

## Tabla de Contenido:

1	CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN .....	1-1
1.1	METODOLOGÍA GENERAL .....	1-1
1.2	ESTRUCTURA DEL INFORME .....	1-2
2	CAPÍTULO 2: ACTUALIZACIÓN ESCENARIOS DE DESARROLLO URBANO .....	2-1
2.1	INTRODUCCIÓN .....	2-1
2.2	ANTECEDENTES Y ASPECTOS METODOLÓGICOS .....	2-1
2.2.1	<i>Etapa I. Situación Base .....</i>	2-1
2.2.2	<i>Etapa II. Análisis de la Oferta y la Demanda .....</i>	2-4
2.2.3	<i>Etapa III. Análisis Normativo y restricciones .....</i>	2-4
2.2.4	<i>Etapa IV. Construcción de Escenarios .....</i>	2-4
2.3	SITUACIÓN BASE .....	2-5
2.3.1	<i>Situación Base Usos de Suelo y Coeficientes de Especialización Relativa .....</i>	2-5
2.3.2	<i>Situación Base Hogares .....</i>	2-11
2.3.3	<i>Situación Base Matrículas .....</i>	2-12
2.4	NORMATIVA .....	2-13
2.5	PROYECCIONES .....	2-15
2.5.1	<i>Proyección de Usos de Suelo (m<sup>2</sup>) .....</i>	2-15
2.5.2	<i>Proyección de Hogares .....</i>	2-18
2.5.3	<i>Proyección de Ingresos Medios .....</i>	2-19
2.5.4	<i>Proyección de Matrículas .....</i>	2-20
2.6	ESCENARIOS .....	2-21
2.6.1	<i>Escenario Usos de Suelo .....</i>	2-21
2.6.2	<i>Escenario Hogares por Estrato de Ingreso .....</i>	2-27
2.6.3	<i>Escenario Matrículas Totales .....</i>	2-32
3	CAPÍTULO 3 FACTIBILIDAD VIAL DE LOS ESCENARIOS TENDENCIAL Y DE CONTRASTE 3-1	
3.1	INTRODUCCIÓN .....	3-1
3.2	MODELO ESTRAUS .....	3-1
3.2.1	<i>Introducción .....</i>	3-1
3.2.2	<i>Descripción de ESTRAUS .....</i>	3-2
3.2.3	<i>Categorización de la Demanda .....</i>	3-3
3.2.4	<i>Propósito del Viaje .....</i>	3-4
3.2.5	<i>Tipos de viaje .....</i>	3-4
3.2.6	<i>Categorías de Usuarios .....</i>	3-4
3.2.7	<i>Vectores Origen-Destino .....</i>	3-5
3.2.8	<i>Corrida ESTRAUS 2010 .....</i>	3-9
3.2.9	<i>Zonificación .....</i>	3-11
3.3	ESCENARIO TENDENCIAL 2017 .....	3-13
3.3.1	<i>Proyectos Viales previstos en la comuna .....</i>	3-13
3.3.2	<i>Red Vial .....</i>	3-15
3.3.3	<i>Cálculo de Vectores Origen- Destino .....</i>	3-17
3.3.4	<i>Resultados Globales Corrida ESTRAUS .....</i>	3-22
3.3.5	<i>Perfiles de Carga Vehicular .....</i>	3-22
3.3.6	<i>Niveles de Servicio .....</i>	3-24
3.4	ESCENARIO CONTRASTE 2017 .....	3-26
3.4.1	<i>Proyectos .....</i>	3-26
3.4.2	<i>Red Vial .....</i>	3-28
3.4.3	<i>Cálculo de Vectores Origen- Destino .....</i>	3-30
3.4.4	<i>Resultados Globales Corrida ESTRAUS .....</i>	3-35
3.4.5	<i>Perfiles de Carga Vehicular .....</i>	3-35
3.4.6	<i>Niveles de Servicio .....</i>	3-37
3.5	CONCLUSIÓN .....	3-39

## Cuadros:

CUADRO N° 2.1: USOS CONSIDERADOS Y UNIDADES EN QUE SE EXPRESAN .....	2-2
CUADRO N° 2.2: SUPERFICIE DE USOS DE SUELO AÑO 2005 .....	2-6
CUADRO N° 2.3: SUPERFICIE DE USOS DE SUELO AÑO 2005 .....	2-12
CUADRO N° 2.4: SUPERFICIE DE USOS DE SUELO AÑO 2005 .....	2-13
CUADRO N° 2.5: CUPO NETO POR CATEGORÍA DE USOS DE SUELO Y CUPO TOTAL AÑO 2005 .....	2-15
CUADRO N° 2.6: COEFICIENTES PROYECCIÓN DE VARIABLES DE USOS DE SUELOS .....	2-17
CUADRO N° 2.7: PROYECCIONES DE USOS DE SUELO .....	2-17
CUADRO N° 2.8: PROYECCIONES DE USOS DE SUELO CORREGIDAS DE ACUERDO A PROYECTOS CATASTRADOS .....	2-18
CUADRO N° 2.9: PROYECCIONES DE HOGARES TOTALES .....	2-19
CUADRO N° 2.10: PROYECCIÓN DEL PORCENTAJE DE HOGARES POR CATEGORÍA DE INGRESO .....	2-20
CUADRO N° 2.11: PROYECCIÓN DE MATRICULAS TOTALES .....	2-21
CUADRO N° 2.12: SUPERFICIE DE PROYECTOS PROGRAMADOS CATASTRADOS PERÍODO 2005-2017 .....	2-21
CUADRO N° 2.13: ESCENARIO USOS DE SUELO (M2) CORTE 2012 .....	2-22
CUADRO N° 2.14: ESCENARIO USOS DE SUELO (M2) CORTE 2017 .....	2-23
CUADRO N° 2.15: ESCENARIO HOGARES POR CATEGORÍA DE INGRESO CORTE 2012 .....	2-28
CUADRO N° 2.16: ESCENARIO HOGARES POR CATEGORÍA DE INGRESO CORTE 2017 .....	2-29
CUADRO N° 2.17: ESCENARIO MATRICULAS TOTALES .....	2-32
CUADRO N° 3.1 CATEGORÍAS MODELADAS EN ESTRAUS .....	3-5
CUADRO N° 3.2 TASAS DE GENERACIÓN (A.C.M.) .....	3-6
CUADRO N° 3.3 TASAS DE GENERACIÓN (A.C.M.) .....	3-7
CUADRO N° 3.4 TASAS DE GENERACIÓN (A.C.M.) .....	3-7
CUADRO N° 3.5 ATRACCIÓN VIAJES POR DESTINO .....	3-8
CUADRO N° 3.6 ATRACCIÓN VIAJES POR DESTINO .....	3-8
CUADRO N° 3.7 PROYECTOS EN INFRAESTRUCTURA – ESCENARIO TENDENCIAL .....	3-13
CUADRO N° 3.8 DESCRIPCIÓN DE CATEGORÍAS ESTRAUS .....	3-15
CUADRO N° 3.9 CAPACIDAD BASE POR PISTA Y FACTORES DE REDUCIÓN .....	3-15
CUADRO N° 3.10 VIAJES GENERADOS Y ATRAÍDOS COMUNA DE PROVIDENCIA POR PROPÓSITO - ESCENARIO TENDENCIAL 2017 .....	3-17
CUADRO N° 3.11 PARTICIÓN MODAL - ESCENARIO TENDENCIAL 2017 PUNTA MAÑANA .....	3-22
CUADRO N° 3.12 NIVEL DE SERVICIO POR EJE – ESCENARIO TENDENCIAL 2017 – PUNTA MAÑANA .....	3-24
CUADRO N° 3.16 NIVEL DE SERVICIO GLOBAL - COMUNA DE PROVIDENCIA - ESCENARIO TENDENCIAL 2017 .....	3-24
CUADRO N° 3.13 PROYECTOS EN INFRAESTRUCTURA – ESCENARIO DE CONTRASTE .....	3-26
CUADRO N° 3.14 VIAJES GENERADOS Y ATRAÍDOS (VIAJES/HR) COMUNA DE PROVIDENCIA POR PROPÓSITO - ESCENARIO CONTRASTE 2017 – PUNTA MAÑANA .....	3-30
CUADRO N° 3.11 PARTICIÓN MODAL - ESCENARIO CONTRASTE 2017 PUNTA MAÑANA .....	3-35
CUADRO N° 3.15 NIVEL DE SERVICIO POR EJE – ESCENARIO CONTRASTE 2017 – PUNTA MAÑANA .....	3-37
CUADRO N° 3.16 INDICADORES DE NIVEL DE SERVICIO GLOBAL - COMUNA DE PROVIDENCIA - ESCENARIO CONTRASTE 2017 .....	3-37

## Figuras:

FIGURA N° 2.1 ÁREA DE ANÁLISIS Y ZONAS DE ESTUDIO .....	2-1
FIGURA N° 2.2 METODOLÓGIA CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS .....	2-2
FIGURA N° 2.3 PORCENTAJE DE SUPERFICIE PARA CADA USO DE SUELO CONSIDERADO, AÑO 2005 .....	2-6
FIGURA N° 2.4 COEFICIENTES DE ESPECIALIZACIÓN RELATIVA USO COMERCIO .....	2-8
FIGURA N° 2.5 COEFICIENTES DE ESPECIALIZACIÓN RELATIVA USO HABITACIÓN .....	2-8
FIGURA N° 2.6 COEFICIENTES DE ESPECIALIZACIÓN RELATIVA USO SERVICIOS .....	2-9
FIGURA N° 2.7 COEFICIENTES DE ESPECIALIZACIÓN RELATIVA USO EDUCACIÓN .....	2-9
FIGURA N° 2.8 COEFICIENTES DE ESPECIALIZACIÓN RELATIVA USO SALUD .....	2-10
FIGURA N° 2.9 COEFICIENTES DE ESPECIALIZACIÓN RELATIVA USO INDUSTRIA .....	2-10
FIGURA N° 2.10 COEFICIENTES DE ESPECIALIZACIÓN RELATIVA USO BODEGA .....	2-11
FIGURA N° 2.11 EVOLUCIÓN DE LA SUPERFICIE DE USOS DE SUELO EN LA COMUNA DE PROVIDENCIA .....	2-16
FIGURA N° 2.12 EVOLUCIÓN PRODUCTO INTERNO BRUTO NACIONAL Y REGIONAL .....	2-16
FIGURA N° 2.13 EVOLUCIÓN DEL TMH EN LA COMUNA DE PROVIDENCIA .....	2-18

FIGURA N° 2.14 ESCENARIO (M2) USO COMERCIO .....	2-24
FIGURA N° 2.15 ESCENARIO (M2) USO HABITACION .....	2-24
FIGURA N° 2.16 ESCENARIO (M2) USO SERVICIOS .....	2-25
FIGURA N° 2.17 ESCENARIO (M2) USO EDUCACIÓN.....	2-25
FIGURA N° 2.18 ESCENARIO (M2) USO SALUD .....	2-26
FIGURA N° 2.19 ESCENARIO (M2) USO INDUSTRIA.....	2-26
FIGURA N° 2.20 ESCENARIO (M2) USO BODEGA .....	2-27
FIGURA N° 2.21 HOGARES POR ESTRATO DE INGRESO AÑO 1997 .....	2-30
FIGURA N° 2.22 HOGARES POR ESTRATO DE INGRESO ACTUALIZACIÓN AÑO 2005 .....	2-30
FIGURA N° 2.23 HOGARES POR ESTRATO DE INGRESO ESCENARIO 2012.....	2-31
FIGURA N° 2.24 HOGARES POR ESTRATO DE INGRESO ESCENARIO 2017.....	2-31
FIGURA N° 3.1 MODELO ESTRaus .....	3-3
FIGURA N° 3.2 CORREDORES DE TRANSPORTE PÚBLICO CORRIDA ESTRaus -2010.....	3-10
FIGURA N° 3.3 ZONIFICACIÓN ADOPTADA - COMUNA DE PROVIDENCIA .....	3-12
FIGURA N° 3.4 PROYECTOS VIALES EN ESCENARIO TENDENCIAL.....	3-14
FIGURA N° 3.5 RED VIAL COMUNA DE PROVIDENCIA – ESCENARIO TENDENCIAL.....	3-16
FIGURA N° 3.6 VIAJES TOTALES GENERADOS Y ATRAÍDOS- ESCENARIO TENDENCIAL- AÑO 2017 – COMUNA PROVIDENCIA .....	3-18
FIGURA N° 3.7 VIAJES TOTALES GENERADOS Y ATRAÍDOS POR PROPÓSITO TRABAJO- ESCENARIO TENDENCIAL- AÑO 2017 – COMUNA PROVIDENCIA .....	3-19
FIGURA N° 3.8 VIAJES GENERADOS Y ATRAÍDOS POR PROPÓSITO ESTUDIO - ESCENARIO TENDENCIAL- AÑO 2017 – COMUNA PROVIDENCIA .....	3-20
FIGURA N° 3.9 VIAJES GENERADOS Y ATRAÍDOS POR PROPÓSITO OTROS - ESCENARIO TENDENCIAL- AÑO 2017 – COMUNA PROVIDENCIA .....	3-21
FIGURA N° 3.10 PERFIL DE CARGA VEHICULAR COMUNA DE PROVIDENCIA – ESCENARIO TENDENCIAL AÑO 2017 .....	3-23
FIGURA N° 3.11 GRADOS DE SATURACIÓN COMUNA DE PROVIDENCIA –ESCENARIO TENDENCIAL 2017 .....	3-25
FIGURA N° 3.12 PROYECTOS VIALES EN ESCENARIO CONTRASTE .....	3-27
FIGURA N° 3.13 RED VIAL COMUNA DE PROVIDENCIA – ESCENARIO DE CONTRASTE .....	3-29
FIGURA N° 3.14 VIAJES TOTALES GENERADOS Y ATRAÍDOS- ESCENARIO CONTRASTE- AÑO 2017 – COMUNA PROVIDENCIA .....	3-31
FIGURA N° 3.15 VIAJES TOTALES GENERADOS Y ATRAÍDOS POR PROPÓSITO TRABAJO- ESCENARIO CONTRASTE- AÑO 2017 – COMUNA PROVIDENCIA .....	3-32
FIGURA N° 3.16 VIAJES GENERADOS Y ATRAÍDOS POR PROPÓSITO ESTUDIO - ESCENARIO CONTRASTE- AÑO 2017 – COMUNA PROVIDENCIA .....	3-33
FIGURA N° 3.17 VIAJES GENERADOS Y ATRAÍDOS POR PROPÓSITO OTROS - ESCENARIO CONTRASTE- AÑO 2017 – COMUNA PROVIDENCIA .....	3-34
FIGURA N° 3.18 FLUJO VEHICULAR TOTAL COMUNA DE PROVIDENCIA – ESCENARIO CONTRASTE AÑO 2017.....	3-36
FIGURA N° 3.20 GRADOS DE SATURACIÓN (%) – COMUNA DE PROVIDENCIA – ESCENARIO DE CONTRASTE – AÑO 2017 .....	3-38

## 1 CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al Informe Final de la actualización del "Estudio de Capacidad Vial y Gestión de Tránsito de la Comuna de Providencia" contratado inicialmente por la Ilustre Municipalidad de Providencia en diciembre de 1998, con una ampliación de contrato a través del Decreto Alcaldicio EX. N°406 de fecha 24 de Febrero de 2006.

Este estudio nace de la necesidad de actualizar el estudio de Capacidad Vial de la Comuna de Providencia original, producto de las modificaciones que presenta el Nuevo Plan Regulador Comunal 2005, lo que implica un escenario de desarrollo urbano distinto y por consecuencia efectos distintos sobre el sistema vial de la comuna de Providencia.

A continuación se presenta la metodología general con la que se aborda el presente estudio.

### 1.1 METODOLOGÍA GENERAL

Este estudio está basado en la metodología planteada en el estudio denominado "Capacidad Vial de los Planes Reguladores. Metodología de Cálculo", para el caso de comunas metropolitanas desarrollado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU, 1997).

Dado que la comuna de Providencia se encuentra inserta en el área metropolitana de Santiago es imprescindible apoyarse de la información proveniente de un modelo estratégico de transporte, que para este caso corresponde a ESTRAUS. Para tal efecto, se utilizó la versión actualizada de ESTRAUS 5.5, que presenta mayor vialidad respecto a la versión anterior y una mayor desagregación de la zonificación de la ciudad de Santiago con un total de 630 zonas (versión anterior son 409 zonas). En lo que respecta a los modelos de generación y atracción de viaje se utilizó la formulación de la versión anterior 2.2, dado que no se cuenta con todos los antecedentes requeridos para aplicar la nueva formulación de dichos modelos.

En la primera etapa de este estudio, se actualizaron los escenarios de desarrollo urbano para la comuna presentados originalmente en el "Estudio de Capacidad Vial y de Gestión de Tránsito de la Comuna de Providencia".

La siguiente etapa consiste en la predicción del sistema de transporte en la comuna. Para tal efecto, se determinan los vectores origen-destino (viajes generados y atraídos comunales) para la zonificación prevista en el estudio anterior, correspondiente a 25 zonas para la comuna de Providencia. Cabe señalar, que esta zonificación corresponde a una desagregación de la zonificación ESTRAUS que contempla 21 zonas para la comuna de Providencia. Paralelamente, se definió la red vial básica comunal proveniente del modelo estratégico, la cual se complementó con mayor vialidad al interior de la comuna, para que de esta forma tuviera un mayor grado de representatividad de la realidad comunal.

Una vez conocida la demanda total de viajes y construida la oferta vial básica, se procede a resolver el problema de equilibrio de mercado del sistema de transporte. Para tal efecto, se utiliza el modelo de equilibrio ESTRAUS, el cual resuelve simultáneamente las etapas de Distribución, Partición modal y Asignación del modelo clásico de transporte.

La última etapa de este estudio consiste en determinar la factibilidad vial del Plan Regulador Comunal planteado basado en un análisis de los niveles de servicio y grados de saturación en los principales ejes de la comuna contrastados con una situación de referencia o tendencial. La situación de referencia o escenario tendencial corresponde al escenario de desarrollo urbano sin modificaciones al Plan Regulador al año 2017 y un escenario de contraste, que contempla el Nuevo Plan Regulador para el mismo año.

## 1.2 ESTRUCTURA DEL INFORME

El contenido del presente informe es el siguiente:

El Capítulo 1, Introducción, correspondiente al presente capítulo.

El Capítulo 2 corresponde a la actualización de los escenarios de desarrollo urbano para la comuna en el que se enmara este estudio de capacidad vial. Se definieron dos escenarios de desarrollo urbano para la comuna, desde una perspectiva tendencial y una de contraste.

En el Capítulo 3, corresponde a la factibilidad vial de los escenarios de desarrollo urbano, tendencial y de contraste, para el período punta mañana en el corte temporal 2017. Para tal efecto, se explica la obtención de los nuevos vectores de viajes generados y atraídos para la comuna de Providencia, en el marco de la desagregación de la zonificación que se contempla ESTRAUS, se presentan los resultados de la corrida del modelo y se analizan los indicadores de niveles de servicio tales como; grado de saturación y velocidades de operación.

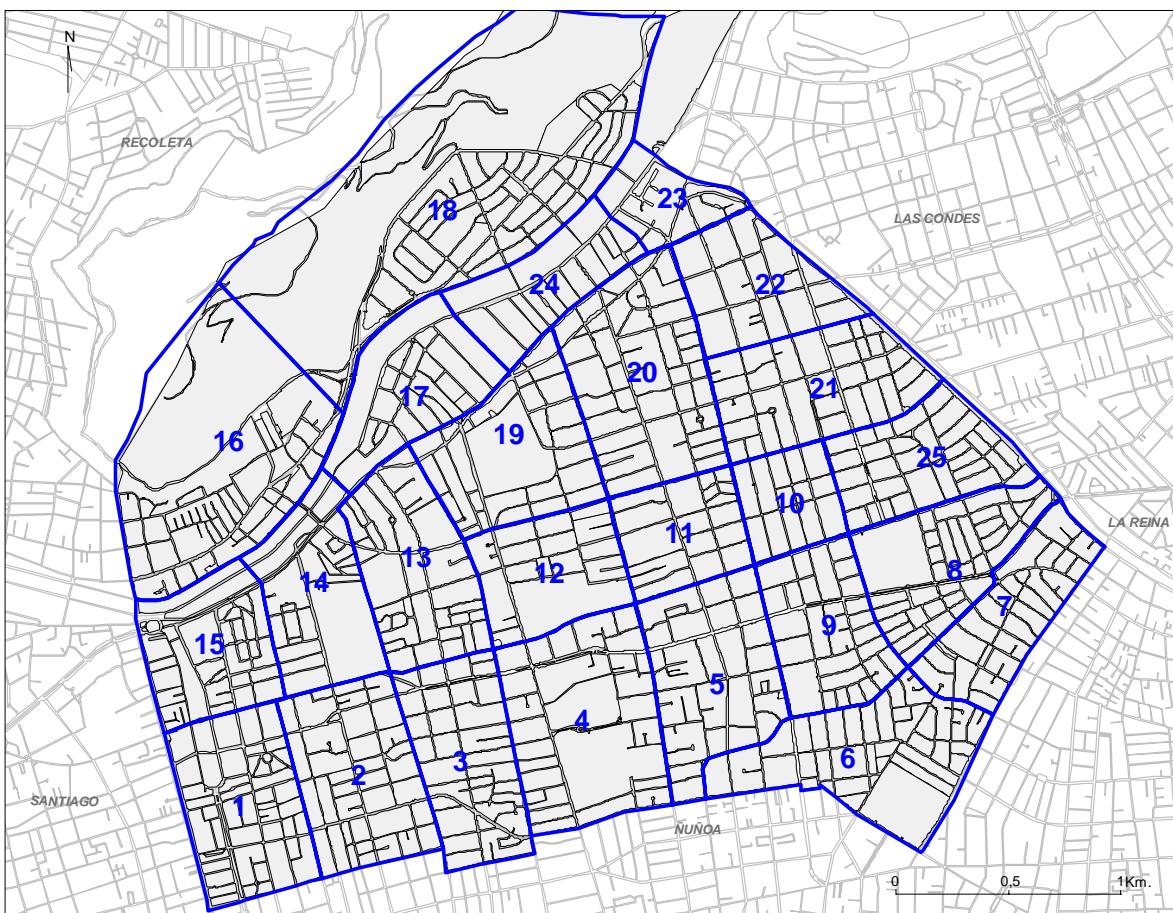
## 2 CAPÍTULO 2: ACTUALIZACIÓN ESCENARIOS DE DESARROLLO URBANO

### 2.1 INTRODUCCIÓN

El presente capítulo corresponde a la Actualización de los Escenarios de Desarrollo Urbano para la Comuna de Providencia, y forman parte del estudio denominado: "Estudio de Capacidad Vial y de gestión de tránsito de la Comuna de Providencia".

El objetivo consiste en realizar un estudio de Generación de Escenarios de Desarrollo Urbano para ser implementados en modelos de transporte, en los cortes futuros correspondiente a los años 2012 (año de análisis del estudio anterior) y 2017.(año de análisis estudio actual).

FIGURA N° 2.1 ÁREA DE ANÁLISIS Y ZONAS DE ESTUDIO.



Fuente: Elaboración Propia

### 2.2 ANTECEDENTES Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

#### 2.2.1 Etapa I. Situación Base

Tal como se muestra en la siguiente figura, el proceso metodológico para la construcción de escenarios se divide en cuatro etapas las que se desarrollan posteriormente.

**FIGURA N° 2.2 METODOLOGÍA CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS**



Fuente: Elaboración Propia

### 2.2.1.1 Zonificación y Variables Considerados

Para llevar a cabo el estudio se utilizó la división política y censal existente y la división realizada para efectos del estudio de Evaluación y Desarrollo del Sistema de Transporte Urbano de la Ciudad de Santiago (ESTRAUS) como base de la zonificación. De esta manera, para este estudio la zonificación empleada en la modelación de transporte de la comuna de Providencia posee un total de 25 zonas, las que ya han sido mostradas en la Figura N° 2.1.

Respecto de los usos considerados para la confección de los escenarios, estos comprenden los siguientes y expresados en las unidades que se muestran.

**CUADRO N° 2.1: USOS CONSIDERADOS Y UNIDADES EN QUE SE EXPRESAN**

Usos	Unidad
Comercio	
Educación	
Habitación	
Industria	
Bodega	
Salud	
Servicios	
Otros	
Hogares	Número de Hogares por Estrato de Ingresos
Matrículas	Matrículas Totales

Fuente: Elaboración Propia

En el caso de los usos de suelo expresados en m<sup>2</sup>, estos corresponden a las categorías utilizadas por el Servicio de Impuestos Internos en su base de avalúos. Para esto se contó con la base del Servicio de Impuestos Internos del año 1997, la que fue actualizada al año 2005 utilizando para ello la información de recepciones municipales finales e información catastrada por el consultor.

En el caso del uso servicio, este incluye Oficina, Adm. Pública y Hotel/Motel. El uso industria incluye Industria y Minería y el uso otros incluye Deporte y Recreación, Bien Común, Culto, Transporte y Telecomunicaciones, Otros No Considerados y Estacionamiento

En el caso de la información de hogares, se contó con la encuesta EOD del año 1997, la que fue actualizada al año 2005 mediante la elaboración de proyecciones por estrato de ingreso. Los estratos de ingreso de hogares considerados para este estudio, incluye las cinco categorías utilizadas por ESTRAUS:

- Categoría de ingreso 1 \$ 0 a \$159.999
- Categoría de ingreso 2 \$160.000 a \$349.999
- Categoría de ingreso 3 \$350.000 a \$599.000
- Categoría de ingreso 4 \$600.000 a \$999.999
- Categoría de ingreso 5 \$1.000.000 ó más

De igual manera para el caso de las matrículas totales, fue necesario actualizar los datos disponibles al año 2005, sobre la base de las estimaciones, lo que se expone posteriormente.

Respecto de los cortes temporales, se considera tras la actualización de la información al año 2005, dos cortes temporales:

- |                          |   |                 |
|--------------------------|---|-----------------|
| ▪ Información Base SII   | : | Año 1997 - 2002 |
| ▪ Actualización          | : | Año 2005        |
| ▪ Primer Corte Temporal  | : | Año 2012        |
| ▪ Segundo Corte Temporal | : | Año 2017        |

#### 2.2.1.2 Caracterización de la Situación Base

En base al procesamiento de la información disponible de uso de suelos (base SII), se realiza la definición de la situación base urbana de la comuna de Providencia, que corresponde a una radiografía de la ciudad e incorpora todas las variables explicativas requeridas para realizar posteriormente la modelación de transporte. En este caso se considera como año base el 2005; el cual se construye fundamentalmente a partir de antecedentes de la base del SII del año 1997 e información histórica de la misma fuente, la que se actualiza incorporando los antecedentes de recepciones municipales finales, información recopilada por el consultor y sobre la base de las proyecciones globales de la comuna.

Situación similar se realiza con la información de hogares, la que es actualizada sobre la base de proyecciones, información censal disponible evolución del escenario macroeconómico y la información de la encuesta Casen de MIDEPLAN.

En esta situación quedan claramente identificados los estados actuales de todas las variables, sociales y económicas, que serán consideradas en las etapas posteriores.

## 2.2.2 Etapa II. Análisis de la Oferta y la Demanda

### 2.2.2.1 Análisis de la Demanda. Definición de Proyecciones Globales

En esta etapa se desarrollan las proyecciones globales a nivel comunal de las variables explicativas de viajes. En el caso de la proyección de usos de suelo, estas se realizan sobre la base del crecimiento macroeconómico del país o región expresado en Producto Interno Bruto (PIB) y la evolución anual de cada una de los usos considerados, generándose series históricas de ambas variables para finalmente obtener modelos que son utilizados para proyectar cada uso sobre la base de un crecimiento macroeconómico propuesto para este tipo de estudios por parte de SECTRA, el que en este caso corresponde a 4,5% anual.

En el caso de las proyecciones de hogares, estas se realizan sobre la base de las estimaciones realizadas por el Instituto Nacional de Estadísticas y la evolución del Tamaño Medio de Hogares, asumiendo que este evoluciona de acuerdo a la variación promedio de los ingresos.

### 2.2.2.2 Oferta de Proyectos Programados

La oferta principalmente inmobiliaria es uno de los temas complejos en la elaboración de escenarios, principalmente por el dinamismo que caracteriza el sector. Para efectos del presente estudio y sobre la base de la información disponible en portales inmobiliarios, información municipal, de la prensa y directamente con empresas inmobiliarias, se elaboró un catastro de proyectos clasificados por tipo de uso, periodo en el que se ejecutará y localización. Para el caso de los proyectos habitacionales se incluye el estrato de ingreso al que se encuentran dirigidos.

## 2.2.3 Etapa III. Análisis Normativo y restricciones

### 2.2.3.1 Análisis del Cupo Disponible de Acuerdo a la Normativa

La Cabida o Cupo, corresponde a la superficie máxima posible de constreñir en el horizonte de vigencia de la normativa vigente y se obtiene a partir de la relación entre la superficie actualmente construida y la que permite la normativa vigente según la zonificación del Plan Regulador Comunal (PRC) correspondiente. Para ello, mediante el coeficiente de constructibilidad y los usos permitidos en la ordenanza para cada una de las zonas definidas en dicho plan, se define el cupo o cabida que presenta cada manzana, información que posteriormente es agrupada por zona, a esto se resta la superficie construida actualmente lo que permite obtener la superficie que se podría construir en el futuro de prevalecer las características normativas vigentes.

## 2.2.4 Etapa IV. Construcción de Escenarios

La localización de usos de suelo corresponde a la distribución espacial de la proyección de demanda por suelo, en función de los valores de proyección de oferta. Esta etapa es, básicamente, una simulación de la distribución esperada para cada uso de suelo, por ello se debe considerar una serie de factores que influyen en la distribución, como futuros proyectos, incentivos propuestos, crecimiento histórico por zona para cada uso y Coeficientes de Especialización. Estas variables son utilizadas posteriormente para la asignación de superficie de usos de suelo por zona.

#### 2.2.4.1 Análisis de Variables Para la Construcción de Escenarios

Previa a la asignación de la superficie de usos de suelo proyectada es necesario analizar las variables que condicionarán dicha localización. En primer lugar, es necesario analizar la oferta de proyectos programados de acuerdo al cupo o cabida disponible establecida por normativa, se analiza además si dichos proyectos implican alguna modificación a la normativa. Luego de esto, la superficie de dichos proyectos es asignada en las zonas donde serán emplazados.

Se analiza además la evolución de cada uno de los usos considerados en cada zona durante una serie de tiempo, la que en este caso abarca los últimos 20 años, y que ha sido considerada también para las proyecciones globales. Este crecimiento promedio anual es utilizado posteriormente para asignar el cupo disponible derivado de la diferencia entre las proyecciones globales y los proyectos programados. Este delta de superficie antes mencionado es distribuido además de acuerdo a los niveles de especialización de cada zona, y considerando el cupo disponible obtenido de la normativa vigente.

#### 2.2.4.2 Construcción de Escenarios

Finalmente la construcción de escenarios consiste en la asignación por zona de la superficie global proyectada por uso considerando las anteriores variables. De esta manera se incorpora en primer lugar la superficie de proyectos programados e incentivos propuestos si los hubiese. En segundo lugar se incorpora la superficie proyectada de acuerdo al crecimiento histórico por zona y considerando el cupo disponible, tras lo anterior, debido a que en muchas zonas, considerando la normativa vigente, estas no podrían crecer de acuerdo a la tendencia histórica, se debe asignar parte del delta de acuerdo a los niveles de especialización existentes en las zonas que poseen cupo disponible. Se obtiene de esta manera el crecimiento para el periodo considerado de cada uso de suelo en cada una de las zonas de estudio.

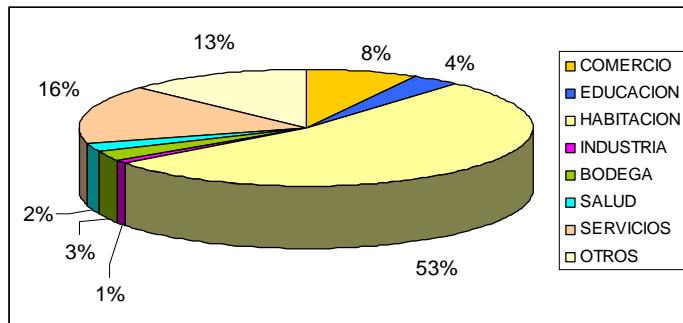
Finalmente el crecimiento calculado para cada uso en cada una de las zonas se suma a la superficie existente en la situación base para generar el escenario al corte de tiempo propuesto.

### 2.3 SITUACIÓN BASE

#### 2.3.1 Situación Base Usos de Suelo y Coeficientes de Especialización Relativa

En la siguiente figura se muestra la distribución de la superficie de usos de suelo al año 2005, destacándose la participación además del uso habitación, los usos comercio y servicios. En comparación con otras comunas se destaca también el uso educación, derivado de la gran cantidad de establecimientos especialmente de educación superior que existe en la comuna.

**FIGURA Nº 2.3 PORCENTAJE DE SUPERFICIE PARA CADA USO DE SUELO CONSIDERADO, AÑO 2005**



Servicios:

Incluye Oficina, Adm. Pública y Hotel/Motel

Industria:

Incluye Industria y Minería

Otros:

Incluye Deporte y Recreación, Bien Común, Culto, Transporte y Telecomunicaciones, Otros No Considerados y Estacionamiento

Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente cuadro se muestra para cada una de las zonas la superficie al año 2005 de los usos considerados, esta información corresponde a la base del año 1997 del Servicio de Impuestos Internos, actualizada al año 2005 con información Municipal y sobre la base de las proyecciones realizadas para la comuna y que se muestran más adelante.

**CUADRO Nº 2.2: SUPERFICIE DE USOS DE SUELO AÑO 2005**

ZONA	ESCENARIO USOS DE SUELO (M2) 2005									TOTAL
	COMERCIO	EDUCACION	HABITACION	INDUSTRIA	BODEGA	SALUD	SERVICIOS	OTROS		
1	64.147	9.147	249.384	14.303	19.929	12.634	72.224	34.571	476.339	
2	45.329	19.596	222.260	20.830	14.312	5.438	32.509	24.486	384.760	
3	27.070	3.692	174.883	3.423	11.790	796	33.660	12.779	268.093	
4	39.521	12.021	320.196	1.576	13.802	2.854	22.864	80.643	493.477	
5	30.786	10.227	426.395	982	15.459	2.850	26.912	67.063	580.674	
6	8.524	28.429	150.441	1.331	3.954	5.548	7.223	9.888	215.339	
7	3.615	83	187.656	236	4.503	367	2.067	6.701	205.228	
8	9.753	15.914	145.934	603	2.731	897	9.042	7.680	192.554	
9	8.443	7.949	179.668	223	6.099	511	7.283	25.316	235.491	
10	3.075	765	246.709	214	9.254	1.398	13.237	42.912	317.564	
11	4.774	21.248	223.716	184	9.755	5.484	24.150	42.450	331.761	
12	10.314	37.645	217.688	323	9.899	39	37.089	32.333	345.330	
13	41.978	31.822	289.310	1.788	10.314	28.402	75.242	40.204	519.061	
14	21.755	24.008	82.053	583	4.044	78.224	87.226	43.277	341.170	
15	54.143	31.962	241.354	503	9.360	4.413	109.995	46.011	497.742	
16	49.394	37.459	214.581	48.448	34.135	24.453	95.085	70.576	574.131	
17	75.523	22.244	191.370	2.625	10.798	7.933	203.051	76.830	590.373	
18	13.581	19.749	177.717	692	14.200	9.956	118.912	52.267	407.074	
19	81.478	16.523	311.909	1.594	16.147	3.063	263.461	165.410	859.585	
20	123.836	14.395	534.363	474	27.264	7.729	242.402	202.972	1.153.435	
21	12.027	4.756	469.142	389	20.366	832	18.955	93.108	619.574	
22	49.201	22.752	336.921	84	20.214	1.095	126.435	123.066	679.768	
23	39.698	3.767	39.306	294	2.824	36.134	70.066	28.714	220.803	
24	88.379	5.670	141.018	636	11.361	1.739	179.222	100.443	528.468	
25	10.512	269	314.737	520	9.806	1.047	6.095	61.465	404.450	
TOTAL	916.855	402.092	6.088.709	102.859	312.320	243.836	1.884.407	1.491.166	11.442.243	

Servicios:

Incluye Oficina, Adm. Pública y Hotel/Motel

Industria:

Incluye Industria y Minería

Otros:

Incluye Deporte y Recreación, Bien Común, Culto, Transporte y Telecomunicaciones, Otros No Considerados y Estacionamiento

Fuente: Servicio de Impuestos Internos 1997, I. M. de Providencia 2005

Sobre la base de la información de los usos de suelo antes expuesta, es posible obtener los niveles de especialización relativa de cada zona. De esta manera se puede determinar a través de un indicador, si es que una zona específica se especializa en un determinado uso o no.

El índice de especialidad se calcula mediante la siguiente expresión:

$$IE = \frac{S_i C}{S_i R}$$

Donde  $S_i C$  representa la importancia del sector  $i$ -ésimo en la zona analizada y  $S_i R$  representa la importancia del sector  $i$ -ésimo en la Ciudad. Cada una de estas importancias relativas se calcula de la siguiente forma:

$$S_i C = \frac{V_{ij}}{\sum_i V_{ij}} \quad S_i R = \frac{\sum_j V_{ij}}{\sum_i \sum_j V_{ij}}$$

Donde:

$V_{ij}$  Valor de superficie construida de uso  $i$  en la zona  $j$

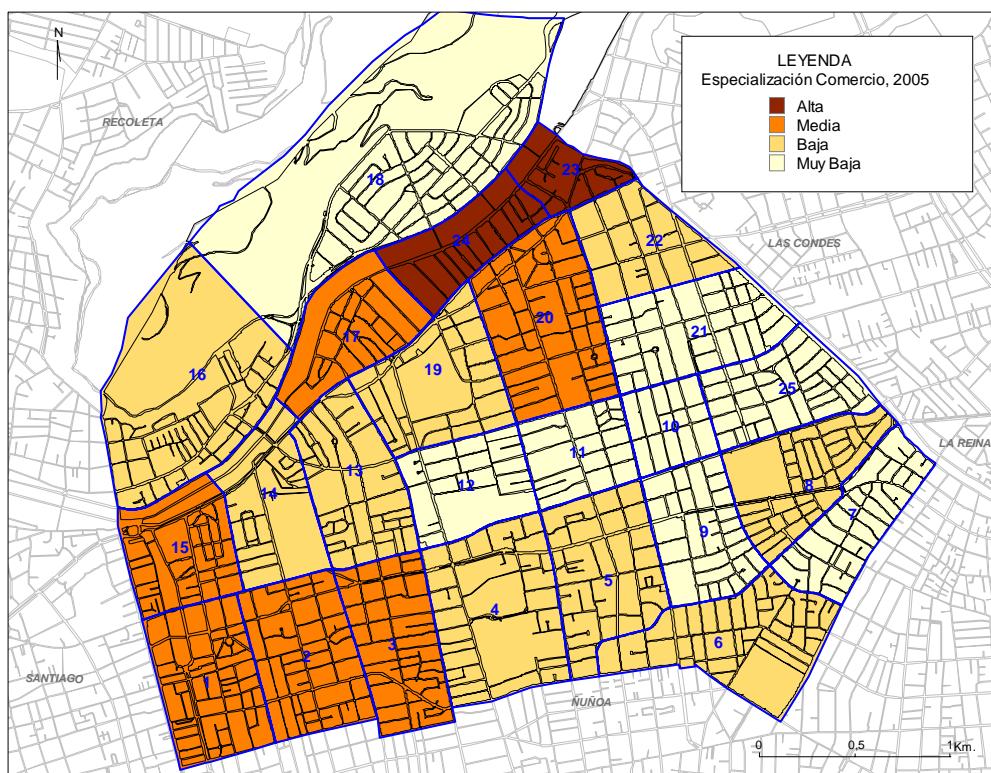
$\sum_i V_{ij}$  Valor del total de superficies construidas en la zona  $j$

$\sum_j V_{ij}$  Valor de la suma de superficie construida  $i$  en todas las zonas  $j$

$\sum_i \sum_j V_{ij}$  Valor de todas las superficies correspondiente al total de la ciudad

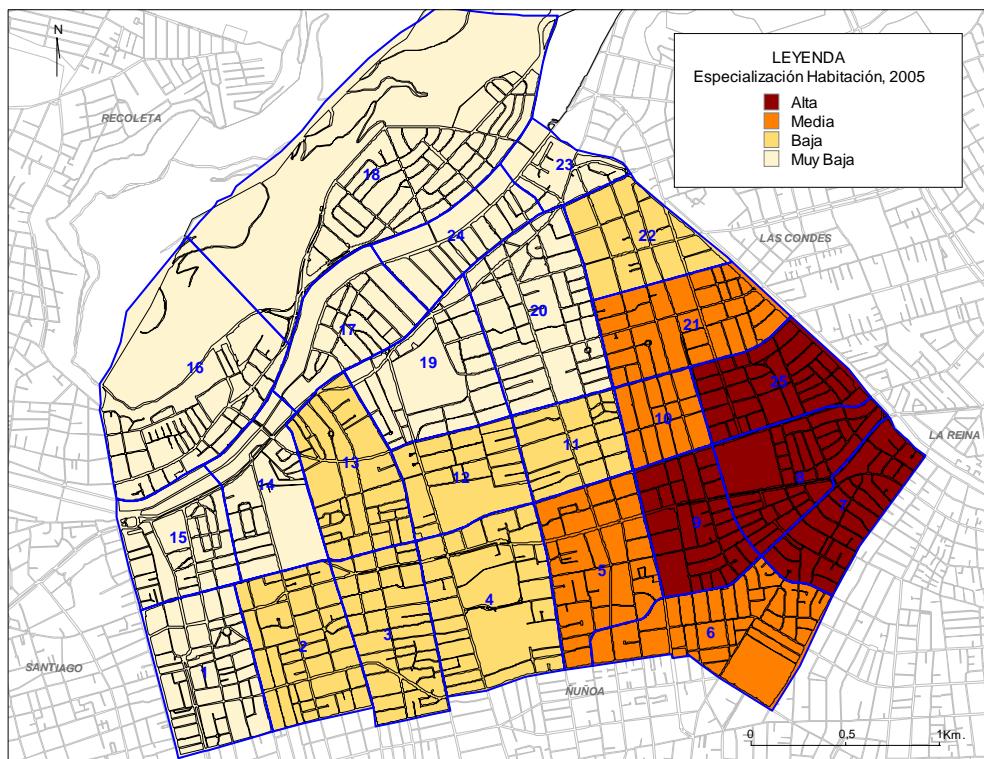
En las siguientes figuras se muestran los niveles de especialización relativa de cada uso considerado en la comuna de Providencia, en donde los tonos más oscuros indican mayor especialización de un determinado uso. El resultado se expresa en cuatro rangos Alta, Media, Baja y Muy Baja Especialización.

**FIGURA N° 2.4 COEFICIENTES DE ESPECIALIZACIÓN RELATIVA USO COMERCIO**



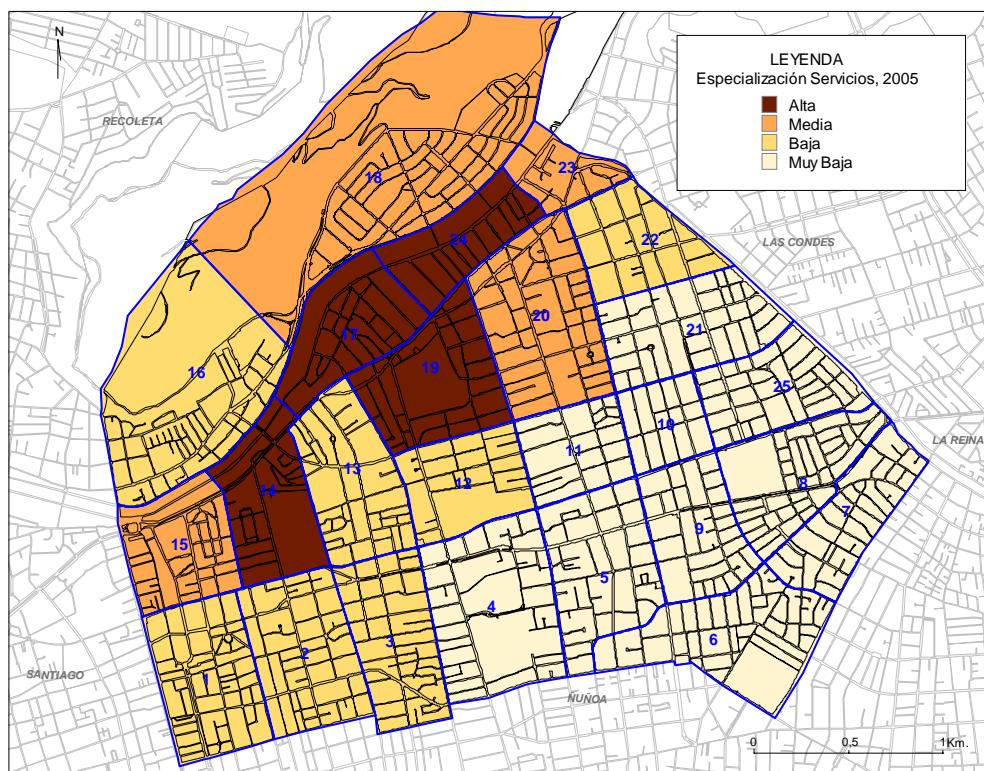
Fuente: Elaboración propia sobre la base de la actualización de usos de suelo año 2005

**FIGURA N° 2.5 COEFICIENTES DE ESPECIALIZACIÓN RELATIVA USO HABITACIÓN**



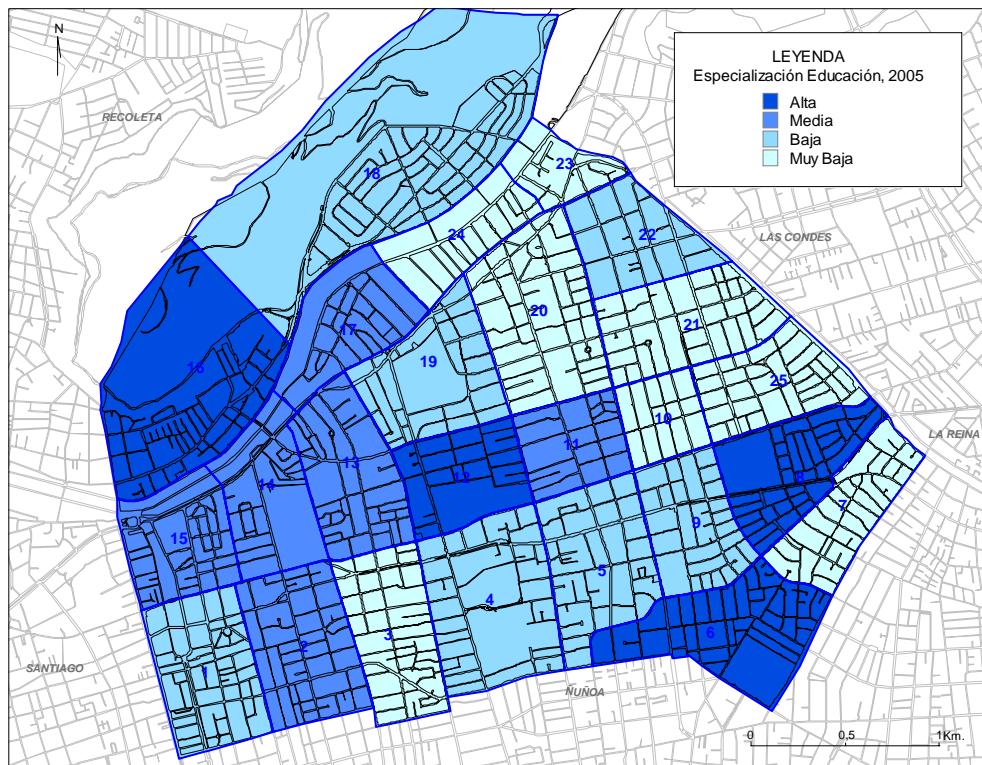
Fuente: Elaboración propia sobre la base de la actualización de usos de suelo año 2005

**FIGURA N° 2.6 COEFICIENTES DE ESPECIALIZACIÓN RELATIVA USO SERVICIOS**



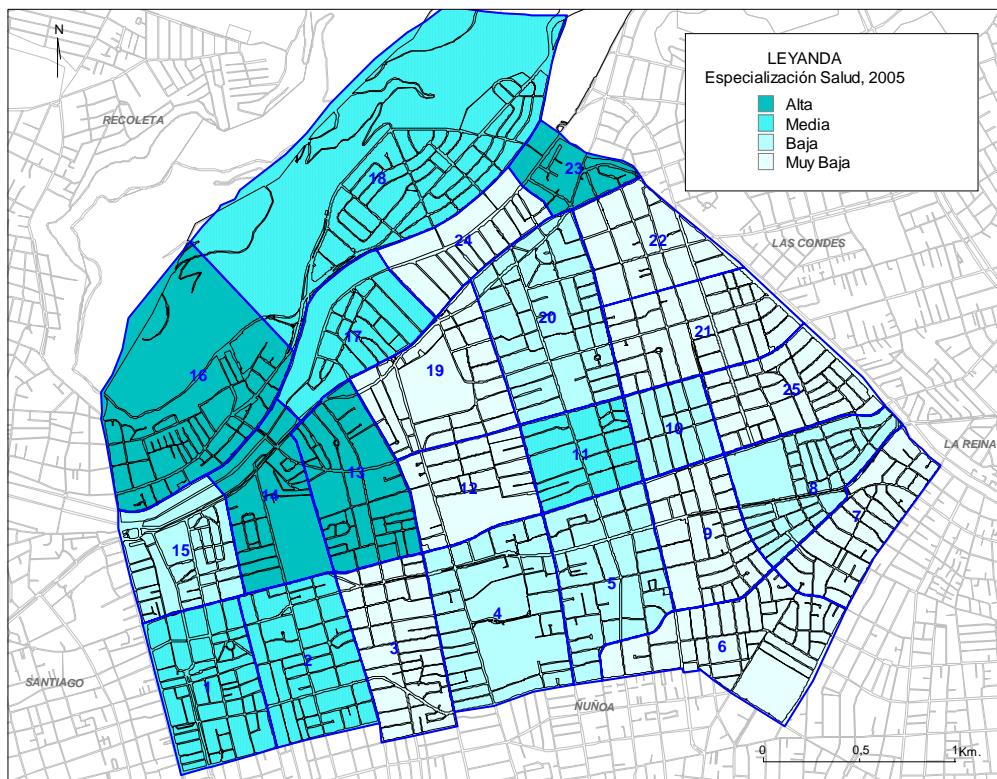
Fuente: Elaboración propia sobre la base de la actualización de usos de suelo año 2005

**FIGURA N° 2.7 COEFICIENTES DE ESPECIALIZACIÓN RELATIVA USO EDUCACIÓN**



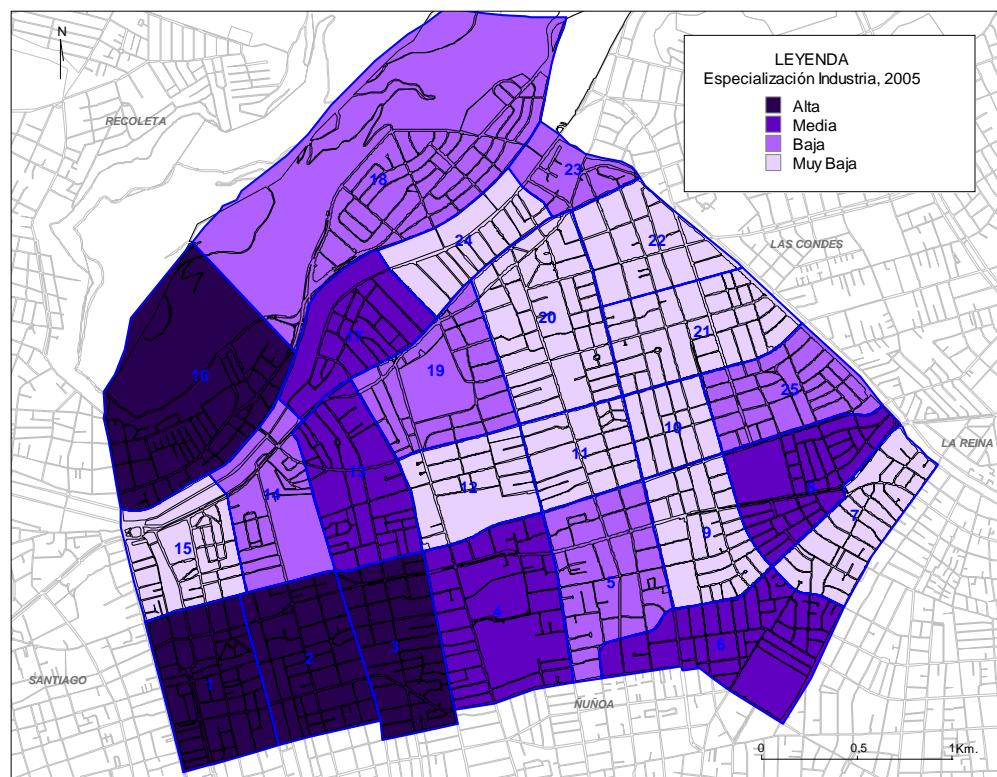
Fuente: Elaboración propia sobre la base de la actualización de usos de suelo año 2005

**FIGURA N° 2.8 COEFICIENTES DE ESPECIALIZACIÓN RELATIVA USO SALUD**



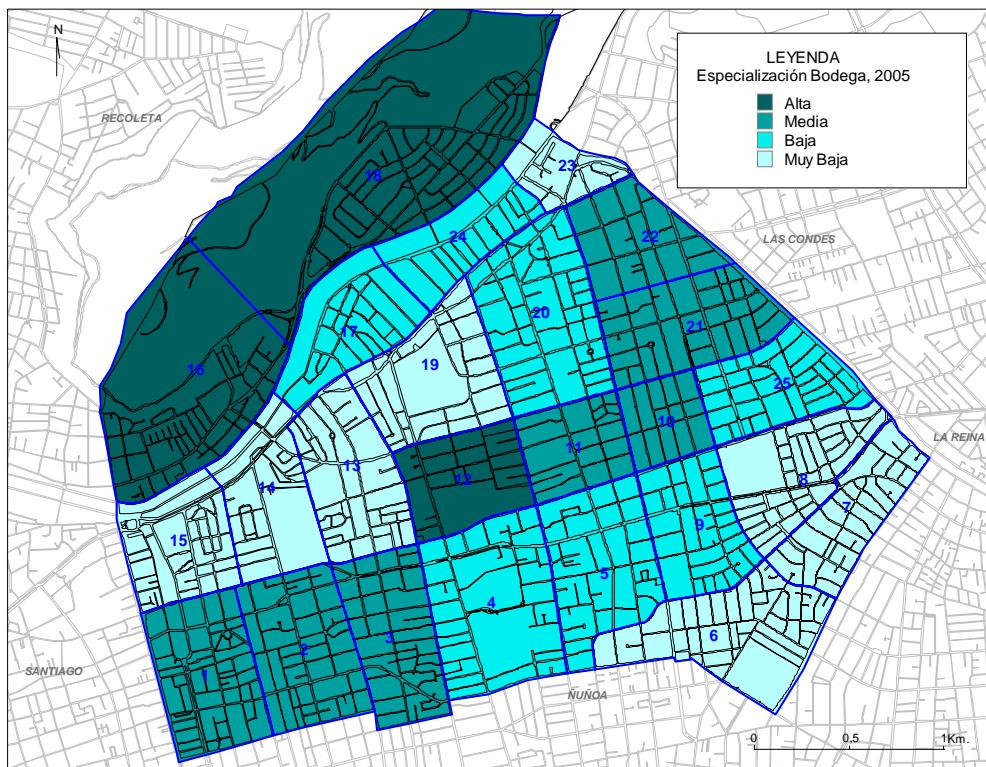
Fuente: Elaboración propia sobre la base de la actualización de usos de suelo año 2005

**FIGURA N° 2.9 COEFICIENTES DE ESPECIALIZACIÓN RELATIVA USO INDUSTRIA**



Fuente: Elaboración propia sobre la base de la actualización de usos de suelo año 2005

**FIGURA Nº 2.10 COEFICIENTES DE ESPECIALIZACIÓN RELATIVA USO BODEGA**



Fuente: Elaboración propia sobre la base de la actualización de usos de suelo año 2005

### 2.3.2 Situación Base Hogares

Respecto del número de hogares por estrato de ingreso, se tiene para el año 2005, de acuerdo a la proyección realizada, existirían principalmente hogares de la categoría 4 y 5 es decir de mayor ingreso encontrándose el 90% de los hogares en estas dos categorías. En el siguiente cuadro se muestra la distribución de hogares por estrato de ingreso en cada una de las 25 zonas de estudio.

**CUADRO N° 2.3: SUPERFICIE DE USOS DE SUELO AÑO 2005**

ZONA	ESCENARIO HOGARES POR ESTRATO DE INGRESO AÑO 2005					
	HOG_CAT1	HOG_CAT2	HOG_CAT3	HOG_CAT4	HOG_CAT5	TOTAL_HOG
1	0	46	393	776	1.040	2.255
2	2	25	260	490	698	1.475
3	0	0	269	292	821	1.381
4	0	0	302	240	1.157	1.700
5	0	0	184	963	458	1.605
6	0	3	284	58	1.129	1.475
7	0	0	221	208	871	1.300
8	0	0	166	34	654	854
9	0	0	148	313	584	1.045
10	0	0	1	633	542	1.176
11	0	0	66	785	258	1.109
12	0	0	109	502	640	1.251
13	0	3	360	880	663	1.905
14	0	0	85	387	0	472
15	0	2	436	207	1.605	2.250
16	0	41	265	458	809	1.573
17	0	0	155	657	804	1.616
18	0	1	198	127	781	1.107
19	0	2	414	618	1.603	2.638
20	0	0	83	2.542	1.864	4.489
21	0	0	6	1.632	5.164	6.802
22	0	0	31	1.222	3.891	5.144
23	0	0	0	310	0	310
24	0	0	23	312	2.333	2.667
25	0	0	43	540	717	1.299
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>124</b>	<b>4.502</b>	<b>15.187</b>	<b>29.084</b>	<b>48.899</b>

HOG\_CAT1: Hogares Categoría de Ingreso 1

HOG\_CAT2: Hogares Categoría de Ingreso 2

HOG\_CAT3: Hogares Categoría de Ingreso 3

HOG\_CAT4: Hogares Categoría de Ingreso 4

HOG\_CAT5: Hogares Categoría de Ingreso 5

TOTAL\_HOG: Total de Hogares

Fuente: EOD 1997, Actualización 2005

### 2.3.3 Situación Base Matriculas

Finalmente como antecedente base, en el siguiente cuadro se muestra las matriculas totales de cada zona de estudio para el año 1997 año del catastro realizado y 2005, año de actualización realizado sobre la base de las proyecciones basadas en la información del Ministerio de Educación y las estimaciones de las edades programáticas del INE.

**CUADRO N° 2.4: SUPERFICIE DE USOS DE SUELO AÑO 2005**

ZONA	MATRICULAS TOTALES	
	1997	2005
1	371	969
2	1.885	4.571
3	348	616
4	1.064	2.002
5	836	1.574
6	1.834	2.956
7	14	38
8	1.005	1.237
9	1.451	1.784
10	713	874
11	1.945	4.927
12	2.028	2.463
13	1.568	4.138
14	857	2.660
15	786	1.335
16	2.239	2.956
17	426	811
18	427	1.556
19	1.372	2.615
20	1.154	3.005
21	272	788
22	2.874	3.399
23	149	469
24	412	1.291
25	188	231
TOTAL	26.218	49.267

Fuente: Catastro 1997, Actualización 2005

## 2.4 NORMATIVA

Dentro de la metodología a utilizar en la generación de Escenarios de Usos de Suelo, es imprescindible contar con la normativa vigente, ya que constituye uno de los aspectos conocidos en la regulación de las futuras localizaciones de las actividades. Este antecedente permite localizar la superficie proyectada para todos los usos de suelo y el número de hogares.

De acuerdo con esto, se ha realizado una revisión de la normativa territorial de la comuna para así considerar las restricciones y condicionantes presentes en las distintas zonas de la comuna.

La Normativa que rige el Desarrollo Urbano de la comuna corresponde al Plano Regulador y su ordenanza la cual estipula entre otras cosas los usos permitidos, usos preferentes, coeficientes de constructibilidad por tipo de edificación y restricciones, las cuales son consideradas para el cálculo del cupo permitido.

La normativa utilizada a la actualmente en proceso de aprobación por parte de los organismos competentes y se encuentra próxima a entrar en vigencia.

La revisión de esta normativa contempló concretamente la definición de cinco aspectos regulatorios:

- **Usos Permitidos.** La normativa define claramente los usos que se permiten por manzana, identificando dónde se pueden localizar ciertas actividades y dónde no.
- **Zonas de Edificación.** Para efectos de la localización de hogares la normativa regula también el tipo de edificación permitida, lo que en el caso de Providencia condiciona la constructibilidad de cada zona del plan regulador.

- **Costructibilidad:** Esta variable condiciona la superficie posible de construir en las áreas disponibles, Para el caso de Providencia el coeficiente de constructibilidad se encuentra asociado al tipo de edificación permitida.
- **Zonas de Riesgos y Restricción.** Corresponde a áreas donde se encuentran presentes variables de tipo natural o por la presencia de elementos necesarios de preservar o condicionar en cuanto a su desarrollo, en donde el emplazamiento de asentamientos humanos y usos de suelo se debe restringir en forma parcial o total, en consideración a las características que presentan.
- **Usos Preferentes:** El Plan Regulador de Providencia establece además usos preferentes para cada una de las zonas, lo que nos entrega un accedente importante en cuanto a la intención del plan regulador en cuenta a incentivar la localización de usos en determinados zonas de estudio.

Considerando lo anterior y contando con el apoyo de la asesoría urbana de la Ilustre Municipalidad de Providencia, se obtuvo el cupo Bruto de cada manzana, es decir sin considerar la superficie ya construida, posteriormente esta información fue agrupada por zona de estudio y se le restó la superficie construida es decir la actualización de la base del Servicio de Impuestos con la Información Municipal al año 2005, obteniéndose el cupo disponible o cupo neto.

En el siguiente cuadro se muestra el cupo disponible, es decir la superficie máxima que se podría construir de cada uso en cada zona y el máximo de superficie total que se podría construir en las mismas en el horizonte de tiempo previsto para la vigencia del plan regulador.

De este cálculo se destaca el hecho de que en los usos industria y bodega, se restringe su localización a cinco zonas, siendo dos de ellas, la 3 y la 16 donde más se podrían incrementar la superficie de estos usos.

Por otra parte la zona 10 se encontraría sin cupo disponible, esto implicaría que el crecimiento de usos de suelo futuro sería posible solo si se producen recambios o demoliciones de las estructuras existentes, o por cambios especiales en la normativa que eventualmente podrían aplicarse en determinada áreas. Lo anterior genera que esta zona crezca en el periodo 2005 – 2012 solo en los casos en que existen proyectos ya aprobados y que se encuentran circunscritos a la normativa anterior a la utilizada para este estudio y que se encuentra próxima a ser aprobada.

Finalmente se debe considerar el hecho de que en la zona 23, el nuevo plan regulador promueve los usos comercio y servicios, excluyendo el uso habitacional, por lo que tampoco hay cupo para los próximos años, sin embargo también existen proyectos ya aprobados bajo la normativa anterior y consideraciones para proyectos emblemáticos como lo es "Costanera Center" el cual incluye uso habitacional.

**CUADRO N° 2.5: CUPO NETO POR CATEGORÍA DE USOS DE SUELO Y CUPO TOTAL AÑO 2005**

ZONA	CUPO NETO (M2) AÑO 2005 (CUPO BRUTO - SUPERFICIE CONSTRUIDA)								
	COMERCIO	EDUCACION	HABITACION	INDUSTRIA	BODEGA	SALUD	SERVICIOS	OTROS	TOTAL
1	422.502	407.286	422.502	21.078	15.452	403.799	409.214	390.681	422.502
2	471.284	471.284	471.284	99.064	105.582	471.284	434.666	426.385	471.284
3	369.433	354.634	442.423	170.283	161.916	357.530	328.599	345.547	518.650
4	298.804	370.263	408.399	0	0	379.430	321.250	268.312	485.286
5	453.418	470.649	521.459	0	0	478.026	448.639	377.089	521.459
6	213.830	203.128	383.846	0	0	226.009	195.539	216.594	461.267
7	226.177	203.016	323.991	0	0	202.732	201.033	196.398	323.991
8	201.985	201.064	369.713	0	0	216.081	182.768	209.298	474.102
9	229.980	226.371	395.595	0	0	233.809	211.808	202.386	395.595
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	237.914	237.914	237.914	0	0	237.914	231.936	200.478	237.914
12	177.497	177.497	177.497	0	0	177.497	177.497	177.497	177.497
13	315.268	315.268	315.268	0	0	315.268	315.268	315.268	315.268
14	158.844	158.844	158.844	0	0	158.844	158.844	158.844	158.844
15	96.458	96.458	96.458	0	0	96.458	96.458	96.458	96.458
16	271.725	271.725	271.725	69.660	83.973	271.725	271.725	271.725	271.725
17	849.986	774.508	708.923	0	0	788.819	807.788	849.986	849.986
18	122.287	122.287	122.287	0	0	122.287	122.287	122.287	122.287
19	356.392	356.392	356.392	0	0	356.392	356.392	356.392	356.392
20	553.398	553.398	553.398	0	0	553.398	553.398	553.398	553.398
21	341.525	359.241	382.829	0	0	363.165	347.986	257.453	382.829
22	796.806	709.215	796.806	0	0	730.872	796.806	650.687	796.806
23	255.986	255.986	0	0	0	255.986	255.986	255.986	255.986
24	212.500	212.500	212.500	0	0	212.500	212.500	212.500	212.500
25	96.773	96.773	96.773	0	0	96.773	96.773	96.773	96.773
TOTAL	7.730.770	7.605.703	8.226.825	360.085	366.923	7.706.600	7.535.160	7.208.422	8.958.798

Fuente: Plan Regulador Providencia, 2006; Actualización Usos de Suelo 2005

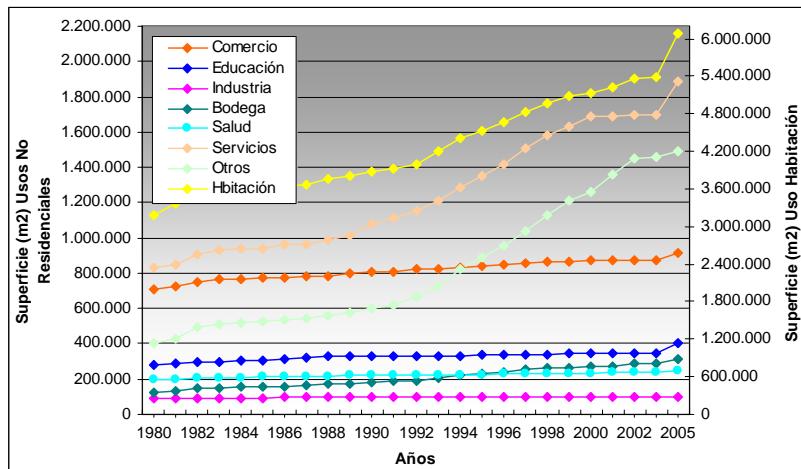
## 2.5 PROYECCIONES

### 2.5.1 Proyección de Usos de Suelo (m2)

La definición de escenarios para la comuna de Providencia se realizaron sobre la base de la estimación de modelos de proyección basados en métodos económétricos de regresión lineal simple, donde las variables dependientes corresponden a los usos de suelo relevantes y la variable independiente corresponde al Producto Interno Bruto (PIB) (en este caso expresados en millones de pesos de 1996), como indicador del crecimiento económico del país, y que han sido actualizadas recientemente por el Banco Central.

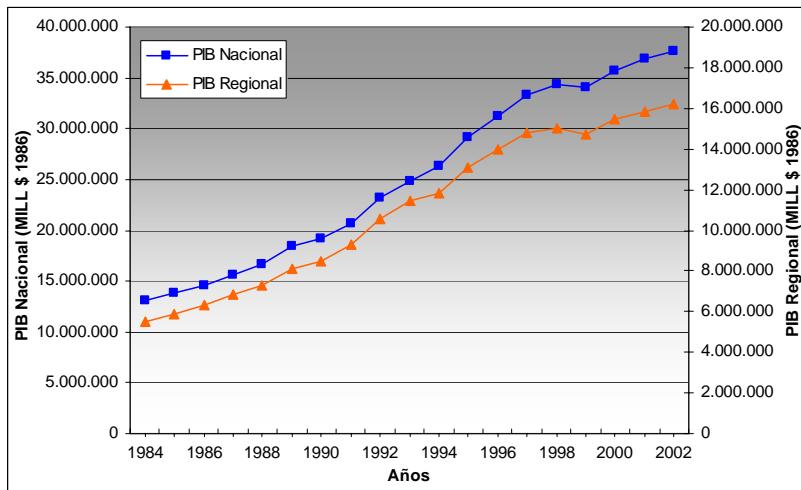
La siguiente figura muestra la evolución que han presentado los usos de suelo considerados para este estudio en la comuna de Providencia en los últimos 25 años, posteriormente se muestra la evolución del Producto Interno Bruto Nacional y Regional.

**FIGURA N° 2.11 EVOLUCIÓN DE LA SUPERFICIE DE USOS DE SUELO EN LA COMUNA DE PROVIDENCIA**



Fuente: Servicio de Impuestos Internos; Actualización Usos de Suelo 2005

**FIGURA N° 2.12 EVOLUCIÓN PRODUCTO INTERNO BRUTO NACIONAL Y REGIONAL**



Fuente: Banco Central, 2005

Conforme a lo anterior, se generaron modelos de dependencia entre crecimiento del PIB Nacional – superficie en m<sup>2</sup> – y de PIB Regional – superficie en m<sup>2</sup>, para cada uno de los usos de suelo. Posteriormente se eligieron los modelos con mayor significancia estadística, para realizar las proyecciones de los usos de suelo.

**CUADRO Nº 2.6: COEFICIENTES PROYECCIÓN DE VARIABLES DE USOS DE SUELOS**

Usos	Variable Explicativa	Constante	Pendiente	R2	R2 Ajustado	Suma de los cuadrados		Significación de la estimación
						Regresión	Residuales	
Comercio	PIB Nacional	716.577,1836	0,004	0,9923	0,9918	27.020.106.730,06	210.746.418,49	0,000000000000
Educación	PIB Regional	303.190,1064	0,003	0,8619	0,8533	1.490.659.760,30	238.841.690,20	0,00000002774
Habitación	PIB Nacional	2.555.969,0491	0,071	0,9781	0,9769	7.404.220.023.701,57	166.016.589.633,43	0,000000000000
Industria	PIB Regional	94.776,6515	0,000	0,6764	0,6562	40.839.494,37	19.534.569,91	0,00002796938
Salud	PIB Nacional	202.349,3667	0,001	0,8069	0,7961	1.044.097.460,04	249.931.212,51	0,00000007633
Servicios	PIB Nacional	463.559,0012	0,032	0,9775	0,9762	1.547.298.550.266,96	35.684.893.139,99	0,000000000000
Bodega	PIB Nacional	80.320,6280	0,005	0,9882	0,9875	41.252.743.751,38	492.756.031,62	0,000000000000
Otros	PIB Nacional	-18.050,3001	0,034	0,9259	0,9218	1.745.749.227.041,77	139.619.131.641,43	0,000000000001

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a los modelos elegidos, se puede señalar que en todos los usos, el "y" estimado explica un alto porcentaje de varianza del "y" observado, y en todos los casos se obtienen modelos con alta significancia estadística de los parámetros introducidos en la especificación (todos con t-estadístico superior a 2,0), con ajustes satisfactorios, y coeficientes de determinación R<sup>2</sup> ajustados superiores a 0,85, esto a excepción de los usos Industria y Salud (R<sup>2</sup>=0,65 y 0,79 respectivamente), donde de todas maneras el ajuste es satisfactorio.

Por otra parte, tras utilizar ambos PIB (Nacional y Regional) como variables explicativas con el método "Forward condicional" de introducción de variables para la obtención de regresión lineal múltiple, siendo el criterio de inclusión un nivel de significación "p" < 0,05, y el criterio de exclusión un nivel de significación "p" > 0,10, se puede señalar que los usos Comercio, Habitación, Servicios, Salud y Bodega presentaron mejores ajustes utilizando el PIB Nacional, excluyéndose el PIB Regional por parte del modelo, para los usos Educación e Industria se utiliza el PIB Regional, excluyéndose del modelo el PIB Nacional.

A partir de los modelos presentados en el punto anterior y considerando un supuesto de crecimiento futuro del PIB Nacional y PIB Regional de un 4,5% anual, se ha procedido a realizar la actualización al año 2005 y las proyecciones de usos de suelo para los cortes temporales 2012 y 2017. Dicho PIB ha sido establecido como un valor anual de crecimiento económico para los próximos años y que ha sido propuesto como promedio de crecimiento considerando la tendencia económica de la última década en el país.

En el siguiente cuadro se presentan las proyecciones globales para usos de suelo de la comuna de Providencia, correspondientes a la tendencia y sobre la base del crecimiento histórico de los usos de suelo mediante el método antes expuesto.

**CUADRO Nº 2.7: PROYECCIONES DE USOS DE SUELO**

Año	Comercio	Educación	Habitación	Industria	Salud	Servicios	Bodega	Otros	Total
2005	904.338	352.017	5.664.107	102.859	239.258	1.884.407	312.320	1.491.166	10.950.472
2012	972.093	369.637	6.785.715	105.775	252.577	2.397.137	396.040	2.035.785	13.314.759
2017	1.034.997	385.995	7.827.002	108.483	264.942	2.873.149	473.764	2.541.402	15.509.734

Fuente: Elaboración Propia

Para el año 2005, como se dispuso de información de proyectos ejecutados hasta ese año, los que han sido obtenido de la información municipal disponible y de proyectos catastrados por el consultor, y en donde para el caso de algunos usos se construyeron proyectos que en su conjunto rompieron la tendencia histórica, se procedió a realizar una actualización más que seguir la proyección, posteriormente para los siguientes cortes temporales se mantuvo las tasas

de crecimiento proyectadas. En el caso del uso salud, para el periodo 2005 – 2012 se consideró el traslado del hospital militar lo que genera una disminución de la superficie de este uso en la zona de estudio número 23.

**CUADRO N° 2.8: PROYECCIONES DE USOS DE SUELO CORREGIDAS DE ACUERDO A PROYECTOS CATASTRADOS**

Año	Comercio (1)	Educación (1)	Habitación (1)	Industria	Salud (1) (2)	Servicios	Bodega	Otros	Total
2005	916.855	402.092	6.088.709	102.859	243.836	1.884.407	312.320	1.491.166	11.442.243
2012	994.463	422.218	7.294.397	105.775	221.553	2.397.137	396.040	2.035.785	13.867.368
2017	1.058.814	440.903	8.413.743	108.483	232.399	2.873.149	473.764	2.541.402	16.142.657

(1): Al corte 2005 se modifica la tendencia sobre la base de los proyectos catastrados, posteriormente se sigue la tasa de crecimiento proyectada.

(2): Al año 2012 se considera traslado de Hospital Militar, al corte siguiente se vuelve a considerar la tasa calculada

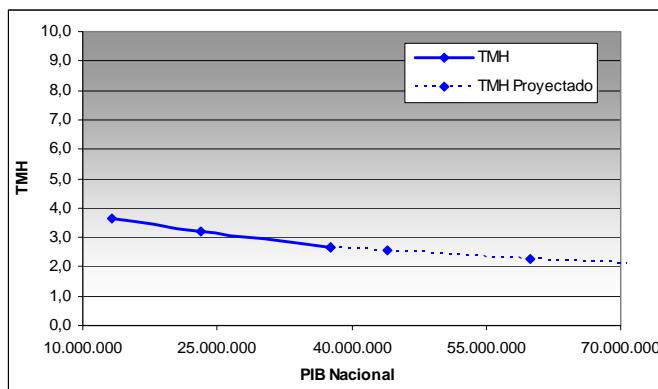
Fuente: Elaboración Propia

## 2.5.2 Proyección de Hogares

Para obtener la proyección de hogares en la comuna de Providencia, se realiza una estimación del tamaño medio de los hogares (TMH), para lo cual se utilizó la información de los censos de los años 1982, 1992 y 2002. A partir de dichos antecedentes, se trabaja bajo el supuesto que los hogares disminuyen su tamaño a través del tiempo como producto del crecimiento económico del país, lo cual se confirma con los antecedentes existentes.

De esta manera, se realiza una proyección del TMH a partir del año 2002, en base a la tendencia que muestran los datos de los censos. A la variación del TMH se le ajustaron diversos modelos de regresión (lineal, geométrico, logarítmico, potencial y exponencial) y el de mejor ajuste, que correspondió al Logarítmico ( $R^2 = 0,99$ ). De esta manera, se disminuye el TMH con una tendencia Logarítmica, en función del PIB Nacional. Respecto a los valores del PIB, según el Banco Central, el valor del año 2003 proviene de cifras provisionales y el del año 2004 de cifras preliminares y su valor es de 41.427.296 en millones de pesos de 1996. A partir del año 2004 se asume, tal como se ha explicado anteriormente un crecimiento anual de un 4,5%.

**FIGURA N° 2.13 EVOLUCIÓN DEL TMH EN LA COMUNA DE PROVIDENCIA**



Fuente: Elaboración Propia

Obtenido el TMH se utilizó para proyectar el número de hogares a los cortes temporales definidos, en función de las estimaciones de población realizadas por Instituto nacional de Estadísticas para el periodo 1990 – 2020.

El resultado de lo anterior se muestra en el siguiente cuadro.

**CUADRO Nº 2.9: PROYECCIONES DE HOGARES TOTALES**

AÑO	TMH	POBLACION	HOGARES
1982	3,6	115.449	31.643
1992	3,2	111.182	34.936
2005	2,5	124.617	48.899
2012	2,3	126.438	55.883
2017	2,1	125.492	60.968

Fuente: Elaboración Propia

### 2.5.3 Proyección de Ingresos Medios

A partir de los antecedentes seleccionados de la encuesta CASEN, se relacionó el ingreso medio de los hogares con el Producto Geográfico Bruto Per Cápita Regional (PGCR), con el objeto de realizar posteriormente las proyecciones.

Es sabido que la distribución del ingreso en la población sufre variaciones a través del tiempo. Así, se plantea la construcción de un modelo que describa su evolución y permita su proyección en el tiempo. Al respecto, se utiliza un modelo de evolución del ingreso medio total (sobre toda la población) y un modelo de dispersión de dicha distribución, en base a los cuales será posible reconstruir la distribución del ingreso.

El estado del arte indica que la variable ingreso medio (IM) presenta una fuerte relación con variables de tipo económicas y, a la vez, posee una cierta inercia respecto de su pasado más reciente, de manera que, para este caso en particular, se propone utilizar como variables explicativas el Producto Geográfico Bruto Per Cápita Regional (PGCR) y el rezago del ingreso medio y calibrar un modelo de tipo multiplicativo (dada su mayor flexibilidad y fácil manejo estadístico), de acuerdo a la siguiente expresión :

$$IM_j^t = \alpha \cdot (IM_j^{t-1})^\beta \cdot (PGCR_t)^\delta$$

Donde:

$IM_j^t$  : Ingreso medio del decil o del estrato j en el año t.

$PGCR_t$  : Producto Geográfico Bruto Per Cápita Regional para el año t.

$\alpha, \beta$  y  $\delta$  : Parámetros a estimar

Para el caso de la dispersión del ingreso medio, en tanto, se propone establecer una relación positiva entre ésta, medida por la desviación estándar S, y el ingreso medio. Así, considerando un modelo lineal simple de la forma:

$$S(t) = \alpha + \beta MI(t)$$

Es posible calcular la desviación estándar de la distribución conociendo el ingreso medio.

Bajo el supuesto que la población se distribuye según rango de ingreso como una función Log normal con media y desviación estándar conocidas, se obtiene la distribución del ingreso por decil o estrato.

Luego, a partir de la curva obtenida y de los límites invariantes de las categorías de ingreso definidas para la modelación, se determina el porcentaje de hogares acumulados para cada categoría.

En el cuadro siguiente se presentan las distribuciones por categoría de ingreso obtenido a través de lo expuesto anteriormente:

**CUADRO N° 2.10: PROYECCIÓN DEL PORCENTAJE DE HOGARES POR CATEGORÍA DE INGRESO**

AÑO	DISTRIBUCIÓN PARCIAL POR ESTRATO					TOTAL
	HOG_CAT1	HOG_CAT2	HOG_CAT3	HOG_CAT4	HOG_CAT5	
1997	0,118%	5,399%	60,910%	30,159%	3,415%	100,000%
2005	0,005%	0,255%	9,205%	31,058%	59,478%	100,000%
2012	0,002%	0,002%	0,004%	32,506%	67,486%	100,000%
2017	0,000%	0,000%	0,000%	32,514%	67,486%	100,000%

HOG\_CAT1: Hogares Categoría de Ingreso 1

HOG\_CAT2: Hogares Categoría de Ingreso 2

HOG\_CAT3: Hogares Categoría de Ingreso 3

HOG\_CAT4: Hogares Categoría de Ingreso 4

HOG\_CAT5: Hogares Categoría de Ingreso 5

Fuente: Elaboración Propia

#### 2.5.4 Proyección de Matriculas

Como es sabido, la comuna de Providencia cumple un rol muy importante en cuanto a la cantidad y tipo de establecimientos educacionales que allí se emplazan, de esta manera se puede señalar que la función educacional que posee es de carácter intercomunal y en el caso de muchos casos se trata de establecimientos de importancia regional y nacional, especialmente en la educación superior, actividad de gran relevancia en la comuna.

Por lo anterior el análisis de la evolución del número de matriculas totales en la comuna no se puede realizar considerando la evolución de la población en edades programáticas de la comuna establecidas por el INE. Por otra parte es conocido el hecho del aumento de los niveles de escolaridad asociados, en el caso de la educación superior tanto técnica como universitaria, al crecimiento económico del país. Lo anterior se puede asumir también para el caso de los establecimientos de educación prebásica, básica y secundaria, puesto que existiría mayor número de estudiantes externos a la comuna que ingresarían a mejores establecimientos ubicados tradicionalmente en comunas como Providencia, especialmente establecimientos particulares.

Considerando lo anterior, a la variación de las matriculas y al escenario macroeconómico, se le ajustaron diversos modelos y el de mejor ajuste, que correspondió al Logarítmico ( $R^2 = 0,92$ ), se utilizó para proyectar las matriculas totales. De esta manera, se asume que las matriculas de la comuna evolucionan en el tiempo con una tendencia Logarítmica, en función del crecimiento económico.

En el siguiente cuadro se muestra el resultado obtenido.

**CUADRO Nº 2.11: PROYECCIÓN DE MATRICULAS TOTALES**

AÑO	POBLACION	PIB (MM\$ 96)	MATRICULAS
1997	118.991	33.300.693	26.218
2005	125.394	44.037.216	49.267
2012	126.325	59.928.566	57.651
2017	124.708	74.681.896	71.898

Fuente: Elaboración Propia

## 2.6 ESCENARIOS

La construcción de escenarios consiste en la localización de las superficies de usos y el número de hogares proyectados para el área de estudio, simulando así el comportamiento futuro del mercado de uso de suelos.

En el caso de Providencia la metodología para la construcción de escenarios se basa principalmente en la evolución histórica que han presentado los distintos usos y la existencia de un gran número de proyectos programados, que son localizados y descontados de la demanda total proyectada, quedando un diferencial de demanda que es localizada en forma directa, priorizando las zonas mediante el uso de tasas de especialidad y crecimiento histórico de cada uso en cada zona de estudio, tal como se ha señalado en la metodología.

De esta manera, los proyectos programados constituyen la localización de actividades futuras más segura. En el caso de Providencia, con la Municipalidad y visitas a terreno, se logró obtener un listado de proyectos programados. En el siguiente cuadro se muestra la superficie de proyectos catastrados por el consultor para los Próximos años y que son incorporados en la construcción de los escenarios de la comuna de Providencia.

**CUADRO Nº 2.12: SUPERFICIE DE PROYECTOS PROGRAMADOS CATASTRADOS PERÍODO 2005-2017**

Usos	Superficie (m <sup>2</sup> )
Comercio	89.608
Educación	17.013
Habitación	591.850
Servicios	234.648
Salud	8.000
Otros	10.000
Total	951.119

Fuente: Catastro realizado por el consultor

Siguiendo los procedimientos descritos en la metodología, se generaron los escenarios de usos de suelo para cada uso de suelo considerado, así como también de Hogares, esto para los cortes temporales definidos, es decir 2012 y 2017.

### 2.6.1 Escenario Usos de Suelo

En los siguientes cuadros se muestran los escenarios de usos de suelo para los cortes temporales considerados, posteriormente se muestran figuras con la distribución del crecimiento de cada uso proyectado por zona, de acuerdo a los escenarios generados.

**CUADRO Nº 2.13: ESCENARIO USOS DE SUELO (M2) CORTE 2012**

ZONA	ESCUENARIO USOS DE SUELO (M2) 2012								
	COMERCIO	EDUCACION	HABITACION	INDUSTRIA	BODEGA	SALUD	SERVICIOS	OTROS	TOTAL
1	64.290	9.167	272.670	14.914	24.437	12.644	76.857	40.765	515.745
2	45.783	19.732	249.021	21.865	33.482	5.521	34.364	31.512	441.280
3	27.105	3.709	205.148	3.779	33.827	812	35.455	14.540	324.373
4	39.559	16.372	371.514	1.576	13.802	2.874	23.619	108.044	577.360
5	30.888	10.350	516.374	982	15.459	2.853	28.123	94.099	699.128
6	8.537	28.436	167.148	1.331	3.954	6.252	33.841	13.330	262.828
7	3.625	83	201.954	236	4.503	377	2.509	8.257	221.543
8	9.761	15.914	154.406	603	2.731	897	9.265	8.470	202.048
9	8.459	7.968	202.549	223	6.099	511	7.447	35.149	268.405
10	3.075	765	284.491	214	9.254	1.398	13.237	42.912	355.346
11	4.777	21.550	283.712	184	9.755	5.913	25.829	61.772	413.494
12	10.334	38.314	292.596	323	9.899	39	39.655	46.784	437.943
13	42.094	32.110	346.814	1.788	10.314	28.852	80.856	52.521	595.349
14	22.591	24.359	92.816	583	4.044	79.456	121.334	57.002	402.186
15	54.148	32.368	251.602	503	9.360	4.414	126.027	55.757	534.179
16	49.482	37.489	238.433	49.363	72.139	26.122	120.219	98.533	691.781
17	82.843	22.273	269.458	2.625	10.798	8.391	248.239	104.509	749.135
18	13.587	20.028	183.468	692	14.200	17.978	157.852	67.062	474.867
19	82.172	29.360	350.345	1.594	16.147	3.068	324.177	234.087	1.040.949
20	124.721	14.442	674.278	474	27.264	8.081	293.301	288.568	1.431.129
21	12.031	4.820	573.374	389	20.366	861	19.722	134.778	766.341
22	49.347	22.808	380.873	84	20.214	1.136	158.577	170.590	803.629
23	105.959	3.861	171.258	294	2.824	289	201.636	37.107	523.228
24	88.712	5.670	158.203	636	11.361	1.752	208.827	141.826	616.987
25	10.586	270	401.891	520	9.806	1.061	6.168	87.813	518.115
TOTAL	994.463	422.218	7.294.397	105.775	396.040	221.553	2.397.137	2.035.785	13.867.368

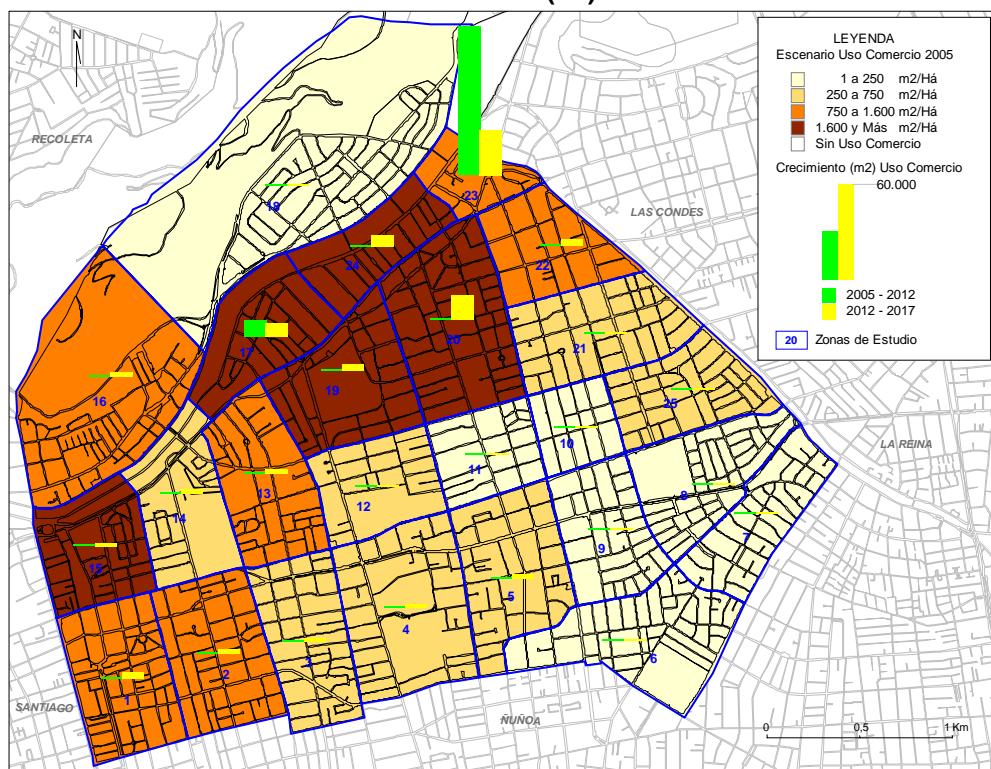
Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO N° 2.14: ESCENARIO USOS DE SUELO (M2) CORTE 2017**

ZONA	ESCENARIO USOS DE SUELO (M2) 2017									
	COMERCIO	EDUCACION	HABITACION	INDUSTRIA	BODEGA	SALUD	SERVICIOS	OTROS	TOTAL	
1	67.074	9.285	301.535	15.487	33.898	12.663	84.827	47.269	572.037	
2	47.875	20.477	282.886	22.829	50.160	5.659	37.827	38.696	506.409	
3	28.257	3.805	231.126	4.110	54.807	839	39.314	16.607	378.864	
4	40.621	17.645	425.914	1.576	13.802	2.907	25.167	135.066	662.698	
5	32.484	11.007	605.033	982	15.459	2.858	30.223	120.211	818.256	
6	8.977	28.534	191.692	1.331	3.954	7.418	44.779	17.020	303.705	
7	3.888	84	226.621	236	4.503	393	3.226	10.087	249.037	
8	10.288	15.961	169.301	603	2.731	898	10.231	9.644	219.658	
9	8.935	8.085	235.351	223	6.099	512	8.067	45.585	312.857	
10	3.075	765	284.491	214	9.254	1.398	13.237	42.912	355.346	
11	4.916	23.178	343.029	184	9.755	6.624	28.842	81.032	497.560	
12	10.773	41.899	353.824	323	9.899	39	44.185	61.123	522.065	
13	44.076	33.663	397.793	1.788	10.314	29.601	88.738	64.711	670.684	
14	24.222	26.245	104.093	583	4.044	81.510	145.556	71.060	457.313	
15	55.112	34.549	267.514	503	9.360	4.415	148.916	65.785	586.155	
16	51.149	37.680	268.373	50.203	102.745	28.884	142.419	125.568	807.023	
17	88.358	22.442	313.485	2.625	10.798	9.149	309.072	131.220	887.150	
18	13.909	21.525	193.394	692	14.200	19.654	187.070	92.081	542.525	
19	84.756	31.291	384.301	1.594	16.147	3.078	401.513	299.108	1.221.787	
20	135.822	14.696	791.040	474	27.264	8.664	359.291	368.712	1.705.963	
21	12.214	5.159	695.268	389	20.366	909	21.058	174.673	930.036	
22	51.600	23.119	434.638	84	20.214	1.204	201.274	216.223	948.356	
23	125.959	3.861	331.258	294	2.824	289	241.636	37.107	743.228	
24	93.890	5.678	179.891	636	11.361	1.773	250.511	182.090	725.831	
25	10.586	270	401.891	520	9.806	1.061	6.168	87.813	518.115	
TOTAL	1.058.814	440.903	8.413.743	108.483	473.764	232.399	2.873.149	2.541.402	16.142.657	

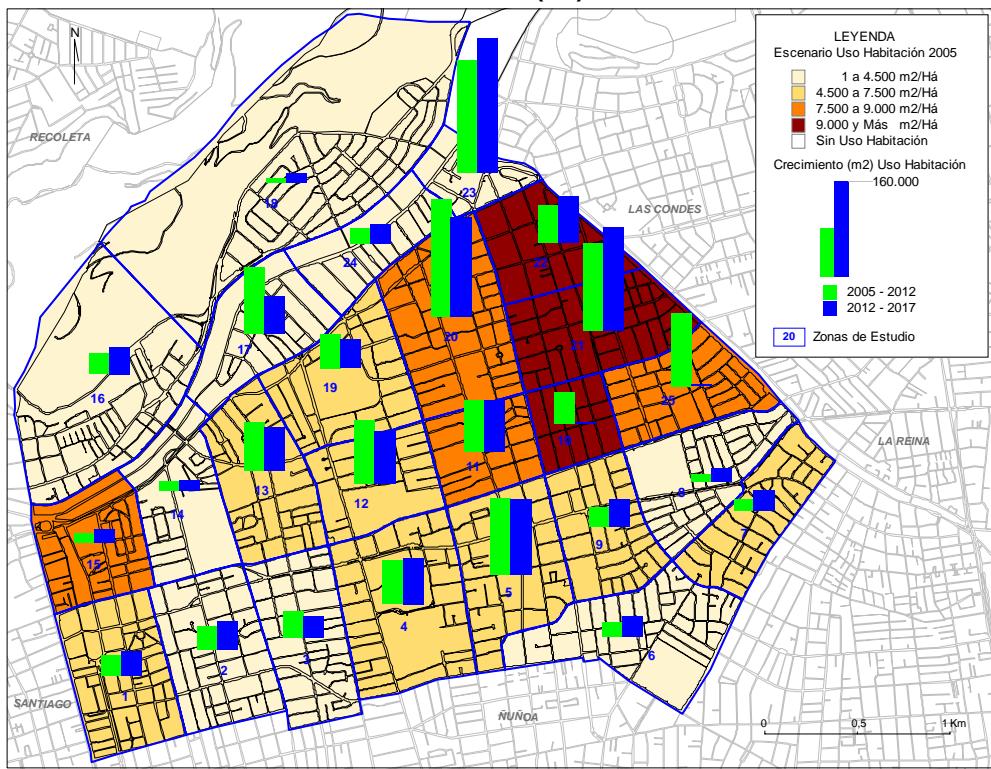
Fuente: Elaboración Propia

**FIGURA N° 2.14 ESCENARIO (M2) Uso COMERCIO**



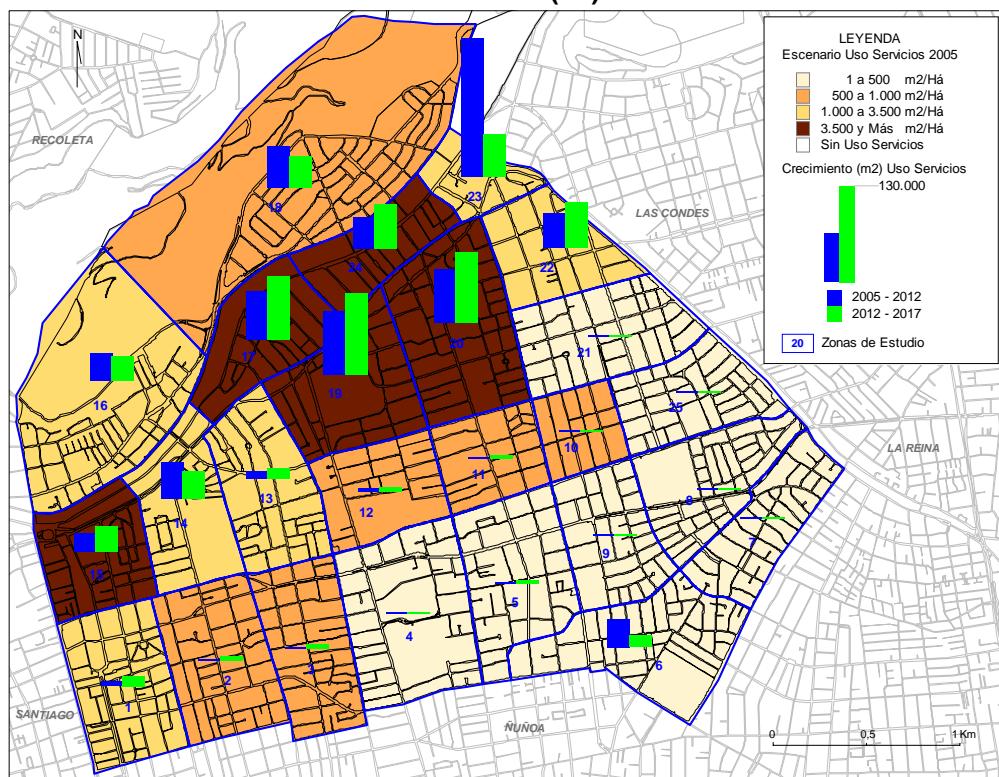
Fuente: Elaboración Propia

**FIGURA N° 2.15 ESCENARIO (M2) Uso HABITACION**



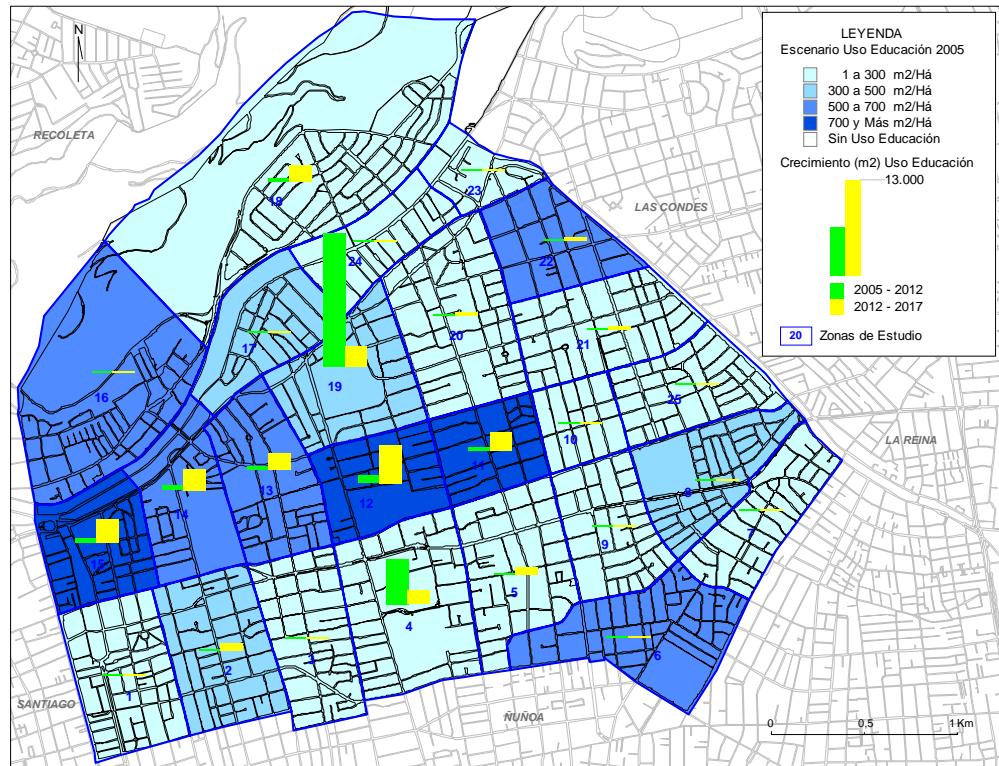
Fuente: Elaboración Propia

**FIGURA N° 2.16 ESCENARIO (M2) Uso SERVICIOS**



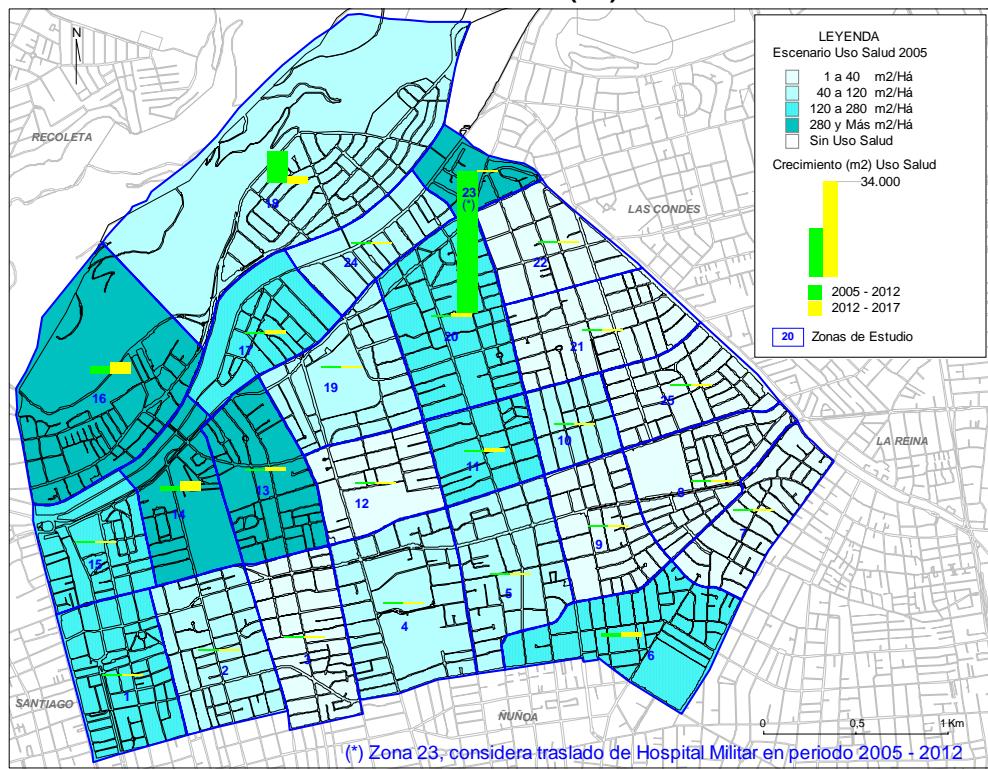
Fuente: Elaboración Propia

**FIGURA N° 2.17 ESCENARIO (M2) Uso EDUCACIÓN**



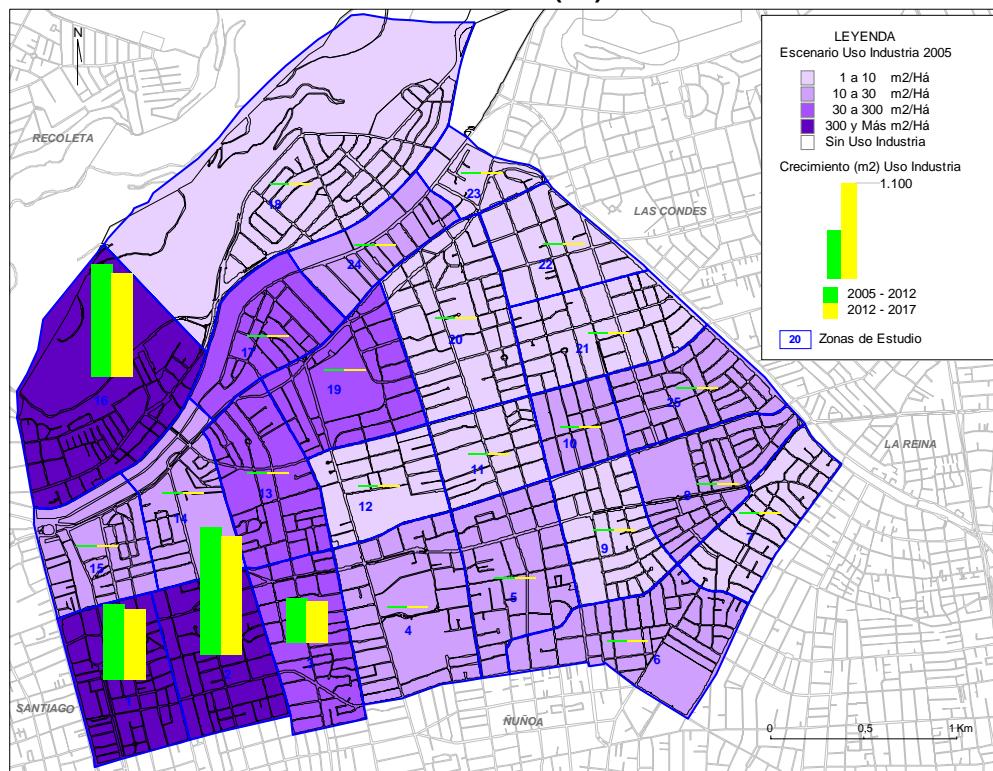
Fuente: Elaboración Propia

**FIGURA N° 2.18 ESCENARIO (M2) USO SALUD**



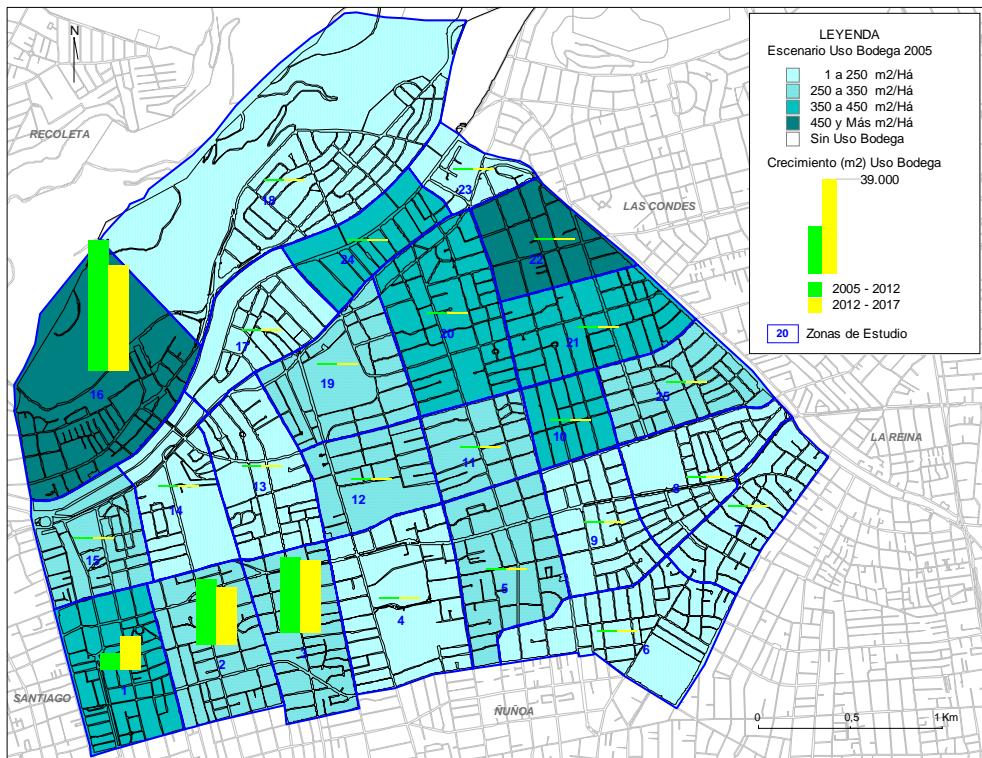
Fuente: Elaboración Propia

**FIGURA N° 2.19 ESCENARIO (M2) USO INDUSTRIA**



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA N° 2.20 ESCENARIO (m2) USO BODEGA



### 2.6.2 Escenario Hogares por Estrato de Ingreso

La distribución de los hogares, se realiza de acuerdo a la existencia de proyectos habitacionales. De este modo se estima que de acuerdo a la cantidad de viviendas y precio de estas, se puede tener una tendencia de la distribución de los hogares por estrato dentro de la comuna.

En los siguientes cuadros se presentan las proyecciones de hogares para los diferentes cortes temporales, distribuidas por estrato socioeconómico y por cada zona de estudio.

Posteriormente se muestran figuras para cada corte temporal de la distribución de ingreso por zona, se incluye a modo de comparación una figura que representa el año 1997, origen de la información base de los hogares por estrato de ingreso para la comuna de providencia y el año 2005, año de actualización de la información.

**CUADRO Nº 2.15: ESCENARIO HOGARES POR CATEGORÍA DE INGRESO CORTE 2012**

ZONA	ESCUENARIO HOGARES POR ESTRATO DE INGRESO AÑO 2012					
	HOG_CAT1	HOG_CAT2	HOG_CAT3	HOG_CAT4	HOG_CAT5	TOTAL_HOG
1	0	1	0	1.003	1.304	2.308
2	1	0	0	637	873	1.511
3	0	0	0	595	862	1.457
4	0	0	0	424	1.335	1.758
5	0	0	0	1.174	757	1.931
6	0	0	0	175	1.356	1.532
7	0	0	0	298	1.046	1.344
8	0	0	0	102	785	886
9	0	0	0	374	701	1.074
10	0	0	0	633	1.034	1.667
11	0	0	0	812	441	1.253
12	0	0	0	660	1.056	1.716
13	0	0	0	1.381	696	2.077
14	0	0	0	485	0	485
15	0	0	2	386	1.945	2.332
16	0	0	0	583	1.031	1.614
17	0	0	0	720	1.786	2.506
18	0	0	0	208	938	1.146
19	0	0	0	788	1.979	2.767
20	0	0	0	2.576	2.881	5.457
21	0	0	0	1.635	5.459	7.094
22	0	0	0	1.235	4.105	5.340
23	0	0	0	404	1.846	2.250
24	0	0	0	321	2.463	2.785
25	0	0	0	557	1.035	1.592
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>18.166</b>	<b>37.713</b>	<b>55.883</b>

HOG\_CAT1: Hogares Categoría de Ingreso 1

HOG\_CAT2: Hogares Categoría de Ingreso 2

HOG\_CAT3: Hogares Categoría de Ingreso 3

HOG\_CAT4: Hogares Categoría de Ingreso 4

HOG\_CAT5: Hogares Categoría de Ingreso 5

TOTAL\_HOG: Total de Hogares

Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO Nº 2.16: ESCENARIO HOGARES POR CATEGORÍA DE INGRESO CORTE 2017**

ZONA	ESCUENARIO HOGARES POR ESTRATO DE INGRESO AÑO 2017					
	HOG_CAT1	HOG_CAT2	HOG_CAT3	HOG_CAT4	HOG_CAT5	TOTAL_HOG
1	0	0	0	1.160	1.337	2.498
2	0	0	0	740	895	1.635
3	0	0	0	691	884	1.575
4	0	0	0	532	1.369	1.901
5	0	0	0	1.240	776	2.016
6	0	0	0	278	1.391	1.669
7	0	0	0	377	1.073	1.450
8	0	0	0	161	805	966
9	0	0	0	427	719	1.146
10	0	0	0	633	1.061	1.694
11	0	0	0	835	452	1.288
12	0	0	0	699	1.083	1.783
13	0	0	0	1.511	714	2.225
14	0	0	0	515	0	515
15	0	0	0	542	1.995	2.537
16	0	0	0	693	1.057	1.750
17	0	0	0	775	1.832	2.608
18	0	0	0	279	962	1.241
19	0	0	0	937	2.030	2.967
20	0	0	0	2.606	2.955	5.561
21	0	0	0	1.637	5.600	7.237
22	0	0	0	1.246	4.211	5.457
23	0	0	0	404	4.355	4.759
24	0	0	0	329	2.527	2.856
25	0	0	0	572	1.062	1.634
TOTAL	0	0	0	19.823	41.145	60.968

HOG\_CAT1: Hogares Categoría de Ingreso 1

HOG\_CAT2: Hogares Categoría de Ingreso 2

HOG\_CAT3: Hogares Categoría de Ingreso 3

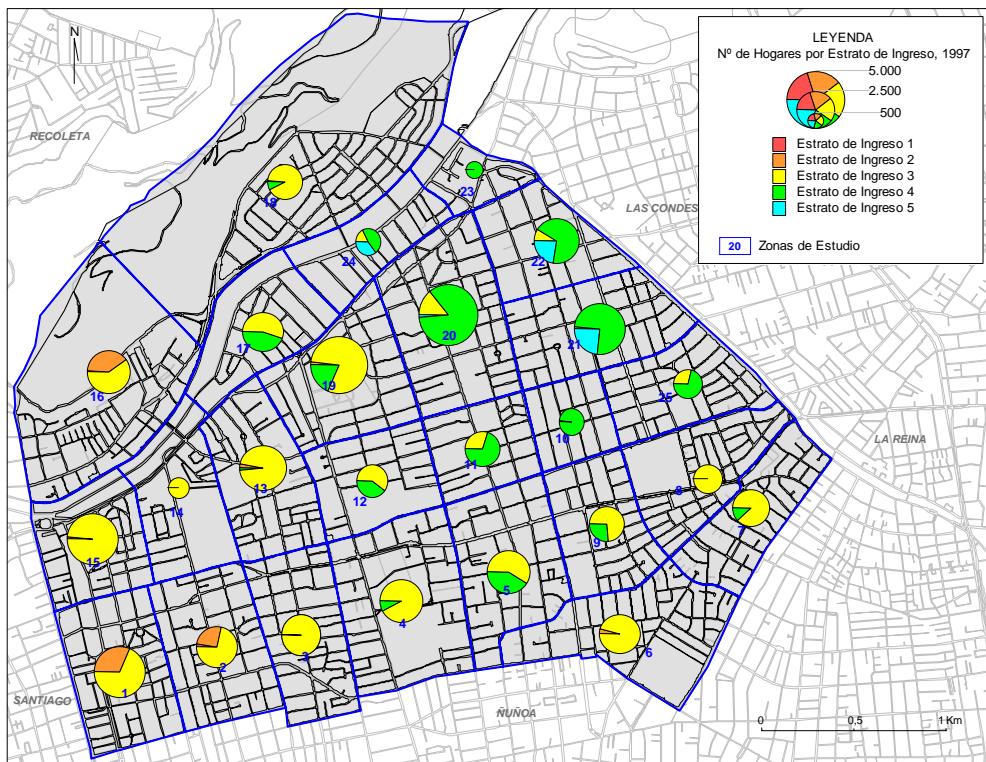
HOG\_CAT4: Hogares Categoría de Ingreso 4

HOG\_CAT5: Hogares Categoría de Ingreso 5

TOTAL\_HOG: Total de Hogares

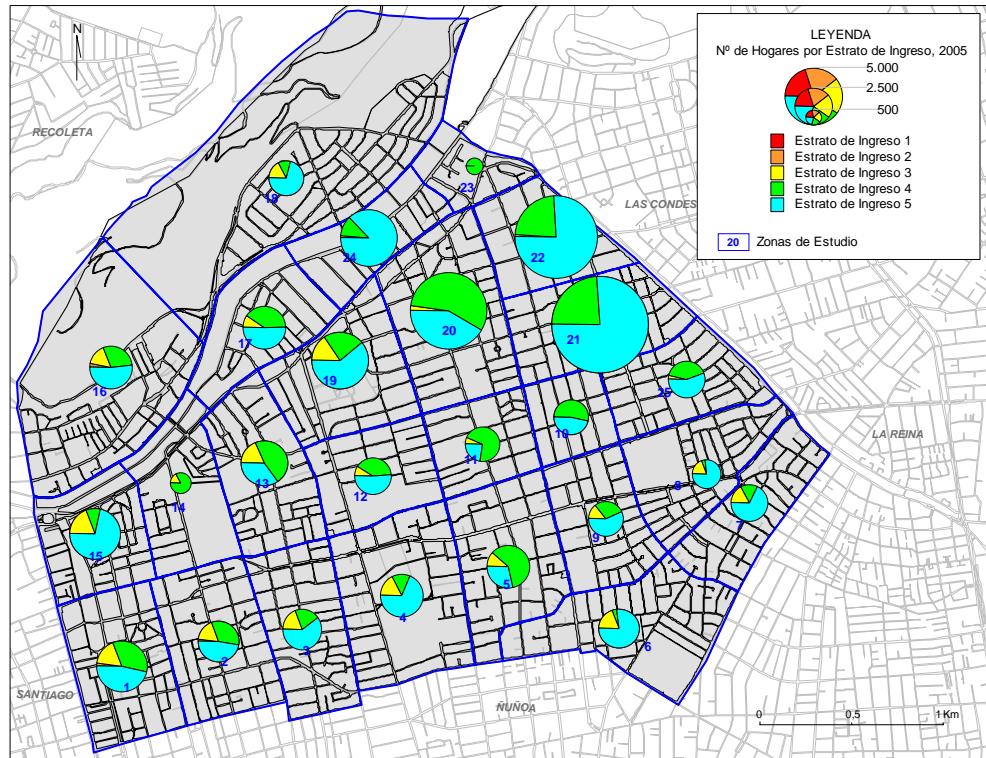
Fuente: Elaboración Propia

**FIGURA N° 2.21 HOGARES POR ESTRATO DE INGRESO AÑO 1997**



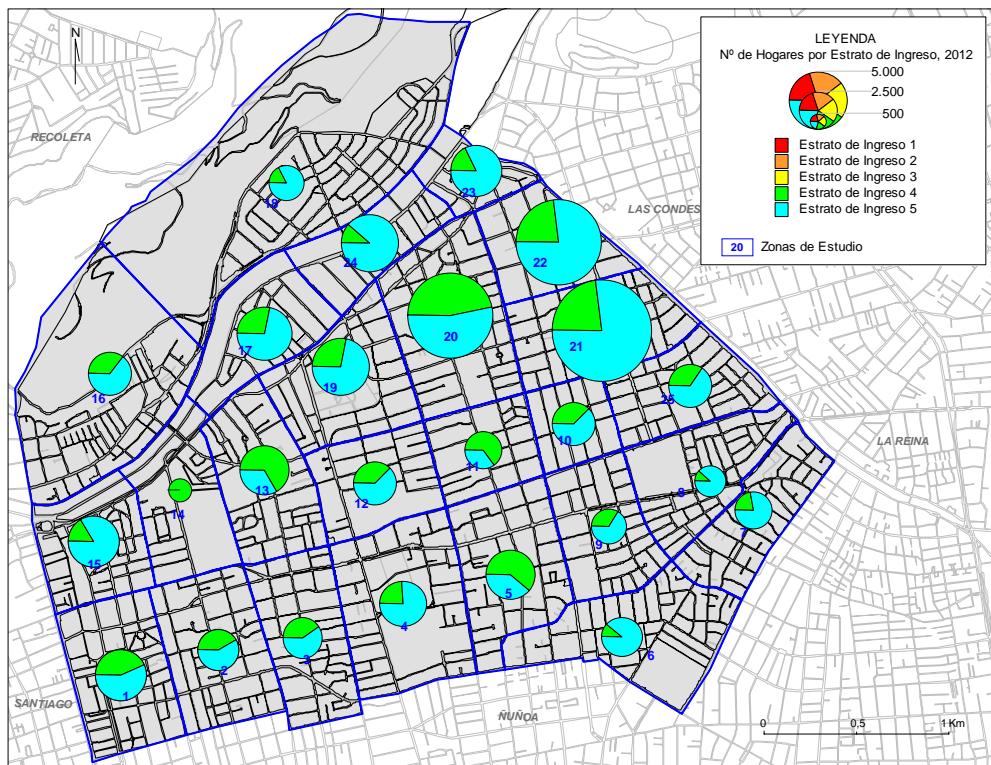
Fuente: Elaboración Propia

**FIGURA N° 2.22 HOGARES POR ESTRATO DE INGRESO ACTUALIZACIÓN AÑO 2005**



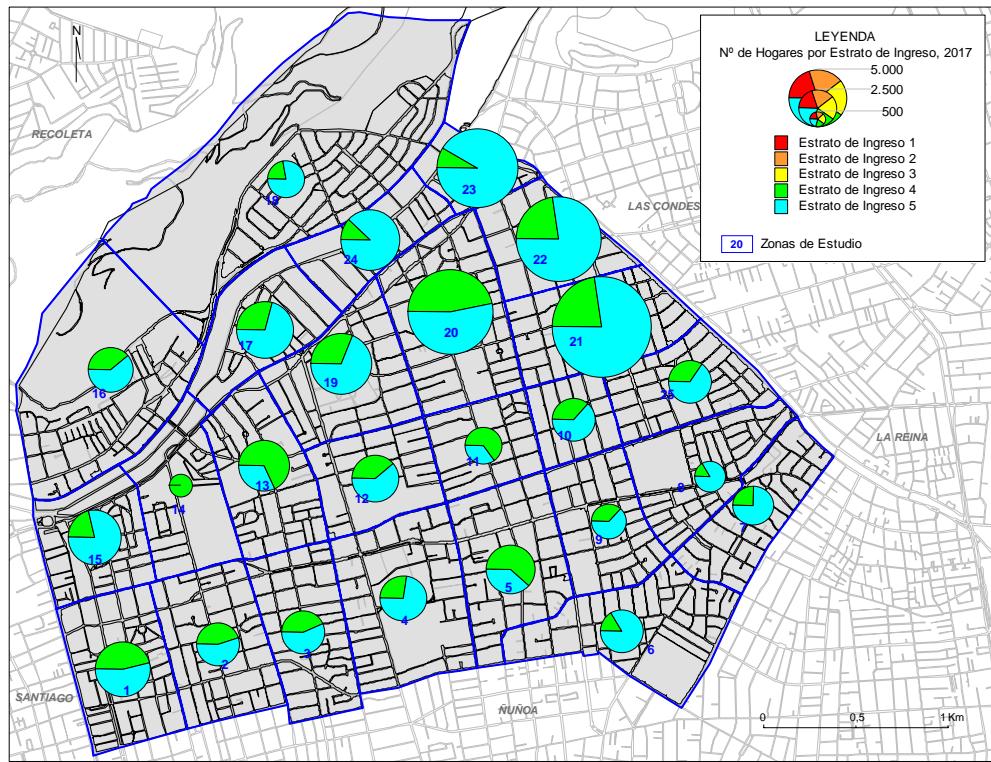
Fuente: Elaboración Propia

**FIGURA N° 2.23 HOGARES POR ESTRATO DE INGRESO ESCENARIO 2012**



Fuente: Elaboración Propia

**FIGURA N° 2.24 HOGARES POR ESTRATO DE INGRESO ESCENARIO 2017**



Fuente: Elaboración Propia

### 2.6.3 Escenario Matriculas Totales

Finalmente, en el siguiente cuadro se muestra el año 1997, la actualización de matriculas totales al año 2005 así como el resultado de los escenarios 2012 y 2017 para la comuna de Providencia.

**CUADRO Nº 2.17: ESCENARIO MATRICULAS TOTALES**

ZONA	MATRICULAS TOTALES			
	1997	2005	2012	2017
1	371	969	1.134	1.414
2	1.885	4.571	4.829	6.023
3	348	616	721	899
4	1.064	2.002	2.343	2.922
5	836	1.574	1.842	2.297
6	1.834	2.956	3.459	4.314
7	14	38	45	56
8	1.005	1.237	1.447	1.805
9	1.451	1.784	2.088	2.604
10	713	874	1.023	1.276
11	1.945	4.927	5.189	6.471
12	2.028	2.463	3.459	4.314
13	1.568	4.138	5.189	6.471
14	857	2.660	3.055	3.811
15	786	1.335	1.562	1.948
16	2.239	2.956	3.747	4.673
17	426	811	949	1.184
18	427	1.556	1.821	2.270
19	1.372	2.615	3.059	3.815
20	1.154	3.005	3.171	3.954
21	272	788	1.153	1.438
22	2.874	3.399	4.036	5.033
23	149	469	548	684
24	412	1.291	1.512	1.885
25	188	231	270	337
TOTAL	26.218	49.267	57.651	71.898

Fuente: Elaboración Propia

### 3 CAPÍTULO 3 FACTIBILIDAD VIAL DE LOS ESCENARIOS TENDENCIAL Y DE CONTRASTE

#### 3.1 INTRODUCCIÓN

La metodología presentada en el documento “Capacidad Vial de los Planes Reguladores”, desarrollado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (1997), plantea la integración del modelo de transporte con el Plan Regulador Comunal (PRC) en un escenario de desarrollo urbano construido en un horizonte de 15 años. En el estudio original se analizó el escenario de desarrollo urbano para la comuna en el año 2012, asociado a un plan de proyectos viales previsto para el mismo año, para la presente actualización del estudio original, el horizonte de análisis corresponde al año 2017. Según la metodología, el período de análisis corresponde al período punta mañana, bajo ese contexto, se obtuvieron las variables que explican los viajes en la comuna en dicho período en el corte temporal 2017, en dos escenarios;

- Escenario Tendencial año 2017. Constituye la situación de referencia que incluye el escenario de desarrollo tendencial, bajo una cartera de proyectos viales programados independientemente a la implementación del Plan Regulador Comunal
- Escenario de Contraste año 2017. Respecto a la demanda corresponde al escenario de desarrollo urbano contemplado por el nuevo Plan Regulador y una cartera de proyectos viales asociados a este plan, programados por la I. Municipalidad de Providencia.

El análisis de factibilidad vial se realiza, en ambos escenarios, a partir de los resultados que arroja el modelo ESTRAUS, específicamente a la carga de flujos vehiculares sobre la red vial de Providencia obtenida en su última etapa, correspondiente al modelo de asignación. Para tal efecto, a partir de las variables explicativas; número de hogares, m<sup>2</sup> de servicios y educación presentadas en el capítulo anterior, se obtienen los vectores origen-destino, los cuales entran directamente al modelo ESTRAUS.

El análisis de factibilidad vial consiste en realizar un análisis comparativo de los dos escenarios modelados, tendencial y de contraste, en lo que se refiere a dos indicadores de nivel de servicio de la red, grados de saturación y velocidades de operación.

#### 3.2 MODELO ESTRAUS

##### 3.2.1 Introducción

La metodología para estudiar la factibilidad vial de los planes reguladores comunales se basa en la aplicación del modelo clásico de transporte de cuatro etapas (generación-atracción-distribución, partición modal y asignación de viajes) a un sistema de transporte comunal. Para una correcta aplicación del modelo se requiere de una adecuada caracterización del sistema de transporte, que en este caso corresponde a las características que presente la comuna (tipología comunal), de las cuales la población y la localización de las actividades representan sus principales atributos. En el caso particular de este estudio se cuenta con el modelo ESTRAUS desarrollado para la ciudad de Santiago en su versión 5.5.

Cabe señalar que para la generación de las corridas ESTRAUS, se realizó a partir de redes proporcionadas por SECTRA correspondiente al año 2010, que contiene el plan de transporte TranSantiago y los proyectos en infraestructura vial previstos para Santiago a dicho año, específicamente la nomenclatura de la corrida es “maidom\_am10”. Es importante destacar que de estas corridas sólo fue posible rescatar lo que concierne a la oferta vial, puesto que los vectores origen-destino año 2010 de estas corrida no se encuentran validados a la fecha.

### 3.2.2 Descripción de ESTRAUS.

La herramienta ESTRAUS es una aplicación específica del modelo de equilibrio simultáneo del sistema de transporte a la ciudad de Santiago y consta de cuatro bloques de submodelos.

Los dos primeros predicen variables relacionadas con el sistema de actividades (modelos socioeconómicos y modelos de generación de viajes). El tercero es el modelo de simulación del comportamiento del sistema de transporte propiamente tal, y el cuarto permite realizar la evaluación económica. Una breve descripción de ellos se entrega a continuación:

- a) Modelos socio-económicos.

Entre éstos destacan los modelos de predicción de ingreso, de tasas de motorización y de distribución de población.

- b) Modelos de generación.

A partir de los resultados de los modelos anteriores, para diferentes escenarios de desarrollo urbano, se generan modelos que predicen la generación y atracción de viajes para cada una de las zonas en que se subdividió el área de Santiago y sus alrededores (409 zonas originalmente y 421 zonas para el caso de este estudio).

- c) Modelo de equilibrio simultáneo.

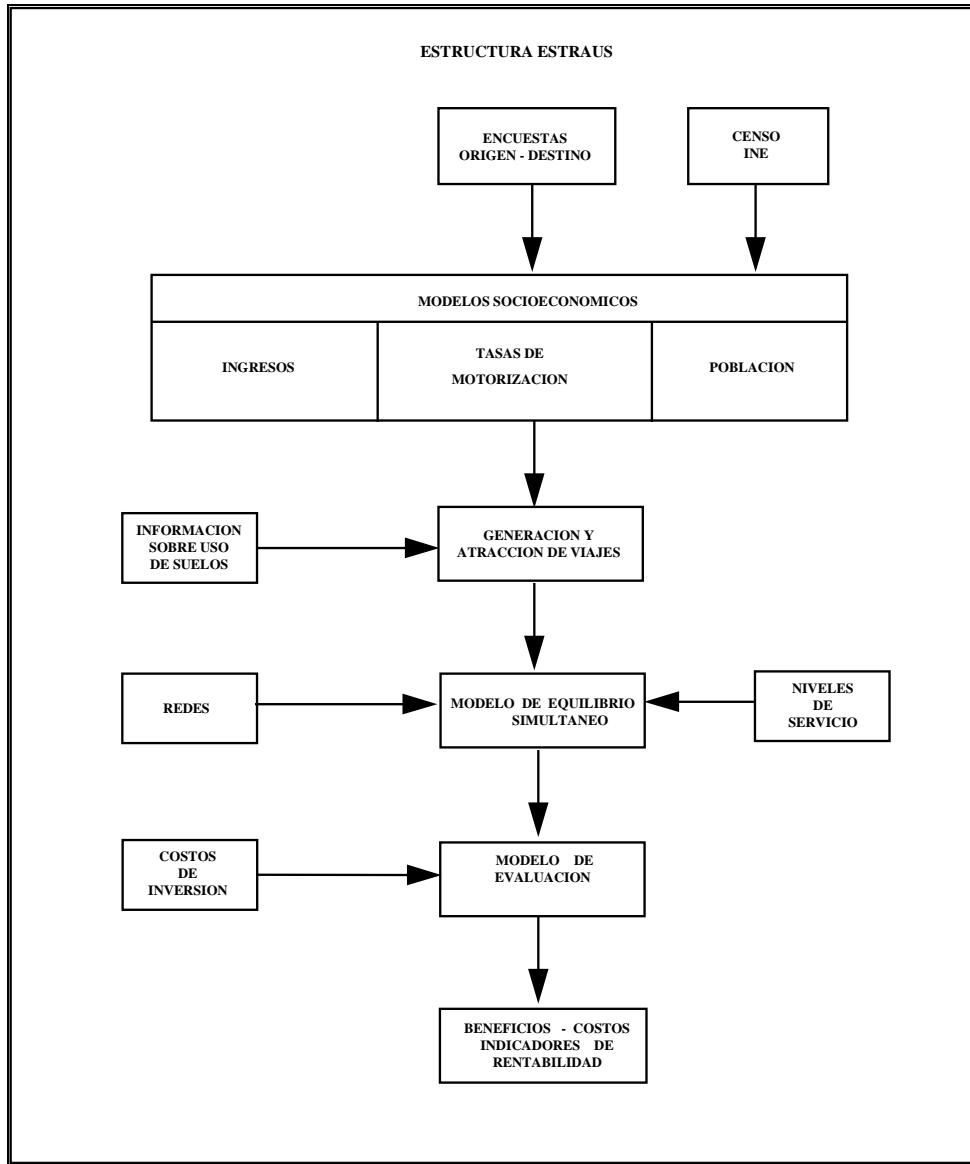
Resuelve conjuntamente la distribución, partición modal y asignación de los viajes a las redes de transporte público y privado, considerando en forma explícita las interacciones entre modos que utilizan una infraestructura común. Este modelo utiliza las técnicas más avanzadas que se encuentran disponibles en la materia y considera las características típicas del STU de nuestras ciudades, con una participación prioritaria del transporte público.

- d) Modelo de evaluación.

Realiza análisis beneficio - costo de un plan mediante dos métodos. El primero permite calcular el beneficio neto social, considerando la disposición a pagar de los usuarios, el beneficio de los productores, las inversiones y los costos de operación privados y sociales. El segundo método corresponde al enfoque tradicional que considera como beneficios los ahorros de recursos físicos y de tiempo consumido valorados socialmente, y como costos las inversiones involucradas valoradas también a precios sociales.

La representación gráfica de la estructura y secuencia de los sub-modelos antes descritos se indica en el siguiente diagrama:

**FIGURA Nº 3.1 MODELO ESTRAUS**



### 3.2.3 Categorización de la Demanda

Los modelos de demanda transporte tienen por objeto explicar y predecir las decisiones de los usuarios respecto de la generación, distribución y partición modal de los viajes.

Sin embargo, dependiendo, entre otras cosas, de sus atributos personales y propósitos de viaje, los usuarios tienen comportamientos diversos, por lo que es necesario categorizarlos para permitir de mejor forma su explicación.

Sin lugar a dudas, existen muchas formas de estratificar la demanda, pero en ESTRAUS se ha establecido que las decisiones dependen del tipo de viaje a realizarse y de las características socioeconómicas del viajero y por lo tanto plantea la necesidad de categorizar a los usuarios del STU y los viajes que ellos realizan de acuerdo al: Propósito del Viaje y Estratificación de la Población.

### **3.2.4 Propósito del Viaje**

De acuerdo a lo señalado en ESTRAUS sólo se consideran tres propósitos: trabajo, estudios, y otros. (que agrupa los restantes motivos de viaje).

Sin perjuicio de ello, cabe señalar que los modelos de generación y atracción de viajes consideran una desagregación más detallada del motivo trabajo, ya que los viajes "al trabajo" y "de trabajo" tienen variables explicativas distintas. Además dichos viajes se clasifican en basados en el hogar y no basados en el hogar y, por lo tanto, en el proceso de estimación de los vectores de atracción y generación se considerará esta desagregación de los propósitos de viaje.

### **3.2.5 Tipos de viaje**

Los viajes se clasifican de acuerdo a la relación del viaje con el hogar:

BHI :basados en el hogar de ida  
BHR :basados en el hogar de regreso  
NBH :no basado en el hogar

Según origen y destino del viaje:

I :intrazonal  
E :extrazonal o interzonal

Según propósito; trabajo, estudios, compras, diligencias y de trabajo, salud, social y otros.

### **3.2.6 Categorías de Usuarios**

En ESTRAUS versión 5.5, la demanda se estratificó considerando nivel de ingreso y número de automóviles, a nivel de hogares. De esta manera este nivel de estratificación considera:

- Distribución del ingreso del hogar estratificado en 5 niveles: Bajo, Medio-Bajo, Medio, Medio-Alto y Alto
- Distribución de número de vehículos en el hogar, clasificado en 3 niveles; hogares sin auto, con un auto y dos o más vehículos en el hogar.

Si bien es cierto, el cruce de ambas componentes definen 15 categorías, ESTRAUS considera 13 categorías, se agrupan las categorías de ingreso bajo y medio-bajo con más de 2 autos en el hogar.

A continuación se presentan las categorías consideradas

**CUADRO Nº 3.1 CATEGORÍAS MODELADAS EN ESTRAUS.**

Categoría ESTRAUS	Categoría de Ingreso	Tasa de Motorización
1	1	0
2	1	1 y >1
3	1	0
4	2	1 y >1
5	2	0
6	2	1
7	3	>1
8	3	0
9	3	1
10	4	>1
11	4	0
12	4	1
13	5	>1

Fuente. ESTRAUS versión 5.5

### 3.2.6.1 Definición de Modos de Transporte:

La partición modal de ESTRAUS considera once modos de transporte, que corresponden a los siguientes:

- Caminata
- Auto chofer
- Auto acompañante
- Taxi
- Taxi colectivo
- Bus/Taxibus
- Metro
- Auto chofer - Metro
- Auto acompañante - Metro
- Taxi colectivo - Metro
- Bus – Metro

### 3.2.7 Vectores Origen-Destino

#### 3.2.7.1 Modelos de Generación y Atracción

Para cada uno de los tipos de viajes modelados en ESTRAUS, generados y atraídos por propósito, existen modelos con estructuras funcionales y variables explicativas apropiadas a cada uno de ellos, los cuales fueron calibrados bajo el criterio de mínimos cuadrados mediante regresiones múltiples y ajustados según se presenta en el Informe Final de la Tarea "Metodología de Obtención de Vectores Origen-Destino de Viajes", Orden de Trabajo N° 11 del Estudio "Análisis y Seguimiento de Planes Estratégicos con Estraus, III Etapa". CIS.1998.. Cabe señalar que no se utilizó la formulación de la versión 5.5, por no contar con todos los antecedentes necesarios para su aplicación.

A continuación se presentan los modelos calibrados en ESTRAUS para la punta mañana:

#### 3.2.7.1.1 Generación Punta Mañana

Los viajes generados en el período punta mañana se obtienen aplicando las tasas de generación de viajes, obtenidas de la calibración del mencionado estudio. Estas tasas se

multiplican por la probabilidad de tenencia de automóvil por categoría de ingreso y por el número de hogares en cada una de ellas, lo que se expresa en la siguiente fórmula:

$$V_z^{p,y,m} = h_z^y \cdot p^{y,m} t^{p,y,m} \quad \forall (i,p,n)$$

donde

$V_z^{p,y,m}$  :viajes generados en la zona  $z$ , para el propósito  $p$ , por la categoría de ingreso  $y$  y motorización  $m$

$h_z^y$  :número de hogares hogares en la zona  $z$ , categoría de ingreso  $y$

$p^{y,m}$  :probabilidad de tenencia de automóvil, categoría de ingreso  $y$  y motorización  $m$

$t^{p,y,m}$  :tasas de generación de viajes, para el propósito  $p$ , categoría de ingreso  $y$  motorización  $m$

Las tasas de generación de viajes por categoría de ingreso y por propósito,  $t^{p,y,m}$ , tanto para los viajes intrazonales como extrazonales, las cuales están referidas a una hora de modelación, entre las 7:30-8:30, para el período punta mañana, se presentan a continuación en le siguiente cuadro:

**CUADRO Nº 3.2 TASAS DE GENERACIÓN (A.C.M.)  
PROPÓSITO TRABAJO - PUNTA MAÑANA.**

Categoría	Tasas Interzonales	Tasas Intrazonales
1	0,264	0,020
2	0,367	0,015
3	0,461	0,017
4	0,477	0,023
5	0,581	0,019
6	0,674	0,021
7	0,574	0,015
8	0,678	0,011
9	0,771	0,013
10	0,545	0,013
11	0,649	0,009
12	0,742	0,011
13	0,571	0,026
14	0,674	0,021
15	0,768	0,024

Fuente: ESTRAUS versión 2.0

**CUADRO Nº 3.3 TASAS DE GENERACIÓN (A.C.M.)  
PROPÓSITO ESTUDIO - PUNTA MAÑANA.**

Categoría	Tasas Interzonales	Tasas Intrazonales
1	0,157	0,155
2	0,270	0,126
3	0,450	0,118
4	0,235	0,140
5	0,349	0,111
6	0,529	0,102
7	0,306	0,087
8	0,419	0,058
9	0,600	0,049
10	0,417	0,079
11	0,530	0,050
12	0,711	0,042
13	0,612	0,139
14	0,726	0,110
15	0,906	0,101

Fuente: ESTRAUS versión 2.0

**CUADRO Nº 3.4 TASAS DE GENERACIÓN (A.C.M.)  
PROPÓSITO OTROS - PUNTA MAÑANA.**

Categoría	Tasas Interzonales	Tasas Intrazonales
1	0,069	0,013
2	0,054	0,011
3	0,090	0,012
4	0,068	0,011
5	0,053	0,009
6	0,090	0,010
7	0,076	0,006
8	0,061	0,003
9	0,097	0,005
10	0,077	0,007
11	0,062	0,005
12	0,098	0,006
13	0,083	0,028
14	0,069	0,025
15	0,105	0,027

Fuente: ESTRAUS versión 2.0

### 3.2.7.2 Atracción Punta Mañana

Para la estimación de la atracción de los viajes, en el período punta mañana, para los propósitos trabajo y otros, se recurrió a la estimación entregada por los modelos R.L.M..

#### 3.2.7.2.1 Propósito Trabajo

El modelo calibrado para el período punta mañana, es el siguiente:

$$aepmbhit = a_1 \times \text{sup } c\_com + a_{21} \times \text{sup } c\_ser \times (1 - dum) \\ + (a_2 \times \text{sup } c\_ser + a_3 \times \text{sup } c\_ind + a_4 \times \text{sup } c\_edu + a_5 \times \text{sup } c\_sal + a_6 \times \text{sup } c\_ho)$$

donde:

<i>aepmbhit</i>	: atracción extrazonal de viajes en la punta mañana basados en el hogar de ida con motivo trabajo
<i>dum=0</i>	: si la zona es 204 ó 205, 1 en otro caso
<i>supc_com</i>	: superficie ( $m^2$ ) construida, destinada a comercio
<i>supc_ser</i>	: superficie ( $m^2$ ) construida, destinada a servicios
<i>supc_ind</i>	: superficie ( $m^2$ ) construida, destinada a industria
<i>supc_edu</i>	: superficie ( $m^2$ ) construida, destinada a educación
<i>supc_sal</i>	: superficie ( $m^2$ ) construida, destinada a salud
<i>esupc_ho</i>	: superficie ( $m^2$ ) construida, destinada a residencias

**CUADRO Nº 3.5 ATRACCIÓN VIAJES POR DESTINO.  
PROPÓSITO TRABAJO.**

Parámetro	Estimación
$a_1$	0,023832
$a_2$	0,041673
$a_{21}$	0,117402
$a_3$	0,006318
$a_4$	0,021311
$a_5$	0,028912
$a_6$	0,000261

Fuente: ESTRAus versión 2.0

### 3.2.7.2.2 Propósito Estudio

La atracción de los viajes extrazonales con propósito estudio, se estima a partir de las matrículas localizadas en cada una de las zonas.

### 3.2.7.2.3 Propósito Otros

El modelo calibrado para el período punta mañana, es el siguiente:

$$aepmbhio = a_1 \cdot supc\_sal + a_2 \cdot supc\_edu + a_3 \cdot supc\_com + a_4 \cdot supc\_ho$$

donde:

<i>aepmbhit</i>	: atracción extrazonal de viajes en la punta mañana basados en el hogar de ida con motivo otros
<i>supc_sal</i>	: superficie ( $m^2$ ) construida, destinada a salud
<i>supc_edu</i>	: superficie ( $m^2$ ) construida, destinada a educación
<i>supc_com</i>	: superficie ( $m^2$ ) construida, destinada a comercio
<i>esupc_ho</i>	: superficie ( $m^2$ ) construida, destinada a residencias

**CUADRO Nº 3.6 ATRACCIÓN VIAJES POR DESTINO.  
PROPÓSITO OTROS.**

Parámetro	Estimación
$a_1$	0,024425
$a_2$	0,003601
$a_3$	0,003915
$a_4$	0,000097

Fuente: ESTRAus versión 2.0

### 3.2.7.3 Ajuste de los Vectores

En el período punta mañana la mayor parte de los viajes se explica en el hogar, aproximadamente el 95%, vale decir son viajes del tipo BHI, por lo que las tasas A.C.M. explican en forma adecuada la generación de los viajes, no siendo necesario un ajuste de ellas.

En cuanto a los modelos de atracción no es necesario ajustar la atracción del propósito estudio, ya que se estima directamente de las matrículas. Por lo tanto, sólo se ajustan las atracciones de los propósitos trabajo y otros.

#### Atracción Trabajo

$$aepmt = 1,030873 \cdot aepmbhit$$

#### Atracción Otros

$$aepmo = 1,006367 \cdot aepmbhio$$

### 3.2.8 Corrida ESTRAUS 2010

Como se señaló anteriormente las corridas 2017 para los escenarios; tendencial y de contraste se prepararon a partir de la corrida proporcionada por SECTRA correspondiente al año 2010 "maidom\_am10". Esta corrida contempla los corredores de transporte público planificados para el plan de transporte público TranSantiago. Los que se señalan a continuación y además se presentan esquemáticamente en la Figura Nº 3.2.

- Alameda
- Anillo Intermedio
- Bandera
- Gran Avenida
- Grecia
- Independencia
- Irarrázaval
- José Joaquín Pérez
- Maciver
- Nataniel
- Pajaritos
- Recoleta
- San Antonio
- San Diego
- San Francisco
- San Pablo
- Santa Rosa
- Teatinos
- Vicuña Mackenna

Las líneas de Metro consideradas son las siguientes:

Línea 1

Línea 2

Línea 4: Punte Alto- Tobalaba

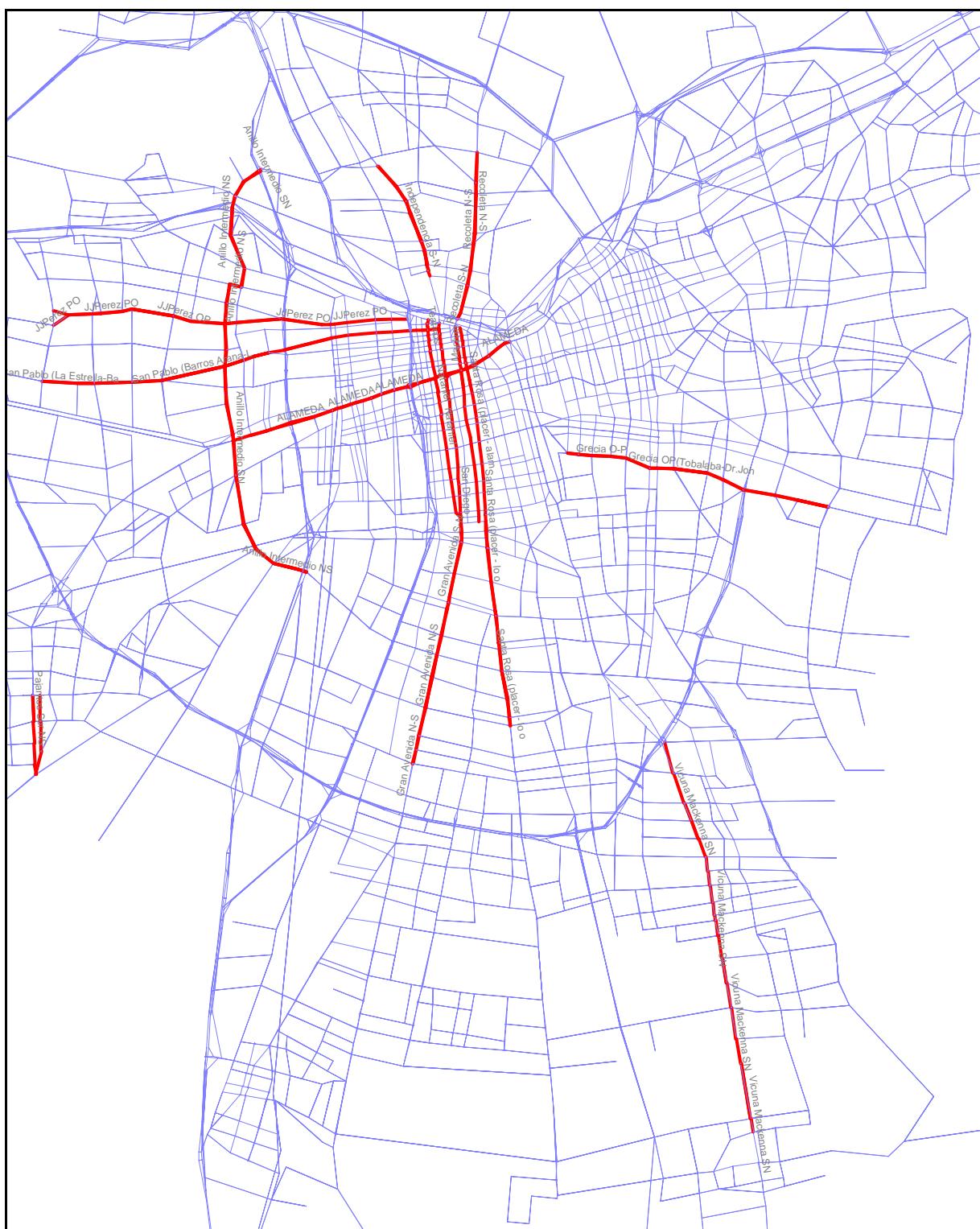
Línea 4A: Ramal de V. Mackenna - Vespucio

Línea 5

Línea Maipú

Metrotren

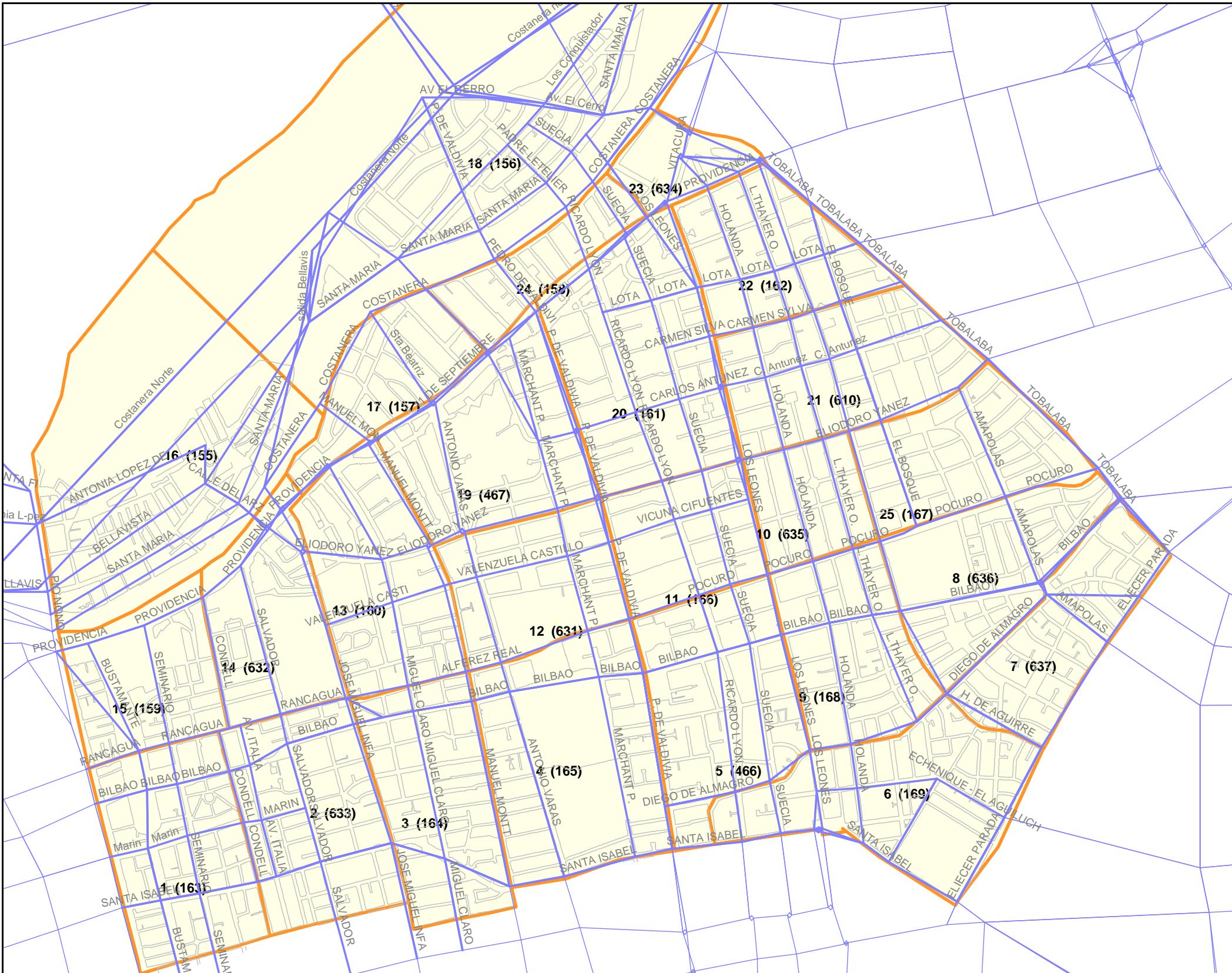
**FIGURA Nº 3.2 CORREDORES DE TRANSPORTE PÚBLICO CORRIDA ESTRALUS -2010**



### **3.2.9 Zonificación**

ESTRAUS 5.5 contempla para la comuna de Providencia 21 zonas, sin embargo, la zonificación adoptada para la comuna en este estudio, contempla 25 zonas. En la figura siguiente se presenta la zonificación finalmente adoptada, la que es compatible con la definición de variables explicativas de los viajes presentados en el Capítulo 2. El valor indicado entre paréntesis corresponde a la numeración utilizado en el modelo ESTRAUS.

### **FIGURA N° 3.3 ZONIFICACIÓN ADOPTADA - COMUNA DE PROVIDENCIA**



### 3.3 ESCENARIO TENDENCIAL 2017

A continuación se presenta los principales aspectos considerados en el escenario tendencial y los resultados obtenidos de la corrida del modelo estratégico.

#### 3.3.1 Proyectos Viales previstos en la comuna

Los proyectos viales previstos en la comuna en el escenario tendencial que se materializarán independientemente de la aprobación del nuevo plan regulador. Estos proyectos viales se presentan en el Cuadro N° 3.7.

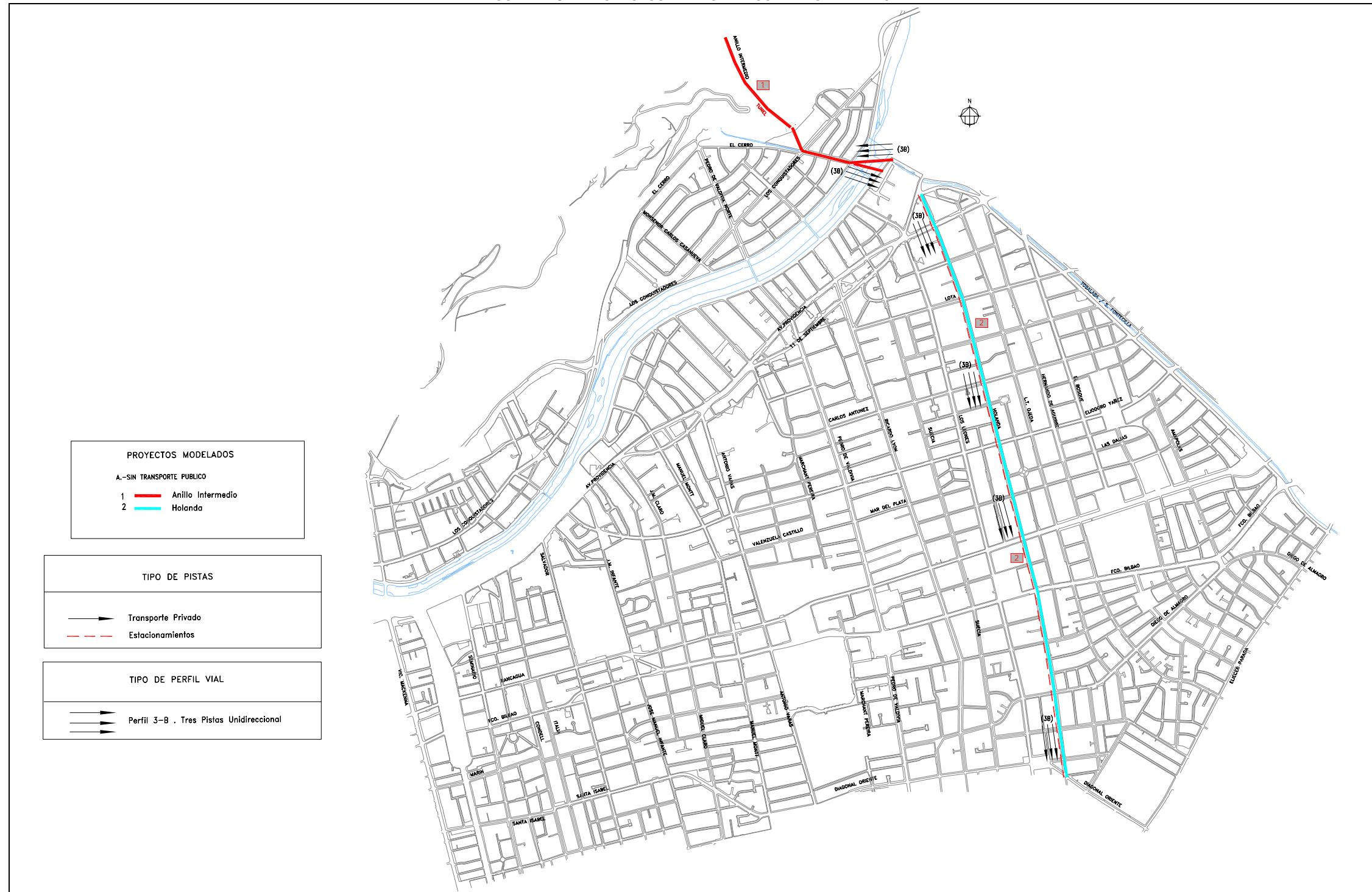
CUADRO N° 3.7 PROYECTOS EN INFRAESTRUCTURA – ESCENARIO TENDENCIAL

Proyecto	Tipo	Observación
Anillo Intermedio	Vialidad nueva	Conexión con el sector nororiente de la ciudad a través de un túnel bajo el cerro San Cristóbal conectado a Av. El Cerro. Además contempla un puente de tres pistas por sentido, que reemplaza al actual, y conecta directamente a la Avda Tajamar.
Holanda	Aumento de Capacidad	Considera 3 pistas unidireccionales hacia el sur, más estacionamientos segregados al lado derecho. Ancho de faja de 22 mts.

Fuente: Elaboración propia

En la figura siguiente se presenta esquemáticamente los proyectos mencionados, en los cuales se indica la extensión del proyecto y el número y uso de pistas.

FIGURA N° 3.4 PROYECTOS VIALES EN ESCENARIO TENDENCIAL



### 3.3.2 Red Vial

En la figura siguiente se presenta la red vial de modelación correspondiente a la red de transporte privado para el modelo ESTRAUS. Esta incluye básicamente la red considerada en ESTRAUS, año 2010, a la cual se le incorporaron algunos ejes relevantes que no estaban en las redes originales, pero que son necesarios para representar adecuadamente la vialidad comunal. Los ejes insertos en la comuna de Providencia son los siguientes:

- Avda Holanda
- Luis Tayher Ojeda
- Hernando de Aguirre
- Marchant Pereira
- Condell
- Italia

Una vez obtenida esta red, se le incorporaron los proyectos presentados en el Cuadro N° 3.7, dando origen a la red de modelación presentada en la Figura N° 3.5 Red Vial Comuna de Providencia – Escenario Tendencial

Cabe señalar que las características físicas y operativas de los arcos que se incorporan fueron calculados teniendo presente la categorización de arcos utilizados en ESTRAUS versión 5.5, donde se reducen a 5 categorías de acuerdo al cuadro siguiente:

**CUADRO N° 3.8 DESCRIPCIÓN DE CATEGORÍAS ESTRAUS**

Descripción	Categoría	Categoría ESTRAUS (versión anterior)
Autovía	1	7,11
Troncal, camino Interurbano	2	3,4
Céntrico con Transporte Público	3	1
Céntrico sin Transporte Público	4	2
Calle local, céntrico normal	5	5,6,8

Fuente: Tabla 4.7 Informe "Análisis y Actualización del Modelo ESTRAUS", Volumen 4

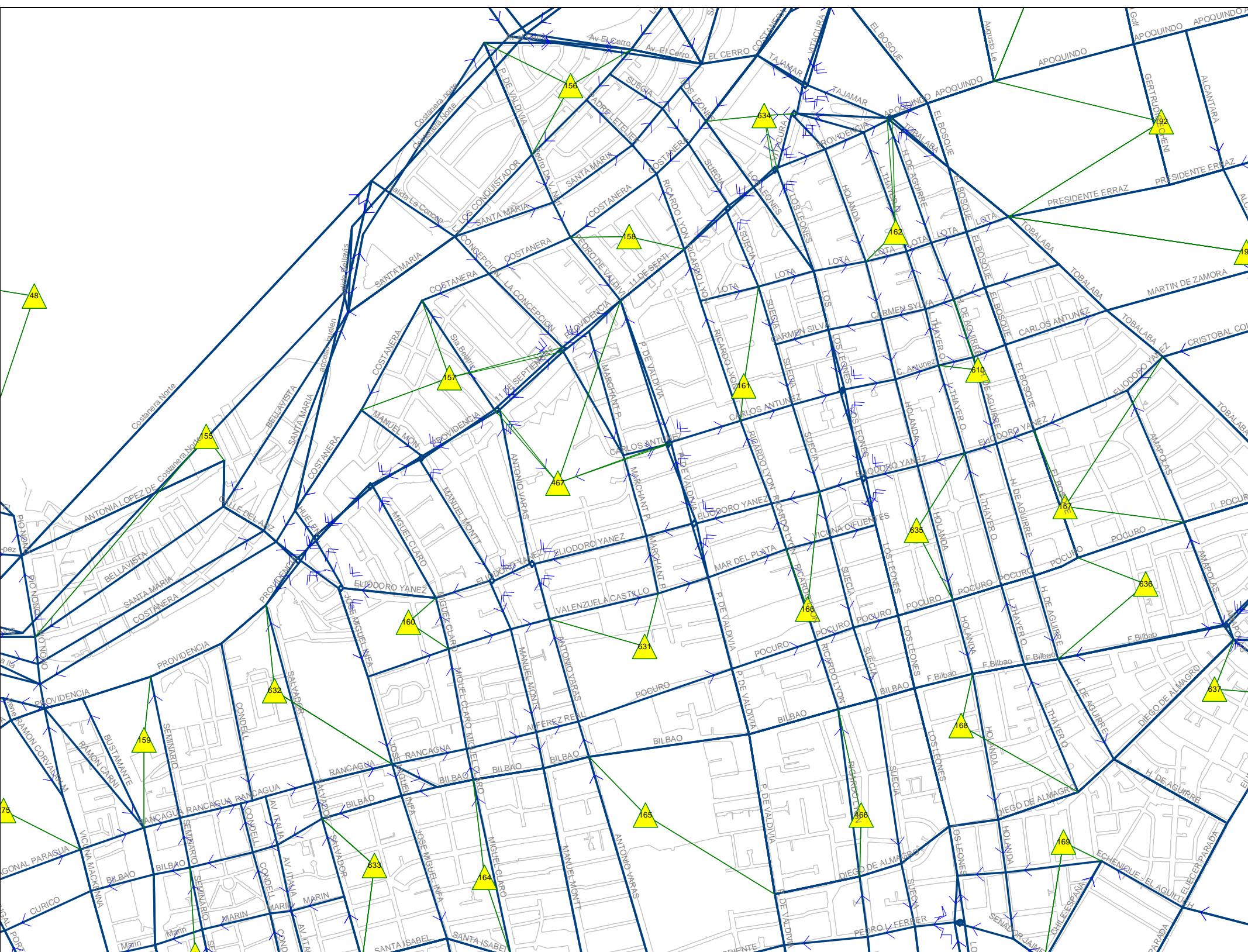
Las capacidades fueron calculados tomando como referencia los flujos de saturación base y factores de reducción de acuerdo a lo especificado en el cuadro siguiente:

**CUADRO N° 3.9 CAPACIDAD BASE POR PISTA Y FACTORES DE REDUCCIÓN**

Categoría	Flujo de Saturación Base	Disco Pare	Semáforo (Ambos Ejes Prioritarios)	Semáforo Prioritario/Secundario
1	2.050	0,65	0,50	0,6 – 0,4
2	1.800	0,65	0,50	0,6 – 0,4
3	1.350	0,60	0,50	0,6 – 0,4
4	1.600	0,60	0,50	0,6 – 0,4
5	1.800	0,60	0,50	0,6 – 0,4

Fuente: Tabla 4.8 Informe "Análisis y Actualización del Modelo ESTRAUS", Volumen 4

**FIGURA N° 3.5 RED VIAL COMUNA DE PROVIDENCIA – ESCENARIO TENDENCIA**



### 3.3.3 Cálculo de Vectores Origen- Destino

Se procedió a calcular los vectores origen-destino correspondiente a los viajes generados y atraídos para cada zona definida para la comuna de Providencia. Este cálculo se realiza a partir de la formulación presentada en el punto 3.2.7.1 y de las variables explicativas; número de hogares, número de matrículas y de las superficies de los distintos usos de suelo; m<sup>2</sup> de comercio, servicios, habitacional, educacional, salud, industria y otros.

Cabe señalar que para obtener las variables explicativas del escenario tendencial 2017, (en el capítulo 2 sólo se presentan para el escenario de contraste), se obtuvo conservando el total de hogares, matrículas y m<sup>2</sup> del escenario de contraste de la comuna, bajo el supuesto que la diferencia entre ambos escenarios es sólo su localización, pero el total es el mismo. La distribución por zona fue estimada de acuerdo a lo que presentaba el escenario tendencial 2012, del estudio original.

Para el resto de Santiago se conservó lo obtenido en la referencia, estudio original, con un crecimiento vegetativo del 2% anual.

A partir de las variables explicativas calculadas, se obtuvieron los viajes generados y atraídos por zona de acuerdo al cuadro siguiente:

**CUADRO Nº 3.10 VIAJES GENERADOS Y ATRAÍDOS COMUNA DE PROVIDENCIA POR PROPÓSITO - ESCENARIO TENDENCIAL 2017.**

Zona	Trabajo		Estudio		Otros		Total	
	Generación	Atracción	Generación	Atracción	Generación	Atracción	Generación	Atracción
155	2,701	17,739	3,069	6,304	347	860	6,116	24,904
156	630	3,686	681	2,185	80	372	1,391	6,243
157	1,555	13,662	1,562	1,005	194	547	3,312	15,215
158	728	10,458	725	1,803	91	373	1,543	12,634
159	2,302	18,123	2,517	1,628	293	299	5,112	20,050
160	2,100	6,991	2,304	4,775	267	720	4,672	12,486
161	3,886	16,546	3,817	1,897	483	713	8,186	19,155
162	1,984	9,013	2,013	5,924	248	535	4,245	15,472
163	2,984	10,657	3,401	961	383	774	6,768	12,393
164	1,803	3,656	1,982	645	230	500	4,015	4,801
165	1,993	2,740	2,193	2,641	254	369	4,440	5,750
166	1,662	2,318	1,470	5,205	202	273	3,335	7,796
167	900	3,005	836	252	111	207	1,846	3,463
168	1,212	1,422	1,343	2,431	155	118	2,710	3,970
169	1,445	4,211	1,571	6,907	184	474	3,199	11,592
466	2,638	2,448	2,795	1,955	333	283	5,767	4,686
467	3,082	15,972	3,509	3,349	396	921	6,987	20,242
610	2,301	2,019	2,259	332	286	140	4,846	2,491
631	1,083	3,141	1,076	5,450	135	198	2,295	8,789
632	500	8,179	548	2,699	64	2,397	1,112	13,276
633	1,878	4,455	2,136	4,589	241	647	4,255	9,692
634	329	6,912	288	658	40	339	657	7,909
635	826	1,066	723	1,210	100	90	1,650	2,365
636	1,004	1,221	1,143	1,653	129	105	2,277	2,979
637	1,080	949	1,179	0	137	45	2,396	994
Total	42,607	170,589	45,141	66,458	5,383	12,303	93,131	249,350

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro anterior es posible corroborar la alta atracción de viajes que presenta la comuna, en comparación con la generación de viajes, los que se deben principalmente por propósito trabajo. En las figuras siguientes se presentan los viajes generados (azul) y los atraídos en (rojo) a nivel zonal, total y por propósito.

FIGURA N° 3.6 VIAJES TOTALES GENERADOS Y ATRAÍDOS- ESCENARIO TENDENCIAL- AÑO 2017 – COMUNA PROVIDENCIA

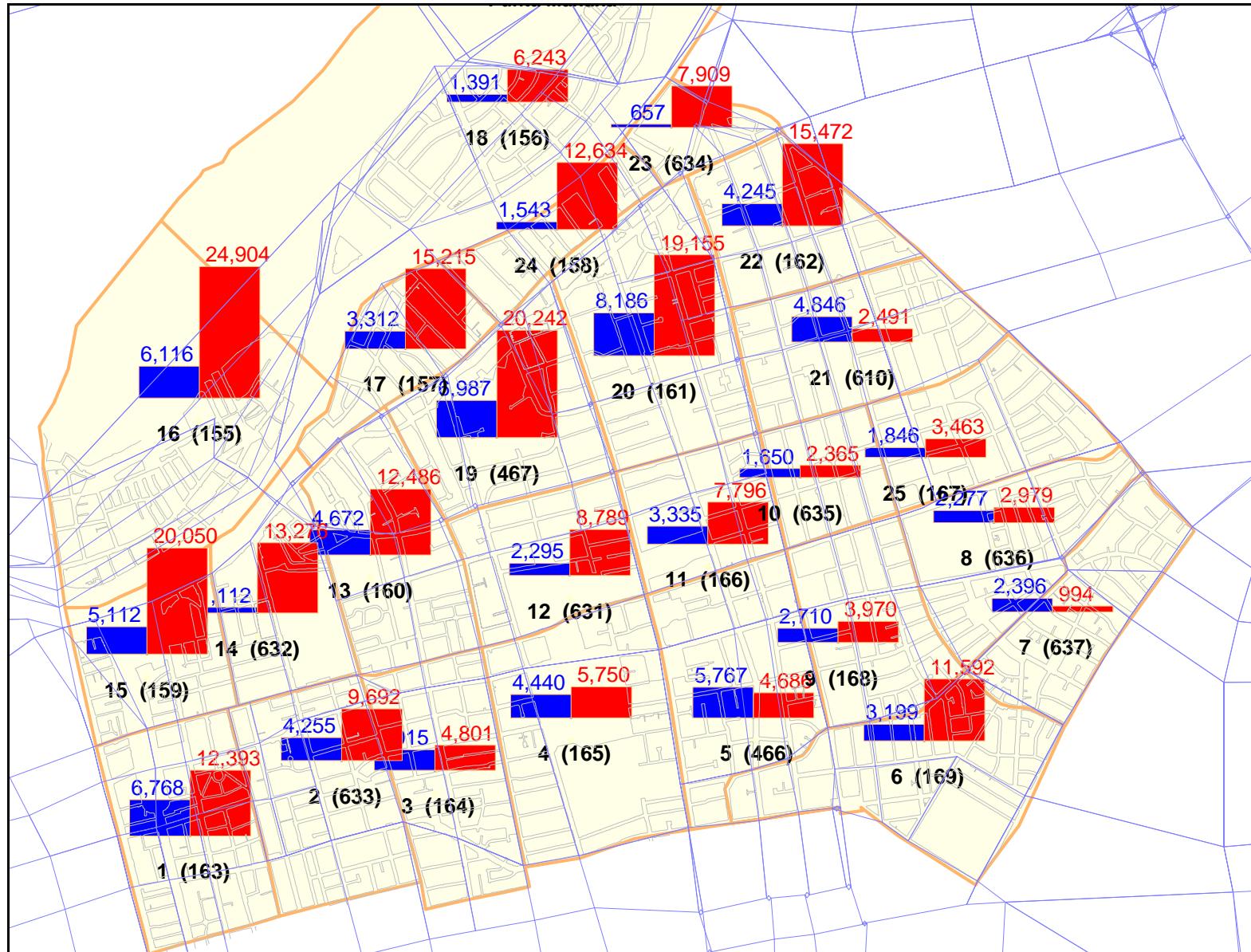


FIGURA N° 3.7 VIAJES TOTALES GENERADOS Y ATRAÍDOS POR PROPÓSITO TRABAJO- ESCENARIO TENDENCIAL- AÑO 2017 – COMUNA PROVIDENCIA

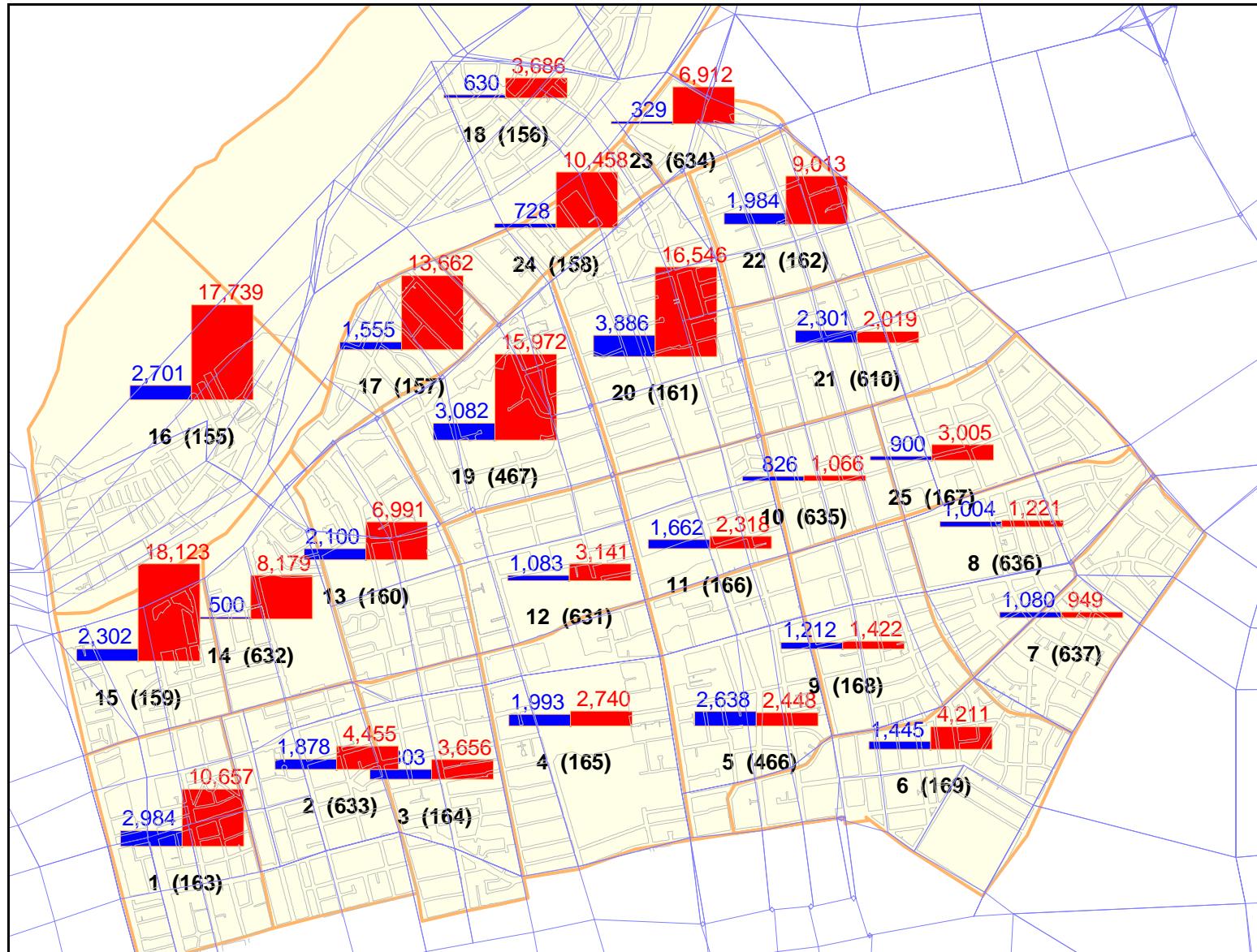


FIGURA N° 3.8 VIAJES GENERADOS Y ATRAÍDOS POR PROPÓSITO ESTUDIO - ESCENARIO TENDENCIAL- AÑO 2017 – COMUNA PROVIDENCIA

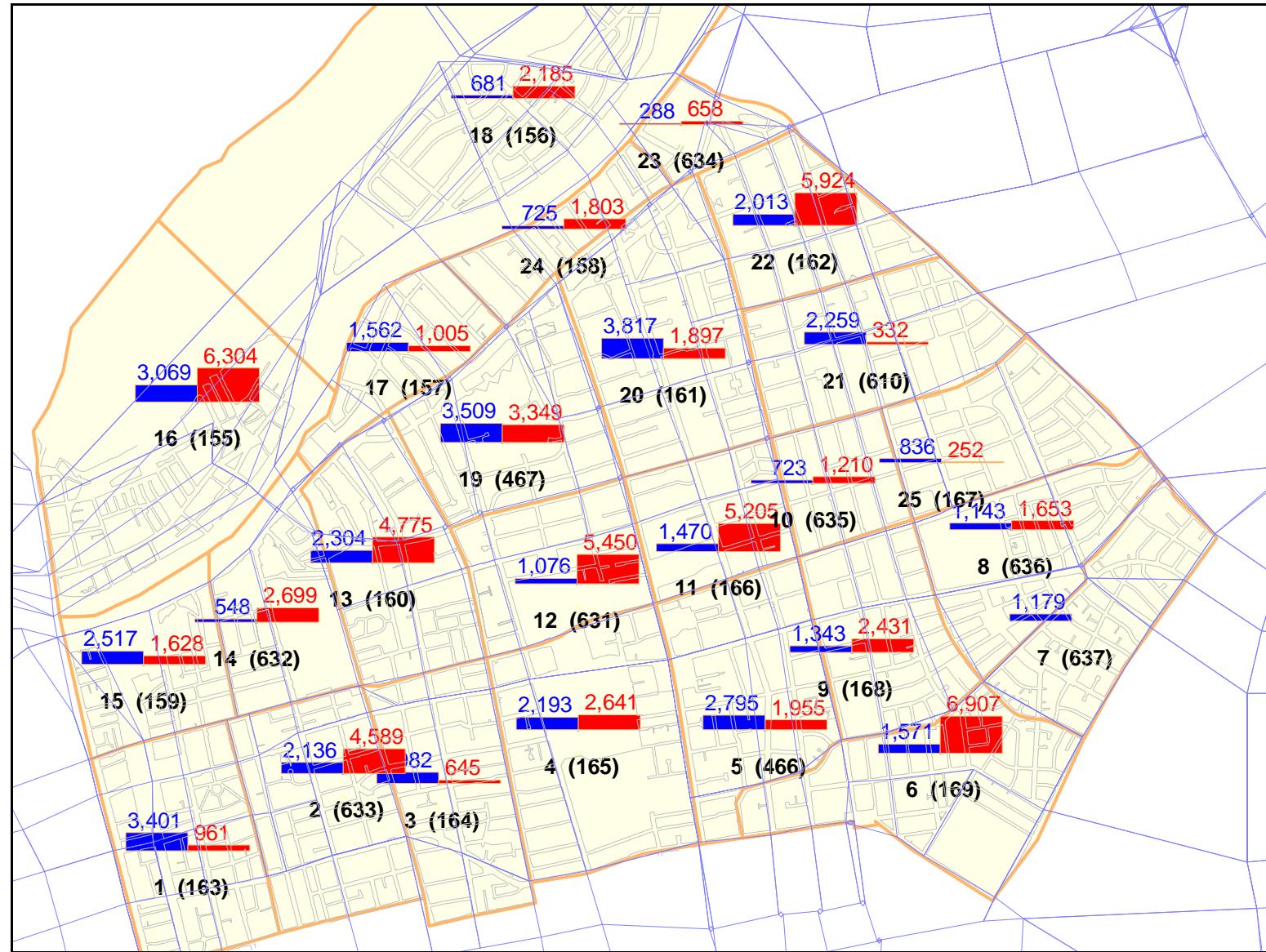
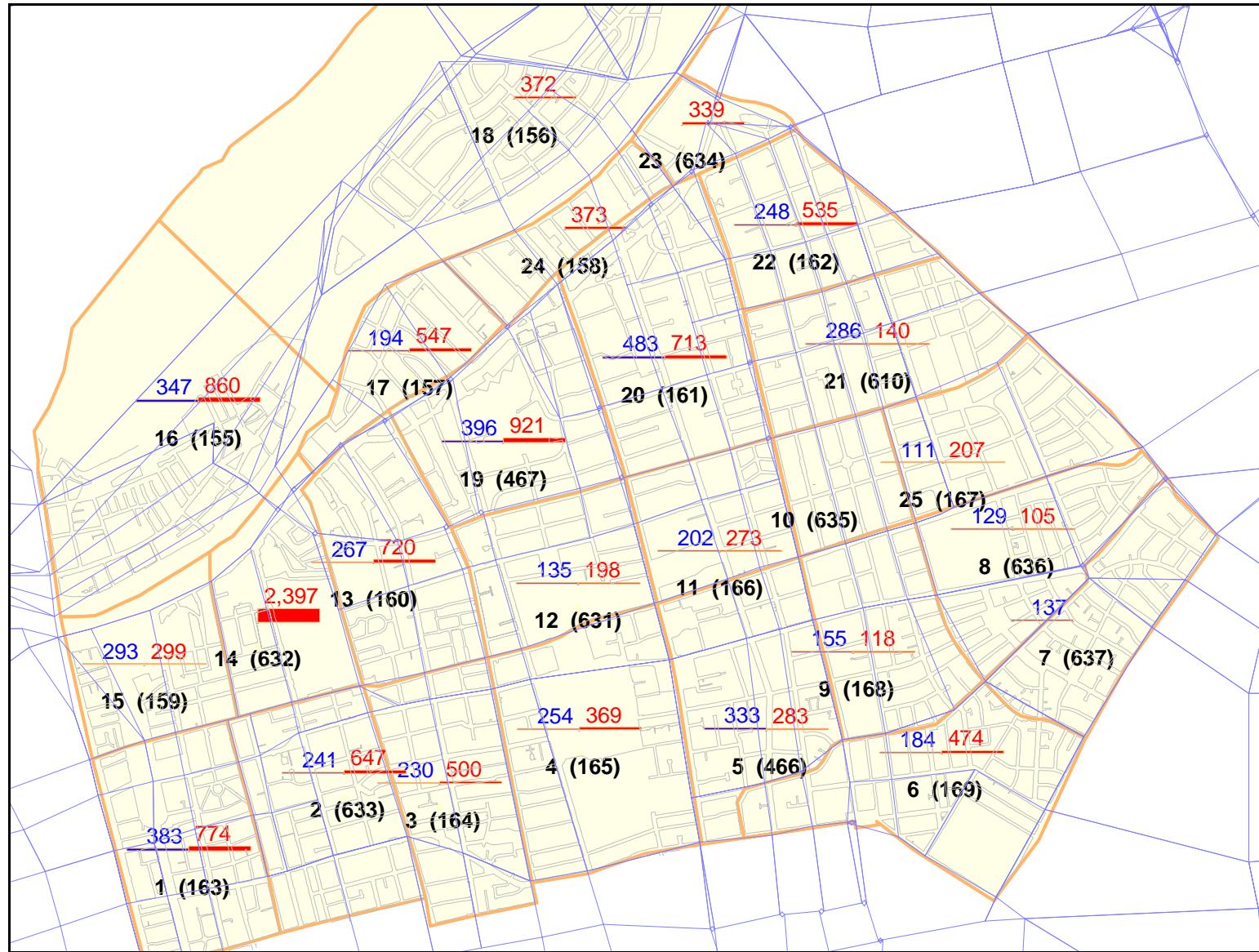


FIGURA N° 3.9 VIAJES GENERADOS Y ATRAÍDOS POR PROPÓSITO OTROS - ESCENARIO TENDENCIAL- AÑO 2017 – COMUNA PROVIDENCIA



### 3.3.4 Resultados Globales Corrida ESTRAUS

La participación modal obtenida de la corrida correspondiente al escenario tendencial, se presenta en el cuadro siguiente:

**CUADRO Nº 3.11 PARTICIÓN MODAL - ESCENARIO TENDENCIAL 2017 PUNTA MAÑANA**

Modo	Viajes	%			
Caminata	145.193	9	35.517	93.768	15.907
Auto-Chofer	342.012	22	268.146	42.470	31.396
Auto-Acompañante	280.980	18	83.842	187.964	9.174
Taxi	4.597	0	2.868	738	990
Taxi Colectivo	18.829	1	11.798	3.423	3.608
Transporte Público	754.656	49	512.418	209.314	32.924
<b>TOTAL</b>	<b>1.546.267</b>	<b>100</b>	<b>914.589</b>	<b>537.677</b>	<b>93.999</b>

Fuente: Elaboración propia

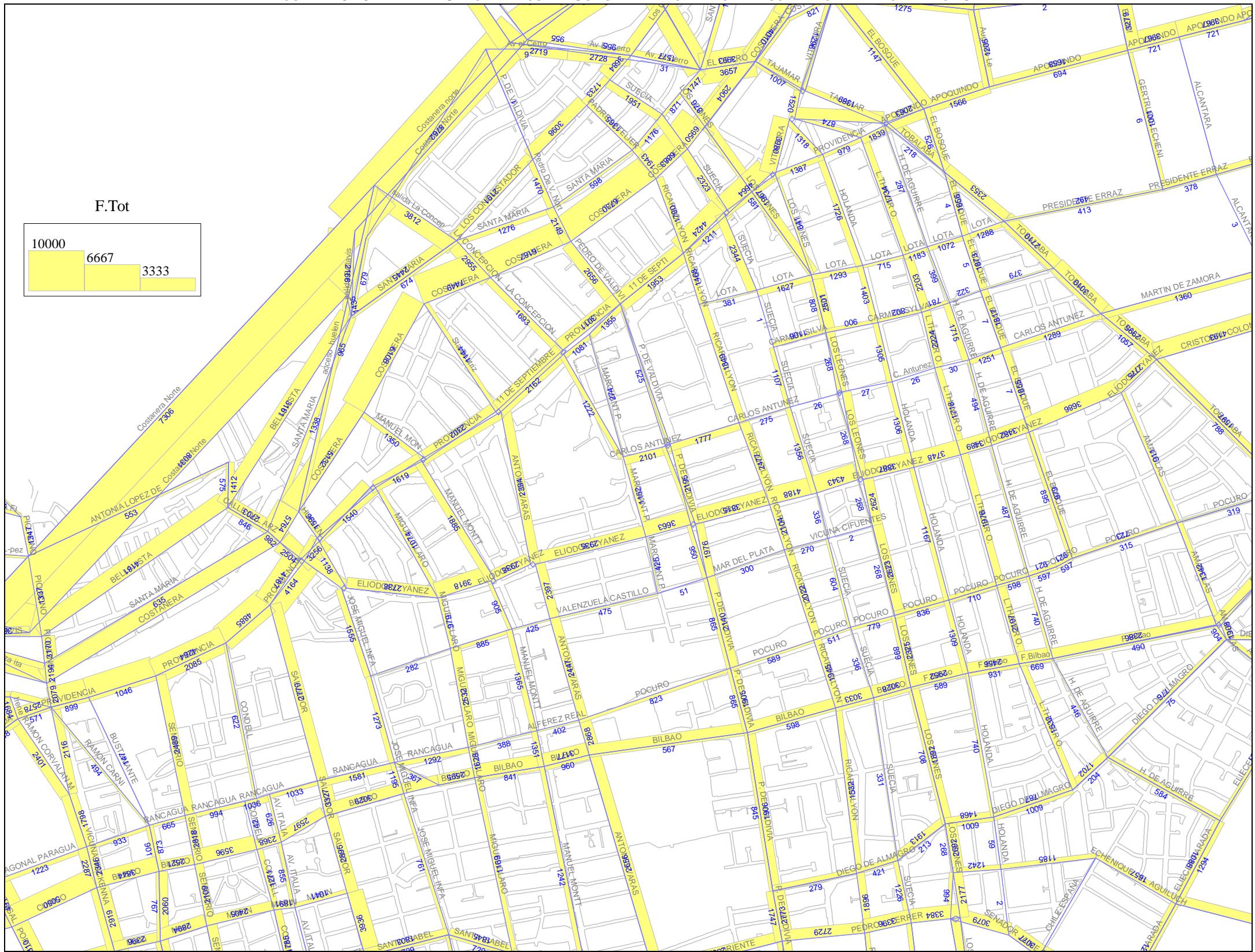
En el cuadro anterior se aprecia que el modo de transporte más utilizado en la Región Metropolitana corresponde al transporte público con el 49%.

### 3.3.5 Perfiles de Carga Vehicular

En la figura siguiente se presentan los resultados de la etapa de asignación obtenida con el modelo ESTRAUS para la comuna de Providencia en el año 2017

En ella se aprecia la carga total en vehículos equivalentes, lo que incluye los flujos vehiculares en transporte privado y en transporte público.

FIGURA N° 3.10 PERFIL DE CARGA VEHICULAR COMUNA DE PROVIDENCIA – ESCENARIO TENDENCIAL AÑO 2017



### 3.3.6 Niveles de Servicio

A partir de los resultados del modelo, se determinaron los niveles de servicio de los distintos ejes que componen la comuna de Providencia, específicamente se determinaron las velocidades de operación promedio y sus respectivos grados de saturación por eje y global.

**CUADRO Nº 3.12 NIVEL DE SERVICIO POR EJE – ESCENARIO TENDENCIAL 2017 – PUNTA MAÑANA**

Eje	Nombre	Grado Saturación	Velocidad Operación (km/hr)
1	11 De Septiembre / Providencia	0,791	15,3
2	Rancagua / Alferez Real / Pocuro	0,469	28,2
3	Francisco Bilbao	0,924	14,3
4	Carlos Antúnez	0,599	25,4
5	Santa Isabel / Diagonal Oriente / Senador Jaime Guzmán	0,931	14,5
6	Diego De Almagro	0,806	18,4
7	Eliodoro Yáñez	0,943	13,0
8	Lota	0,513	29,1
9	Santa María	0,368	38,2
10	Antonio Varas	1,078	12,5
11	Los Leones	0,908	18,7
12	Manuel Montt	0,529	34,7
13	P. De Valdivia	0,885	18,9
14	Ricardo Lyon	1,045	11,6
15	Salvador	1,033	14,1
16	Seminario	0,946	20,1
17	Suecia	0,809	21,3
18	Tobalaba	0,834	20,1
19	José Miguel Infante	0,681	23,9
20	Miguel Claro	0,940	18,1
21	Holanda	0,408	43,7
22	Luis.Thayer Ojeda.	0,928	20,6
23	Bellavista / Los Conquistadores	1,070	12,8
24	Avda. Andrés Bello	0,983	14,0

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al cuadro anterior es posible apreciar que los principales ejes congestionados corresponden a ejes en el sentido sur-norte y de oriente a poniente, lo que es compatible con la realidad comunal en la punta mañana. Los ejes en sentido sur-norte más congestionados corresponden a: Antonio Varas, Ricardo Lyon, Miguel Claro, Salvador y Seminario. En el sentido oriente poniente los ejes más congestionados son: Bilbao, Sta Isabel – D. Oriente-Senador J. Guzmán, Eliodoro Yáñez

Considerando todos los arcos de la comuna se han determinado dos indicadores globales de nivel de servicio, grado de saturación y velocidad de operación, de la comuna de providencia, los que se presentan en el cuadro siguiente:

**CUADRO Nº 3.13 NIVEL DE SERVICIO GLOBAL - COMUNA DE PROVIDENCIA - ESCENARIO TENDENCIAL 2017**

Indicador	
Grado de Saturación Promedio	89,1%
Velocidad de Operación Promedio	21,4 km/hr

Fuente Elaboración propia

En la figura siguiente es posible apreciar los grados de saturación a nivel de arcos.

**FIGURA N° 3.11 GRADOS DE SATURACIÓN COMUNA DE PROVIDENCIA –ESCENARIO TENDENCIAL 2017**



### 3.4 ESCENARIO CONTRASTE 2017

#### 3.4.1 Proyectos

A continuación se indican los proyectos viales previstos para la comuna compatibles con el Nuevo Plan Regulador Comunal, planteados por la I. Municipalidad de Providencia. En el cuadro siguiente se indican los proyectos viales que se suman a los definidos en el escenario tendencial.

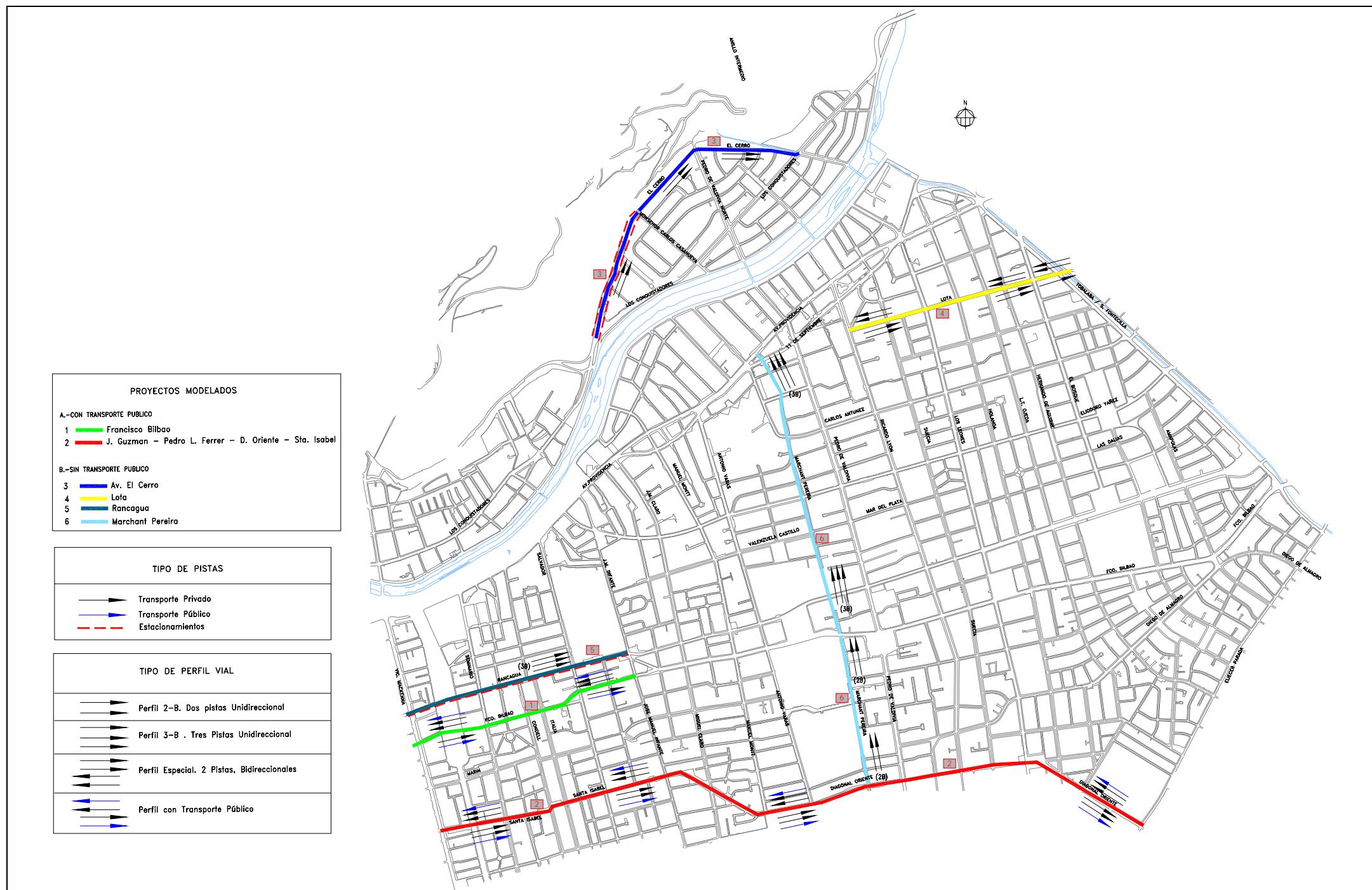
**CUADRO Nº 3.14 PROYECTOS EN INFRAESTRUCTURA – ESCENARIO DE CONTRASTE**

Proyecto	Tipo	Observación
<b>Vías Emplazadoras (Con Transporte Público)</b>		
Francisco Bilbao	Aumento de Capacidad	Incorpora 1 pista en sentido P-O de transporte público y 1 pista para el transporte privado, desde V. Mackenna a J.M.Infante, dándole continuidad al perfil actual, es decir, 3 pistas de oriente a poniente (1 de bus y 2 de transporte privado) y 2 pistas de poniente a oriente (1 de bus y 1 de transporte privado)
S. Jaime Guzmán – Pedro L. Ferrer - Diagonal Oriente-Santa Isabel	Aumento de Capacidad	Incorpora 1 pista de transporte público y 2 pistas de transporte privado, en ambos sentidos de circulación, en toda su extensión.
<b>Vías Desplazadoras (Sin Transporte Público)</b>		
Lota	Aumento de Capacidad	Contempla dos pistas por sentido entre Lyon y El Bosque. Entre el Bosque y Tobalaba, 2 pistas al poniente y 1 al oriente.
Av. El Cerro	Aumento de Capacidad	Son dos pistas 2 pistas de oriente a poniente en toda su extensión.
Rancagua	Aumento de Capacidad	Contempla 3 pistas unidireccionales hacia el oriente, más estacionamientos segregados al costado derecho. Ancho de faja 25 mts..
Marchant Pereira	Aumento de capacidad	Desde Diagonal Oriente hasta Bilbao, 2 pistas y desde Bilbao a Providencia 3 pistas hacia el norte.

Fuente: Elaboración propia

En la figura siguiente se presentan esquemáticamente los proyectos anteriormente mencionados, donde se especifica el número y uso de pistas asociadas al proyecto.

**FIGURA N° 3.12 PROYECTOS VIALES EN ESCENARIO CONTRASTE**



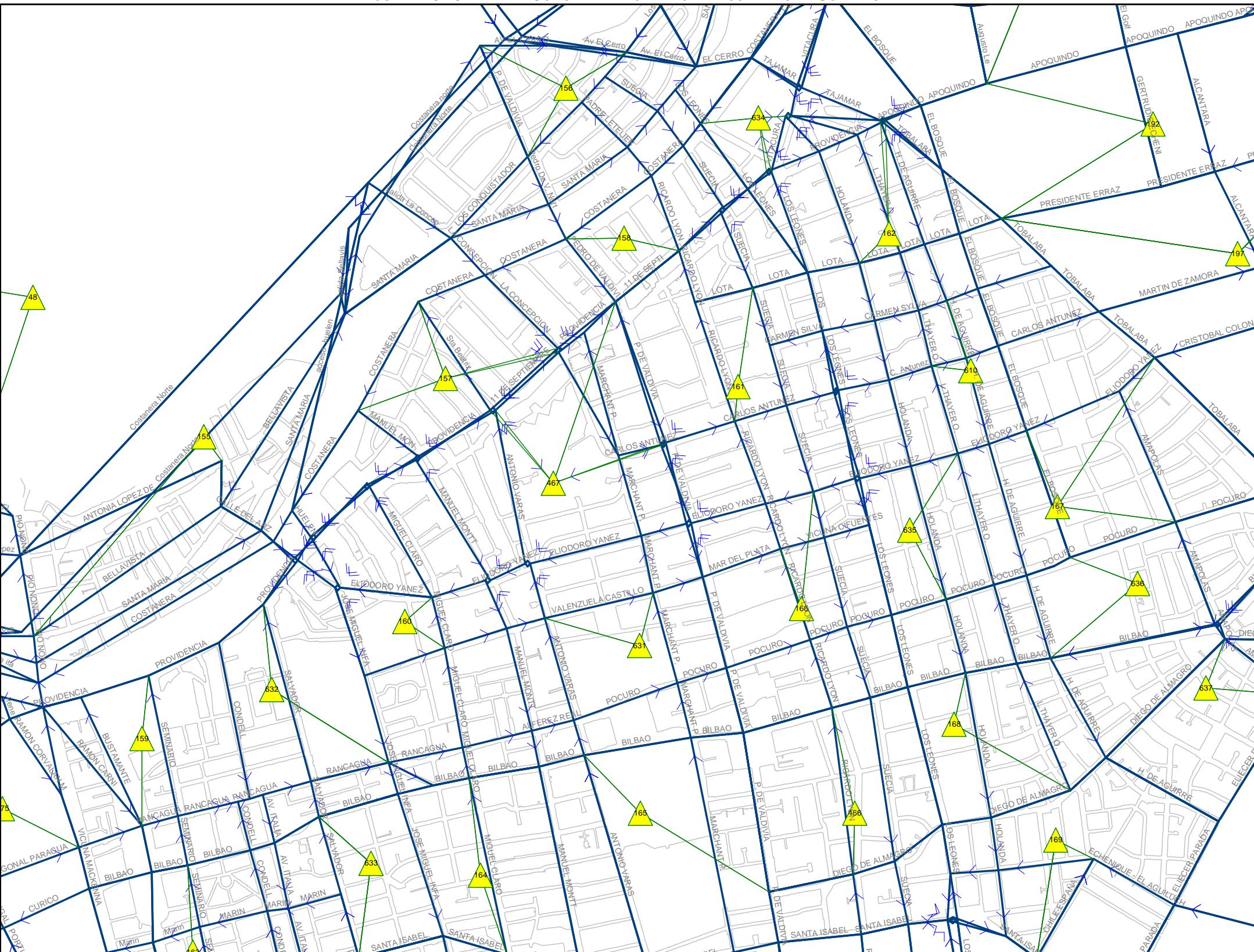
### 3.4.2 Red Vial

La red vial correspondiente al transporte privado para el modelo ESTRAUS, en el escenario de contraste se obtiene a partir de la red del escenario tendencial a la cual se le incorporan los proyectos presentados en el Cuadro N° 3.14.

Respecto a las características físicas y operativas de los arcos que se incorporan fueron calculados al tomado las mismas consideraciones que en el escenario tendencial.

En la Figura N° 3.13 se presenta la red de modelación para el transporte privado en el escenario de contraste.

FIGURA N° 3.13 RED VIAL COMUNA DE PROVIDENCIA – ESCENARIO DE CONTRASTE



### 3.4.3 Cálculo de Vectores Origen- Destino

Se procedió a calcular los vectores origen-destino correspondiente a los viajes generados y atraídos para cada zona definida para la comuna de Providencia, en el escenario de contraste. Este cálculo se realiza a partir de la formulación presentada en el punto 3.2.7.1 y de las variables explicativas; número de hogares, número de matrículas y de las superficies de los distintos usos de suelo; m<sup>2</sup> de comercio, servicios, habitacional, educacional, salud, industria y otros, presentadas en el capítulo 2.

Para el resto de Santiago se mantiene lo del escenario tendencial.

Los viajes generados y atraídos resultantes se presentan en el cuadro siguiente:

**CUADRO Nº 3.15 VIAJES GENERADOS Y ATRAÍDOS (VIAJES/HR) COMUNA DE PROVIDENCIA POR PROPÓSITO - ESCENARIO CONTRASTE 2017 – PUNTA MAÑANA**

Zona	Trabajo		Estudio		Otros		Total	
	Generación	Atracción	Generación	Atracción	Generación	Atracción	Generación	Atracción
155	1.217	9.463	1.267	4.521	153	1.074	2.637	15.058
156	874	9.493	948	2.151	111	635	1.933	12.279
157	1.826	16.316	1.948	943	231	685	4.005	17.944
158	2.026	13.299	2.255	1.592	259	452	4.540	15.343
159	1.787	8.717	1.945	1.702	227	477	3.959	10.897
160	1.515	6.635	1.462	6.313	188	1.062	3.165	14.010
161	3.846	19.569	3.930	3.494	482	879	8.258	23.942
162	3.840	10.576	4.164	4.508	488	359	8.491	15.443
163	1.728	6.055	1.768	1.207	217	639	3.713	7.901
164	1.092	2.581	1.124	766	137	168	2.353	3.515
165	1.333	2.678	1.427	2.745	169	337	2.929	5.760
166	879	2.160	856	6.377	109	300	1.844	8.837
167	1.140	1.115	1.200	191	144	108	2.484	1.413
168	798	824	836	2.503	101	100	1.734	3.427
169	1.180	3.052	1.298	4.148	150	340	2.628	7.540
466	1.380	2.593	1.356	2.147	171	297	2.907	5.037
467	2.075	20.224	2.203	3.545	262	561	4.541	24.329
610	5.093	1.535	5.526	741	647	157	11.266	2.433
631	1.240	3.182	1.292	4.159	156	230	2.688	7.570
632	343	9.886	300	3.783	42	2.204	684	15.873
633	1.132	3.645	1.162	5.886	142	430	2.436	9.960
634	3.383	13.660	3.792	188	433	550	7.608	14.397
635	1.180	781	1.235	1.126	149	77	2.564	1.984
636	683	1.119	751	1.709	87	137	1.521	2.965
637	1.018	310	1.096	0	129	47	2.243	358
Total	42.607	169.466	45.141	66.446	5.383	12.303	93.131	248.214

Fuente: Elaboración propia

Al igual que en el escenario tendencial es posible destacar la alta atracción de viajes que presenta la comuna, en comparación con la generación de viajes, los que se deben principalmente por propósito trabajo. Estos viajes se concentran principalmente en el sector norte-oriente de la comuna. En las figuras siguientes se presentan los viajes generados (azul) y los atraídos en (rojo) a nivel zonal, total y por propósito.

FIGURA N° 3.14 VIAJES TOTALES GENERADOS Y ATRAÍDOS- ESCENARIO CONTRASTE- AÑO 2017 – COMUNA PROVIDENCIA

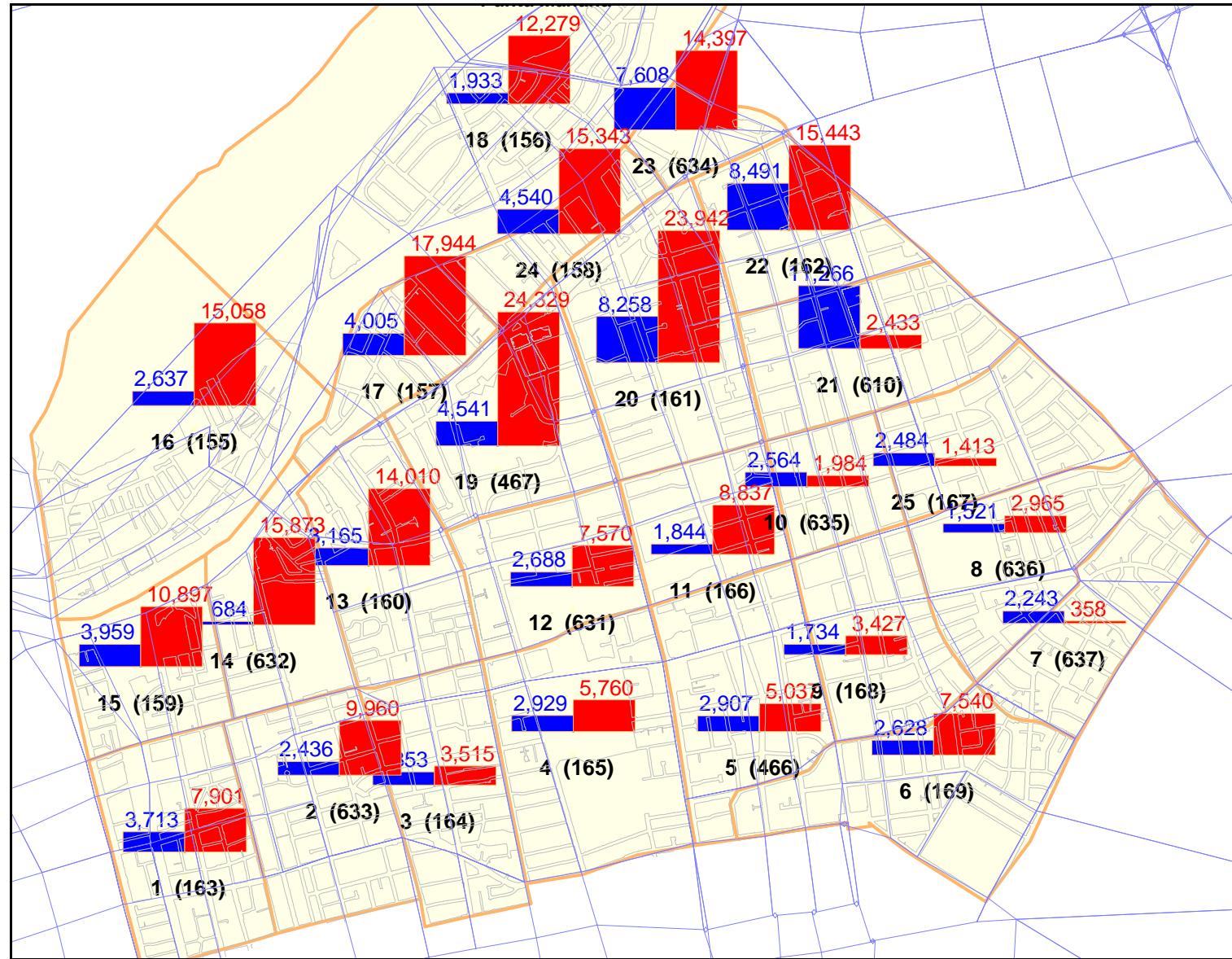


FIGURA N° 3.15 VIAJES TOTALES GENERADOS Y ATRAÍDOS POR PROPÓSITO TRABAJO- ESCENARIO CONTRASTE- AÑO 2017 – COMUNA PROVIDENCIA

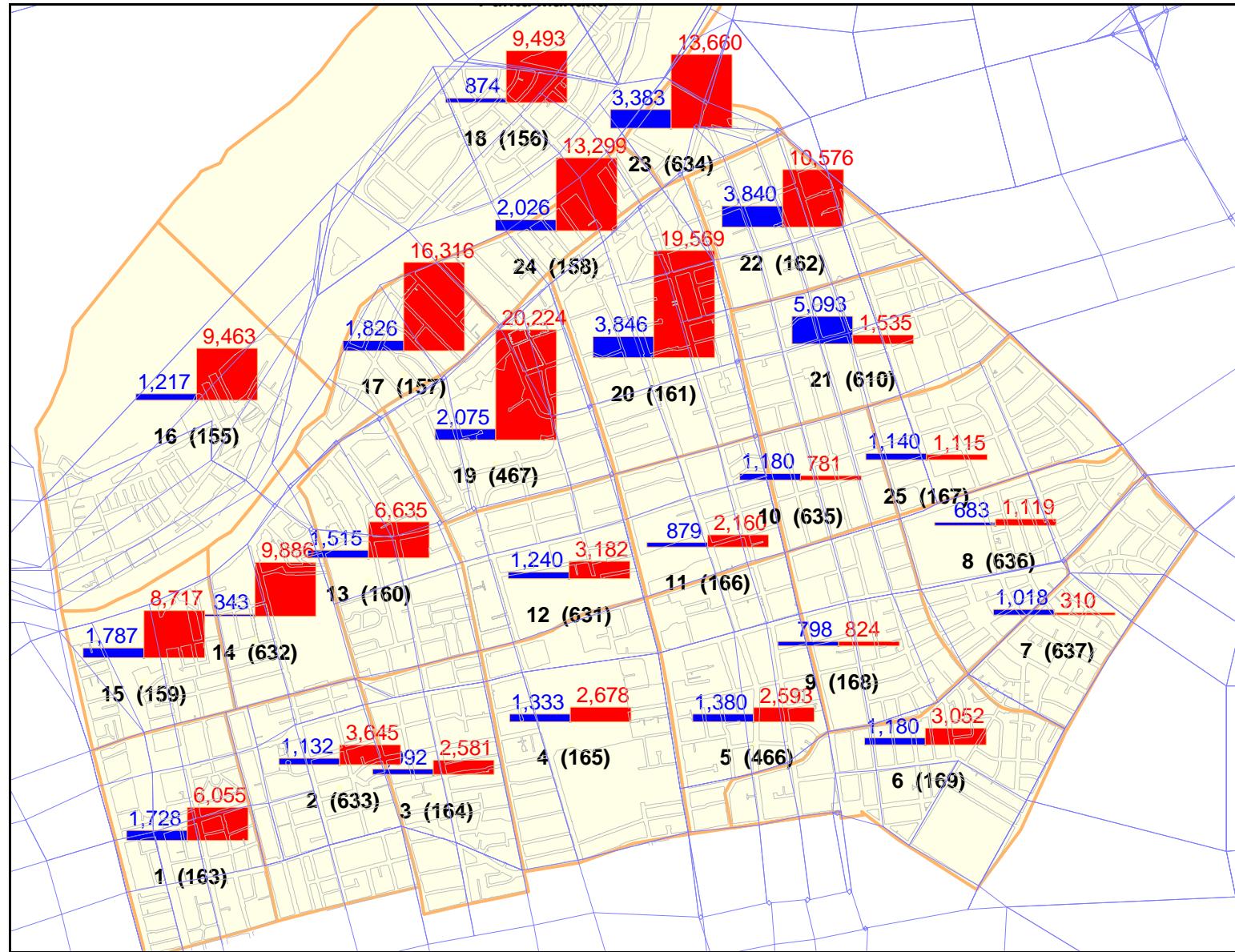


FIGURA N° 3.16 VIAJES GENERADOS Y ATRAÍDOS POR PROPÓSITO ESTUDIO - ESCENARIO CONTRASTE- AÑO 2017 – COMUNA PROVIDENCIA

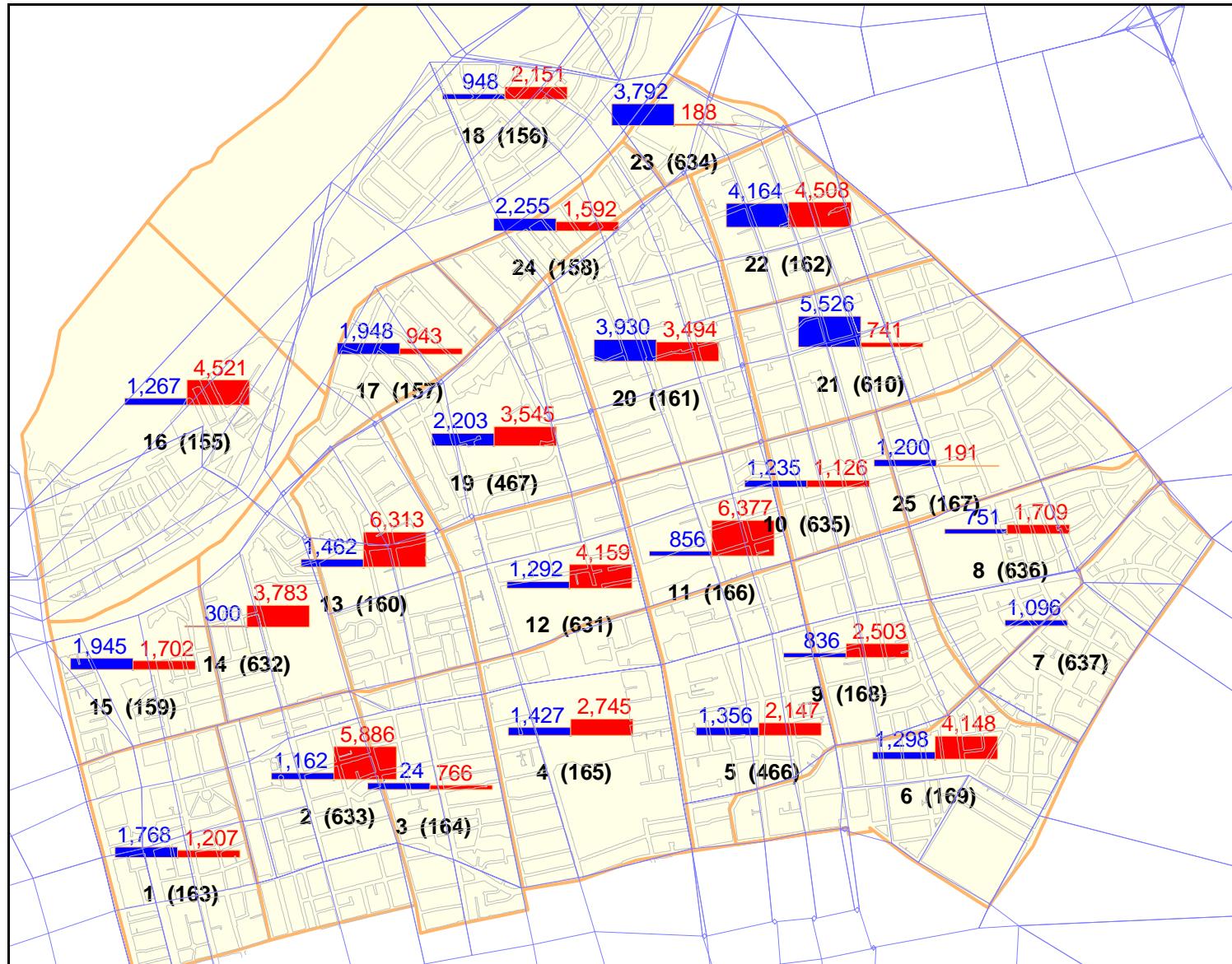
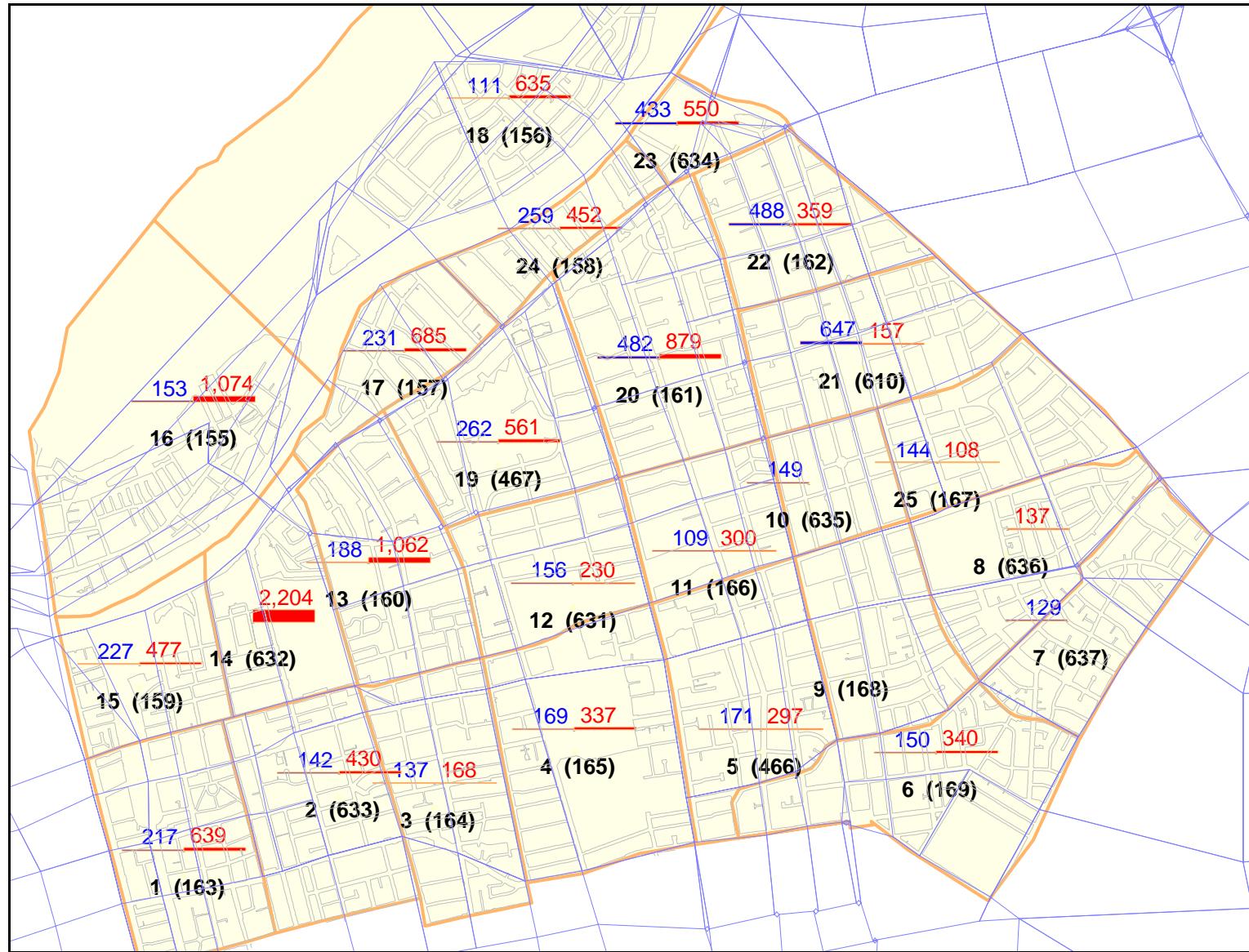


FIGURA N° 3.17 VIAJES GENERADOS Y ATRAÍDOS POR PROPÓSITO OTROS - ESCENARIO CONTRASTE- AÑO 2017 – COMUNA PROVIDENCIA



### 3.4.4 Resultados Globales Corrida ESTRAUS

La partición modal obtenida de la corrida correspondiente al escenario de contraste, se presenta en el cuadro siguiente:

**CUADRO Nº 3.16 PARTICIÓN MODAL - ESCENARIO CONTRASTE 2017 PUNTA MAÑANA**

Modo	Viajes	%			
Caminata	145.863	9	35.541	94.244	16.078
Auto-Chofer	340.304	22	266.961	42.242	31.102
Auto-Acompañante	281.389	18	83.962	188.238	9.190
Taxi	4.491	0	2.783	725	983
Taxi Colectivo	18.547	1	11.563	3.378	3.605
Transporte Público	755.667	49	513.780	208.846	33.042
<b>TOTAL</b>	<b>1.546.261</b>	<b>100</b>	<b>914.590</b>	<b>537.673</b>	<b>94.000</b>

Fuente: Elaboración propia

Al comparar los resultados del escenario de contraste con el tendencial, se aprecia que la partición modal de los viajes no cambia.

### 3.4.5 Perfiles de Carga Vehicular

En la figura siguiente se presentan los resultados de la etapa de asignación obtenida con el modelo ESTRAUS para la comuna de Providencia en el año 2017

En ella se aprecia la carga total en vehículos equivalentes, lo que incluye los flujos vehiculares en transporte privado y en transporte público.

FIGURA N° 3.18 FLUJO VEHICULAR TOTAL COMUNA DE PROVIDENCIA – ESCENARIO CONTRASTE AÑO 2017



### 3.4.6 Niveles de Servicio

A partir de los resultados del modelo, se determinaron los niveles de servicio de los distintos ejes que componen la comuna de Providencia, específicamente se determinaron las velocidades de operación promedio y sus respectivos grados de saturación por eje y global.

**CUADRO Nº 3.17 NIVEL DE SERVICIO POR EJE – ESCENARIO CONTRASTE 2017 – PUNTA MAÑANA**

Eje	Nombre	Grado Saturación	Velocidad Operación (km/hr)
1	11 De Septiembre / Providencia	0,705	19,0
2	Rancagua / Alferez Real / Pocuro	0,490	28,7
3	Francisco Bilbao	0,914	20,4
4	Carlos Antúnez	0,575	25,5
5	Santa Isabel / Diagonal Oriente / Senador Jaime Guzmán	0,888	17,5
6	Diego De Almagro	0,782	20,6
7	Eliodoro Yáñez	0,870	17,1
8	Lota	0,772	25,1
9	Santa María	0,318	38,2
10	Antonio Varas	0,934	19,9
11	Los Leones	0,884	20,3
12	Manuel Montt	0,649	30,2
13	P. De Valdivia	0,795	24,4
14	Ricardo Lyon	0,993	16,2
15	Salvador	0,969	18,4
16	Seminario	0,782	26,3
17	Suecia	0,744	26,7
18	Tobalaba	0,817	22,1
19	José Miguel Infante	0,596	26,9
20	Miguel Claro	0,901	22,2
21	Holanda	0,462	41,6
22	Luis.Thayer Ojeda.	0,892	22,8
23	Bellavista / Los Conquistadores	0,949	16,8
24	Avda. Andrés Bello	0,911	18,5

Fuente: Elaboración propia

Comparando estos resultados contra el escenario tendencial es posible apreciar que los grados de saturación por eje disminuyen, siendo todos menores a 1. Al igual que en el escenario tendencial los principales ejes congestionados corresponden a ejes en el sentido sur-norte y de oriente a poniente, lo que es compatible con la realidad comunal en la punta mañana. Los ejes en sentido sur-norte más congestionados corresponden a: Antonio Varas, Ricardo Lyon, Miguel Claro, Salvador y Seminario. En el sentido oriente poniente los ejes más congestionados son: Bilbao, Sta Isabel – D. Oriente-Senador J. Guzmán, Eliodoro Yáñez

Considerando todos los arcos de la comuna se han determinado dos indicadores globales de la comuna de providencia, los que se presentan en el cuadro siguiente

**CUADRO Nº 3.18 INDICADORES DE NIVEL DE SERVICIO GLOBAL - COMUNA DE PROVIDENCIA - ESCENARIO CONTRASTE 2017**

Indicador	
Grado de Saturación Promedio	83,6%
Velocidad de Operación Promedio	24,2 km/hr

Fuente Elaboración propia

En la figura siguiente es posible apreciar los grados de saturación a nivel de arcos.

FIGURA N° 3.19 GRADOS DE SATURACIÓN (%) – COMUNA DE PROVIDENCIA – ESCENARIO DE CONTRASTE – AÑO 2017



### **3.5 CONCLUSIÓN**

A la luz de los resultados se desprende que las condiciones de localización de los hogares y de los distintos usos de suelos que explican los viajes que se generan y atraen en la comuna de Providencia, asociados al Nuevo Plan Regulador Comunal mejora las condiciones de operación de los distintos ejes viales de la comuna en comparación a la situación tendencial. Específicamente los grados de saturación en la comuna mejoran en un 6% y las velocidades de operación en un 13%.