DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias y Nueva Susestación Coiquén y Nueva Línea de 2x66 kV Las Delicias – Coiquén

Decreto Exento N°257/2022

CAPÍTULO 1 /ANEXO 1.7

Modelación Vial

2026

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 1

2. OBJETIVOS 1

2.1 Objetivo General 1

2.2 Objetivos específicos 1

3. DEFINICIÓN DE ÁREA DE ANÁLISIS VIAL 2

3.1 Definición Área de Análisis Vial Transporte privado motorizado 2

3.1.1 Rutas consideradas en el Proyecto 2

3.1.2 Delimitación Área de Análisis Vial 4

4. METODOLOGÍA DE TRABAJO 8

4.1 Caracterización de la Situación Futura 8

4.1.1 Oferta vial futura 8

4.1.2 Periodos y horarios de evaluación 8

4.1.3 Escenario de evaluación del Proyecto 8

4.1.4 Demanda vehicular del Proyecto 8

4.1.5 Demanda vehicular de proyectos externos con RCA aprobada 8

4.2 Efectos del Proyecto 8

4.2.1 Indicadores operacionales en tramos de vías 9

4.2.2 Tiempos de desplazamiento 10

5. RESULTADOS 10

5.1 Caracterización de la Situación Futura 10

5.1.1 Oferta vial futura 10

5.1.2 Periodos y horarios de evaluación 10

5.1.3 Escenario de evaluación 11

5.1.4 Demanda vehicular del Proyecto – Fase de Construcción 11

5.1.5 Demanda vehicular del Proyecto – Fase de Operación 19

5.1.6 Demanda vehicular de Proyectos externos con RCA aprobada 23

5.2 Efectos del Proyecto en Fase de Construcción 2028 24

5.2.1 Indicadores operacionales en tramos de vías 24

5.2.2 Tiempos de desplazamiento 32

5.3 Efectos del Proyecto en Fase de Operación 2029 35

5.3.1 Indicadores operacionales en tramos de vías 36

5.3.2 Tiempos de desplazamiento 44

6. CONCLUSIONES 48

7. BIBLIOGRAFÍA 50

8. APÉNDICE 51

8.1 APÉNDICE 1: METODOLOGÍA DEL CÁLCULO DE CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO 51

8.2 APÉNDICE 2: TIEMPOS DE DESPLAZAMIENTO 57

TABLAS

Tabla 3-1. Tramificación de la red vial relevante del Proyecto. 6
Tabla 4-1. Identificación de impactos ambientales más frecuentes generados por el transporte 9
Tabla 5-1. Flujo de camiones por tipo de carga - Fase de Construcción año 2028. 13
Tabla 5-2. Viajes de vehículos livianos - Fase de Construcción año 2028. 16
Tabla 5-3. Viajes de Buses - Fase de Construcción año 2028. 17
Tabla 5-4. Asignación de viajes – Fase de Construcción año 2028 (ida y vuelta). 18
Tabla 5-5. Flujo de camiones por tipo de carga - Fase de Operación año 2029. 20
Tabla 5-6. Viajes de vehículos livianos - Fase de Operación año 2029. 21
Tabla 5-7. Asignación de viajes – Fase de Operación año 2029 (ida y vuelta). 22
Tabla 5-8. Proyectos externos con RCA aprobada que utilizan la misma vialidad pública. 23
Tabla 5-9. Flujo de modelación en caminos con calzada única bidireccional CUB – Caso Base 2028 y Situación con Proyecto 2028. 24
Tabla 5-10. Modelación en caminos con calzada única bidireccional CUB – Caso Base 2028 y Situación con Proyecto 2028. 26
Tabla 5-11. Resumen Niveles de Servicio y grados de saturación en caminos con calzada única bidireccional CUB - Caso Base 2028 y Situación con Proyecto 2028. 27
Tabla 5-12. Flujo de modelación en caminos tipo multipista – Caso Base 2028 y Situación con Proyecto 2028. 28
Tabla 5-13. Modelación circulación no interrumpida para condición de circulación para caminos tipo multipista – Caso Base 2028 y Situación con Proyecto 2028. 29
Tabla 5-14. Resumen niveles de servicio en caminos tipo multipista – Caso Base 2028 y Situación con Proyecto 2028. 29
Tabla 5-15. Flujo de modelación en caminos tipo urbano – Caso Base 2028 y la Situación con Proyecto 2028. 30
Tabla 5-16. Incremento del volumen del flujo vehicular en tramos urbanos – Caso Base 2028 y la Situación con Proyecto 2028. 30
Tabla 5-17. Flujo de modelación en caminos tipo no pavimentados – Caso Base 2028 y Situación con Proyecto 2028. 31
Tabla 5-18. Incremento del volumen del flujo vehicular en tramos no pavimentados – Caso Base 2028 y la Situación con Proyecto 2028. 32
Tabla 5-19. Tiempos de desplazamiento por tramo y periodo en Caso Base 2028. 33
Tabla 5-20. Tiempos de desplazamiento por tramo y periodo en Situación con Proyecto 2028. 33
Tabla 5-21. Comparación del tiempo de desplazamiento - Caso Base 2028 y Situación con Proyecto 2028. 34

TABLA 5-22. FLUJO DE MODELACIÓN EN CAMINOS CON CALZADA ÚNICA BIDIRECCIONAL CUB – CASO BASE 2029 Y SITUACIÓN CON PROYECTO 2029. 36
TABLA 5-23. MODELACIÓN EN CAMINOS CON CALZADA ÚNICA BIDIRECCIONAL CUB – CASO BASE 2029 Y SITUACIÓN CON PROYECTO 2029. 38
TABLA 5-24. RESUMEN NIVELES DE SERVICIO Y GRADOS DE SATURACIÓN EN CAMINOS CON CALZADA ÚNICA BIDIRECCIONAL CUB - CASO BASE 2029 Y SITUACIÓN CON PROYECTO 2029..... 38
TABLA 5-25. FLUJO DE MODELACIÓN EN CAMINOS TIPO MULTIPISTA – CASO BASE 2029 Y SITUACIÓN CON PROYECTO 2029. 40
TABLA 5-26. MODELACIÓN CIRCULACIÓN NO INTERRUMPIDA PARA CONDICIÓN DE CIRCULACIÓN PARA CAMINOS TIPO MULTIPISTA – CASO BASE 2029 Y SITUACIÓN CON PROYECTO 2029. 40
TABLA 5-27. RESUMEN NIVELES DE SERVICIO EN CAMINOS TIPO MULTIPISTA – CASO BASE 2029 Y SITUACIÓN CON PROYECTO 2029. 41
TABLA 5-28. FLUJO DE MODELACIÓN EN CAMINOS TIPO URBANO – CASO BASE 2029 Y LA SITUACIÓN CON PROYECTO 2029. 41
TABLA 5-29. INCREMENTO DEL VOLUMEN DEL FLUJO VEHICULAR EN TRAMOS URBANOS – CASO BASE 2029 Y LA SITUACIÓN CON PROYECTO 2029. 42
TABLA 5-30. FLUJO DE MODELACIÓN EN CAMINOS TIPO NO PAVIMENTADOS – CASO BASE 2029 Y SITUACIÓN CON PROYECTO 2029. 43
TABLA 5-31. INCREMENTO DEL VOLUMEN DEL FLUJO VEHICULAR EN TRAMOS NO PAVIMENTADOS – CASO BASE 2029 Y LA SITUACIÓN CON PROYECTO 2029. 43
TABLA 5-32. TIEMPOS DE DESPLAZAMIENTO POR TRAMO Y PERIODO EN CASO BASE 2029. 44
TABLA 5-33. TIEMPOS DE DESPLAZAMIENTO POR TRAMO Y PERIODO EN SITUACIÓN CON PROYECTO 2029. 45
TABLA 5-34. COMPARACIÓN DEL TIEMPO DE DESPLAZAMIENTO - CASO BASE 2029 Y SITUACIÓN CON PROYECTO 2029. 46
TABLA 8-1. CAPACIDAD VIAL EN CONDICIONES IDEALES (VEHÍCULOS LIVIANOS/HORA)..... 52

FIGURAS

FIGURA 3-1. RUTAS DEL PROYECTO ENTRE ORÍGENES Y DESTINOS DE VIAJES. 3
FIGURA 3-2. ÁREA DE ANÁLISIS VIAL CONSIDERADA PARA LOS ANÁLISIS. 5
FIGURA 3-3. TRAMIFICACIÓN DE LA RED VIAL RELEVANTE DEL PROYECTO. 7
FIGURA 8-1. RELACIÓN GRADO DE SATURACIÓN Y DEMORA. 55

APÉNDICE

8.1 APÉNDICE 1: METODOLOGÍA DEL CÁLCULO DE CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO 51
8.2 APÉNDICE 2: TIEMPOS DE DESPLAZAMIENTO 57

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde a la Modelación Vial del Proyecto "Nueva Subestación Seccionadora Las Delicia y Nueva Subestación Coiquén y Nueva Línea de 2x66 kV Las Delicias - Coiquén", (en adelante Proyecto), ubicado en la Región del Ñuble, identificando las rutas incluidas dentro del Área de Análisis Vial donde se emplazarán las obras y partes del Proyecto.

Dentro del marco de la evaluación del Proyecto, es importante señalar que la infraestructura vial es una variable relevante como parte de lo indicado en el Decreto Supremo N°40, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente, modificado por el Decreto N°30/2024, que aprueba el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (Párrafo 2°, Artículo Nº 18, literal e.9), respecto al uso del territorio y su relación con la planificación territorial, en cuanto a construcciones relevantes de infraestructura. En este contexto, el presente informe contiene un análisis descriptivo global dentro del Área de Análisis Vial respecto a la vialidad pública existente, a fin de disponer de suficiente información para describir las condiciones físico-operativas prevalecientes en la red vial relevante en el entorno cercano al Proyecto.

En el documento se incorpora una caracterización de la situación futura, en términos de la oferta vial (mejoramientos futuros de la infraestructura vial) y la demanda vial, incluyendo el flujo vehicular relacionado con el Proyecto. A partir de la comparación de la situación con y sin Proyecto se determinarán los potenciales efectos viales asociados y se definirán si proceden las medidas y/o acciones necesarias para contrarrestar los posibles efectos negativos del Proyecto sobre la vialidad utilizada.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo principal es evaluar los efectos del Proyecto en la vialidad pública dentro del Área de Análisis Vial, debido al incremento del flujo vehicular producto de la construcción y operación de este Proyecto.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Para dar cumplimiento al objetivo general se definen los siguientes objetivos específicos:
- Estimar la oferta vial futura: descripción de proyectos de mejoramiento de la infraestructura vial (inversiones públicas y privadas) dentro del Área de Análisis Vial del Proyecto.

- Estimar la demanda vial futura: determinación de flujos vehiculares relacionados con el Proyecto.
- Estimar la demanda vehicular de Proyectos externos con RCA aprobada.
- Estimar los efectos: determinación de posibles externalidades viales en tramos viales a través de la comparación de las situaciones con y sin Proyecto.

3. DEFINICIÓN DE ÁREA DE ANÁLISIS VIAL

3.1 DEFINICIÓN ÁREA DE ANÁLISIS VIAL TRANSPORTE PRIVADO MOTORIZADO

El Área de Análisis Vial está definida por la red vial relevante del Proyecto, por lo tanto, el primer paso del presente estudio consistió en la definición de esta red vial, en función de los orígenes y destinos de los viajes asociados al Proyecto, tanto para el transporte de carga (incluyendo transporte de insumos y materiales requerido en sus distintas fases) como transporte de personal, carga peligrosa.

Para ello se utilizó la Guía para la Descripción de la Acción del Transporte Terrestre del SEIA (Dirección Ejecutiva del SEA), en Resolución Exenta N.º 1292, del 22 de noviembre de 2017, donde se considera una descripción de los caminos de acceso al Proyecto (para ingreso y egreso de este), además de presentar los orígenes y destinos de los viajes asociados al Proyecto (para camiones, buses y vehículos livianos).

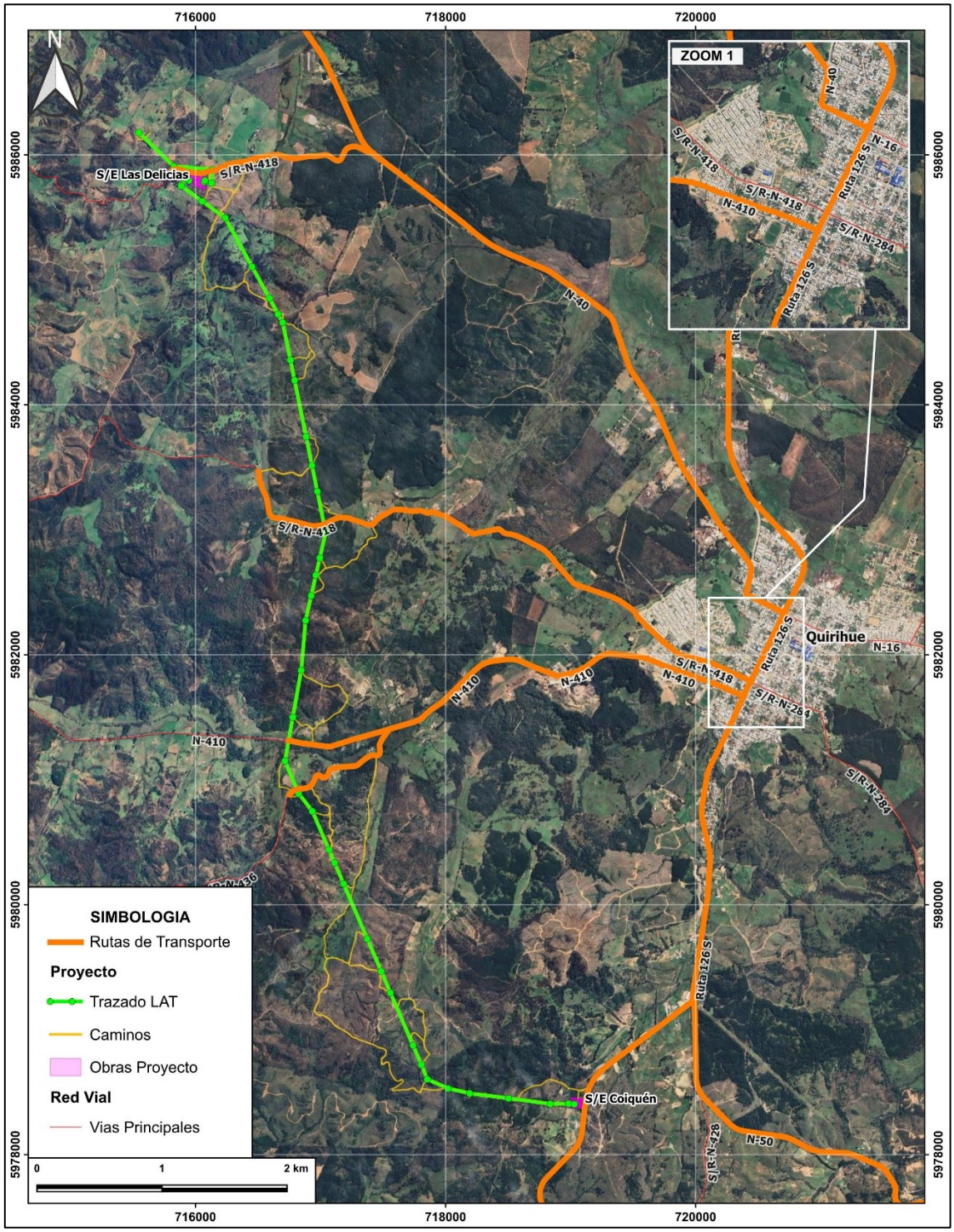
3.1.1 Rutas consideradas en el Proyecto

En esta sección se detallan las rutas origen-destino que forman parte de las vías públicas existentes que utilizará el proyecto en estudio. Estas rutas representan los desplazamientos vehiculares previstos entre diferentes zonas (origen y destino).

- Ruta N-410
- Av. Arturo Prat (Ruta 126 S)
- Ruta 126 S
- Ruta N-40
- Ruta N-50
- Ruta 5
- Ruta S/R-N-418

En la siguiente figura se presentan gráficamente las rutas que utilizará el Proyecto. Asimismo, se indica que en el Apéndice 1 del Anexo 2.19 (Línea de Base Vial), se presenta el archivo kmz con las rutas consideradas por el Proyecto.

Figura 3-1. Rutas del Proyecto entre orígenes y destinos de viajes.



Fuente: AMYT, 2026, en base a información proporcionada por Titular del Proyecto.

3.1.2 Delimitación Área de Análisis Vial

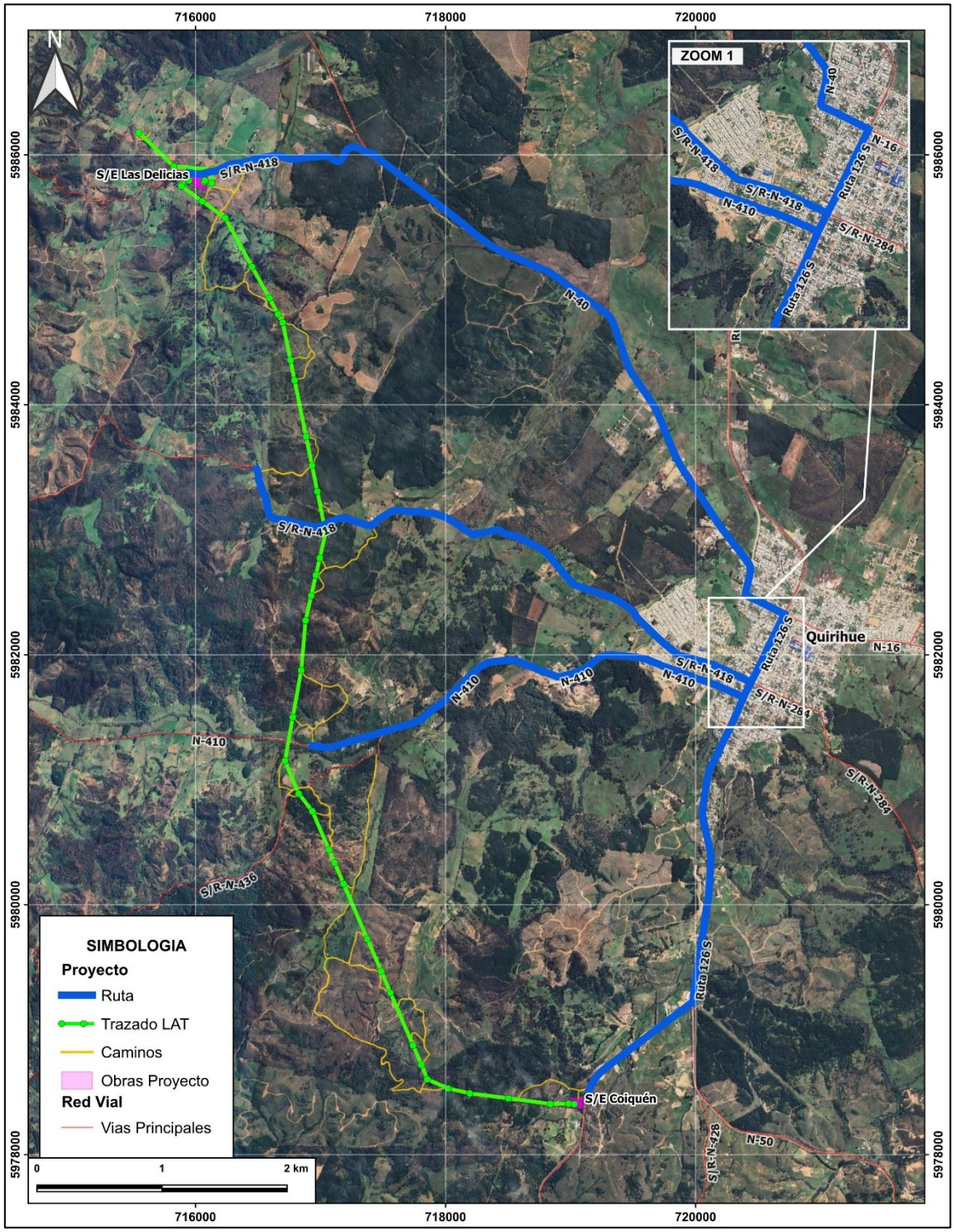
A partir de las rutas declaradas previamente y considerando los aportes vehiculares del Proyecto en cada una de ellas, se define que la conexión vial (de camiones, buses y vehículos livianos hacia/desde las instalaciones del Proyecto) se registra a través de las siguientes rutas donde convergen la mayor cantidad de viajes:

- Ruta N-410
- Av. Arturo Prat (Ruta 126 S)
- Ruta 126 S
- Ruta N-40
- Ruta S/R-N-418

Es importante señalar que, para efectos del presente estudio, solo se consideran las rutas mencionadas anteriormente, dado que la totalidad de los flujos vehiculares generados por el proyecto converge en Ruta S/R-N-418 y la Ruta N-410, provenientes tanto desde el Santiago, Concepción, Chillán, Cobquecura y Cauquenes. Por lo tanto, el análisis de la componente de transporte se focaliza en dichas vías, por ser las que concentran los desplazamientos asociados al Proyecto.

En la siguiente figura se presenta gráficamente los elementos del sistema vial mencionados que conforman el Área de Análisis Vial del Proyecto, donde se analizarán los efectos del Proyecto.

Figura 3-2. Área de Análisis Vial considerada para los análisis.



Fuente: AMYT, 2026, en base a información proporcionada por Titular del Proyecto.

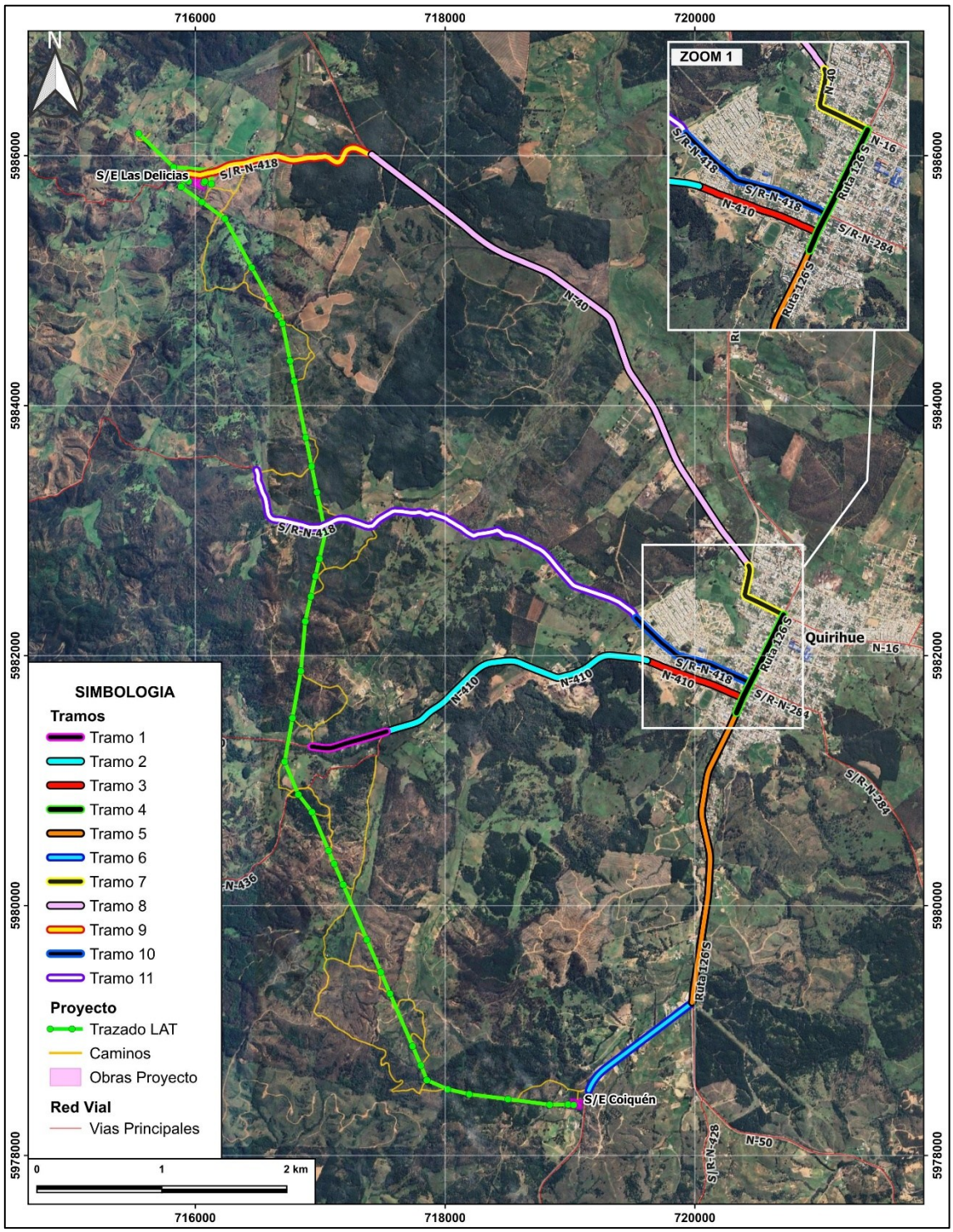
De acuerdo con lo indicado en la figura anterior, a continuación, se presentan los tramos de vía pública analizados. En la Tabla 3-1 y Figura 3-3 se presenta la tramificación de la red vial relevante del Proyecto.

Tabla 3-1. Tramificación de la red vial relevante del Proyecto.

Tramo	Vía	Inicio del Tramo	Fin del Tramo
Tramo 1	Ruta N-410	Acceso Proyecto Torre 19	Ruta S/R-N-436
Tramo 2	Ruta N-410	Ruta S/R-N-436	Miramar
Tramo 3	Ruta N-410	Miramar	Av. Arturo Prat (Ruta 126 S)
Tramo 4	Av. Arturo Prat (Ruta 126 S)	Maipú (Ruta N-40)	Agustín Moulet
Tramo 5	Ruta Los Conquistadores (Ruta 126 S)	Agustín Moulet	Ruta N-50
Tramo 6	Ruta Los Conquistadores (Ruta 126 S)	Ruta N-50	Acceso Proyecto Torre 35
Tramo 7	Maipú (Ruta N-40)	Av. Arturo Prat (Ruta 126 S)	Héroes de la Concepción
Tramo 8	Ruta N-40	Héroes de la Concepción	Ruta S/R-N-418
Tramo 9	Ruta S/R-N-418	Ruta N-40	Acceso Proyecto Subestación
Tramo 10	C. O´Higgins	Av. Arturo Prat (Ruta 126 S)	Huichahue
Tramo 11	Ruta S/R-N-418	Huichahue	Acceso Proyecto Torre 12

Fuente: AMYT, 2026.

Figura 3-3. Tramificación de la red vial relevante del Proyecto.



Fuente: AMYT, 2026.

4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

4.1 CARACTERIZACIÓN DE LA SITUACIÓN FUTURA

4.1.1 Oferta vial futura

En esta etapa se efectuó una revisión de los principales instrumentos de planificación territorial disponibles (a nivel comunal o regional, según corresponda), con proyectos y/o planificaciones de las autoridades competentes, en cuanto a posibles inversiones estatales destinadas al mejoramiento del sistema de transporte en el Área de Análisis Vial.

4.1.2 Periodos y horarios de evaluación

Corresponde a los horarios punta que serán analizados dentro del estudio, es decir, horario punta mañana, punta mediodía y punta tarde, es decir, donde se prevé el peak del volumen de vehículos en el Área de Análisis Vial.

4.1.3 Escenario de evaluación del Proyecto

Corresponde a los cortes temporales que serán analizados dentro del estudio, indicando el año donde se prevé el peak de la Situación con Proyecto.

4.1.4 Demanda vehicular del Proyecto

En esta etapa se analiza la información entregada por el Titular del Proyecto del flujo vehicular asociado al proyecto en Fase de Construcción y Fase de Operación, a partir de la cual se procederá a estimar la demanda vehicular diaria y horaria (viajes ida y regreso). Con todo ello se estimará frecuencia, origen y destino de los viajes y rutas principales a utilizar.

4.1.5 Demanda vehicular de proyectos externos con RCA aprobada

Corresponde a la demanda vehicular potencial de otros Proyectos que poseen RCA aprobada y vigente, que tienen relación directa con la componente vial del Proyecto "Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias" y "Nueva Subestación Coiquén y Nueva Línea de Transmisión 2x66 kV Las Delicias – Coiquén" los cuales podrían estar en construcción u operando durante los escenarios de evaluación definidos para este Estudio Vial.

4.2 EFECTOS DEL PROYECTO

Los efectos del Proyecto surgen de la comparación entre Caso Base y Situación con Proyecto. En este sentido, los indicadores de desempeño (niveles de servicio y grado de saturación, principalmente) de las vías permiten determinar de manera clara los efectos del Proyecto, a fin de sugerir recomendaciones con base en la magnitud de estos efectos.

Para ello se utilizó la "Guía para la Descripción de la Acción del Transporte Terrestre en el SEIA"[1], de acuerdo con la siguiente tabla, asociado a los impactos relacionados con el "transporte en modo camión".

Tabla 4-1. Identificación de impactos ambientales más frecuentes generados por el transporte.

Fase	Obras, Acciones, Emisiones y Residuos	Impactos Ambientales
FASE DE CONSTRUCCIÓN	Transporte terrestre de carga diversa en vehículos: camiones, trenes u otros, fuera del área de emplazamiento del Proyecto: **Transporte en modo Camión**	Grupos humanos: ▪Obstrucción o restricción a la libre circulación ▪Conectividad o aumento en los tiempos de desplazamiento
FASE DE OPERACIÓN	Transporte terrestre de carga diversa en vehículos: camiones, trenes u otros, fuera del área de emplazamiento del Proyecto: **Transporte en modo Camión**	Grupos humanos: ▪Obstrucción o restricción a la libre circulación ▪Conectividad o aumento en los tiempos de desplazamiento

Fuente: AMYT, 2026 con información de la Guía para la Descripción de la Acción del Transporte Terrestre en el SEIA, 2017.

La demanda de transporte para el Caso Base (situación sin Proyecto), se estima proyectando el flujo vehicular observado en la Situación Actual (Caracterización Vial), en los años de cortes temporales definidos en cada fase.

La Situación con Proyecto incluye todos los flujos vehiculares que serán inducidos por las actividades propias del desarrollo del Proyecto, los cuales son sumados al Caso Base (comparación).

No se considera evaluar la Fase de Cierre para el caso particular de este Estudio Vial, dado que corresponde a un análisis a muy largo plazo (50 años aproximadamente), para el cual no se cuenta con información sobre los planes de expansión territorial que reflejen las condiciones operativas certeras en cuanto a la infraestructura vial pública disponible para dicho momento. En este sentido, el escenario definido se asociará sólo a la Fase de Construcción y Fase de Operación.

4.2.1 Indicadores operacionales en tramos de vías

4.2.1.1 Características de los tramos

Corresponde a los parámetros utilizados para la determinación de los indicadores operacionales, a partir de las características físicas y operativas de los tramos de vías.

[1] https://www.sea.gob.cl/noticias/sea-publica-guia-para-la-descripcion-de-la-accion-del-transporte-terrestre-en-el-seia

4.2.1.2 Nivel de servicio

Para la estimación de los efectos del Proyecto en los tramos viales se utilizó la metodología indicada en el Manual de Carreteras del MOP 2025, para la estimación de los Niveles de Servicio, para caminos pavimentados de calzada única bidireccional, caminos multicarril y tipo autopista (ver Apéndice 1).

Las variables analizadas, dentro de los niveles de servicio corresponden a:

- Volumen de Servicio, es el volumen máximo compatible con un nivel de servicio dado.
- Capacidad, que define el máximo número de vehículos por unidad de tiempo que puede circular por un dispositivo vial, dadas las características físicas de la vía y la composición del tráfico solicitante.
- Grado de Saturación, que permite verificar el nivel de demanda medido a través de la razón entre la demanda y la capacidad (oferta).
- Nivel de Servicio, que es una medida cualitativa del grado de fluidez en que un camino sirve al tránsito solicitante.

4.2.2 Tiempos de desplazamiento

En esta etapa se analizó el tiempo de desplazamiento por tramo de vía (arco de una red de modelación), este se estimó a partir del tiempo de desplazamiento medido desde la plataforma Google Maps, el flujo vehicular proyectado y capacidad máxima del tramo (ver Apéndice 2 del presente informe).

5. RESULTADOS

5.1 CARACTERIZACIÓN DE LA SITUACIÓN FUTURA

5.1.1 Oferta vial futura

En primera instancia, cabe mencionar que el Proyecto no considera mejoramientos y/o intervenciones en la vialidad, asimismo, tampoco se ha encontrado información respecto de obras nuevas proyectadas sobre la red vial relevante del Proyecto, ya sean proyectos de inversión pública o proyectos de inversión privada.

5.1.2 Periodos y horarios de evaluación

De acuerdo con lo indicado en la sección 5.1.2.1 del Anexo 2.19 (Línea de Base Vial), se analizaron los efectos del Proyecto en los períodos de máxima demanda vehicular, los que corresponde a:

Los periodos horarios de mayor carga vehicular corresponden a:

- Hora Punta Mañana Laboral: 07:45–08:45 Horas.
- Hora Punta Medio Día Laboral: 12:15–13:15 Horas.
- Hora Punta Tarde Laboral: 18:00-19:00 Horas.

5.1.3 Escenario de evaluación

Los escenarios considerados en el presente Estudio Vial son los siguientes:

- **Caso Base (Año peak 2028):** Caso Base al momento del peak de la Situación con Proyecto (Fase de Construcción). En este caso se considera la proyección del flujo vehicular del 2026 al Año 2028 más los flujos vehiculares de proyectos externos con RCA, sin considerar la ejecución del Proyecto.
- **Situación con Proyecto (Año peak 2028):** Peak vehicular en la Fase de Construcción. Este caso simula los efectos en la vialidad circundante, al comparar el Caso Base 2028 (sin Proyecto) y la demanda vehicular asociada a la Fase de Construcción.
- **Caso Base (Año peak 2029):** Caso Base al momento de la Situación con Proyecto (plena Fase de Operación). En este caso se considera la proyección del flujo vehicular del 2026 al Año 2029 más los flujos vehiculares de proyectos externos con RCA, sin considerar la ejecución del Proyecto.
- **Situación con Proyecto (Año peak 2029):** Peak vehicular en la Fase de Operación. Este caso simula los efectos en la vialidad circundante, al comparar el Caso Base 2029 (sin Proyecto) y la demanda vehicular asociada a la Fase de Operación.

5.1.4 Demanda vehicular del Proyecto – Fase de Construcción

Acorde con la información entregada por el Titular del Proyecto, la fecha estimada para el inicio de la Fase de Construcción se prevé que comience en septiembre del año 2027, con una duración de 16 meses aproximadamente, el cual el peak de la fase se dará en el año 2028.

5.1.4.1 Camiones

A partir de los viajes de camiones totales al día (solo ida) entregados por el Titular del Proyecto, se multiplicaron por dos (2) para obtener los viajes de ida y vuelta. Luego, para obtener los viajes a la hora (ida - vuelta), se ocupa la metodología del Volumen 3 del Manual de Carreteras.

Según lo que indica el Volumen 3 del Manual de Carreteras 2025, para estimar el volumen vehicular horario (VH) de una nueva ruta se puede utilizar la relación empírica

extensamente comprobada en caminos de tránsito mixto, que relaciona el VH con el Tránsito Medio Diario Anual (TMDA).

$$\text{VH año i} = 0{,}12 \sim 0{,}18 \text{ del TMDA año i}$$

Donde coeficientes del orden de 0,12 corresponden por lo general a carreteras de tránsito mixto con variaciones estacionales moderadas. Y coeficientes del orden 0,18 se asocian a carreteras con variaciones estacionales marcadas causadas normalmente por componentes de tipo turístico.

La demanda total considerada corresponde a 62 viajes diarios. No obstante, estos viajes no se concentran en un único tramo de la red vial, sino que se distribuyen entre los sectores de IIFF Nueva Subestación Coiquén e IIFF Subestación Seccionadora Las Delicias, de acuerdo con sus respectivos orígenes, destinos y rutas de circulación. En consecuencia, ningún tramo de la red concentra la totalidad de los flujos asociados. El tramo que presenta la mayor demanda alcanza aproximadamente 40 viajes diarios, considerando ambos sentidos de circulación (ida y vuelta). Considerando lo expuesto y estimando una situación operativa conservadora con el Proyecto, se prevé que el 20% de los camiones al día (coeficientes del orden de 0,20) transite en una hora, lo que finalmente resulta un total de 8 camiones a la hora (ida y vuelta), observar Tabla 5-4 de distribución de viajes por tramo.

Cabe señalar que los valores se han redondeado al número entero superior.

Tabla 5-1. Flujo de camiones por tipo de carga - Fase de Construcción año 2028.

Tipo de trasporte	Tipo de vehículo	Origen	Destino	Rutas a utilizar	N° Viajes/día (ida y vuelta)
Áridos	Camión	Cauquenes	IIFF Las Delicias	Ruta 126 S (Ruta Los Conquistadores), Ruta N-50, Ruta N-40, acceso/camino del Proyecto a IIFF Las Delicias	8
Hormigón	Camión	Cauquenes	IIFF Las Delicias	Ruta 126 S (Ruta Los Conquistadores), Ruta N-50, Ruta N-40, acceso/camino del Proyecto a IIFF Las Delicias	2
Agua potable	Camión	Quirihue	IIFF Las Delicias	Ruta N-40, acceso/camino del Proyecto a IIFF Las Delicias	2
Agua industrial	Camión	Cauquenes	IIFF Las Delicias	Ruta 126 S (Ruta Los Conquistadores), Ruta N-50, Ruta N-40, acceso/camino del Proyecto a IIFF Las Delicias	2
Combustible	Camión	Quirihue	IIFF Las Delicias	Quirihue, Ruta N-40, acceso/camino del Proyecto a IIFF Las Delicias	2
Retiro de residuos	Camión	Chillán / Quirihue	IIFF Las Delicias	Ruta 5 Sur, Ruta N-50, Ruta N-40, acceso/camino del Proyecto a IIFF Las Delicias	2
Mantención baños químicos	Camión	Chillán / Quirihue	IIFF Las Delicias	Chillán, Ruta 5 Sur, Ruta N-50, Ruta N-40, acceso/camino del Proyecto a IIFF Las Delicias	2
Áridos	Camión	Cauquenes	IIFF Coiquén	Ruta 126 S (Ruta Los Conquistadores), acceso/camino del Proyecto a IIFF Coiquén	10
Hormigón	Camión	Cauquenes	IIFF Coiquén	Ruta 126 S (Ruta Los Conquistadores), acceso/camino del Proyecto a IIFF Coiquén	2
Agua potable	Camión	Quirihue	IIFF Coiquén	Ruta N-50, Ruta 126 S (Ruta Los Conquistadores), acceso/camino del Proyecto a IIFF Coiquén	2
Agua industrial	Camión	Cauquenes	IIFF Coiquén	Ruta 126 S (Ruta Los Conquistadores), acceso/camino del Proyecto a IIFF Coiquén	2

Tipo de trasporte	Tipo de vehículo	Origen	Destino	Rutas a utilizar	N° Viajes/día (ida y vuelta)
Combustible	Camión	Quirihue	IIFF Coiquén	Ruta N-50, Ruta 126 S (Ruta Los Conquistadores), acceso/camino del Proyecto a IIFF Coiquén	2
Retiro de residuos	Camión	Chillán / Quirihue	IIFF Coiquén	Ruta 5 Sur, Ruta N-50, Ruta 126 S (Ruta Los Conquistadores), acceso/camino del Proyecto a IIFF Coiquén	2
Mantención baños químicos	Camión	Chillán / Quirihue	IIFF Coiquén	Ruta 5 Sur, Ruta N-50, Ruta 126 S (Ruta Los Conquistadores), acceso/camino del Proyecto a IIFF Coiquén	2
Hormigón	Camión	Cauquenes	Frentes LT 2x66 kV	Ruta N-40 y/o Ruta Los Conquistadores, según frente; conexión a caminos públicos/vecinales existentes	2
Acero	Camión	Región Metropolitana / Concepción	Frentes LT 2x66 kV	Ruta 5 Sur y rutas públicas regionales; conexión a Ruta N-40 / Ruta Los Conquistadores según frente	2
Agua potable	Camión	Quirihue	Frentes LT 2x66 kV	Ruta N-40 y/o Ruta Los Conquistadores, según frente	2
Agua industrial	Camión	Cauquenes	Frentes LT 2x66 kV	Ruta N-40 y/o Ruta Los Conquistadores, según frente	2
Combustible	Camión	Quirihue	Frentes LT 2x66 kV	Ruta N-40 y/o Ruta Los Conquistadores, según frente	2
Hormigón	Camión	Cauquenes	Frentes seccionamiento LT 220 kV	Ruta N-40, acceso a Las Delicias; conexión a caminos de seccionamiento	2
Acero	Camión	Región Metropolitana / Concepción	Frentes seccionamiento LT 220 kV	Ruta 5 Sur y rutas públicas regionales, Ruta N-40, acceso Las Delicias	2
Agua potable	Camión	Quirihue	Frentes seccionamiento LT 220 kV	Ruta N-40, acceso Las Delicias; conexión a caminos de seccionamiento	2
Agua industrial	Camión	Cauquenes	Frentes seccionamiento LT 220 kV	Ruta N-40, acceso Las Delicias; conexión a caminos de seccionamiento	2

Tipo de trasporte	Tipo de vehículo	Origen	Destino	Rutas a utilizar	N° Viajes/día (ida y vuelta)
Combustible	Camión	Quirihue	Frentes seccionamiento LT 220 kV	Ruta N-40, acceso Las Delicias; conexión a caminos de seccionamiento	2
				Total general	**62**

Fuente: AMYT, 2026, en base a información proporcionada por Titular del Proyecto.

5.1.4.2 Vehículos livianos

A partir de los viajes de vehículos livianos totales día (solo ida) entregados por el Titular del Proyecto, se multiplicaron por dos (2) para obtener los viajes ida y vuelta. Por último, para calcular los viajes del transporte personal a la hora (ida – vuelta), se considera que un vehículo liviano llega en la mañana al Proyecto y se retira por la tarde.

Se aclara que el flujo considerado corresponde a 6 vehículos livianos por hora, cuya distribución se realiza entre los distintos tramos de acceso al Proyecto. En particular, 3 vehículos livianos por hora ingresan por unos tramos y los 3 vehículos livianos por hora restantes ingresan por otros tramos, manteniéndose en todo momento un flujo total de 6 vehículos livianos por hora. Por lo tanto, la distribución por tramos no representa un incremento del flujo total, sino únicamente la asignación de los vehículos según las diferentes rutas de ingreso al Proyecto.

Cabe señalar que los valores se han redondeado al número entero superior.

Tabla 5-2. Viajes de vehículos livianos - Fase de Construcción año 2028.

Tipo de trasporte	Tipo de vehículo	Origen	Destino	Rutas a utilizar	N° Viajes/día (ida y vuelta)	N° Viajes/hora (ida y vuelta)
Traslado supervisión	Camioneta	Quirihue	IIFF Las Delicias	Ruta N-40, acceso/camino del Proyecto a IIFF Las Delicias	4	2
Insumos menores furgón	Furgón	Quirihue / Cauquenes	IIFF Las Delicias	Cauquenes o Quirihue, Ruta N-50, Ruta N-40, acceso/camino del Proyecto a IIFF Las Delicias	2	1
Traslado supervisión	Camioneta	Quirihue	IIFF Coiquén	Ruta N-50, Ruta 126 S (Ruta Los Conquistadores), acceso/camino del Proyecto a IIFF Coiquén	4	2
Insumos menores	Furgón	Quirihue / Cauquenes	IIFF Coiquén	Ruta N-50, Ruta 126 S (Ruta Los Conquistadores), acceso/camino del	2	1

Tipo de trasporte	Tipo de vehículo	Origen	Destino	Rutas a utilizar	N° Viajes/día (ida y vuelta)	N° Viajes/hora (ida y vuelta)
				Proyecto a IIFF Coiquén		
				Total general	**12**	**6**

Fuente: AMYT, 2026, en base a información proporcionada por Titular del Proyecto.

5.1.4.3 Buses

A partir de los viajes de buses totales día (solo ida) entregados por el Titular del Proyecto, se multiplicaron por dos (2) para obtener los viajes ida y vuelta. Por último, para calcular los viajes del transporte personal a la hora (ida – vuelta) se considera que un bus llega en la mañana al Proyecto y se retira por la tarde.

Se aclara que el flujo considerado corresponde a 5 buses por hora, cuya distribución se realiza entre los distintos tramos de acceso al Proyecto. En particular, 2 buses por hora ingresan por unos tramos y los 3 buses por hora restantes ingresan por otros tramos, manteniéndose en todo momento un flujo total de 5 buses por hora. Por lo tanto, la distribución por tramos no representa un incremento del flujo total, sino únicamente la asignación de los buses según las diferentes rutas de ingreso al Proyecto.

Cabe señalar que los valores se han redondeado al número entero superior.

Tabla 5-3. Viajes de Buses - Fase de Construcción año 2028.

Tipo de trasporte	Tipo de vehículo	Origen	Destino	Rutas a utilizar	N° Viajes/día (ida y vuelta)	N° Viajes/hora (ida y vuelta)
Traslado personal	Bus	Quirihue	IIFF Las Delicias	Ruta N-40, acceso/camino del Proyecto a IIFF Las Delicias	6	3
Traslado personal	Bus	Quirihue	IIFF Coiquén	Ruta N-50, Ruta 126 S (Ruta Los Conquistadores), acceso/camino del Proyecto a IIFF Coiquén	4	2
				Total, general	**10**	**5**

Fuente: AMYT, 2026, en base a información proporcionada por Titular del Proyecto.

5.1.4.4 Asignación de viajes a los tramos

En la tabla a continuación, se presenta el flujo de Proyecto por tramo en viajes/hora y viajes/día, en el escenario de evaluación, donde: LIV: vehículos livianos, CAM: camiones.

Cabe destacar que se representa la peor condición de flujo de Proyecto, es decir, que todos los camiones, vehículos livianos y buses circulan en la misma hora y al mismo tiempo. Se debe tener en cuenta que, esto es un escenario bastante conservador y que en la realidad es poco probable que se dé. Sin embargo, otorga mayores garantías de que la infraestructura vial soporte la demanda del Proyecto.

Tabla 5-4. Asignación de viajes – Fase de Construcción año 2028 (ida y vuelta).

Tramo	Viajes/día			Viajes/hora		
	LIV	CAM	BUS	LIV	CAM	BUS
Tramo 1	0	10	0	0	2	0
Tramo 2	0	10	0	0	2	0
Tramo 3	0	10	0	0	2	0
Tramo 4	6	38	4	3	8	2
Tramo 5	6	38	4	3	8	2
Tramo 6	6	34	4	3	7	2
Tramo 7	6	40	6	3	8	3
Tramo 8	6	40	6	3	8	3
Tramo 9	6	40	6	3	8	3
Tramo 10	0	10	0	0	2	0
Tramo 11	0	10	0	0	2	0

Fuente: AMYT, 2026, en base a información proporcionada por Titular del Proyecto.

- Tramo 1: Ruta N-410, entre Acceso Proyecto Torre 19 y Ruta S/R-N-436
- Tramo 2: Ruta N-410, entre Ruta S/R-N-436 y Miramar
- Tramo 3: Ruta N-410, entre Miramar y Av. Arturo Prat (Ruta 126 S)
- Tramo 4: Av. Arturo Prat (Ruta 126 S), entre Maipú (Ruta N-40) y Agustín Moulet
- Tramo 5: Ruta Los Conquistadores (Ruta 126 S), entre Agustín Moulet y Ruta N-50
- Tramo 6: Ruta Los Conquistadores (Ruta 126 S), entre Ruta N-50 y Acceso Proyecto Torre 35
- Tramo 7: Maipú (Ruta N-40), entre Av. Arturo Prat (Ruta 126 S) y Héroes de la Concepción
- Tramo 8: Ruta N-40, entre Héroes de la Concepción y Ruta S/R-N-418
- Tramo 9: Ruta S/R-N-418, entre Ruta N-40 y Acceso Proyecto Subestación
- Tramo 10: C. O´Higgins, entre Av. Arturo Prat (Ruta 126 S) y Huichahue
- Tramo 11: Ruta S/R-N-418, entre Huichahue y Acceso Proyecto Torre 12

5.1.5 Demanda vehicular del Proyecto – Fase de Operación

Acorde con la información entregada por el Titular del Proyecto, la fecha estimada para la modelación de la Fase de Operación será en el Año 2029. El cual el Proyecto se encontrará en plena operación.

Se debe mencionar que, para la estimación de los viajes mensuales y diarios durante la Fase de Operación, se asumirá el escenario más desfavorable, considerando 22 días laborales al mes y una jornada laboral de 9 horas.

5.1.5.1 Camiones

A partir de los viajes de camiones totales al año (ida y vuelta) entregados por el Titular del Proyecto, se determina la cantidad de viajes mensuales, esto se realizó distribuyendo los viajes anuales de acuerdo con la cantidad de jornadas asociadas a cada actividad, y luego para determinar los viajes al día se dividió por 22, correspondiente a la totalidad de días trabajados durante un mes. Por último, para obtener los viajes a la hora (ida - vuelta), se ocupa la metodología del Volumen 3 del Manual de Carreteras.

Según lo que indica el Volumen 3 del Manual de Carreteras 2025, para estimar el volumen vehicular horario (VH) de una nueva ruta se puede utilizar la relación empírica extensamente comprobada en caminos de tránsito mixto, que relaciona el Tránsito Medio Diario Anual (TMDA).

$$\text{VH año i} = 0{,}12 \sim 0{,}18 \text{ del TMDA año i}$$

Donde coeficientes del orden de 0,12 corresponden por lo general a carreteras de tránsito mixto con variaciones estacionales moderadas. Y coeficientes del orden 0,18 se asocian a carreteras con variaciones estacionales marcadas causadas normalmente por componentes de tipo turístico.

Considerando lo expuesto y estimando una situación operativa conservadora con el Proyecto, se prevé que el 20% de los camiones al día (coeficientes del orden de 0,20) transite en una hora, lo que finalmente resulta un total de 3 camiones a la hora (ida y vuelta).

Cabe señalar que los valores se han redondeado al número entero superior.

Tabla 5-5. Flujo de camiones por tipo de carga - Fase de Operación año 2029.

Tipo de trasporte	Tipo de vehículo	Origen	Destino	Rutas a utilizar	N° Viajes/año (ida y vuelta)	N° Viajes/mes (ida y vuelta)	N° Viajes/día (ida y vuelta)
Agua	Camión	Quirihue	Quirihue	Ruta N-40 hacia SE Las Delicias; N-50 y Ruta 126 S hacia Coiquén	16	2	1
Combustible	Camión	Quirihue	Quirihue	Ruta N-40; N-50 y Ruta 126 S para Coiquén	4	2	1
Insumos	Camión	Cauquenes	Quirihue	Ruta 126 S (Los Conquistadores), N-50 y N-40, según sector	20	2	1
Maquinaria	Camión	Chillán	Quirihue	Ruta 5 Sur, N-50, N-40 y Ruta 126 S, según sector	6	6	1
Equipos y repuestos	Camión	Chillán / Concepción	Quirihue	Ruta 5 Sur, N-50, N-40 y Ruta 126 S, según componente	8	8	1
Residuos	Camión	Quirihue	Chillán Viejo	N-40/N-50 y Ruta 126 S según origen; Ruta 5 Sur y acceso local a Chillán Viejo	24	2	1
Residuos	Camión	Quirihue	Chillán Viejo	N-40/N-50 y Ruta 126 S según origen; Ruta 5 Sur y acceso local a Chillán Viejo	4	2	1
Residuos peligrosos	Camión	Quirihue	Florida	N-40/N-50 y Ruta 126 S según origen; Ruta 5 Sur; Ruta 146 Concepción-Cabrero; acceso km 51,6	4	2	1
Residuos vegetales	Camión	Quirihue	Chillán / Chillán Viejo	Ruta N-40, N-50 y Ruta 126 S; Ruta 5 Sur según destino final	20	5	1
Sanitario	Camión	Quirihue	Quirihue	Ruta N-40 y acceso urbano a Quirihue	2	2	1
Sanitario	Camión	Quirihue	Quirihue	Ruta 126 S (Los Conquistadores), N-50 y acceso urbano a Quirihue	2	2	1
Sanitario	Camión	Quirihue / Chillán	Quirihue / Chillán	N-40, N-50, Ruta 126 S y Ruta 5 Sur, según base y frente	24	2	1
Residuos de mantenimiento mayor	Camión	Quirihue	Florida / Concepción	N-40/N-50 y Ruta 126 S; Ruta 5 Sur; Ruta 146, según destino	4	1	1
				Total general	**138**	**38**	**13**

Fuente: AMYT, 2026, en base a información proporcionada por Titular del Proyecto.

5.1.5.2 Vehículos livianos

A partir de los viajes de vehículos livianos al año (ida y vuelta) entregados por el Titular del Proyecto, se determina la cantidad de viajes mensuales, esto se realizó distribuyendo los viajes anuales de acuerdo con la cantidad de jornadas asociadas a cada actividad, y luego para determinar los viajes al día se dividió por 22, correspondiente a la totalidad de días trabajados durante un mes. Por último, para calcular los viajes del transporte personal a la hora (ida – vuelta) se considera que un vehículo liviano llega en la mañana al Proyecto y se retira por la tarde.

Como escenario conservador, se considera que la totalidad de los viajes asociados al traslado de personal se concentra en un mismo día y dentro de una misma hora, representando así la condición de mayor demanda vehicular sobre la red vial. No obstante, considerando que las actividades asociadas a las líneas de transmisión eléctrica corresponden principalmente a labores de mantención, resulta poco probable que todos estos desplazamientos se produzcan de manera simultánea, dado que dichas actividades se desarrollan de forma puntual y en distintos períodos, de acuerdo con los requerimientos de mantención.

Cabe señalar que los valores se han redondeado al número entero superior.

Tabla 5-6. Viajes de vehículos livianos - Fase de Operación año 2029.

Tipo de trasporte	Tipo de vehículo	Origen	Destino	Rutas a utilizar	N° Viajes/año (ida y vuelta)	N° Viajes/mes (ida y vuelta)	N° Viajes/día (ida y vuelta)	N° Viajes/hora (ida y vuelta)
Traslado personal	Camioneta	Cobquecura	Quirihue	Ruta N-40; conexión N-50 y Ruta 126 S (Los Conquistadores) para S/E Coiquén	208	4	2	1
Traslado personal	Camioneta	Cobquecura	Quirihue	Ruta N-40; conexión N-50 y Ruta 126 S para S/E Coiquén	32	4	2	1
Traslado personal	Camioneta	Cobquecura	Quirihue	Ruta N-40; conexión N-50 y Ruta 126 S para S/E Coiquén	16	4	2	1
Traslado personal	Camioneta	Cobquecura	Quirihue	Ruta N-40, N-50 y Ruta 126 S, según el sector intervenido	40	4	2	1
Traslado personal	Camioneta	Cobquecura	Quirihue	Ruta N-40, N-50 y Ruta 126 S, según componente	16	4	2	1
Traslado personal	Camioneta	Cobquecura	Quirihue	Ruta N-40, N-50 y Ruta 126 S, según sector	40	4	2	1
Traslado personal	Camioneta	Cobquecura	Quirihue	Ruta N-40, N-50 y Ruta 126 S, según evento	12	4	2	1
Traslado personal	Camioneta	Cobquecura	Quirihue	Ruta N-40, N-50 y Ruta 126 S, según componente	40	4	2	1

Tipo de trasporte	Tipo de vehículo	Origen	Destino	Rutas a utilizar	N° Viajes/año (ida y vuelta)	N° Viajes/mes (ida y vuelta)	N° Viajes/día (ida y vuelta)	N° Viajes/hora (ida y vuelta)
Total general					**404**	**32**	**16**	**8**

Fuente: AMYT, 2026, en base a información proporcionada por Titular del Proyecto.

5.1.5.3 Asignación de viajes a los tramos

En las tablas a continuación, se presenta el flujo de Proyecto por tramo en viajes/hora y viajes/día, en el escenario de evaluación, donde: LIV: vehículos livianos, CAM: camiones.

Cabe destacar que, se representa la peor condición de flujo de Proyecto, es decir, que todos los camiones y vehículos livianos circulan en la misma hora y al mismo tiempo. Se debe tener en cuenta que, esto es un escenario bastante conservador y que en la realidad es poco probable que se dé. Sin embargo, otorga mayores garantías de que la infraestructura vial soporte la demanda del Proyecto.

Tabla 5-7. Asignación de viajes – Fase de Operación año 2029 (ida y vuelta).

Tramo	Viajes/día			Viajes/hora		
	LIV	CAM	BUS	LIV	CAM	BUS
Tramo 1	10	10	0	5	2	0
Tramo 2	10	10	0	5	2	0
Tramo 3	10	10	0	5	2	0
Tramo 4	16	13	0	8	3	0
Tramo 5	16	13	0	8	3	0
Tramo 6	16	13	0	8	3	0
Tramo 7	10	11	0	5	3	0
Tramo 8	10	11	0	5	3	0
Tramo 9	10	11	0	5	3	0
Tramo 10	10	10	0	5	2	0
Tramo 11	10	10	0	5	2	0

Fuente: AMYT, 2026, en base a información proporcionada por Titular del Proyecto.

- Tramo 1: Ruta N-410, entre Acceso Proyecto Torre 19 y Ruta S/R-N-436
- Tramo 2: Ruta N-410, entre Ruta S/R-N-436 y Miramar
- Tramo 3: Ruta N-410, entre Miramar y Av. Arturo Prat (Ruta 126 S)
- Tramo 4: Av. Arturo Prat (Ruta 126 S), entre Maipú (Ruta N-40) y Agustín Moulet
- Tramo 5: Ruta Los Conquistadores (Ruta 126 S), entre Agustín Moulet y Ruta N-50
- Tramo 6: Ruta Los Conquistadores (Ruta 126 S), entre Ruta N-50 y Acceso Proyecto Torre 35
- Tramo 7: Maipú (Ruta N-40), entre Av. Arturo Prat (Ruta 126 S) y Héroes de la Concepción
- Tramo 8: Ruta N-40, entre Héroes de la Concepción y Ruta S/R-N-418
- Tramo 9: Ruta S/R-N-418, entre Ruta N-40 y Acceso Proyecto Subestación
- Tramo 10: C. O´Higgins, entre Av. Arturo Prat (Ruta 126 S) y Huichahue
- Tramo 11: Ruta S/R-N-418, entre Huichahue y Acceso Proyecto Torre 12

5.1.6 Demanda vehicular de Proyectos externos con RCA aprobada

De acuerdo con los antecedentes existentes en la página web del SEA (Servicio de Evaluación Ambiental), entre enero de 2020 a julio de 2026, en el Área de Análisis Vial existen Proyectos con RCA aprobada que tienen relación directa con la componente vial de Proyecto, donde se comparten las rutas de transporte de carga en la situación con Proyecto.

Los criterios utilizados para tal determinación fueron:

- Descartar los Proyectos que estaban en Construcción u operando en el 2026, ya que este Año coincide con el levantamiento de información de terreno para la Línea de Base Vial y, por lo tanto, los flujos vehiculares asociados a estos fueron registrados en aquella campaña.

- De los Proyectos restante, se revisó el Año de obtención de RCA y se determinó la fecha posible del peak de Construcción e inicio de Operación, de acuerdo con el cronograma de ejecución de cada uno de estos.

- Posterior a este análisis, se realizó una revisión exhaustiva de la "Componente de Transporte", verificando los orígenes/destinos de los viajes, Rutas principales y la propia demanda vehicular de cada uno de los Proyectos analizados. De esta forma, se determinaron los Proyectos que utilizarán las mismas Rutas y que, además, tuvieran información de los flujos vehiculares que generaría el Proyecto.

Los Proyectos revisados se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 5-8. Proyectos externos con RCA aprobada que utilizan la misma vialidad pública.

Proyecto	Estado	Comentario
Parque Fotovoltaico Alcaldesa[2]	Aprobado RCA 64/2020	El flujo vehicular asociado al proyecto fue registrado mediante las mediciones realizadas en terreno en el marco del presente estudio.
Nueva Línea de Subtransmisión Eléctrica de 66 kV Ninhue - Quirihue[3]	Aprobado RCA 56/2009	El flujo vehicular asociado al proyecto fue registrado mediante las mediciones realizadas en terreno en el marco del presente estudio.
Mejoramiento Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de Quirihue[4]	Aprobado RCA 79/2019	El flujo vehicular asociado al proyecto fue registrado mediante las mediciones realizadas en terreno en el marco del presente estudio.

[2] https://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=normal&id_expediente=2144519126
[3] https://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=normal&id_expediente=3022362
[4] https://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=normal&id_expediente=2141864329

Proyecto	Estado	Comentario
Sistema de Transmisión Zonal Grupo 3 S/E Itahue- S/E Hualqui[5]	Aprobado RCA 202599101936/2025	Se reviso y se descartó la utilización de rutas viales comunes entre ambos proyectos.

Fuente: AMYT, 2026.

5.2 EFECTOS DEL PROYECTO EN FASE DE CONSTRUCCIÓN 2028

A continuación, se presenta una actualización de los indicadores operacionales principales en tramos de vías, proyectando la demanda vehicular del Año 2026 a los cortes temporales del Proyecto, particularmente en el Año 2028, correspondiente a la Fase de Construcción.

De acuerdo con la red vial relevante analizada en el presente Estudio, se estiman indicadores operacionales (grado de saturación, capacidad y nivel de servicio), para caminos con calzada única bidireccional, de acuerdo con lo expuesto en el Apéndice 1.

5.2.1 Indicadores operacionales en tramos de vías

5.2.1.1 Análisis de caminos con calzada única bidireccional (CUB)

En la tabla siguiente se presenta el flujo vehicular horario de modelación en caminos bidireccionales en Año 2028, en los períodos de máxima demanda de cada tramo (veh/h). Además, se debe mencionar que los camiones del proyecto son cargados en los tres períodos de modelación.

Tabla 5-9. Flujo de modelación en caminos con calzada única bidireccional CUB – Caso Base 2028 y Situación con Proyecto 2028.

Tramo	Período	Horario peak Período de máxima demanda vehicular	Caso Base 2028			Situación con Proyecto 2028		
			LIV[6]	CAM	BUS	LIV	CAM	BUS
Tramo 1	PM	07:45-08:45	20	7	0	20	9	0
Tramo 1	PMD	12:15-13:15	23	8	0	23	10	0
Tramo 1	PT	18:00-19:00	39	7	0	39	9	0
Tramo 2	PM	07:45-08:45	97	10	0	97	12	0
Tramo 2	PMD	12:15-13:15	76	29	0	76	31	0
Tramo 2	PT	18:00-19:00	111	11	0	111	13	0
Tramo 5	PM	07:45-08:45	165	35	9	168	43	11
Tramo 5	PMD	12:15-13:15	134	49	5	134	57	5

[5] https://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=normal&id_expediente=2147970091

[6] LIV: Livianos; CAM: Camión

Tramo	Período	Horario peak Período de máxima demanda vehicular	Caso Base 2028			Situación con Proyecto 2028		
			LIV[6]	CAM	BUS	LIV	CAM	BUS
Tramo 5	PT	18:00-19:00	226	37	8	229	45	10
Tramo 6	PM	07:45-08:45	343	44	15	346	51	17
Tramo 6	PMD	12:15-13:15	289	55	12	289	62	12
Tramo 6	PT	18:00-19:00	381	40	15	384	47	17
Tramo 8	PM	07:45-08:45	143	30	6	146	38	9
Tramo 8	PMD	12:15-13:15	117	29	3	117	37	3
Tramo 8	PT	18:00-19:00	118	23	5	121	31	8

Fuente: AMYT, 2026.

- Tramo 1: Ruta N-410, entre Acceso Proyecto Torre 19 y Ruta S/R-N-436
- Tramo 2: Ruta N-410, entre Ruta S/R-N-436 y Miramar
- Tramo 5: Ruta Los Conquistadores (Ruta 126 S), entre Agustín Moulet y Ruta N-50
- Tramo 6: Ruta Los Conquistadores (Ruta 126 S), entre Ruta N-50 y Acceso Proyecto Torre 35
- Tramo 8: Ruta N-40, entre Héroes de la Concepción y Ruta S/R-N-418

A continuación, se presenta el análisis diferencial realizado para los distintos tramos de rutas con calzada única bidireccional (CUB), el cual se apoya mediante las tablas resumen, señalando los resultados del Caso Base 2028 y Situación con Proyecto 2028.

Las variables analizadas corresponden a:

- Volumen de Servicio (VS), es el volumen máximo compatible con un nivel de servicio dado.
- Capacidad (C), es el máximo número de vehículos por unidad de tiempo que puede circular por un dispositivo vial, dadas las características físicas de la vía y la composición del tráfico solicitante.
- Grado de Saturación (GS) es el nivel de demanda medido a través de la razón entre la demanda y la capacidad (oferta).
- Nivel de Servicio (NS) es una medida cualitativa del grado de fluidez en que un camino sirve al tránsito solicitante.
    - Nivel de Servicio A: Representa la condición de flujo estable que se da con bajos volúmenes y altas velocidades a elección del conductor.
    - Nivel de Servicio B: Representa la condición de flujo estable. Los conductores aún pueden seleccionar sus velocidades con libertad razonable.
    - Nivel de Servicio C: Representa aún la condición de flujo estable, pero las velocidades y la maniobrabilidad están controladas por los altos volúmenes de tránsito.

- Nivel de Servicio D: Representa el inicio del flujo inestable, con volúmenes del orden, aunque algo menores, que los correspondientes a la capacidad del camino.
- Nivel de Servicio E: Representa la capacidad del camino o carretera y, por lo tanto, el volumen máximo absoluto que puede alcanzarse en la vía de estudio.
- Nivel de servicio F: Representa un flujo forzado, con características impredecibles. Las velocidades de Operación son menores que 48 km/h, y los volúmenes están bajo los 2.000 vehículos livianos por hora.

Tabla 5-10. Modelación en caminos con calzada única bidireccional CUB – Caso Base 2028 y Situación con Proyecto 2028.

Tramo	Período	Horario peak Período de máxima demanda vehicular	Caso Base 2028				Situación con Proyecto 2028			
			Volumen de Servicio	Capacidad	Grado de Saturación	Nivel de Servicio	Volumen de Servicio	Capacidad	Grado de Saturación	Nivel de Servicio
Tramo 1	PM	07:45-08:45	47	1.041	4,5%	B	50	946	5,3%	B
Tramo 1	PMD	12:15-13:15	41	1.110	3,7%	B	44	1.020	4,3%	B
Tramo 1	PT	18:00-19:00	51	1.164	4,4%	B	53	1.070	5,0%	B
Tramo 2	PM	07:45-08:45	146	1.342	10,9%	B	149	1.280	11,6%	B
Tramo 2	PMD	12:15-13:15	200	876	22,8%	C	204	854	23,9%	C
Tramo 2	PT	18:00-19:00	236	1.264	18,6%	B	239	1.211	19,8%	C
Tramo 5	PM	07:45-08:45	251	1.774	14,2%	B	267	1.730	15,4%	C
Tramo 5	PMD	12:15-13:15	226	1.764	12,8%	B	236	1.724	13,7%	B
Tramo 5	PT	18:00-19:00	324	1.951	16,6%	C	340	1.909	17,8%	C
Tramo 6	PM	07:45-08:45	468	1.989	23,5%	C	482	1.962	24,6%	C
Tramo 6	PMD	12:15-13:15	417	1.917	21,8%	B	425	1.891	22,5%	C
Tramo 6	PT	18:00-19:00	498	2.024	24,6%	C	512	1.997	25,6%	C
Tramo 8	PM	07:45-08:45	263	2.004	13,1%	B	284	1.943	14,6%	B
Tramo 8	PMD	12:15-13:15	178	1.972	9,0%	B	188	1.908	9,8%	B
Tramo 8	PT	18:00-19:00	171	1.899	9,0%	B	188	1.828	10,3%	B

Fuente: AMYT, 2026.

- Tramo 1: Ruta N-410, entre Acceso Proyecto Torre 19 y Ruta S/R-N-436
- Tramo 2: Ruta N-410, entre Ruta S/R-N-436 y Miramar
- Tramo 5: Ruta Los Conquistadores (Ruta 126 S), entre Agustín Moulet y Ruta N-50
- Tramo 6: Ruta Los Conquistadores (Ruta 126 S), entre Ruta N-50 y Acceso Proyecto Torre 35
- Tramo 8: Ruta N-40, entre Héroes de la Concepción y Ruta S/R-N-418

En la siguiente tabla, se presenta la comparación de resultados por tramo en Caso Base 2028 y Situación con Proyecto 2028 para cada período analizado.

Tabla 5-11. Resumen Niveles de Servicio y grados de saturación en caminos con calzada única bidireccional CUB - Caso Base 2028 y Situación con Proyecto 2028.

Tramo	Periodo	Nivel de servicio		Grado de saturación		
		Caso Base 2028	Situación con Proyecto 2028	Caso Base 2028	Situación con Proyecto 2028	Variación % Saturación Base vs Proyecto
Tramo 1	PM	B	B	4,5%	5,3%	0,8%
Tramo 1	PMD	B	B	3,7%	4,3%	0,6%
Tramo 1	PT	B	B	4,4%	5,0%	0,6%
Tramo 2	PM	B	B	10,9%	11,6%	0,7%
Tramo 2	PMD	C	C	22,8%	23,9%	1,1%
Tramo 2	PT	B	C	18,6%	19,8%	1,2%
Tramo 5	PM	B	C	14,2%	15,4%	1,2%
Tramo 5	PMD	B	B	12,8%	13,7%	0,9%
Tramo 5	PT	C	C	16,6%	17,8%	1,2%
Tramo 6	PM	C	C	23,5%	24,6%	1,1%
Tramo 6	PMD	B	C	21,8%	22,5%	0,7%
Tramo 6	PT	C	C	24,6%	25,6%	1,0%
Tramo 8	PM	B	B	13,1%	14,6%	1,5%
Tramo 8	PMD	B	B	9,0%	9,8%	0,8%
Tramo 8	PT	B	B	9,0%	10,3%	1,3%

Fuente: AMYT, 2026.

- Tramo 1: Ruta N-410, entre Acceso Proyecto Torre 19 y Ruta S/R-N-436
- Tramo 2: Ruta N-410, entre Ruta S/R-N-436 y Miramar
- Tramo 5: Ruta Los Conquistadores (Ruta 126 S), entre Agustín Moulet y Ruta N-50
- Tramo 6: Ruta Los Conquistadores (Ruta 126 S), entre Ruta N-50 y Acceso Proyecto Torre 35
- Tramo 8: Ruta N-40, entre Héroes de la Concepción y Ruta S/R-N-418

De los resultados obtenidos entre el Caso Base y la Situación con Proyecto Año 2028 en Fase de Construcción, se observó variación en el nivel de servicio de "B" a "C", específicamente en el Tramo 2 (Ruta N-410, entre Ruta S/R-N-436 y Miramar) en el periodo punta tarde, el Tramo 5 (Ruta Los Conquistadores (Ruta 126 S), entre Agustín Moulet y Ruta N-50) en periodo punta mañana, y en el Tramo 6 (Ruta Los Conquistadores (Ruta 126 S), entre Ruta N-50 y Acceso Proyecto Torre 35) en el periodo punta mediodía, sin embargo, el grado de saturación no supera el 23% con el Proyecto.

Cabe indicar que los niveles de servicio B y C obtenidos en los análisis realizados corresponden a condiciones de flujo estable. En particular, el Nivel de Servicio B presenta

condiciones favorables de circulación, con leves restricciones en la velocidad y libertad de maniobra, mientras que el Nivel de Servicio C evidencia una mayor interacción entre vehículos, donde las velocidades de operación y la libertad de maniobra se encuentran condicionadas por el volumen de tránsito existente. No obstante, ambos niveles representan condiciones operacionales estables, sin evidenciar situaciones de congestión vehicular. En este contexto no se registran alteraciones de las mismas producto del aporte del Proyecto. Aún existe capacidad vial de reserva para recibir el flujo vehicular de Proyecto, puesto que el grado de saturación máximo es de 26% en situación con Proyecto, siendo menor al 85% (capacidad vial práctica de reserva[7]) de acuerdo al Decreto 30 del MTT.

Ante lo expuesto, se concluye que los efectos del Proyecto son catalogados como leves y no se prevé una alteración mayor en la red vial analizada, que signifique un aumento significativo en los tiempos de desplazamientos.

Finalmente, cabe destacar que las obras de construcción tienen carácter temporal y se reducirá el flujo vehicular una vez concluidas.

5.2.1.2 Análisis de caminos tipo multipista

En la tabla a continuación se presenta el flujo vehicular horario de modelación en caminos tipo multipista en el Caso Base 2028 y Situación con Proyecto 2028, en los períodos de máxima demanda de cada tramo (veh/h).

Tabla 5-12.Flujo de modelación en caminos tipo multipista – Caso Base 2028 y Situación con Proyecto 2028.

Tramo	Periodo	Horario peak Período de máxima demanda vehicular	Caso Base 2028			Situación con proyecto 2028		
			LIV[8]	CAM	BUS	LIV	CAM	BUS
Tramo 4	PM	07:45-08:45	619	57	15	622	65	17
Tramo 4	PMD	12:15-13:15	400	69	7	400	77	7
Tramo 4	PT	18:00-19:00	631	66	14	634	74	16

Fuente: AMYT, 2026.

- Tramo 4: Av. Arturo Prat (Ruta 126 S), entre Maipú (Ruta N-40) y Agustín Moulet

A continuación, se presenta el análisis diferencial realizado para los distintos tramos de rutas con caminos tipo multipista, el cual se apoya mediante las tablas resumen, señalando los resultados del Caso Base y Situación con Proyecto 2028.

[7] De acuerdo al Decreto 30 del MTT.
[8] LIV: Livianos; CAM: Camión

Tabla 5-13. Modelación circulación no interrumpida para condición de circulación para caminos tipo multipista – Caso Base 2028 y Situación con Proyecto 2028.

Tramo	Período	Horario peak Período de máxima demanda vehicular	Caso Base 2028				Situación con proyecto 2028			
			IMS	VL	Densidad	NS	IMS	VL	Densidad	NS
Tramo 4	PM	07:45-08:45	315	57	6	A	323	57	6	A
Tramo 4	PMD	12:15-13:15	200	57	4	A	205	57	4	A
Tramo 4	PT	18:00-19:00	262	57	5	A	268	57	5	A

Fuente: AMYT, 2026.

Nota:
IMS: intensidad máxima de servicio (vehículos livianos / hora / pista)
VL: Velocidad de flujo libre Km/h
D: Densidad (vehículos livianos / Km / pista)
NS: Nivel de Servicio

- Tramo 4: Av. Arturo Prat (Ruta 126 S), entre Maipú (Ruta N-40) y Agustín Moulet

En la siguiente tabla, se presenta la comparación de resultados por tramo en Caso Base 2028 y Situación con Proyecto 2028 para cada período analizado.

Tabla 5-14. Resumen niveles de servicio en caminos tipo multipista – Caso Base 2028 y Situación con Proyecto 2028.

Tramo	Periodo	Horario peak Período de máxima demanda vehicular	Caso Base 2028	Situación con proyecto 2028
Tramo 4	PM	07:45-08:45	A	A
Tramo 4	PMD	12:15-13:15	A	A
Tramo 4	PT	18:00-19:00	A	A

Fuente: AMYT, 2026.

- Tramo 4: Av. Arturo Prat (Ruta 126 S), entre Maipú (Ruta N-40) y Agustín Moulet

De los resultados indicados en la tabla anterior, no se aprecia variación en los niveles de servicio entre el Caso Base y la Situación con Proyecto 2028 para los caminos tipo multipistas, el nivel de servicio en todos los periodos fue "A", lo que representa flujo vehicular libre en donde existe libertad de maniobra y capacidad vial de reserva.

Finalmente, cabe destacar que las obras de construcción tienen carácter temporal y se reducirá el flujo vehicular una vez concluidas.

5.2.1.3 Análisis de caminos tipo urbanos

En la siguiente tabla, se presenta el flujo vehicular horario de modelación en caminos tipo urbanos para el Caso Base 2028 y la Situación con Proyecto 2028, en los períodos de máxima demanda de cada tramo (veh/h).

Tabla 5-15. Flujo de modelación en caminos tipo urbano – Caso Base 2028 y la Situación con Proyecto 2028.

Tramo	Período	Horario peak Período de máxima demanda vehicular	Caso Base 2028			Situación con Proyecto 2028		
			LIV[9]	CAM	BUS	LIV	CAM	BUS
Tramo 3	PM	07:45-08:45	151	14	0	151	16	0
Tramo 3	PMD	12:15-13:15	97	37	0	97	39	0
Tramo 3	PT	18:00-19:00	169	15	0	169	17	0
Tramo 7	PM	07:45-08:45	237	22	5	240	30	8
Tramo 7	PMD	12:15-13:15	125	28	2	125	36	2
Tramo 7	PT	18:00-19:00	135	19	4	138	27	7
Tramo 10	PM	07:45-08:45	318	7	0	318	9	0
Tramo 10	PMD	12:15-13:15	186	11	0	186	13	0
Tramo 10	PT	18:00-19:00	208	3	0	208	5	0

Fuente: AMYT, 2026.

- Tramo 3: Ruta N-410, entre Miramar y Av. Arturo Prat (Ruta 126 S)
- Tramo 7: Maipú (Ruta N-40), entre Av. Arturo Prat (Ruta 126 S) y Héroes de la Concepción
- Tramo 10: C. O´Higgins, entre Av. Arturo Prat (Ruta 126 S) y Huichahue

En la tabla a continuación, se presenta el incremento del volumen del flujo vehicular entre el Caso Base 2028 y la Situación con Proyecto 2028.

Tabla 5-16. Incremento del volumen del flujo vehicular en tramos urbanos – Caso Base 2028 y la Situación con Proyecto 2028.

Tramo	Periodo	Horario peak Período de máxima demanda vehicular	Caso Base 2028	Situación con Proyecto 2028
Tramo 3	PM	07:45-08:45	165	167
Tramo 3	PMD	12:15-13:15	134	136
Tramo 3	PT	18:00-19:00	184	186
Tramo 7	PM	07:45-08:45	264	278
Tramo 7	PMD	12:15-13:15	155	163
Tramo 7	PT	18:00-19:00	158	172
Tramo 10	PM	07:45-08:45	325	327
Tramo 10	PMD	12:15-13:15	197	199
Tramo 10	PT	18:00-19:00	211	213

Fuente: AMYT, 2026.

- Tramo 3: Ruta N-410, entre Miramar y Av. Arturo Prat (Ruta 126 S)
- Tramo 7: Maipú (Ruta N-40), entre Av. Arturo Prat (Ruta 126 S) y Héroes de la Concepción

[9] LIV: Livianos; CAM: Camión

- Tramo 10: C. O´Higgins, entre Av. Arturo Prat (Ruta 126 S) y Huichahue

De la tabla anterior, en el camino urbano, se puede observar que en el Caso Base 2028, los flujos vehiculares son bajos desde la condición basal en los tramos analizados. Al incorporar el flujo generado por el Proyecto máximo (3 vehículos livianos, 8 camiones y 3 buses a la hora), se puede observar un aumento no significativo respecto a la condición basal.

En resumen y, a partir de los resultados, se aprecia que el efecto del Proyecto es menor, dado que la inducción del flujo vehicular del proyecto no es elevada, siendo 14 vehículos máximos a la hora (lo que representa 1 vehículo cada 4 minutos y 17 segundos aproximadamente).

Considerando lo anterior, los efectos del Proyecto son catalogados como leves y no se prevé una alteración a la red vial analizada, ya que no se visualiza fricción lateral entre los vehículos que signifique una reducción de las velocidades de desplazamientos y/o incremento notorio del tiempo de desplazamiento.

Finalmente, cabe destacar que las obras de construcción tienen carácter temporal y se reducirá el flujo vehicular una vez concluidas.

5.2.1.4 Análisis de caminos tipo no pavimentados

En la siguiente tabla, se presenta el flujo vehicular horario de modelación en caminos tipo no pavimentados en el Caso Base 2028 y la Situación con Proyecto 2028, en los períodos de máxima demanda de cada tramo (veh/h).

Tabla 5-17. Flujo de modelación en caminos tipo no pavimentados – Caso Base 2028 y Situación con Proyecto 2028.

Tramo	Período	Horario peak Período de máxima demanda vehicular	Caso Base 2028			Situación con Proyecto 2028		
			LIV10	CAM	BUS	LIV	CAM	BUS
Tramo 9	PM	07:45-08:45	5	0	0	8	8	3
Tramo 9	PMD	12:15-13:15	4	1	0	4	9	0
Tramo 9	PT	18:00-19:00	5	1	0	8	9	3
Tramo 11	PM	07:45-08:45	19	1	0	19	3	0
Tramo 11	PMD	12:15-13:15	10	2	0	10	4	0
Tramo 11	PT	18:00-19:00	22	2	0	22	4	0

Fuente: AMYT, 2026.

- Tramo 9: Ruta S/R-N-418, entre Ruta N-40 y Acceso Proyecto Subestación
- Tramo 11: Ruta S/R-N-418, entre Huichahue y Acceso Proyecto Torre 12

[10] LIV: Livianos; CAM: Camión

En la tabla a continuación se presenta el incremento del volumen del flujo vehicular entre la Caso Base 2028 y la Situación con Proyecto 2028.

Tabla 5-18. Incremento del volumen del flujo vehicular en tramos no pavimentados – Caso Base 2028 y la Situación con Proyecto 2028.

Tramo	Periodo	Horario peak Período de máxima demanda vehicular	Caso Base 2028	Situación con Proyecto 2028
Tramo 9	PM	07:45-08:45	5	19
Tramo 9	PMD	12:15-13:15	5	13
Tramo 9	PT	18:00-19:00	6	20
Tramo 11	PM	07:45-08:45	20	22
Tramo 11	PMD	12:15-13:15	12	14
Tramo 11	PT	18:00-19:00	24	26

Fuente: AMYT, 2026.

- Tramo 9: Ruta S/R-N-418, entre Ruta N-40 y Acceso Proyecto Subestación
- Tramo 11: Ruta S/R-N-418, entre Huichahue y Acceso Proyecto Torre 12

De la tabla anterior, en el camino no pavimentado, se puede observar que en el Caso Base 2028, los flujos vehiculares son bajos desde la condición basal en el tramo analizado. Al incorporar el flujo generado por el Proyecto máximo (3 vehículos livianos, 8 camiones y 3 buses a la hora) específicamente en el Tramo 9, se puede observar un aumento no significativo respecto a la condición basal.

En resumen y, a partir de los resultados, se aprecia que el efecto del Proyecto es menor, dado que la inducción del flujo vehicular del proyecto no es elevada, siendo 14 vehículos máximos a la hora (lo que representan 1 vehículo cada 4 minutos y 17 segundos aproximadamente).

Considerando lo anterior, los efectos del Proyecto son catalogados como leves y no se prevé una alteración a la red vial analizada, ya que no se visualiza fricción lateral entre los vehículos que signifique una reducción de las velocidades de desplazamientos y/o incremento notorio del tiempo de desplazamiento.

Finalmente, cabe destacar que las obras de construcción tienen carácter temporal y se reducirá el flujo vehicular una vez concluidas.

5.2.2 Tiempos de desplazamiento

A continuación, se presenta el tiempo de viaje el cual fue calculado a partir de la metodología descrita en el Apéndice 2. Cabe señalar que la metodología permite la determinación de los tiempos de viajes sólo para caminos pavimentados y tramos interurbanos.

Tabla 5-19. Tiempos de desplazamiento por tramo y periodo en Caso Base 2028.

Tramo	Sentido de tránsito[11]	Período	Caso Base 2028					
			t0 (h)	t0 (hh:mm:ss)	Vi (veh/h)	Ci (veh/h)	Ti (h)	Ti (hh:mm:ss)
Tramo 1	BID	PM	0,02	0:01:00	47	1.041	0,02	0:01:00
Tramo 1	BID	PMD	0,02	0:01:00	41	1.110	0,02	0:01:00
Tramo 1	BID	PT	0,02	0:01:00	51	1.164	0,02	0:01:00
Tramo 2	BID	PM	0,05	0:03:00	146	1.342	0,05	0:03:00
Tramo 2	BID	PMD	0,05	0:03:00	200	876	0,05	0:03:00
Tramo 2	BID	PT	0,05	0:03:00	236	1.264	0,05	0:03:00
Tramo 4	BID	PM	0,03	0:02:00	315	8.364	0,03	0:02:00
Tramo 4	BID	PMD	0,03	0:02:00	200	8.149	0,03	0:02:00
Tramo 4	BID	PT	0,03	0:02:00	262	8.331	0,03	0:02:00
Tramo 5	BID	PM	0,05	0:03:00	251	1.774	0,05	0:03:00
Tramo 5	BID	PMD	0,05	0:03:00	226	1.764	0,05	0:03:00
Tramo 5	BID	PT	0,05	0:03:00	324	1.951	0,05	0:03:00
Tramo 6	BID	PM	0,02	0:01:00	468	1.989	0,02	0:01:00
Tramo 6	BID	PMD	0,02	0:01:00	417	1.917	0,02	0:01:00
Tramo 6	BID	PT	0,02	0:01:00	498	2.024	0,02	0:01:00
Tramo 8	BID	PM	0,07	0:04:00	263	2.004	0,07	0:04:00
Tramo 8	BID	PMD	0,07	0:04:00	178	1.972	0,07	0:04:00
Tramo 8	BID	PT	0,07	0:04:00	171	1.899	0,07	0:04:00

Fuente: AMYT, 2026.

- Tramo 1: Ruta N-410, entre Acceso Proyecto Torre 19 y Ruta S/R-N-436
- Tramo 2: Ruta N-410, entre Ruta S/R-N-436 y Miramar
- Tramo 4: Av. Arturo Prat (Ruta 126 S), entre Maipú (Ruta N-40) y Agustín Moulet
- Tramo 5: Ruta Los Conquistadores (Ruta 126 S), entre Agustín Moulet y Ruta N-50
- Tramo 6: Ruta Los Conquistadores (Ruta 126 S), entre Ruta N-50 y Acceso Proyecto Torre 35
- Tramo 8: Ruta N-40, entre Héroes de la Concepción y Ruta S/R-N-418

Tabla 5-20. Tiempos de desplazamiento por tramo y periodo en Situación con Proyecto 2028.

Tramo	Sentido de tránsito [12]	Período	Situación con Proyecto 2028					
			t0 (h)	t0 (hh:mm:ss)	Vi (veh/h)	Ci (veh/h)	Ti (h)	Ti (hh:mm:ss)
Tramo 1	BID	PM	0,02	0:01:00	50	946	0,02	0:01:00

[11] BID, bidireccional.
[12] BID, bidireccional.

Tramo	Sentido de tránsito [12]	Período	Situación con Proyecto 2028					
			t0 (h)	t0 (hh:mm:ss)	Vi (veh/h)	Ci (veh/h)	Ti (h)	Ti (hh:mm:ss)
Tramo 1	BID	PMD	0,02	0:01:00	44	1.020	0,02	0:01:00
Tramo 1	BID	PT	0,02	0:01:00	53	1.070	0,02	0:01:00
Tramo 2	BID	PM	0,05	0:03:00	149	1.280	0,05	0:03:00
Tramo 2	BID	PMD	0,05	0:03:00	204	854	0,05	0:03:00
Tramo 2	BID	PT	0,05	0:03:00	239	1.211	0,05	0:03:00
Tramo 4	BID	PM	0,03	0:02:00	323	8.316	0,03	0:02:00
Tramo 4	BID	PMD	0,03	0:02:00	205	8.097	0,03	0:02:00
Tramo 4	BID	PT	0,03	0:02:00	268	8.285	0,03	0:02:00
Tramo 5	BID	PM	0,05	0:03:00	267	1.730	0,05	0:03:00
Tramo 5	BID	PMD	0,05	0:03:00	236	1.724	0,05	0:03:00
Tramo 5	BID	PT	0,05	0:03:00	340	1.909	0,05	0:03:00
Tramo 6	BID	PM	0,02	0:01:00	482	1.962	0,02	0:01:00
Tramo 6	BID	PMD	0,02	0:01:00	425	1.891	0,02	0:01:00
Tramo 6	BID	PT	0,02	0:01:00	512	1.997	0,02	0:01:00
Tramo 8	BID	PM	0,07	0:04:00	284	1.943	0,07	0:04:00
Tramo 8	BID	PMD	0,07	0:04:00	188	1.908	0,07	0:04:00
Tramo 8	BID	PT	0,07	0:04:00	188	1.828	0,07	0:04:00

Fuente: AMYT, 2026.

- Tramo 1: Ruta N-410, entre Acceso Proyecto Torre 19 y Ruta S/R-N-436
- Tramo 2: Ruta N-410, entre Ruta S/R-N-436 y Miramar
- Tramo 4: Av. Arturo Prat (Ruta 126 S), entre Maipú (Ruta N-40) y Agustín Moulet
- Tramo 5: Ruta Los Conquistadores (Ruta 126 S), entre Agustín Moulet y Ruta N-50
- Tramo 6: Ruta Los Conquistadores (Ruta 126 S), entre Ruta N-50 y Acceso Proyecto Torre 35
- Tramo 8: Ruta N-40, entre Héroes de la Concepción y Ruta S/R-N-418

Tabla 5-21. Comparación del tiempo de desplazamiento - Caso Base 2028 y Situación con Proyecto 2028.

Tramo	Sentido de transito	Período	Tiempo de desplazamiento		Variación tiempo entre caso base y con proyecto
			Caso Base 2028	Situación con Proyecto 2028	
Tramo 1	BID	PM	0:01:00	0:01:00	0:00:00
Tramo 1	BID	PMD	0:01:00	0:01:00	0:00:00
Tramo 1	BID	PT	0:01:00	0:01:00	0:00:00
Tramo 2	BID	PM	0:03:00	0:03:00	0:00:00
Tramo 2	BID	PMD	0:03:00	0:03:00	0:00:00

Tramo	Sentido de transito	Período	Tiempo de desplazamiento		Variación tiempo entre caso base y con proyecto
			Caso Base 2028	Situación con Proyecto 2028	
Tramo 2	BID	PT	0:03:00	0:03:00	0:00:00
Tramo 4	BID	PM	0:02:00	0:02:00	0:00:00
Tramo 4	BID	PMD	0:02:00	0:02:00	0:00:00
Tramo 4	BID	PT	0:02:00	0:02:00	0:00:00
Tramo 5	BID	PM	0:03:00	0:03:00	0:00:00
Tramo 5	BID	PMD	0:03:00	0:03:00	0:00:00
Tramo 5	BID	PT	0:03:00	0:03:00	0:00:00
Tramo 6	BID	PM	0:01:00	0:01:00	0:00:00
Tramo 6	BID	PMD	0:01:00	0:01:00	0:00:00
Tramo 6	BID	PT	0:01:00	0:01:00	0:00:00
Tramo 8	BID	PM	0:04:00	0:04:00	0:00:00
Tramo 8	BID	PMD	0:04:00	0:04:00	0:00:00
Tramo 8	BID	PT	0:04:00	0:04:00	0:00:00

Fuente: AMYT, 2026.

- Tramo 1: Ruta N-410, entre Acceso Proyecto Torre 19 y Ruta S/R-N-436
- Tramo 2: Ruta N-410, entre Ruta S/R-N-436 y Miramar
- Tramo 4: Av. Arturo Prat (Ruta 126 S), entre Maipú (Ruta N-40) y Agustín Moulet
- Tramo 5: Ruta Los Conquistadores (Ruta 126 S), entre Agustín Moulet y Ruta N-50
- Tramo 6: Ruta Los Conquistadores (Ruta 126 S), entre Ruta N-50 y Acceso Proyecto Torre 35
- Tramo 8: Ruta N-40, entre Héroes de la Concepción y Ruta S/R-N-418

Del análisis de los tiempos de desplazamiento no se observa variación entre el Caso Base 2028 y la Situación con Proyecto 2028.

En consecuencia, los efectos del Proyecto son catalogados como leves, temporales por el periodo de construcción y no se prevé una alteración mayor en la red vial analizada, que signifique un aumento significativo en los tiempos de desplazamientos.

5.3 EFECTOS DEL PROYECTO EN FASE DE OPERACIÓN 2029

A continuación, se presenta una actualización de los indicadores operacionales principales en tramos de vías, proyectando la demanda vehicular del Año 2026 a los cortes temporales del Proyecto, particularmente en el Año 2029, correspondiente a la Fase de Operación.

5.3.1 Indicadores operacionales en tramos de vías

5.3.1.1 Análisis de caminos con calzada única bidireccional (CUB)

En la tabla siguiente se presenta el flujo vehicular horario de modelación en caminos bidireccionales en Año 2029, en los períodos de máxima demanda de cada tramo (veh/h). Además, se debe mencionar que los camiones del proyecto son cargados en los tres períodos de modelación.

Tabla 5-22. Flujo de modelación en caminos con calzada única bidireccional CUB – Caso Base 2029 y Situación con Proyecto 2029.

Tramo	Período	Horario peak Período de máxima demanda vehicular	Caso Base 2029			Situación con Proyecto 2029		
			LIV[13]	CAM	BUS	LIV	CAM	BUS
Tramo 1	PM	07:45-08:45	21	8	0	26	10	0
Tramo 1	PMD	12:15-13:15	25	8	0	25	10	0
Tramo 1	PT	18:00-19:00	42	7	0	47	9	0
Tramo 2	PM	07:45-08:45	103	11	0	108	13	0
Tramo 2	PMD	12:15-13:15	81	31	0	81	33	0
Tramo 2	PT	18:00-19:00	119	12	0	124	14	0
Tramo 5	PM	07:45-08:45	176	37	10	184	40	10
Tramo 5	PMD	12:15-13:15	143	51	5	143	54	5
Tramo 5	PT	18:00-19:00	240	39	8	248	42	8
Tramo 6	PM	07:45-08:45	365	46	15	373	49	15
Tramo 6	PMD	12:15-13:15	307	57	12	307	60	12
Tramo 6	PT	18:00-19:00	406	41	15	414	44	15
Tramo 8	PM	07:45-08:45	153	31	6	158	34	6
Tramo 8	PMD	12:15-13:15	125	30	3	125	33	3
Tramo 8	PT	18:00-19:00	126	24	5	131	27	5

Fuente: AMYT, 2026.

- Tramo 1: Ruta N-410, entre Acceso Proyecto Torre 19 y Ruta S/R-N-436
- Tramo 2: Ruta N-410, entre Ruta S/R-N-436 y Miramar
- Tramo 5: Ruta Los Conquistadores (Ruta 126 S), entre Agustín Moulet y Ruta N-50
- Tramo 6: Ruta Los Conquistadores (Ruta 126 S), entre Ruta N-50 y Acceso Proyecto Torre 35
- Tramo 8: Ruta N-40, entre Héroes de la Concepción y Ruta S/R-N-418

A continuación, se presenta el análisis diferencial realizado para los distintos tramos de rutas con calzada única bidireccional (CUB), el cual se apoya mediante las tablas resumen, señalando los resultados del Caso Base 2029 y Situación con Proyecto 2029.

[13] LIV: Livianos; CAM: Camión

Las variables analizadas corresponden a:

- Volumen de Servicio (VS), es el volumen máximo compatible con un nivel de servicio dado.
- Capacidad (C), es el máximo número de vehículos por unidad de tiempo que puede circular por un dispositivo vial, dadas las características físicas de la vía y la composición del tráfico solicitante.
- Grado de Saturación (GS) es el nivel de demanda medido a través de la razón entre la demanda y la capacidad (oferta).
- Nivel de Servicio (NS) es una medida cualitativa del grado de fluidez en que un camino sirve al tránsito solicitante.
    - Nivel de Servicio A: Representa la condición de flujo estable que se da con bajos volúmenes y altas velocidades a elección del conductor.
    - Nivel de Servicio B: Representa la condición de flujo estable. Los conductores aún pueden seleccionar sus velocidades con libertad razonable.
    - Nivel de Servicio C: Representa aún la condición de flujo estable, pero las velocidades y la maniobrabilidad están controladas por los altos volúmenes de tránsito.
    - Nivel de Servicio D: Representa el inicio del flujo inestable, con volúmenes del orden, aunque algo menores, que los correspondientes a la capacidad del camino.
    - Nivel de Servicio E: Representa la capacidad del camino o carretera y, por lo tanto, el volumen máximo absoluto que puede alcanzarse en la vía de estudio.
    - Nivel de servicio F: Representa un flujo forzado, con características impredecibles. Las velocidades de Operación son menores que 48 km/h, y los volúmenes están bajo los 2.000 vehículos livianos por hora.

Tabla 5-23. Modelación en caminos con calzada única bidireccional CUB – Caso Base 2029 y Situación con Proyecto 2029.

Tramo	Período	Horario peak Período de máxima demanda vehicular	Caso Base 2029				Situación con Proyecto 2029			
			Volumen de Servicio	Capacidad	Grado de Saturación	Nivel de Servicio	Volumen de Servicio	Capacidad	Grado de Saturación	Nivel de Servicio
Tramo 1	PM	07:45-08:45	50	1.008	5,0%	B	62	1.004	6,2%	B
Tramo 1	PMD	12:15-13:15	44	1.145	3,8%	B	47	1.053	4,4%	B
Tramo 1	PT	18:00-19:00	55	1.191	4,6%	B	62	1.139	5,5%	B
Tramo 2	PM	07:45-08:45	155	1.330	11,7%	B	165	1.289	12,8%	B
Tramo 2	PMD	12:15-13:15	214	875	24,4%	C	218	854	25,5%	C
Tramo 2	PT	18:00-19:00	253	1.258	20,1%	C	267	1.223	21,8%	C
Tramo 5	PM	07:45-08:45	267	1.888	14,2%	B	281	1.882	14,9%	C
Tramo 5	PMD	12:15-13:15	239	1.771	13,5%	B	242	1.756	13,8%	B
Tramo 5	PT	18:00-19:00	342	1.954	17,5%	C	355	1.946	18,3%	C
Tramo 6	PM	07:45-08:45	494	1.994	24,8%	C	506	1.988	25,5%	C
Tramo 6	PMD	12:15-13:15	439	1.923	22,8%	C	443	1.913	23,1%	C
Tramo 6	PT	18:00-19:00	525	2.032	25,8%	C	538	2.025	26,6%	C
Tramo 8	PM	07:45-08:45	280	2.013	13,9%	B	291	2.000	14,6%	B
Tramo 8	PMD	12:15-13:15	189	1.981	9,6%	B	193	1.957	9,9%	B
Tramo 8	PT	18:00-19:00	182	1.905	9,5%	B	191	1.889	10,1%	B

Fuente: AMYT, 2026.

- Tramo 1: Ruta N-410, entre Acceso Proyecto Torre 19 y Ruta S/R-N-436
- Tramo 2: Ruta N-410, entre Ruta S/R-N-436 y Miramar
- Tramo 5: Ruta Los Conquistadores (Ruta 126 S), entre Agustín Moulet y Ruta N-50
- Tramo 6: Ruta Los Conquistadores (Ruta 126 S), entre Ruta N-50 y Acceso Proyecto Torre 35
- Tramo 8: Ruta N-40, entre Héroes de la Concepción y Ruta S/R-N-418

En la siguiente tabla, se presenta la comparación de resultados por tramo en Caso Base 2029 y Situación con Proyecto 2029 para cada período analizado.

Tabla 5-24. Resumen Niveles de Servicio y grados de saturación en caminos con calzada única bidireccional CUB - Caso Base 2029 y Situación con Proyecto 2029.

Tramo	Periodo	Nivel de servicio		Grado de saturación		
		Caso Base 2029	Situación con Proyecto 2029	Caso Base 2029	Situación con Proyecto 2029	Variación % Saturación Base vs Proyecto
Tramo 1	PM	B	B	5,0%	6,2%	1,2%
Tramo 1	PMD	B	B	3,8%	4,4%	0,6%

Tramo	Periodo	Nivel de servicio		Grado de saturación		
		Caso Base 2029	Situación con Proyecto 2029	Caso Base 2029	Situación con Proyecto 2029	Variación % Saturación Base vs Proyecto
Tramo 1	PT	B	B	4,6%	5,5%	0,9%
Tramo 2	PM	B	B	11,7%	12,8%	1,1%
Tramo 2	PMD	C	C	24,4%	25,5%	1,1%
Tramo 2	PT	C	C	20,1%	21,8%	1,7%
Tramo 5	PM	B	C	14,2%	14,9%	0,7%
Tramo 5	PMD	B	B	13,5%	13,8%	0,3%
Tramo 5	PT	C	C	17,5%	18,3%	0,8%
Tramo 6	PM	C	C	24,8%	25,5%	0,7%
Tramo 6	PMD	C	C	22,8%	23,1%	0,3%
Tramo 6	PT	C	C	25,8%	26,6%	0,8%
Tramo 8	PM	B	B	13,9%	14,6%	0,7%
Tramo 8	PMD	B	B	9,6%	9,9%	0,3%
Tramo 8	PT	B	B	9,5%	10,1%	0,6%

Fuente: AMYT, 2026.

- Tramo 1: Ruta N-410, entre Acceso Proyecto Torre 19 y Ruta S/R-N-436
- Tramo 2: Ruta N-410, entre Ruta S/R-N-436 y Miramar
- Tramo 5: Ruta Los Conquistadores (Ruta 126 S), entre Agustín Moulet y Ruta N-50
- Tramo 6: Ruta Los Conquistadores (Ruta 126 S), entre Ruta N-50 y Acceso Proyecto Torre 35
- Tramo 8: Ruta N-40, entre Héroes de la Concepción y Ruta S/R-N-418

De los resultados obtenidos entre el Caso Base y la Situación con Proyecto Año 2029 en Fase de Operación, se observó variación en el nivel de servicio de "B" a "C", específicamente en el Tramo 5 (Ruta Los Conquistadores (Ruta 126 S), entre Agustín Moulet y Ruta N-50) en periodo punta mañana, sin embargo, el grado de saturación no supera el 15% con el Proyecto.

Cabe indicar que los niveles de servicio B y C obtenidos en los análisis realizados corresponden a condiciones de flujo estable. En particular, el Nivel de Servicio B presenta condiciones favorables de circulación, con leves restricciones en la velocidad y libertad de maniobra, mientras que el Nivel de Servicio C evidencia una mayor interacción entre vehículos, donde las velocidades de operación y la libertad de maniobra se encuentran condicionadas por el volumen de tránsito existente. No obstante, ambos niveles representan condiciones operacionales estables, sin evidenciar situaciones de congestión vehicular. En este contexto no se registran alteraciones de las mismas producto del aporte del Proyecto. Aún existe capacidad vial de reserva para recibir el flujo vehicular

de Proyecto, puesto que el grado de saturación máximo es de 27% en situación con Proyecto, siendo menor al 85% (capacidad vial práctica de reserva[14]).

Ante lo expuesto, se concluye que los efectos del Proyecto son catalogados como leves y no se prevé una alteración mayor en la red vial analizada, que signifique un aumento significativo en los tiempos de desplazamientos.

5.3.1.2 Análisis de caminos tipo multipista

En la tabla a continuación se presenta el flujo vehicular horario de modelación en caminos tipo multipista en el Caso Base 2029 y Situación con Proyecto 2029, en los períodos de máxima demanda de cada tramo (veh/h).

Tabla 5-25.Flujo de modelación en caminos tipo multipista – Caso Base 2029 y Situación con Proyecto 2029.

Tramo	Periodo	Horario peak Período de máxima demanda vehicular	Caso Base 2029			Situación con proyecto 2029		
			LIV[15]	CAM	BUS	LIV	CAM	BUS
Tramo 4	PM	07:45-08:45	659	58	16	667	61	16
Tramo 4	PMD	12:15-13:15	425	72	7	425	75	7
Tramo 4	PT	18:00-19:00	671	68	14	679	71	14

Fuente: AMYT, 2026.

- Tramo 4: Av. Arturo Prat (Ruta 126 S), entre Maipú (Ruta N-40) y Agustín Moulet

A continuación, se presenta el análisis diferencial realizado para los distintos tramos de rutas con caminos tipo multipista, el cual se apoya mediante las tablas resumen, señalando los resultados del Caso Base y Situación con Proyecto 2029.

Tabla 5-26. Modelación circulación no interrumpida para condición de circulación para caminos tipo multipista – Caso Base 2029 y Situación con Proyecto 2029.

Tramo	Período	Horario peak Período de máxima demanda vehicular	Caso Base 2029				Situación con proyecto 2029			
			IMS	VL	Densidad	NS	IMS	VL	Densidad	NS
Tramo 4	PM	07:45-08:45	335	57	6	A	340	57	6	A
Tramo 4	PMD	12:15-13:15	212	57	4	A	214	57	4	A
Tramo 4	PT	18:00-19:00	277	57	5	A	281	57	5	A

Fuente: AMYT, 2026.

Nota:
IMS: intensidad máxima de servicio (vehículos livianos / hora / pista)
VL: Velocidad de flujo libre Km/h

[14] De acuerdo al Decreto 30 del MTT.
[15] LIV: Livianos; CAM: Camión

D: Densidad (vehículos livianos / Km / pista)
NS: Nivel de Servicio

- Tramo 4: Av. Arturo Prat (Ruta 126 S), entre Maipú (Ruta N-40) y Agustín Moulet

En la siguiente tabla, se presenta la comparación de resultados por tramo en Caso Base 2029 y Situación con Proyecto 2029 para cada período analizado.

Tabla 5-27. Resumen niveles de servicio en caminos tipo multipista – Caso Base 2029 y Situación con Proyecto 2029.

Tramo	Periodo	Horario peak Período de máxima demanda vehicular	Caso Base 2029	Situación con proyecto 2029
Tramo 4	PM	07:45-08:45	A	A
Tramo 4	PMD	12:15-13:15	A	A
Tramo 4	PT	18:00-19:00	A	A

Fuente: AMYT, 2026.

- Tramo 4: Av. Arturo Prat (Ruta 126 S), entre Maipú (Ruta N-40) y Agustín Moulet

De los resultados indicados en la tabla anterior, no se aprecia variación en los niveles de servicio entre el Caso Base y la Situación con Proyecto 2029 para los caminos tipo multipistas, el nivel de servicio en todos los periodos es "A", lo que representa flujo vehicular libre en donde existe libertad de maniobra y capacidad vial de reserva.

5.3.1.3 Análisis de caminos tipo urbanos

En la siguiente tabla, se presenta el flujo vehicular horario de modelación en caminos tipo urbanos para el Caso Base 2029 y la Situación con Proyecto 2029, en los períodos de máxima demanda de cada tramo (veh/h).

Tabla 5-28. Flujo de modelación en caminos tipo urbano – Caso Base 2029 y la Situación con Proyecto 2029.

Tramo	Período	Horario peak Período de máxima demanda vehicular	Caso Base 2029			Situación con Proyecto 2029		
			LIV[16]	CAM	BUS	LIV	CAM	BUS
Tramo 3	PM	07:45-08:45	161	15	0	166	17	0
Tramo 3	PMD	12:15-13:15	103	39	0	103	41	0
Tramo 3	PT	18:00-19:00	180	15	0	185	17	0
Tramo 7	PM	07:45-08:45	252	22	5	257	25	5
Tramo 7	PMD	12:15-13:15	133	29	2	133	32	2
Tramo 7	PT	18:00-19:00	144	20	4	149	23	4
Tramo 10	PM	07:45-08:45	338	8	0	343	10	0
Tramo 10	PMD	12:15-13:15	197	12	0	197	14	0

[16] LIV: Livianos; CAM: Camión

Tramo	Período	Horario peak Período de máxima demanda vehicular	Caso Base 2029			Situación con Proyecto 2029		
			LIV[16]	CAM	BUS	LIV	CAM	BUS
Tramo 10	PT	18:00-19:00	221	3	0	226	5	0

Fuente: AMYT, 2026.

- Tramo 3: Ruta N-410, entre Miramar y Av. Arturo Prat (Ruta 126 S)
- Tramo 7: Maipú (Ruta N-40), entre Av. Arturo Prat (Ruta 126 S) y Héroes de la Concepción
- Tramo 10: C. O´Higgins, entre Av. Arturo Prat (Ruta 126 S) y Huichahue

En la tabla a continuación, se presenta el incremento del volumen del flujo vehicular entre el Caso Base 2029 y la Situación con Proyecto 2029.

Tabla 5-29. Incremento del volumen del flujo vehicular en tramos urbanos – Caso Base 2029 y la Situación con Proyecto 2029.

Tramo	Periodo	Horario peak Período de máxima demanda vehicular	Caso Base 2029	Situación con Proyecto 2029
Tramo 3	PM	07:45-08:45	176	183
Tramo 3	PMD	12:15-13:15	142	144
Tramo 3	PT	18:00-19:00	195	202
Tramo 7	PM	07:45-08:45	279	287
Tramo 7	PMD	12:15-13:15	164	167
Tramo 7	PT	18:00-19:00	168	176
Tramo 10	PM	07:45-08:45	346	353
Tramo 10	PMD	12:15-13:15	209	211
Tramo 10	PT	18:00-19:00	224	231

Fuente: AMYT, 2026.

- Tramo 3: Ruta N-410, entre Miramar y Av. Arturo Prat (Ruta 126 S)
- Tramo 7: Maipú (Ruta N-40), entre Av. Arturo Prat (Ruta 126 S) y Héroes de la Concepción
- Tramo 10: C. O´Higgins, entre Av. Arturo Prat (Ruta 126 S) y Huichahue

De la tabla anterior, en el camino urbano, se puede observar que en el Caso Base 2029, los flujos vehiculares son bajos desde la condición basal en los tramos analizados. Al incorporar el flujo generado por el Proyecto máximo (5 vehículos livianos y 3 camiones a la hora), se puede observar un aumento no significativo respecto a la condición basal.

En resumen y, a partir de los resultados, se aprecia que el efecto del Proyecto es menor, dado que la inducción del flujo vehicular del proyecto no es elevada, siendo 8 vehículos máximos a la hora (lo que representan 1 vehículo cada 7 minutos y 30 segundos aproximadamente).

Considerando lo anterior, los efectos del Proyecto son catalogados como leves y no se prevé una alteración a la red vial analizada, ya que no se visualiza fricción lateral entre

los vehículos que signifique una reducción de las velocidades de desplazamientos y/o incremento notorio del tiempo de desplazamiento.

5.3.1.4 Análisis de caminos tipo no pavimentados

En la siguiente tabla, se presenta el flujo vehicular horario de modelación en caminos tipo no pavimentados en el Caso Base 2029 y la Situación con Proyecto 2029, en los períodos de máxima demanda de cada tramo (veh/h).

Tabla 5-30. Flujo de modelación en caminos tipo no pavimentados – Caso Base 2029 y Situación con Proyecto 2029.

Tramo	Período	Horario peak Período de máxima demanda vehicular	Caso Base 2029			Situación con Proyecto 2029		
			LIV[17]	CAM	BUS	LIV	CAM	BUS
Tramo 9	PM	07:45-08:45	5	0	0	10	3	0
Tramo 9	PMD	12:15-13:15	4	1	0	4	4	0
Tramo 9	PT	18:00-19:00	5	1	0	10	4	0
Tramo 11	PM	07:45-08:45	21	1	0	26	3	0
Tramo 11	PMD	12:15-13:15	11	2	0	11	4	0
Tramo 11	PT	18:00-19:00	23	2	0	28	4	0

Fuente: AMYT, 2026.

- Tramo 9: Ruta S/R-N-418, entre Ruta N-40 y Acceso Proyecto Subestación
- Tramo 11: Ruta S/R-N-418, entre Huichahue y Acceso Proyecto Torre 12

En la tabla a continuación se presenta el incremento del volumen del flujo vehicular entre el Caso Base 2029 y la Situación con Proyecto 2029.

Tabla 5-31. Incremento del volumen del flujo vehicular en tramos no pavimentados – Caso Base 2029 y la Situación con Proyecto 2029.

Tramo	Periodo	Horario peak Período de máxima demanda vehicular	Caso Base 2029	Situación con Proyecto 2029
Tramo 9	PM	07:45-08:45	5	13
Tramo 9	PMD	12:15-13:15	5	8
Tramo 9	PT	18:00-19:00	7	15
Tramo 11	PM	07:45-08:45	22	29
Tramo 11	PMD	12:15-13:15	13	15
Tramo 11	PT	18:00-19:00	25	32

Fuente: AMYT, 2026.

- Tramo 9: Ruta S/R-N-418, entre Ruta N-40 y Acceso Proyecto Subestación
- Tramo 11: Ruta S/R-N-418, entre Huichahue y Acceso Proyecto Torre 12

[17] LIV: Livianos; CAM: Camión

De la tabla anterior, en el camino no pavimentado, se puede observar que en el Caso Base 2029, los flujos vehiculares son bajos desde la condición basal en el tramo analizado. Al incorporar el flujo generado por el Proyecto máximo (5 vehículos livianos y 3 camiones a la hora) específicamente en el Tramo 9, se puede observar un aumento no significativo respecto a la condición basal.

En resumen y, a partir de los resultados, se aprecia que el efecto del Proyecto es menor, dado que la inducción del flujo vehicular del proyecto no es elevada, siendo 8 vehículos máximos a la hora (lo que representan 1 vehículo cada 7 minutos y 30 segundos aproximadamente).

Considerando lo anterior, los efectos del Proyecto son catalogados como leves y no se prevé una alteración a la red vial analizada, ya que no se visualiza fricción lateral entre los vehículos que signifique una reducción de las velocidades de desplazamientos y/o incremento notorio del tiempo de desplazamiento.

5.3.2 Tiempos de desplazamiento

A continuación, se presentan los tiempos de viaje los cuales fueron calculados a partir de la metodología descrita en el Apéndice 2. Cabe señalar que la metodología permite la determinación de los tiempos de viajes sólo para caminos pavimentados y tramos interurbanos.

Tabla 5-32. Tiempos de desplazamiento por tramo y periodo en Caso Base 2029.

Tramo	Sentido de tránsito[18]	Período	Caso Base 2029					
			t0 (h)	t0 (hh:mm:ss)	Vi (veh/h)	Ci (veh/h)	Ti (h)	Ti (hh:mm:ss)
Tramo 1	BID	PM	0,02	0:01:00	50	1.008	0,02	0:01:00
Tramo 1	BID	PMD	0,02	0:01:00	44	1.145	0,02	0:01:00
Tramo 1	BID	PT	0,02	0:01:00	55	1.191	0,02	0:01:00
Tramo 2	BID	PM	0,05	0:03:00	155	1.330	0,05	0:03:00
Tramo 2	BID	PMD	0,05	0:03:00	214	875	0,05	0:03:00
Tramo 2	BID	PT	0,05	0:03:00	253	1.258	0,05	0:03:00
Tramo 4	BID	PM	0,03	0:02:00	335	8.377	0,03	0:02:00
Tramo 4	BID	PMD	0,03	0:02:00	212	8.160	0,03	0:02:00
Tramo 4	BID	PT	0,03	0:02:00	277	8.346	0,03	0:02:00
Tramo 5	BID	PM	0,05	0:03:00	267	1.888	0,05	0:03:00
Tramo 5	BID	PMD	0,05	0:03:00	239	1.771	0,05	0:03:00

[18] BID, bidireccional.

Tramo	Sentido de tránsito[18]	Período	Caso Base 2029					
			t0 (h)	t0 (hh:mm:ss)	Vi (veh/h)	Ci (veh/h)	Ti (h)	Ti (hh:mm:ss)
Tramo 5	BID	PT	0,05	0:03:00	342	1.954	0,05	0:03:00
Tramo 6	BID	PM	0,02	0:01:00	494	1.994	0,02	0:01:00
Tramo 6	BID	PMD	0,02	0:01:00	439	1.923	0,02	0:01:00
Tramo 6	BID	PT	0,02	0:01:00	525	2.032	0,02	0:01:00
Tramo 8	BID	PM	0,07	0:04:00	280	2.013	0,07	0:04:00
Tramo 8	BID	PMD	0,07	0:04:00	189	1.981	0,07	0:04:00
Tramo 8	BID	PT	0,07	0:04:00	182	1.905	0,07	0:04:00

Fuente: AMYT, 2026.

- Tramo 1: Ruta N-410, entre Acceso Proyecto Torre 19 y Ruta S/R-N-436
- Tramo 2: Ruta N-410, entre Ruta S/R-N-436 y Miramar
- Tramo 4: Av. Arturo Prat (Ruta 126 S), entre Maipú (Ruta N-40) y Agustín Moulet
- Tramo 5: Ruta Los Conquistadores (Ruta 126 S), entre Agustín Moulet y Ruta N-50
- Tramo 6: Ruta Los Conquistadores (Ruta 126 S), entre Ruta N-50 y Acceso Proyecto Torre 35
- Tramo 8: Ruta N-40, entre Héroes de la Concepción y Ruta S/R-N-418

Tabla 5-33. Tiempos de desplazamiento por tramo y periodo en Situación con Proyecto 2029.

Tramo	Sentido de tránsito [19]	Período	Situación con Proyecto 2029					
			t0 (h)	t0 (hh:mm:ss)	Vi (veh/h)	Ci (veh/h)	Ti (h)	Ti (hh:mm:ss)
Tramo 1	BID	PM	0,02	0:01:00	62	1.004	0,02	0:01:00
Tramo 1	BID	PMD	0,02	0:01:00	47	1.053	0,02	0:01:00
Tramo 1	BID	PT	0,02	0:01:00	62	1.139	0,02	0:01:00
Tramo 2	BID	PM	0,05	0:03:00	165	1.289	0,05	0:03:00
Tramo 2	BID	PMD	0,05	0:03:00	218	854	0,05	0:03:00
Tramo 2	BID	PT	0,05	0:03:00	267	1.223	0,05	0:03:00
Tramo 4	BID	PM	0,03	0:02:00	340	8.367	0,03	0:02:00
Tramo 4	BID	PMD	0,03	0:02:00	214	8.142	0,03	0:02:00
Tramo 4	BID	PT	0,03	0:02:00	281	8.336	0,03	0:02:00
Tramo 5	BID	PM	0,05	0:03:00	281	1.882	0,05	0:03:00
Tramo 5	BID	PMD	0,05	0:03:00	242	1.756	0,05	0:03:00
Tramo 5	BID	PT	0,05	0:03:00	355	1.946	0,05	0:03:00
Tramo 6	BID	PM	0,02	0:01:00	506	1.988	0,02	0:01:00
Tramo 6	BID	PMD	0,02	0:01:00	443	1.913	0,02	0:01:00

[19] BID, bidireccional.

Tramo	Sentido de tránsito [19]	Período	Situación con Proyecto 2029					
			t0 (h)	t0 (hh:mm:ss)	Vi (veh/h)	Ci (veh/h)	Ti (h)	Ti (hh:mm:ss)
Tramo 6	BID	PT	0,02	0:01:00	538	2.025	0,02	0:01:00
Tramo 8	BID	PM	0,07	0:04:00	291	2.000	0,07	0:04:00
Tramo 8	BID	PMD	0,07	0:04:00	193	1.957	0,07	0:04:00
Tramo 8	BID	PT	0,07	0:04:00	191	1.889	0,07	0:04:00

Fuente: AMYT, 2026.

- Tramo 1: Ruta N-410, entre Acceso Proyecto Torre 19 y Ruta S/R-N-436
- Tramo 2: Ruta N-410, entre Ruta S/R-N-436 y Miramar
- Tramo 4: Av. Arturo Prat (Ruta 126 S), entre Maipú (Ruta N-40) y Agustín Moulet
- Tramo 5: Ruta Los Conquistadores (Ruta 126 S), entre Agustín Moulet y Ruta N-50
- Tramo 6: Ruta Los Conquistadores (Ruta 126 S), entre Ruta N-50 y Acceso Proyecto Torre 35
- Tramo 8: Ruta N-40, entre Héroes de la Concepción y Ruta S/R-N-418

Tabla 5-34. Comparación del tiempo de desplazamiento - Caso Base 2029 y Situación con Proyecto 2029.

Tramo	Sentido de transito	Período	Tiempo de desplazamiento		Variación tiempo entre caso base y con proyecto
			Caso Base 2029	Situación con Proyecto 2029	
Tramo 1	BID	PM	0:01:00	0:01:00	0:00:00
Tramo 1	BID	PMD	0:01:00	0:01:00	0:00:00
Tramo 1	BID	PT	0:01:00	0:01:00	0:00:00
Tramo 2	BID	PM	0:03:00	0:03:00	0:00:00
Tramo 2	BID	PMD	0:03:00	0:03:00	0:00:00
Tramo 2	BID	PT	0:03:00	0:03:00	0:00:00
Tramo 4	BID	PM	0:02:00	0:02:00	0:00:00
Tramo 4	BID	PMD	0:02:00	0:02:00	0:00:00
Tramo 4	BID	PT	0:02:00	0:02:00	0:00:00
Tramo 5	BID	PM	0:03:00	0:03:00	0:00:00
Tramo 5	BID	PMD	0:03:00	0:03:00	0:00:00
Tramo 5	BID	PT	0:03:00	0:03:00	0:00:00
Tramo 6	BID	PM	0:01:00	0:01:00	0:00:00
Tramo 6	BID	PMD	0:01:00	0:01:00	0:00:00
Tramo 6	BID	PT	0:01:00	0:01:00	0:00:00
Tramo 8	BID	PM	0:04:00	0:04:00	0:00:00
Tramo 8	BID	PMD	0:04:00	0:04:00	0:00:00
Tramo 8	BID	PT	0:04:00	0:04:00	0:00:00

Fuente: AMYT, 2026.

- Tramo 1: Ruta N-410, entre Acceso Proyecto Torre 19 y Ruta S/R-N-436
- Tramo 2: Ruta N-410, entre Ruta S/R-N-436 y Miramar
- Tramo 4: Av. Arturo Prat (Ruta 126 S), entre Maipú (Ruta N-40) y Agustín Moulet
- Tramo 5: Ruta Los Conquistadores (Ruta 126 S), entre Agustín Moulet y Ruta N-50
- Tramo 6: Ruta Los Conquistadores (Ruta 126 S), entre Ruta N-50 y Acceso Proyecto Torre 35
- Tramo 8: Ruta N-40, entre Héroes de la Concepción y Ruta S/R-N-418

Del análisis de los tiempos de desplazamiento no se observa variación entre el Caso Base 2029 y la Situación con Proyecto 2029.

En consecuencia, los efectos del Proyecto son catalogados como leves no se prevé una alteración mayor en la red vial analizada, que signifique un aumento significativo en los tiempos de desplazamientos.

6. CONCLUSIONES

Realizados los análisis correspondientes, se concluye que los efectos del Proyecto "Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias" y "Nueva SE Coiquén y Nueva Línea de Transmisión 2x66 kV Las Delicias – Coiquén" no representan una alteración significativa sobre la red vial pública existente en las distintas fases analizadas del Proyecto, dado que, en general, se mantienen los indicadores operacionales (el nivel de servicio y grado de saturación) en escenario con y sin Proyecto.

Por lo tanto, no se prevé un deterioro mayor en los indicadores operacionales respecto al Caso Base, tales como la reducción de velocidad y aumento en los tiempos de desplazamientos.

De acuerdo con el análisis de los niveles de servicio para la Situación con Proyecto Año 2028 (Fase de Construcción), en específico los caminos tipo calzada única bidireccional (CUB), se observó variación en el nivel de servicio de "B" a "C", específicamente en el Tramo 2 (Ruta N-410, entre Ruta S/R-N-436 y Miramar) en el periodo punta tarde, el Tramo 5 (Ruta Los Conquistadores (Ruta 126 S), entre Agustín Moulet y Ruta N-50) en periodo punta mañana, y en el Tramo 6 (Ruta Los Conquistadores (Ruta 126 S), entre Ruta N-50 y Acceso Proyecto Torre 35) en el periodo punta mediodía, sin embargo, el grado de saturación no supera el 23% con el Proyecto.

Complementariamente, no se observa variación en los niveles de servicio para el tramo de tipo multipistas.

Con relación a los caminos urbanos, se observa que, desde la condición basal, no existe un alto flujo vehicular. Por lo que, el aporte asociado al Proyecto no resulta significativo, considerando que la inducción máxima estimada corresponde a tres (3) vehículos livianos, ocho (8) camiones y tres (3) buses por hora, lo que equivale a un vehículo cada 4 minutos y 17 segundos aproximadamente.

En cuanto a los caminos no pavimentados, se observa que, desde la condición basal, existe un escaso flujo vehicular. Por lo que, el aporte asociado al Proyecto no resulta significativo, considerando que la inducción máxima estimada corresponde a tres (3) vehículos livianos, ocho (8) camiones y tres (3) buses por hora, lo que equivale a un vehículo cada 4 minutos y 17 segundos aproximadamente.

En relación con los tiempos de desplazamiento se observa que no existe variación alguna entre el Caso Base y la Situación con Proyecto Año 2028.

Sobre los niveles de servicio para la Situación con Proyecto Año 2029 (Fase de Operación), en específico los caminos tipo calzada única bidireccional (CUB), se observó variación en el nivel de servicio de "B" a "C", específicamente en el Tramo 5 (Ruta Los

Conquistadores (Ruta 126 S), entre Agustín Moulet y Ruta N-50) en periodo punta mañana, sin embargo, el grado de saturación no supera el 15% con el Proyecto.

Complementariamente, no se observa variación en los niveles de servicio para el tramo de tipo multipistas.

Con relación a los caminos urbanos, se observa que, desde la condición basal, no existe un alto flujo vehicular. Por lo que, el aporte asociado al Proyecto no resulta significativo, considerando que la inducción máxima estimada corresponde a cinco (5) vehículos livianos y tres (3) camiones por hora, lo que equivale a un vehículo cada 7 minutos y 30 segundos aproximadamente.

En cuanto a los caminos no pavimentados, se observa que, desde la condición basal, existe un escaso flujo vehicular. Por lo que, el aporte asociado al Proyecto no resulta significativo, considerando que la inducción máxima estimada corresponde a cinco (5) vehículos livianos y tres (3) camiones por hora, lo que equivale a un vehículo cada 7 minutos y 30 segundos aproximadamente.

En relación con los tiempos de desplazamiento se observa que no existe variación alguna entre el Caso Base y la Situación con Proyecto Año 2029.

Finalmente, se concluye que los efectos del Proyecto son catalogados como leves y no se prevé una alteración mayor en la red vial analizada, que signifique un aumento significativo en los tiempos de desplazamientos. En consecuencia, y considerando los resultados obtenidos en los análisis realizados, no se considera necesaria la implementación de medidas o acciones adicionales de gestión vial, tanto para la Fase de Construcción como para la Fase de Operación del Proyecto.

7. BIBLIOGRAFÍA

Antecedentes entregados por el Titular del Proyecto.

Dirección Ejecutiva del SEA. 2017. Guía para la Descripción de la Acción del Transporte Terrestre en el SEIA. Resolución Exenta N° 1292, del 22 de noviembre de 2017.

Dirección Ejecutiva del SEA. 2017. Guía para la Definición del Área de Influencia. Resolución Exenta N° 0423 de fecha 26 de abril de 2017.

Ministerio de Obras Públicas (MOP). 2025. Cartas Camineras de la Dirección de Vialidad.

Ministerio de Obras Públicas (MOP). 2025. Manual de Carreteras (Volumen 3 y 6).

Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTT). 2012. Manual de Señalización de Tránsito.

Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones (MTT – SECTRA) 2013. Manual de Diseño y Evaluación Social de Proyectos de Vialidad Urbana.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) 2009. Manual de Vialidad Urbana. Recomendaciones Para el Diseño de Elementos de Infraestructura Vial Urbana.

Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones (MTT) 2019. Decreto Supremo N°30 Reglamento Sobre Mitigación de Impactos al Sistema de Movilidad Local Derivados de Proyectos de Crecimiento Urbano.

8. APÉNDICE

8.1 APÉNDICE 1: METODOLOGÍA DEL CÁLCULO DE CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO

Para la determinación de los niveles de servicio de los tramos de vía involucrados en el Proyecto, se utilizará la metodología recomendada por el Manual de Carreteras (MOP)[20]. Esta metodología está destinada a entregar un método de cálculo de capacidad vial en segmentos de vía. El Manual de Carreteras aplica una adaptación de la metodología del Highway Capacity Manual (HCM; TRB, 2000)[21], utilizada en Estados Unidos para los mismos propósitos.

Se define a la capacidad vial de un camino como la medida de la efectividad que se brinda al tránsito que lo utiliza. En términos específicos, corresponde al "número máximo de vehículos por unidad de tiempo que tiene la probabilidad de pasar por una sección de una carretera o camino, bajo las condiciones prevalecientes del tránsito". Normalmente se expresa como un volumen horario, cuyo valor no se puede sobrepasar, salvo que las condiciones prevalecientes cambien.

Las condiciones prevalecientes de una carretera o camino son aquellas establecidas por sus elementos físicos (alineaciones en planta y alzado, anchos de calzada y bermas, distancias libres laterales, visibilidad adecuada para adelantar, entre otros). Por otra parte, las condiciones prevalecientes del tránsito son aquellas establecidas por la naturaleza y composición del tránsito que circula por la determinada vía.

El nivel de servicio de un segmento de vía debe entenderse como una combinación de condiciones de Operación que se produce en un camino, debido a los volúmenes de tránsito que por él circulan. Se trata de una medida cualitativa del efecto producido por una serie de factores, que incluye fundamentalmente la velocidad, la libertad para maniobrar, la seguridad, la comodidad para el manejo, los anchos de pista, las obstrucciones laterales y los costos de operación.

La metodología por utilizar recomienda determinar las condiciones físico-operativas de la vía (parámetros de diseño), para aplicar los factores de corrección correspondientes a la capacidad nominal, asociada a las condiciones ideales. A partir de los parámetros de diseño estimados de cada vía (vistos en el punto de capacidad), y en conjunto con los antecedentes de la demanda se determina la capacidad de las vías.

[20]MOP (2025): Manual de Carreteras, Volumen 3 y 6.

[21] TRB (2000): Highway Capacity Manual, Metric Version. Transportation Research Board, National Research Council, Washington DC.

Como valores de referencia máximos absolutos, en la tabla siguiente se indica la capacidad en condiciones ideales, que corresponde a caminos para tránsito bidireccional o unidireccional[22].

Tabla 8-1. Capacidad vial en condiciones ideales (vehículos livianos/hora).

Camino	Pistas	Sentidos	Capacidad máxima	Condición
Bidireccional	2	Cualquiera	2.800	Total ambas pistas
Unidireccional	al menos 2	Único	2.200	Por cada pista

Fuente: AMYT, 2026 con información del Manual de Carreteras, Volumen 3.

- **Capacidad en caminos con calzada única bidireccional (CUB)**

El establecimiento de un determinado nivel de servicio para una vía supone la definición de condiciones ideales respecto del tránsito y las características de la vía. Para condiciones que se aparten de las ideales, la metodología define coeficientes de corrección, que permiten calcular los volúmenes máximos asociados a un nivel de servicio, bajo las condiciones prevalecientes. Estas condiciones ideales son:

- Flujo de tránsito ininterrumpido, libre de interferencias producidas por vehículos estacionados, peatones que se puedan encontrar a los costados del camino, intersecciones de mayor prioridad, entre otros;
- Presencia exclusiva de vehículos livianos (automóviles, station wagons, camionetas) en el flujo circulante;
- Pistas de tránsito de un ancho de 3,6 metros, con bermas adecuadas y sin obstrucciones laterales a menos de 1,8 metros del borde del pavimento, y
- En caminos rurales, el alineamiento horizontal y vertical debe permitir una velocidad promedio del camino de 110 km/h; además, en caminos de 2 pistas, una para cada dirección de tránsito, la distancia de visibilidad debe ser continuamente adecuada.

Se requiere determinar con precisión, para cada uno de los tramos considerados, las condiciones físico-operativas de la vía, para definir en qué forma éstas difieren de las ideales, y posteriormente, aplicar los factores de corrección correspondientes. A partir de esta definición, se calcula el volumen de servicio asociado a los diferentes niveles de servicio para una vía de dichas características, y se obtiene el nivel de servicio del segmento de la vía, comparando este valor con aquel resultante de las mediciones de tránsito realizadas previamente.

Los niveles de servicio se encuentran graduados entre la A y la F, con el siguiente significado:

[22] MOP (2013) 3.102.804: Capacidad de una carretera o camino, Volumen 3: Instrucciones de Diseño, Manual de Carreteras, Dirección de Vialidad, Ministerio de Obras Públicas.

- **Nivel de servicio A**: Se asocia con una velocidad de Operación de 96 km/h, o más. Continuamente se cuenta con una distancia de visibilidad para adelantar; los volúmenes de tránsito alcanzan un 20% de la capacidad. Bajo condiciones ideales, puede obtenerse un volumen de servicio de 400 vehículos livianos por hora, total en ambas direcciones. Aproximadamente un 75% de las maniobras de adelantamiento deseadas pueden realizarse con poco o nada de demora, siendo el mayor obstáculo los vehículos que viajan en dirección opuesta.
- **Nivel de servicio B**: En el límite máximo de volumen vehicular de este nivel, muchos conductores deben controlar sus velocidades de acuerdo a las condiciones de volumen. La mayoría de los conductores están afectados por otros vehículos en el flujo de tránsito, aunque este efecto es aún tolerable. Las velocidades de Operación son de 80 km/h o más y los volúmenes pueden alcanzar un 45% de la capacidad si la distancia de visibilidad es continua. Se obtienen volúmenes de 900 vehículos livianos por hora, totales en ambas direcciones, bajo condiciones ideales.
- **Nivel de servicio C**: Los volúmenes de tránsito tienen un efecto directo sobre las velocidades de Operación, independientemente de la alineación del camino, en el límite de este nivel de servicio, aún con flujo estable, las velocidades de Operación son de 64 km/h o más, y el volumen alcanza un 70% de la capacidad si la distancia de visibilidad es continua. Se obtienen volúmenes de 1.400 vehículos livianos por hora, total en ambas direcciones, bajo condiciones ideales.
- **Nivel de servicio D**: Se tiene flujo inestable cuando la velocidad de Operación llega a los 56 km/h. Los volúmenes pueden alcanzar el 85% de la capacidad con distancia de visibilidad continua, o bien 1.700 vehículos livianos por hora, total en ambas direcciones bajo condiciones ideales.
- **Nivel de servicio E**: Corresponde a la capacidad del camino. Las velocidades de Operación fluctúan alrededor de los 48 km/h, pero pueden variar considerablemente. Los volúmenes bajo condiciones ideales son de 2.000 vehículos livianos por hora.
- **Nivel de servicio F**: Representa un flujo forzado, con características impredecibles. Las velocidades de Operación son menores que 48 km/h, y los volúmenes están bajo los 2.000 vehículos livianos por hora.

La fórmula general que define el funcionamiento de la circulación en tramos de vías bidireccionales es la siguiente:

$$C = 2800 f_d f_w f_{HV}$$

Donde C es la capacidad del tramo de vía, en vehículo/hora y f_{HV}, f_w y f_d son factores de ajuste por presencia de vehículos pesados (camiones y buses), restricción de ancho

de carril y obstáculos laterales y distribución direccional del tránsito, respectivamente. Cada uno tiene un valor distinto, dependiendo del nivel de servicio en análisis.

Por otra parte, el cálculo del nivel de servicio implica determinar un volumen de servicio, que surge de multiplicar la razón volumen/capacidad asociada a dicho nivel (v/c) por la capacidad calculada en el punto anterior:

$$VS_j = C(v/c)_i$$

Cabe señalar que los impactos viales y ambientales asociados al tráfico son, en gran medida, proporcionales a una variable: el grado de saturación (x) de cualquier dispositivo vial (vía, intersección, paradero, red)[23]. El grado de saturación se define como la razón entre el flujo que usa el dispositivo (q) y su capacidad (Q); es decir, $x = q/Q$.

Se debe diferenciar el grado de saturación (x) arriba definido de la denominada congestión vehicular. La segunda es consecuencia del primero y suele manifestarse en:

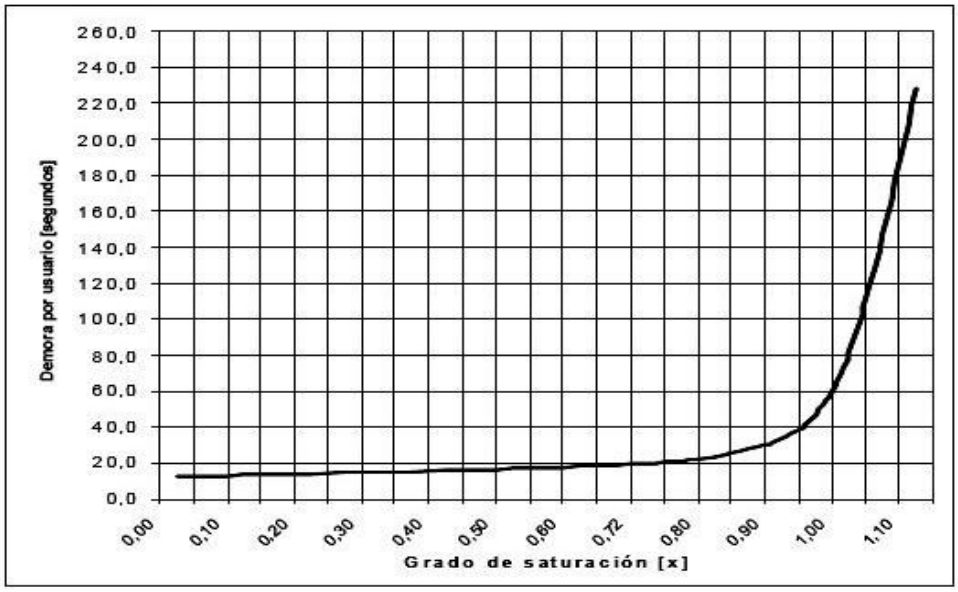
- Demoras adicionales a las personas, más allá de las requeridas para hacer un viaje a una velocidad segura y constante.
- Filas de vehículos o personas, que se generan en tramos de vía, cruces o terminales de transporte público o privado (paraderos, estacionamientos).
- Detenciones involuntarias de vehículos o usuarios, que ocurren en los mismos lugares anteriores, producto del avance y estancamiento de una cola (condición start–stop).

Vale indicar que las manifestaciones de la congestión comienzan a producirse para valores de x superiores a 0,65 o 0,7; o sea, cuando el flujo vehicular supera el 65 o 70% de la capacidad.

En la siguiente figura se presenta la relación entre el grado de saturación y la demora promedio por usuario en una red de transporte. Ello da idea que a partir del 70% de la utilización de la capacidad vial (grado de saturación 0,7), se evidencia una inestabilidad con incremento sustancial de las demoras de los usuarios.

[23] Fernández R. & Valenzuela E.,(2004) Gestión ambiental de tránsito: cómo la ingeniería de transporte puede contribuir a la mejoría del ambiente Urbano.

Figura 8-1. Relación grado de saturación y demora.



Fuente: Highway Capacity Manual (HCM; TRL, 2000).

- **Capacidad en caminos con calzada doble unidireccional**

La metodología se basa en la determinación de la densidad de tráfico, como la relación entre la velocidad libre de circulación del tramo (V_L) y la intensidad máxima de servicio del tramo (IMS). De esta forma se tiene:

$$D = \frac{IMS}{V_L} \quad \text{(i)}$$

Inicialmente se considera la velocidad de flujo libre de cada tramo (como aproximación), además de ajustes (factores de corrección) de acuerdo con sus condiciones geométricas, tales como: separación de mediana, ancho de pista, distancia a obstáculos laterales y cantidad de accesos por km de la vía.

Finalmente, se considera la estimación de la intensidad máxima de servicio IMS teniendo en cuenta el factor de hora punta FPH, factor de corrección por vehículos pesados (f_{HV}) y número de pistas (N).

$$IMS = \frac{Q}{FHP\ N\ f_{HV}} \quad \text{(ii)}$$

Cabe destacar que el flujo de vehículos en la hora de máxima demanda no está uniformemente distribuido en ese lapso. Para tomar esto en cuenta, es conveniente

determinar la proporción del flujo para un período máximo dentro de la hora de máxima demanda. Usualmente se acostumbra un período de 15 minutos y el factor es:

$$FHP = \frac{Q}{4\ qmáx} \quad \text{(iii)}$$

Donde:

- FHP es factor de la hora de máxima demanda.
- Q es volumen horario de máxima demanda
- $qmáx$ es volumen máximo durante 15 minutos (en la hora de máxima demanda).

Finalmente, la capacidad de la vía puede obtenerse aplicando la siguiente expresión:

$$C = 2200N\ f_{HV}\, fa$$

Donde, para el nivel de servicio corriente, los parámetros anteriores corresponden a número de pistas (N), factor de corrección por presencia de vehículos pesados (f_{HV}) y factor por ancho de la pista (fa). Para la estimación de f_{HV} se utiliza la ecuación (ii).

8.2 APÉNDICE 2: TIEMPOS DE DESPLAZAMIENTO

Cada tipo de tramo de una ruta (arco de una red de modelación) lleva asociado una función de demora, la cual proporciona el tiempo requerido para recorrer este tramo en función del flujo que lo atraviesa. Existen diferentes funciones con las que se puede determinar este tiempo, de las cuales la más utilizada es la Función BPR (Bureau of Public Roads, EE.UU. 1984), con la cual se describe el tiempo en el tramo en función de la razón Flujo Real/Capacidad. A continuación, se observa dicha función:

$$T_i = t_0 \left[1 + \alpha \times \left(\frac{V_i}{C_i} \right)^{\beta} \right]$$

Donde:

- T_i: Tiempo de viaje en el tramo i [h]: es lo que se pretende estimar en Caso Base y Situación con Proyecto.
- t_0: Tiempo de viaje en el tramo i, en condiciones de flujo libre [h]: estimado a partir de información de plataforma Google Maps, considerando punto de origen y destino con tramos de vías comunes.
- V_i: Flujo en el tramo i [veh/h]: este flujo vehicular es el flujo horario de servicio para cada tramo, periodo y condición operativa con y sin Proyecto.
- C_i: Capacidad del tramo i [veh/h]: este es el máximo número de vehículos que puede circular por un dispositivo vial para cada tramo, periodo y condición operativa con y sin Proyecto.
    - α: Parámetro de calibración
    - β: Parámetro de calibración

Los valores tradicionalmente utilizados para describir esta función son los parámetros α y β correspondientes a 0,15 y 4[24], respectivamente.

[24] Ortúzar and Willumsen 2008.