



Actualización y desarrollo

PLAN REGULADOR COMUNAL LLAY LLAY



ACTUALIZACIÓN Y DESARROLLO PLAN REGULADOR COMUNAL DE LLAY LLAY ESTUDIO DE CAPACIDAD VIAL

PABLO MACHUCA R.
Ingeniero de Transporte
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso



PREPARADO POR:



VERSIÓN:

NOVIEMBRE 2023

EQUIPO:

NOMBRE	PROFESION Y ESPECIALIDAD
PABLO MACHUCA R.	Ingeniero de Transporte

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	1-6
2	RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	2-7
2.1	DIAGNÓSTICO SOCIO DEMOGRÁFICO	2-7
2.1.1	Población a Nivel Comunal.....	2-7
2.1.2	Proyecciones y Tendencia de Crecimiento Poblacional	2-7
2.2	CARACTERIZACIÓN COMUNAL	2-8
2.3	PLAN REGULADOR.....	2-9
2.3.1	Caracterización de Uso de Suelo Comunal	2-9
2.3.2	Zonificación.....	2-12
2.4	VIALIDAD ESTRUCTURANTE.....	2-15
2.4.1	Clasificación de la Red Vial del Área Urbana	2-15
3	ANÁLISIS COMUNAL Y URBANO.....	3-19
3.1	DEMANDA DE TRANSPORTES	3-19
3.1.1	Parque Vehicular Comunal	3-19
3.1.2	Tasa de Motorización	3-20
3.1.3	Flujos Vehiculares Plan Nacional Censo Vial (PNCV)	3-21
3.1.4	Flujos Vehiculares Censo Vial	3-24
3.1.5	Caracterización Rutas	3-36
3.2	OFERTA DE TRANSPORTE.....	3-41
3.2.1	Intercomunal	3-41
3.2.2	Comunal.....	3-42
3.2.3	Urbana	3-43
4	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD VIAL.....	4-44
4.1	MODELACIÓN Y CALIBRACIÓN	4-44
4.1.1	Definición y Construcción de la Red Vial	4-44
4.1.2	Calibración Red Existente	4-46
4.2	ANÁLISIS DE DEMANDA COMUNAL	4-47
4.2.1	Resultados Modelación (Sit. Actual).....	4-47
4.2.2	Capacidad de Reserva.....	4-49
4.3	PREDICCIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE	4-50
4.3.1	Estimación Viajes Generados	4-50
4.3.2	Resultados Modelación (Sit. Base y Proyecto)	4-51
4.3.3	Capacidad de Reserva.....	4-57
5	SÍNTESIS DE RESULTADOS.....	5-59
5.1	PROPOSICIÓN DE SOLUCIONES	5-60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1. Proyección estimada de la población, Comuna Llay Llay, 2002 – 2035	2-8
Figura 2-2. Zonificación Plan Regulador de Llay Llay, Actualización 2023	2-13
Figura 2-3. Zonificación Plan Regulador de Llay Llay, Vigente	2-14
Figura 3-2. Crecimiento Parque Automotriz Regional.....	3-19
Figura 3-3. Crecimiento Parque Automotriz Comunal	3-19
Figura 3-4. Ubicación Punto de Censal 05-124, Comuna de Llay Llay.....	3-21
Figura 3-5. TMDA del PNCV 05-124-1: De/A Las Peñas – Porvenir Alto	3-22
Figura 3-6. Identificación Movimientos Medición de Flujos.....	3-25
Figura 3-7. Ubicación Punto de Control Continuo.	3-26
Figura 3-8. PC01 – Intersección Avda. José Manuel Balmaceda / Bernardo O’Higgins	3-26
Figura 3-9. Histograma de Flujo Día Laboral Fti (Veq/15 min).....	3-28
Figura 3-10. Histograma de Flujo Día Laboral Extensión de Períodos (Veq/15 min).	3-29
Figura 3-11. Ubicación Puntos de Control Vehicular Llay Llay	3-30
Figura 3-12. PC-01 – Intersección Avda. José Manuel Balmaceda / Bernardo O’Higgins	3-30
Figura 3-13. PC-02 – Intersección Avda. José Manuel Balmaceda / Avda. Las Palmas.....	3-31
Figura 3-14. PC-03 – Intersección Ignacio Carrera Pinto / Avda. José Miguel Carrera	3-31
Figura 3-15. PC-04 – Intersección Avda. José Manuel Balmaceda / Agustín Edwards.....	3-32
Figura 3-16. PC-05 – Intersección Vicuña Mackenna – Prieto Letelier / El Salitre – San Ignacio.....	3-32
Figura 3-17. Flujo aforado por cuarto PC-01	3-34
Figura 3-18. Flujo aforado por cuarto PC-02	3-34
Figura 3-19. Flujo aforado por cuarto PC-03	3-34
Figura 3-20. Flujo aforado por cuarto PC-04	3-35
Figura 3-21. Flujo aforado por cuarto PC-05	3-35
Figura 3-22. Ruta José Manuel Balmaceda	3-36
Figura 3-23. Ruta Bernardo O’Higgins	3-37
Figura 3-24. Ruta Ignacio Carrera Pinto	3-38
Figura 3-25. Ruta Agustín Edwards	3-39
Figura 3-26. Rutas Vicuña Mackenna – Antonio Varas	3-40
Figura 3-27. Conectividad Inter-Comunal	3-41
Figura 3-28. Vialidad Pavimentada Comunal	3-42
Figura 3-29. Vialidad Pavimentada Zona Urbana	3-43
Figura 4-1. Vialidad Pavimentada Zona Urbana	4-45
Figura 4-2. Nivel de Servicio, Situación Actual	4-47
Figura 4-3. Grado de Saturación, Situación Actual.....	4-48
Figura 4-4. Macrozonas de la ciudad de Llay Llay.	4-51
Figura 4-5. Nivel de Servicio, Situación Base.....	4-52
Figura 4-6. Nivel de Servicio, Situación Proyecto	4-53
Figura 4-7. Grado de Saturación, Situación Base	4-55
Figura 4-8. Grado de Saturación, Situación Proyecto	4-56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1. Población Urbana y Rural en comuna Llay Llay.....	2-7
Tabla 2-2. Población Urbana y Rural en comuna Llay Llay.....	2-7
Tabla 2-3. Proyección estimada de la población, Comuna Llay Llay 2002 – 2035	2-7
Tabla 2-4. Tipología de Tamaño Comunal desde el punto de vista del Transporte	2-8
Tabla 2-5. Tipología de Tamaño Comunal desde el punto de vista del Transporte	2-9
Tabla 2-6. Definición de Categorías de Tipo de Uso de Suelo - Residencial.....	2-10
Tabla 2-7. Definición de Categorías de Tipo de Uso de Suelo - Equipamiento	2-10
Tabla 2-8. Definición de Categorías de Tipo de Uso de Suelo – Actividades Productivas.....	2-10
Tabla 2-9. Definición de Categorías de Tipo de Uso de Suelo – Infraestructura.....	2-11
Tabla 2-10. Zonificación Comunal – Área Urbana.....	2-12
Tabla 2-11. Zonificación Comunal – Áreas Restringidas al Desarrollo Urbano	2-12
Tabla 2-12. Zonificación Comunal – Áreas de Protección de Recursos de Valor Cultural	2-12
Tabla 2-12. Vialidad Comunal.....	2-15
Tabla 3-1. Tasas de Crecimiento Vehicular	3-20
Tabla 3-2. TMDA para los años 2015, 2017, 2019 y 2021, por sentido.....	3-22
Tabla 3-3. Codificación de categorías de vehículos.....	3-22
Tabla 3-4. Punto Censal 05-124, año 2015.....	3-23
Tabla 3-5. Punto Censal 05-124, año 2017.....	3-23
Tabla 3-6. Punto Censal 13-105, año 2019.....	3-23
Tabla 3-7. Punto Censal 05-124, año 2021.....	3-23
Tabla 3-8. Flujo Estacional Punto Censal 05-124.....	3-24
Tabla 3-9. Flujos Vehiculares Punto de Control 01 (Veq/15 min).	3-27
Tabla 3-10. Extensión de Períodos.	3-29
Tabla 3-11. Censos Vehiculares.	3-30
Tabla 3-12. Resumen de Mediciones Puntos de Control Periódicos.	3-33
Tabla 4-1. Validación Longitud de Cola Promedio, Situación Actual	4-46
Tabla 4-2. GSa y Capacidad de Carga Hora Mayor Demanda, Situación Actual.....	4-50
Tabla 4-3. Superficies Macrozonas y Factor de Expansión.....	4-51
Tabla 4-4. GSa y Capacidad de Carga Hora Mayor Demanda, Año Proyectado 2037.....	4-57
Tabla 5-1. Comparación de Resultados Modelación, Situación Base y Proyecto.	5-59

1 INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde al Estudio de Capacidad Vial para la Actualización del Plan Regulador de la Comuna de Llay Llay, el cual se ha realizado en estricta concordancia con las indicaciones establecidas en el artículo 2.1.10 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. En los últimos años, la ciudad de Llay Llay ha experimentado un notable crecimiento poblacional y cambios significativos en su estructura urbana, lo que ha dado lugar a desafíos notables en términos de movilidad y accesibilidad.

El propósito fundamental de este estudio es analizar y cuantificar tanto la capacidad vial existente como la proyectada en la comuna. Además, se busca anticipar las futuras necesidades de movilidad en línea con el crecimiento planificado.

2 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

2.1 Diagnóstico Socio Demográfico

2.1.1 Población a Nivel Comunal

Los datos censales del año 2017 indican que la población de la comuna de Llay Llay alcanza un total de 24.608 habitantes. La participación demográfica de la comuna comparada entre año 2002 y 2017, según los datos la proyección del INE, se presenta a continuación:

Tabla 2-1. Población Urbana y Rural en comuna Llay Llay.

Año	Población Total	Año	Población Total	% variación
2002	22.173	2017	25.626	15,57

Fuente: Elaboración Propia, a partir de datos del INE.

Mientras que la población Urbana – Rural, se estima a partir del porcentaje comunal de la distribución de la población Urbana y Rural

Tabla 2-2. Población Urbana y Rural en comuna Llay Llay.

Año	Población Urbana	% Población Urbana	Población Rural	% Población Rural
2002	16.269	73,37	5.904	26,63
2017	19.123	74,62	6.503	25,38

Fuente: Elaboración Propia, a partir de datos del INE.

Según las tablas anteriores, se observa un crecimiento del 15,57% de la población total en la comuna de Llay Llay para el año 2017, además se aprecia un aumento en el porcentaje de Población Urbana y una disminución en la Población Rural, la variación es del orden de 1,25 % entre 2002 y 2017.

2.1.2 Proyecciones y Tendencia de Crecimiento Poblacional

A continuación, se presentan las proyecciones de la población, tomando como base la proyección del año 2017, realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE). Obteniendo los siguientes datos:

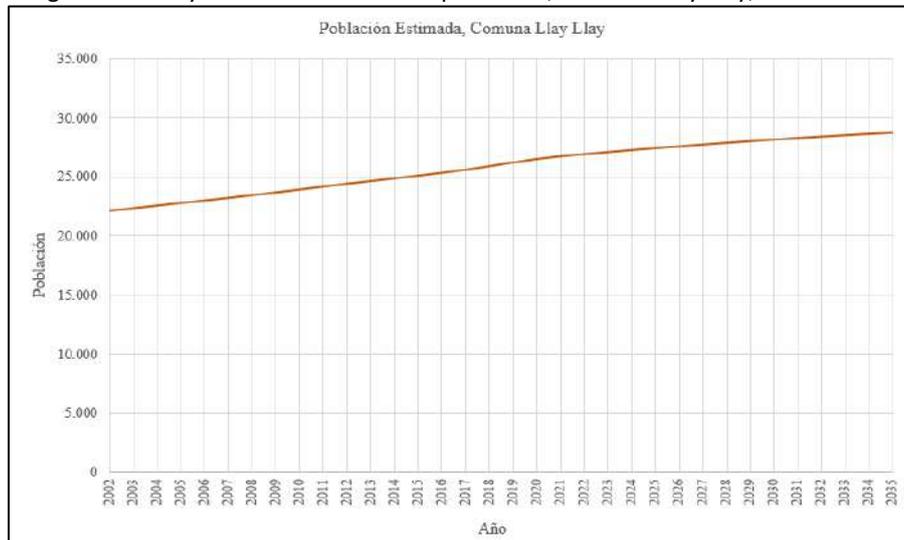
Tabla 2-3. Proyección estimada de la población, Comuna Llay Llay 2002 – 2035

Año	Población	Año	Población
2002	22.173	2019	26.232
2003	22.397	2020	26.533
2004	22.616	2021	26.760
2005	22.829	2022	26.946
2006	23.043	2023	27.119
2007	23.260	2024	27.286
2008	23.489	2025	27.449
2009	23.724	2026	27.605
2010	23.960	2027	27.757
2011	24.200	2028	27.902
2012	24.447	2029	28.041
2013	24.668	2030	28.175
2014	24.895	2031	28.303
2015	25.130	2032	28.426
2016	25.363	2033	28.542
2017	25.626	2034	28.652
2018	25.925	2035	28.756

Fuente: Elaboración Propia, a partir de datos del INE.

Según la proyección de la población en base a los datos del INE, se obtiene que la población asciende a un total en 28.756 habitantes para el año 2035. De igual forma, se estima que para el año 2035, el porcentaje de población urbana será del 75,13% mientras que la población rural será del 24,87%.

Figura 2-1. Proyección estimada de la población, Comuna Llay Llay, 2002 – 2035



Fuente: Elaboración Propia, a partir de datos del INE.

2.2 CARACTERIZACIÓN COMUNAL

Para desarrollar el presente estudio, se deberá en primer lugar definir el tipo de comuna para la cual se realiza la actualización del plan regulador, para lo cual como marco metodológico se emplea la Metodología de Cálculo “Capacidad vial de Planes Reguladores” elaborada por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) en el año 1997, en dicha metodología, se hace una estratificación de tamaño comunal en función del sistema de transporte, que determina la necesidad o no de realizar un “Estudio de Factibilidad Vial” (EFV) al plan regulador. La clasificación comunal que emplea la metodología se muestra en la tabla continuación .

Tabla 2-4. Tipología de Tamaño Comunal desde el punto de vista del Transporte

Tipología	Descripción General	Observación
Metropolitana	Se caracterizan por ser especializadas o diversificadas. Se encuentran insertas en un esquema Metropolitano, y normalmente reglamentadas por un Plan Regulador Comunal, Intercomunal o Metropolitano. Los EFV reciben el apoyo de estudios estratégicos.	Requiere de EFV
Intermedia Urbana	Corresponde a comunas con una fuerte concentración poblacional comunal en áreas urbanas, especializadas por sector de la economía o asume una condición diversificada	Requiere de EFV
Menor Urbana	La población se concentra en la zona urbana y la especialización en un sector específico de la economía o mantiene una condición diversificada.	Requiere de EFV
Intermedia Rural	Presentan una población rural dispersa que puede sobrepasar la población agrupada en áreas urbanas. La especialización recae en un sector de la economía, usualmente la agricultura.	No Requiere de EFV
Comuna Menor Rural	La población se encuentra dispersa en el área rural. Posee una alta especialización en actividad agrícola, pesquera o minera.	No Requiere de EFV

Fuente: MINVU, 1997

Los criterios que permiten caracterizar cada una de las comunas según esta tipología, se encuentran explicados en MINVU (1997). Aquí se presentan los criterios de clasificación empleados en este estudio y su comparación con aquellos establecidos por MINVU (1997).

Tabla 2-5. Tipología de Tamaño Comunal desde el punto de vista del Transporte

Criterio	Tamaño	Umbral (hab.)	Comentarios
Poblacional	Metropolitana	más de 500 mil	Comuna polinucleadas reguladas por PR Independientes se tratan como intermedias. Variaciones estacionales significativas pueden alterar la clasificación según la temporada.
	Intermedio	30 mil a 250 mil	
	Menor	menos de 30 mil	
Nivel de Urbanización	Las comunas que concentran más de 70 % de la población en área urbana se catalogan como urbanas. Luego se clasifican según criterio anterior		
Económico	Permite establecer la vocación económica de la comuna, a través de la caracterización de la fuerza de trabajo y su participación en los sectores de la economía. Esto permite definir por un lado la diversificación de la economía comunal y orientar la clasificación por nivel de urbanización. Posteriormente el tamaño se clasifica según criterio poblacional.		

Fuente: MINVU, 1997

Los criterios aquí indicados son en general complementarios y permiten determinar el tamaño, especialización y nivel de urbanización de la comuna.

De acuerdo a los criterios descritos para la clasificación comunal como el número de habitantes y el nivel de urbanización Quellón se clasifica como una comuna **Urbana Menor**, dado que, tiene una población menor a 30.000 habitantes y su nivel de urbanización mayor a un 70 %.

2.3 PLAN REGULADOR COMUNAL

A partir del Plan Regulador Comunal (PRC) en actualización de Llay Llay, se recopila información a escala comunal. En él se rigen el establecimiento de usos de suelo, y también se establecen criterios de homogeneización en la zonificación.

Tiene por objetivo conformar las bases de datos necesarias para realizar el diagnóstico y la posterior evaluación.

2.3.1 Caracterización de Uso de Suelo Comunal

A partir de los antecedentes recopilados en el Plan Regulador Comunal de Quellón, se obtiene el tipo de uso de suelos establecidos en él, y el uso permitido de éstos por la zonificación indicada con anterioridad. Esto tiene como finalidad de realizar una delimitación espacial de áreas que mantengan un grado de homogeneidad tal que permita entender el conjunto de actividades que se desarrollan en el lugar.

El Plan Regulador Comunal de Llay Llay reconoce la siguiente tipología básica de usos de suelo:

- Residencial.
- Equipamiento.
- Actividades Productivas.
- Infraestructura.
- Espacio Público.
- Área Verde.

Cada tipología básica de suelos está conformada por tipos de clases y categorías, como se describen a continuación:

2.3.1.1 Residencial

Tabla 2-6. Definición de Categorías de Tipo de Uso de Suelo - Residencial

Categoría	Definición
Vivienda	<ul style="list-style-type: none"> Viviendas unifamiliares. Edificaciones colectivas o conjunto de viviendas.
Hogares de Acogida	<ul style="list-style-type: none"> Hogares de estadía de adultos mayores. Casa de acogida.
Edificaciones y locales destinados al hospedaje	<ul style="list-style-type: none"> Hotel. Motel. Apart-hotel. Pensión. Hospedería <p>Sin que presten servicios comerciales adjuntos.</p>

Fuente: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción.

2.3.1.2 Equipamiento

Tabla 2-7. Definición de Categorías de Tipo de Uso de Suelo - Equipamiento

Clases	Escalas	Definición
<ul style="list-style-type: none"> Científico. Comercio. Culto y Cultura. Deporte. Educación. Esparcimiento. Salud. Seguridad. Servicios. Social. 	Mayor	<ul style="list-style-type: none"> Ocupación > 6.000 pers. Predios en vías expresas y troncales.
	Mediano	<ul style="list-style-type: none"> 1.000 pers. ≤ Ocupación ≤ 6.000 pers. Predios en vías expresas, troncales o colectoras.
	Menor	<ul style="list-style-type: none"> 250 pers. ≤ Ocupación ≤ 1.000 pers. Predios en vías expresas, troncales, colectoras o servicio.
	Básico	<ul style="list-style-type: none"> Ocupación < 250 pers. Predios en vías expresas, troncales, colectoras, servicio o locales.

Fuente: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción.

2.3.1.3 Actividades Productivas

Tabla 2-8. Definición de Categorías de Tipo de Uso de Suelo – Actividades Productivas

Clases	Escalas	Definición
<ul style="list-style-type: none"> Científico. Comercio. Culto y Cultura. Deporte. Educación. Esparcimiento. Salud. Seguridad. Servicios. Social. 	Mayor	<ul style="list-style-type: none"> Ocupación > 6.000 pers. Predios en vías expresas y troncales.
	Mediano	<ul style="list-style-type: none"> 1.000 pers. ≤ Ocupación ≤ 6.000 pers. Predios en vías expresas, troncales o colectoras.
	Menor	<ul style="list-style-type: none"> 250 pers. ≤ Ocupación ≤ 1.000 pers. Predios en vías expresas, troncales, colectoras o servicio.
	Básico	<ul style="list-style-type: none"> Ocupación < 250 pers. Predios en vías expresas, troncales, colectoras, servicio o locales.

Fuente: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción.

2.3.1.4 Infraestructura

Tabla 2-9. Definición de Categorías de Tipo de Uso de Suelo – Infraestructura

Destino	Definición	Tipo	Descripción.
Transporte.	<ul style="list-style-type: none"> Vías y estaciones ferroviarias Terminales de transporte terrestre Recintos marítimos o portuarios Instalaciones o recintos aeroportuarios Etc. 	Edificaciones o Instalaciones.	<ul style="list-style-type: none"> Terminales de transporte terrestre. Estaciones ferroviarias. Recintos marítimos, portuarios o aeroportuarios. Plantas de tratamiento de aguas servidas. Plantas de captación de agua potable. Rellenos sanitarios. Centrales o plantas de generación de energía (eléctrica, gas, nucleares, etc.). Centrales de telecomunicaciones (telefonía, televisión y transmisión de datos).
Sanitaria.	<ul style="list-style-type: none"> Plantas de captación, distribución o tratamiento de agua potable o de aguas servidas, de aguas lluvias Rellenos sanitarios Plantas de transferencia de basuras. Etc. 	Redes y Trazados	<ul style="list-style-type: none"> Vías y trazados ferroviarios, Ductos, Postes, Antenas de telefonía celular, Cableado, Plantas elevadoras de aguas servidas, Concentradores de telefonía, de televisión o de transmisión de datos, Subestaciones eléctricas, Soluciones domiciliarias que el artículo 134 de la Ley General entrega a la responsabilidad del urbanizador de un predio (de tratamiento de aguas servidas, captaciones de agua potable, estanques, etc.), u otras de similar naturaleza.
Energética.	<ul style="list-style-type: none"> Centrales de generación o distribución de energía, de gas y de telecomunicaciones Gasoductos. Etc. 		

Fuente: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción.

2.3.1.5 Espacio Público

Se refiere a:

- Sistema vial.
- Plazas.
- Áreas verdes públicas.

Todo en calidad de Bien Nacional de Uso Público.

2.3.1.6 Área Verde

Se refiere a:

- Parques.
- Plazas
- Áreas libres destinadas a área verde.

Todo aquel que no sea Bien Nacional de Uso Público, cualquiera sea su propietario, ya sea una persona natural o jurídica, pública o privada.

2.3.2 Zonificación

El Plan Regulador Comunal en actualización de Llay Llay, se encuentra dividido en las siguientes áreas y zonas:

2.3.2.1 Área Urbana

Tabla 2-10. Zonificación Comunal – Área Urbana

Zonificación	
ZEM	Zona Equipamiento Mixta
ZEMB	Zona Equipamiento Mixta Baja
ZMIM	Zona Mixta de Intensidad Media
ZHIM	Zona Habitacional Intensidad Media
ZHIB	Zona Habitacional Intensidad Baja
ZEES	Zona Equipamiento Exclusivo de Salud
ZPII	Zona Productiva Industrial Inofensiva
ZAVL	Zona Áreas Verdes Locales

Fuente: Plan Regulador Comunal Propuesto, Ilustre Municipalidad de Llay Llay.

2.3.2.2 Áreas Restringidas al Desarrollo Urbano

Tabla 2-11. Zonificación Comunal – Áreas Restringidas al Desarrollo Urbano

Zonificación	
AR1	Área de Riesgos Remoción en Masa
AR2	Área de Riesgos por Inundación y Anegamiento
ZRES	Zona de Restricción de Infraestructura Sanitaria

Fuente: Plan Regulador Comunal Propuesto, Ilustre Municipalidad de Llay Llay.

2.3.2.3 Áreas de Protección de Recursos de Valor Cultural

Tabla 2-12. Zonificación Comunal – Áreas de Protección de Recursos de Valor Cultural

Zonificación	
ZAVP	Zona Áreas Verdes de Protección de recursos Naturales
ZCH	Zonas de Conservación Histórica
ICH	Inmuebles de Conservación Histórica
MH	Monumento Histórico

Fuente: Plan Regulador Comunal Propuesto, Ilustre Municipalidad de Llay Llay.

2.3.2.4 Zonas No edificables

Zonificación	
FIF	Faja De Infraestructura Ferroviaria
FRTAT	Faja De Resguardo De Trazados De Líneas De Alta Tensión

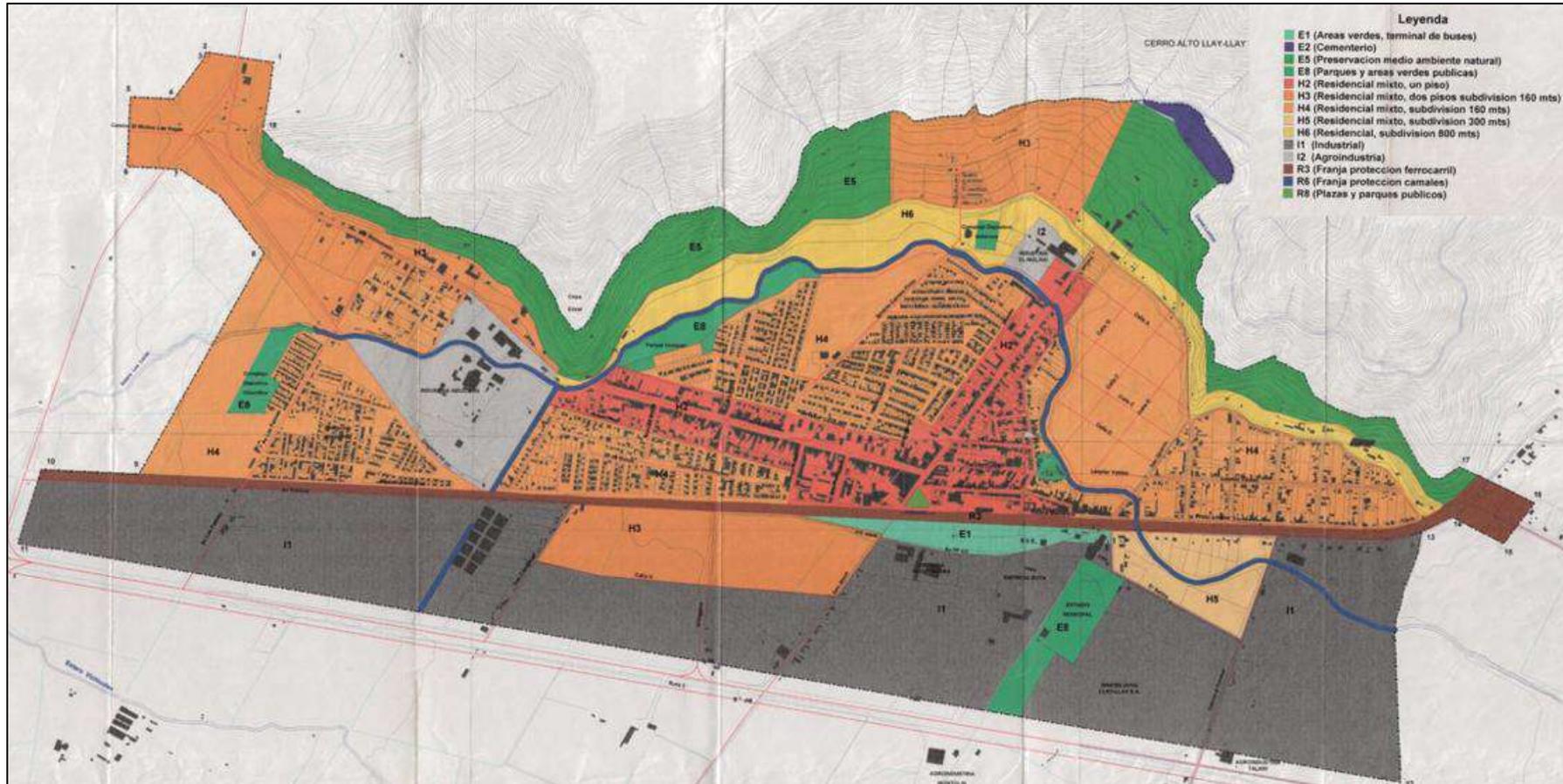
Fuente: Plan Regulador Comunal Propuesto, Ilustre Municipalidad de Llay Llay.

Figura 2-2. Zonificación Plan Regulador de Llay Llay, Actualización 2023



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-3. Zonificación Plan Regulador de Llay Llay, Vigente



Fuente: Ilustre Municipalidad de Llay Llay.

2.4 VIALIDAD ESTRUCTURANTE

El Plan Regulador en actualización de Llay Llay define una serie de ejes estructurantes nuevos que están orientados a crear nuevas extensiones del área urbana, ampliando el área actualmente urbanizada. La red vial del presente, está constituida por las avenidas, calles, pasajes y, en general, toda vía de uso público actualmente existente, manteniendo sus anchos entre líneas oficiales, salvo aquellos casos en que expresamente se dispongan ensanches, prolongaciones o aperturas de nuevas vías, de acuerdo a lo establecido en el artículo II-4.2 de esta Ordenanza Local.

2.4.1 Clasificación de la Red Vial del Área Urbana

Conforme a lo establecido en el artículo 2.3.1 de la OGUC, las vías de la comuna definidas por este plan se clasifican de la siguiente forma:

- a) Troncal
- b) Colectora
- c) Servicio
- d) Local

A continuación, se muestra en la tabla la vialidad comunal existente y propuesta:

Tabla 2-13. Vialidad Comunal
Fuente: Actualización Plan Regulador Comunal, Ilustre Municipalidad de Llay Llay.

CÓDIGO	CATEGORIA	NOMBRE	TRAMO		ANCHO (M)		OBSERVACIONES
			DESDE	HASTA	EXIST	PROY	
VE1	Expresa	Ruta N°60	Límite comunal norte	Límite comunal poniente	50		Existente
VC1	Colectora	Ramal acceso Ruta 60	Ruta 60	Diagonal FFCC	20	30	Ensanche ambos lados
VC2	Colectora	Diagonal FFCC	Av. Balmaceda	Transversal tercera		30	Apertura
VC3	Colectora	Avenida FFCC	Transversal tercera	O'Higgins		30	Apertura
			O'Higgins	El Salitre	15	30	Ensanche al sur
VC4	Colectora	El Salitre	San Ignacio	E431	15	30	Ensanche al sur
VC5	Colectora	Av. Balmaceda	Ruta 60	Diagonal FFCC	20		Existente
			Diagonal FFCC	Puente Tte. Merino	15	20	Ensanche al norte
			Puente Tte. Merino	Edwards	25		Existente
VC6	Colectora	Tercera Transversal	Av. Balmaceda	Límite comunal sur		20	Apertura
VC7	Colectora	O'Higgins	Av. Balmaceda	Manuel Rodríguez	25		Existente
			Manuel Rodríguez	Límite comunal sur	17	25	Ensanche ambos lados
VC8	Colectora	E431	El Salitre	Límite comunal oriente	17	30	Ensanche al sur
VC9	Colectora	San Jesús	Límite comunal sur	Avda. FFCC	12	20	Ensanche ambos lados

VC10	Colectora	San Ignacio	Límite comunal sur	Avda. FFCC		20	Apertura
VS1	Servicio	Manuel Rodríguez	Mario Valdivieso	Avda. Las Palmas		15	Apertura
			Avda. Las Palmas	Edwards	17		Existente
VS2	Servicio	Ponce de León	Calle sin nombre	Transversal Tercera		15	Apertura
VS3	Servicio	San Cayetano	Límite comunal sur	Avda. FFCC	11	15	Ensanche al oriente
VS4	Servicio	San Ignacio	Vicuña Mackenna	Victoria	12	15	Ensanche al poniente
			Victoria	Santa Teresa	16-13		Existente
			Santa teresa	Prieto Letelier		15	Apertura
VS5	Servicio	El Salitre	Vicuña Mackenna	E420	15		Existente
			E420	Transversal segunda		15	Apertura
VS6	Servicio	E420	Límite comunal sur	El Salitre	11	15	Ensanche ambos lados
VS7	Servicio	Avda. Las Palmas	Límite comunal sur	Avda. Las Palmas	15		Existente
VS8	Servicio	Edwards	Manuel Rodríguez	Juana Ross	17		Existente
VS9	Servicio	Juana taré	Edwards	Pje. Juana Taré	22		Existente
			Pje. Juana Taré	Pje. Estero	11	22	Ensanche al oriente
			Pje. Estero	San Ignacio		22	Apertura
VS10	Servicio	Letelier Valdés	San Ignacio	San Ignacio	15		Existente
VS11	Servicio	Victoria	Prieto Letelier	Cementerio	15		Existente
VS12	Servicio	Prieto Letelier	San Ignacio	San Ignacio	15		Existente
VS13	Servicio	Vicuña Mackenna	Alcides Vargas	San Ignacio	15		Existente
VS14	Servicio	Calle Longitudinal	Calle sin nombre	San Ignacio		15	Apertura
VS15	Servicio	Manuel Santos Alcarza	Calle Alen	Los Sauces	11	15	Ensanche ambos lados
			Los Sauces	Blanca Manterola		15	Apertura
			Blanca Manterola	Ponce de León	8	15	Ensanche al poniente
VS16	Servicio	Transversal primera	Los Loros	E431		15	Apertura
VL1	Local	Calle Alen	Paralela a Paillacán	Avda. Las Palmas	11		Existente

VL2	Local	Luis Jiménez Sotelo	Calle Alen	Manuel Rodríguez		11	Apertura
VL3	Local	Los Sauces	Límite comunal	Blanca Manterola		11	Apertura
			Blanca Manterola	Avda. Las Palmas	11		Existente
VL4	Local	Mario Valdivieso	Los Sauces	Blanca Manterola		11	Apertura
			Blanca Manterola	Manuel Rodríguez	11		Existente
VL5	Local	Blanca Manterola	Manuel Santos Alcarza	Los Sauces		11	Existente
VL6	Local	Hugo Fuentes Sánchez	Manuel Santos Alcarza	Luis Jiménez Sotelo	11		Existente
			Luis Jiménez Sotelo	Avda. Las Palmas		11	Apertura
VL7	Local	Calle sin nombre	Ponce de León	Lateral Ruta 5		11	Apertura
VL8	Local	Teniente Merino	Fernández	28 de marzo		11	Apertura
VL9	Local	Lateral Ruta 5	Calle sin nombre	Avda. Las Palmas	11		Existente
			Avda. Las Palmas	O'Higgins		11	Apertura
VL10	Local	Las Rosas	Avda. Balmaceda	Pje. Los Loros	11		Existente
			Pje. Los Loros	Diagonal FFCC		11	Apertura
VL11	Local	Morandé	Avda. Balmaceda	Pje. Los Loros	11		Existente
			Pje. Los Loros	Diagonal FFCC		11	Apertura
VL12	Local	Salvador González	Circunvalación Ucuquer	Ignacio Carrera Pinto	nov-15		Existente
VL13	Local	Circunvalación Ucuquer	Salvador Gonzalez	Ignacio Carrera Pinto	15		Existente
VL14	Local	Circunvalación San Ignacio	Avda. Balmaceda	Juana Ross		11	Apertura
VL15	Local	Peñuelas	Pje. Peñuelas	Límite comunal		11	Apertura
			Juana Ross	Pje. Peñuelas	8	11	Ensanche al poniente
VL16	Local	Ignacio Carrera Pinto	Avda. Balmaceda	Límite comunal	11		Existente
VL17	Local	Costanera	Modesto Arancibia	Circunvalación San Ignacio		11	Apertura
			Modesto Arancibia	Ignacio Carrera Pinto	11		Existente
VL18	Local	Los Loros	Ignacio Carrera Pinto	Portal del Sol		11	Apertura

			Portal del Sol	Edwards	11		Existente
			Eliana Salinas	Prieto Letelier		11	Apertura
			El Salitre	E431		11	Apertura
VL19	Local	José Miguel Carrera	Circunvalación Ucuquer	Edwards	15		Existente
VL20	Local	Antonio Varas	Edwards	Alcides Vargas	11		Existente
VL21	Local	Alcides Vargas	Edwards	Vicuña Mackenna	11		Existente
VL22	Local	Jorge Massu	Edwards	Eliana Salinas	11		Existente
VL23	Local	Juana Ross	Peñuelas	Régulo Ramírez	11		Existente
			Régulo Ramírez	Ignacio Carrera Pinto		11	Apertura
			Ignacio Carrera Pinto	Victoria	11		Existente
VL24	Local	Calle dos	Ignacio Carrera Pinto	Altura calle Diamante	11		Existente
			Altura calle Diamante	Circunvalación San Ignacio		11	Apertura
VL25	Local	Circunvalación San Ignacio	Juana Ross	Calle dos	9	11	Ensanche ambos lados
			Calle dos	Canal Valdesano		11	Apertura
VL26	Local	Cementerio	Límite comunal		11		Existente
VL27	Local	Transversal segunda	Prieto Letelier	Límite comunal		11	Apertura
VL28	Local	Prieto Letelier	San Ignacio	Límite comunal		11	Apertura
VL29	Local	El Salitre	E431	Acceso Casa Santa Teresa de Llay Llay	9	11	Ensanche ambos lados

3 ANÁLISIS COMUNAL Y URBANO

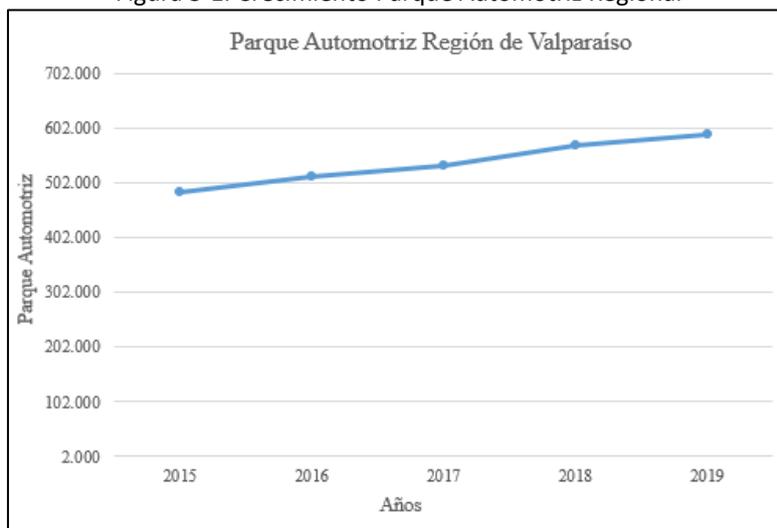
La comuna de Llay Llay es atravesada en gran parte de su extensión de Poniente a Oriente y viceversa por el camino José Manuel Balmaceda. Esta vía cuenta con obras de enlace y accesos para ingresar y salir de la comuna, principalmente para dar conectividad por el poniente con Ruta 60 CH y por el sur con el camino Bernardo O'Higgins que conecta con Ruta 5 Norte. Los principales accesos hacia la comuna: Acceso Oriente Sector Santa Teresa. Acceso Sur enlace con Ruta 5 Norte, Acceso Poniente enlace Llay Llay con Ruta 60 CH. La vía José Manuel Balmaceda se caracteriza por ser un camino bidireccional, cuenta con 2 pistas por sentido y estándar para el desarrollo de velocidades hasta 50 km/hr según lo establecido en la ley para velocidades máximas en zonas urbanas.

3.1 DEMANDA DE TRANSPORTES

3.1.1 Parque Vehicular Comunal

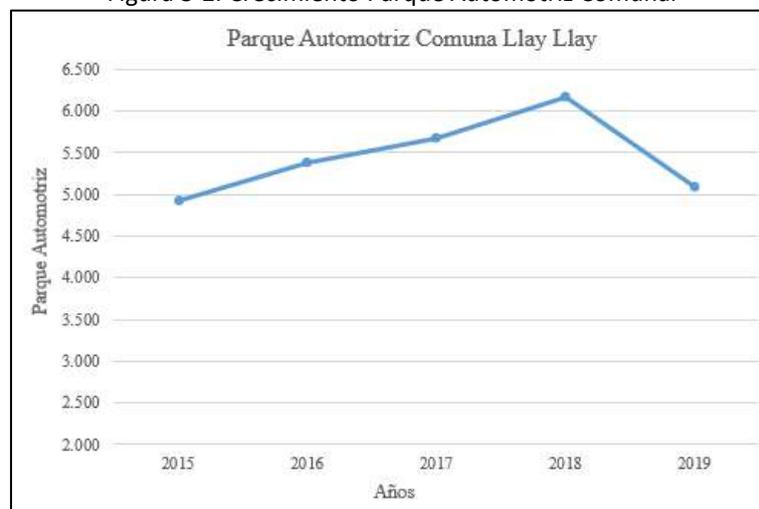
Se analizó el parque vehicular a nivel comuna, provincial, regional y nacional, entre los años 2015 y 2019, en base a la información del parque vehicular existente en la base de datos del INE. Con el fin de visualizar el componente vehicular dentro de la comuna y poder comparar.

Figura 3-1. Crecimiento Parque Automotriz Regional



Fuente: Elaboración propia, basado en datos INE.

Figura 3-2. Crecimiento Parque Automotriz Comunal



Fuente: Elaboración propia, basado en datos INE.

Para la determinación de las tasas de crecimiento, se utilizó exponencial de crecimiento de la demanda. Este modelo supone un crecimiento exponencial de la demanda y cuya ecuación que le describe es:

$$FLUJO = e^{a+bt}$$

La tasa de crecimiento está dada por la función.

$$i = (e^b - 1) \cdot 100$$

Donde los coeficientes a y b son equivalentes a:

$$a = Ln(FLUJO_0)$$

$$b = Ln(1 + i)$$

Estos datos se obtienen de considerar que el tránsito para el año "t", se puede expresar como una función del tipo.

$$FLUJO = FLUJO_0 \cdot (1 + i)^T$$

Dónde:

i : Tasa de crecimiento

FLUJO₀ : Tránsito año base por tipo de vehículo

FLUJO_T : Tránsito año t por tipo de vehículo

A continuación, se entrega el análisis de regresión realizado a los antecedentes reportados:

Tabla 3-1. Tasas de Crecimiento Vehicular

Indicadores	Parque Vehicular Comunal	Parque Vehicular Regional	Parque Vehicular Nacional
Pendiente m de la recta logarítmica (%)	8,6	13,19	15,44
Índice de Correlación Estadística "R2"	0,99	0,99	0,99
Tasa de Crecimiento de Tránsito (%)	2,01	5,03	4,76

Fuente: Elaboración propia, basado en datos INE.

De los datos anterior, se observa que el parque vehicular en la comuna de Llay Llay mantuvo una tendencia creciente entre los años 2015 – 2018, para luego decaer en el año, presentando una tasa de crecimiento correspondiente a 2,01% entre los años 2015 y 2019. Respecto al parque vehicular regional y nacional, este presenta alza consecutiva entre los años 2015 – 2019.

3.1.2 Tasa de Motorización

La tasa de motorización corresponde a vehículos por cada 100 habitantes, en este sentido es necesario obtener para el mismo año dos datos, por un lado, la población y, por otro, los vehículos.

En este sentido, según la información descrita en la sección anterior relacionada con el Parque de vehículos en circulación, elaborado por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) y según el crecimiento del parque vehicular en base a los últimos 11 años. La comuna de Llay Llay contara para el año 2022 con un total de 7.653 vehículos.

Por otro lado, de acuerdo a la proyección de población al año 2022 para la comuna de Llay Llay, en base a los datos del INE, se estima una población de 26.946 habitantes.

En definitiva, la tasa de motorización para la comuna de Llay Llay al año 2022 corresponde a 28,4 vehículos cada 100 habitantes.

3.1.3 Flujos Vehiculares Plan Nacional Censo Vial (PNCV)

3.1.3.1 Flujos Vehiculares

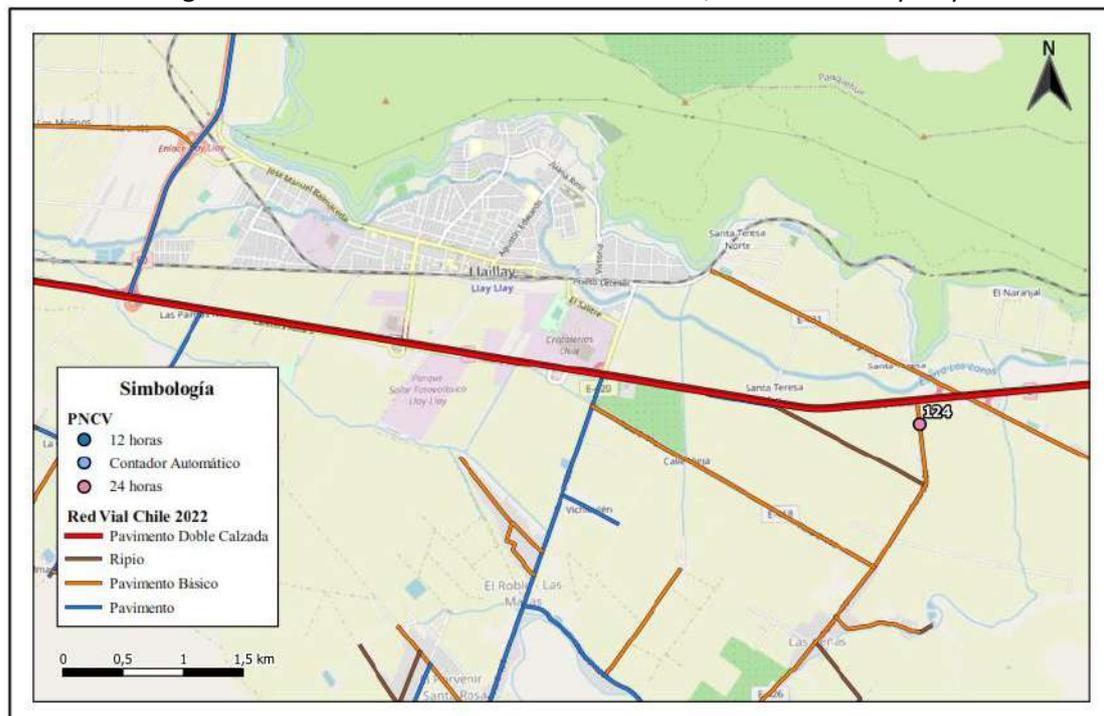
Para determinar los niveles y volúmenes de tránsito que presenta el camino, es importante conocer la evolución que ha tenido a través del tiempo.

El comportamiento histórico que ha tenido el volumen vehicular en el sector en estudio se analizó en función de los antecedentes proporcionados por la Dirección de Vialidad a través del Plan Nacional de Censos de Tránsito (P.N.C) y que es publicado en forma periódica (cada 2 años) como e-book en la página web de la Dirección de Vialidad. Se realizan 3 mediciones durante el año:

- Verano: enero a abril
- Invierno: mayo a agosto
- Primavera: septiembre a diciembre

Para el sector en estudio se consideró 1 punto de control censal (códigos 05-124) que permite observar la tendencia del crecimiento a través del cálculo del Tránsito Medio Diario Anual (TMDA), cuya trayectoria histórica se encuentra documentada en los antecedentes registrados. Cabe señalar, que se utilizó el punto de control más cercano a la comuna de Llay Llay. En la figura siguiente se presenta la ubicación del punto de control:

Figura 3-3. Ubicación Punto de Censal 05-124, Comuna de Llay Llay



Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos del PNCV

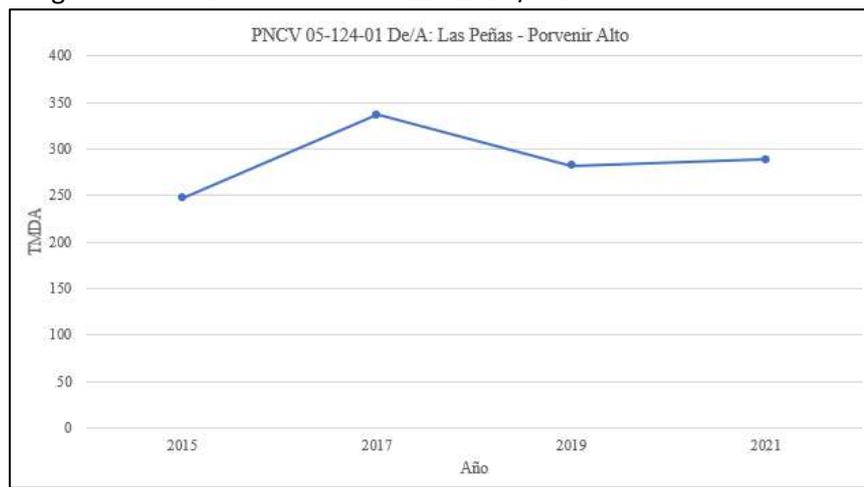
A continuación, en la siguiente tabla, se presentan los datos obtenidos del punto censal 05-124 para los años 2015, 2017, 2019 y 2021.

Tabla 3-2. TMDA para los años 2015, 2017, 2019 y 2021, por sentido.

Punto de Control	Rol	De/A	2015	2017		2019		2021	
			TMDA	TMDA	T. Crecimiento	TMDA	T. Crecimiento	TMDA	T. Crecimiento
05-124-01	G-78	Las Peñas – Porvenir Alto	15.012	15.706	4,62%	16.280	3,65%	15.069	-7,44%

Fuente: Elaboración Propia, a partir de datos del PNCV.

Figura 3-4. TMDA del PNCV 05-124-1: De/A Las Peñas – Porvenir Alto



Fuente: Elaboración propia, a partir de datos del PNCV.

Al respecto se observa que hasta el año 2019 el sentido De/A Las Peñas – Porvenir Alto, presenta una clara tendencia creciente, alcanzando su peak histórico, para luego decaer en el año 2021 en un 7,44% en relación a la medición anterior, esto debido a las condiciones sanitarias y a las correspondientes restricciones en la movilidad de las personas derivadas del COVID-19.

3.1.3.2 Censos de Tránsito PNCV

A continuación, se analizó la proporción de los vehículos que transitaron por el punto de control 05-124, en base a los datos del PNCV.

Tabla 3-3. Codificación de categorías de vehículos

Código	Tipo de Vehículo
Autos	Automóviles, Furgones y Jeeps
Ctas	Camionetas, Pick-up
C2E	Camiones de dos ejes
S+2E	Camiones de más de dos ejes
SR	Camiones semi-remolque
REM	Camiones remolque
BTB	Locomoción Colectiva

Fuente: Elaboración Propia, a partir de datos del PNCV.

Tabla 3-4. Punto Censal 05-124, año 2015

Muestra	Autos	Ctas	C2E	C+2E	SR	REM	BTB	Total 24 Horas
Verano	132	75	29	7	8	9	13	273
Invierno	93	53	32	4	5	2	2	191
Primavera	145	69	32	4	11	6	11	278
Distribución Porcentual	49,87%	26,55%	12,53%	2,02%	3,23%	2,29%	3,50%	100,0%

Fuente: Elaboración Propia, a partir de datos del PNCV.

Para el año 2015, se observa que en el punto censal 05-124 el flujo vehicular se compone principalmente por Autos con un 49,86%, Camionetas con 26,55%, Camiones de 2 ejes con un 12,53%, y en menor escala por Locomoción Colectiva con un 3,50%.

Tabla 3-5. Punto Censal 05-124, año 2017

Muestra	Autos	Ctas	C2E	C+2E	SR	REM	BTB	Total 24 Horas
Verano	119	80	23	17	21	13	13	286
Invierno	162	90	39	14	6	6	10	327
Primavera	197	123	37	2	17	10	13	399
Distribución Porcentual	47,23%	28,95%	9,78%	3,26%	4,35%	2,87%	3,56%	100%

Fuente: Elaboración Propia, a partir de datos del PNCV.

Para el año 2017, se observa que en el punto censal 05-124 el flujo vehicular se compone principalmente por Autos con un 47,24%, Camionetas con 28,95%, y Camiones de 2 ejes con un 9,78%, y en menor escala por Camiones Semi Remolque con un 4,35 y Locomoción Colectiva con un 3,56%. En relación con el año 2015, se aprecian aumentos en los flujos de los Camionetas y Semi Remolques, y disminución en el flujo de Autos y Camiones de 2 ejes.

Tabla 3-6. Punto Censal 13-105, año 2019

Muestra	Autos	Ctas	C2E	C+2E	SR	REM	BTB	Total 24 Horas
Verano	120	68	23	12	1	11	10	245
Invierno	108	70	31	4	0	0	3	216
Primavera	153	120	40	33	1	28	9	384
Distribución Porcentual	45,09%	30,53%	11,12%	5,80%	0,24%	4,62%	2,60%	100%

Fuente: Elaboración Propia, a partir de datos del PNCV.

Para el año 2019, se observa que en el punto censal 05-124 el flujo vehicular se compone principalmente por Autos con un 45,09%, Camionetas con 30,53%, y Camiones de 2 ejes con un 11,12%, y en menor escala por Camiones de 2 ejes con un 5,80% y Locomoción Colectiva con un 2,60%. En relación con el año 2017, se aprecian un aumento del 1,58% en el flujo de Camionetas y del 1,34% en el flujo de los Camiones de 2 ejes, pero a diferencia del año anterior, la Locomoción Colectiva disminuyó su flujo en un 0,96%.

Tabla 3-7. Punto Censal 05-124, año 2021

Muestra	Autos	Ctas	C2E	C+2E	SR	REM	BTB	Total 24 Horas
Verano	132	90	40	15	7	6	8	298
Invierno	136	68	23	8	4	2	3	244
Primavera	159	88	26	11	21	16	3	324
Distribución Porcentual	49,31%	28,41%	10,28%	3,93%	3,70%	2,77%	1,62%	100%

Fuente: Elaboración Propia, a partir de datos del PNCV.

Para el año 2021, se observa que en el punto censal 05-124 el flujo vehicular se compone principalmente por Autos con un 49,31%, Camionetas con 28,41%, y Camiones de 2 ejes con un 10,28%, y en menor escala por Camiones de 2 ejes con un 3,93%. En relación con el año 2019, se

aprecia un aumento de 4,22% en los Autos, mientras que los flujos de Locomoción Colectiva y Camionetas presentan una clara disminución.

3.1.3.3 Flujos Estacionales

Para el análisis de los flujos estacionales, se utilizaron los datos los flujos vehiculares del punto censal 05-124, en los 3 periodos de muestra (verano, invierno y primavera). En base a los datos obtenidos se observa que, de forma global el periodo con mayor flujo vehicular es la temporada de invierno, por lo tanto, se llevó a cabo una relación entre el periodo de mayor demanda con los 2 periodos restantes, y el TMDA por año.

Tabla 3-8. Flujo Estacional Punto Censal 05-124.

Año	Período de Muestra			TMDA	Relación Invierno/Verano	Relación Invierno/Primavera	Relación Invierno/TMDA
	Verano	Invierno	Primavera				
2015	273	191	278	247	1,83%	45,55%	-22,78%
2017	286	327	399	337	39,51%	22,02%	-3,06%
2019	245	216	384	282	56,73%	77,78%	-23,31%
2021	298	244	324	289	8,72%	32,79%	-15,47%

Fuente: Elaboración Propia, a partir de datos del PNCV.

Respecto a la tabla anterior, se observa que, para la temporada de primavera el mayor flujo corresponde al año 2017, esto se ve reflejado en la relación primavera/verano, donde se puede apreciar una diferencia del 39,51% con la temporada de verano, mientras que para la temporada de invierno la diferencia es del orden de 22,02%. De la relación flujo vehicular en temporada de primavera versus el TMDA del año 2017, es correcto afirmar que, se encuentre en el orden del -3,06% sobre el TMDA del mismo año.

3.1.4 Flujos Vehiculares Censo Vial

Como parte fundamental del presente estudio se realizaron estudios de base de tránsito para lograr una adecuada representación de la demanda de viajes y flujos vehiculares sobre la red y demanda potencial en la ruta en estudio.

Los estudios de base contemplan:

- Mediciones de Aforo Continuo
- Mediciones de Aforo Vehicular

Para el estudio, se consideró el siguiente el esquema de mediciones:

- Mediciones de Aforo Continuo: 05 de Julio 2022.
- Mediciones de Aforo Periódico: 05 y 06 de Julio 2022.

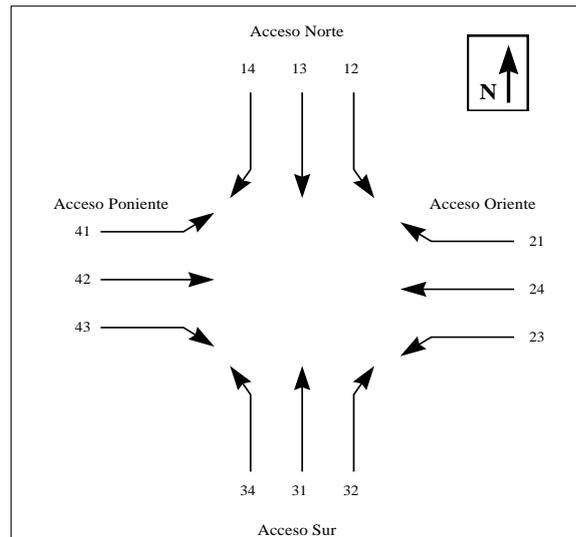
3.1.4.1 Definición Metodología de Toma de Datos

Esta actividad tuvo como objetivo definir los criterios y metodología que se utilizaron en la toma de datos en terreno, los que estarán basados en el Mespivu, la cual queda especificada por los siguientes aspectos:

- Forma de Recopilación de la Información: Manual.
- Definición de los puntos de medición: Estas mediciones se realizarán en un total de 5 puntos de control.
- Tipo de Medición:
 - Medición Continua
 - Medición Periódica

- Tipología de vehículos: se propone medir como mínimo las siguientes categorías de vehículos:
 - Vehículos Livianos (automóviles particulares, camionetas)
 - Taxis
 - Taxis colectivos
 - Taxibus
 - Bus Microbús
 - Buses interurbanos
 - Camiones de 2 ejes
 - Camiones de más de 2 ejes
 - Otros.
- Forma de registrar la información: cada quince minutos, considerando por separado cada uno de los movimientos que se registran en el punto de medición.
- Numeración de los puntos de control y sentido: se propone utilizar la nomenclatura XYMM y convención indicada en la siguiente Figura, donde para este caso en particular:
 - X : corresponde al código que identifica el tipo de medición realizada, que para el caso de mediciones periódicas de flujo vehicular será X=2.
 - YY : indicará el punto de control asociado al arco.
 - MM : corresponderá a la identificación del sentido del flujo medido.

Figura 3-5. Identificación Movimientos Medición de Flujos.



Fuente: Elaboración Propia

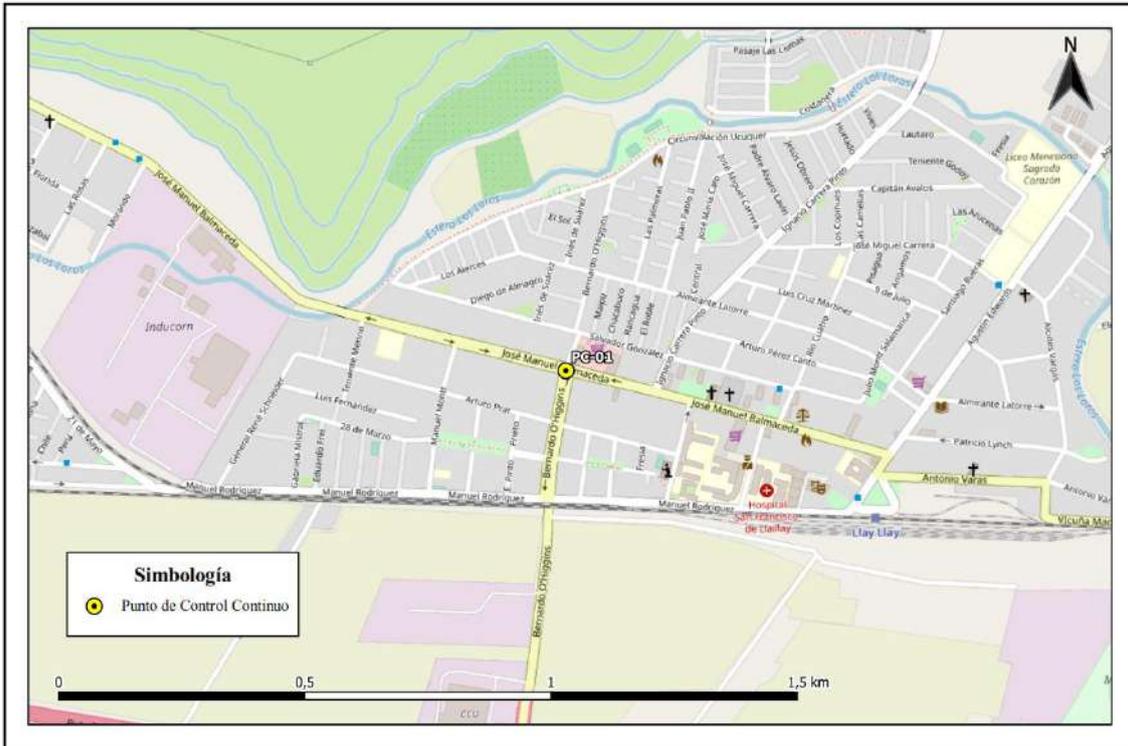
3.1.4.2 Puntos de Control

En base a la proposición inicial para la ubicación de los puntos de medición continua de flujo propuestas por el Consultor y a las observaciones realizadas por la Contraparte Técnica, el director del Estudio aprobó los siguientes puntos de control:

- PC - 01 (Intersección Avda. José Manuel Balmaceda / Bernardo O'Higgins).

Las mediciones fueron realizadas el día Martes 05 de Julio de 2022, el horario fue de 07:00 – 21:00 hrs. En la siguiente figura se presenta la ubicación del Punto de Control Continuo de flujo vehicular.

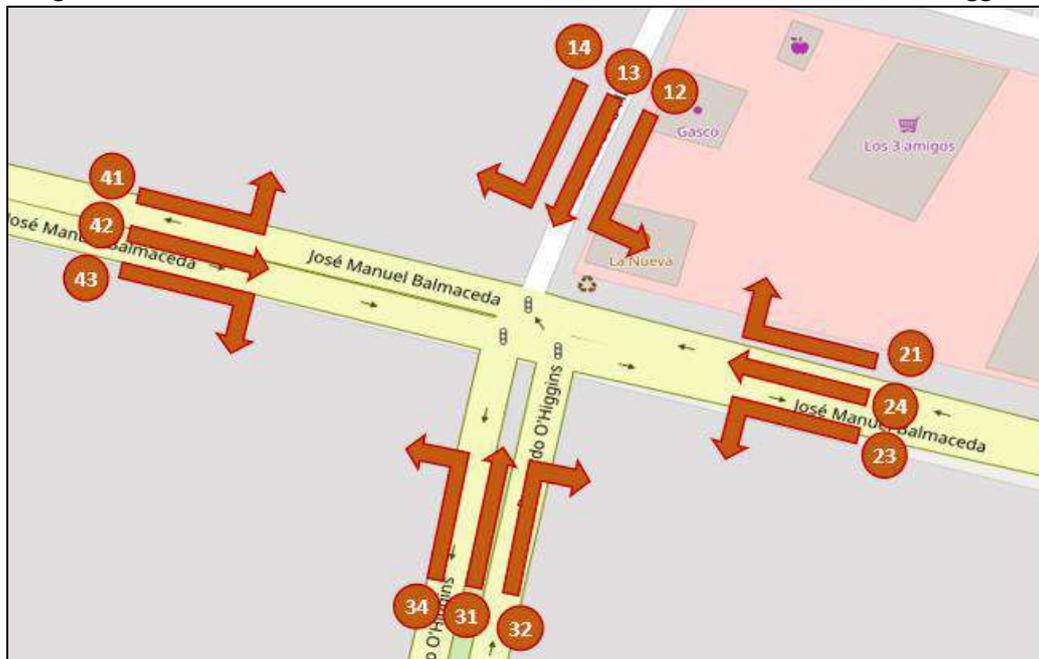
Figura 3-6. Ubicación Punto de Control Continuo.



Fuente: Elaboración Propia

En las figuras siguientes se presentan los diagramas de movimientos de los puntos continuos medidos para el estudio:

Figura 3-7. PC01 – Intersección Avda. José Manuel Balmaceda / Bernardo O'Higgins



Fuente: Elaboración Propia

El resumen de las mediciones se presenta a continuación:

Tabla 3-9. Flujos Vehiculares Punto de Control 01 (Veq/15 min).

CUARTO	TIPO DE VEHÍCULO									Flujo (Veq/15 min)
	Auto	Tax	Tcol	Bus Ur	Bus Art	Bus Int	C2Eje	C+2Eje	OTROS	
700	69	3	2	1	0	0	6	1	2	91
715	104	3	4	3	0	0	4	0	3	126
730	156	2	8	7	0	0	10	1	15	207
745	165	8	12	3	0	0	6	1	10	212
800	142	2	11	6	0	0	5	3	10	189
815	188	4	15	7	0	0	13	2	5	256
830	203	5	7	8	0	0	4	1	10	244
845	190	4	5	2	0	0	2	1	1	211
900	176	4	7	4	0	0	4	4	8	216
915	160	4	5	4	0	0	6	0	8	192
930	150	0	6	1	0	0	8	0	4	177
945	133	1	9	2	0	0	7	1	6	168
1000	93	6	10	3	0	0	5	2	9	135
1015	111	2	5	9	0	0	5	1	2	148
1030	100	6	9	4	0	0	12	1	7	153
1045	103	3	8	1	0	0	14	0	7	149
1100	130	1	10	4	0	0	7	2	9	173
1115	138	5	12	3	0	0	1	3	7	176
1130	120	0	10	1	0	0	8	1	8	156
1145	104	1	4	7	0	0	8	0	10	141
1200	104	4	9	2	0	0	9	1	9	147
1215	123	5	8	4	0	0	7	1	6	164
1230	103	2	11	3	0	0	3	3	3	139
1245	104	1	10	5	0	0	4	0	1	135
1300	157	2	3	3	0	0	3	2	7	181
1315	154	2	11	4	0	0	8	1	9	199
1330	146	2	5	4	0	0	3	2	9	175
1345	156	7	4	3	0	0	7	1	5	191
1400	149	1	10	3	0	0	7	4	9	195
1415	150	4	7	8	0	0	2	4	6	192
1430	128	2	13	2	0	0	2	1	10	160
1445	138	1	7	2	0	0	9	1	7	174
1500	109	6	12	4	0	0	9	1	3	159
1515	107	3	1	3	0	0	15	0	6	148
1530	110	2	12	3	0	0	8	1	2	152
1545	130	7	9	5	0	0	8	2	8	181
1600	116	8	9	7	0	0	7	4	6	174
1615	141	8	8	4	0	0	9	3	9	195
1630	131	5	19	7	0	0	18	1	8	214
1645	187	3	3	2	0	0	4	0	2	206
1700	194	1	6	7	0	0	8	2	5	237
1715	211	3	5	5	0	0	8	0	7	247
1730	219	4	7	10	0	0	9	1	10	272
1745	232	7	8	10	0	0	12	1	6	295
1800	252	2	8	5	0	0	2	0	6	279
1815	212	3	9	2	0	0	6	2	7	250
1830	210	5	12	3	0	0	12	2	10	268
1845	192	8	8	7	0	0	1	0	7	226
1900	162	4	6	3	0	0	7	0	7	195
1915	164	1	8	1	0	0	10	2	1	203
1930	124	3	14	4	0	0	8	2	6	175
1945	128	3	6	3	0	0	11	1	6	170
2000	138	6	8	3	0	0	12	1	8	189
2015	127	3	5	5	0	0	5	1	9	160
2030	113	4	3	4	0	0	2	1	3	135
2045	90	0	5	1	0	0	1	1	1	103

3.1.4.3 Periodización

De acuerdo a lo indicado en los términos de referencia y la metodología contemplada para este estudio, se determinó la hora y extensión de los periodos de análisis para la zona en estudio.

En efecto conforme lo indicado en la sección 2.3 del MESPIVU se tomó los datos de flujo en los 64 cuartos de hora medidos en el día laboral, convertidos a Veq/hora, y se sumaron para cada cuarto de hora los flujos de entrada y salida del área, separadamente. Así se crearon las variables Fej (FSj): Flujo total de entrada (salida) en el cuarto de hora j (Veq/hr)

Con esto se calculó FTj = Fej+FSj y se obtuvieron los flujos totales horarios con la expresión siguiente:

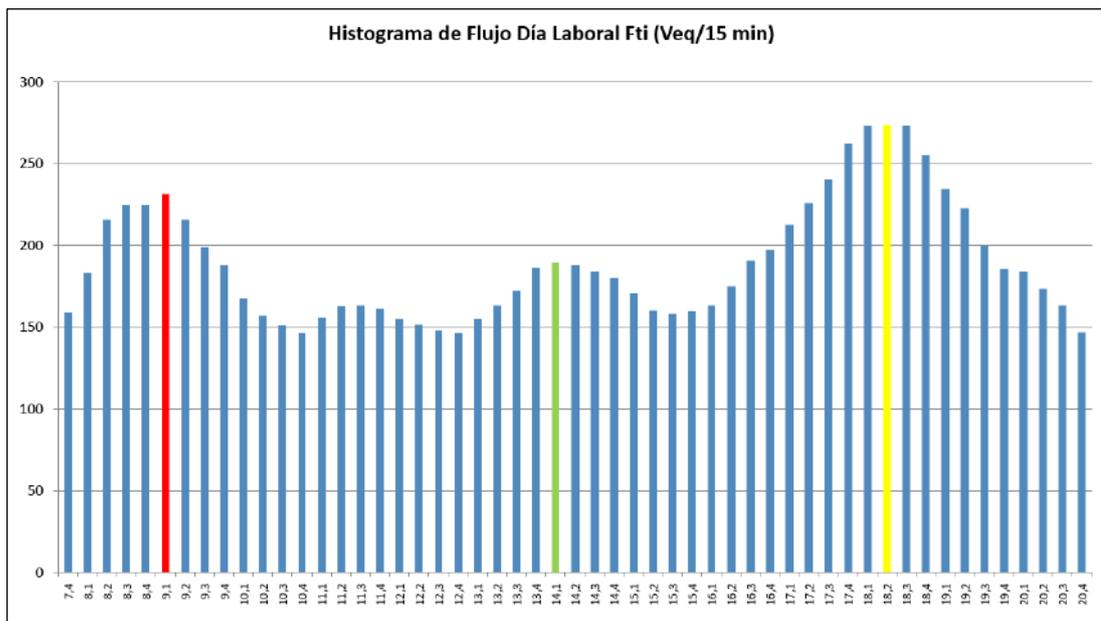
$$FE_j = \frac{1}{4} \sum_{j=i-3}^i FT_j \quad i=4, 5, 6, \dots, 64$$

En las bases técnicas del estudio se encuentran predefinidos los períodos de análisis, los que corresponden a:

- Punta Mañana Laboral
- Fuera de Punta Laboral
- Punta Medio Día Laboral
- Punta Tarde Laboral

A continuación, se muestran los perfiles de flujo vehicular agregado para ambos puntos, de acuerdo a la metodología establecida en el MESPIVU (punto 2.3.2) y en función de las bases técnicas del estudio:

Figura 3-8. Histograma de Flujo Día Laboral Ft_i (Veq/15 min).

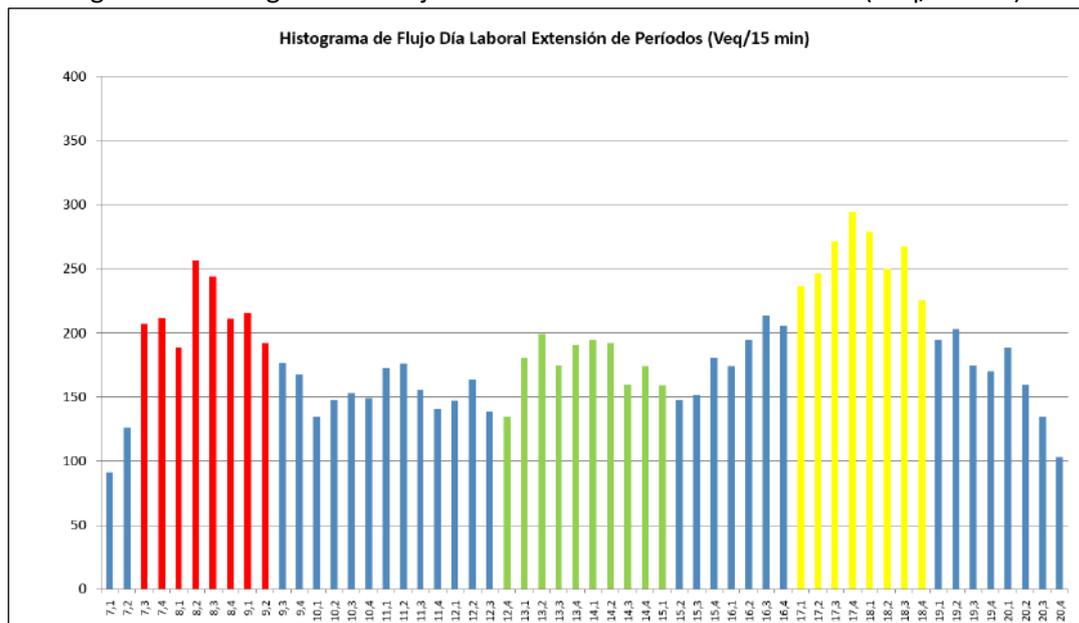


Fuente: Elaboración Propia

La metodología indica que las horas punta serán las de mayor FT_i en la mañana y en la tarde y estarán compuestas por el cuarto de hora i y los tres previos. Se eligió como hora fuera de punta característica a una cuyo flujo total estaba próximo al valor 2/3 (más FT_i) y que representa una estructura por acceso similar al medio del día.

De este modo se obtuvo los periodos representativos para cada periodo y posteriormente se ampliaron dichos periodos a 1,5 horas para cumplir con los términos de referencia. En la siguiente figura se presenta las horas representativas de cada periodo conforme lo establece la metodología antes indicada y en otra columna el horario de medición ajustado a 1,5 hrs. por periodo conforme lo establecen los términos de referencia.

Figura 3-9. Histograma de Flujo Día Laboral Extensión de Períodos (Veq/15 min).



Fuente: Elaboración Propia

En función del perfil horario anterior y de acuerdo a la predefinición de períodos de análisis en las bases técnicas del presente estudio, los horarios son los siguientes:

Tabla 3-10. Extensión de Períodos.

Periodo	Extensión
Punta Mañana	07:30 – 9:30 L
Fuera de Punta	07:00 – 7:30 L
	9:30 – 12:45 L
	15:15 – 17:00 L
	19:00 – 21:00 L
Punta Mediodía	12:45 – 15:15 L
Punta Tarde	17:00 – 19:00 L

Fuente: Elaboración Propia

3.1.4.4 Mediciones de Flujos Vehiculares.

Para estimar el nivel de flujo vehicular y grado de congestión, se ha determinado previamente por medio de un catastro físico de la comuna, puntos de mayor congestión, los cuales corresponden a intersecciones de mayor demanda vial, identificados como Puntos de Control

Para caracterizar la demanda sobre la red vial actual en el sector urbano se realizaron mediciones de flujos vehiculares cuyo día de medición corresponde a un día laboral.

Se realizaron mediciones en 5 puntos de control, durante el martes 05 y miércoles 06 de Julio de 2022. En base a la periodización, se determinó que el periodo de mayor demanda corresponde a las 17:15 – 18:45.

3.1.4.4.1 Diagramas de movimientos

A continuación, se detallan los diagramas de movimientos, en conjunto de los puntos de control aforados para el eje en estudio, posteriormente un cuadro que expone un resumen con los resultados de las mediciones realizadas, los cuales se detallan en los anexos digitales.

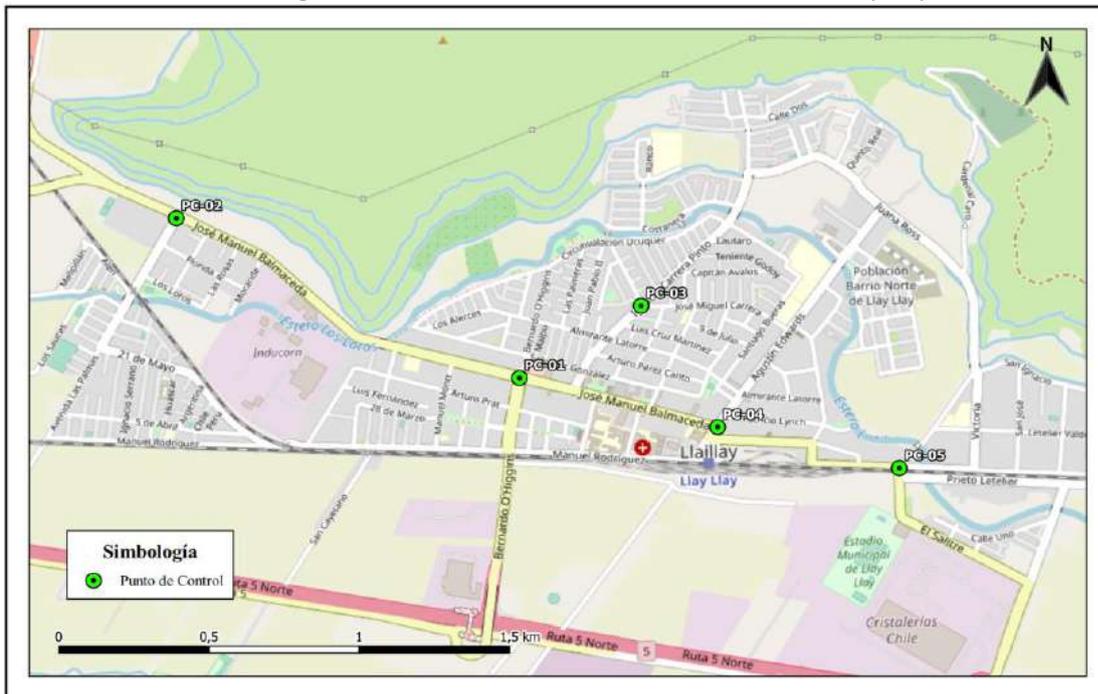
Los censos de vehículos se realizaron el 05 y 06 de Julio de 2022. Las intersecciones en las cuales se efectuaron mediciones de flujos vehiculares son:

Tabla 3-11. Censos Vehiculares.

PC	INTERSECCIÓN
01	Cruce Avda. José Manuel Balmaceda / Bernardo O'Higgins
02	Cruce Avda. José Manuel Balmaceda / Avda. Las Palmas
03	Cruce Avda. Ignacio Carrera Pinto / Avda. José Miguel Carrera
04	Cruce Avda. José Manuel Balmaceda / Agustín Edwards
05	Cruce Avda. Vicuña Mackenna – Prieto Letelier / El Salitre – San Ignacio

Elaboración Propia.

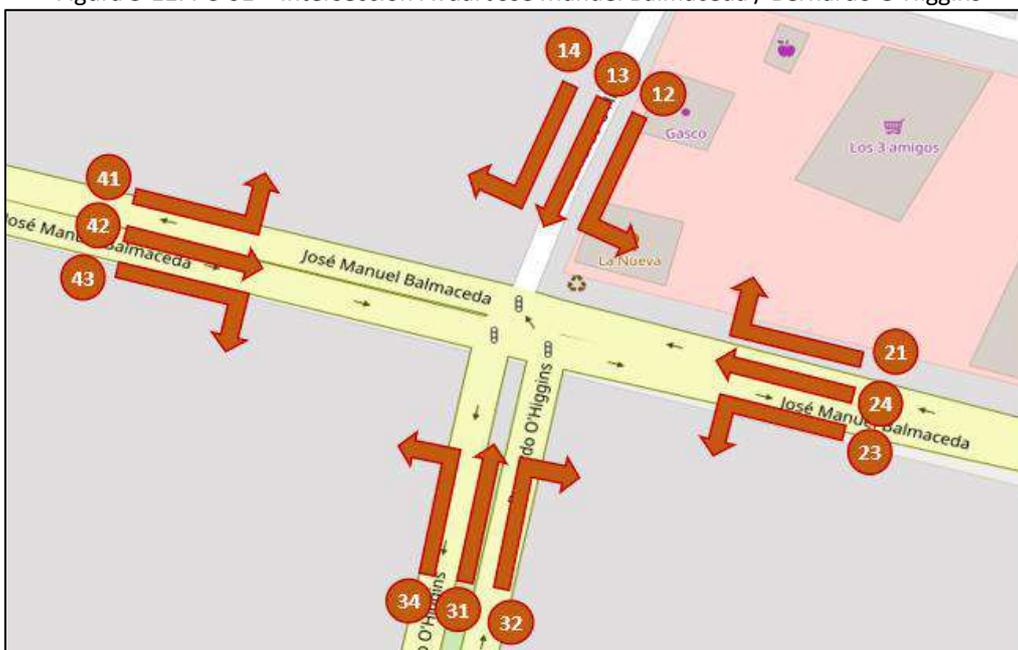
Figura 3-10. Ubicación Puntos de Control Vehicular Llay Llay



Fuente:

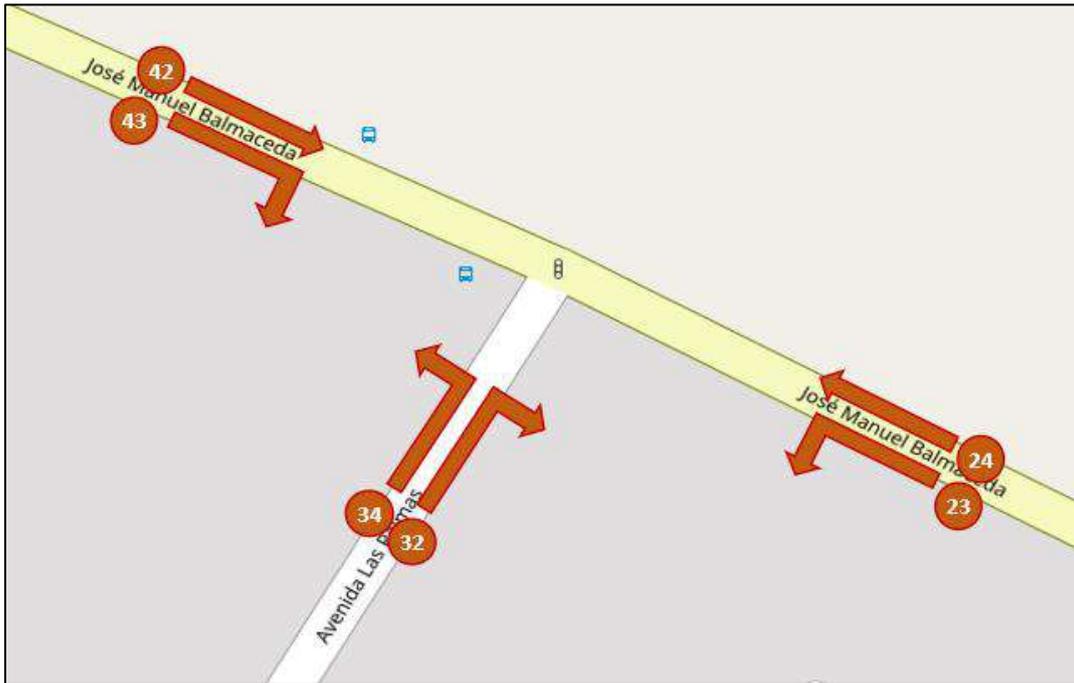
Elaboración Propia

Figura 3-11. PC-01 – Intersección Avda. José Manuel Balmaceda / Bernardo O'Higgins



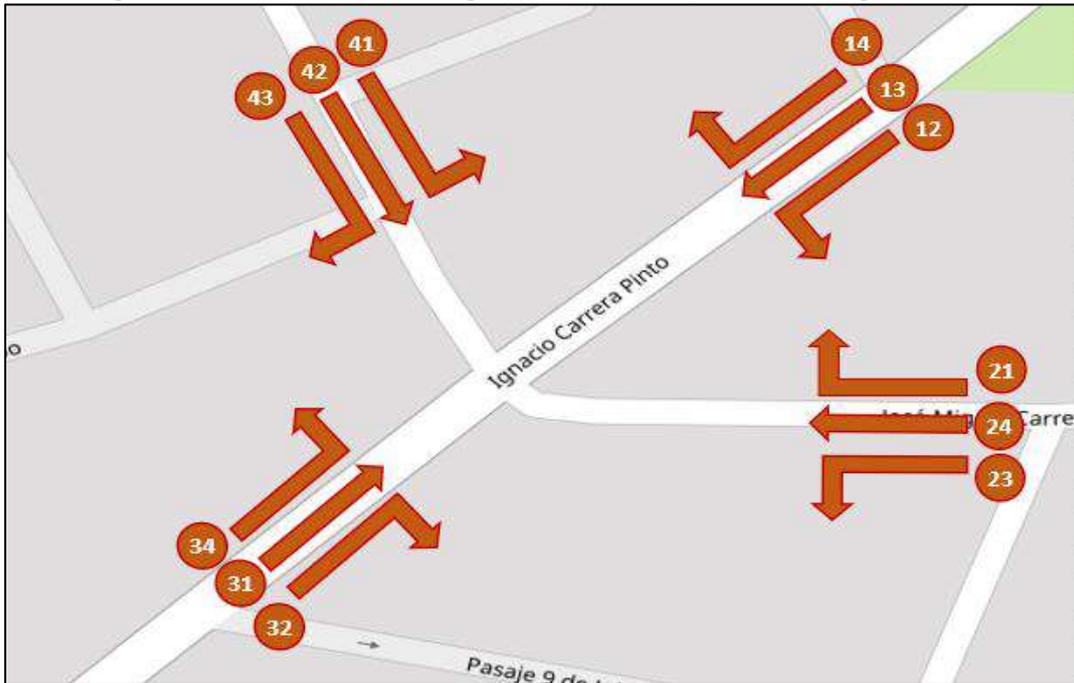
Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-12. PC-02 – Intersección Avda. José Manuel Balmaceda / Avda. Las Palmas



Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-13. PC-03 – Intersección Ignacio Carrera Pinto / Avda. José Miguel Carrera



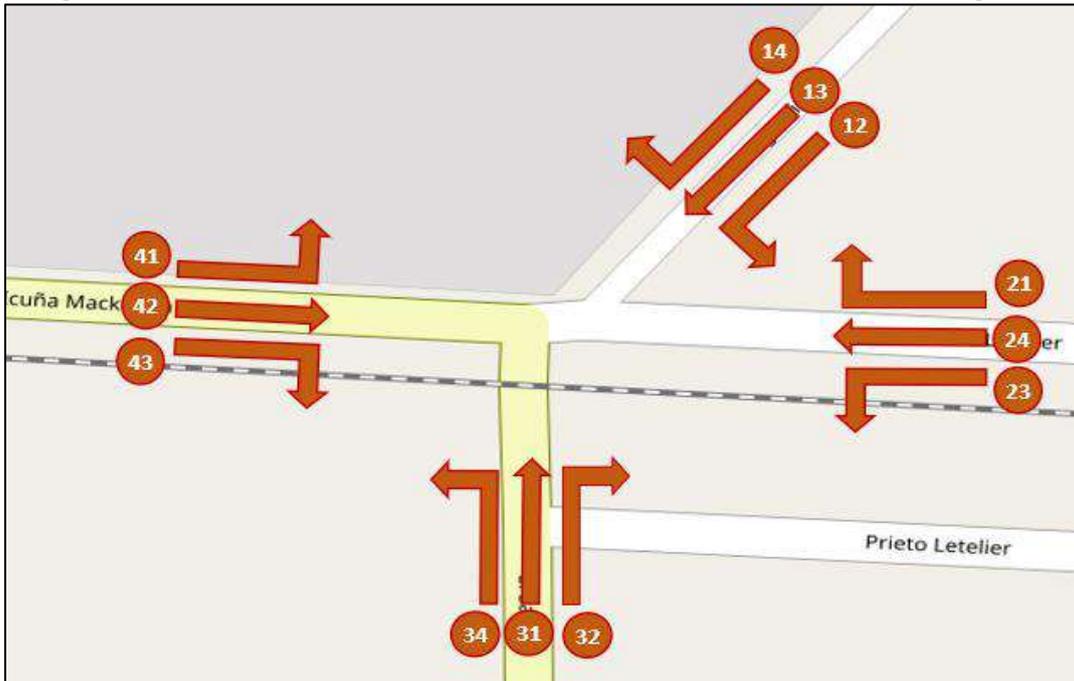
Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-14. PC-04 – Intersección Avda. José Manuel Balmaceda / Agustín Edwards



Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-15. PC-05 – Intersección Vicuña Mackenna – Prieto Letelier / El Salitre – San Ignacio



Fuente: Elaboración Propia

3.1.4.5 Tablas de Mediciones de Flujos Vehiculares Periódicos.

A continuación, se presenta el resumen de las mediciones periódicas en el periodo de mayor demanda de los 5 puntos de control indicados anteriormente. Estos resultados se presentan en términos de vehículo equivalente.

Tabla 3-12. Resumen de Mediciones Puntos de Control Periódicos.

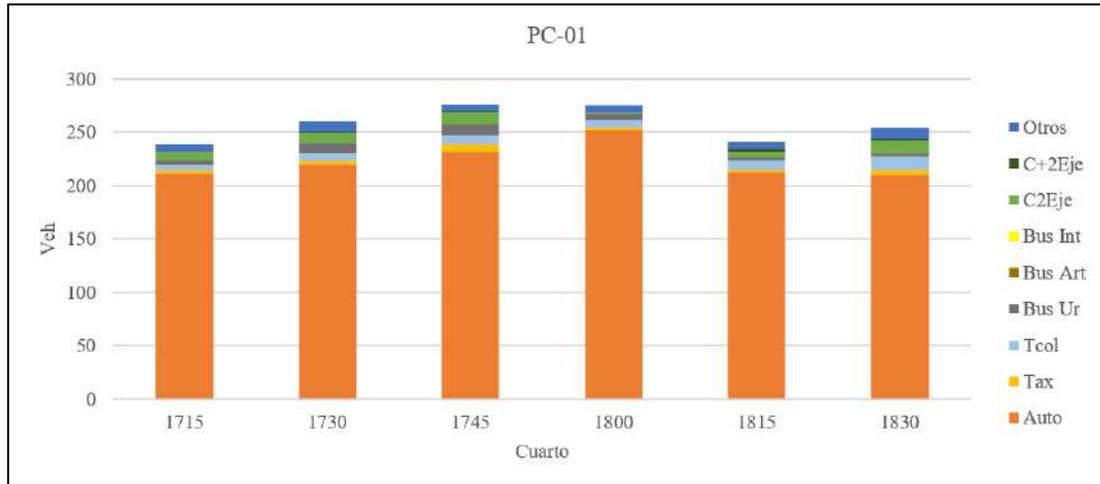
Punto de Control	CUARTO	TIPO DE VEHÍCULO									Flujo (Veq/15 Min)
		Auto	Tax	T. Col	Bus Urb	Bus Art	Bus Int	C2Eje	C+2Eje	Otros	
PC-01	1715	211	3	5	5	0	0	8	0	7	248
	1730	219	4	7	10	0	0	9	1	10	273
	1745	232	7	8	10	0	0	12	1	6	295
	1800	252	2	8	5	0	0	2	0	6	279
	1815	212	3	9	2	0	0	6	2	7	250
	1830	210	5	12	3	0	0	12	2	10	269
PC-02	1715	106	6	3	5	0	0	2	0	3	130
	1730	121	2	7	2	0	0	2	1	5	144
	1745	145	5	1	2	0	0	1	1	4	161
	1800	106	5	4	3	0	0	2	1	5	130
	1815	110	1	2	5	0	0	5	2	8	140
	1830	149	4	2	3	0	0	1	1	5	167
PC-03	1715	55	3	3	2	0	0	1	0	7	70
	1730	101	4	0	3	0	0	5	0	9	123
	1745	101	6	1	2	0	0	1	0	9	117
	1800	91	3	1	2	0	0	3	0	12	109
	1815	87	5	0	0	0	0	2	0	8	99
	1830	99	1	3	5	0	0	2	0	13	121
PC-04	1715	149	8	4	0	0	0	3	0	4	170
	1730	209	6	3	3	0	0	6	0	9	239
	1745	242	13	8	1	0	0	0	1	9	273
	1800	201	1	4	3	0	0	3	1	20	227
	1815	151	14	9	1	0	0	8	0	9	198
	1830	168	6	8	2	0	0	5	1	7	203
PC-05	1715	78	6	2	0	0	0	0	0	0	87
	1730	101	7	5	3	0	0	1	0	6	124
	1745	114	13	13	2	0	0	3	0	7	156
	1800	88	4	3	1	0	0	1	1	3	104
	1815	57	10	2	1	0	0	3	0	5	79
	1830	110	2	1	3	0	0	1	2	5	127

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.4.5.1 Representación Gráfica de Mediciones de Tránsito.

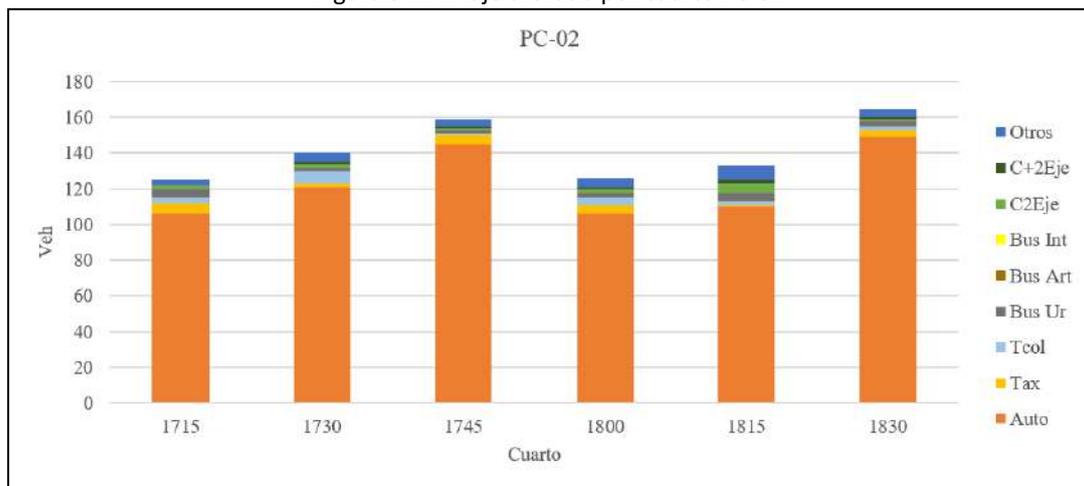
A continuación, se presentan las gráficas de las mediciones de tránsito, obtenidos a partir de los resultados de las mediciones de los flujos vehiculares en cada intersección tomada como punto de control.

Figura 3-16. Flujo aforado por cuarto PC-01



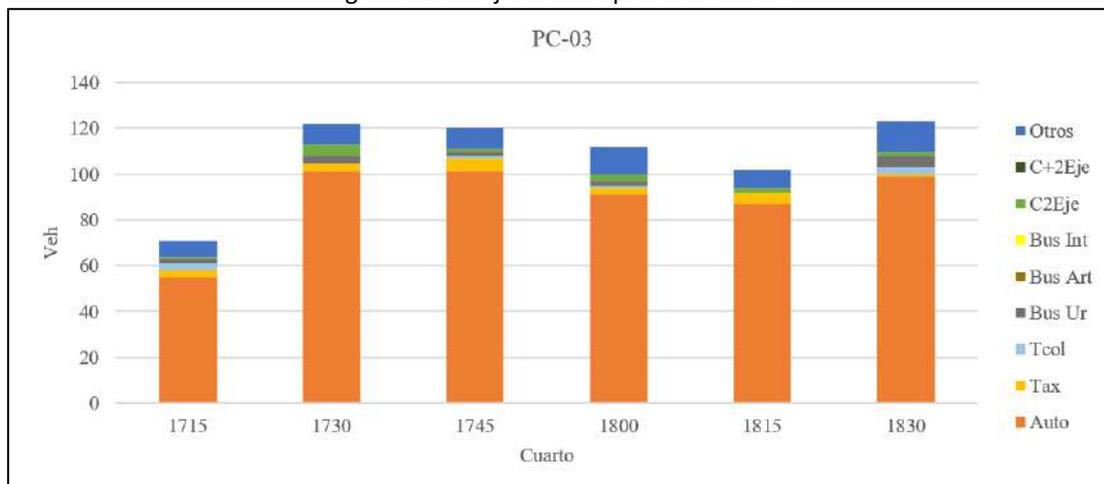
Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-17. Flujo aforado por cuarto PC-02



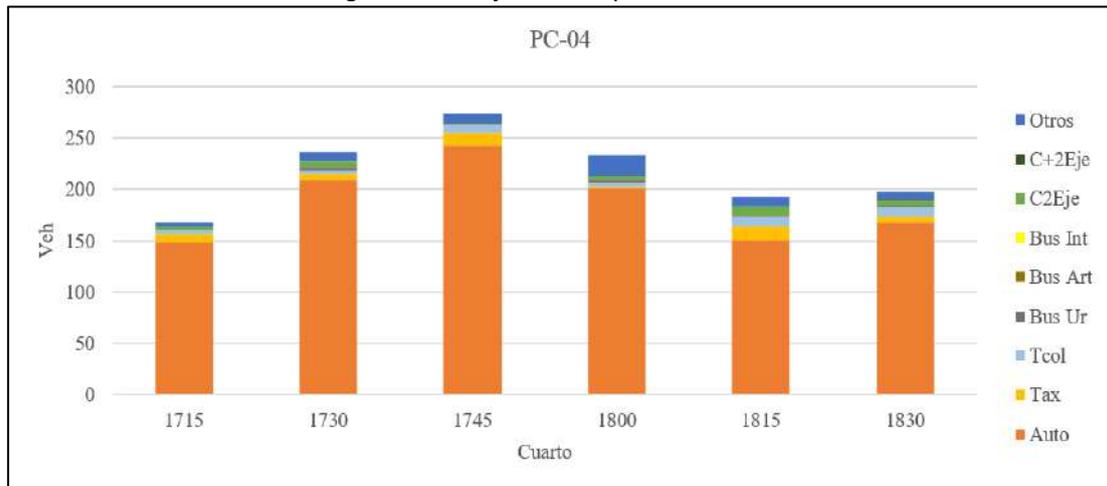
Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-18. Flujo aforado por cuarto PC-03



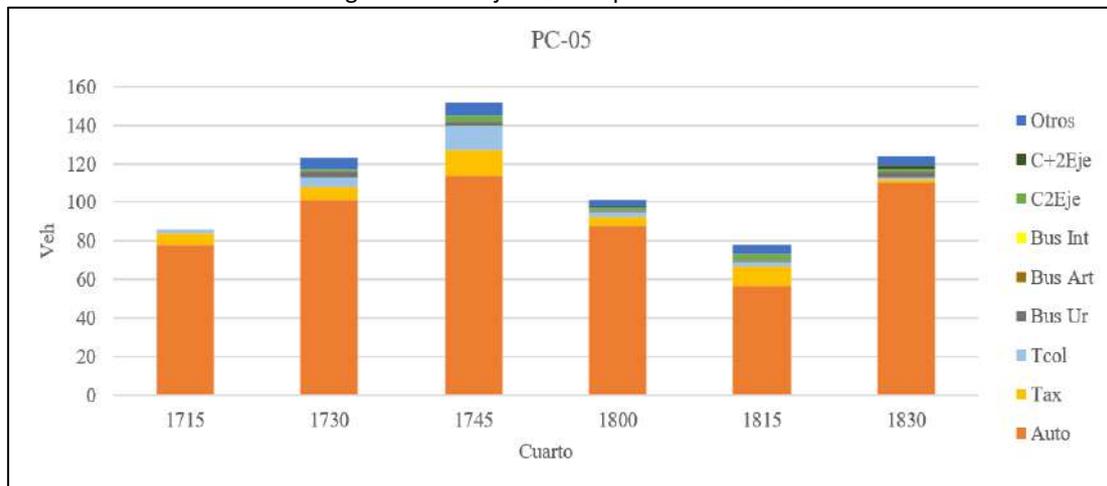
Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-19. Flujo aforado por cuarto PC-04



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-20. Flujo aforado por cuarto PC-05



Fuente: Elaboración propia.

3.1.5 Caracterización Rutas

Figura 3-21. Ruta José Manuel Balmaceda



Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-22. Ruta Bernardo O'Higgins



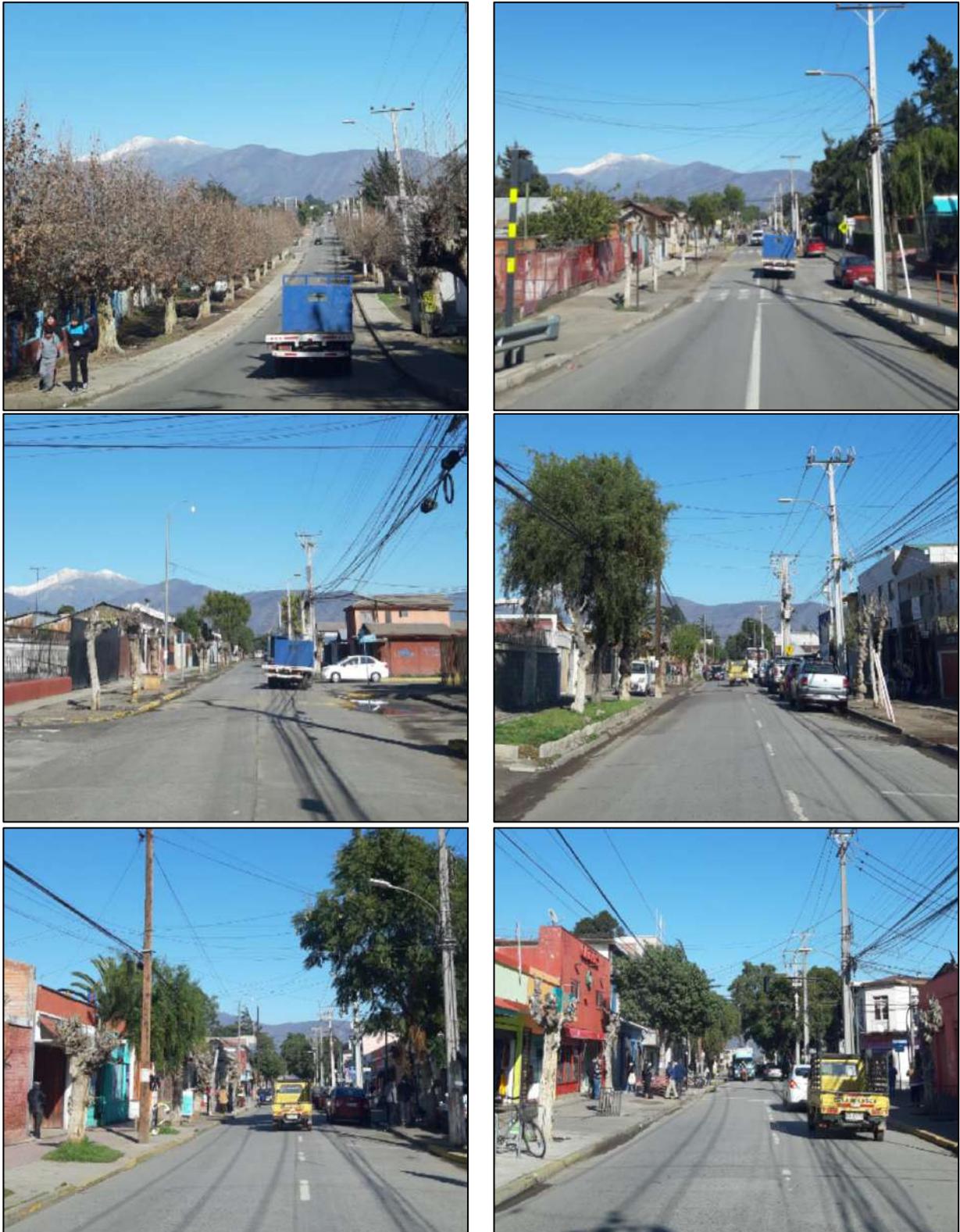
Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-23. Ruta Ignacio Carrera Pinto



Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-24. Ruta Agustín Edwards



Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-25. Rutas Vicuña Mackenna – Antonio Varas



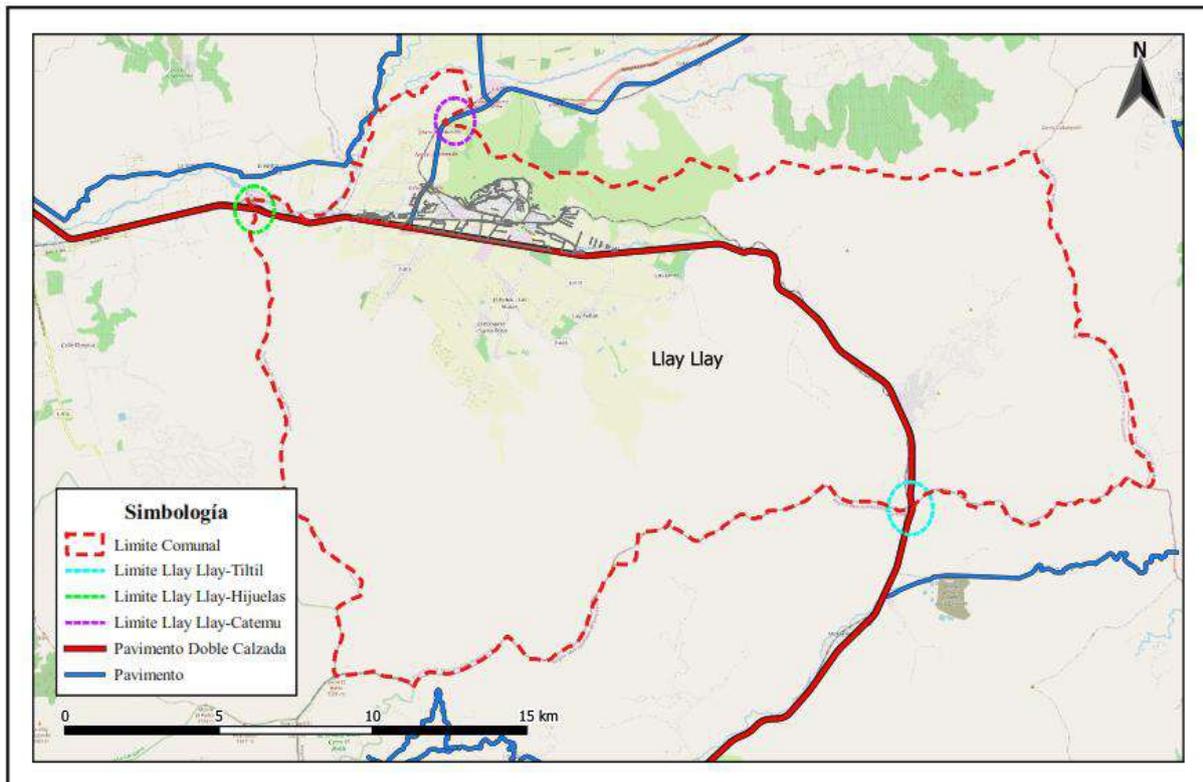
Fuente: Elaboración Propia

3.2 OFERTA DE TRANSPORTE

3.2.1 Intercomunal

A escala intercomunal, la principal vía de comunicación es la Ruta 5 que conecta de Poniente a Oriente-Sur y viceversa principalmente con las comunas de Hijuelas y Tiltil. Mientras que por el norte, la Ruta 60 CH conecta con la comuna de Catemu.

Figura 3-26. Conectividad Inter-Comunal



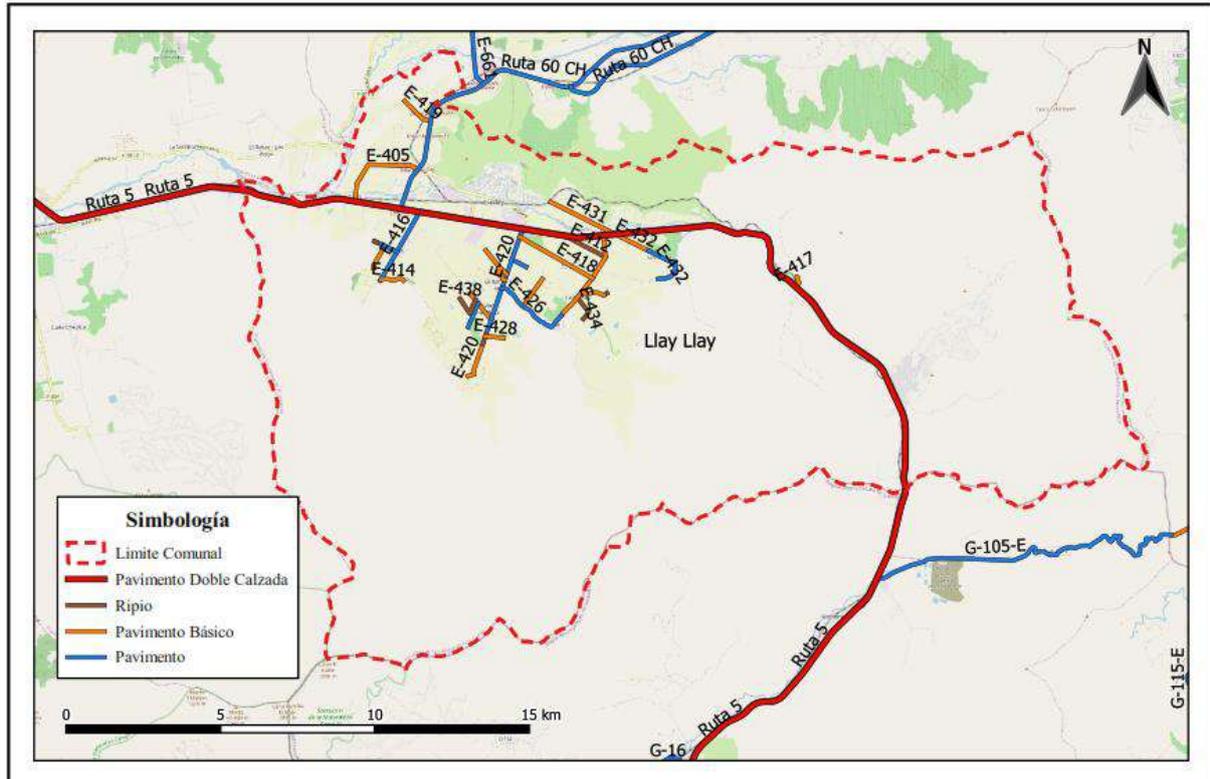
Fuente: Elaboración propia.

3.2.2 Comunal

a) Pavimentación

La siguiente figura muestra la red vial comunal de Llay Llay y el tipo de superficie de estas vías que presenta en su mayoría carpetas pavimentadas para las principales rutas conectoras intercomunales, expuestas a continuación:

Figura 3-27. Vialidad Pavimentada Comunal



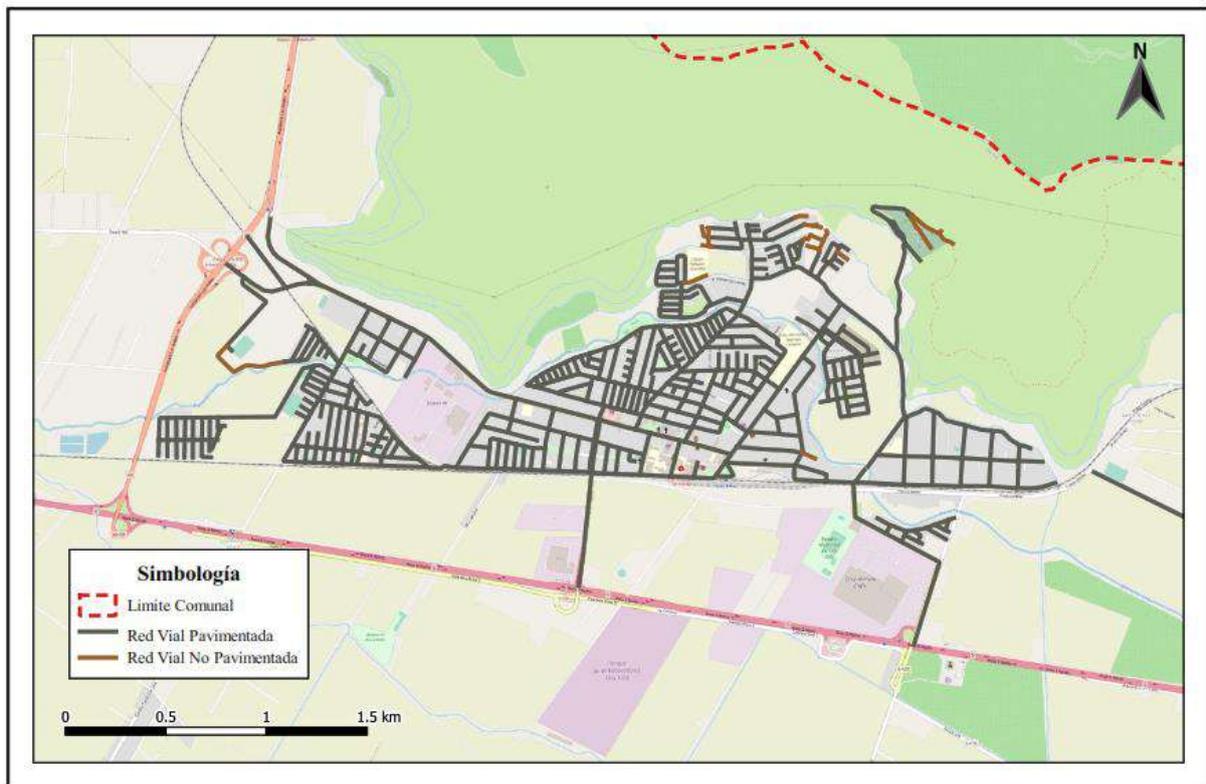
Fuente: Elaboración propia.

3.2.3 Urbana

a) Pavimentación

Se entiende por Red Vial Básica la que está compuesta, en el radio urbano, por vías que, por sus características, tienen un rol trascendente para los flujos de tránsito. Entre las variables que sirven para caracterizarlas se encuentra la intensidad de tránsito de vehículos que soportan, velocidad de los flujos, accesibilidad a o desde otras vías y distancia de los desplazamientos que atienden. Dicho lo anterior y como primera aproximación. Se exponen las vías urbanas clasificadas en pavimentadas y no pavimentadas, presentes en a la siguiente figura:

Figura 3-28. Vialidad Pavimentada Zona Urbana



Fuente: Elaboración propia

4 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD VIAL.

Desde el punto de vista operacional, el principal indicador es el grado de saturación, definido como la razón entre los flujos que circulan por una intersección o arco vial determinado, dividida por la capacidad de dicha intersección o arco vial. Técnicamente hablando, se habla de congestión en el caso en que el valor calculado supere el 80%, que es aproximadamente el valor umbral en que los usuarios comienzan a experimentar demoras cada vez mayores y en forma exponencial.

4.1 MODELACIÓN Y CALIBRACIÓN

El objetivo de esta tarea es la implementación de una herramienta de análisis que permita realizar un diagnóstico de la operación de los flujos vehiculares en el área de estudio. Para poder implementar proyectos de gestión de tránsito es necesario contar con un modelo que sea capaz de simular los principales aspectos de la operación del vehículo. Este modelo asignará los flujos vehiculares en la red vial considerada, teniendo en cuenta sus características físicas y operacionales en diferentes situaciones. Para ello, se ha desarrollado el modelo SIDRA, el cual representa la situación actual de las intersecciones. Este modelo se utiliza como base para realizar el análisis de la factibilidad vial de la comuna de Llay Llay.

El modelo computacional SIDRA Versión 8 permite simular, evaluar y optimizar una intersección semaforizada o prioritaria.

Simular: Permite modelar en detalle tanto las características físicas como las operacionales de una intersección a fin de representar su comportamiento.

Evaluar: Permite analizar tres parámetros fundamentales de la operación de una intersección; Demoras, Detenciones y Largos de Colas y resumirlos todos en un Índice de Rendimiento (Performance Index).

4.1.1 Definición y Construcción de la Red Vial

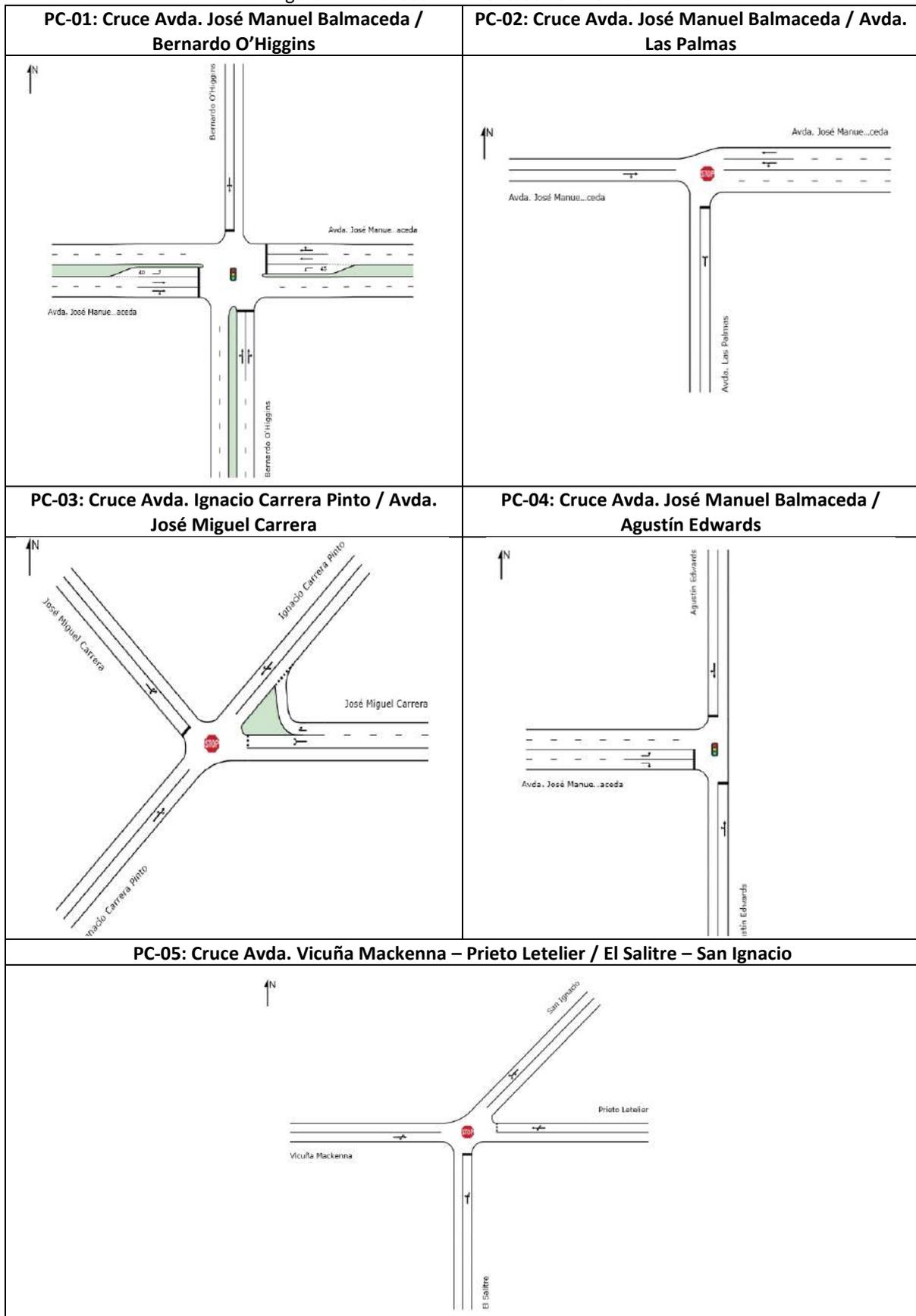
Esta tarea consistió en definir y construir la red vial de modelación del área de estudio, correspondiente a 5 intersecciones por donde transitan Vehículos Livianos (automóviles, camionetas, furgones, taxis y taxis colectivos) y Vehículos Pesados (autobuses, taxibuses, autobuses interurbanos, camiones de 2 ejes, camiones de más de 2 ejes, según corresponda).

Para la construcción de la red vial, se utilizaron los datos obtenidos de los catastros y mediciones de tránsito realizadas en el área de estudio. Estos datos proporcionaron información crucial, como el número y uso de carriles en cada acceso, el tipo de regulación de las intersecciones, la composición vehicular y la longitud de los arcos.

Con base en esta información, se procedió a modelar la red vial en SIDRA, creando nodos para representar las intersecciones y arcos para representar las calles y rutas en estudio. Además, se llevaron a cabo procesos de validación y ajuste para garantizar que el modelo reflejara con precisión la realidad.

A continuación, se presentan las 5 intersecciones modeladas:

Figura 4-1. Vialidad Pavimentada Zona Urbana



Fuente: Elaboración propia

4.1.2 Calibración Red Existente

El modelo SIDRA, en términos generales, no requiere la calibración de parámetros, dado que, si se entregan en detalle las características de la intersección modelada, el programa es capaz de calcular el flujo de saturación de cada movimiento sobre un flujo de saturación base. Sin perjuicio de lo anterior, es recomendable contrastar los resultados que arroja el modelo con mediciones de longitud de cola realizadas en terreno. Las comparaciones de longitud de cola que arroja el modelo con las medidas en terreno, sólo tienen que ser similares, pero en ningún caso idénticas. En efecto, existen características de las intersecciones que no pueden ser modeladas (radios de giro, calles segregadas, efectos de pelotón, etc.), lo que hace de la modelación una aproximación de la realidad observada. Es importante destacar que la longitud de cola medida en terreno no siempre representa un valor promedio representativo del período modelado, ya que se requiere realizar al menos 20 observaciones en condiciones de circulación similares para obtener una buena aproximación. Por lo tanto, es razonable contrastar el modelo con esta buena aproximación.

En el cuadro siguiente, se presenta la comparación realizada.

Tabla 4-1. Validación Longitud de Cola Promedio, Situación Actual

Punto de Control	Acceso	Medida	Modelada
PC-01	Norte	7	5,7
	Oriente	4	2,7
	Poniente	6	3,8
	Sur	3	3,2
PC-02	Oriente	0	0,4
	Poniente	0	0
	Sur	0	0,6
PC-03	Norte	0	0
	Oriente	0	0,3
	Poniente	0	0,7
	Sur	0	0,3
PC-04	Norte	5	3,7
	Poniente	4	2,5
	Sur	4	2,6
PC-05	Norte	0	0
	Oriente	0	0,2
	Poniente	0	0
	Sur	1	0,9

Fuente: Elaboración Propia

4.2 ANÁLISIS DE DEMANDA COMUNAL.

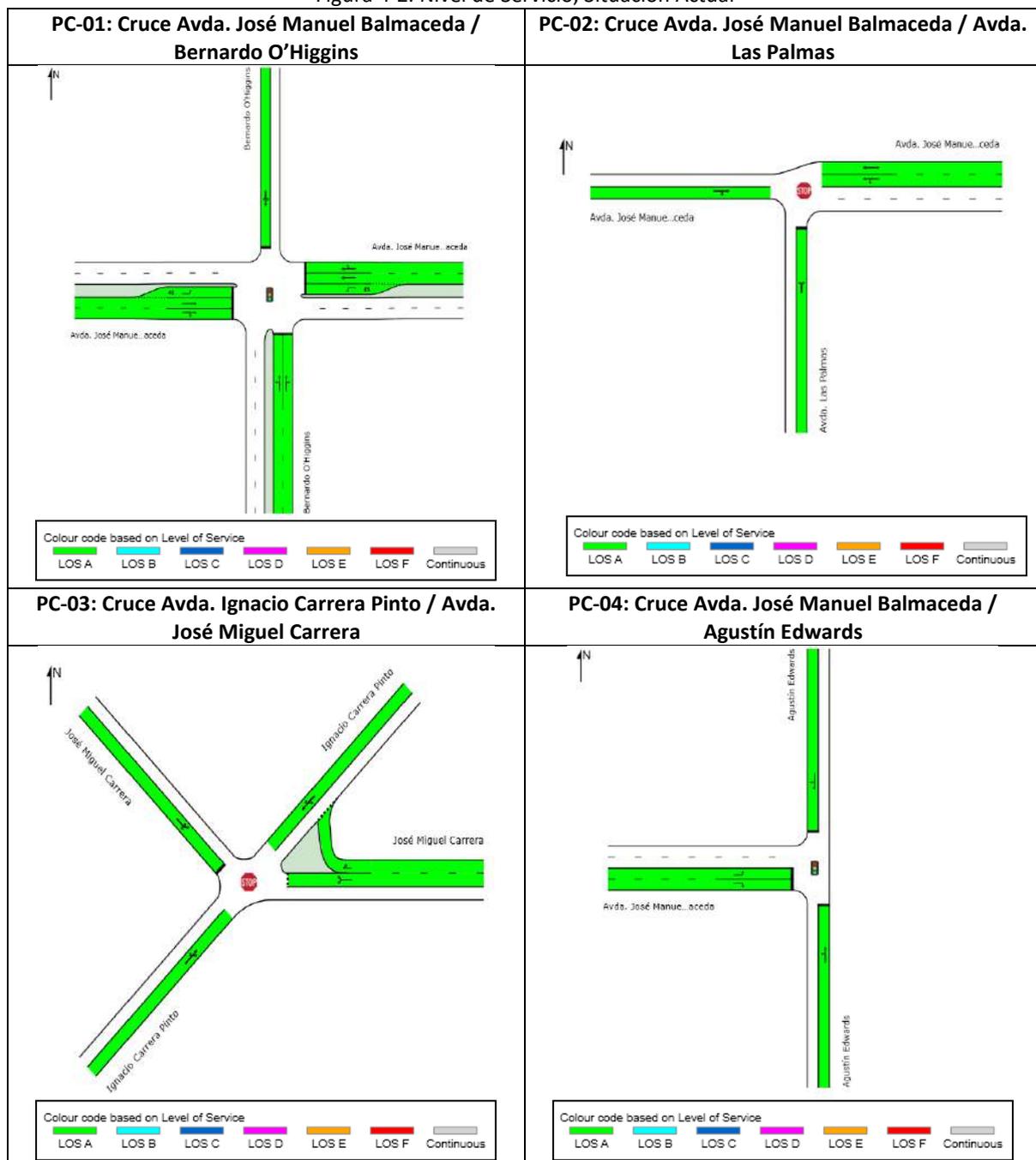
4.2.1 Resultados Modelación (Sit. Actual)

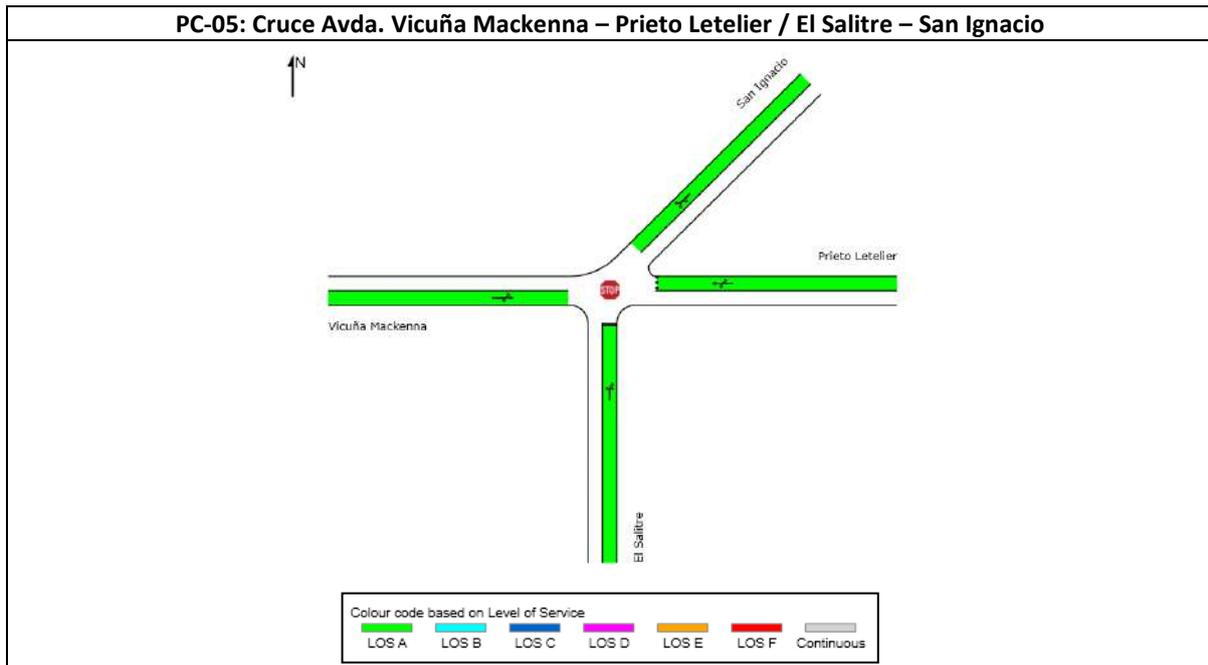
A partir de la modelación y calibración, mostradas en secciones anteriores, se determina el grado de saturación y niveles de servicio existentes en la red vial, en la hora de mayor de demanda, los cuales se presentan a continuación:

- **Nivel de Servicio.**

El nivel de servicio es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular y de su percepción por los motoristas y/o pasajeros. Dependiendo de las condiciones de operación, por conveniencia se han elegido nombrarlos de mejor a peor con las letras de la A hasta la F. Cada nivel de servicio corresponde a un volumen de tránsito o volumen de servicio.

Figura 4-2. Nivel de Servicio, Situación Actual

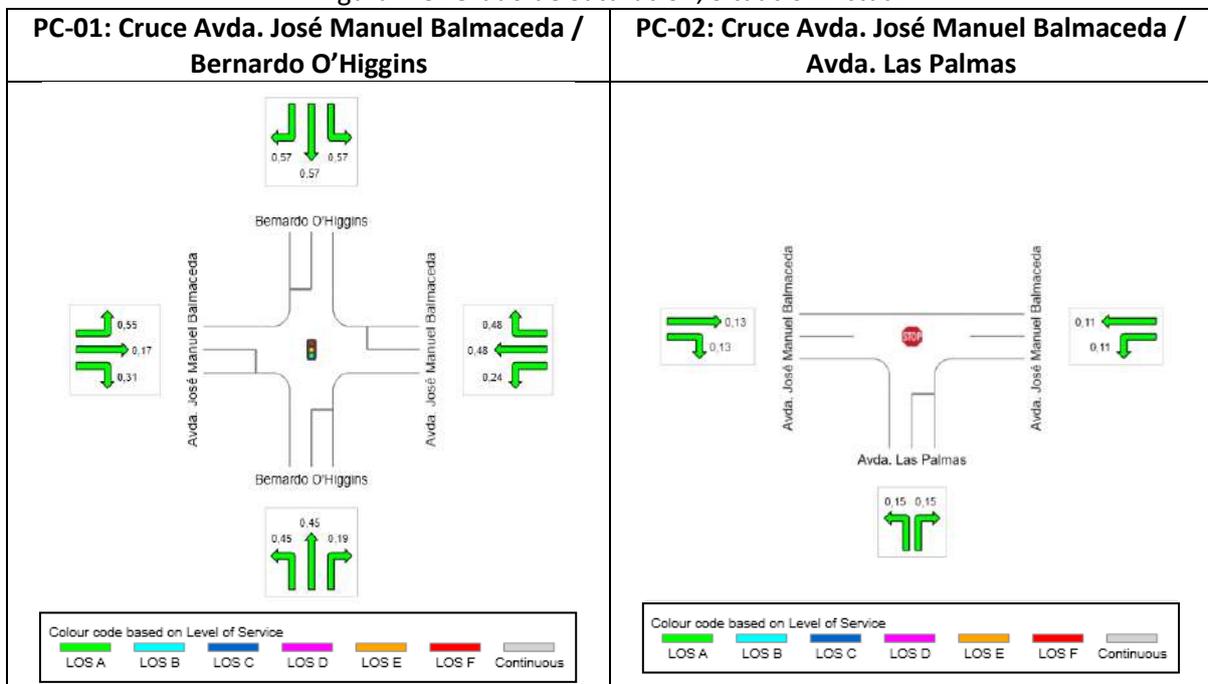


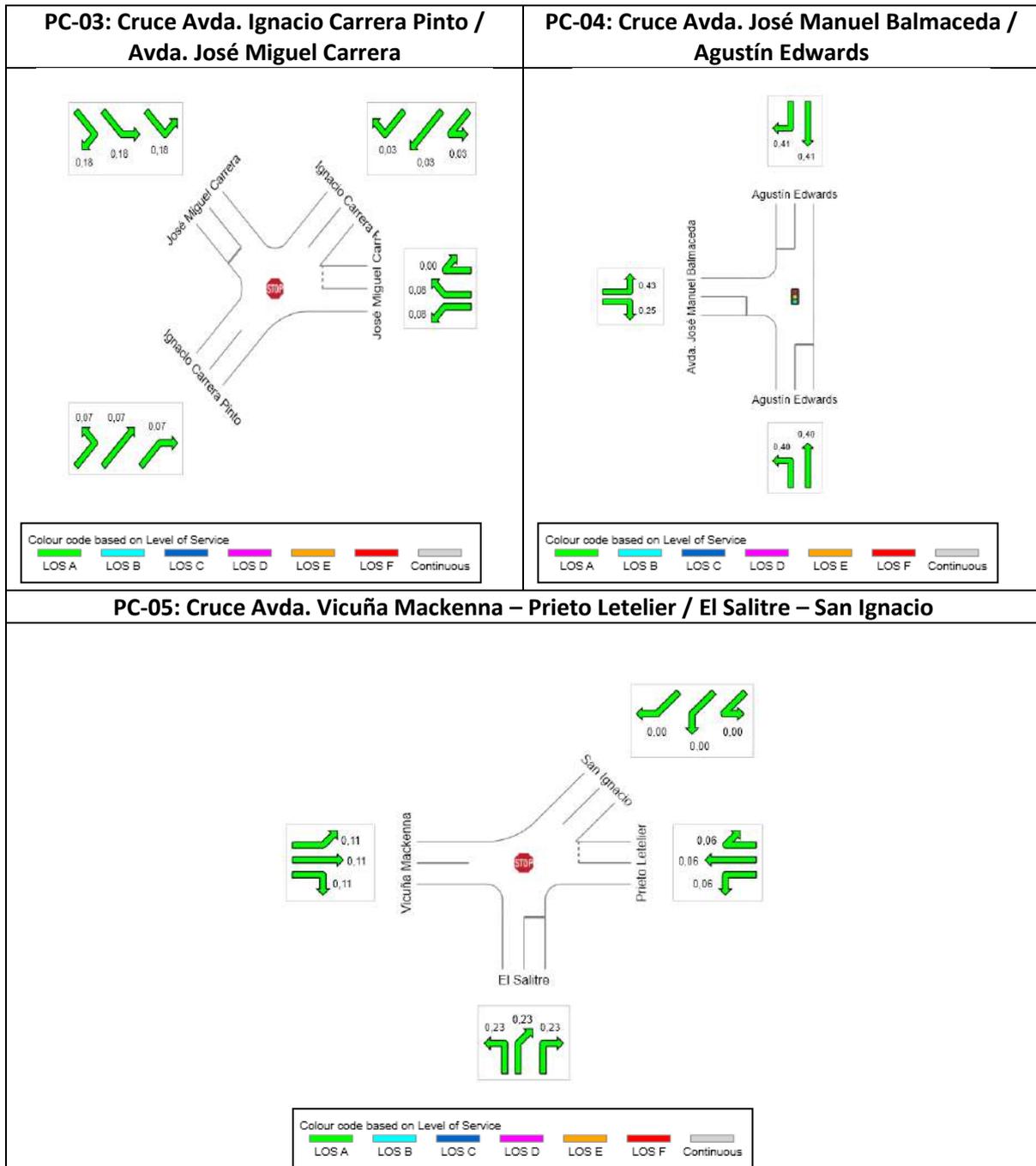


• **Grados de Saturación.**

El grado de saturación, definido como la razón entre los flujos que circulan por una intersección o arco vial determinado, dividida por la capacidad de dicha intersección o arco vial. Técnicamente hablando, se habla de congestión en el caso en que el valor calculado supere el 80%.

Figura 4-3. Grado de Saturación, Situación Actual





Fuente: Elaboración propia

4.2.2 Capacidad de Reserva

De acuerdo a los parámetros de capacidad de una vía con flujo libre que corresponde a 1800 veh/ hora y de acuerdo a los parámetros de capacidad de reserva la cual se define como:

$$Q_r = \begin{cases} 0,9*Q_0 - q_0 & \text{si } q_0 < 0,9*Q_0 \\ 0 & \text{si } q_0 \geq 0,9*Q_0 \end{cases}$$

Donde:

- q_0 : Flujo Vehicular.
- Q_0 : Capacidad.

Por cada punto de control en donde se realizaron los catastros, se realiza el cálculo de capacidad de reserva y Grado de Saturación. La capacidad de reserva se define como (Qr):

$$Qr = 0,9 * Q_0 - q_0$$

Mientras que el grado de saturación (GSa) en el arco correspondiente, expresado en porcentaje, se define como:

$$GSa = 100 * \left(\frac{q_0}{Q_0}\right) < 90\%$$

Si la condición anterior no se cumple se generará una falta de capacidad de reserva y la necesidad de generar proyectos de mayor envergadura que aumenten la capacidad de las vías.

A continuación, se muestra tabla que incluye Grado de Saturación y Capacidad de Reserva en los puntos de control analizados para los resultados obtenidos del catastro, para la hora de mayor demanda.

Tabla 4-2. GSa y Capacidad de Carga Hora Mayor Demanda, Situación Actual

CAPACIDAD DE RESERVA PROYECTO HORA MAYOR DEMANDA, SIT. ACTUAL							
Intersección	ARCO	Capacidad	Flujo Actual	Flujo de Saturación Básico	Grado de Saturación Base	Capacidad Reserva	20%Qr
		(veq/hr)	(veq/hr)	(veq/hr)	%	(Qr)	
PC01	1 NORTE	1800	269	1800	15%	1351	270
	2 ORIENTE	3600	291	3600	8%	2949	590
	4 PONIENTE	3600	269	3600	7%	2971	594
	3 SUR	3600	249	3600	7%	2991	598
PC02	2 ORIENTE	1800	232	1800	13%	1388	278
	4 PONIENTE	1800	236	1800	13%	1384	277
	3 SUR	1800	114	1800	6%	1506	301
PC03	1 NORTE	1800	48	1800	3%	1572	314
	2 ORIENTE	1800	100	1800	6%	1520	304
	3 PONIENTE	1800	153	1800	9%	1467	293
	4 SUR	1800	128	1800	7%	1492	298
PC04	3 NORTE	1800	370	1800	21%	1250	250
	1 PONIENTE	1800	277	1800	15%	1343	269
	3 SUR	1800	228	1800	13%	1392	278
PC05	1 ORIENTE	1800	63	1800	4%	1557	311
	3 PONIENTE	1800	200	1800	11%	1420	284
	1 SUR	1800	189	1800	11%	1431	286

Fuente: Elaboración Propia.

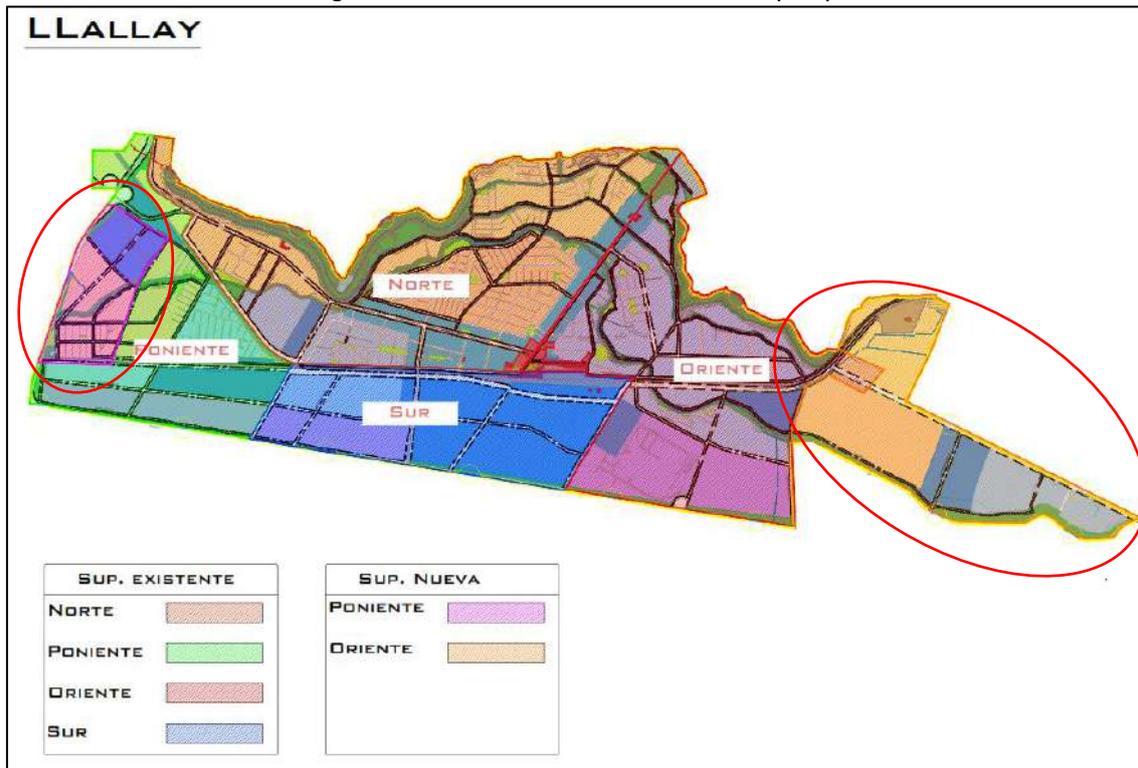
4.3 PREDICCIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE

En base a los datos catastrados, y la información recopilada de la comuna, se procede a estimar el aumento de flujo en la vialidad. Para ello se utiliza la tasa de crecimiento obtenida anteriormente, basado en la variación del parque automotriz, además se estiman los viajes generados por las nuevas zonas incluidas en la actualización del PRC de Llay Llay.

4.3.1 Estimación Viajes Generados

Para este análisis, hemos decidido dividir la ciudad de Llay Llay en macrozonas utilizando una referencia a los puntos cardinales. Posteriormente, se llevó a cabo una comparación de la superficie en hectáreas (ha) de las nuevas áreas incorporadas, con el fin de determinar el factor de expansión, el cual nos permitirá estimar los viajes generados.

Figura 4-4. Macrozonas de la ciudad de Llay Llay.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4-3. Superficies Macrozonas y Factor de Expansión

Puntos Cardinales	Superficie Existente (ha)	Superficie Nueva (ha)	Superficie Total (ha)	Factor de Expansión
Norte	232.676,38	-	232.676,38	0%
Sur	118.415,49	-	118.415,49	0%
Oriente	203.783,46	107.608,58	311.392,04	53%
Poniente	111.727,83	39.705,51	151.433,33	36%

Fuente: Elaboración Propia

4.3.2 Resultados Modelación (Sit. Base y Proyecto)

A partir de la información y resultados obtenidos, se procede a proyectar el flujo vehicular para el escenario base correspondiente al año 2037.

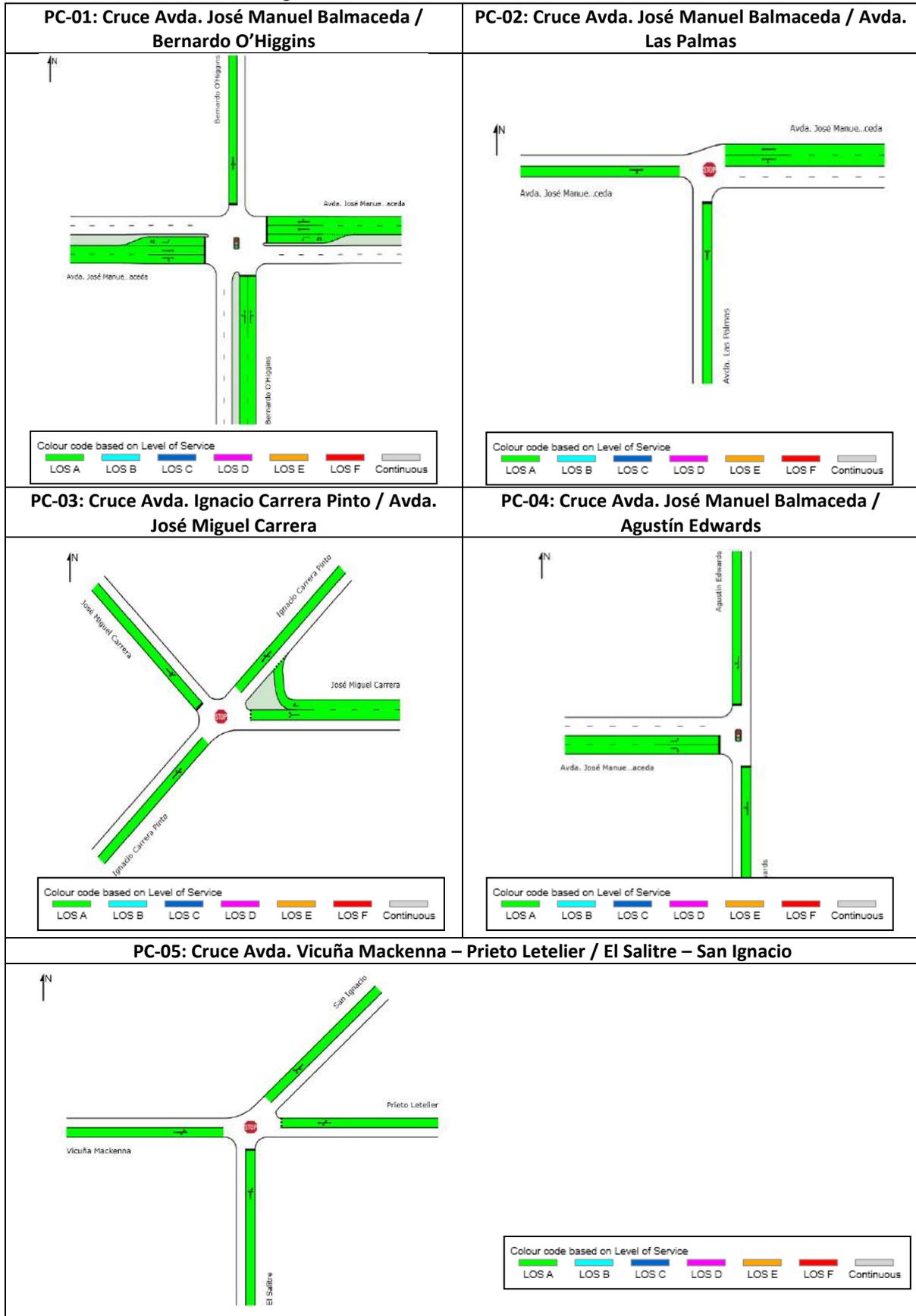
Para proyectar dichos flujos, se utilizó la Tasa de Crecimiento de Tránsito, la cual se calculó con anterioridad en la sección "Parque Vehicular Comunal".

A continuación se presentan los resultados de la Situación Base y la Situación con Proyecto (con viajes generados).

- **Nivel de Servicio.**

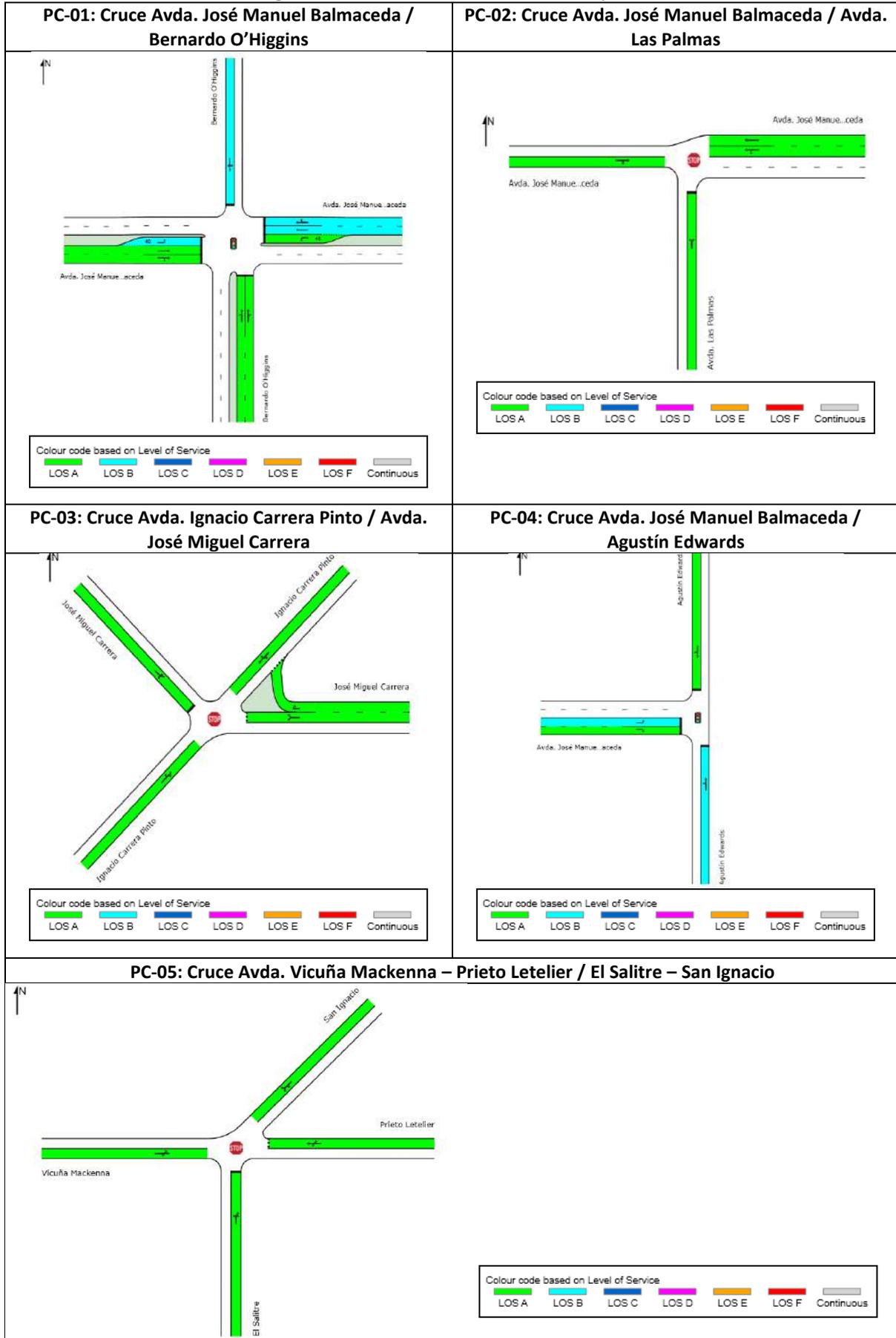
El nivel de servicio es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular y de su percepción por los motoristas y/o pasajeros. Dependiendo de las condiciones de operación, por conveniencia se han elegido nombrarlos de mejor a peor con las letras de la A hasta la F. Cada nivel de servicio corresponde a un volumen de tránsito o volumen de servicio.

Figura 4-5. Nivel de Servicio, Situación Base



Fuente: Elaboración propia

Figura 4-6. Nivel de Servicio, Situación Proyecto

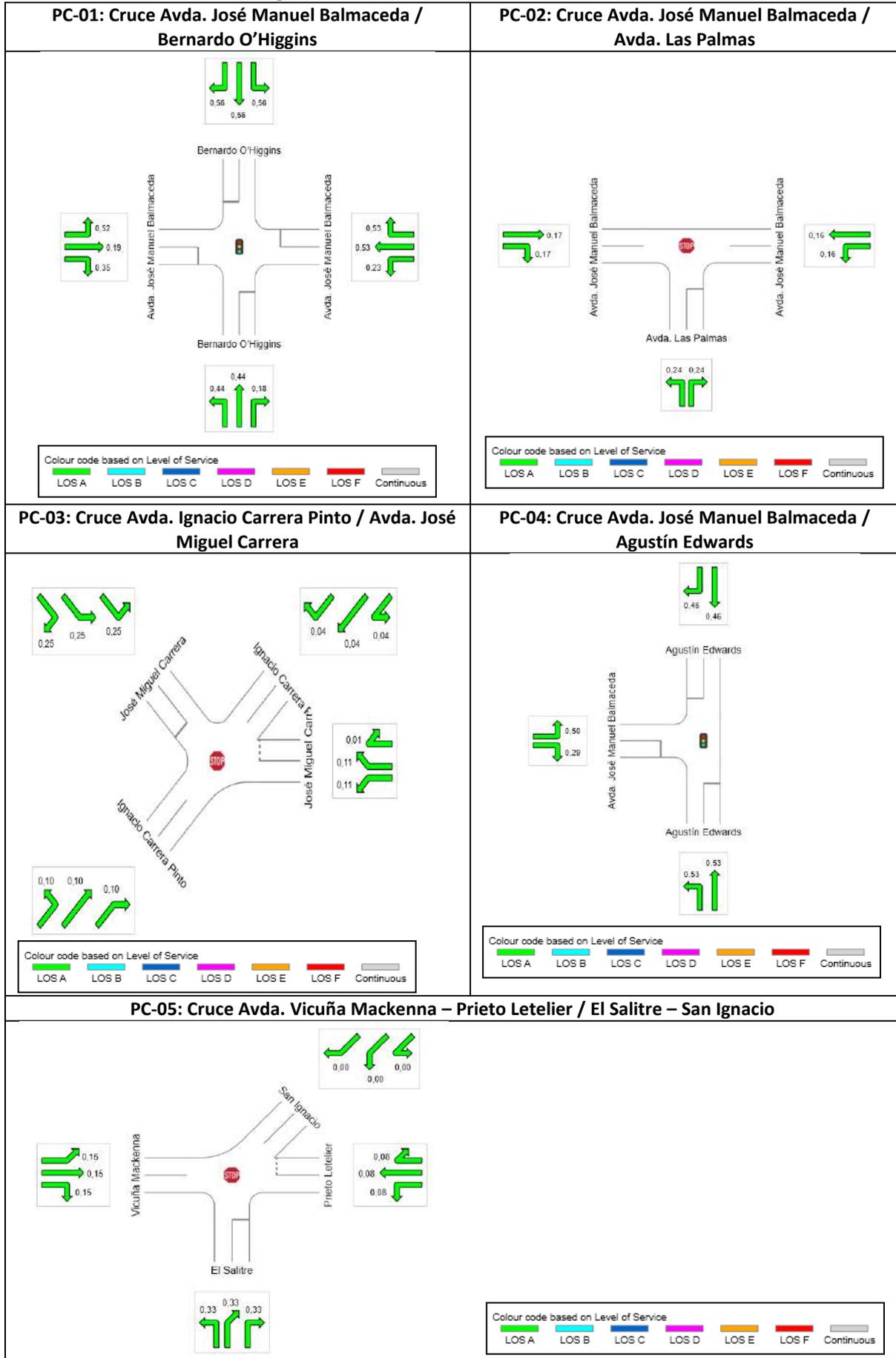


Fuente: Elaboración propia

- **Grados de Saturación.**

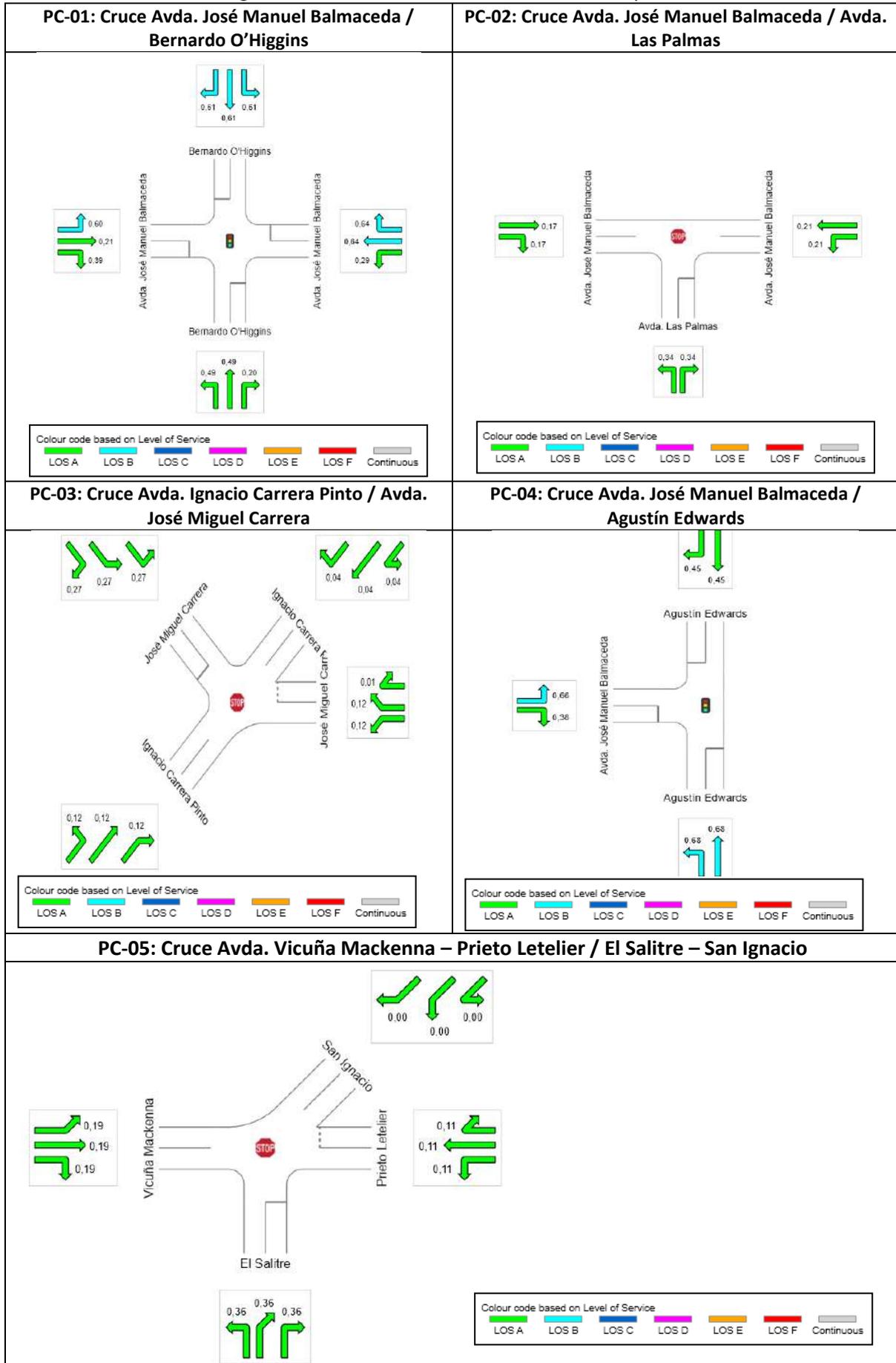
El grado de saturación, definido como la razón entre los flujos que circulan por una intersección o arco vial determinado, dividida por la capacidad de dicha intersección o arco vial. Técnicamente hablando, se habla de congestión en el caso en que el valor calculado supere el 80%.

Figura 4-7. Grado de Saturación, Situación Base



Fuente: Elaboración propia

Figura 4-8. Grado de Saturación, Situación Proyecto



Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en los resultados obtenidos, tanto en la situación base como en la proyectada, se observan grados de saturación bajo el 90% y Niveles de Servicio en el rango de A y B.

4.3.3 Capacidad de Reserva

Además, aparte de contar con los resultados de la modelación, se presenta un análisis de factibilidad vial en base a la comparación a los flujos equivalentes en la hora de mayor demanda con la capacidad por arco de la red considerada en el estudio. Esta comparación se realiza en base a la estimación del grado de saturación del arco (GSA) que representa la relación entre el volumen horario y la capacidad del arco. La regla de decisión de saturación indica que un arco está saturado cuando el valor de GSA es superior a 95 % (o 0,95).

Para proyectar dichos flujos, se utilizó la Tasa de Crecimiento de Tránsito, la cual se calculó con anterioridad en la sección “Parque Vehicular Comunal”.

A continuación se presentan los resultados de la situación con proyecto, año 2037 (con viajes generados).

Tabla 4-4. GSA y Capacidad de Carga Hora Mayor Demanda, Año Proyectado 2037

CAPACIDAD DE RESERVA PROYECTO AÑO 2037											
Intersección	ARCO	Capacidad	Flujo Base	Flujo Saturación Básico	Grado Saturación Base	Capacidad Reserva	20%Qr	Flujo Proyectado	Grado Saturación Base	Capacidad Reserva	Incremento Flujo
		(veq/hr)	(veq/hr)	(veq/hr)	%	(Qr)		(veq/hr)	%	(Qr)	(veq/hr)
PC01	NORTE	1800	362	1800	20%	1258	252	362	20%	1258	0
	ORIENTE	3600	392	3600	11%	2848	570	546	15%	2694	154
	PONIENTE	3600	363	3600	10%	2877	575	460	13%	2780	97
	SUR	3600	335	3600	9%	2905	581	335	9%	2905	0
PC02	ORIENTE	1800	313	1800	17%	1307	261	435	24%	1185	122
	PONIENTE	1800	318	1800	18%	1302	260	318	18%	1302	0
	SUR	1800	154	1800	9%	1466	293	194	11%	1426	40
PC03	NORTE	1800	64	1800	4%	1556	311	83	5%	1537	19
	ORIENTE	1800	134	1800	7%	1486	297	134	7%	1486	0
	PONIENTE	1800	206	1800	11%	1414	283	206	11%	1414	0
	SUR	1800	173	1800	10%	1447	289	221	12%	1399	48
PC04	NORTE	1800	499	1800	28%	1121	224	499	28%	1121	0
	PONIENTE	1800	373	1800	21%	1247	249	471	26%	1149	98
	SUR	1800	307	1800	17%	1313	263	427	24%	1193	120
PC05	ORIENTE	1800	85	1800	5%	1535	307	119	7%	1501	34
	PONIENTE	1800	269	1800	15%	1351	270	341	19%	1279	72
	SUR	1800	255	1800	14%	1365	273	255	14%	1365	0

Fuente: Elaboración Propia.

Como se puede apreciar en los resultados obtenidos, tanto en la situación actual como en la proyectada, no se presentan grados de saturación sobre el 95%.

En la situación base (2037) se presentan como mayores grados de saturación:

- PC-01 Norte: 20%.
- PC-04 Norte: 28%.
- PC-04 Poniente: 21%.

Los resultados indican un bajo nivel de saturación, lo que no plantea inconvenientes ni problemas para la red vial. En el caso de la situación proyectada, se anticipa un aumento en los indicadores de rendimiento, sin embargo, estos se mantienen en niveles similares a los reportados en la situación base, que se detallan a continuación:

- PC-01 Norte: 20%.
- PC-02 Oriente: 24%
- PC-04 Norte: 28%.
- PC-04 Poniente: 26%.

La situación proyecto durante el horario de mayor demanda muestra niveles de saturación bajos, inferiores al 30%, lo que no representa ningún inconveniente para la red vial en estudio.

5 SÍNTESIS DE RESULTADOS

Respecto a los resultados de la modelación, se aprecia que en la situación con proyecto (año 2037) presentan aumentos de baja escala en sus indicadores operacionales, manteniendo niveles similares a lo reportado en la situación base, por lo tanto, las intersecciones aludidas, los arcos en su totalidad operan con niveles de servicio aceptables y bajos niveles de grado de saturación, lo cual se puede apreciar en la siguiente tabla comparativa:

Tabla 5-1. Comparación de Resultados Modelación, Situación Base y Proyecto.

Punto de Control	Acceso	Grados de Saturación		Nivel de Servicio	
		Sit. Base	Sit. Proy.	Sit. Base	Sit. Proy.
PC-01	Norte	0,561	0,614	LOS A	LOS B
	Oriente	0,531	0,644	LOS A	LOS B
	Poniente	0,524	0,602	LOS A	LOS B
	Sur	0,438	0,489	LOS A	LOS A
PC-02	Oriente	0,157	0,211	LOS A	LOS A
	Poniente	0,173	0,173	LOS A	LOS A
	Sur	0,241	0,338	LOS A	LOS A
PC-03	Norte	0,036	0,042	LOS A	LOS A
	Oriente	0,113	0,119	LOS A	LOS A
	Poniente	0,254	0,268	LOS A	LOS A
	Sur	0,100	0,125	LOS A	LOS A
PC-04	Norte	0,446	0,448	LOS A	LOS A
	Poniente	0,498	0,656	LOS A	LOS B
	Sur	0,53	0,681	LOS A	LOS B
PC-05	Norte	0,003	0,003	LOS A	LOS A
	Oriente	0,081	0,111	LOS A	LOS A
	Poniente	0,151	0,186	LOS A	LOS A
	Sur	0,332	0,361	LOS A	LOS A

Fuente: Elaboración Propia

Se observan grados de saturación bajo el 68,1% en la hora de mayor demanda. Mientras que los arcos más conflictivos y con grados de saturación sobre el 25% son:

- PC-01; Todos los arcos en la hora de mayor demanda.
- PC-02; Arco Sur en la hora de mayor demanda.
- PC-03; Arco Poniente en la hora de mayor demanda.
- PC-04; Todos los arcos en la hora de mayor demanda.
- PC-05; Arco Sur en la hora de mayor demanda.

Sin embargo, a pesar de presentarlos grados de saturación altos, estos se encuentran por debajo del 90%, esto quiere decir que no presentarán mayores dificultades a la red vial.

5.1 PROPOSICIÓN DE SOLUCIONES

Dado que los valores de nivel de servicio por arco para las vías analizadas tienen capacidad de reserva suficiente, se entiende que la actualización del Plan Regulador de Llay Llay tiene factibilidad vial y que existe capacidad suficiente para absorber los flujos proyectados

a) Respecto a gestión de tránsito la capacidad de las vías absorbe bien los flujos proyectados y no existen problemas de congestión al interior de las localidades, por lo cual la infraestructura vial que se proyecta responde a temas de accesibilidad y conectividad.