.83
2	Pavimentación Avda San Pablo	0.72	Autovía, 2 pistas por sentido, V= 70 km/h	0.92
3	Desniveles Autopista El Sol		2 enlaces, 2 mejoramientos accesos	16.77
4	Mejoramiento Camino La Rinconada	3.77	Autovía, 2 pistas por sentido, V= 70 km/hr	8.59
5	Mejoramiento Camino Lo Espejo	5.05	Autovía, 2 pistas por sentido, V= 70 km/hr	7.18
6	Mejoramiento Camino Lonquén	6.13	Autopvía, 3 pistas por sentido, V=70 km/hr	12.62
7	Mejoramiento Gestión Cno Melipilla	1.53	Troncal, v=60 km/hr	1.63
8	By Pass Talagante	3.54	Autovía, 80 km/hr, 2 pistas sentido	14.95
9	Otros Enlaces			7.28
Total				76.78

Nota: Valores en \$ 2001

a) Ruta de Las Cargas

Es un proyecto que atraviesa las zonas de expansión urbana poniente de Santiago. Estas son: Lampa, Quilicura, El Noviciado, Aeropuerto, Pudahuel Poniente y Maipú. El proyecto comienza en la actual Ruta G-16, Camino Lo Echevers , a la altura del kilómetro 7.2. En este punto se encuentra el cruce proyectado entre El actual Camino Lo Echevers, y La Ruta La Montaña. El Proyecto finaliza en el cruce de La Autopista del Sol con el actual camino Vecinal El Bosque. Su extensión es de 22.8 kilómetros.



El camino se ha pensado como una Autovía de 2 pistas por sentido, y se propone que los cruces con la rutas existentes sean con enlaces desnivelados, de manera de darle continuidad a la Ruta en toda su extensión, y no entorpecer la operación de los caminos con los cuales se producen cruzamientos. En el tramo más cargado (La Farfana, Extensión Costanera Norte) se ha definido la operación de 3 pistas en el sentido Sur-Norte. Como se aprecia, la idea es generar una ruta de acceso para el área de expansión urbana de Maipú, que sea alternativa a las actuales (principalmente Autopista del Sol y Américo Vespucio) vías, que en el Escenario 2012 se operarán con altos grados de ocupación y congestión. Esta nueva ruta permitirá conectar la zona mencionada en forma muy directa con las autopistas Ruta 68 y Costanera Norte, permitiendo nuevos accesos al centro de Santiago, y mitigando así el aumento de costos de transporte de los usuarios que usan las vías actuales. También se generará una alternativa para conectar el área sur-poniente de la región, con el área norte de Santiago y la Provincia de Chacabuco, sin la necesidad de utilizar la Autopista Américo Vespucio, que se presenta como la única alternativa de conexión entre estas dos megazonas, sin pasar por el centro de Santiago. Finalmente, constituye una vía de acceso a los desarrollos inmobiliarios ubicados en el lado poniente de Américo Vespucio y el Aeropuerto,

Se han definido 3 proyectos complementarios a la Ruta de las Cargas, que tienen por objetivo lograr que este eje opere como una conexión entre grandes focos de expansión urbana.

Extensión Nueva Vespucio: Proyecto que conectará la zona de expansión urbana norte de Quilicura con el proyecto Ruta de las Cargas, mediante la proyección de la calle Lo Marcoleta-Toesca hacia el poniente de la Ruta G-16. Esta ruta es la extensión natural del proyecto “Nueva Vespucio”, surgido como medida de mitigación del impacto vial provocado por la urbanización de la Provincia de Chacabuco.

Proyección Costanera Norte: Se propone proyectar la actual Costanera Norte diseñada hasta Américo Vespucio, extendiéndola hacia el poniente, hasta conectar con el Proyecto Ruta de las Cargas. La operación de este tramo se ha definido como una autovía de 2 pistas por sentido, con cruces desnivelados en el empalme con la Costanera Norte (proyecto actual), a la altura de Américo Vespucio, y en la conexión con la Ruta de las cargas. La extensión de esta vía es de 7.8 kilómetros, y se ha considerado el trazado definido en el Plan Regulador.

Proyección Maipú-La Farfana: Con este proyecto se propone conectar el sector Nor-Poniente de Maipú, sector Camino Rinconada / 3 Poniente, con la Ruta de las Cargas, en el sector La Farfana; y proporcionar así una nueva vía de acceso al centro de Santiago, a Quilicura y a Chacabuco. Utilizando la franja de Avenida 3 Poniente, y un atraveso por la Autopista del Sol (ya existente), se conecta con la Ruta de las Cargas mediante un enlace a desnivel.

b) Sistema Interconcesión Autopista del Sol, General Velazquez



Este proyecto cumple con 2 objetivos, el primero es generar accesibilidad al sector de expansión sur de Maipú hacia las vías estructurantes (Autopista del Sol, Pedro Aguirre Cerda, Ruta G30). Un segundo objetivo es darle continuidad a la Ruta de las Cargas, conectándola con ejes estructurantes del sur de Santiago: Autopista del Sol, Pedro Aguirre Cerda, Ruta G30, Ruta 5 y Autopista Sistema Norte-Sur. El proyecto operará como una autovía con 2 pistas por sentido, con una longitud total de 11.6 kilómetros. Utiliza las actuales fajas de los caminos rurales “Vecinal el Bosque”, “Húsares de la Muerte”, “Michimalonco” y “1ra Transversal”. El proyecto contempla 7 enlaces a desnivel, que asegura no interferir con el resto de las vías, y una accesibilidad a sectores de expansión urbana.:

c) Conexión Ruta de las Cargas – Sistema Norte Sur

A partir del kilómetro 7.5 de la Interconcesión Autopista El Sol – Sistema Norte Sur, se ha proyectado una extensión de 3.0 kilómetros (2 pistas por sentido), que conectará el proyecto propuesto con la Autopista Sistema Norte-Sur. La conexión se puede realizar en el paso a desnivel “Lo Blanco” de la Autopista Norte-Sur. Con esta conexión, se logrará darle continuidad a la Ruta de las cargas hacia el sector sur de Santiago, y conectar en forma más directa el área de Maipú con el sur de Santiago, lo cual se realiza en la actualidad por Lo Espejo y Américo Vespucio.

d) Longitudinal Maipú – El Monte

Este proyecto cumple el objetivo de ser una alternativa al actual Camino a Melipilla (Ruta 78 antigua), para conectar las zonas de expansión del eje Sur Poniente: El Monte, Talagante, Peñaflor, Malloco y Padre Hurtado. Lo anterior se justifica debido a que los viajes entre estas zonas en la actualidad se realizan por el mencionado Camino a Melipilla, el que posee una nivel de operación poco adecuado para viajes de mediana y larga distancia, ya que en casi toda su extensión posee interacción con el entorno urbano, lo que produce disminuciones en la velocidad de operación y en la capacidad. Luego, no es una ruta que este en condiciones de soportar aumentos importantes de flujo. Por otro lado, dado el desarrollo urbano actual y futuro en el que se encuentra emplazado, no se visualiza como una medida adecuada mejorar las condiciones del camino con aumentos de capacidad o transformándola en autovía.

Por esta razón se ha definido la Ruta “Longitudinal El Monte-Maipú”, que puede convertirse en una vía para ser utilizada por los usuarios que realizan viajes de mediana distancia, vale decir, que circulan entre las ciudades mencionadas. Por otro lado, el trazado del proyecto posee la característica que está segregada del entorno urbano, por lo cual también opera como By-pass. En principio, el trazado de la vía es el siguiente (ver Figura):

- Comienza en El Monte, utilizando el actual camino Rural ubicado al costado poniente de la línea ferrea.

- Atraviesa hacia el costado oriente del río Mapocho, en el sector del Puente Ferroviario, y bordea Talagante por el costado poniente.
- Prosigue utilizando la franja de un camino rural, por el costado oriente del río Mapocho, hasta Peñaflores.
- Bordea Peñaflores por el poniente y utiliza la faja de la actual Ruta G-310, hasta el kilómetro 1.8. Luego utiliza la faja de la Ruta G 308, donde se conecta con la Autopista El Sol.
- Continúa 1 kilómetro hacia el oriente por la Ruta G 308, y luego quiebra hacia el norte, siguiendo en forma paralela al Camino Melipilla, hasta el cruce con El Bosque (cruce con el Proyecto Interconcesión). En este tramo utiliza parte del actual camino rural Calle René Olivares.

La operación se ha definido como una autovía de 2 pistas por sentido, con 8 cruces a desnivel para optimizar la velocidad y capacidad del eje.

e) **Conexión Maipú – Pudahuel – Costanera Norte**

Este proyecto se ha definido como una manera de otorgar una mayor accesibilidad a las zonas de expansión poniente (Maipú Norte, Pudahuel Sur, Renca), hacia el centro de Santiago, a través de las vías concesionadas Ruta 68 y Costanera Norte. Su diseño se describe a continuación (ver Figura). Se debe recordar que estos sectores son los que se proyectan con un mayor incremento en el volumen de viajes generado:

- Comienza en el cuadrante sur-poniente del Cruce de Américo Vespucio con la Ruta 68, en donde se conecta con la vialidad local del área de expansión norte de Maipú.
- Se conecta con la Ruta 68 mediante un enlace desnivelado y continúa hacia el norte por la faja de la Avda San Pablo.
- Conecta con Américo Vespucio en el enlace proyectado por la concesión. Posteriormente continúa hacia el oriente, donde se proyecta un mejoramiento de San Pablo a 4 pistas por sentido.
- Se contempla un enlace desnivelado en el cruce con el camino “El Tranque”. Posteriormente utilizando la faja de este camino, se conecta con la Avenida Costanera Sur y posteriormente con la Costanera Norte, esta última mediante un enlace desnivelado, actualmente definido en el proyecto concesionado.
- Finalmente se proyecta una posible extensión hacia el norte, para mejorar el acceso a los desarrollos en el sector de expansión de Renca.



La Ruta se plantea como una autovía de 2 pistas por sentido, con una longitud de 3.5 kilómetros (excepto el tramo señalado en San Pablo), y con los enlaces desnivelados definidos.

VII.1.2. ALTERNATIVA B

Esta alternativa no propone mayores cambios en la vialidad estructurante en el sector en estudio. Más bien está enfocada a mejorar la capacidad y la gestión de los ejes existentes y en los originalmente diseñados en la Situación Base. De esta manera, la Alternativa B esta compuesta por una serie de proyectos de aumento de capacidad, los cuales se detallan a continuación:

Pavimentación Camino al Noviciado: Se trata de la pavimentación de aproximadamente 8 kilómetros del Camino Al Noviciado que se ubica en la zona norte del Aeropuerto Arturo Merino, de tal manera de tener un acceso a los proyectos inmobiliarios del sector poniente del aeropuerto hacia Santiago, por medio del Camino Lo Boza.

Desniveles Avda San Pablo: Se propone prolongar un kilómetro la Avda San Pablo hacia el Poniente de Américo Vespucio, utilizando 2 desniveles: El primero es el incluido en la concesión de Américo Vespucio Poniente, mientras que el segundo contempla atravesar la Ruta 68 de norte a sur, 1 kilómetro al poniente de Américo Vespucio. Este paso permitiría dar acceso a San Pablo y a la Ruta 68 a los viajes generados por los proyectos inmobiliarios ubicados entre Ruta 68 y Maipú, al poniente de Américo Vespucio.

Desniveles Autopista El Sol: La Autopista del Sol presenta deficiencias en el tramo donde se accede a Santiago, las que aumentarán notoriamente en el horizonte de análisis (año 2012). Por esta razón en esta alternativa se contempla construcción de enlaces a desnivel en los cruces con las calles Bascañan Guerrero y Club Hípico, con lo cual se le otorga mayor capacidad y continuidad a la Autopista, hasta Gran Avenida.

Mejoramiento Accesos Autopista El Sol: Este proyecto considera aumentar la capacidad en el acceso existente en el cruce con las calles General Velásquez y Buzeta, al doble de la capacidad actual. También contempla revisar el diseño actual a los accesos a la Autopista Norte-Sur, permitiendo accesos y egresos a la Autopista del Sol con una capacidad de 2 pistas en cada uno de ellos.

Mejoramiento Camino Lonquén: Este eje se ha consolidado como una de las principales vías de acceso del eje sur-poniente hacia el centro de Santiago, sin embargo su capacidad está limitada principalmente por estar diseñada con sólo una pista por sentido, y por los cruces semaforizados en Avda Lo Espejo, Pedro Aguirre Cerda y Américo Vespucio (este último solucionado en el



proyecto de concesión). En la Alternativa B se propone el mejoramiento del camino, entre el Cruce con Pedro Aguirre Cerda y el Camino Santa Marta, con 3 pistas por sentido, y un enlace a desnivel en Av Lo Espejo. Estas consideraciones son coherentes con los resultados del estudio “Mejoramiento de la Ruta G-30”, realizado por la Dirección de Vialidad del MOP.

Mejoramiento Camino Lo Espejo: Para reforzar la vialidad de interconexión entre el eje Sur-Poniente, Maipú y el sector sur de Santiago, se propone mejorar el camino Lo Espejo, aumentando su capacidad a 2 pistas por sentido, y con mejoramiento en la gestión de los cruces: A nivel en Pedro Aguirre Cerda, enlace desnivelado en Camino Lonquén, General Velásquez y Norte-Sur.

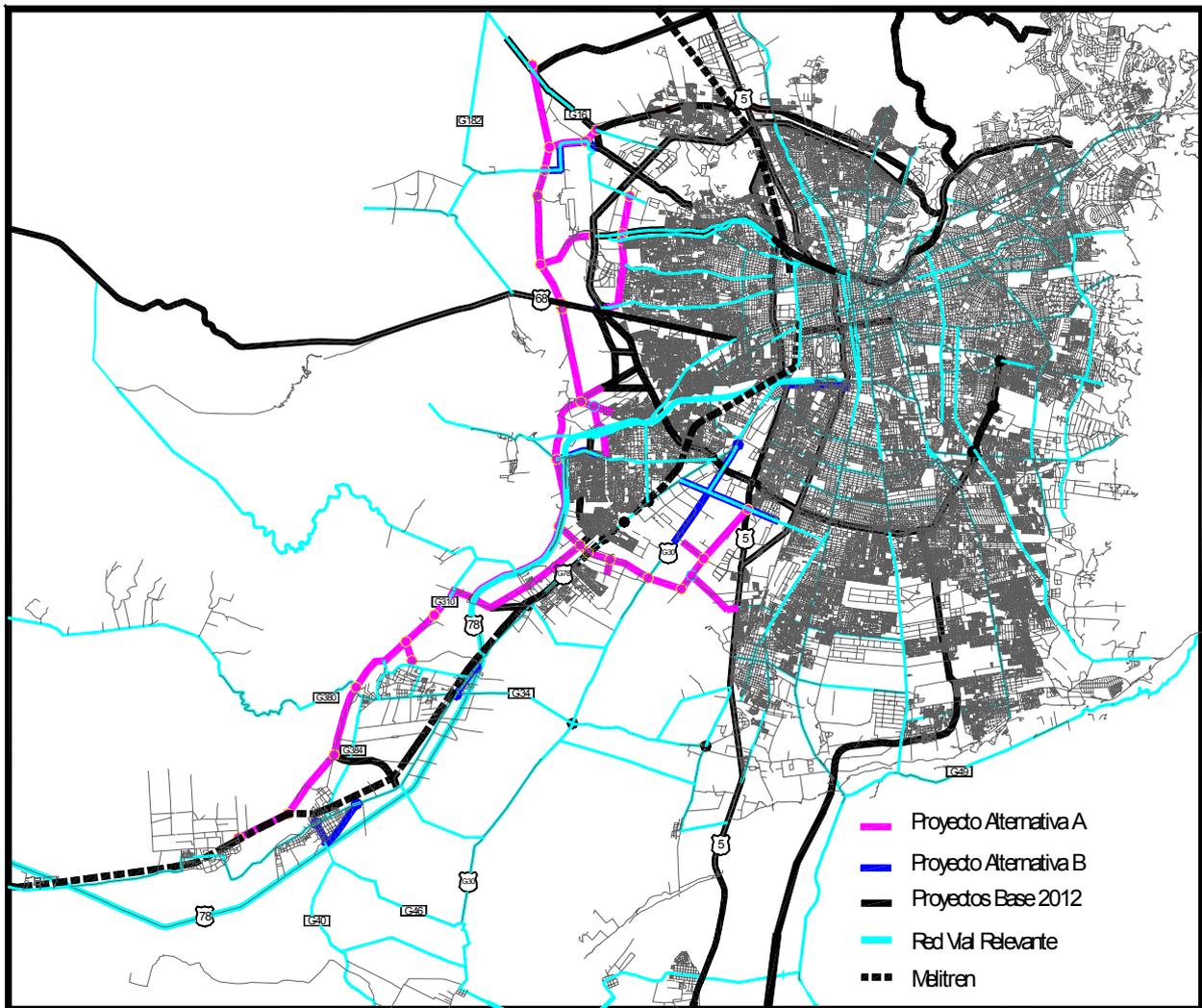
Mejoramiento Camino Rinconada: La idea es aumentar la capacidad del único acceso a la Autopista del Sol existente en el sector. Mejoramiento de la gestión entre Avda · Poniente y Autopista El Sol, con 2 pistas por sentido.

Mejoramiento Gestión Camino Melipilla: Mejoramiento en Malloco entre el cruce con la Ruta G34 y la Calle Miraflores. Se trata de mejorar la capacidad y la gestión en 3 cruces involucrados.

By Pass Talagante: Proyecto diseñado para desviar los tránsitos interurbanos que usan de paso el centro urbano de Talagante, y para mejorar el acceso a la Autopista El Sol..



Figura II.8.1: Proyectos de Mitigacion Alternativas A Y B



VIII. Resumen: Resultados y Conclusiones del Estudio

VIII.1. Resultados Escenario 3 (Mitigación Alternativa A)

En el Escenario 3 se han codificado los proyectos viales de mitigación que conforman la denominada Alternativa A. La idea de los proyectos asociados a esta alternativa es la creación de vías estructurantes que complementen la vialidad existente, y cuyo objetivo sea reforzar la capacidad vial de conectividad dentro de la zona sur-poniente, y el acceso hacia la actual zona urbana de Santiago.

VIII.1.1. Demanda de Viajes

En la Tabla N° II.9.1 se presenta los viajes totales, y la partición modal global obtenida del modelo secuencial, para el área sur-poniente. Al comparar los resultados con respecto al Escenario 2, se observa un aumento importante en el uso del automóvil (y una disminución del uso de los otros modos), lo que se debe principalmente al impacto en los tiempos de viaje producidos por la implementación de los proyectos de mitigación de la alternativa A. El modo auto es utilizado por un 36% de los usuarios, mientras que para el transporte público, se proyecta un 30% de uso del modo tren, y un 37% de uso de bus.

Tabla N° II.9.1

Crecimiento Viajes Por Modo, Red Sur-Poniente

Viajes/hora, Período Punta Mañana

Modo	Situación Actual		Escenario 2		Escenario 3	
	Año 2001	%	Año 2012		Año 2012	%
Tren			8457	33,43	7649	30.24
Bus	8237	59,06	9277	36,67	8523	36.69
Auto	5710	40,94	7566	29,21	9125	36.07
Total	13947		25300		25300	

En el caso del **Área de Expansión Poniente**, el modelo de demanda para el área urbana, presenta variaciones en los viajes marginales al incluir modificaciones en la red de modelación, dadas por los proyectos de mitigación, lo que difiere del comportamiento del modelo de demanda en el área interurbana.

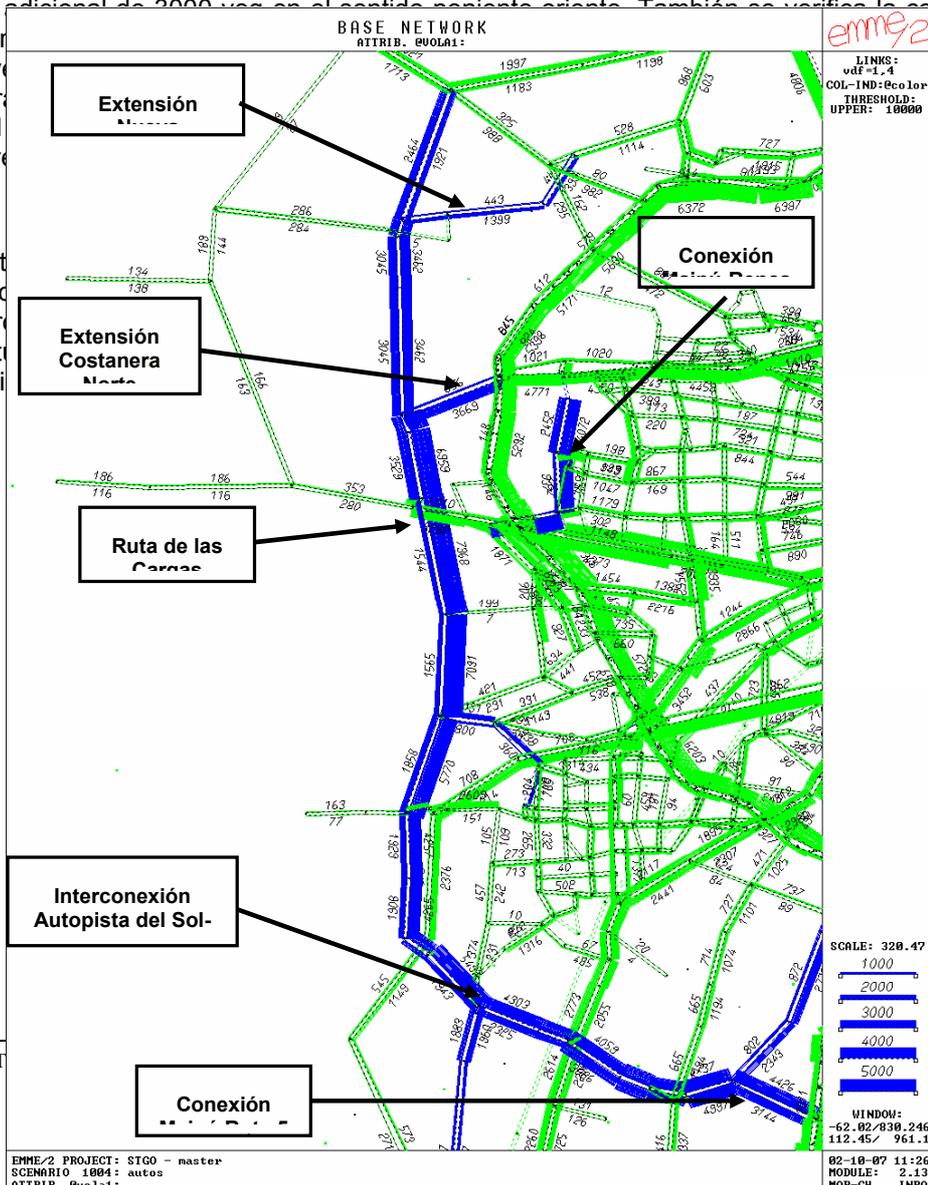


VIII.1.2. Asignación a la Red

En las figuras N° II.9.1 y II.9.2 se destacan las cargas asignadas a los proyectos de mitigación de la Alternativa A. En general todos los tramos del proyecto (distinguido con color azul) presentan niveles relativamente altos de flujo vehicular, al menos en un sentido de tránsito. El tramo más cargado corresponde a la Ruta de las Cargas, entre La Farfana y la extensión de la Costanera Norte, con 7360 vehq/hr, en el sentido Sur-Norte. Este flujo es aportado mayoritariamente por usuarios provenientes de Maipú y del eje Sur-Poniente. Por otro lado, destaca el flujo a lo largo del tramo “Longitudinal El Monte”, con un asignación vehicular mayor que los ejes competitivos Autopista del Sol, y Camino Melipilla, y con una carga máxima en el tramo El Bosque – Límite Urbano de Santiago (fin del proyecto), de 1900 veq por sentido. En el tramo Malloco – Talagante se observa una importante carga de 1700 veq en el sentido norte-sur.

La nueva conexión que se realiza con la Costanera Norte aporta a este eje concesionado, una carga adicional de 2000 veq en el sentido poniente-oriental. También se verifica la continuidad del flujo por la vía de Quilicura a través de la conexión con la Ruta de las Cargas, desde los sectores de Maipú y Providencia.

En la figura se persisten los accesos comprendidos de saturación de variación



de Quilicura
exhibiciones con
e demuestra
o, desde los

de mitigación,
en las vías de
esto se puede
mente su grado
medido por la



ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE PLANIFICACIÓN PARA LA MACRO ZONA CENTRAL
ETAPA I: ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE DE LAS PROVINCIAS SECTOR SUR
PONIENTE REGIÓN METROPOLITANA

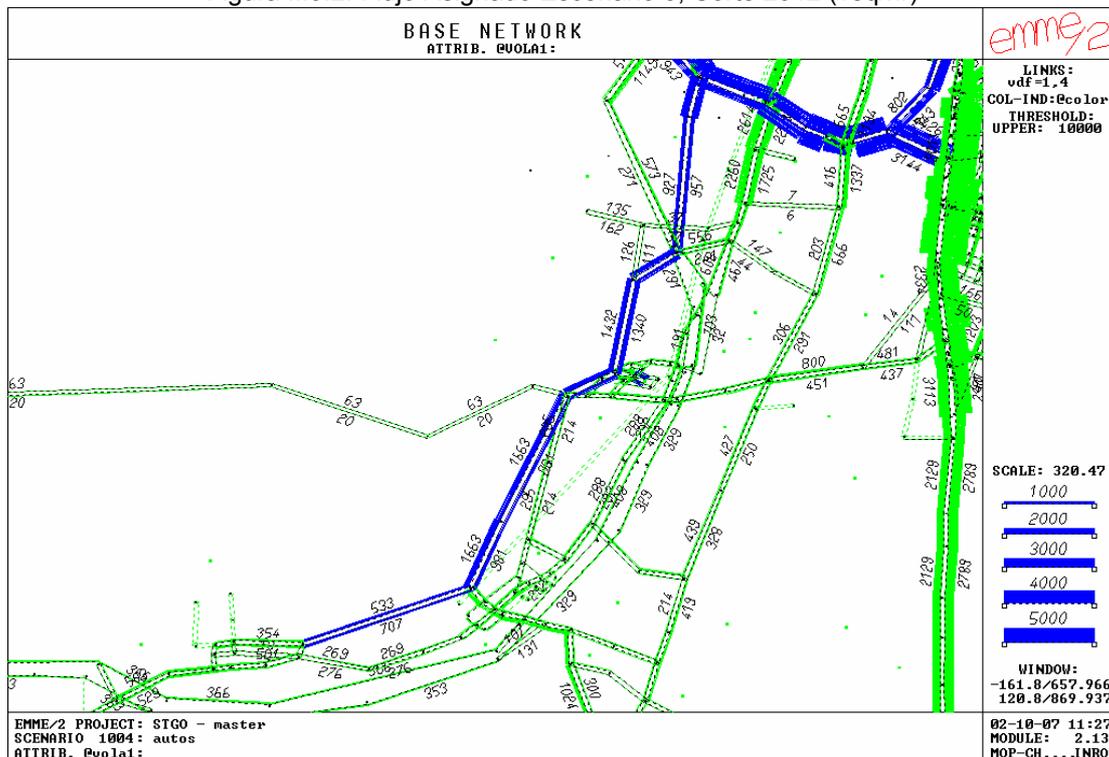




Para verificar este fenómeno, en la Tabla N° II.9.2, se observa una comparación de los índices de gestión para los escenarios 2 y 3. Se observa que diez de los ejes escogidos presentan aumentos de la velocidad mayores al 5% (en un rango del 5% al 45%), en alguno de sus sentidos. Dichos ejes se encuentran destacados con color verde en la mencionada tabla. Los principales impactos se presentan en los siguientes ejes:

- General Velazquez, sentido sur-norte (7.9%)
- A Vespucio entre Autopista del Sol y Ruta 68 (16.3%)
- Camino Lonquén entre G46 y Padre Hurtado (11,84%)
- Autopista del Sol, entre Rinconada y Autopista Norte Sur (22,8%)
- Ruta G-34, sentido Oriente-Poniente (24,4%)
- Camino Melipilla entre Ciudad Satélite y Carlos Valdovinos (44,8%)
- Américo Vespucio entre Autopista del Sol y Ruta 68 (42.4%)

Figura II.9.2: Flujo Asignado Escenario 3, Corte 2012 (veq/hr)



Por otro lado, sólo un eje desmejora en forma significativa sus índices de congestión. Se trata de la Costanera Norte, entre Américo Vespucio y Centro de Santiago. Este hecho es predecible, debido a que uno de los objetivos de la Alternativa A es impulsar el uso de este tramo de la Costanera Norte, que en la situación Base presenta un margen de capacidad de reserva.

Tabla Nº II.9.2

Comparación Índices de Gestión, Escenario/2 Escenario3

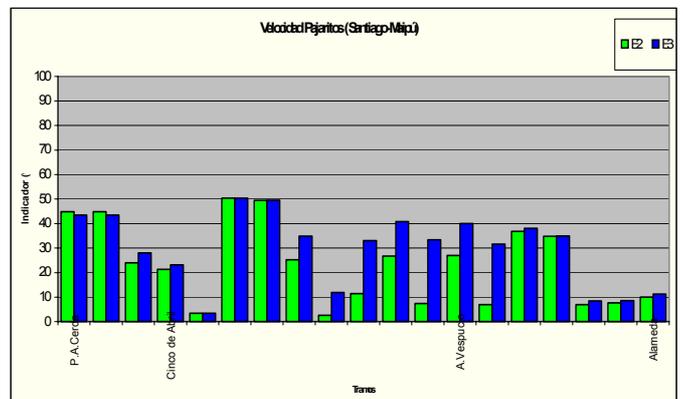
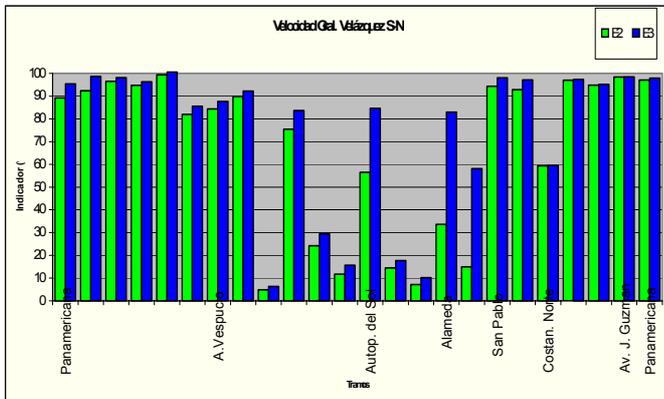
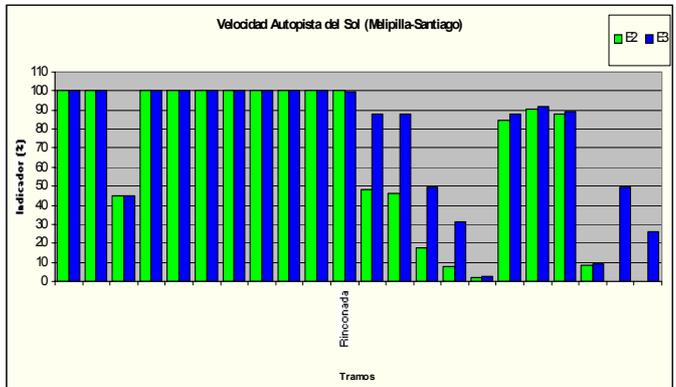
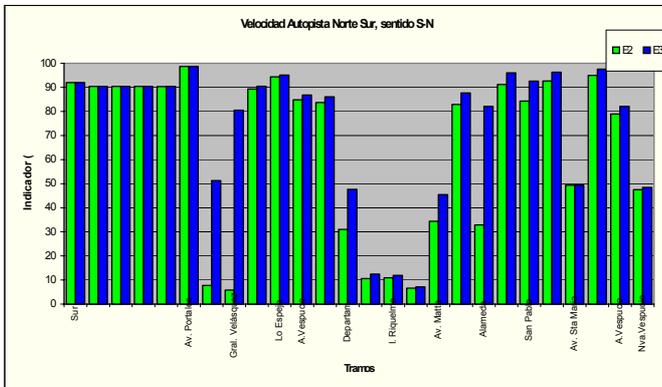
RUTA	TRAMO	VELOCIDAD (km/hr)				GRADO SATURACION			
		Esc 2	Esc 3	Delta	Delta (%)	Esc 2	Esc 3	Delta	Delta (%)
Autopista Norte-Sur	Cruce G34 – Mapocho	64.00	68.66	4.66	7.28	94.67	90.82	-3.85	-4.07
General Velazquez	Sur-Norte	66.55	74.41	7.86	11.81	82.87	72.52	-10.35	-12.49
Américo Vespucio	Autopista del Sol - Ruta 68	38.45	54.75	16.30	42.40	129.96	120.73	-9.23	-7.10
Américo Vespucio	El Salto -- Ruta 68	97.74	97.75	0.01	0.01	19.85	10.24	-9.61	-48.41
Américo Vespucio	Ruta 68 - Autopista del Sol	98.01	98.06	0.05	0.06	28.33	15.89	-12.44	-43.90
Costanera Norte	A Vespucio – Purísima	79.57	63.05	-16.52	-20.76	72.28	88.49	16.20	22.42
Lonquén	G46 - Padre Hurtado	60.85	68.05	7.20	11.84	39.92	37.96	-1.96	-4.91
Lonquén	P Aguirre Cerda - Padre Hurtado	52.71	60.80	8.10	15.36	48.15	39.49	-8.66	-17.99
Lonquén	Padre Hurtado - G46	63.28	65.04	1.76	2.78	47.72	28.12	-19.60	-41.07
Camino Melipilla	Ciudad Satélite - C Valdovinos	32.65	47.33	14.68	44.95	103.96	79.55	-24.41	-23.48
Camino Melipilla	C Valdovinos - C Satélite	47.92	58.14	10.22	21.33	75.21	58.85	-16.36	-21.75



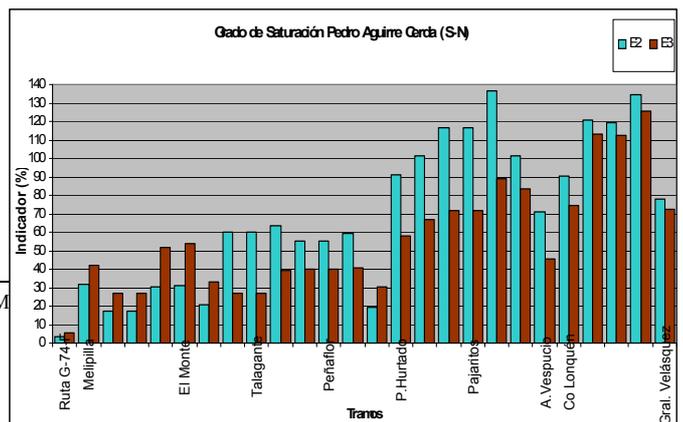
Autopista del Sol	Rinconada Maipú-Autopista Nte Sur	63.80	77.87	14.08	22.06	82.89	87.54	4.65	5.61
Pajaritos	Alameda - P A Cerda	20.99	25.52	4.53	21.60	86.32	73.15	-13.16	-15.25
Ruta G-34	Poniente –Oriente	46.46	51.13	4.67	10.04	39.28	29.66	-9.63	-24.50
Ruta G-34	Oriente – Poniente	43.66	54.31	10.65	24.40	57.72	45.36	-12.36	-21.41

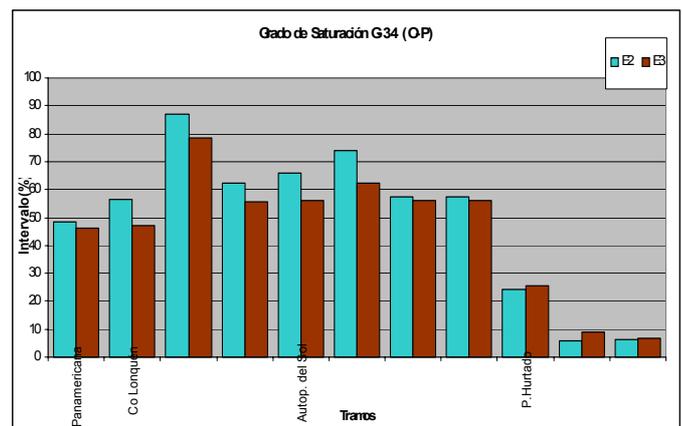
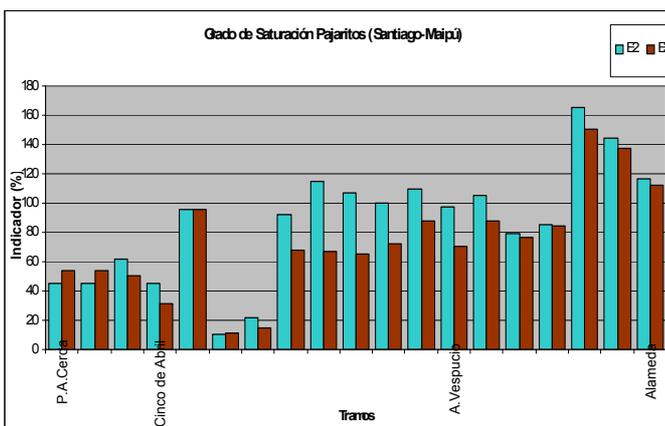
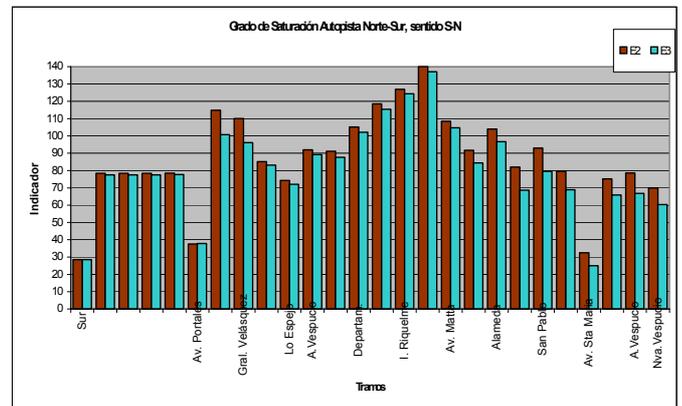
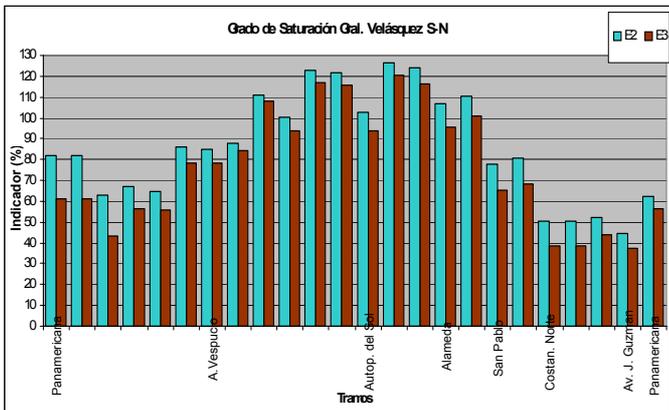
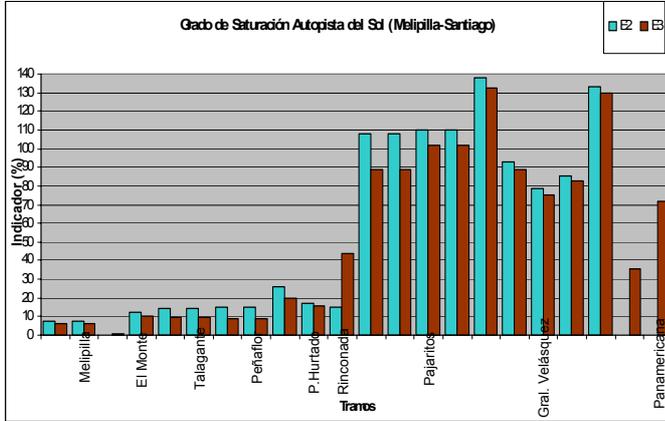
Velocidad: Velocidad ponderada por longitud. Grado de Saturación: Promedio por arco.

Figuras II.9.3 a II.9.6: Perfiles de Velocidad, comparación Escenario3 / Escenario 2



Figuras II.9.7 a II.9.12: Grados de Saturación, comparación Escenario 3 / Escenario 2





VIII.2. Resultados Escenario 4 (Mitigación, Alternativa B)

El Escenario 4 está definido a partir de una serie de proyectos de mejoramiento de los actuales ejes, con la idea de aumentar la capacidad en aquellos tramos conflictivos detectados. La idea es comprobar si las condiciones del tránsito de usuarios que acceden hacia Santiago pueden mejorar, sin la necesidad de diseñar nuevas rutas alternativas de acceso

Tabla Nº II.10.1

Crecimiento Viajes Por Modo, Red Sur-Poniente

Viajes/hora, Período Punta Mañana

Modo	Situación Actual		Escenario 2		Escenario 4	
	Año 2001	%	Año 2012	%	Año 2012	%
Tren			8457	33,43	8435	33.97
Bus	8237	59,06	9277	36,67	8265	32.67
Auto	5710	40,94	7566	29,21	8592	33.65
Total	13947		25300		25294	

En la Tabla Nº II.10.1 se presenta los viajes totales, y la partición modal global obtenida a partir del modelo secuencial, para el área sur-poniente. Al comparar los resultados con respecto al Escenario 2, se observa que existen algunas variaciones en la partición modal entregada. El aumento en el modo auto, en desmedro del uso del bus se debe en parte a la implementación del proyecto by-pass a Talagante, y además a los cambios en los tiempos en la red urbana de acceso a Santiago, producto de las mejoras propuestas en la Alternativa B.

VIII.2.1. Asignación a la Red

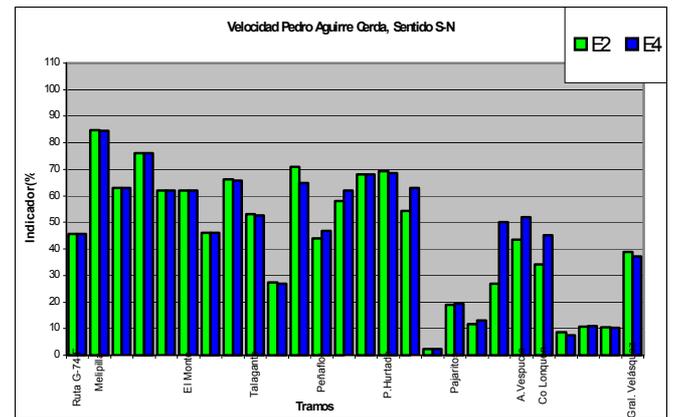
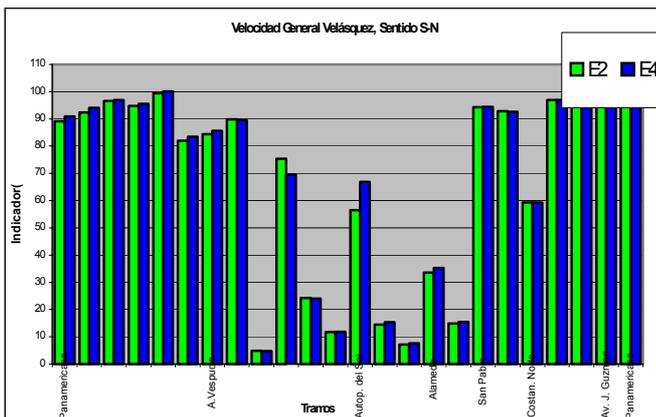
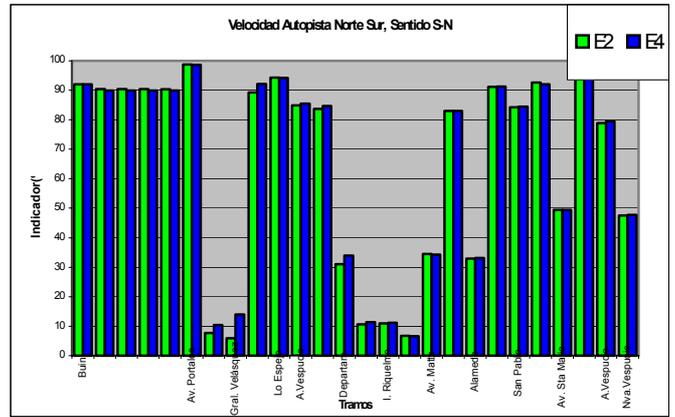
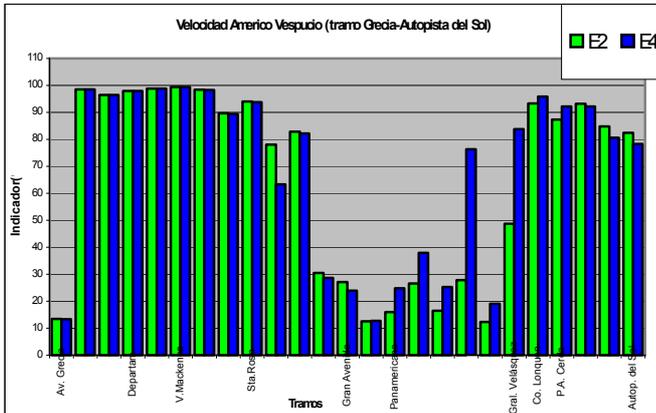
Al revisar los resultados de los perfiles de velocidad, se observa que las variaciones en las velocidades en los ejes son menores que las observadas en los resultados de la Alternativa B, y localizadas en ciertos tramos, que coinciden con las mejoras planteadas. En el eje Lonquén, debido al mejoramiento modelado entre Santa Marta y P Aguirre Cerda, se observan notables aumentos en la velocidad. Sin embargo, al hacerse más atractiva, esta ruta aumenta su flujo asignado, lo que hace disminuir la velocidad en el tramo Padre Hurtado, Santa Marta, que no ha sido considerado en el mejoramiento. Este mismo caso acontece en la Autopista del Sol, ya que

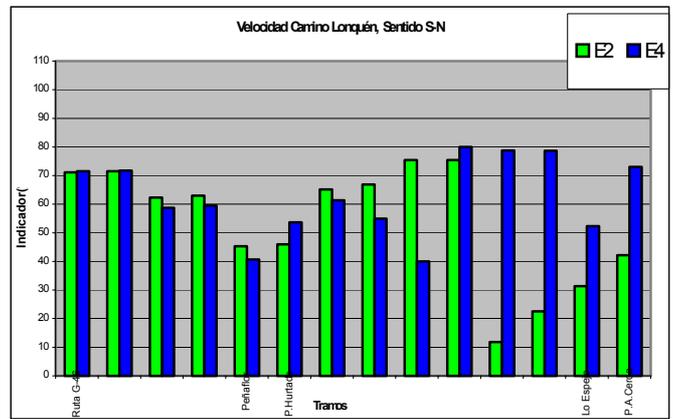
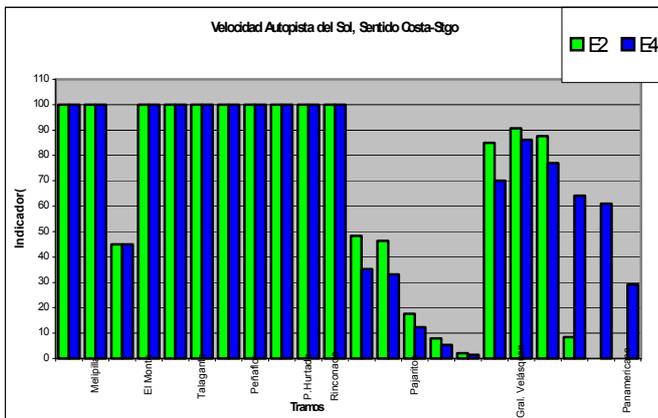


aumenta la velocidad entre General Velásquez y La Autopista Norte Sur, pero debido a los aumentos de flujo, también disminuye la velocidad en el resto del eje, principalmente en el tramo Rinconada- General Velásquez.



Figuras II.10.1 a II.10.6: Comparación Perfil de Velocidades Escenario 2 / Escenario 4





En la tabla N° II.10.2 se presenta los índices de servicio promedio de los ejes analizados, y su comparación con la alternativa base (Escenario 2). Se corroboran las observaciones anteriores, ya que debido al aumento de carga en los ejes Camino Lonquén y Autopista El Sol, mejoran las Condiciones de Rutas alternativas en forma marginal, como es el caso, de La Autopista Norte-Sur, que disminuye el grado de saturación promedio por tramos, pero no así visiblemente la velocidad promedio por longitud. En definitiva, la Alternativa B no exhibe grandes mejoras visibles para la red de acceso a Santiago. Más bien, éstas son de tipo marginal y repartidas a lo largo de la red, principalmente en aquellos tramos en los cuales se aumentó la capacidad y/o la velocidad.

Tabla N° II.10.2

Comparación Índices de Gestión, Escenario/2 Escenario4

RUTA	TRAMO	VELOCIDAD (km/hr)				GRADO SATURACION			
		Esc 2	Esc 4	Delta	Delta (%)	Esc 2	Esc 4	Delta	Delta (%)
Américo Vesputio	Av Grecia – Autopista del Sol	74,39	76,46	2,07	2,79	76,35	75,66	-0,69	-0,90
Lonquén	Padre Hurtado - P Aguirre Cerda	39,75	66,63	26,89	67,64	63,26	49,62	-13,64	-21,56
Lonquén	P Aguirre Cerda - Padre Hurtado	52,71	78,24	25,54	48,45	48,15	21,86	-26,29	-54,61
Lonquén	Padre Hurtado - G46	63,28	58,30	-4,98	-7,87	47,72	47,69	-0,03	-0,06
Camino Melipilla	Ciudad Satélite - C Valdovinos	32,65	36,27	3,61	11,06	103,96	96,41	-7,55	-7,26
Camino Melipilla	C Valdovinos - C Satélite	47,92	48,92	1,01	2,10	75,21	69,11	-6,10	-8,11
Autopista del Sol	Rinconada Maipú - Autopista Norte Sur	63,80	64,00	0,20	0,31	82,89	92,02	9,13	11,02
Autopista del Sol	Autopista Norte Sur – Rinconada	88,17	91,76	3,58	4,06	15,36	13,84	-1,52	-9,88
Ruta 68	Lo Prado - Gral Velásquez	82,21	86,02	3,81	4,63	55,19	58,69	3,51	6,36
Ruta G-34	Poniente –Oriente	46,46	48,24	1,78	3,83	39,28	37,01	-2,27	-5,78
Ruta G-34	Oriente – Poniente	43,66	47,57	3,92	8,97	57,72	58,25	0,53	0,92

Velocidad: Velocidad ponderada por longitud.

Grado de Saturación: Promedio por arco.

IX. Resumen: Resultados y Conclusiones del Estudio



IX.1. MEDICIÓN DEL IMPACTO VIAL

El enfoque para medir el impacto vial que provoca el proyecto (en este caso, la localización de hogares y actividades en megaproyectos inmobiliarios ubicados en suelos actualmente suburbanos e interurbanos, mayoritariamente de carácter agrícola), se basó en estimar el costo adicional de transporte en el cual se incurre con la operación y/o ejecución de dicho proyecto.

Para esto se ha subdividido a los usuarios del sistema en 4 categorías:

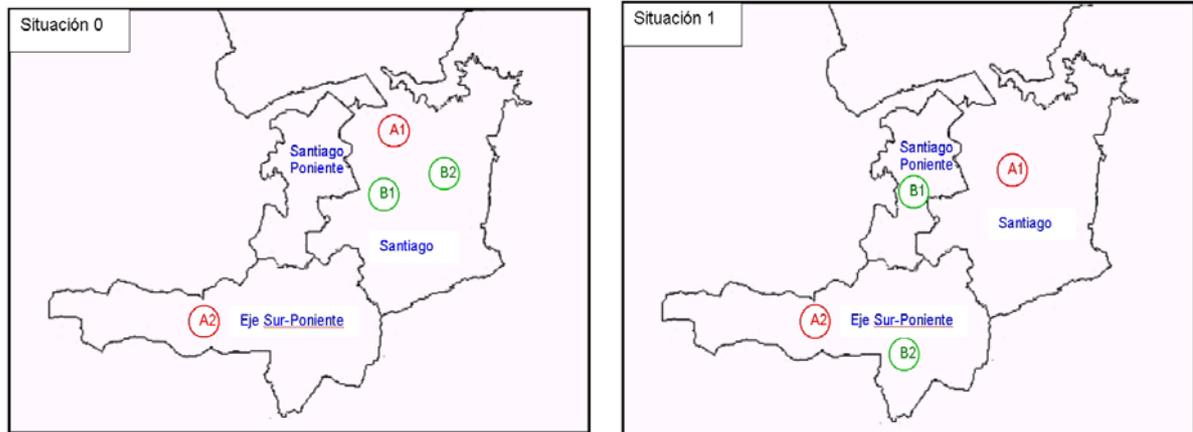
- A1: Usuarios pertenecientes al **área urbana de Santiago**, que no se localizan en los proyectos inmobiliarios analizados.
- A2: Usuarios pertenecientes al **área consolidada del eje sur-poniente**, que no se localizan en los proyectos inmobiliarios analizados.
- B1: Usuarios pertenecientes al área urbana de Santiago, que deciden localizarse en los proyectos inmobiliarios del **área poniente de Santiago**.
- B2: Usuarios pertenecientes al área urbana de Santiago, que deciden localizarse en los proyectos inmobiliarios ubicados del **eje sur-poniente de la región**.

En la Figura II.11.1 se esquematiza esta situación, considerando dos situaciones hipotéticas:

1. Situación 0: Antes e materializarse los proyectos inmobiliarios, y producirse la relocalización.
2. Situación 1: Posterior a materializarse los proyectos inmobiliarios y producirse la relocalización.

Figura N° II.11.1

Esquema Ubicación Usuarios Antes y Después de la Relocalización



Se dedujo que el impacto del proyecto queda acotado por los (des)beneficios de transporte que se producen sobre los usuarios no relocados (tipo A):

$$\Delta B > C_A^0 - C_A^1 \quad (5)$$

Lo anterior refleja que sólo para los usuarios de categoría A1 y A2 es posible obtener medidas del impacto vial a partir del modelo de transporte, ya sea este de carácter positivo o negativo, ya que dichos usuarios a pesar de no estar tomando una decisión de relocarse, posiblemente estarán alterando sus costos de transporte en cierta magnitud, al implementarse el proyecto.

Para calcular la cota inferior $\Delta B (> C_A^0 - C_A^1)$, se ha acudido a dos de los escenarios modelados.

Escenario 1: Sin relocalización (Ver Situación 0 Figura II.11.1)

Escenario 2: Con relocalización, adoptando los resultados obtenidos del modelo de localización, para las zonas impactadas, y sin proyectos de mitigación (Ver Situación 1, Figura II.11.1).

IX.1.1. Impacto global

Se asume que en todos los pares de zonas en donde viajan usuarios tipo A hay posibles impactos, vale decir, para todo tipo de viaje de usuarios no relocalizados, independiente de la ubicación de la ruta de viaje con respecto al área impactada. Por ejemplo, se incluye en la evaluación los viajes en auto entre Providencia y las Condes.

Tabla Nº II.11.1

Consumos Globales de Tiempo Sobre Usuarios Tipo A1 y A2 (Impacto Global)

Modo	Consumo Tiempo (Min/hr)		Diferencia	Diferencia
	Escenario 1	Escenario 2	Total (Min/hr)	(%)
Urbano				
Auto-Chofer	14920464	14915288	-5176	-0,03
Auto - Acompañante	7506193	7506500	307	0,00
Bus	32695098	32734534	39436	0,12
Bus-Metro	1386178	1412221	26043	1,88
Sub-Total	56507933	56568543	60610	0,11
Interurbano				
Auto	183980,82	192900	8919	4,85
Bus	399979,6	423974	23995	6,00
Tren	271002,5	271021	19	0,01
Sub-Total	854962,92	887895	32932	3,85
Total				
Total	57362896	57456438	93542	0,16

El resultado obtenido muestra que producto de la localización de cierta población en los proyectos inmobiliarios periféricos, produce impactos cuyo volumen depende del sector que se considere para el análisis, ya que algunos usuarios mejorarán sus condiciones de transporte, mientras que otros se verán más desfavorecidos, dependiendo de su ubicación dentro del sistema. Sin embargo, considerando el sistema global, estos impactos positivos y negativos tienden a anularse, en el presente caso, existiendo UN IMPACTO NEGATIVO MENOR DESDE EL PUNTO DE VISTA DE TRANSPORTE, AL ADOPTAR LAS MEDIDAS DE CAMBIOS NORMATIVOS Y DAR PASO A LOS PROYECTOS INMOBILIARIOS.

$$\Delta B > C_A^0 - C_A^1 = -93542 \text{ min/hr}$$

IX.1.2. Impacto Local

En un segundo caso, al considerar solo un subconjunto de la matriz de viajes a evaluar, la idea es observar que ocurre con aquellas usuarios que realizan sus viajes por rutas que incrementarán su congestión vehicular, producto del aumento de viajes sectorizado que producirá el desarrollo de los proyectos inmobiliarios.

Al incluir sólo los pares afectados por la relocalización, se aprecia que sobre estos se producirá un impacto negativo en los consumos de recursos de transporte (en este caso representado por los tiempos de viaje). Estos significan un aumento de un 1.17% de tiempos adicionales, pareciendo una cifra marginal, pero la diferencia absoluta en consumos no es despreciable, ya que los 453.600 minutos equivalen a un incremento en el gasto social de aproximadamente 10 millones de dólares al año para aquellos usuarios impactados, sólo por concepto de aumento en los tiempos de viaje. Bajo este criterio, se produce un desbeneficio sobre los usuarios que no se relocalizan (tipo A`1 y A`2), al implementar la medida de apertura de Planes Reguladores.

Tabla II.11.2

Consumos de Tiempo Sobre Usuarios Tipo A`1 y A`2, (Impacto Local)

Modo	Consumo Tiempo (Min/hr)		Diferencia	Diferencia
	Escenario 1	Escenario 2	Total (Min/hr)	(%)
Urbano				
Auto-Chofer	9231184	9333190	102006	1,11
Auto - Acompañante	4703889	4756757	52868	1,12
Bus	22898030	23136846	238816	1,04
Bus-Metro	1048000	1075255	27255	2,60
Sub-Total	37881103	38302048	420945	1,11
Interurbano				
Auto	183981	192593	8612	4,68
Bus	399980	423974	23995	6,00
Tren	271003	271021	19	0,01
Sub-Total	854963	887588	32625	3,82
Total				



Total	38736066	39189636	453570	1,17
-------	----------	----------	--------	------

Se deduce que debido a la ubicación de los proyectos inmobiliarios en sectores de la periferia y el eje sur-poniente, se produce una **transferencia de beneficios entre usuarios**. Desde un punto de vista de evaluación social, estas transferencias son neutras, pero al considerar la calidad de vida, esto significa asumir una utilidad lineal de los usuarios, respecto al tiempo de viaje, vale decir que una persona espere una hora, es equivalente a que dos personas esperen media hora.

A la luz de los análisis anteriores, es necesario preguntarse si el Escenario 1 definido corresponde a la situación base más adecuada para comparar los impactos provocados por la localización periférica. En el Escenario 1 se ha asumido que todos los usuarios que originalmente se localizarían en estos sectores rurales y periféricos, lo harán dentro de los actuales límites urbanos de Santiago, y de las ciudades del eje sur-poniente. Sin embargo dentro de estas ciudades no es claro que exista la suficiente oferta inmobiliaria para satisfacer las necesidades de poblamiento con nuevos hogares, por lo cual la población remanente (en el Escenario 1) deberá asentarse en carácter de “allegados” de otros hogares. Otra opción es considerar fenómenos migratorios a otras regiones de dicha población remanente.

Se ha planteado dos alternativas para definir a los usuarios impactados, uno local y otro global, y cada uno de los enfoques arrojó resultados distintos, dado el fenómeno de transferencia de beneficios entre usuarios. Por otro lado, es intuitivo que si se escoge una población con mayor adyacencia a los proyectos inmobiliarios, lo más probable que se detecte un impacto más negativo desde el punto de vista del transporte.

Otra interrogante que surgió del análisis es si el costo de transporte es una medida suficiente para determinar el impacto. Según lo planteado anteriormente, el (des)ahorro por consumo de recursos en transporte es un enfoque limitado para analizar el impacto provocado, y constituye sólo una cota para medir el (des)beneficio de la relocalización. Si se considera el criterio empleado en esta metodología (impacto sobre los usuarios que no se relocalizan, tipo A1 y A2), en ésta no se ha incluido el costo adicional de viajar desde distancias mayores por parte de los usuarios relocalizados (tipo B1 y B2) en la periferia. Tampoco se considera los beneficios que perciben los usuarios que se localizan, en estos proyectos periféricos, referidos a su calidad de vida, con respecto a una situación inicial que significaría a) Pagar mayores precios por adquirir viviendas dentro de los actuales límites urbanos b) Tener hogar como “Allegado” c) Realizar migraciones a regiones.

IX.1.3. Indicadores De Rentabilidad

En la Tabla N° II.11.3 se presentan los consumos de tiempo de viajes para la **Alternativa A**, extraídos a partir de la modelación del Escenario 3 con Stgo-EMME/2. En la tabla se indican además los consumos de la Situación Base, asociada al Escenario 2, que sirve para determinar el

ahorro producido por la implementación de los proyectos de mitigación incluidos en la Alternativa A (Escenario 3). Para el caso de la **Alternativa B**, los resultados se presentan en la Tabla II.11.4, y fueron obtenidos a partir de la Modelación del Escenario 4 con Stgo-EMME/2.

Tabla Nº II.11.3

Consumo y Ahorro de Recursos Proyecto de Mitigación, **Alternativa A.**

Modo	Consumo Tiempo (Min/hr)		Ahorro (Min/hr)	Ahorro (%)
	Escenario 1	Escenario 2		
	Sit. Base	Alternativa A		
Urbano				
Auto-Chofer	15.763.362	15.189.473	573.889	3,64
Auto - Acompañante	8.071.259	7.700.728	370.531	4,59
Bus	34.796.180	33.876.992	919.188	2,64
Bus-Metro	1.540.973	1.294.940	246.033	15,97
Sub-Total	60.171.774	58.062.133	2.109.641	3,51
Interurbano				
Auto	317.974	363.985	-46.011	-14,47
Bus	740.129	589.624	150.505	20,33
Tren	339.698	308.623	31.074	9,15
Sub-Total	1.397.800	1.262.232	135.569	9,70
Total				
Total	61.569.574	59.324.365	2.245.210	3,65

Tabla Nº II.11.4

Consumo y Ahorro de Recursos Proyecto de Mitigación, **Alternativa B.**

Modo	Consumo Tiempo (Min/hr)		Ahorro (Min/hr)	Ahorro (%)
	Escenario 1	Escenario 2		
	Sit. Base	Alternativa A		



Urbano				
Auto-Chofer	15.763.362	15.486.111	277.251	1,76
Auto - Acompañante	8.071.259	7.932.890	138.369	1,71
Bus	34.796.180	34.080.020	716.160	2,06
Bus-Metro	1.540.973	1.539.008	1.965	0,13
Sub-Total	60.171.774	59.038.029	1.133.745	1,88
Interurbano				
Auto	317.974	300.145	17.829	5,61
Bus	740.129	717.688	22.441	3,03
Tren	339.698	335.362	4.336	1,28
Sub-Total	1.397.800	1.353.195	44.605	3,19
Total				
Total	61.569.574	60.391.224	1.178.350	1,91

Los principales supuestos realizados para la evaluación económica son:

- Se ha utilizado sólo el ahorro de tiempo como consumo relevante. Sin embargo el beneficio ha sido multiplicado por un factor bastante conservador (1.1) para reflejar el consumo de combustible.
- Se asume un aumento en el beneficio de un 5% anual, con respecto al beneficio medido para el año 2012.

En las siguientes tablas se presentan los valores finalmente obtenidos. Se observa que la **Alternativa A** demuestra ser rentable socialmente, alcanzando una TIR de 32.71%, y un VAN 108.019 \$MM. El resultado anterior es bastante seguro, por cuanto al sensibilizar los resultados, en el caso más desfavorable se produce un VAN de 46.223 millones de pesos (beneficio anual constante), mientras que la TIR más baja alcanza un valor de 20.71%, asumiendo una disminución de un 20% en el beneficio unitario. Este resultado era esperable, por cuanto se están diseñando vías alternativas a ejes altamente congestionados, por lo que cualquier aumento de la capacidad produce grandes ahorros, debido a que en las funciones de costos por arco se está trabajando en tramos altamente crecientes con el flujo.

Tabla Nº II.11.5

Indicadores de Rentabilidad Social. **Alternativa A**

Item	Sensibilidad	TIR (%)	VAN (MM\$)
Original		32,71	108.019
Beneficio Período y Corte Modelado	+20%	40.41	141.570
Beneficio Período y Corte Modelado	-20%	25.59	74.469
Inversión	+20%	26.75	96.073
Incremento en Beneficio Anual	0%	20.71	46.223
Incremento en Beneficio Anual	+10%	39.03	192.085

Tabla Nº II.11.6

Indicadores de Rentabilidad Social. **Alternativa B**

Item	Sensibilidad	TIR (%)	VAN (MM\$)
Original		56,04	67,847
Beneficio Período y Corte Modelado	+20%	72,80	85,456
Beneficio Período y Corte Modelado	-20%	42,12	50,239
Inversión	+20%	44,27	63,809
Incremento en Beneficio Anual	0%	48,61	41,690
Incremento en Beneficio Anual	+10%	63,48	111,968

La **Alternativa B** es altamente rentable desde el punto de vista social. La Tasa Interna de Retorno alcanza un valor de un 56.4%, y su valor mínimo es del 42.12%. Por otro lado el Beneficio Actualizado es de 67.850 millones de pesos, con un valor mínimo de 41.690 millones. Con esto se corrobora la idea anterior, ya que se trata de proyectos que mejoran tramos de vía que presentan altos índices de congestión.

Como conclusión, la Alternativa A aparece como más favorable, al presentar un mayor beneficio neto que la alternativa B. Sin embargo, dado que la tasa TIR de la Alternativa B es muy alta, esto sugiere la idea de evaluar ambos proyectos en conjunto, como una sola alternativa, y/o adelantar el año de inicio de operación de los proyectos.



Se debe tener presente que esta evaluación económica corresponde a la realización de las obras de mitigación dado que se realizan los cambios de los Planes Reguladores, y se localiza población y actividades en los megaproyectos inmobiliarios. Esta evaluación no es válida si existieran otras alternativas donde se pudieran localizar los usuarios que lo harán en el escenario de expansión simulado.

X. Resumen: Resultados y Conclusiones del Estudio



X.1. Conclusiones

Localización en el área en estudio

El crecimiento proyectado al año 2012 replica y consolida el modelo actual de desarrollo expansivo del área Metropolitana de Santiago. Las transformaciones observadas en algunos submercados y sectores geográficos, no implican rupturas sustanciales con respecto a los patrones tradicionales de crecimiento radial de la ciudad, a saber: ocupación preferente de suelos más baratos en cortes 2005 y 2012. Modelo de crecimiento por anillos conurbados y lógica de plusvalía (cambio de uso suelo). Las excepciones las constituyen las zonas de Chacabuco y Maipú.

La incorporación de provincias rurales al Área Metropolitana se centran principalmente en acoger proyectos de vivienda social (Puente Alto y Maipú). Se observa un incremento de patrón de segregación a gran escala, por efecto expulsión de viviendas sociales.

La demanda de localización se incrementa de forma proporcional a cercanía a ciudad consolidada y al atractivo inmobiliario del área más cercana (ISAM Maipú - Padre Hurtado). Escasa o nula localización de actividades de comercio, industria y servicios en área sur-poniente. Poca autonomía de futuras ZUDC en ISAM (período 2000-2012).

La excepción lo constituyen las áreas de crecimiento o ISAM referidas de sectores consolidados con alta demanda inmobiliaria como Maipú y Quilicura. En el resto de las zonas se observa una ocupación de ingreso medio-bajo y pobre, conformando una periferia de baja autonomía y estándar de infraestructura.

Modelación de Transporte

Se proyecta un aumento de 128.000 viajes generados para el año 2012, producto de localización de hogares en la periferia poniente de Santiago, entre Quilicura y Padre Hurtado. Las mayores concentraciones se producirán en Maipú Norte (poniente de Américo Vespucio) y Pudahuel-Renca (oriente de Américo Vespucio). Esto provocará gran congestión en el eje Américo Vespucio y en los actuales accesos desde el poniente hacia Santiago.

En el eje sur-poniente (Melipilla- Padre Hurtado y Paine-Calera de Tango), se produce un aumento de 13.000 viajes en la Punta Mañana, que duplica los viajes observados en la actualidad, y que serán absorbidos mayoritariamente por la operación del tren (8.000 viajes/hora peak) para el eje Melipilla – Padre Hurtado.



A pesar de la operación de ejes concesionados en calidad de autopistas, se observa una fuerte congestión en los ejes de acceso entre el área sur-poniente y Santiago. Las Rutas Norte-Sur, Gral Velásquez y Américo Vespucio presentan fuertes grados de congestión. La Autopista del Sol y la Avenida Pedro Aguirre Cerda y Camino Lonquén operan con altos grados de congestión en la llegada a Santiago.

Los resultados del modelo de transporte muestran claramente que con el escenario de oferta base:

- (a) Los usuarios localizados en los proyectos inmobiliarios realizarán viajes por rutas con altos niveles de congestión para acceder a Santiago.
- (b) Existe un déficit de infraestructura vial requerida para incorporar estos proyectos inmobiliarios a la dinámica urbana.

Proyectos de Mitigación

Se han propuesto 2 planes de proyectos de mitigación, los que involucran alrededor de 320 millones de dólares de inversión. Dadas las condiciones de operación de la red, con altos niveles de congestión y pocas alternativas de asignación, es que estos proyectos resultan altamente rentables desde el punto de vista del ahorro de consumo de recursos para el sistema.

La alternativa A propone un nuevo eje para conectar el sur-poniente con el poniente de Santiago, hasta Lampa, permitiendo acceder a una serie de rutas de conexión con el oriente, tales como Américo Vespucio Norte, Nueva Vespucio, Costanera Norte, Ruta 68, General Velásquez y Autopista Norte-Sur. Esta alternativa tiene un costo aproximado de 230 millones de dólares. La alternativa B propone una serie de mejoras a ejes existentes, de tal manera de optimizar su operación. El costo de esta alternativa es de aproximadamente 77 millones de dólares.

Un resultado importante de la simulación de la situación base es que se potencia el uso del sistema suburbano ferroviario, especialmente entre El Monte y Peñaflor, y entre las localidades del eje sur-poniente (Melipilla, El Monte, Talagante, Peñaflor, Malloco, Padre Hurtado) y Santiago. Dado que los segmentos poblacionales que se localizaran en estas zonas son de bajos ingresos, las soluciones de transporte deben poner énfasis en el transporte público.

Se recomienda vincular la zonificación de usos de Suelo con zonificación de Impactos: especificar los pagos que deben realizarse antes de inscribir proyectos dentro de las ISAM, utilizando



resultados del presente estudio con definiciones más precisas. Se debe además incluir requerimientos de impacto en proyectos y áreas de vivienda social. En este caso, considerar obras de transporte público.

El ingreso promedio de los hogares estimados dificultará el proceso de captación de recursos para obras de mitigación (MMUS\$ 320). En consecuencia, se ve difícil la concreción de proyectos mixtos (social) en la escala propuesta.

XI. Resumen: Resultados y Conclusiones del Estudio

XI.1. Modelos Empleados en el Estudio

Para modelar y cuantificar el impacto que generará la demanda de las nuevas zonas de expansión urbana sobre el sistema de transporte de Santiago, básicamente se ocupó el modelo de equilibrio STGO-CH utilizado para el Plan Estratégico de Chacabuco. El modelo STGO-CH fue construido a partir de los modelos desarrollados por Sectra para Etraus, los cuales han sufrido modificaciones posteriores, particularmente en la actualización de los parámetros, surgiendo así el denominado modelo Etraus, Versión 2. La idea es incorporar toda esta información, de ser posible y necesaria a la versión actual de STGO-CH, separando dichos datos según las áreas a analizar a saber:

- **Área Urbana Consolidada y Expansión Urbana Poniente Santiago:** Cubre el área central y consolidada del territorio Gran Santiago. En estos casos se utilizó información proveniente de los estudios realizados por Sectra para el modelo Etraus, Versión 2. En materia de usos de suelo, se consideraron las proyecciones realizadas por el equipo consultor, en el área periférica.
- **Área de Expansión Sur –Poniente (ó Área Interna):** No es claro que el modelo de demanda de Etraus sea capaz de representar el comportamiento de los usuarios en un sistema territorial más amplio y disperso, que incluya las áreas de expansión analizadas en este estudio tanto para la periferia del Gran Santiago, como para Chacabuco, las ISAM y las provincias del Sur Poniente. Por lo anterior en la modelación del equilibrio de transporte, se definieron modelos específicos considerando tanto el carácter de los viajes, interurbanos y de mayor distancia, como las características propias del fenómeno de suburbanización inmobiliaria bajo parcelas de agrado o megaproyectos ZODUC. La experiencia aplicada en Chacabuco permitió desarrollar estas aplicaciones, las cuales serán descritas en detalle en capítulos posteriores del informe.

Una vez actualizados los modelos de demanda del modelo STGO-CH, se simularon los distintos escenarios de desarrollo urbano construidos para 2005 y 2012, determinando los niveles de tránsito en las principales vías de acceso de Santiago y los principales conflictos en el sistema de transporte de la ciudad. Como se señalara en la presentación, este análisis permitió proponer un Plan Estratégico de Obras Viales y de Transporte Público para las nuevas zonas de expansión en estudio complementando el trabajo realizado para la Provincia de Chacabuco.

En la Figura II.13.1 se muestra como se relacionaron cada una de las etapas de proyección de variables y de modelamiento del sistema, implementados para simular los escenarios de demanda potencial y de transporte del área bajo estudio. Para la modelación de demanda de viajes y de redes de transporte, se utilizaron 2 enfoques distintos, dependiendo del tipo de mercado a analizar:

- **Modelo Interno:** Se considera aquí los viajes dentro del área sur-poniente, los viajes desde dicha área hacia el resto de la Región Metropolitana.



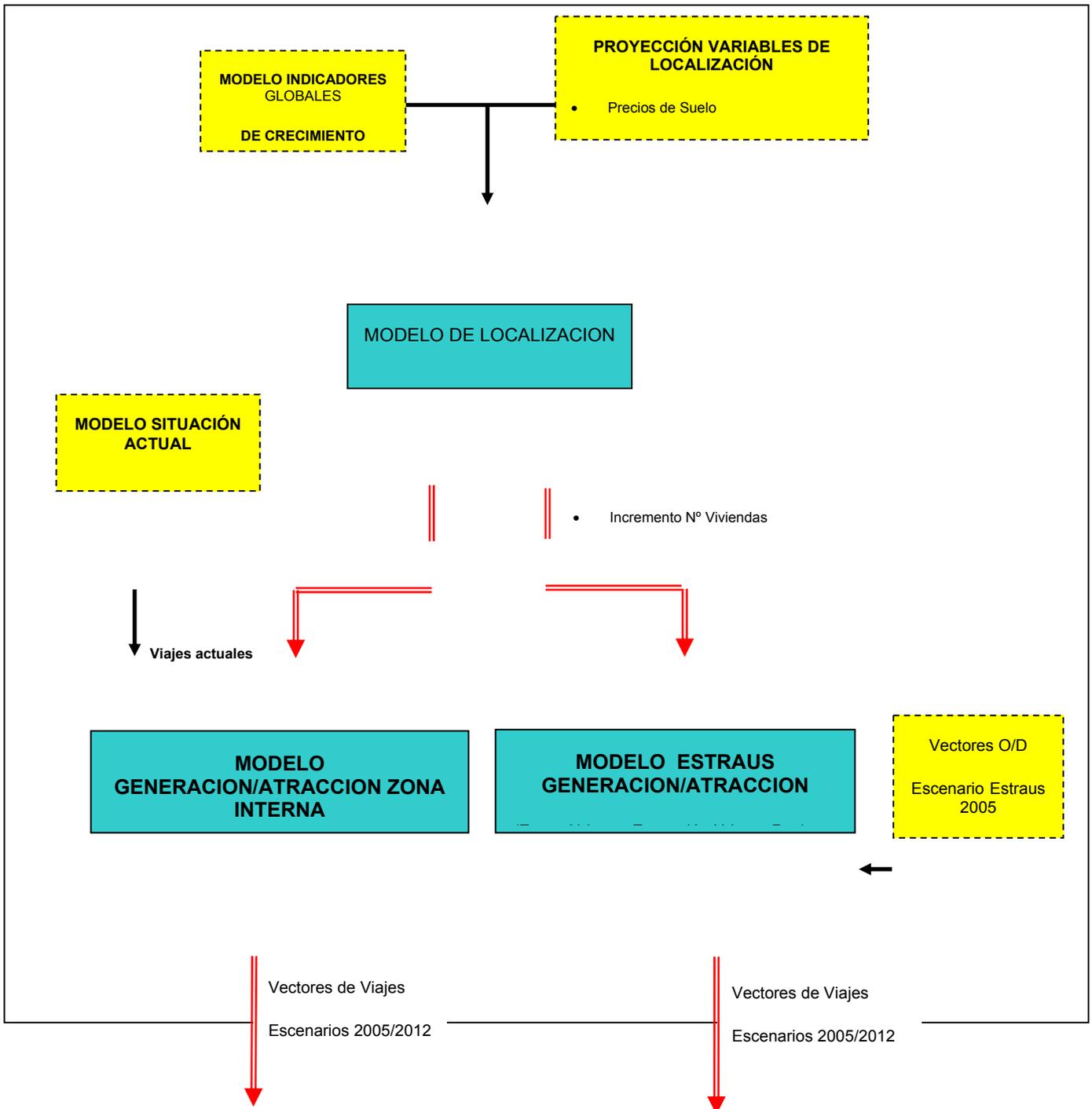
- **Modelo Urbano:** Para representar los viajes dentro del área consolidada de Santiago, y su relación con el sector de expansión poniente y con la Provincia de Chacabuco.

XI.1.1. Modelos de Localización

Tienen un tratamiento común para todas las zonas dentro del área bajo estudio. Para determinar el incremento de viajes y actividades en la zonas, se estimaron los siguientes modelos.



Figura II.13.1: Esquema de Modelación Adoptado en el Estudio



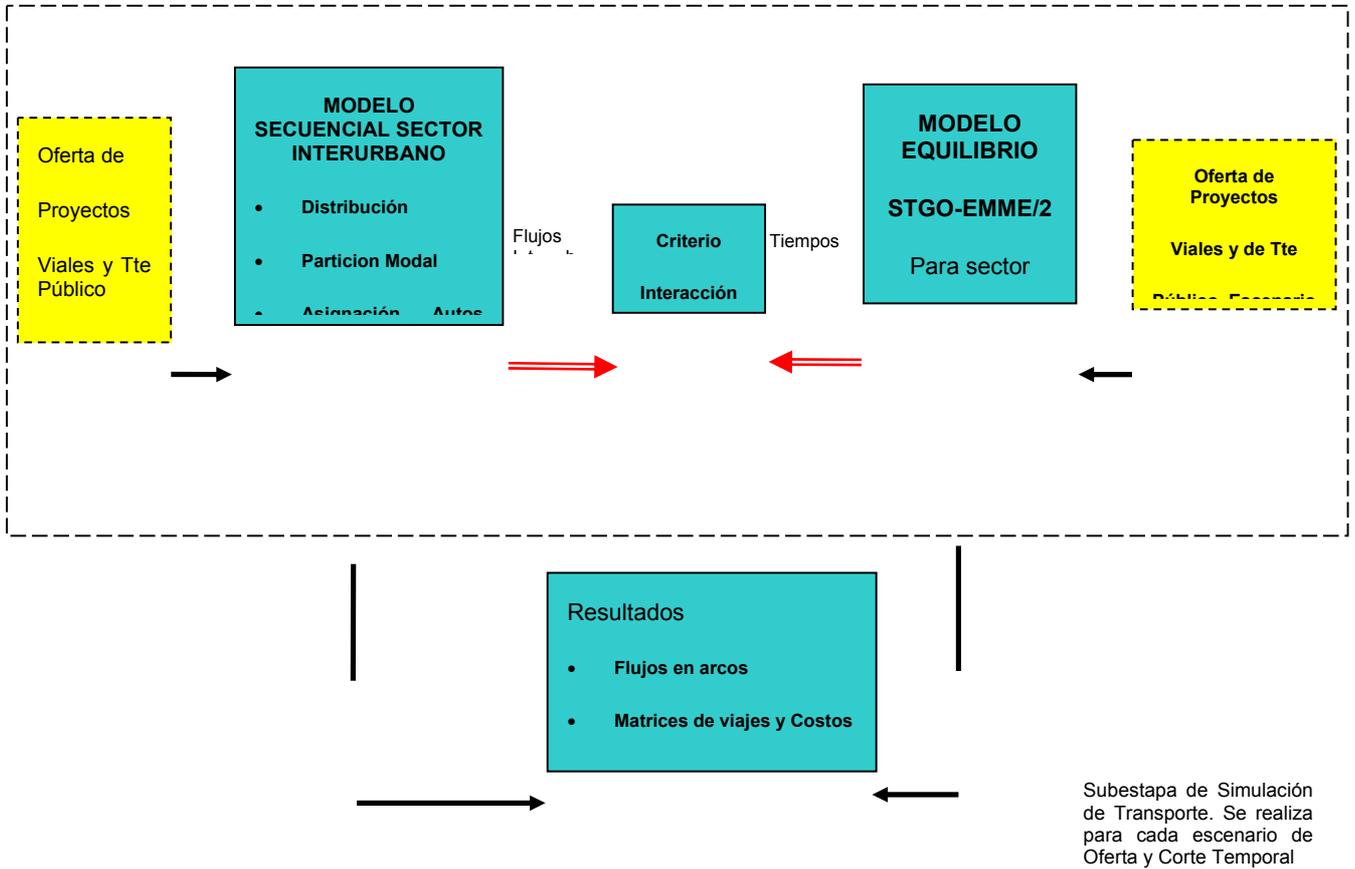
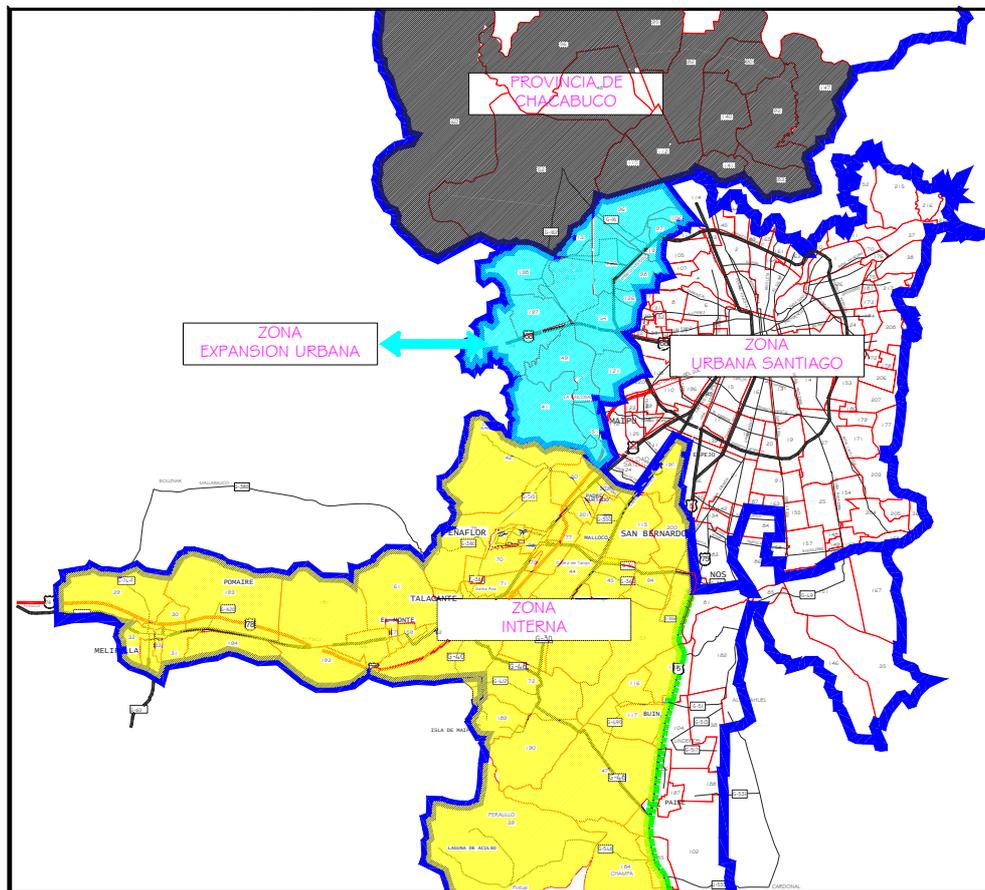


Figura N° II.13.2: Incorporación de Territorios al Modelo



➤ **Tendencias Globales**

Se estimaron modelos de crecimiento global dentro de la Región Metropolitana, que relaciona cada actividad con la tendencia del Producto Interno Bruto (PIB), y la población (POB). Las actividades modeladas son:

- N° de Casas (por estrato socioeconómico)
- N° de Departamentos (por estrato socioeconómico)
- Superficie Industrial

- Superficie de Comercio y Servicios.

Los modelos son del tipo series de tiempo, y se estimaron para cada uno de los mercados y categorías definidas, utilizando datos históricos anuales de cada actividad. Con estos se determina el volumen total de cada una de estas unidades en los cortes temporales del estudio

➤ **Distribución Zonal**

Se calibró un modelo de tipo choise, basado en la teoría de utilidad aleatoria. Esto se tradujo en una forma funcional logit multinomial para distribuir los volúmenes globales de hogares y actividades, en cada una de las zonas. Las variables cualitativas y cuantitativas asociadas a cada zona, para determinar su participación, son las siguientes:

- Distancia a Centros Aspiracionales
- Grado de Centralidad
- Presencia de Proyectos Inmobiliarios
- Normativa PRMS y PRC
- Accesibilidad (en términos de red estructurante).
- Precio del Suelo

XI.1.2. Generación Atracción de Viajes

Zona Interna (Sector Sur-Poniente): La generación y atracción de viajes dentro de la zona interna y hacia la zona externa, se calcula utilizando los **modelos lineales** estimados como parte de este estudio. Se debe recordar que la generación de viajes para este sector ha sido caracterizada asumiendo dos componentes principales: parte de los viajes se dirige hacia Santiago, y parte viaja sólo dentro de la zona interna. Vale decir, se está asumiendo intrínsecamente que existe una fuerte relación entre las zonas interna debido a la actual presencia de un desarrollo urbano en el eje Padre Hurtado-Melipilla.



Zona de Expansión Urbana, Provincia de Chacabuco y Zona Urbana de Santiago: Se ha considerado que los viajes en estos sectores están condicionados sólo a su relación con Santiago, debido a su cercanía con el límite urbano actual. Luego, los viajes generados y atraídos en estas zonas se estiman a partir de los modelos definidos en el estudio Etraus.

XI.1.3. Modelo De Transporte Secuencial, Sector Sur-Poniente (Zona Interna)

□ Demanda de viajes

En esta etapa se calculan las matrices de viaje por modo y categoría de usuarios, para lo cual se utilizan los siguientes modelos calibrados en el presente estudio:

El modelo de ***distribución entrópico doblemente acotado*** se aplica para obtener las matrices de viajes para 3 categorías de usuarios (según valor del tiempo). Para esto, se utilizan como inputs los vectores de viajes generados y atraídos por zona, calculados en la etapa anterior, y las matrices de componentes de costo de viaje por modo (tiempos, tarifas), resultantes de la aplicación de los modelos de asignación a la red

El modelo de ***partición modal multinomial*** se utiliza para obtener las matrices de viajes para cada uno de los modos relevantes definidos en la modelación. Sus inputs son las matrices de viajes totales por categoría, obtenidas del modelo de distribución. En este caso las matrices se calculan desagregadas por categoría de usuario.

□ Asignación:

Utilizando las matrices de viajes obtenidas del proceso de Demanda, y la red de arcos codificada para el área interna del estudio, se realiza la asignación vehicular a la red. Este procedimiento está programado en plataforma computacional EMME/2, y contempla criterios distintos, dependiendo del modo a asignar:

Modo Auto: Asignación de ***Equilibrio Estocástico multiusuario***, con tiempos fijos en la subred urbana provenientes del equilibrio urbano, y tiempos variables en la red área interna (interurbana). Los costos son una combinación de tiempo y tarifa. El modelo entrega como resultado los flujos de autos en los arcos de la red global, asociados a los viajes generados y atraídos en la zona interna



del área en estudio. Además se generan las variables de servicio a nivel de pares O/D: matrices de tiempo de viaje por categoría y matrices de tarifa por categoría. Estas son utilizadas en el módulo de Demanda del modelo secuencial.

Modo Bus: El criterio de asignación corresponde al algoritmo estándar de asignación de transporte público en EMME/2, el denominado Criterio de *Estrategia Optima*. El costo (tiempo) de viaje de cada arco de la red corresponde al tiempo de viaje de equilibrio resultante de la asignación del modo auto, en el correspondiente arco, multiplicado por un factor asociado al tipo de operación que realiza el bus en el arco. Estos factores son extraídos de las categorías definidas en Etraus, y son los mismos utilizadas en el proceso de calibración de la red de bus del presente estudio. El módulo de asignación genera además las matrices que utiliza el módulo de demanda del modelo global: matrices de tiempo de viaje y tarifas.

Modo Tren: Se utiliza el módulo estándar de EMME-2: Criterio de *Estrategia Optima*. En los arcos conectores se han definido los tiempos de acceso entre zonas y estaciones, considerando una combinación de tiempos de modos de acercamiento al tren. Como resultado es posible obtener las matrices de Tarifas y tiempos de viajes que requiere el módulo de demanda del modelo secuencial.

Modo Camión y flujos externos: Para la representación de los flujos de camiones en la red, se calibró una red de camiones para el área interna de modelación. Con las matrices proyectadas de viaje, se realiza una *asignación vehicular con criterio estocástico*, en donde el costo de viaje en cada arco queda representado por el consumo directo (combustible) más la tarifa. Con esto se determinan los flujos de camiones en los arcos de la red. La proyección de matrices de viajes y asignación vehicular de camiones se lleva a cabo en la etapa de inicialización del modelo secuencial, debido a que el criterio de asignación de camiones no considera al tiempo de viaje como variable. Posteriormente, los flujos de camiones ingresan al sistema en la modalidad de flujo fijo por arco. Lo mismo sucede con los viajes externos del sistema.

XI.1.4. Modelo de Equilibrio, Zona de Expansión Santiago

Se decidió utilizar un modelo de equilibrio para la zona urbana, debido a la interacción existente entre el área bajo análisis y la red urbana actual de Santiago. Al igual que el modelo secuencial, el modelo de equilibrio se implementó en formato EMME/2, surgiendo así el denominado modelo EMME2/Stgo. Se debe observar que las zonas de expansión poniente y la expansión Chacabuco (ver figura) se incorporan a la modelación bajo el criterio de equilibrio urbano.

El desarrollo de EMME2/Stgo, se basó en considerar como punto de partida el modelo de equilibrio Stgo desarrollado para el estudio "Análisis de Transporte de la Provincia de Chacabuco". Dado que dicho modelo se alimentaba de la información de una antigua versión de Etraus, se decidió



actualizar el modelo en base a los nueva información aportada por el estudio Etraus. Los principales elementos incorporados al modelo Stgo fueron los siguientes:

- Actualización de los modelos de Generación/Atracción de Viajes, según versión Sectra 2001.
- Actualización de modelo de demanda, incorporando estructura logit multinomial, y funciones de utilidad recalibradas (versión Sectra 2000).
- Separación de usuarios según posesión de automóvil.
- Incorporación de restricción de capacidad *activa* en el modo metro.

Se modeló esta área de expansión poniente, considerándola dentro del área de influencia urbana de Santiago. Esto significó incluir estas zonas dentro del modelo de equilibrio Stgo-EMME/2, y definir todas las especificaciones requerida por el modelo. También como complemento para el análisis se ha incluido en la modelación la red proyectada para la Provincia de Chacabuco, extraída del estudio de referencia, y la zona de expansión de Quilicura. Esto permite darle la continuidad requerida a la red de modelación para el análisis de ejes viales involucrados.

XI.1.5. Restricción de Capacidad

Respecto al tema de restricción de capacidad, se debe observar que la versión utilizada del modelo Etraus (año 2001) no posee restricción de capacidad para ningún modo (auto, bus, metro), lo que es lógico debido a la naturaleza del problema planteado, y a las funciones de costo utilizadas. Existe cierto control sobre la demanda de los modos congestionados al aumentar los tiempos de viaje, pero no se garantiza una restricción de capacidad activa. Esto ha sido probado empíricamente al correr el modelo Etraus, en donde para el Escenario 2005 las demandas de viaje son tales, que en todos los modos se presentan arcos o servicios que ven sobrepasada su capacidad de transporte.

Al igual que Etraus, la versión de Stgo/EMME2 no posee restricción de capacidad en los modos auto y bus. Sin embargo se ha implementado un módulo de restricción de capacidad activa para los modos “duros”, tales como el Metro y el Tren. La idea es que, dados los altos costos y la poca flexibilidad de estos servicios, se comete un gran error de simularlos y evaluarlos con un modelo que sobrepase su capacidad de utilización. Por otro lado, dada la alta capacidad de respuesta que

posee la oferta de buses a nuevas demandas, no parece conveniente restringir la capacidad de este modo, pues se corre el riesgo que el modelo actúe sobre la demanda, lo que no corresponde a lo observado en la realidad.

En la Tabla II.13.1 se presenta una comparación de las asignaciones realizadas para la red de Metro de Santiago, en donde se observa que hay dos Líneas que ven sobrepasada su capacidad de transporte, al ser modeladas con Etraus; sin embargo con el modelo Stgo/EMME2, este fenómeno no ocurre al activarse la restricción. Por otro lado, en las figuras II.13.2 y II.13.3 se presenta la asignación de metro para la Línea 5 con las dos versiones del modelo Stgo/EMME/2: con y sin restricción de capacidad.

Se concluye finalmente que se ha implementado con éxito la restricción de capacidad activa cuando la demanda de viajes sobrepasa la oferta de transporte, en el modo metro. El algoritmo permite simular redes en condiciones de alta congestión, logrando restringir **efectivamente** el uso del metro hasta su capacidad máxima.



Tabla Nº II.XI.1.1

LINEA	TRAMO	Carga Máxima	Carga Máxima	Capacidad (pax/hr)	Factor	Factor
		Stgo/EMME/2	Estraus		Stgo	Estraus
1A	Los Héroes-La Moneda	15189	16806	20005	0.76	0.84
2A	Rondizzoni-Parque O'Higgins	24064	25096	38262	0.63	0.66
5A	C. Valdivinos-R. de Araya	27988	31703	38262	0.73	0.83
8A	Los Héroes-La Moneda	12084	12875	20005	0.60	0.64
400A	Santa Julia-V. Mackenna	5210	6178	38262	0.14	0.16
500A	P. Freire-V. Mackenna	30224	34986	38262	0.79	0.91
100A	Fisa-Estación Central	5305	7572	5500	0.96	1.38
200I	San Bernardo-Est. Central	2871	3681	2750	1.02	1.34
200R	San Bernardo-Maestranza	466	382	1650	0.28	0.23
300A	Quinta Normal-Quilicura	3158	3381	4400	0.72	0.77

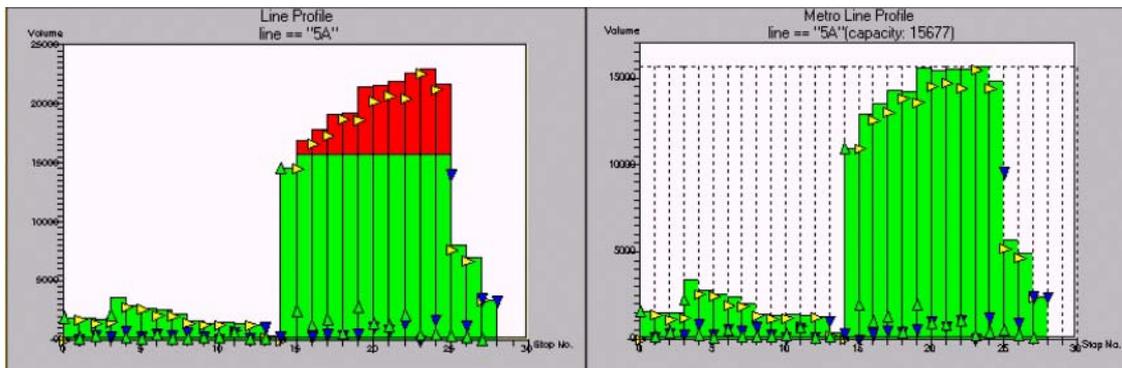
Fuente: Elaboración Propia en base a Resultados Modelos Stgo y Estraus

Figuras II.13.3 y II.13.4

Perfiles Flujo Metro Línea 5

(a) Stgo/EMME2 Sin Restricción de Capacidad

(b) Stgo/EMME2 Con Restricción de Capacidad



Nota: Se realizó el ejercicio con una capacidad de 15.700 pax/hr, que corresponde a una reducción artificial de la capacidad de la Línea, con el objeto de validar la respuesta del modelo.



ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE PLANIFICACIÓN PARA LA MACRO ZONA CENTRAL
ETAPA I: ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE DE LAS PROVINCIAS SECTOR SUR
PONIENTE REGIÓN METROPOLITANA

