



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD VIAL DE LA AUTOVÍA A-31 ENTRE LOS PPKK 195+000 Y 210+000 (PROVINCIA DE ALICANTE) Y PROPUESTAS DE MEJORA

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

AUTOR:

MARÍA PAZ PÉREZ CARRIÓN

TUTOR:

VICENTE MELCHOR FERRER PÉREZ

TITULACIÓN:

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS





ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

1. OBJETO
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO
3. ANTECEDENTES
 - 3.1. HISTORIA
 - 3.2. CONCESIÓN
 - 3.3. CLASIFICACIÓN DE LA CARRETERA
 - 3.4. TRAMO DE ESTUDIO
 - 3.5. PRINCIPALES INFRAESTRUCTURAS
4. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
 - 4.1. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
 - 4.2. SISMICIDAD
5. SITUACIÓN ACTUAL
 - 5.1. ESTADO DE ALINEACIONES
 - 5.2. TRAMIFICACIÓN
 - 5.3. VELOCIDAD DE PROYECTO
 - 5.4. SECCIÓN TRANSVERSAL
 - 5.5. CARRILES DE INCORPORACIÓN Y SALIDA
 - 5.6. ESTADO DEL FIRME
6. ANÁLISIS DEL TRAZADO
 - 6.1. CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA EN PLANTA
 - 6.2. CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA EN ALZADO
 - 6.3. CARRILES DE INCORPORACIÓN Y SALIDA
 - 6.4. CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA EN SECCIÓN TRANSVERSAL
7. ANÁLISIS DEL TRÁFICO
 - 7.1. BASES DE DATOS
 - 7.2. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA
 - 7.3. DEFINICIÓN DEL MODELO
 - 7.4. CONCLUSIONES
8. ANÁLISIS DE LA CONSISTENCIA
 - 8.1. PERFIL DE VELOCIDADES DE OPERACIÓN
 - 8.2. ESTUDIO DE LA CONSISTENCIA
9. ANÁLISIS DE LA ACCIDENTALIDAD
 - 9.1. SENTIDO CRECIENTE DE PPKK

9.2. SENTIDO DECRECIENTE DE PPKK

9.3. PUNTOS DE CONFLICTO

10. DIAGNÓSTICO

10.1. SITUACIÓN ACTUAL

10.2. ANÁLISIS DEL TRAZADO

10.3. ANÁLISIS DEL TRÁFICO

10.4. ANÁLISIS DE LA CONSISTENCIA

10.5. ANÁLISIS DE LA ACCIDENTALIDAD

11. PROPUESTAS DE MEJORA

11.1. PRIMER NIVEL DE ACTUACIÓN

11.2. SEGUNDO NIVEL DE ACTUACIÓN

12. VALORACIÓN ECONÓMICA

13. CONCLUSIONES

14. CONCLUSIÓN TFM

ANEJOS

ANEJO 1: GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

ANEJO 2: ANTECEDENTES

ANEJO 3: SITUACIÓN ACTUAL

ANEJO 4: ANÁLISIS DEL TRAZADO

ANEJO 5: ANÁLISIS DEL TRÁFICO

ANEJO 6: ANÁLISIS DE LA CONSISTENCIA

ANEJO 7: ANÁLISIS DE LA ACCIDENTALIDAD

ANEJO 8: DIAGNÓSTICO

ANEJO 9: PROPUESTAS DE MEJORA

DOCUMENTO Nº2: PLANOS

1. PLANO DE SITUACIÓN

2. PLANTA

2.1. PLANTA – SENTIDO CRECIENTE

2.2. PLANTA – SENTIDO DECRECIENTE

3. PERFIL LONGITUDINAL

3.1. PERFIL LONGITUDINAL – SENTIDO CRECIENTE



3.2. PERFIL LONGITUDINAL – SENTIDO DECRECIENTE

4. SECCIONES TIPO

5. PROPUESTAS DE MEJORA

DOCUMENTO Nº3: VALORACIÓN ECONÓMICA

1. OBJETIVO

2. VALORACIÓN ECONÓMICA SENTIDO CRECIENTE

3. VALORACIÓN ECONÓMICA SENTIDO DECRECIENTE

4. CONCLUSIÓN



DOCUMENTO Nº1:

MEMORIA

MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

CURSO 2018-2019

VALENCIA, MAYO DE 2019

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

AUTOR: M^º PAZ PÉREZ CARRIÓN

TUTOR: VICENTE FERRER PÉREZ



CONTENIDO

1. OBJETO	1	6.3. CARRILES DE INCORPORACIÓN Y SALIDA.....	7
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	1	6.4. CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA EN SECCIÓN TRANSVERSAL.....	7
3. ANTECEDENTES	1	6.4.1. PLATAFORMA DE CIRCULACIÓN.....	7
3.1. HISTORIA.....	1	6.4.2. MEDIANA.....	8
3.2. CONCESIÓN.....	1	7. ANÁLISIS DEL TRÁFICO	8
3.3. CLASIFICACIÓN DE LA CARRETERA.....	1	7.1. BASES DE DATOS.....	9
3.4. TRAMO DE ESTUDIO.....	2	7.1.1. TRONCO PRINCIPAL.....	9
3.4.1. LOCALIZACIÓN.....	2	7.1.2. CARRETERAS CONVENCIONALES.....	9
3.4.2. TÉRMINOS MUNICIPALES.....	2	7.1.3. VÍAS DE SERVICIO.....	9
3.5. PRINCIPALES INFRAESTRUCTURAS.....	2	7.2. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA.....	9
3.5.1. VÍAS DE COMUNICACIÓN.....	2	7.2.1. CONSIDERACIONES PREVIAS.....	9
3.5.2. ESTRUCTURAS.....	2	7.2.2. TRONCO PRINCIPAL: AUTOVÍA A-31.....	10
4. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA	3	7.2.3. CARRETERAS CONVENCIONALES.....	19
4.1. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA.....	3	7.2.4. VÍAS DE SERVICIO.....	25
4.2. SISMICIDAD.....	3	7.3. DEFINICIÓN DEL MODELO.....	27
5. SITUACIÓN ACTUAL	3	7.3.1. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS.....	27
5.1. ESTADO DE ALINEACIONES.....	3	7.3.2. CARACTERÍSTICAS DEL TRÁFICO.....	27
5.2. TRAMIFICACIÓN.....	4	7.3.3. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS.....	27
5.3. VELOCIDAD DE PROYECTO.....	4	7.3.4. CARACTERÍSTICAS DE ACCIDENTALIDAD.....	27
5.4. SECCIÓN TRANSVERSAL.....	5	7.4. CONCLUSIONES.....	27
5.4.1. CARRILES DE CIRCULACIÓN.....	5	7.4.1. NIVEL DE SERVICIO.....	27
5.4.2. MEDIANA.....	5	7.4.2. VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN.....	28
5.4.3. MÁRGENES.....	5	7.4.3. RELACIÓN DEMANDA - CAPACIDAD.....	28
5.4.4. SEÑALIZACIÓN.....	5	8. ANÁLISIS DE LA CONSISTENCIA	28
5.5. CARRILES DE INCORPORACIÓN Y SALIDA.....	5	8.1. PERFIL DE VELOCIDADES DE OPERACIÓN.....	28
5.6. ESTADO DEL FIRME.....	5	8.2. ESTUDIO DE LA CONSISTENCIA.....	28
6. ANÁLISIS DEL TRAZADO	6	8.2.1. MÉTODOS DE CONSISTENCIA LOCAL.....	28
6.1. CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA EN PLANTA.....	6	8.2.2. MÉTODOS DE CONSISTENCIA GLOBAL.....	29
6.2. CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA EN ALZADO.....	7	9. ANÁLISIS DE LA ACCIDENTALIDAD	30
		9.1. SENTIDO CRECIENTE DE PPKK.....	30
		9.1.1. AÑOS 2008 A 2017.....	30



9.1.2.	AÑO 2017	30
9.2.	SENTIDO DECRECIENTE DE PPKK	31
9.2.1.	AÑOS 2008 A 2017	31
9.2.2.	AÑO 2017	31
9.3.	PUNTOS DE CONFLICTO	32
10.	DIAGNÓSTICO	32
10.1.	SITUACIÓN ACTUAL	32
10.2.	ANÁLISIS DEL TRAZADO	33
10.2.1.	TRAZADO EN PLANTA	33
10.2.2.	TRAZADO EN ALZADO.....	33
10.2.3.	CARRILES DE INCORPORACIÓN Y SALIDA	33
10.2.4.	SECCIÓN TRANSVERSAL	33
10.3.	ANÁLISIS DEL TRÁFICO.....	33
10.4.	ANÁLISIS DE LA CONSISTENCIA	33
10.5.	ANÁLISIS DE LA ACCIDENTALIDAD	34
11.	PROPUESTAS DE MEJORA	34
11.1.	PRIMER NIVEL DE ACTUACIÓN	34
11.1.1.	PROTECCIÓN DE TALUDES	34
11.1.2.	ACTUACIÓN EN OBSTÁCULOS	34
11.1.3.	PROTECCIÓN Y DEFENSA.....	35
11.1.4.	MEJORA DE LA VISIBILIDAD	36
11.1.5.	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.....	36
11.1.6.	FIRME	36
11.1.7.	DRENAJE	37
11.1.8.	PUNTOS DE CONFLICTO	37
11.2.	SEGUNDO NIVEL DE ACTUACIÓN	37
12.	VALORACIÓN ECONÓMICA	37
13.	CONCLUSIONES.....	38
14.	CONCLUSIÓN TFM	39



1. OBJETO

El presente trabajo final de máster, denominado “Análisis de la seguridad vial de la Autovía A-31 entre los PPKK 195+000 y 210+000 (provincia de Alicante) y propuestas de mejora” tiene el objetivo de desarrollar de manera detallada y precisa un análisis de la seguridad vial de la citada autovía.

Para ello, se analizarán los principales factores que influyen en el deterioro de la seguridad vial en la carretera, como son el trazado, el tráfico, la consistencia del trazado y la tendencia de accidentes ya producidos en la vía.

En base al análisis de cada uno de los factores de especial relevancia, es posible la definición de la problemática existente en la autovía A-31 entre los PPKK 195+000 y 210+000, así como las propuestas a ejecutar en la misma, tanto en sentido creciente como en sentido decreciente, para mejorar la seguridad vial de la vía. Las propuestas definidas se encuentran enfocadas a la resolución rápida y precisa de la problemática localizada en el tramo.

Todos los estudios realizados, así como la definición de la problemática y las propuestas de mejora planteadas se encuentran recogidas en la presente memoria, alcanzando un grado de detalle mayor en los diferentes anejos del presente proyecto.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La Autovía A-31 supone la existencia de un corredor de alta capacidad que discurre en dirección sureste en el interior de la Península Ibérica. Puesto que permite conectar parte del centro de la provincia de Cuenca con la provincia de Alicante, atravesando la totalidad de la provincia de Albacete, la existencia de la autovía y su buen funcionamiento resultan imprescindibles para la satisfactoria circulación de los usuarios. Tanto es así que esta vía permite la interconexión de poblaciones de casi 10.000 habitantes, como es el caso de Sax (Alicante), con ciudades de mayor relevancia y en las que reside, estudia o trabaja un mayor número de habitantes.

Las deficiencias en el trazado suponen un peligro para la seguridad de los usuarios de la autovía, por lo que la mejora del mismo es requisito imprescindible para asegurar la funcionalidad y la reducción de la peligrosidad.

3. ANTECEDENTES

3.1. HISTORIA

La Autovía A-31 permite la interconexión entre zonas de gran potencia económica como es la capital española y la costa levantina, la cual, caracterizada por sus grandes atractivos turísticos, presenta grandes niveles de congestión y afluencia de tráfico, lo que trae consigo grandes problemas de circulación y, por extensión, de seguridad vial. Así mismo, además de conectar con el centro peninsular, la autovía A-31 supone una alternativa a la autopista A-7, que conecta toda la costa este de España.

La Autovía A-31 en su conjunto surge como consecuencia de la adhesión conjunta de diferentes desdoblamientos de diversas carreteras nacionales, cuyas puestas en servicio varían tanto en forma como en tiempo. En concreto, el tramo que discurre entre los PPKK 195+000 y 210+000 tiene su origen primitivo en el desdoblamiento de la Nacional N-330, la cual permitía la conexión entre la localidad albaceteña de Almansa y la ciudad de Alicante.

El conjunto de la Autovía cuenta con una longitud de 235 kilómetros, quince (15) de los cuales serán analizados y estudiados en el presente Trabajo Final de Máster.

3.2. CONCESIÓN

La Autovía A-31 se considera una autovía de primera generación, por lo que todas las actuaciones de relevancia a ejecutar en la misma se recogen en el “Plan de Renovación de las Autovías de Primera Generación del Ministerio de Fomento”.

La autovía se encuentra concesionada a tres empresas diferentes, las cuales no aplican un peaje directo en el recorrido. En el caso del tramo analizado en este documento, la empresa concesionaria es Grupo Ortiz, la cual tiene vigencia en un periodo de concesión que abarca de 2007 a 2026.

3.3. CLASIFICACIÓN DE LA CARRETERA

Debido a las características existentes en el tramo de carretera analizado esta se considera una autovía, de dos calzadas diferenciadas e integradas en una misma plataforma, en la que existen un total de dos carriles de circulación en cada sentido y en la que la separación física se realiza mediante una mediana ajardinada.

Así mismo, puesto que se trata de una autovía, no existen cruces realizados al mismo nivel.

Puesto que el tramo analizado discurre en el entorno de Loma Badá, considerada como punto de interés paisajístico, se puede considerar que el relieve es ondulado.

3.4. TRAMO DE ESTUDIO

3.4.1. LOCALIZACIÓN

El tramo de análisis de la autovía A-31 comprendido entre los PPKK 195+000 y 210+000 se encuentra dentro de la Comunidad Valenciana. En concreto, discurre por el interior de la provincia de Alicante, atravesando las comarcas de Alto y Medio Vinalopó.

Fuentes: www.agendamagicademar.com, www.mapasdeespana.com y www.habitaclia.com



Figuras 1, 2, 3 y 4: Localización del tramo de estudio

3.4.2. TÉRMINOS MUNICIPALES

Como se observa en la Figura 4 anterior, el trazado de autovía analizado discurre por tres términos municipales diferentes como son Sax, Elda, Petrer y Novelda. En total, la población influenciada por el trazado es de casi 70.300 habitantes.

Así mismo, el trazado discurre cercano a otros núcleos urbanos de menor entidad poblacional como son Guiney, Ginebre o Salinetes Bajas.

3.5. PRINCIPALES INFRAESTRUCTURAS

3.5.1. VÍAS DE COMUNICACIÓN

No existen vías de comunicación de titularidad estatal que conecten con la A-31 en el tramo estudiado.

Sin embargo, existen cinco carreteras convencionales, de titularidad autonómica o provincial que conectan con la autovía A-31 (considerada esta como el tronco principal) en el tramo comprendido entre los PPKK 195+000 y 210+000. Dichas vías se recogen en la siguiente tabla.

Fuente: *Elaboración propia*

VÍAS CONVENCIONALES
CV-829
CV-835
CV-8370
CV-837
CV-83

Tabla 1: Vías convencionales

Los enlaces se llevan a cabo mediante el uso de carriles de aceleración y deceleración, así como de pasos superiores e inferiores para efectuar las maniobras.

3.5.2. ESTRUCTURAS

En total a lo largo de los quince (15) kilómetros que separan los PPKK 195+000 y 210+000 de la autovía A-31 existen seis pasos superiores y seis pasos inferiores, cuyas principales características se recogen en el "Anejo 2: Antecedentes".

4. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

4.1. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

La naturaleza del terreno de apoyo de la autovía A-31 en la zona entre la que discurren los PPKK 195+000 y 210+000 se encuentra compuesta por diferentes litotipos, los cuales, en general se distribuyen según tres tramos.

En el tramo norte es posible encontrar formaciones formadas por gravas, arenas y arcillas cuaternarias, así como calcarenitas terciarias de mayor resistencia y situadas de forma infrayacente.

En el tramo central, por su parte, existe mayor variedad geológica, pudiéndose encontrar de manera heterogénea margas, calizas y formaciones terciarias de aluviones, terrazas y glaciais.

Por último, en el tramo sur es posible encontrar mayor uniformidad, como se evidencia observando los taludes existentes en el mismo. En esta zona se pueden observar formaciones geológicas cuaternarias como los depósitos aluviales y glaciais cubierto y encostrado.

4.2. SISMICIDAD

En el ámbito de las carreteras es de aplicación, en lo que ha sismicidad se refieren, la Norma de Construcción Sismorresistente (NCSE-02) a partir de la cual se define la aceleración sísmica de cálculo de la zona.

Consultando el Anexo 1 de la citada normativa, se observa que es la población de Novelda, término municipal en el que se sitúa el final del tramo analizado, el que mayor aceleración básica presenta, siendo esta igual a $0.12 \cdot g \text{ m/s}^2$.

Quedando del lado de la seguridad se considera que los 30 primeros metros del terreno son tipo II, con lo que el coeficiente del terreno, C, será de 1.30. Con todo ello, se define un coeficiente de amplificación del terreno, S, de 1.037 (para una importancia especial de la obra). Así pues, se define la aceleración sísmica de cálculo de la zona igual a $0.125 \cdot g \text{ m/s}^2$.

5. SITUACIÓN ACTUAL

El análisis de la seguridad vial del tramo de autovía A-31 estudiado requiere de una definición previa y precisa de la situación actual de la vía.

5.1. ESTADO DE ALINEACIONES

Para la definición del estado de alineaciones tanto del sentido creciente como del sentido decreciente ha sido de utilidad la herramienta informática AutoCAD Civil 3D, así como la consideración de una serie de

requisitos y criterios recogidos en el “Anejo 3: Situación actual” adjunto a este documento. Con todo ello se obtienen las siguientes características.

Fuente: Elaboración propia

ELEMENTOS – SENTIDO CRECIENTE								
Rectas			Curvas circulares			Clotoides		
Cantidad	Máxima	Mínima	Cantidad	Máximo	Mínimo	Cantidad	Máximo	Mínimo
43	1128 m	1.15 m	42	3150 m	300 m	84	500 m	1 m
ELEMENTOS – SENTIDO DECRECIENTE								
Rectas			Curvas circulares			Clotoides		
Cantidad	Máxima	Mínima	Cantidad	Máximo	Mínimo	Cantidad	Máximo	Mínimo
43	1126,14 m	1.23 m	42	3150 m	300 m	84	500 m	1 m

Tabla 2: Inventario de elementos – Sentidos creciente y decreciente

Existe una alta variabilidad en las características geométricas de los elementos, poniendo de manifiesto la heterogeneidad del trazado.

Fuente: AutoCAD Civil 3D (Elaboración propia)



Figura 5: Planta del tramo de autovía A-31 entre los PPKK 195+000 y 210+000

Con respecto al trazado en alzado, se han definido las siguientes características.

Fuente: Elaboración propia

ELEMENTOS – SENTIDO CRECIENTE							
Acuerdos cóncavos	Acuerdos convexos	Inclinaciones					
Cantidad	Cantidad	Rampa			Pendiente		
		Cantidad	Máxima	Mínima	Cantidad	Máxima	Mínima
26	27	37	-0.30%	-5.70%	17	4.20%	0.17%

ELEMENTOS – SENTIDO DECRECIENTE							
Acuerdos cóncavos	Acuerdos convexos	Inclinaciones					
Cantidad	Cantidad	Rampa			Pendiente		
		Cantidad	Máxima	Mínima	Cantidad	Máxima	Mínima
27	26	34	-0.15%	-5.05%	20	3.59%	0.12%

Tabla 2: Inventario de elementos – Sentidos creciente y decreciente

Fuente: AutoCAD Civil 3D (Elaboración propia)

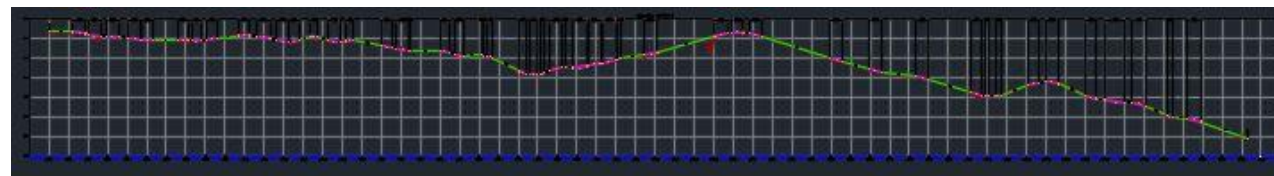


Figura 6: Alzado del tramo de autovía A-31 entre los PPKK 195+000 y 210+000

5.2. TRAMIFICACIÓN

Definido el estado de alineaciones, tanto del sentido creciente como del sentido decreciente de circulación, se procede a la tramificación de ambos sentidos. Para ello, será de utilidad el “Método alemán”, el cual permite dividir el tramo en subtramos homogéneos según sus características. Las características a tener en cuenta en este método es el ángulo de deflexión acumulado, así como la longitud.

Con todo ello, se obtienen las siguientes tramificaciones.

Fuente: Elaboración propia

SUBTRAMOS – SENTIDO CRECIENTE				
Tramo	Inicio	Final	Longitud	Tasa CCR
Tramo 1	195+000.0	200+948.1	5948.07 m	0.033
Tramo 2	200+948.1	204+631.6	3683.55 m	0.116
Tramo 3	204+631.6	206+857.3	2225.65 m	0.204
Tramo 4	206+857.3	210+346.0	3488.77 m	0.169

SUBTRAMOS – SENTIDO DECRECIENTE				
Tramo	Inicio	Final	Longitud	Tasa CCR
Tramo 1	15+332.07	11+860.53	3471.546 m	0.040
Tramo 2	11+860.53	9+299.37	2561.152 m	0.028
Tramo 3	9+299.37	5+557.89	3741.486 m	0.040
Tramo 4	5+557.89	3+426.56	2131.333 m	0.041
Tramo 5	3+426.56	0+000.00	3426.555 m	0.039

Tabla 3: Subtramos – Sentidos creciente y decreciente

5.3. VELOCIDAD DE PROYECTO

Tras la definición del estado de alineaciones de cada uno de los sentidos y la tramificación de los mismos es posible determinar de manera precisa cuál es la velocidad de proyecto de la vía.

Dado que existe un radio mínimo en ambos sentidos de 300 m, se considerará que, en todos los subtramos, la velocidad de proyecto es de 80 Km/h.

Esta conclusión viene definida en la Instrucción de Carreteras 3.1-IC, la cual indica que, una vía en la que existan curvas con radios mínimos de 265 m tendrá una velocidad de proyecto es de 80 Km/h. Puesto que para que la carretera se considere una C-85 el radio mínimo ha de ser de 305 m, y el mínimo existente es de 300 m, queda comprobada la adecuación de dicha velocidad de proyecto.

5.4. SECCIÓN TRANSVERSAL

5.4.1. CARRILES DE CIRCULACIÓN

Ambas calzadas cuentan con dos carriles de circulación en el mismo sentido. El ancho de cada carril es de 3.50 m y se diferencian mediante marcas viales. El arcén exterior de cada calzada es de 1.50 m, mientras que el interior es de 0.65 m en ambos sentidos.

El ancho de la berma, por su parte varía entre el metro hasta los dos metros. Sin embargo, el encajonamiento del trazado hace que en puntos localizados la berma sea inferior a estas dimensiones.

5.4.2. MEDIANA

La separación física de los sentidos de circulación se realiza mediante una mediana ajardinada, cuya anchura no se mantiene constante en todo el trazado, sino que va variando.

Existen tramos en los que la mediana está formada únicamente por una barrera new Jersey, mientras que, en otros, esta alcanza hasta los 12.0 m de ancho. En total, se subdivide la mediana en doce subtramos en función de sus características, tal y como se observa en la "Tabla 4: Tramificación de mediana", recogida en el "Anejo 3: Situación actual".

5.4.3. MÁRGENES

El método más empleado a lo largo del trazado para la protección de los usuarios es la instalación de barreras metálicas simples y dobles, estas últimas situadas de forma puntual. Así mismo, se emplean en zonas concretas, tales como desmontes de mucha altura y pasos inferiores, barreras New Jersey.

Dada la variabilidad del terreno, existe un tramo inicial en el que los desmontes y terraplenes apenas alcanzan el metro y medio de altura, mientras que, en el tramo medio y centro, estos desmontes pueden llegar a ser de hasta 15-20 m.

Puesto que la autovía discurre, en algunos puntos, muy cercana al núcleo urbano de Elda y Petrer, se han dispuesto en los márgenes de la misma muros de contención que protegen tanto a los usuarios de la vía como a los habitantes de las viviendas.

Así mismo, en algunas zonas destaca la abundante vegetación existente en los márgenes.

5.4.4. SEÑALIZACIÓN

Con respecto a la señalización vertical, en esta zona destacan los carteles o señales de indicación, las señales de reglamentación y las de advertencia de peligro.

En general, la señalización vertical resulta estar colocada de manera adecuada, no resulta confusa para el usuario y su estado de conservación es bueno.

Por su parte, con respecto a la señalización horizontal, cabe destacar que, en general, su estado de conservación es bueno, aunque existen puntos en los que la pintura de las marcas viales se encuentra deteriorada. Estas zonas coinciden con los ramales de salida desde el tronco principal e incluyen, tanto la marca vial pintada en el pavimento como delimitación del carril adicional como las flechas de indicación.

5.5. CARRILES DE INCORPORACIÓN Y SALIDA

En los quince kilómetros que separan el PPKK 195+000 del 210+000 existen un total de veinte (20) carriles de incorporación y de salida en sentido creciente de PPKK y diecinueve (19) en sentido decreciente. El reparto de ramales de entrada y salida es el siguiente, así como las principales características de los mismos se recogen en la siguiente tabla.

Fuente: Elaboración propia

RAMALES DE INCORPORACIÓN Y SALIDA											
Sentido creciente						Sentido decreciente					
Ramal de entrada			Ramal de salida			Ramal de entrada			Ramal de salida		
Nº	L.máx (m)	L.mín (m)	Nº	L.máx (m)	L.mín (m)	Nº	L.máx (m)	L.mín (m)	Nº	L.máx (m)	L.mín (m)
10	327	65	10	256	80	10	396	75	9	201	71

Tabla 4: Ramales de incorporación y salida

Cabe destacar que, en todos los casos, el carril adicional cuenta con un ancho de 3.50 m.

5.6. ESTADO DEL FIRME

Tras el estudio del estado del firme existente entre los PPKK 195+000 y 210+000 se han podido observar ciertas deficiencias, las cuales se recogen a continuación.

- Fisuración por fatiga:** En el entorno del PPKK 196+000, concretamente en el ramal de salida existente en el entorno de dicho punto kilométrico, se aprecia una malla de líneas de fractura en el pavimento distribuida de manera caótica e imprecisa en la superficie del mismo.
- Fisuración longitudinal o descendente:** Estas fisuras se crean por la fractura de la zona superior de la capa de rodadura, avanzando de manera paulatina hasta la parte más profunda del firme.

Esta patología se encuentra en diferentes puntos del tramo de autovía analizado. Sin embargo, ha sido previamente tratada mediante selladores asfálticos que impermeabilizan la superficie.

- **Rodera:** Las deformaciones del pavimento denominadas roderas son consecuencia del paso frecuente de vehículos pesados, así como por la existencia de altas temperaturas que reblandecen la superficie, haciéndola susceptible de deformarse.

Esta es una de las patologías más frecuentes en el tramo, pero se encuentra actualmente solucionada mediante la ejecución de parcheos puntuales.

6. ANÁLISIS DEL TRAZADO

Tras la definición del estado de alineaciones de cada uno de los dos sentidos de circulación, se procede en el “Anejo 4: Análisis del trazado” a comprobar la adecuación del trazado a la normativa de aplicación vigente.

6.1. CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA EN PLANTA

Tal y como se puede observar en el Apartado 5.1. del presente documento, existen un total de 43 rectas, 42 curvas circulares y 84 clotoides. De todas ellas, siguiendo los requisitos recogidos en la Instrucción de Carreteras 3.1-IC, se comprobará la adecuación de las características de dichos elementos a la normativa.

Con todo ello, se obtienen las siguientes conclusiones.

Fuente: Elaboración propia

CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA 3.1-IC. PLANTA – SENTIDO CRECIENTE				
Alineaciones rectas				
Cantidad	Cumple L.máx	Cumple L.mín	No cumple L.máx	No cumple L.mín
43	43 (100%)	14 (32.5%)	0 (0%)	29 (60.5%)
Curvas circulares				
Cantidad	Cumple Rmín	No cumple Rmín		
42	42 (100%)	0 (0%)		
Curvas de transición				
Cantidad	Cumple L _e [Lmín; Lmáx]	No cumple L _e [Lmín; Lmáx]		
84	10 (11.9%)	74 (88.1%)		

CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA 3.1-IC. PLANTA – SENTIDO CRECIENTE		
Alineaciones rectas		
Coordinación entre curvas consecutivas		
Cantidad	Cumple	No cumple
42	2 (4.8%)	40 (95.2%)

Tabla 5: Cumplimiento de la normativa 3.1-IC. Planta – Sentido creciente

Fuente: Elaboración propia

CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA 3.1-IC. PLANTA – SENTIDO DECRECIENTE				
Alineaciones rectas				
Cantidad	Cumple L.máx	Cumple L.mín	No cumple L.máx	No cumple L.mín
43	43 (100%)	13 (30.2%)	0 (0%)	30 (69.8%)
Curvas circulares				
Cantidad	Cumple	No cumple		
42	42 (100%)	0 (0%)		
Curvas de transición				
Cantidad	Cumple L _e [Lmín; Lmáx]	No cumple L _e [Lmín; Lmáx]		
84	12 (14.3%)	72 (85.7%)		
Coordinación entre curvas consecutivas				
Cantidad	Cumple	No cumple		
42	2 (4.7%)	40 (95.3%)		

Tabla 6: Cumplimiento de la normativa 3.1-IC. Planta – Sentido decreciente

Se puede observar cómo casi el 70% de las rectas tienen una longitud inferior a la mínima definida por la normativa para una carretera con velocidad de proyecto de 80 Km/h.

Con respecto a las curvas, si bien en ambos sentidos cumplen los criterios de radio máximo y mínimo, tan solo dos curvas consecutivas se encuentran coordinadas, evidenciando la heterogeneidad del trazado.

6.2. CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA EN ALZADO

De la misma manera que con el trazado en planta, se analiza el trazado en alzado, considerando que la velocidad de proyecto es de 80 Km/h y que las características de los elementos han de cumplir los criterios recogidos por la Norma 3.1-IC.

Fuente: Elaboración propia

CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA 3.1-IC. ALZADO– SENTIDO CRECIENTE		
Rasantes		
Cantidad	Cumple	No cumple
54	52 (96.3%)	2 (3.7%)
Acuerdos verticales		
Cantidad	Cumple	No cumple
53	42 (79.2%)	11 (20.7%)

Tabla 6: Cumplimiento de la normativa 3.1-IC. Alzado – Sentido creciente

Fuente: Elaboración propia

CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA 3.1-IC. ALZADO – SENTIDO DECRECIENTE		
Rasantes		
Cantidad	Cumple	No cumple
54	52 (96.3%)	2 (3.7%)
Acuerdos verticales		
Cantidad	Cumple	No cumple
49	38 (77.6%)	11 (32.4%)

Tabla 7: Cumplimiento de la normativa 3.1-IC. Alzado – Sentido decreciente

Al contrario que en el trazado en planta, son pocas las ocasiones en las que los elementos del alzado incumplen las limitaciones impuestas por la normativa de aplicación en materia de trazado.

Sin embargo, existen zonas puntuales, en concreto una de especial relevancia en el sentido creciente de PPKK, en la que, no se cumple la normativa ni en los parámetros de la rasante ni del acuerdo vertical. Esto pone de manifiesto la existencia de un cambio de rasante inadecuado e inseguro en el entorno del PPKK 209+303 que pone en peligro a los diferentes usuarios de la vía.

6.3. CARRILES DE INCORPORACIÓN Y SALIDA

Para completar el análisis del trazado de la autovía entre los PPKK 195+000 y 210+000 es necesario comprobar la adecuación de los carriles de entrada y salida del tronco principal. En la siguiente tabla se recogen los resultados obtenidos.

Fuente: Elaboración propia

CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA 3.1-IC. CARRILES DE INCORPORACIÓN Y SALIDA– SENTIDO CRECIENTE			
Nº Carriles		Cumplimiento	
Salida	Entrada	Cumple	No cumple
10	10	3 (15%)	17 (85%)

Tabla 8: Cumplimiento de la normativa 3.1-IC. Carriles de incorporación y salida – Sentido creciente

Fuente: Elaboración propia

CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA 3.1-IC. CARRILES DE INCORPORACIÓN Y SALIDA– SENTIDO DECRECIENTE			
Nº Carriles		Cumplimiento	
Salida	Entrada	Cumple	No cumple
10	9	1 (5.3%)	18 (94.7%)

Tabla 9: Cumplimiento de la normativa 3.1-IC. Carriles de incorporación y salida – Sentido decreciente

Esto pone de manifiesto que, prácticamente la totalidad de los carriles de salida e incorporación existentes en el tramo comprendido entre los PPKK 195+000 y 210+000 incumplen los criterios normativos y resultan, por extensión, inseguros e inapropiados para la garantía de una conducción segura y confortable.

6.4. CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA EN SECCIÓN TRANSVERSAL

Para completar el estudio del trazado se analiza también en que medida las dimensiones y características de la sección transversal cumple con los criterios recogidos por la Norma 3.1-IC.

6.4.1. PLATAFORMA DE CIRCULACIÓN

Las dimensiones de la sección transversal se recogen en la siguiente tabla.

Fuente: Elaboración propia

CARACTERÍSTICAS SECCIÓN TRANSVERSAL								
Calzada sentido ascendente PPKK				Mediana	Calzada sentido descendente PPKK			
Arcén exterior	Carril derecho	Carril izquierdo	Arcén interior		Arcén interior	Carril derecho	Carril izquierdo	Arcén exterior
1.50	3.50	3.50	0.65	3.00 (media)	0.65	3.50	3.50	1.50

Tabla 10: Características sección transversal

Como se observa, si bien los carriles de circulación tienen un ancho igual al mínimo fijado por la norma, el resto de elementos no se adecúa los límites impuestos por la normativa, haciendo de la sección transversal una sección insegura para los usuarios.

6.4.2.MEDIANA

La mediana es susceptible de ser tramificada en doce tramos diferentes en función de sus características en planta. Evaluando las dimensiones de la misma en cada tramo y aplicando la normativa vigente se comprueba que, en el 41.7% de los tramos, las dimensiones son inferiores al mínimo definido por la norma, por lo que se trata de un elemento inseguro.

7. ANÁLISIS DEL TRÁFICO

Para llevar a cabo el análisis del tráfico existente en la autovía A-31 entre los PPKK 195+000 y 210+000 ha sido de utilidad la herramienta informática Freeval v.5, desarrollada por el HCM en base a sus propios criterios, así como los datos de tráfico aportados por el Ministerio de Fomento a través del Mapa de Tráfico 2017.

Para llevar a cabo este análisis es necesario considerar las características básicas de la sección transversal de la autovía, así como los segmentos en los que esta se divide, cuya naturaleza viene definida en el Apartado 2.2. del “Anejo 5: Análisis del tráfico”.

Teniendo como base dichas consideraciones, se subdivide la vía en segmentos, obteniendo los siguientes resultados.

Fuente: Elaboración propia

SEGMENTOS DE ENLACE					
Sentido creciente de PPKK			Sentido decreciente de PPKK		
On – Ramp	Off – Ramp	OverLap	On – Ramp	Off – Ramp	OverLap
6	6	4	5	5	4

Tabla 11: Número de enlaces

Cada uno de los ramales de entrada y salida permiten la conexión entre la autovía A-31 y las diferentes vías de servicio, avenidas y carreteras convencionales que enlazan con el tronco principal en el tramo analizado.

En las siguientes tablas se observa tanto la localización de los segmentos On-Ramp y Off-Ramp como las vías con las que enlazan.

Fuente: Elaboración propia

ENLACES CON AUTOVÍA A-31 (SENTIDO CRECIENTE DE PPKK)				
Segmento	Tipología	PK Inicial	PK Final	Conexión
2	Off Ramp	195+625	196+082	CV-829
4	Overlap	196+163	196+490	CV-829
6	Overlap	196+582	197+463	Vía de servicio a Polígono Industrial El Castillo Z.V.2
8	On Ramp	198+787	199+244	Vía de servicio a Polígono Industrial El Castillo Z.V.2
10	Off Ramp	200+039	200+496	CV-835
12	Overlap	201+161	201+510	CV-835 y Av. del Guirney
14	Overlap	201+758	202+181	Av. del Guirney y CV-837
16	On Ramp	202+424	202+882	CV-837
18	Off Ramp	203+773	204+230	Av. de Salinetes
20	On Ramp	204+813	205+271	Av. De Salinetes y Polígono Industrial 2ª fase
22	Off Ramp	205+289	205+746	Calle Peña del Sol
24	On Ramp	205+830	206+287	Calle Peña del Sol
26	Off Ramp	206+545	207+002	CV-83 y Av. Mediterráneo
28	On Ramp	207+608	208+065	CV-83
30	Off Ramp	208+990	209+447	Vía de servicio a Loma Badá
32	On Ramp	209+573	210+030	Vía de servicio a Loma Badá

Tabla 12: Enlaces sentido creciente de PPKK

Fuente: Elaboración propia

ENLACES CON AUTOVÍA A-31 (SENTIDO DECRECIENTE DE PPKK)				
Segmento	Tipología	PK Inicial	PK Final	Conexión
2	Off Ramp	195+019	195+480	Vía de servicio a Loma Badá
4	Overlap	196+517	197+281	Vía de servicio a Loma Badá y CV-83
6	Overlap	197+434	198+027	CV-83 y Av. Guirney y Mediterráneo
8	On Ramp	198+135	198+591	Av. Guirney y Mediterráneo
10	Off Ramp	199+407	199+865	Av. De la Molineta y Polígono Industrial 2ª fase
12	On Ramp	199+978	200+878	Av. De la Molineta y Polígono Industrial 2ª fase
14	Off Ramp	202+284	203+201	CV-8370
16	Overlap	203+304	203+764	CV-8370
18	Overlap	203+916	204+373	CV-835 y calles Primero de Mayo y Trabajadores
20	On Ramp	204+737	205+193	CV-835 y calles Primero de Mayo y Trabajadores
22	Off Ramp	205+853	206+307	Vía de servicio a Polígono Industrial El Castillo Z.V.2
24	On Ramp	207+815	208+278	Vía de servicio a Polígono Industrial El Castillo Z.V.2
26	Off Ramp	208+382	208+838	CV-829
28	On Ramp	209+000	209+457	CV-829

Tabla 13: Enlaces sentido decreciente de PPKK

7.1. BASES DE DATOS

7.1.1. TRONCO PRINCIPAL

Los datos de tráfico del tronco principal que han sido empleados en el desarrollo del análisis proceden del Mapa de Tráfico del año 2017 publicado de manera anual por el Ministerio de Fomento.

7.1.2. CARRETERAS CONVENCIONALES

Las vías que enlazan con la autovía A-31 se corresponden con carreteras convencionales cuya entidad de referencia es la Generalitat Valenciana, por lo que, a través del portal de la misma, se recogen los datos de tráfico necesarios para la caracterización de las carreteras convencionales que enlazan con el tronco principal.

7.1.3. VÍAS DE SERVICIO

No existen aforos ni datos sobre el volumen de tráfico existente que sean proporcionados por diferentes entidades y que permitan la correcta estimación de la demanda. Así pues, la determinación de la intensidad media diaria se llevará a cabo mediante diversas consideraciones, que difieren con las empleadas en la autovía y carreteras convencionales.

7.2. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA

7.2.1. CONSIDERACIONES PREVIAS

- **Tronco principal:** Se analizan los tráficos de cada una de las calzadas de circulación haciendo uso de los datos recogidos en el Mapa de Tráfico 2017. Sin embargo, a efectos de análisis del tráfico, no se considerará el reparto del volumen de vehículos en cada uno de los dos carriles que forman parte de cada calzada.
- **Vías convencionales:** La demanda se estima según la IMD de cada vía y considerando un reparto entre sentidos del 50/50%.
- **Vías de servicio:** Puesto que no existen datos recogidos sobre el tráfico en estas vías, se supondrá que este es igual al 20% de la variación de IMD entre los diferentes subtramos en los que se divide el tramo de autovía.

La metodología seguida para la definición del tráfico en cada uno de los elementos y vías será la siguiente:

1. Definición de las estaciones de aforo
2. Tramificación del tramo analizado (solo en tronco principal)
3. Estimación de la demanda
 - a. Determinación del factor de hora punta
 - b. Distribución horaria de la demanda

La distribución horaria de la demanda se fundamenta tanto en la IMD existente en cada sentido como en el reparto porcentual de vehículos que circulan por el subtramo. Con todo ello, es posible definir de manera precisa tanto el volumen de tráfico ligero como pesado.

- c. Definición del valor de la demanda

Para la estimación concreta de la demanda, haciendo uso de los resultados obtenidos en la distribución horaria del tráfico, se definirá el volumen de tráfico existente en cada uno de los cuatro cuartos de hora de cada una de las veinticuatro (24) horas del día.

Para ello, se seguirá la siguiente formulación.

- Primer cuarto de hora: La intensidad será igual a la relación entre un cuarto de la intensidad horaria total y el factor de hora punta.

$$IH_1 = \frac{IH_{60'}}{4 \cdot FHP}$$

- Segundo cuarto de hora: La intensidad será igual a la intensidad horaria media.

$$IH_2 = \frac{IH_{60'}}{4}$$

- Tercer cuarto de hora: Al igual que en el segundo cuarto de hora, la intensidad que se considerará en este intervalo de tiempo será igual a la intensidad horaria media

$$IH_3 = \frac{IH_{60'}}{4}$$

- Cuarto cuarto de hora: El volumen de tráfico será igual a la diferencia entre la intensidad horaria total y la existente en cada uno de los tres cuartos de hora anteriores.

$$IH_4 = IH_{60'} - (IH_1 + IH_2 + IH_3)$$

Con todo ello, se procede a llevar a cabo el análisis del tráfico.

7.2.2. TRONCO PRINCIPAL: AUTOVÍA A-31

7.2.2.1. Estaciones de aforo

Entre los PPKK 195+000 y 210+000 existen un total de 3 estaciones de aforo permanentes situadas en las partes norte, centro y sur de la vía.

Fuente: Mapa de Tráfico 2017



Figura 7: Localización de las estaciones de aforo

7.2.2.2. Definición de subtramos

Puesto que existen tres estaciones de aforo de gran precisión, y dado que el tráfico registrado entre ellas no se mantiene constante, si no que varía, se opta por efectuar una tramificación del tramo comprendido entre los PPKK 195+000 y 210+000.

En la siguiente tabla se puede observar el tráfico registrado por las estaciones, así como la variación entre ellas.



Fuente: Elaboración propia

ESTACIÓN DE AFORO	INTENSIDAD MEDIA DIARIA (VEH/DÍA)			INCREMENTO DE INTENSIDAD (VEH/DÍA)		
	C1	C2	TOTAL	C1	C2	TOTAL
E-513-0	19914	20521	40435	-	-	-
E-514-0	21207	22065	43272	6.10%	7.00%	6.56%
E-515-0	26299	26713	53012	19.36%	17.40%	18.37%

Tabla 14: IMD e incremento de IMD en el tramo

Así pues, para considerar de manera precisa el tráfico existente en todo el trazado, se subdivide este en tres subtramos diferentes, coincidentes con cada una de las estaciones de aforo que se encuentran en el tramo.

El tráfico existente en cada subtramo, así como sus características, se muestran a continuación.

7.2.2.3. Estimación de la demanda

- Subtramo 1: PPKK 195+000 – 197+800 (Estación de aforo E-513-0)

En el “Anejo 5: Análisis del tráfico” se muestra con un mayor grado de detalle la aplicación de la metodología determinada, así como la obtención de resultados que, posteriormente, serán empleados en la implementación del modelo de tráfico analizado.

Siguiendo la metodología anteriormente definida, a continuación, se muestra un resumen de los resultados obtenidos para el primer subtramo de estudio.

Fuente: Elaboración propia

DATOS SUBTRAMO 1: 195+000 – 197+800		
Estación de aforo	IMD	FHP
C1 (Ascendente)	19914 veh/día	0.932
C2 (Descendente)	20521 veh/día	0.927

Tabla 15: Datos subtramo 1

Siguiendo la metodología resumida en el anterior apartado, la cual se desarrolla con un mayor grado de detalle en el “Anejo 5: Análisis del tráfico” se determina el valor de la demanda estimada en el tramo comprendido entre los PPKK 195+000 y 197+800.

En las Figuras 8 y 9 se observa la distribución del tráfico existente a lo largo de todo el día.

Por último, en las Figuras 10 y 11 se observa la distribución de la demanda estimada en los cuatro cuartos de hora de las veinticuatro horas del día para el primer subtramo de estudio.

Fuente: Elaboración propia

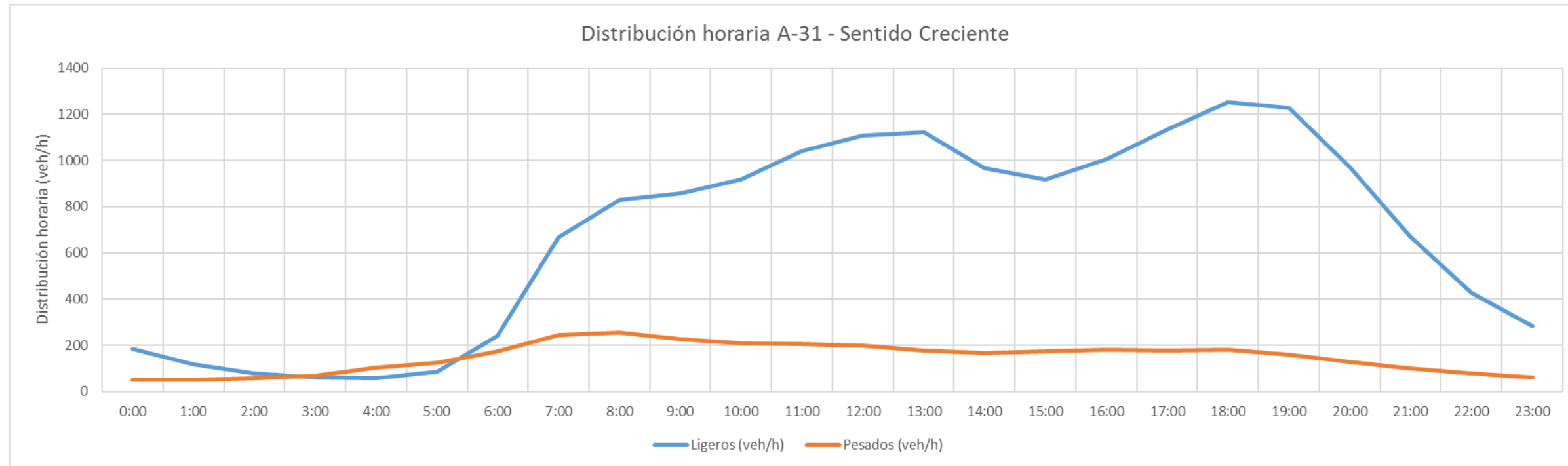


Figura 8: Distribución horaria sentido creciente Subtramo 1

Fuente: Elaboración propia

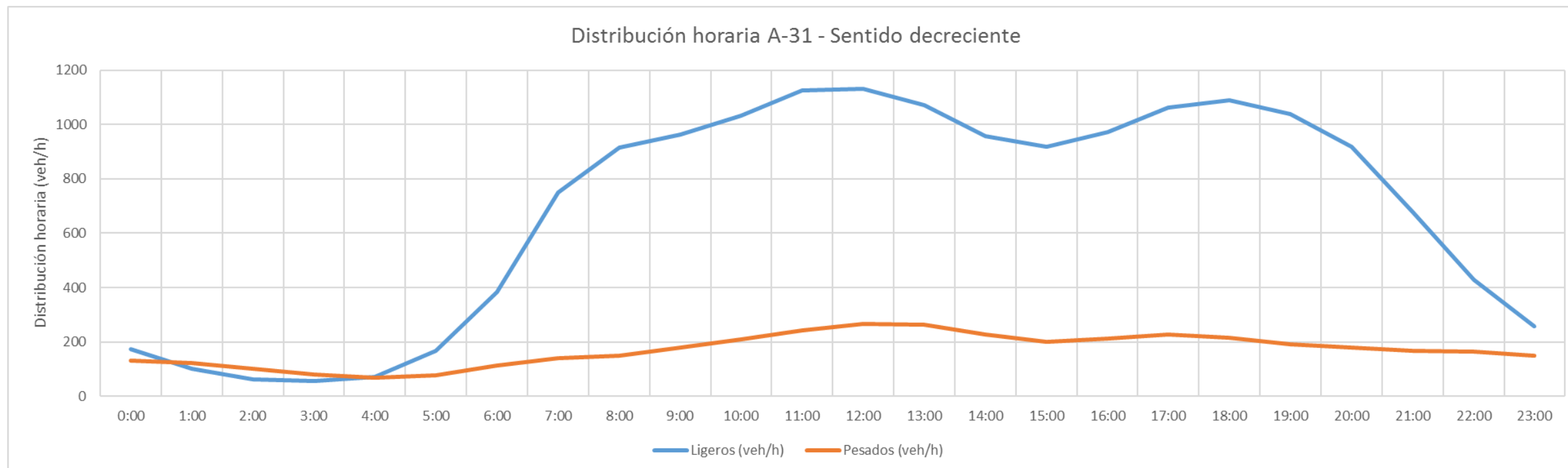


Figura 9: Distribución horaria sentido decreciente Subtramo 1

Fuente: Elaboración propia

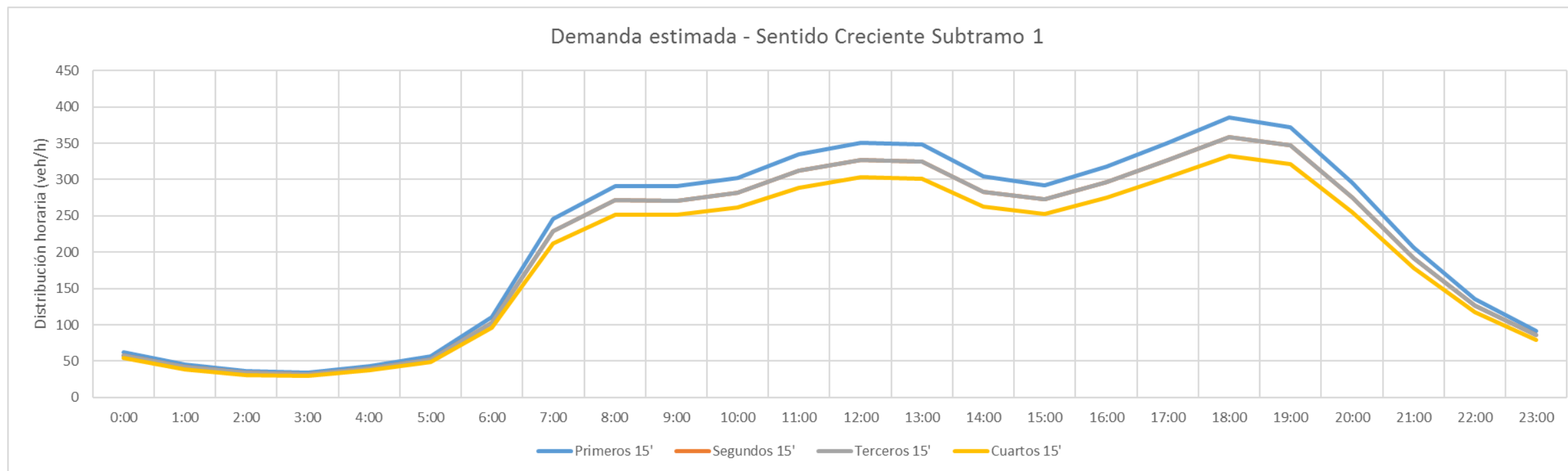


Figura 10: Demanda estimada en cada cuarto de hora (sentido creciente Subtramo 1)

Fuente: Elaboración propia

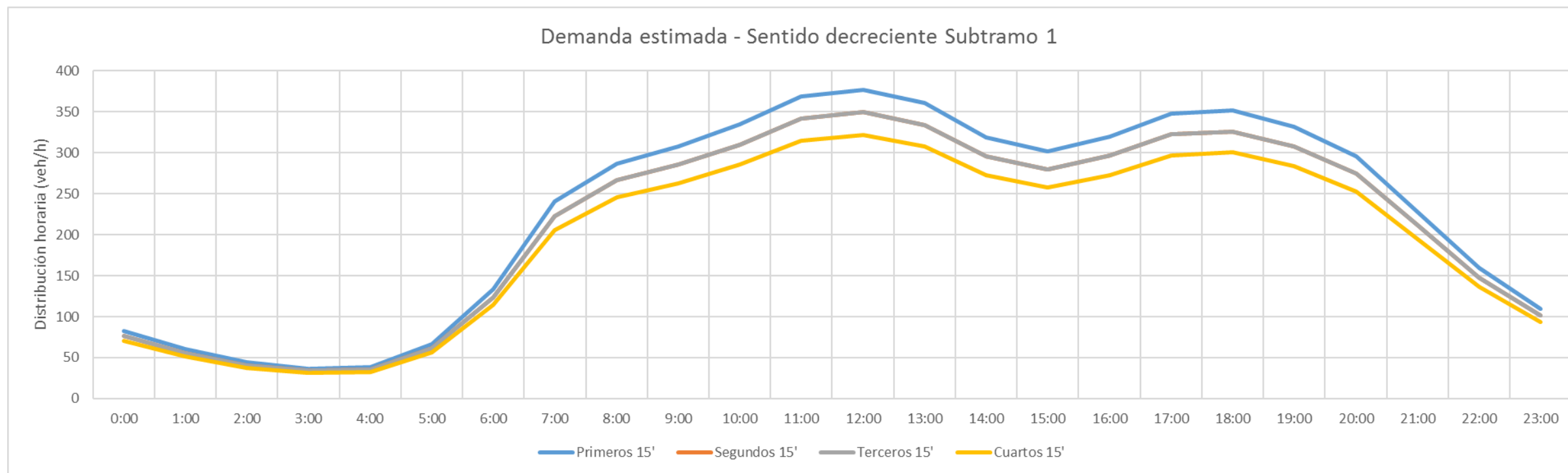


Figura 11: Demanda estimada en cada cuarto de hora (sentido decreciente Subtramo 1)

• Subtramo 2: PPKK 197+800 – 204+000 (Estación de aforo E-514-0)

Tabla 16: Datos subtramo 2

En el “Anejo 5: Análisis del tráfico” se muestra con un mayor grado de detalle la aplicación de la metodología determinada, así como la obtención de resultados que, posteriormente, serán empleados en la implementación del modelo de tráfico analizado.

Siguiendo la metodología resumida en el anterior apartado, la cual se desarrolla con un mayor grado de detalle en el “Anejo 5: Análisis del tráfico” se determina el valor de la demanda estimada en el tramo comprendido entre los PPKK 197+800 y 204+000.

Siguiendo la metodología anteriormente definida, a continuación, se muestra un resumen de los resultados obtenidos para el primer subtramo de estudio.

En las Figuras 12 y 13 se observa la distribución del tráfico existente a lo largo de todo el día.

Fuente: Elaboración propia

Por último, en las Figuras 14 y 15 se observa la distribución de la demanda estimada en los cuatro cuartos de hora de las veinticuatro horas del día para el primer subtramo de estudio.

DATOS SUBTRAMO 2: 197+800 – 204+000		
Estación de aforo	IMD	FHP
C1 (Ascendente)	21207 veh/día	0.915
C2 (Descendente)	22065 veh/día	0.967

Fuente: Elaboración propia

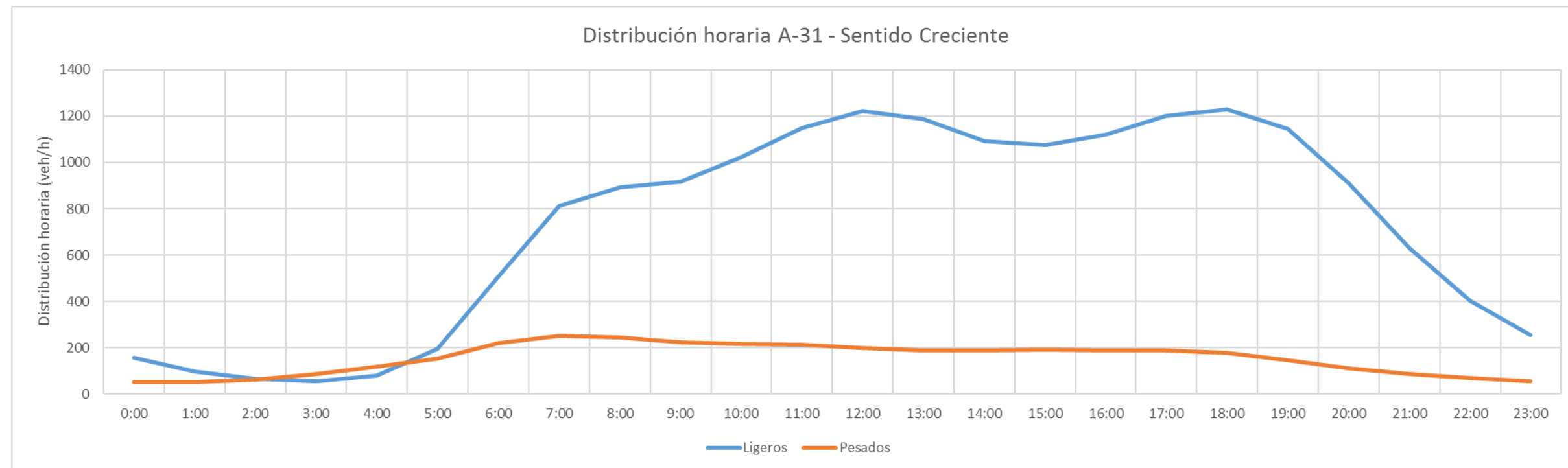


Figura 12: Distribución horaria sentido creciente Subtramo 2

Fuente: Elaboración propia

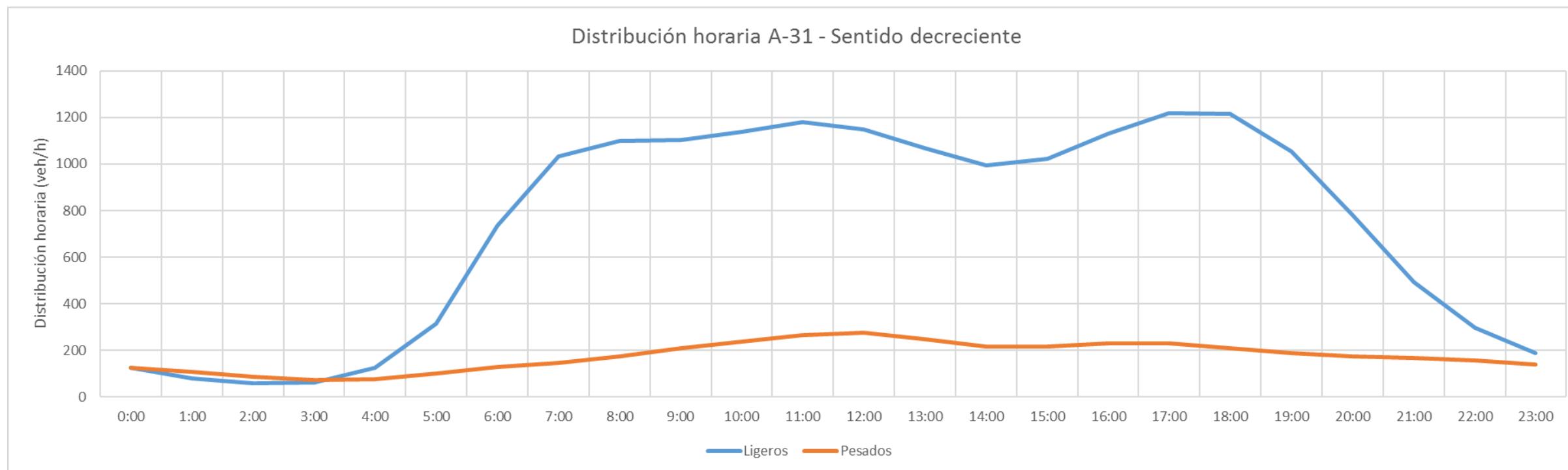


Figura 13: Distribución horaria sentido decreciente Subtramo 2

Fuente: Elaboración propia

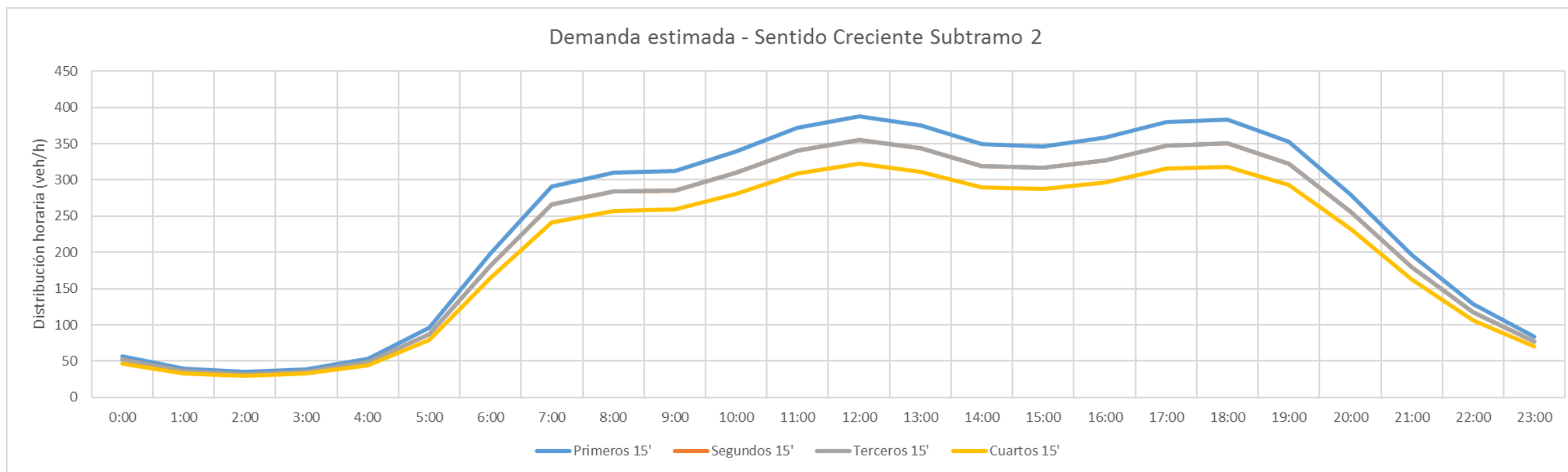


Figura 14: Demanda estimada en cada cuarto de hora (sentido creciente Subtramo 2)

Fuente: Elaboración propia

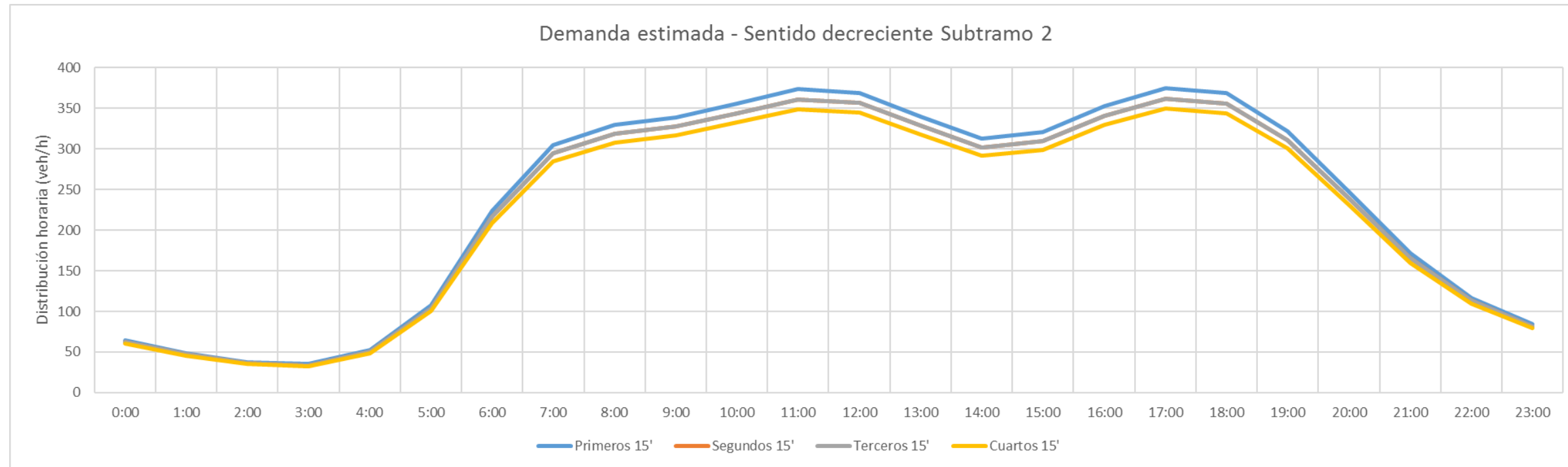


Figura 15: Demanda estimada en cada cuarto de hora (sentido decreciente Subtramo 2)

- Subtramo 3: PPKK 204+000 – 210+000 (Estación de aforo E-515-0)

En el “Anejo 5: Análisis del tráfico” se muestra con un mayor grado de detalle la aplicación de la metodología determinada, así como la obtención de resultados que, posteriormente, serán empleados en la implementación del modelo de tráfico analizado.

Siguiendo la metodología anteriormente definida, a continuación, se muestra un resumen de los resultados obtenidos para el primer subtramo de estudio.

Fuente: Elaboración propia

DATOS SUBTRAMO 3: 204+000 – 210+000		
Estación de aforo	IMD	FHP
C1 (Ascendente)	26299 veh/día	0.905
C2 (Descendente)	26713 veh/día	0.907

Tabla 17: Datos subtramo 3

Siguiendo la metodología resumida en el anterior apartado, la cual se desarrolla con un mayor grado de detalle en el “Anejo 5: Análisis del tráfico” se determina el valor de la demanda estimada en el tramo comprendido entre los PPKK 204+000 y 210+000.

En las Figuras 16 y 17 se observa la distribución del tráfico existente a lo largo de todo el día.

Por último, en las Figuras 18 y 19 se observa la distribución de la demanda estimada en los cuatro cuartos de hora de las veinticuatro horas del día para el primer subtramo de estudio.

Fuente: Elaboración propia

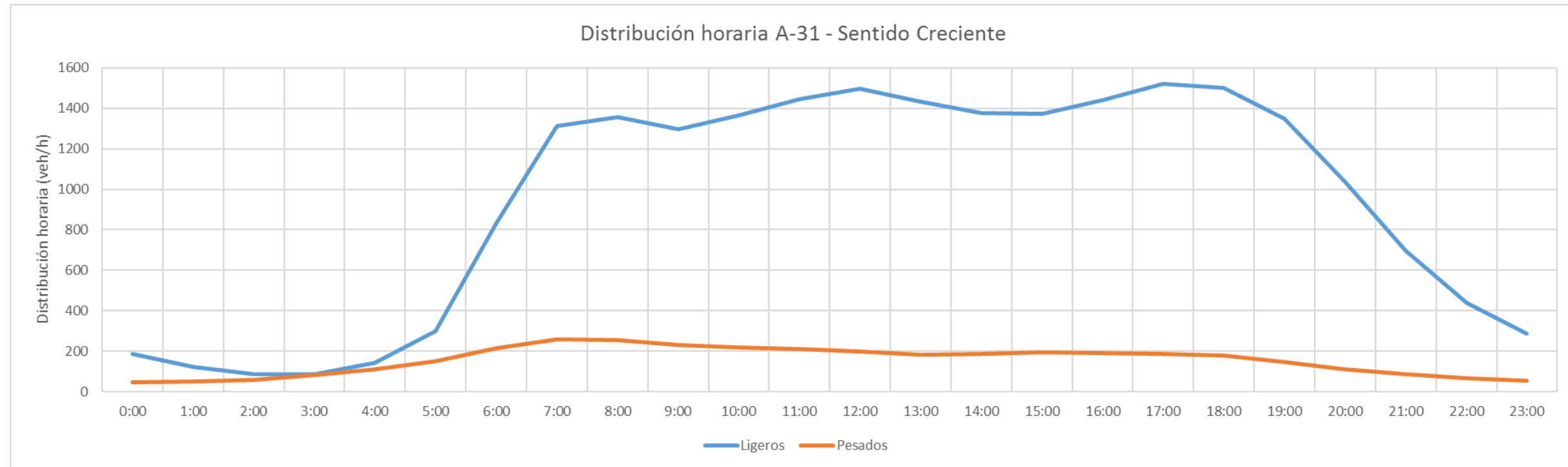


Figura 12: Distribución horaria sentido creciente Subtramo 3

Fuente: Elaboración propia

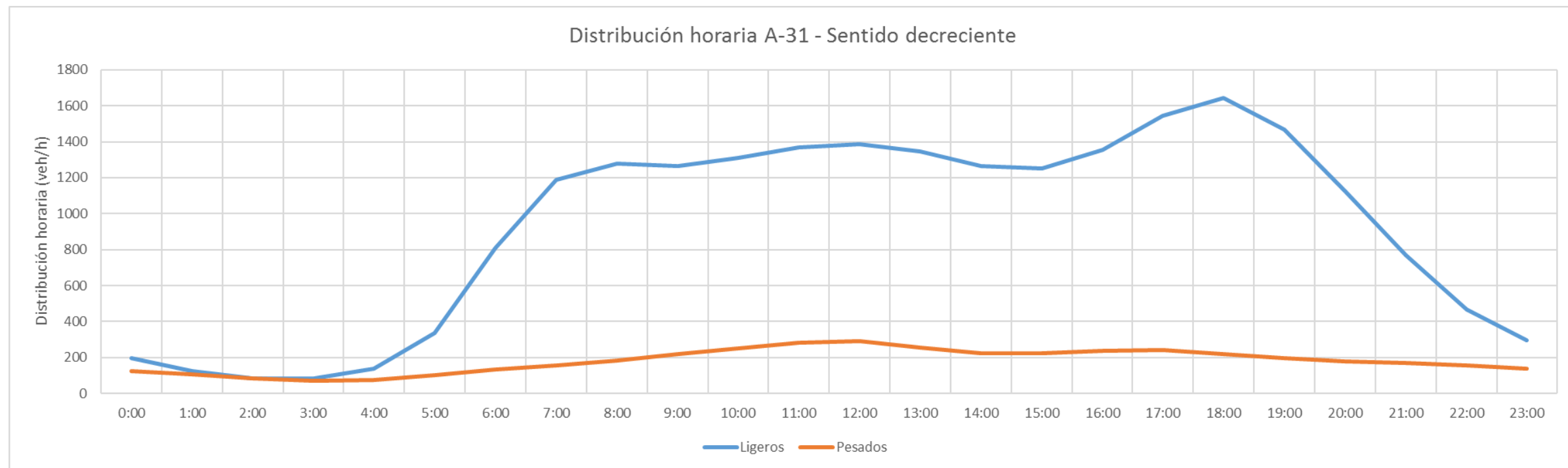


Figura 13: Distribución horaria sentido decreciente Subtramo 3

Fuente: Elaboración propia

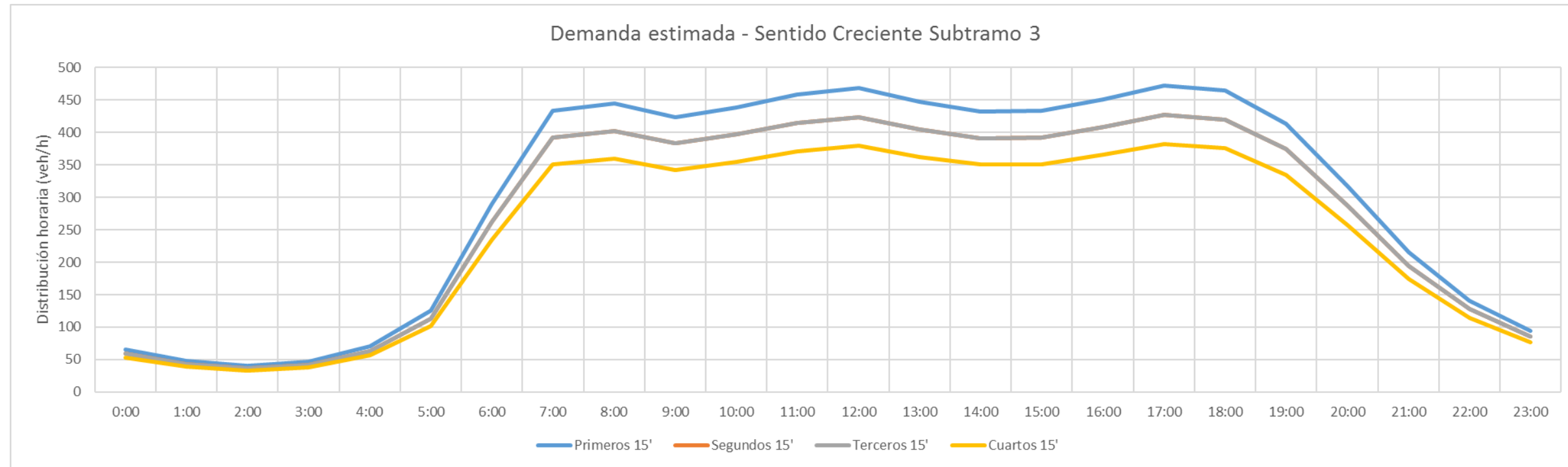


Figura 14: Demanda estimada en cada cuarto de hora (sentido creciente Subtramo 3)

Fuente: Elaboración propia

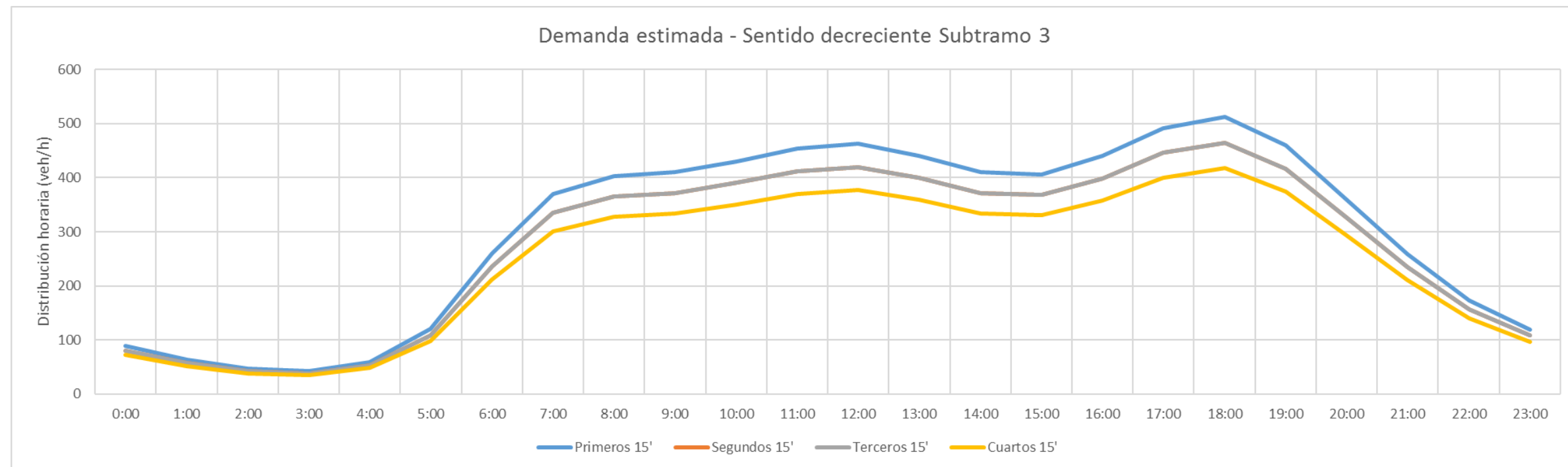


Figura 15: Demanda estimada en cada cuarto de hora (sentido decreciente Subtramo 3)

7.2.3. CARRETERAS CONVENCIONALES

El tronco principal de la autovía A-31 enlaza con diferentes vías convencionales mediante distintos ramales de entrada y salida. Dichos ramales se muestran en las siguientes tablas.

Fuente: Elaboración propia

CARRETERAS CONVENCIONALES QUE ENLAZAN CON AUTOVÍA A-31 (SENTIDO CRECIENTE DE PPKK)					
	Segmento	Denominación	PK Inicial	PK Final	Conexión
Subtramo 1	2	Off 1	195+625	196+082	CV-829
	4	Lap 1	196+163	196+490	CV-829
Subtramo 2	10	Off 2	200+039	200+496	CV-835
	12	Lap 3	201+161	201+510	CV-835
	14	Lap 4	201+758	202+181	CV-837
	16	On 2	202+424	202+882	CV-837
Subtramo 3	26	Off 5	206+545	207+002	CV-83
	28	On 5	207+608	208+065	CV-83

Tabla 18: Carreteras convencionales sentido creciente de PPKK

Fuente: Elaboración propia

CARRETERAS CONVENCIONALES QUE ENLAZAN CON AUTOVÍA A-31 (SENTIDO CRECIENTE DE PPKK)					
	Segmento	Denominación	PK Inicial	PK Final	Conexión
Subtramo 1	6	Lap 2	197+434	198+027	CV-83
Subtramo 2	14	Off 3	202+284	203+201	CV-8370 (*)
	16	Lap 3	203+304	203+764	CV-8370 (*)
	18	Lap 4	203+916	204+373	CV-835
Subtramo 3	20	On 4	204+737	205+193	CV-835
	26	Off 6	208+382	208+838	CV-829
	28	On 6	209+000	209+457	CV-829

Tabla 19: Carreteras convencionales sentido decreciente de PPKK

(*) Puesto que la carretera CV-8370 es un ramal que parte de la CV-837, se considera que el tráfico en la misma es despreciable

Puesto que no existen datos publicados de todas las vías convencionales anteriores, en los casos en los que no existan informes publicados, se hará uso de los datos de carreteras afines a estas vías, por lo que, si una de las carreteras convencionales a analizar entronca con otra vía de la que sí existen datos. Al final se usan las siguientes carreteras afines.

Fuente: Elaboración propia

CARRETERAS CONVENCIONALES A ANALIZAR		
Vía	Sentido	Vía afín
CV-829	Ambos	CV-830
CV-837	Ambos	-
CV-8370	Ambos	-
CV-83	Ambos	-

Tabla 18: Vías convencionales a analizar

Existe un caso excepcional. La carretera CV-8370 no pertenece a la Generalitat Valenciana si no a la Diputación de Alicante. Dicha entidad no ofrece datos sobre el volumen de tráfico que circula por la carretera, por lo que no es posible conocer dicha información. Esta carretera es, además, un ramal que parte de la carretera CV-837, por lo que, considerando el tráfico existente en esta última, se asume que queda analizada la carretera CV-8370.

Siguiendo la metodología anteriormente definida se procede a la determinación de la demanda de tráfico existente en las vías convencionales.

Intensidad Media Diaria y Factor de Hora Punta

La IMD procede de los datos recogidos en el "Mapa de tráfico de la zona sur de la Comunidad Valenciana" mientras que el FHP se considera constante e igual a 0.95.

Fuente: Elaboración propia

INTENSIDAD MEDIA DIARIA Y FHP			
Vía	Intensidad Media Diaria, IMD	Porcentaje de pesados, %P	Factor de Hora Punta
CV-829	1029	3.30%	0.95
CV-835	3899	3.40%	0.95
CV-837	677	2.20%	0.95
CV-83	14659	4.80%	0.95

Tabla 19: Intensidad Media Diaria Vías convencionales

Distribución horaria de la demanda

Para mayor precisión en los resultados obtenidos de este estudio, se estima la demanda en las carreteras convencionales considerando la distribución horaria existente en cada una de ellas o, en su defecto, en las vías afines a ellas. Para ello, se hace uso del reparto de tráfico aportada por la Generalitat Valenciana.

Se siguen dos metodologías:

- Método 1: Carreteras en las que se dispone de informe:

Puesto que se dispone de informe se considerarán los datos recogidos en el mismo, con lo que el tratamiento de los datos es directo y la distribución de la demanda en la vía será la recogida en el informe.

- Método 2: Carreteras en las que no se dispone de informe:

Al no disponer de informe, se hará uso de los datos publicados para las carreteras afines y, posteriormente, se tratarán los datos para adecuar los resultados a las carreteras que realmente se han de analizar. Por tanto, se seguirá la siguiente metodología.

$$\%_{\text{horario}} = \frac{IMD_{\text{Hora i afin}}}{IMD_{\text{total afin}}} \cdot 100$$

Partiendo del porcentaje horario y de la IMD existente en la carretera de la que se desea conocer la distribución de la demanda, se define el número total de vehículos que circulan por la carretera, de la siguiente forma:

$$N^{\circ} \frac{\text{vehículos}}{h} = \%_{\text{horario}} \cdot IMD_{\text{total}}$$

A partir de este volumen de vehículos y considerando un sistema de proporciones entre la carretera a analizar y su afin, es posible determinar el reparto de vehículos en cada hora del día y en cada uno de los dos sentidos de circulación. A continuación, se recoge un ejemplo de este método:

Ejemplo: Carretera CV-829, hora: 8:00h.

$$N^{\circ} \text{ veh ascendente}_{CV-829} = N^{\circ} \text{ veh total}_{CV-829} \cdot \frac{N^{\circ} \text{ veh ascendente}_{CV-830}}{N^{\circ} \text{ veh total}_{CV-830}}$$

Estimación de la demanda

La metodología empleada para la estimación de la demanda en los cuatro cuartos de hora de cada una de las veinticuatro horas es la misma que la empleada en la definición de la demanda del tronco principal.

Para ello, se seguirá la siguiente formulación.

- Primer cuarto de hora: La intensidad será igual a la relación entre un cuarto de la intensidad horaria total y el factor de hora punta.

$$IH_1 = \frac{IH_{60'}}{4 \cdot FHP}$$

- Segundo cuarto de hora: La intensidad será igual a la intensidad horaria media.

$$IH_2 = \frac{IH_{60'}}{4}$$

- Tercer cuarto de hora: Al igual que en el segundo cuarto de hora, la intensidad que se considerará en este intervalo de tiempo será igual a la intensidad horaria media

$$IH_3 = \frac{IH_{60'}}{4}$$

- Cuarto cuarto de hora: El volumen de tráfico será igual a la diferencia entre la intensidad horaria total y la existente en cada uno de los tres cuartos de hora anteriores.

$$IH_4 = IH_{60'} - (IH_1 + IH_2 + IH_3)$$

Con todo ello, se muestra en las siguientes figuras la distribución horaria del tráfico, así como la estimación horaria de la demanda distribuida en cada cuarto de hora para cada uno de las carreteras convencionales que enlazan con el tronco principal entre los PPKK 195+000 y 210+000 de la Autovía A-31.

Fuente: Elaboración propia

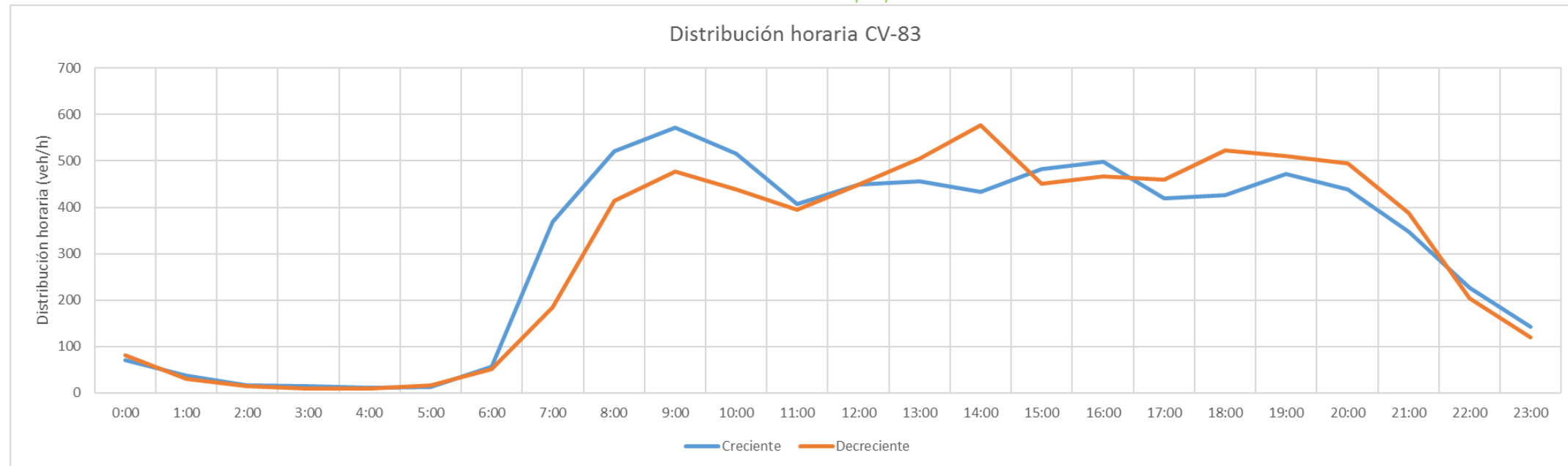


Figura 16: Distribución horaria CV-83
Fuente: Elaboración propia

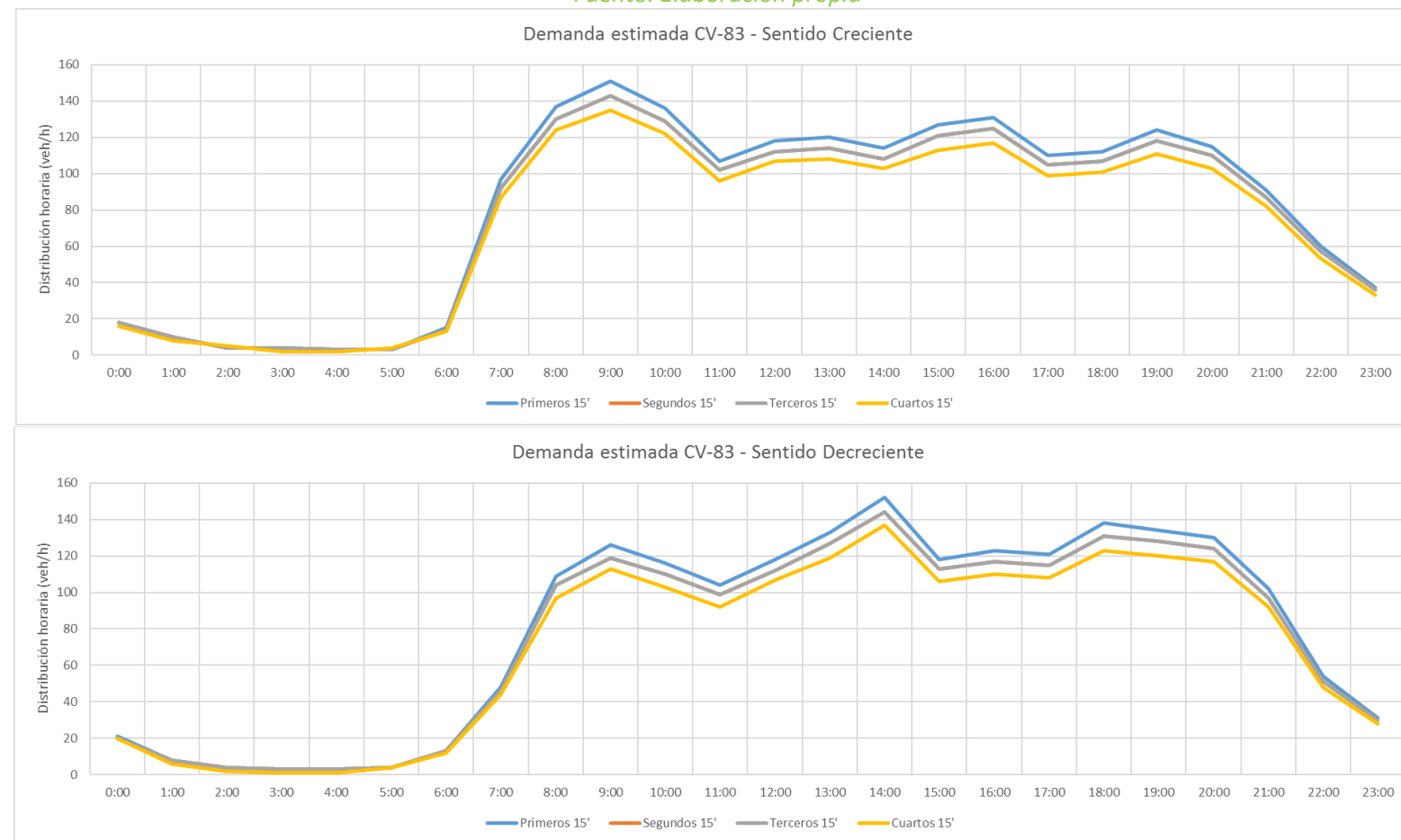


Figura 17: Demanda estimada en cada cuarto de hora (Sentidos creciente y decreciente) – CV-83

Fuente: Elaboración propia

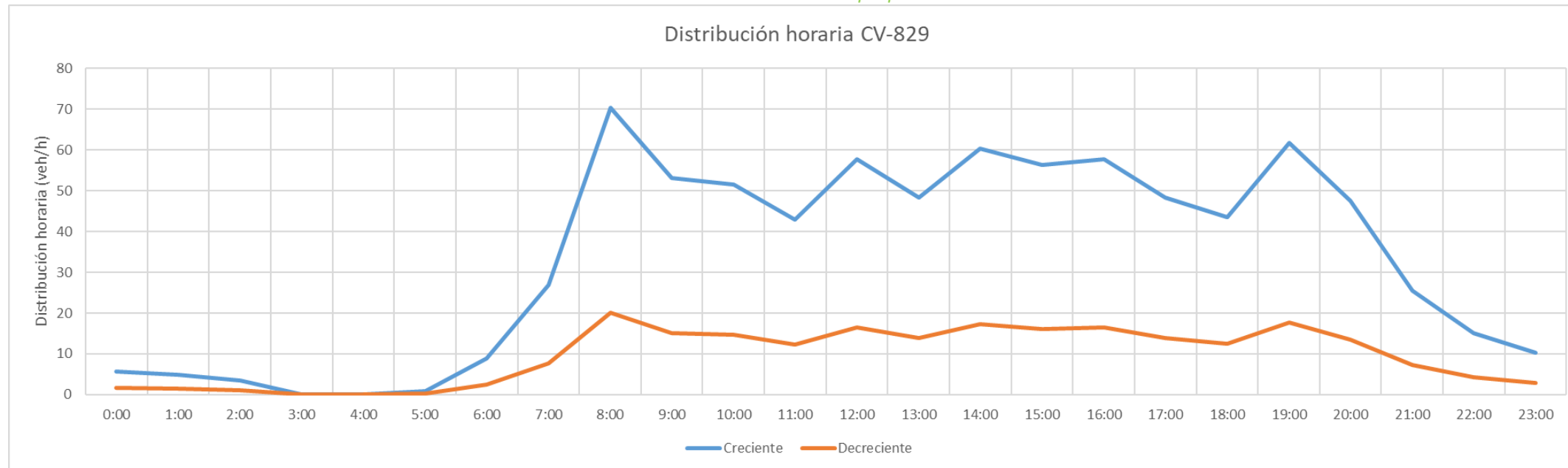


Figura 18: Distribución horaria CV-829

Fuente: Elaboración propia

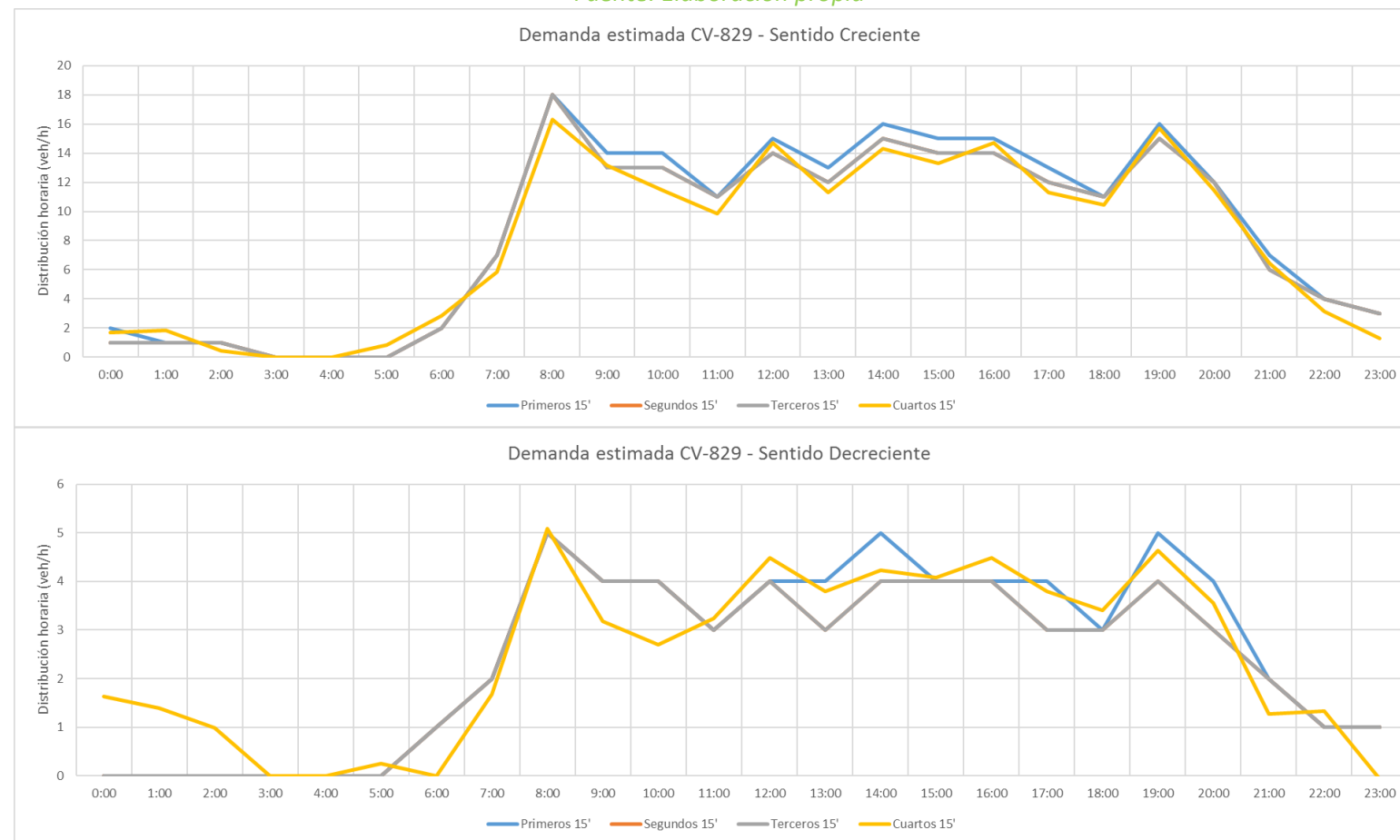


Figura 19: Demanda estimada en cada cuarto de hora (Sentidos creciente y decreciente) – CV-829

Fuente: Elaboración propia

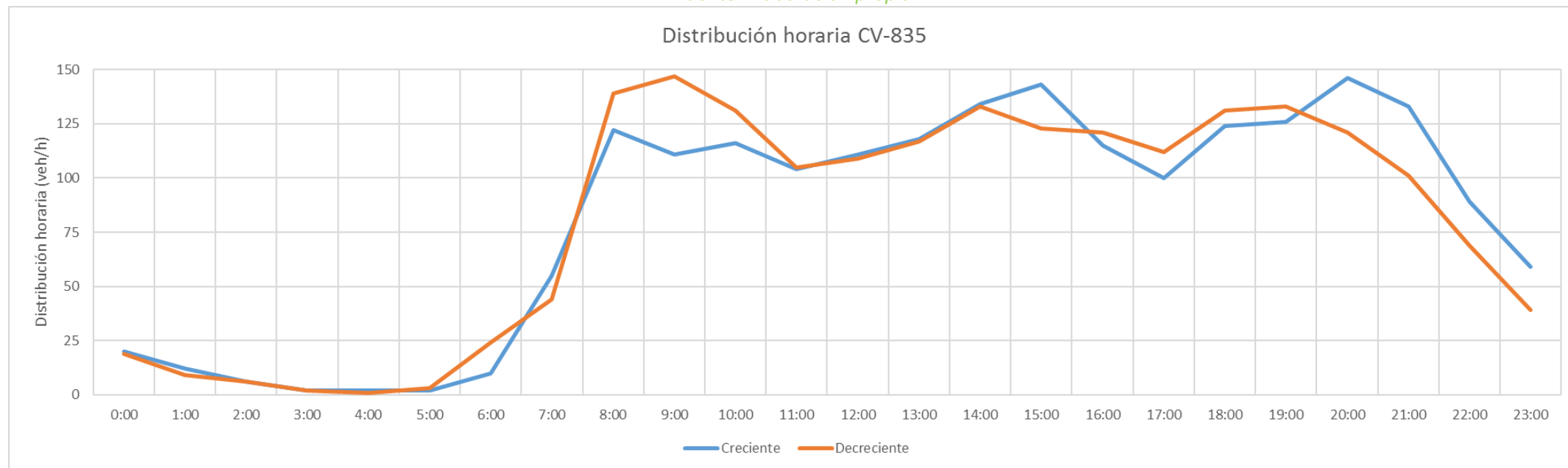


Figura 20: Distribución horaria CV-835
Fuente: Elaboración propia

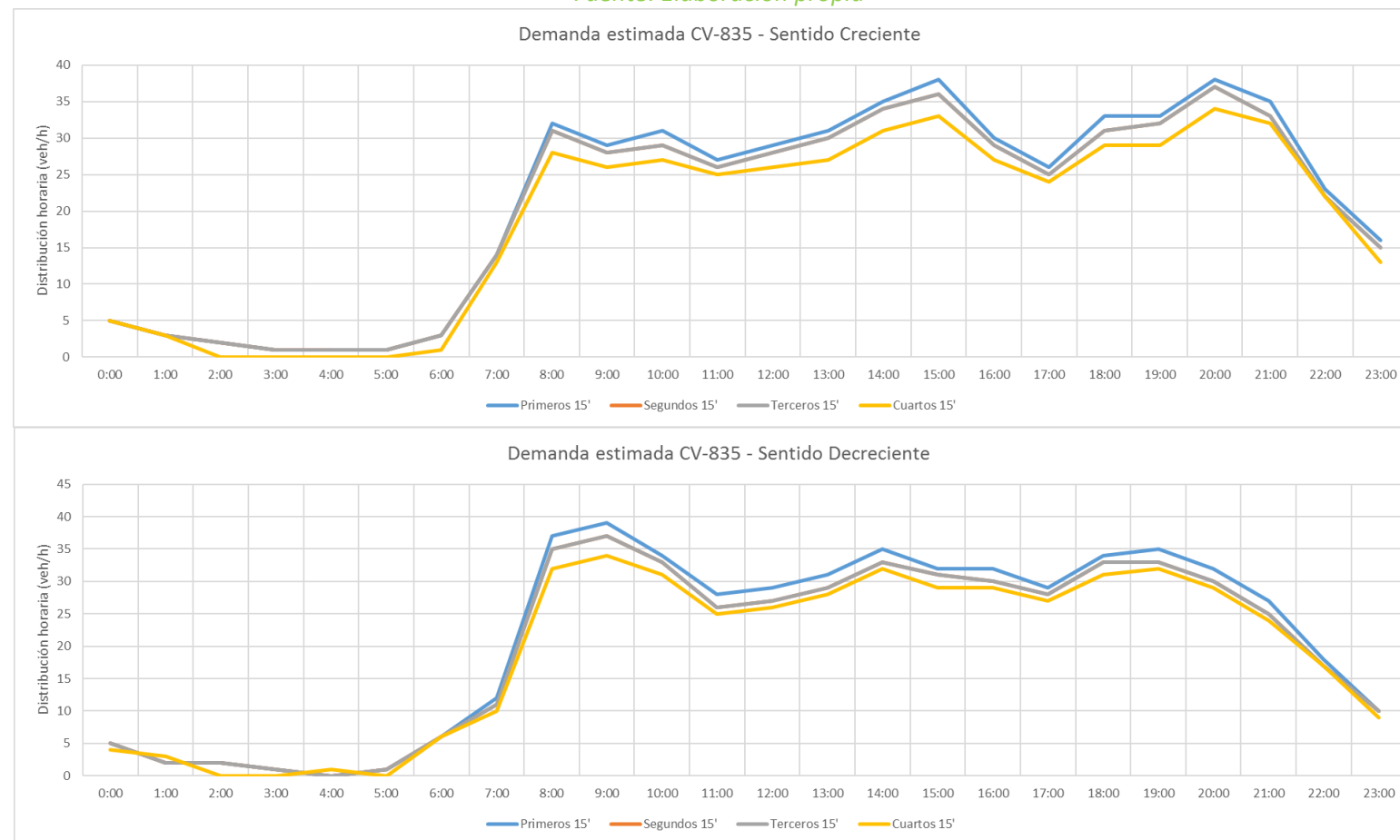


Figura 21: Demanda estimada en cada cuarto de hora (Sentidos creciente y decreciente) – CV-835

Fuente: Elaboración propia

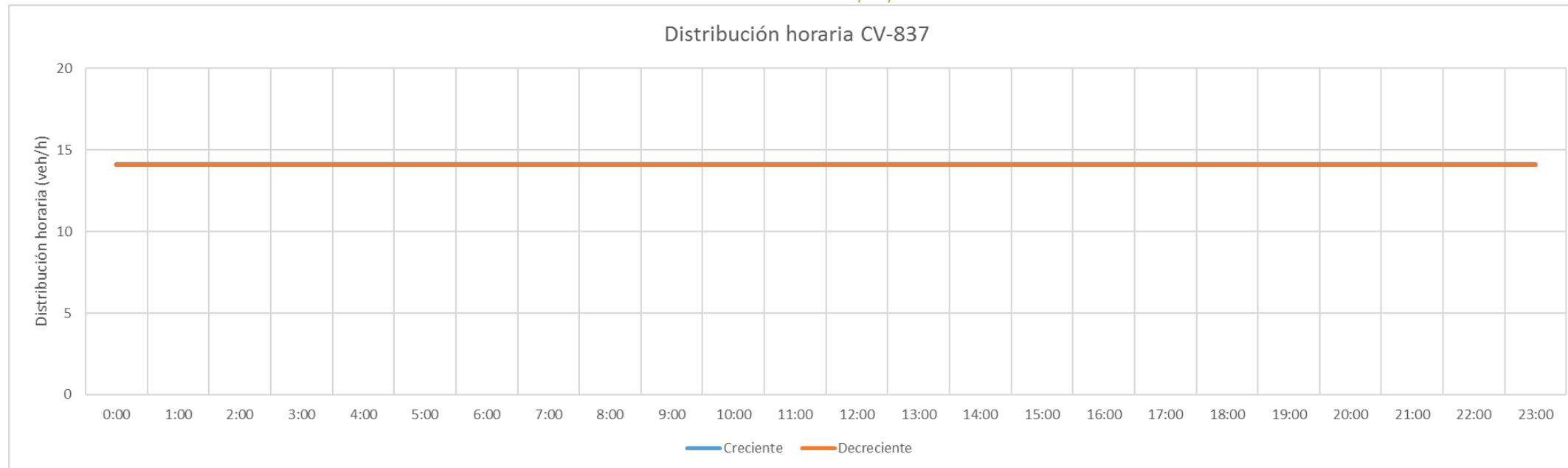


Figura 22: Distribución horaria CV-837

Fuente: Elaboración propia

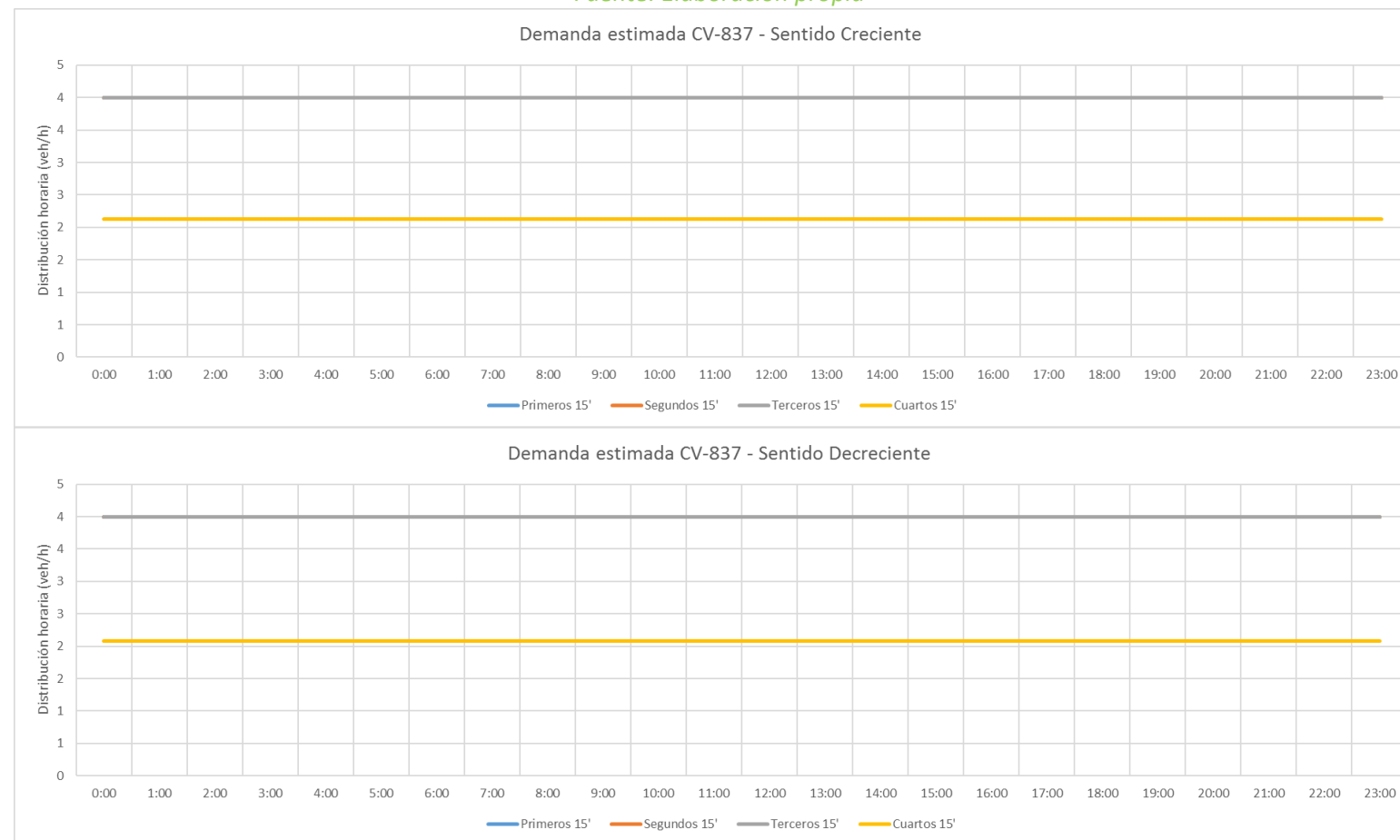


Figura 23: Demanda estimada en cada cuarto de hora (Sentidos creciente y decreciente) – CV-837

7.2.4. VÍAS DE SERVICIO

El tronco principal, conformado por la autovía A-31 entre los PPKK 195+000 y 210+000, enlaza con diferentes vías de servicio que permiten el acceso a diversas localizaciones de Elda, Petrer y otros parajes rurales. En las siguientes tablas se muestran los ramales de salida y entrada a vías de servicio en la autovía.

Fuente: Elaboración propia

VÍAS DE SERVICIO (SENTIDO CRECIENTE DE PPKK)					
	Segmento	Tipología	PK Inicial	PK Final	Conexión
Subtramo 1	6	Overlap	196+582	197+463	Vía de servicio a Polígono Industrial El Castillo
Subtramo 2	8	On Ramp	198+787	199+244	Vía de servicio a Polígono Industrial El Castillo
	18	Off Ramp	203+773	204+230	Av. de Salinetes
Subtramo 3	20	On Ramp	204+813	205+271	Av. De Salinetes y Polígono Industrial 2ª fase
	22	Off Ramp	205+289	205+746	Calle Peña del Sol
	24	On Ramp	205+830	206+287	Calle Peña del Sol
	30	Off Ramp	208+990	209+447	Vía de servicio a Loma Badá
	32	On Ramp	209+573	210+030	Vía de servicio a Loma Badá

Tabla 20: Vías de servicio sentido creciente de PPKK

Fuente: Elaboración propia

VÍAS DE SERVICIO (SENTIDO DECRECIENTE DE PPKK)					
	Segmento	Tipología	PK Inicial	PK Final	Conexión
Subtramo 1	2	Off Ramp	195+019	195+480	Vía de servicio a Loma Badá
	8	On Ramp	198+135	198+591	Av. Guirney y Mediterráneo
Subtramo 2	10	Off Ramp	199+407	199+865	Av. De la Molineta y Polígono Industrial 2ª fase
	12	On Ramp	199+978	200+878	Av. De la Molineta y Polígono Industrial 2ª fase
Subtramo 3	22	Off Ramp	205+853	206+307	Vía de servicio a Polígono Industrial El Castillo
	24	On Ramp	207+815	208+278	Vía de servicio a Polígono Industrial El Castillo

Tabla 21: Vías de servicio sentido decreciente de PPKK

Intensidad Media Diaria y Factor de Hora Punta

Puesto que no se dispone de datos de aforo realizados en estas vías de servicio, para llevar a cabo la estimación de la demanda se considerará que el 20% de la variación de IMD entre los diferentes subtramos es debida al tráfico que circula por las vías de servicio que enlazan con la autovía A-31 en diferentes puntos. Así pues, el volumen de tráfico considerado en cada una de las vías de servicio será el siguiente:

$$IMD_{Vía\ de\ servicio} = 0.20 \cdot \frac{IMD_{E-i+1} - IMD_{E-i}}{N^{\circ}ramales\ subtramo}$$

Así pues, se considerará la variación de IMD considerada para la estimación de volumen de tráfico existente en las vías servicio, discretizando entre diferentes sentidos de circulación. Dicha variación se puede observar en las "Tablas 47 y 48" del "Anejo 5: Análisis del tráfico".

Por otra parte, se considerará que el FHP en todas las vías de servicio es de 0.95.

Distribución horaria de la demanda

La distribución de la demanda se realiza suponiendo que, a falta de más datos, el tráfico se distribuirá de manera constante a lo largo de las veinticuatro horas del día.

Estimación de la demanda

La estimación de la demanda se realizará teniendo en cuenta las mismas consideraciones que en el resto de carreteras, tanto convencionales como en el tronco principal.

Dada la cantidad de resultados para cada uno de los segmentos analizados, la tabla con la estimación de la demanda en cada vía se puede consultar en el "Anejo 5: Análisis del tráfico". Concretamente en la "Tabla 51: Distribución horaria del tráfico en las vías de servicio del sentido creciente de PPKK" y en la "Tabla 52: Distribución horaria del tráfico en las vías de servicio del sentido decreciente de PPKK".

Fuente: Elaboración propia

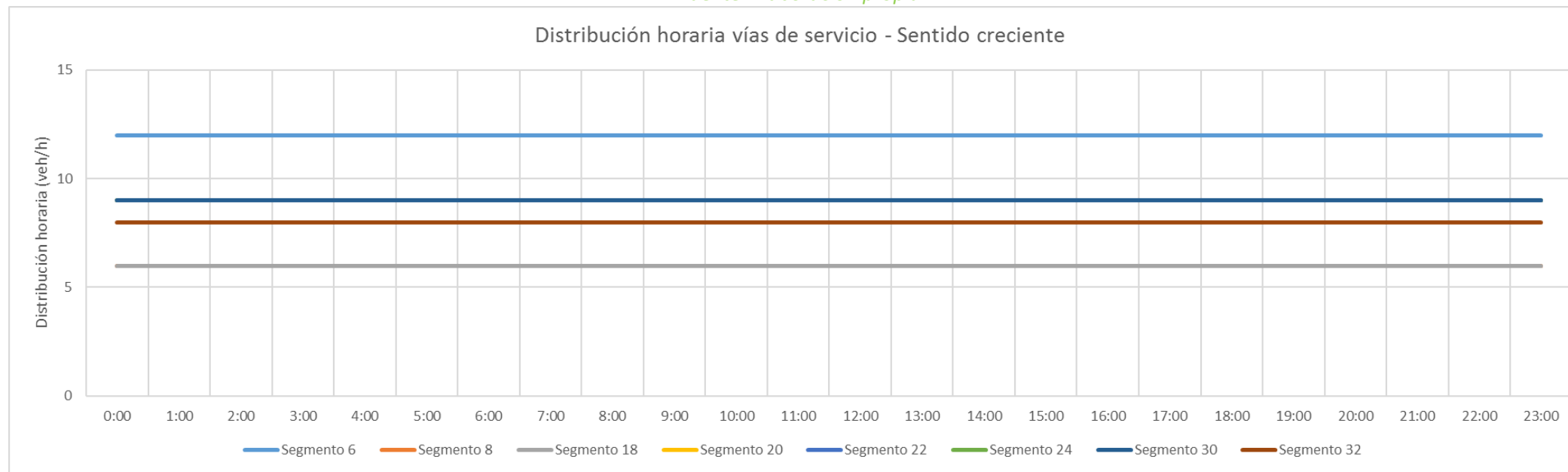


Figura 24: Distribución horaria vías de servicio sentido creciente

Fuente: Elaboración propia

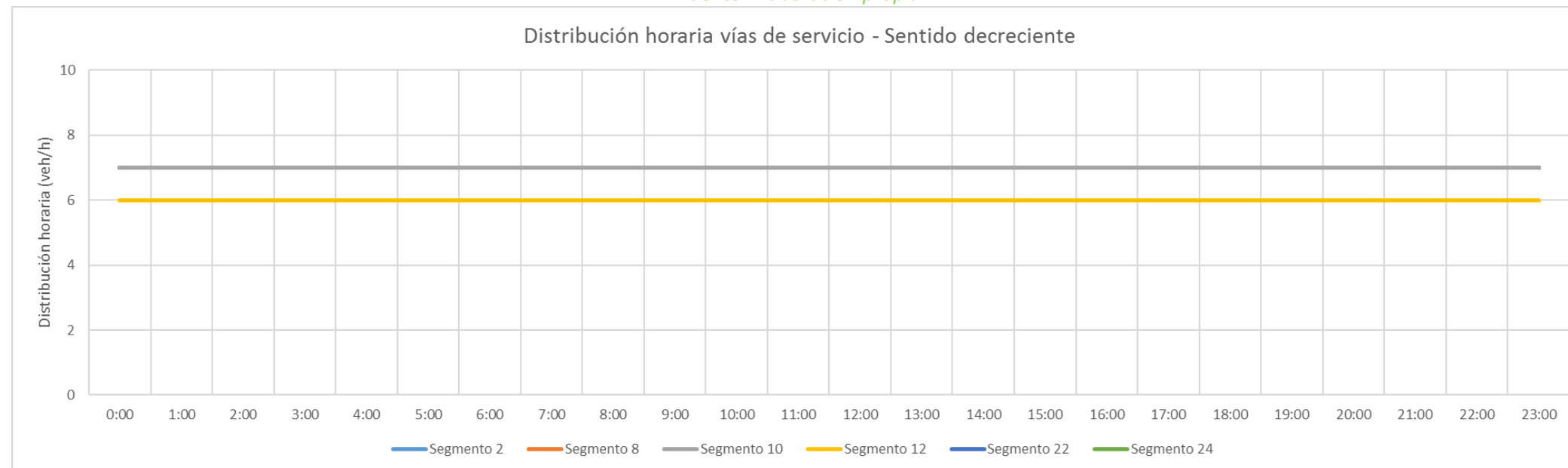


Figura 25: Distribución horaria vías de servicio sentido decreciente

7.3. DEFINICIÓN DEL MODELO

Tras la definición del tráfico en todas las carreteras convencionales y vías de servicio, así como en el tronco principal, se procede a la definición del modelo de análisis del tráfico mediante la herramienta informática Freeval v.5, desarrollada por el HCM, siguiendo los criterios definidos por la propia norma.

A continuación, se recogen las principales características de las diferentes partes del modelo.

7.3.1. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Las características geométricas del modelo se han definido con anterioridad en las tablas “Tabla 2: Segmentos sentido creciente de PPKK” y “Tabla 3: Segmentos sentido decreciente de PPKK” del “Anejo 5: Análisis del tráfico”.

7.3.2. CARACTERÍSTICAS DEL TRÁFICO

Las principales características del tráfico existente en el tramo de autovía A-31 comprendido entre los PPKK 195+000 y 210+000 se han definido y recogido anteriormente en el presente documento.

Se considerará que la velocidad de los ramales de entrada y de salida es de 70 km/h, lo que equivale a unas 45 mi/h.

Pese a que la velocidad de proyecto de la Autovía A-31, tal y como se ha definido en el análisis del trazado, es de 80 Km/h, la realidad es que los usuarios de la vía circulan a una velocidad máxima de 120 Km/h, por lo que esta ha de ser la velocidad empleada en el análisis del tráfico, de forma que este último sea lo más preciso posible. Por extensión, el modelo implementado en Freeval v.5. contará con una velocidad en el tronco principal de 75mi/h.

7.3.3. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS

En el análisis del trazado en alzado se ha podido observar como existen varias pendientes en las que el valor excede el 2% y que, además, en la zona final, dada su cercanía a Loma Badá, el terreno es más montañoso. Por ese motivo, a efectos de análisis se considerará que la orografía de la zona es ondulada.

El análisis del tráfico permite la consideración de los condicionantes climáticos existentes. En este caso, dadas las condiciones climáticas de la zona, se ha evaluado que, de las ciudades disponibles en la base de datos de Freeval, la que cuenta con una climatología más parecida a la de la zona del trazado es la ciudad de Greensboro en Carolina del Norte.

7.3.4. CARACTERÍSTICAS DE ACCIDENTALIDAD

La frecuencia de accidentes empleada en el desarrollo de este estudio representa el número de incidentes por periodo estudiado en cada mes. Por tanto, conocido el total de accidentes que tiene lugar en cada uno de los 12 meses del año 2017. Así pues, la frecuencia de accidentalidad empleada es la siguiente.

Fuente: Elaboración propia

ACCIDENTES Y DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA DE ACCIDENTES – SENTIDO CRECIENTE DE PPKK												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Accidentes	2	4	0	5	3	0	4	3	5	1	2	1
Frecuencia	0.07	0.13	0.00	0.17	0.10	0.00	0.13	0.10	0.17	0.03	0.07	0.03
ACCIDENTES Y DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA DE ACCIDENTES – SENTIDO DECRECIENTE DE PPKK												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Accidentes	1	1	3	2	4	2	3	2	2	4	2	3
Frecuencia	0.03	0.03	0.10	0.07	0.13	0.07	0.10	0.07	0.07	0.13	0.07	0.10

Tabla 22: Accidentes y distribución de frecuencia de accidentes (Año 2017)

7.4. CONCLUSIONES

7.4.1. NIVEL DE SERVICIO

El nivel de servicio obtenido como resultado en todos los segmentos de cada uno de los dos sentidos de circulación es igual al nivel A.

Esto se deba a que, pese a que el tráfico es elevado, el volumen de tráfico no se acerca a la capacidad de la plataforma, lo que hace que sea posible seleccionar libremente la velocidad de circulación. Tanto es así que solo se aprovecha el 57% de la capacidad mínima del tronco principal en el sentido decreciente, y del 59% en el sentido creciente de PPKK.

Para corroborar esta conclusión, se realiza una segunda comprobación. Para ello, se considera en cada subtramo, el cuarto de hora más cargado de todo el día. A partir de este tráfico, y de la geometría de la vía, aplicando los criterios del HCM, se determina el nivel de servicio en el cuarto de hora más cargado.

Con todo ello se obtiene que, en los subtramos 1 y 3, independientemente del sentido de circulación, para el tráfico máximo, el nivel de servicio es A, por lo que este será el valor en el resto de segmentos e intervalos horarios.

Sin embargo, en el subtramo 2, en ambos sentidos, el nivel de servicio es B. Esto es debido a que, dado el intrincado trazado existente en este subtramo, la conducción de los usuarios se ve afectada, penalizando el nivel de servicio en el subtramo.

Para corroborar, una vez más, de manera precisa cuál es el estado del tráfico en la vía se hace uso de los informes de “Intensidad máxima, capacidad y número de horas de congestión” proporcionado por el Mapa de Tráfico del año 2017. A partir de los resultados aportados por dichos informes, es posible observar que existe un porcentaje de tiempo en el que el nivel de servicio es B. Si se realiza una media ponderada de los

resultados mostrados se puede observar cómo, para un tráfico medio en un día medio, los resultados del nivel de servicio en cada uno de los dos sentidos de circulación son los siguientes.

Fuente: *Elaboración propia*

NIVEL DE SERVICIO MEDIO PONDERADO – SENTIDO CRECIENTE		
Estación E-513-0	Estación E-514-0	Estación E-515-0
A	B	A
NIVEL DE SERVICIO MEDIO PONDERADO – SENTIDO DECRECIENTE		
Estación E-513-0	Estación E-514-0	Estación E-515-0
A	B	A

Tabla 23: Nivel de servicio medio ponderado – Sentidos creciente y decreciente

Se puede ver que el nivel de servicio predominante es el nivel A, excepto en el subtramo central (estación E-514-0) donde el nivel de servicio predominante es el B. Sin embargo, ponderando el nivel de servicio medio, se observa que, puesto que el reparto es de 52-43%, el nivel de servicio queda muy al límite entre A y B, quedando comprobada la veracidad de los resultados obtenidos, tanto con la herramienta Freeval v.5 como siguiendo la metodología impuesta por el HCM.

7.4.2. VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN

Con respecto a la velocidad de circulación de los usuarios de la vía, se puede concluir que, en ambos sentidos, la velocidad de circulación por el tronco principal es prácticamente igual a la velocidad en flujo libre fijada según las características de la vía. Esto es un resultado coherente, dado que, según el análisis realizado todos los niveles de servicio del tramo de autovía estudiado en todas las horas del día es A. Como se ha comprobado anteriormente, en algunos momentos, sobre todo en el subtramo central del intervalo analizado, el nivel de servicio es B, viéndose, por relación, la velocidad de circulación mermada.

Sin embargo, en todos los ramales de entrada y salida la velocidad de circulación es de 70 km/h.

7.4.3. RELACIÓN DEMANDA - CAPACIDAD

La relación entre la demanda y la capacidad es, en ambos sentidos, inferior a uno, ya que en ningún momento el volumen de tráfico que discurre por el tronco principal es igual a la capacidad máxima que soporta la vía. Tanto es así que, la relación máxima entre la demanda existente en cada cuarto de hora y la capacidad de la vía para dicho periodo de tiempo es de 0.15. Esta relación es mayor en los segmentos en los que, situándose en el subtramo central de la vía, el nivel de servicio es B como consecuencia del accidentado trazado existente en dicho subtramo.

8. ANÁLISIS DE LA CONSISTENCIA

8.1. PERFIL DE VELOCIDADES DE OPERACIÓN

Para la definición de los perfiles de operación de cada subtramo y de cada sentido, se emplearán diferentes modelos de velocidad de operación. Para la definición de la velocidad en curvas se empleará el modelo desarrollado por Pérez et al (2010), mientras que para la definición de la velocidad de operación en rectas se utilizará el modelo desarrollado por Pérez et al (2010) desarrollado específicamente para este tipo de elemento.

Así mismo, para completar el perfil de velocidades de operación, se definen las tasas de aceleración (Camacho, Pérez, Campoy y García (2011)) y deceleración (Pérez, García y Camacho (2010)).

Con todo ello, es posible definir los perfiles de velocidad de operación necesarios, los cuales se pueden observar en el “Anejo 6: Análisis de la consistencia”.

8.2. ESTUDIO DE LA CONSISTENCIA

Con el fin de comprobar cuál es el grado de adecuación entre las expectativas y la experiencia de los conductores y el comportamiento de la autovía se recurre al empleo de métodos de consistencia. Para ello se emplearán tanto métodos de consistencia local como métodos de consistencia global.

8.2.1. MÉTODOS DE CONSISTENCIA LOCAL

Los métodos locales permiten la evaluación de la consistencia del trazado en planta mediante precisa examinación de la variación de las velocidades de operación a lo largo de todos y cada uno de los elementos curvos y rectos que componen el trazado. Para la definición de la consistencia local en cada elemento se aplicará el Criterio II de Lamm, el cual considera tanto la visibilidad, como la señalización y los peraltes de la vía.

Evaluando la diferencia de velocidades entre dos elementos curvos y/o rectos consecutivos se define, en cada sentido de circulación, la consistencia local. Con todo ello, se obtiene que, en todos los elementos, la consistencia es buena, exceptuando en tres de ellos, en los que la diferencia de velocidades excede los 10 Km/h, siendo, por tanto, una consistencia aceptable.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para el sentido creciente de PPKK en el tramo de autovía A-31 entre los PPKK 195+000 y 210+000.

Fuente: Elaboración propia

CONSISTENCIA LOCAL – SENTIDO CRECIENTE DE PPKK						
Tipo de elemento	PPKK Inicial	PPKK Final	Velocidad de operación, V ₈₅ (km/h)	Velocidad máxima en el elemento (km/h)	Diferencia de velocidad (km/h)	Consistencia
Curva circular	196+069.06	196+105.49	90.804	90.804	11.565	Aceptable
Recta	196+150.49	196+759.99	108.472	103.472		
Curva circular	199+269.08	199+409.14	90.804	90.804	19.785	Aceptable
Recta	199+429.14	200+557.34	109.823	109.853		
Curva circular	207+903.59	208+081.19	90.804	90.804	10.757	Aceptable
Recta	208+086.19	208+740.39	108.731	103.162		

Tabla 24: Consistencia local – sentido creciente de PPKK

En dos de los tres casos en los que entre dos elementos la diferencia supera los 10 Km/h esta tan solo lo supera en un 15.65%. Sin embargo, como se puede observar, existen uno de los casos en los que la diferencia de velocidades de operación casi alcanza los 20 Km/h, límite fijado por los métodos de consistencia para considerar esta como mala. Por lo tanto, el principal problema detectado por la consistencia se localiza en concreto entre los PPKK 199+269.08 y 200+557.34.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para el sentido decreciente de PPKK.

Fuente: Elaboración propia

CONSISTENCIA LOCAL – SENTIDO DECRECIENTE DE PPKK						
Tipo de elemento	PPKK Inicial	PPKK Final	Velocidad de operación, V ₈₅ (km/h)	Velocidad máxima en el elemento (km/h)	Diferencia de velocidad (km/h)	Consistencia
Curva circular	208+856.36	209+036.65	92.405	92.405	13.638	Aceptable
Recta	208+083.65	208+756.36	109.994	104.442		
Curva circular	200+665.44	200+679.18	90.068	90.108	18.921	Aceptable
Recta	199+431.75	200+557.89	109.725	109.725		

CONSISTENCIA LOCAL – SENTIDO DECRECIENTE DE PPKK						
Tipo de elemento	PPKK Inicial	PPKK Final	Velocidad de operación, V ₈₅ (km/h)	Velocidad máxima en el elemento (km/h)	Diferencia de velocidad (km/h)	Consistencia
Curva circular	197+837.50	197+852.88	91.741	91.741	10.426	Aceptable
Recta	197+463.50	197+762.50	108.783	99.174		
Curva circular	196+741.87	196+757.90	91.907	91.907	12.408	Aceptable
Recta	196+122.11	196+704.37	108.928	103.211		

Tabla 25: Consistencia local – sentido decreciente de PPKK

De las cuatro zonas en las que la diferencia de velocidad de operación entre elementos consecutivos es superior a 10 Km/h, existe una de ellas en la que dicha diferencia es tan solo 0.43 km/h superior al límite fijado, por lo que no se considera peligrosa.

En otros dos de los casos, la diferencia es entre 12 y casi 14 km/h, por lo que, teniendo en cuenta que la diferencia que marca el límite de la consistencia mala es de 20 Km/h se puede considerar que estas zonas no suponen un problema relevante o en el que sea necesaria la urgente intervención.

Sin embargo, en la zona comprendida entre los PPKK 200+665.44-200+557.89, la diferencia de velocidades es de casi 19 Km/h, muy cercano al límite de la mala consistencia del tramo. Por lo tanto, será necesario considerar esta zona como un área problemática en la que se han de proponer medidas de mejora que reduzcan la diferencia de velocidades y aumenten, por extensión, la seguridad de los usuarios.

8.2.2. MÉTODOS DE CONSISTENCIA GLOBAL

Para evaluar la consistencia global del tramo se aplicará la formulación definida como el Método de Camacho et al. (2012).

Por tanto, considerando dicha formulación y la tramificación anteriormente citada, se obtienen los siguientes resultados.

Fuente: Elaboración propia

SUBTRAMOS – SENTIDO CRECIENTE						
Tramo	Inicio	Final	Longitud	Tasa CCR	Coficiente C	Consistencia
Tramo 1	195+000.00	200+948.07	5948.07 m	0.033	14.01	Buena
Tramo 2	200+948.07	204+631.61	3683.55 m	0.116	14.25	Buena

SUBTRAMOS – SENTIDO CRECIENTE						
Tramo 3	204+631.61	206+857.26	2225.65 m	0.204	14.91	Buena
Tramo 4	206+857.26	210+346.03	3488.77 m	0.169	14.29	Buena

Tabla 26: Tramificación – sentido creciente

Tal y como se puede observar, según el Método de Camacho et al. (2012) los cuatro tramos en los que se ha subdividido la vía atendiendo al criterio CCR tienen un coeficiente C superior a 3.25 y, por extensión, una consistencia buena.

Fuente: Elaboración propia

SUBTRAMOS – SENTIDO DECRECIENTE						
Tramo	Inicio	Final	Longitud	Tasa CCR	Coeficiente C	Consistencia
Tramo 1	210+332.10	206+860.50	3471.546	0.040	14.10	Buena
Tramo 2	206+860.50	204+299.40	2561.152	0.028	15.30	Buena
Tramo 3	204+299.40	200+557.90	3741.486	0.040	14.85	Buena
Tramo 4	200+557.90	198+426.60	2131.333	0.041	15.00	Buena
Tramo 5	198+426.60	195+000.00	3426.555	0.039	12.89	Buena

Tabla 27: Tramificación – sentido decreciente

Tal y como se puede observar, según el Método de Camacho et al. (2012) los cinco tramos en los que se ha subdividido la vía atendiendo al criterio CCR tienen un coeficiente C superior a 3.25 y, por extensión, una consistencia buena.

9. ANÁLISIS DE LA ACCIDENTALIDAD

Para completar el análisis de la seguridad vial del tramo de autovía A-31 comprendido entre los PPKK 195+000 y 210+000 se estudia en el “Anejo 7: Análisis de la accidentalidad” la frecuencia y tipología de accidentes más usuales en el tramo. Para ello, se hará uso de los partes de accidentes producidos entre el 01/01/2008 hasta el 31/12/2017.

9.1. SENTIDO CRECIENTE DE PPKK

9.1.1. Años 2008 a 2017

A lo largo de los 10 años analizados la accidentalidad varía en este sentido, viéndose aumentada en el año 2016 (40 accidentes) y siendo mínima en el periodo en el año 2009 (15 accidentes).

La variación de los accidentes se debe, en gran medida a la concienciación de los conductores, los cuales son más conscientes del riesgo que supone, para el propio conductor como para aquellos que lo rodean, un comportamiento imprudente al volante.

Así mismo, dentro de cada año, se produce una variación de la tendencia de accidentes, tal y como se observa en la siguiente tabla.

Fuente: Elaboración propia

ACCIDENTALIDAD SEGÚN ESTACIONES			
Invierno	Primavera	Verano	Otoño
23.17 %	21.78 %	28.64 %	27.25 %

Tabla 28: Accidentalidad según estaciones

Se ha podido observar como el mayor número de accidentes se produce en tres puntas diferentes, como son las 6:00h – 10:00h, las 12:00h – 16:00h y las 18:00h – 22:00h. Estos tramos horarios se corresponden con las horas entrada al trabajo, hora de la comida y hora de salida del trabajo, respectivamente. Por tanto, es intuitivo suponer que la gran mayoría de los accidentes tienen lugar “in itinere”.

No existe una distribución concreta de la accidentalidad en el tramo, sino que, a lo largo de los años se han ido produciendo accidente en cada punto de la vía.

Por último, se efectúa una clasificación de los accidentes producidos en el sentido creciente de PPKK durante los últimos 10 años. Con todo ello se concluye que el tipo de accidente más usual producido en la vía es un “Accidente producido en un día laborable en el que no se producen víctimas. Debido a que hay buen tiempo, el firme se mantiene seco y limpio y no existen restricciones a la visibilidad de los conductores. Así mismo, coincidiendo con la que se ha definido como la franja horaria en la que más accidentes se producen, el incidente tiene lugar a pleno día y la circulación del tráfico es fluida. Por último, debido al alto volumen de tráfico existente en la vía, se produce gran cantidad de interacciones varias entre diversos usuarios de la carretera, dando lugar a que el tipo de accidente más usual sea aquel en el que colisionan dos vehículos en marcha”.

9.1.2. Año 2017

Dentro de cada año, se produce una variación de la tendencia de accidentes, tal y como se observa en la siguiente tabla. Se puede ver como el reparto de accidentes a lo largo del año se distribuye entre la primavera y el otoño.

Fuente: Elaboración propia

ACCIDENTALIDAD SEGÚN ESTACIONES			
Invierno	Primavera	Verano	Otoño
23.30%	26.67%	23.30%	26.67%

Tabla 29: Accidentalidad según estaciones

El mayor número de accidentes se produce entre las 6:00h y las 22:00 h. En este caso, no existen puntas diferenciadas, sino que, en general, la accidentalidad se mantiene alta pero constante, excepto en el intervalo de tiempo comprendido entre las 14:00h y las 16:00h.

Al igual que ocurre en los 10 años comprendidos entre el 2008 y el 2017, no existe una tendencia constante en la distribución de accidentes a lo largo del tramo.

Efectuando una clasificación de los accidentes producidos en el sentido creciente de PPKK durante el año 2017, se puede observar que la tipología de accidente más usual en dicho año es exactamente la misma que en el tipo de accidente que con más frecuencia se ha producido durante los 10 años analizados.

Por último, para completar el análisis de la accidentalidad se definen los siguientes índices:

Fuente: Elaboración propia

ÍNDICES DE ACCIDENTALIDAD					
	Índice de accidentalidad, IA	Índice de peligrosidad, IP	Índice de mortalidad, IM	Índice de accidentalidad total, IAT	Índice de lesividad, IL
Subtramo 1	24.57	4.91	0.00	24.57	0.00
Subtramo 2	20.84	6.25	0.00	20.84	0.00
Subtramo 3	31.25	12.15	0.00	31.25	0.00

Tabla 30: Índices de accidentalidad

9.2. SENTIDO DECRECIENTE DE PPKK

9.2.1. Años 2008 a 2017

A lo largo de los 10 años analizados la accidentalidad varía en este sentido, viéndose aumentada en el año 2013 (47 accidentes) y siendo mínima en el periodo en el año 2016 (19 accidentes).

La variación de los accidentes se debe, en gran medida a la concienciación de los conductores, los cuales son más conscientes del riesgo que supone, para el propio conductor como para aquellos que lo rodean, un comportamiento imprudente al volante.

Así mismo, dentro de cada año, se produce una variación de la tendencia de accidentes, tal y como se observa en la siguiente tabla.

Fuente: Elaboración propia

ACCIDENTALIDAD SEGÚN ESTACIONES			
Invierno	Primavera	Verano	Otoño
22.54%	22.65%	25.78%	29.00%

Tabla 31: Accidentalidad según estaciones

Se ha podido observar como el mayor número de accidentes se produce en tres puntas diferentes, como son las 6:00h – 10:00h, las 12:00h – 16:00h y las 18:00h – 22:00h. Estos tramos horarios se corresponden con las horas entrada al trabajo, hora de la comida y hora de salida del trabajo, respectivamente. Por tanto, es intuitivo suponer que la gran mayoría de los accidentes tienen lugar “in itinere”.

No existe una distribución concreta de la accidentalidad en el tramo, sino que, a lo largo de los años se han ido produciendo accidente en cada punto de la vía.

Por último, se efectúa una clasificación de los accidentes producidos en el sentido creciente de PPKK durante los últimos 10 años. Con todo ello se concluye que el tipo de accidente más usual producido en la vía es un “Accidente producido en un día laborable en el que no se producen víctimas. Debido a que hay buen tiempo, el firme se mantiene seco y limpio y no existen restricciones a la visibilidad de los conductores. Así mismo, coincidiendo con la que se ha definido como la franja horaria en la que más accidentes se producen, el incidente tiene lugar a pleno día y la circulación del tráfico es fluida. Por último, debido al alto volumen de tráfico existente en la vía, se produce gran cantidad de interacciones varias entre diversos usuarios de la carretera, dando lugar a que el tipo de accidente más usual sea aquel en el que colisionan dos vehículos en marcha”.

9.2.2. Año 2017

Dentro de cada año, se produce una variación de la tendencia de accidentes, tal y como se observa en la siguiente tabla. Se puede ver como el reparto de accidentes a lo largo del año se distribuye entre la primavera y el otoño.

Fuente: Elaboración propia

ACCIDENTALIDAD SEGÚN ESTACIONES			
Invierno	Primavera	Verano	Otoño
17.24%	31.03%	24.14%	27.59%

Tabla 32: Accidentalidad según estaciones

El mayor número de accidentes se produce entre las 6:00h y las 20:00 h. Existe una tendencia ascendente entre las 6:00h y las 16:00h, coincidiendo con los principales horarios de entrada y salida del trabajo.

Al igual que ocurre en los 10 años comprendidos entre el 2008 y el 2017, no existe una tendencia constante en la distribución de accidentes a lo largo del tramo.

Efectuando una clasificación de los accidentes producidos en el sentido creciente de PPKK durante el año 2017, se puede observar que la tipología de accidente más usual en dicho año es exactamente la misma que en el tipo de accidente que con más frecuencia se ha producido durante los 10 años analizados.

Por último, para completar el análisis de la accidentalidad se definen los siguientes índices:

Fuente: Elaboración propia

ÍNDICES DE ACCIDENTALIDAD					
	Índice de accidentalidad, IA	Índice de peligrosidad, IP	Índice de mortalidad, IM	Índice de accidentalidad total, IAT	Índice de lesividad, IL
Subtramo 1	19.07	0.00	0.00	19.07	0.00
Subtramo 2	20.03	8.01	2.00	18.02	0.01
Subtramo 3	11.97	0.00	0.00	11.97	0.00

Tabla 33: Índices de accidentalidad

9.3. PUNTOS DE CONFLICTO

Si se observa más detalladamente la localización de los accidentes producidos en el año 2017, se puede ver como existen ciertos puntos kilométricos en los que se concentran los incidentes tanto en un sentido como en el otro. Este fenómeno ocurre en cinco ocasiones diferentes.

En la siguiente tabla se recogen los que se han considerado como puntos conflictivos según los criterios anteriores, así como el elemento del trazado existente en dicha localización.

Fuente: Elaboración propia

LOCALIZACIÓN DE PUNTOS CONFLICTIVOS		
Sentido	PPKK de situación	Elemento
Ambos sentidos de circulación	199+500	Recta de gran longitud (L > 1100 m)
	207+000	Curva circular (R = 650 m)
	207+500	Clotoide (A = 220 m)
	208+500	Recta de gran longitud (L > 650 m)

LOCALIZACIÓN DE PUNTOS CONFLICTIVOS		
Sentido	PPKK de situación	Elemento
	210+000	Curva circular (R = 510 m)

Tabla 34: Puntos conflictivos

10. DIAGNÓSTICO

Tras el análisis del tramo de autovía A-31 comprendido entre los PPKK 195+000 y 210+000, tanto en sentido creciente como en sentido decreciente se extraen una serie de conclusiones que permiten concretar, de manera precisa cuál es el estado real del tramo de vía analizado.

A partir del diagnóstico, se concreta la siguiente problemática.

10.1. SITUACIÓN ACTUAL

A continuación, se recoge la problemática definida tras el análisis de la situación actual.

Fuente: Elaboración propia

PROBLEMÁTICA – SITUACIÓN ACTUAL
Márgenes
Barreras metálicas simples insuficientes
Desmontes y terraplenes desprotegidos y potencialmente peligrosos
Muros e hitos de hormigón desprotegidos y cercanos a la vía
Vegetación en mediana alta y abundante que reduce la visibilidad
Señalización horizontal en mal estado
Cunetas colmatadas y vegetadas
Firme
Barreras metálicas simples insuficientes

Tabla 35: Problemática – Situación actual

10.2. ANÁLISIS DEL TRAZADO

10.2.1. TRAZADO EN PLANTA

Fuente: Elaboración propia

PROBLEMÁTICA – TRAZADO EN PLANTA
Rectas
Longitud insuficiente en rectas entre curvas en C y en S
Curvas de transición
Longitud insuficiente de clotoides
Coordinación entre curvas consecutivas
Inexistente coordinación entre curvas consecutivas

Tabla 36: Problemática – Trazado en planta

10.2.2. TRAZADO EN ALZADO

Fuente: Elaboración propia

PROBLEMÁTICA – TRAZADO EN ALZADO
Rasantes
Rasantes con pendientes superiores al límite fijado por la normativa
Acuerdos verticales
Parámetros y longitud de acuerdos verticales insuficientes

Tabla 37: Problemática – Trazado en alzado

10.2.3. CARRILES DE INCORPORACIÓN Y SALIDA

Fuente: Elaboración propia

PROBLEMÁTICA – CARRILES DE INCORPORACIÓN Y SALIDA
Longitud
Longitud de carriles insuficiente para la maniobrabilidad

Tabla 38: Problemática – Carriles de incorporación y salida

10.2.4. SECCIÓN TRANSVERSAL

Fuente: Elaboración propia

PROBLEMÁTICA – SECCIÓN TRANSVERSAL
Arcenes
Anchura de arcenes interior y exterior insuficiente

PROBLEMÁTICA – SECCIÓN TRANSVERSAL
Arcenes
Bermas
Anchura reducida e insuficiente
Mediana
Anchura nula o reducida e insuficiente

Tabla 39: Problemática – Sección transversal

10.3. ANÁLISIS DEL TRÁFICO

Fuente: Elaboración propia

PROBLEMÁTICA – ANÁLISIS DEL TRÁFICO
Nivel de servicio
Nivel de servicio B en tramo subtramo central consecuencia de una alta densidad de accesos y un trazado sinuoso y complejo

Tabla 40: Problemática – Análisis del tráfico

10.4. ANÁLISIS DE LA CONSISTENCIA

Fuente: Elaboración propia

PROBLEMÁTICA – ANÁLISIS DE LA CONSISTENCIA
Consistencia local
Zonas en las que la diferencia de velocidades excede los 10 Km/h (7 zonas en total)
Consistencia global
Consistencia buena en todos los subtramos en los que se subdivide la vía

Tabla 41: Problemática – Análisis de la consistencia

10.5. ANÁLISIS DE LA ACCIDENTALIDAD

Fuente: Elaboración propia

PROBLEMÁTICA – ANÁLISIS DE LA ACCIDENTALIDAD
Puntos conflictivos
Existencia de puntos conflictivos en los que se producen accidentes tanto en sentido creciente como en sentido decreciente

Tabla 42: Problemática – Análisis de la accidentalidad

11. PROPUESTAS DE MEJORA

Tras la determinación de la problemática existente en la vía, se procede a la definición de las propuestas de mejora necesarias para la mejora de la seguridad vial de la autovía A-31 entre los PPKK 195+000 y 210+000.

Para la determinación de dichas propuestas se emplearán los criterios y prescripciones definidos para la concepción de las denominadas “Carreteras que perdonan”. La Asociación Española de la Carretera define las “Carreteras que perdonan” o “Forgiving roads” como vías diseñadas de manera que se compensen los errores humanos o mecánicos, minimizando de esa manera las consecuencias que la producción de incidentes pueda tener en los usuarios. Según dicha Asociación, esta supone “la línea de trabajo de mayor rentabilidad a corto plazo”, ya que, con una pequeña inversión consigue la reducción de la severidad de los accidentes y limitar el número de estos que se producen.

Por tanto, la principal prioridad de estas carreteras es diseñar y gestionar las carreteras haciendo de estas lo más sencillas y previsibles posible para los usuarios de la vía.

Se han diferenciado dos niveles de actuación con respecto a las mejoras en la vía. El primero de los niveles está compuesto por una serie de medidas de coste medio o bajo y fácil implantación en la carretera, cuyo ratio beneficio-coste es muy elevado ya que, requieren de poca inversión y reducen de manera directa la severidad de los accidentes y el número de incidentes producidos.

Por su parte, el segundo de los niveles de actuación estará compuesto por medidas que requieren del desarrollo de un análisis de inversión, ya que, para aplicarlas es necesario del desarrollo de un proyecto técnico o un documento técnico de cierta entidad. Es decir, estas medidas tienen el objetivo de solventar deficiencias importantes en cuanto al trazado de la vía y el mantenimiento de la misma.

En este proyecto, se centrará la definición de las propuestas recogidas en el primer nivel de actuación.

11.1. PRIMER NIVEL DE ACTUACIÓN

11.1.1. PROTECCIÓN DE TALUDES

Se han observado ciertos taludes en los que el fallo de los mismo es susceptible de afectar a la vía y, por extensión a los usuarios de la misma. Para salvaguardar la seguridad de los usuarios, se propone la protección de los taludes mediante la instalación de malla metálica en todos ellos, previa la limpieza de los posibles bloques sueltos que puedan existir en ellos. Así mismo, para mejorar el drenaje, se instalarán un total de 21 bajantes de hormigón. Adicionalmente, se instalarán sendas barreras metálicas simples en los taludes PPKK 208+350 del sentido creciente y 202+800 del sentido decreciente.

En la siguiente tabla se recogen los taludes en los que actuar.

Fuente: Elaboración propia

PROTECCIÓN DE TALUDES		
Sentido	PPKK Central	Longitud (m)
Creciente	PPKK 199+000	65
	PPKK 207+040	280
	PPKK 208+350 (*)	120
	PPKK 209+000	295
	PPKK 210+500	300
Decreciente	PPKK 210+300	105
	PPKK 208+500	130
	PPKK 202+800 (**)	95
	PPKK 202+320	240

Tabla 43: Protección de taludes

11.1.2. ACTUACIÓN EN OBSTÁCULOS

11.1.2.1. Muros

A lo largo de todo el trazado existen diferentes muros de hormigón situados en las inmediaciones de la vía y que resultan un obstáculo peligroso para los usuarios de la misma. Puesto que dichos elementos, en general, forman parte del cerramiento de las viviendas situadas en el trazado, estos no son susceptibles de ser eliminados. Por ello, se propone la instalación de protecciones y balizamiento que permitan proteger e informar al usuario de la presencia de un obstáculo.

En la siguiente tabla se recoge la localización de los muros en los que se actuará, así como las mejoras a implantar.

Fuente: Elaboración propia

ACTUACIONES EN MUROS			
Nº Muro	Sentido	PPKK central	Actuación
1	Creciente	201+600	Banda reflectante a 1.50 m de altura y en 30 m
2		203+190	Banda reflectante a 1.50 m y en 70 m de longitud Instalación de barrera metálica doble en toda la longitud
3	Decreciente	206+800	Banda reflectante a 1.50 m y en 20 m de longitud
4		202+050	Banda reflectante a 1.50 m y en 30 m de longitud

Tabla 44: Actuaciones en muros

11.1.2.2. Hitos de hormigón

Los hitos de hormigón que se encuentran en el margen derecho del sentido decreciente de PPKK pertenecen a la estructura ejecutada para la instalación de pozos de registro de la canalización que discurre enterrada hasta el PPKK 198+000, punto a partir del cual se produce el trazado en superficie de dicho acueducto. Además de estos pozos, es posible encontrar dos ODT no protegidas que suponen un punto peligroso para el usuario de la vía.

Para la eliminación de estos potenciales peligros se propone el rebaje de la cota de estos hasta que la parte superior de los mismos quede a cota de rasante. En caso de no ser posible llevar a cabo esta actuación, se instalará barrera metálica simple en la longitud que sea necesaria.

Fuente: Elaboración propia

LOCALIZACIÓN DE POZOS DE REGISTRO		
Nº Pozo	Sentido	PPKK
1	Decreciente	206+100
2		198+825
3		198+515
4		198+150
5		198+000
6		197+400
7		197+350
8		197+050

Tabla 45: Localización de pozos de registro

En cuanto a las ODT se instalarán 25 m de barrera metálica simple para proteger a los usuarios frente a ellas. En la siguiente tabla se muestra su localización.

Fuente: Elaboración propia

ACTUACIONES EN ODT			
Nº ODT	Sentido	PPKK	Actuación
1	Decreciente	209+250	Instalación de 25 m de barrera metálica simple
2	Decreciente	200+700	

Tabla 46: Actuaciones en ODT

11.1.3. PROTECCIÓN Y DEFENSA

11.1.3.1. Barreras metálicas

Las barreras metálicas son el método de protección más empleado en todo el tramo. Sin embargo, en algunos puntos son insuficientes o, directamente, no se encuentran instaladas, por lo que se propone la instalación de las mismas en los siguientes tramos.

Fuente: Elaboración propia

INSTALACIÓN DE BARRERA METÁLICA SIMPLE				
	Localización	Longitud (m)	Objetivo	Inicio de la ampliación
Creciente	203+300 – 203+400	100	Ampliación de barrera para protección frente a muro tras el paso superior	203+300
	206+300 – 206+390	90	Ampliación de barrera para protección frente a vegetación	206+300
	209+950 – 210+065	115	Ampliación de barrera para protección frente a desmonte de gran altura	209+950
Decreciente	210+300 – 210+200	100	Ampliación de barrera para protección frente a desmonte de gran altura	210+200
	206+875 – 206+800	75	Ampliación de barrera para protección frente a vegetación	206+875
	206+450 – 206+350	100	Ampliación de barrera para protección frente a obstáculo en margen (acequia de regadío)	206+350
	204+750 – 204+715	35	Ampliación de barrera para protección frente a desmonte de media altura	204+750
	202+200 – 201+900	300	Ampliación de barrera para protección frente a desmonte de gran altura	201+900

INSTALACIÓN DE BARRERA METÁLICA SIMPLE			
	Localización	Longitud (m)	Objetivo
	200+950 – 200+900	50	Ampliación de barrera para protección frente a desmonte de media altura
	199+620 – 199+500	120	Ampliación de barrera para protección frente a muro
	197+075 – 196+875	200	Ampliación de barrera para protección frente a obstáculo (acueducto)

Tabla 47: Instalación de barrera metálica simple

11.1.3.2. Zonas de escape

Para mejorar la seguridad vial en las bifurcaciones existentes entre los ramales de salida y el tronco principal se plantea la ejecución de zonas de escape en las que, en caso de salida de vía en las bifurcaciones, el vehículo quedaría frenado sobre la zona de escape, minimizando la gravedad de los incidentes.

Para ello, se ejecutarán las siguientes actuaciones:

- Desentierro de palmeras existente en superficie de bifurcación y trasplante de las mismas en zonas adecuadas
- Desmonte o relleno de superficie de bifurcación hasta alcanzar una cota veinte centímetros por debajo de la cota de rasante.
- Vertido, colocación y extendido de veinte (20) centímetros de gravilla hasta que la superficie de la bifurcación quede a la misma cota que la rasante del tronco principal

Con todo ello, tras estudiar todas las bifurcaciones existentes en el tramo, se concreta que la actuación se llevará a cabo en las siguientes:

Fuente: Elaboración propia

BIFURCACIONES EN LAS QUE ACTUAR		
Sentido	Localización	Salida
Creciente	204+570	Salida 205 (Petrer Sur)
	206+080	Vía de servicio
	207+340	Salida 207 (Elda Sur – Monóvar)
	209+800	Salida 210
Decreciente	207+940	Salida 208 (Loma Badá)

BIFURCACIONES EN LAS QUE ACTUAR		
Sentido	Localización	Salida
	207+020	Salida 207 (Elda Sur – Monóvar)
	205+190	Salida 205 (Petrer Sur)
	202+750	Salida 202 (Petrer Norte)
	201+000	Salida 201 (Elda – Hospital)
	199+060	Vía de servicio
	196+530	Salida 196 (Sax Sur)

Tabla 48: Bifurcaciones en las que actuar

11.1.4. MEJORA DE LA VISIBILIDAD

Para aumentar la visibilidad en el trazado y reducir al mínimo los obstáculos en el mismo, se propone la poda y el desbroce de la vegetación plantada en la mediana. Esta medida se llevará a cabo en los tramos en los que la vegetación sea más alta y cuajada.

Así pues, en los 15 kilómetros de autovía analizados, será necesaria la poda de la vegetación en un total de 3748 m.

11.1.5. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

Tanto las flechas como las marcas viales que delimitan la separación entre el carril adicional que permite la salida de los vehículos que circulan por el tronco principal de los dos carriles de circulación ordinarios se encuentran ligeramente desgastados en algunas zonas y prácticamente eliminados en otras. Por tanto, se propone el repintado de ambos tipos de marcas viales.

Esto supone el repintado de 1273 m de carril adicional y 10 flechas en el sentido creciente y 1405 m de carril adicional y 10 flechas de indicación en el sentido decreciente.

11.1.6. FIRME

Para la resolución de la problemática existente con respecto al firme en el ramal de salida situado en el PPKK 196+000, se propone la aplicación de un riego de imprimación sobre la superficie del firme. Previamente a la ejecución de este riego será necesario el fresado del firme en un espesor igual al del tratamiento aplicado, de manera que la altura de las protecciones y defensas no se vean alteradas.

11.1.7. DRENAJE

Existen zonas en las que la cuneta está colmatada por los arrastres y desprendimientos de los desmontes, impidiendo el correcto drenaje de la vía. En estas zonas, para mejorar la capacidad de drenaje de los elementos, se llevará a cabo una limpieza de las cunetas, de manera que no existan obstáculos a la evacuación de pluviales y escorrentía.

11.1.8. PUNTOS DE CONFLICTO

Mediante las propuestas que se han definido con anterioridad en el presente apartado, se resuelve la problemática detectada en los puntos de conflicto definidos tras el análisis de la accidentalidad.

11.2. SEGUNDO NIVEL DE ACTUACIÓN

Se define un segundo nivel de actuaciones entre las que se incluyen actuaciones cuya ejecución requiere de un estudio específico y la elaboración y/o redacción de un documento técnico que acredite de manera real y fidedigna la adecuación de las actuaciones para la resolución de la problemática existente.

- **Reubicación de accesos**

Tras un estudio preciso y pormenorizado de los accesos, una actuación de segundo nivel sería tanto la adecuación a la normativa de todos ellos, como la reubicación de los mismos, de manera que se reduzca la densidad de accesos y estos sean más eficaces y eficientes.

- **Rediseño de la geometría de la vía**

El rediseño de la vía para conseguir la adecuación de la misma a dicha normativa sería una medida de actuación del segundo nivel de actuación. De esta manera es posible conseguir que el trazado de la vía se adapte a las condiciones y criterios recogidas por la normativa 3.1-IC.

- **Ampliación de la sección transversal**

La sección transversal no cumple las limitaciones impuestas por la normativa por lo que su ampliación sería una medida a aplicar para la mejora de la seguridad vial. Sin embargo, puesto que en el trazado central del tramo este se encuentra prácticamente encajonado entre los municipios de Petrer y Elda para la aplicación de esta actuación es necesario un estudio pormenorizado de las afecciones, tanto físicas como sociales que las expropiaciones necesarias para la aplicación de esta medida supondrían.

12. VALORACIÓN ECONÓMICA

Tras el análisis de los principales aspectos que condicionan la seguridad vial de la autovía A-31 entre los PPKK 195+000 y 210+000 y la definición de las propuestas que se consideran necesarias para la mejora de la seguridad de los usuarios, se procede a la valoración económica de las actuaciones descritas.

Para ello, se hará uso de la “Base de precios de referencia de la Dirección General de Carreteras” del Ministerio de Fomento, así como el Generador de Precios de la empresa CYPE Ingenieros. Sin embargo, puesto que se trata de actuaciones destinadas al mantenimiento y la conservación de la carretera, el precio unitario definido en estas bases se incrementará mediante un factor igual a 2.00. Esto se debe a que, dada la complejidad que supone el trabajo en la carretera cuando esta ya se encuentra en servicio y la cantidad de medidas de seguridad adicionales que es necesario instalar para la protección, tanto de trabajadores como de usuarios, los costes de implantación de estas medidas son mucho mayores a los que supone la ejecución de obra de nueva construcción.

Así pues, con todo ello, se obtiene la siguiente valoración económica.

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 1: PROTECCIÓN DE TALUDES	
Total Capítulo 1: Protección de taludes	92,915.34 €
CAPÍTULO 2: ACTUACIÓN EN OBSTÁCULOS	
Total Capítulo 2. Actuación en obstáculos	6,143.00 €
CAPÍTULO 3: PROTECCIÓN Y DEFENSA	
Total Capítulo 3.1. Barreras metálicas	14,499.70 €
Total Capítulo 3.2. Zonas de escape	12,428.99 €
Total Capítulo 3. Protección y defensa	26,928.69 €
CAPÍTULO 4: MEJORA DE LA VISIBILIDAD	
Total Capítulo 4. Mejora de la visibilidad	2,173.84 €
CAPÍTULO 5: SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	
Total Capítulo 5.1. Flechas de indicación	558.08 €
Total Capítulo 5.2. Carril ramal de salida	2,189.56 €
Total Capítulo 5. Señalización horizontal	2,747.64 €
CAPÍTULO 6: MEJORA DEL FIRME	
Total Capítulo 6. Mejora del firme	1,137.30 €
CAPÍTULO 7: DRENAJE	
Total Capítulo 7. Drenaje	1,170.00 €
TOTAL PROPUESTAS DE MEJORA - SENTIDO CRECIENTE	133,215.81 €

Tabla 49: Resumen presupuesto – Sentido creciente

El Presupuesto de Ejecución Material (PEM) asciende a la cantidad de CIENTO TREINTA Y TRES MIL DOSCIENTOS QUINCE EUROS Y OCHENTA Y UN CENTIMOS.

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 1: PROTECCIÓN DE TALUDES	
Total Capítulo 1: Protección de taludes	53,502.71 €
CAPÍTULO 2: ACTUACIÓN EN OBSTÁCULOS	
Total Capítulo 2.1. Muros	22.30 €
Total Capítulo 2.2. Hitos de hormigón	3,049.96 €
Total Capítulo 2.2.1. Pozos de registro	672.96 €
Total Capítulo 2.2.2. ODT	2,377.00 €
Total Capítulo 2. Actuación en obstáculos	3,072.26 €
CAPÍTULO 3: PROTECCIÓN Y DEFENSA	
Total Capítulo 3.1. Barreras metálicas	46,589.20 €
Total Capítulo 3.2. Zonas de escape	57,311.03 €
Total Capítulo 3. Protección y defensa	103,900.23 €
CAPÍTULO 4: MEJORA DE LA VISIBILIDAD	
Total Capítulo 4. Mejora de la visibilidad	2,173.84 €
CAPÍTULO 5: SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	
Total Capítulo 5.1. Flechas de indicación	558.08 €
Total Capítulo 5.2. Carril ramal de salida	2,416.60 €
Total Capítulo 5. Señalización horizontal	2,974.68 €
CAPÍTULO 6: DRENAJE	
Total Capítulo 6. Drenaje	2,040.00 €
TOTAL PROPUESTAS DE MEJORA - SENTIDO DECRECIENTE	167,663.72 €

Tabla 50: Resumen presupuesto – Sentido decreciente

El Presupuesto de Ejecución Material (PEM) asciende a la cantidad de CIENTO SESENTA Y SIETE MIL SEISCIENTOS SESENTA Y TRES EUROS CON SETENTA Y DOS CENTIMOS.

En las siguientes tablas se recoge el Presupuesto Base de Licitación de ambos sentidos.

Fuente: Elaboración propia

TOTAL (PEM)	133,215.81 €
17% Gastos generales (GG)	22,646.69 €
6% Beneficio Industrial (BI)	7,992.95 €
Suma GG + BI	30,639.64 €
TOTAL PRESUPUESTO (SIN IVA)	163,855.44 €
21% IVA	34,409.64 €
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN - Sentido creciente	198,265.09 €

Tabla 51: Presupuesto Base de Licitación – Sentido creciente

El Presupuesto Base de Licitación para el sentido creciente de PPKK asciende a la cantidad de CIENTO NOVENTA Y OCHO MIL DOSCIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS CON NUEVE CENTIMOS.

Fuente: Elaboración propia

TOTAL (PEM)	167,663.72 €
17% Gastos generales (GG)	28,502.83 €
6% Beneficio Industrial (BI)	10,059.82 €
Suma GG + BI	38,562.66 €
TOTAL PRESUPUESTO (SIN IVA)	206,226.37 €
21% IVA	43,307.54 €
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN – Sentido decreciente	249,533.91 €

Tabla 52: Presupuesto Base de Licitación – Sentido decreciente

El Presupuesto Base de Licitación para el sentido decreciente de PPKK asciende a la cantidad de DOS CUENTOS CUARENTA Y NUEVE MIL QUINIENTOS TREINTA Y TRES EUROS CON NOVENTA Y UN CENTIMOS.

Considerando ambos sentidos de circulación se obtiene que el Presupuesto Base de Licitación para la aplicación de todas las propuestas de mejora definidas para la autovía A-31 entre los PPKK 195+000 y 210+000 asciende a la cantidad de CUATROCIENTOS CUARENTA Y SIETE MIL SETECIENTOS NOVENTA Y NUEVE EUROS.

Fuente: Elaboración propia

TOTAL MEJORAS EN AUTOVÍA A-31 ENTRE LOS PPKK 195+000 Y 210+000	
SENTIDO CRECIENTE	
Presupuesto Base de Licitación	198,265.09 €
SENTIDO DECRECIENTE	
Presupuesto Base de Licitación	249,533.91 €
TOTAL	447,799.00 €

Tabla 53: Presupuesto Base de Licitación – Total

13. CONCLUSIONES

Tras el análisis de los principales aspectos que influyen en la seguridad vial de la autovía A-31 entre los PPKK 195+000 y 210+000 se definen las siguientes conclusiones.

El análisis de la situación actual permite observar la existencia de deficiencias en los márgenes de la vía, tales como la presencia de obstáculos no fusibles, vegetación alta, densa y cuajada que merma y reduce la visibilidad y desmontes de gran altura no protegidos. Esta serie de deficiencias en los márgenes y mediana



en el trazado supone una reducción de la seguridad vial de la autovía A-31, afectando, por extensión, a la seguridad de los usuarios.

El análisis del trazado revela que los elementos del mismo no cumplen con las limitaciones impuestas por la Instrucción de Trazado, concretamente en el Apartado 3.1 de la misma. Por tanto, el trazado resulta inadecuado en algunas zonas.

El análisis del tráfico permite dar a conocer de manera precisa cual es el estado del tráfico en el tramo comprendido entre los PPKK 195+000 y 210+000. A partir de dicho análisis, se concluye que, si bien, en los dos de los tres subtramos en los que se subdivide la vía el nivel de servicio es A en la gran mayoría de las situaciones, en el subtramo central del trazado, debido al intrincado trazado en el mismo, a una alta densidad de accesos y a una orografía ondulada y cambiante, el nivel de servicio se ve penalizado, llegando a alcanzar el nivel de servicio B durante más del 50% del tiempo.

El análisis de la consistencia ha sido realizado teniendo en cuenta tanto la consistencia local, evaluando la divergencia entre la velocidad de operación entre elementos consecutivos, como la consistencia global, evaluando en conjunto la adecuación de los subtramos en los que se divide la vía a las expectativas del usuario. Con todo ello, se concreta que existen un total de tres tramos en los que la consistencia local es aceptable en el sentido creciente de PPKK y cuatro tramos en el sentido decreciente. Sin embargo, en todos los subtramos la consistencia global resulta ser buena. Esto se debe a que, en general, si bien los elementos del trazado no cumplen la normativa, sí que se encuentran dentro de un mismo rango.

El análisis de la accidentalidad ha permitido la concreción acerca de cuáles son los puntos de conflicto situados en los quince kilómetros de trazado analizado. En concreto, existen un total de cinco puntos de conflicto en los que a lo largo de los diez años estudiados se han producido daños tanto en un sentido como en el contrario.

Tras el análisis de todos los factores que influyen en la variación de la seguridad vial es posible llevar a cabo un diagnóstico de la problemática existente en el trazado. En base a dicho diagnóstico, se procede a la propuesta de una serie de actuaciones destinadas a la mejora de la seguridad vial en el tramo.

Con todo ello, partiendo de los resultados obtenidos tras los diferentes análisis realizados y tomando como base el informe de diagnóstico efectuado a partir de dichos resultados, se proponen una serie de medidas destinadas a la mejora de la seguridad vial del tramo de autovía A-31 analizado. Las propuestas de mejora que se definen en el presente proyecto tienen el objetivo de resolver la problemática existente en el tramo mediante actuaciones de bajo o medio coste. Así pues, mediante medidas en las que la relación entre el beneficio y el coste es máxima, se resuelve la problemática detectada en el trazado.

14. CONCLUSIÓN TFM

Considerando que el presente Trabajo Final de Máster, denominado “Análisis de la seguridad vial de la Autovía A-31 entre los PPKK 195+000 y 210+000 (provincia de Alicante) y propuestas de mejora” se ha desarrollado siguiendo los criterios y requisitos recogidos en la normativa de aplicación vigente y que en los documentos que forman parte de este Trabajo Final de Máster se detalla y estudian los factores y elementos necesarios, se somete a consideración para su aprobación, si procede.

Valencia, mayo de 2019

Fdo. Mª Paz Pérez Carrión