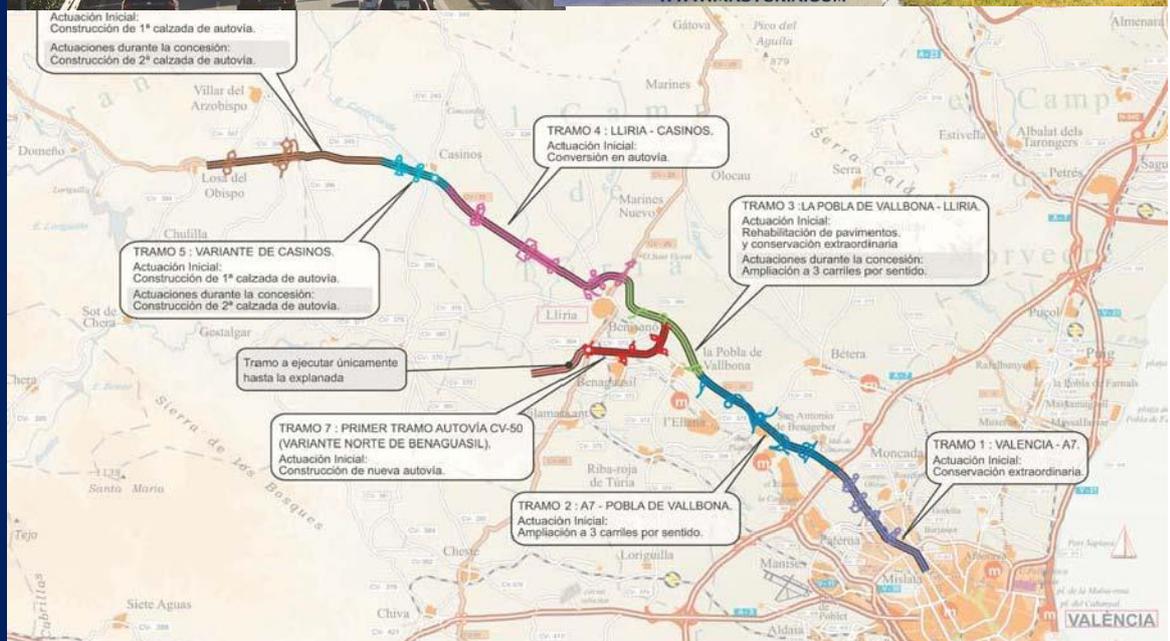


ESTUDIO DE INDICADORES DE EXPLOTACIÓN Y CONSERVACIÓN EN LA CONCESIÓN DE LA CARRETERA CV-35, PROVINCIA DE VALENCIA. ANÁLISIS Y PROPUESTAS DE MEJORA.



AUTOR: ALESANDER MONZÓN HERNÁNDEZ

TUTOR: JORDI ALBERT ESPARZA SORIA.

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN TRANSPORTE, TERRITORIO Y
URBANISMO**

CURSO ACADÉMICO 2016/2017.

SEPTIEMBRE 2017



Contenido

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| INDICE DE TABLAS..... | 3 |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | 6 |
| 1. INTRODUCCIÓN. OBJETO Y ALCANCE..... | 8 |
| 2. INTRODUCCIÓN AL ÁMBITO DE LA CONCESIÓN CON PEAJE EN SOMBRA. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA CONCESIÓN DE LA CV-35..... | 9 |
| 2.1. MARCO LEGISLATIVO..... | 10 |
| 2.2. EL PEAJE EN SOMBRA. | 10 |
| 2.2.1. VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL PEAJE EN SOMBRA. | 11 |
| 2.2.2. EL PEAJE EN SOMBRA EN ESPAÑA..... | 13 |
| 2.3. LOS INDICADORES EN EL PEAJE EN SOMBRA EN ESPAÑA. | 17 |
| 2.3.1. INDICADORES EN CONCESIONES DEL MINISTERIO DE FOMENTO..... | 18 |
| 2.3.2. INDICADORES EN CONCESIONES DE LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS..... | 20 |
| 2.3.3. COMPARACIÓN ENTRE INDICADORES EN CONCESIONES DEL MINISTERIO DE FOMENTO Y LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS. | 22 |
| 2.4. CONCESIÓN DE LA CV-35. | 23 |
| 2.4.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS EJECUTADAS. | 25 |
| 2.4.2. CONDICIONES TÉCNICAS DE CONSERVACIÓN, EXPLOTACIÓN Y VIGILANCIA DE LA CARRETERA..... | 33 |
| 2.4.3. EXPERIENCIA HASTA LA FECHA ACTUAL. | 36 |
| 3. CANON BASE DE DEMANDA APLICABLE A LOS INDICADORES..... | 37 |
| 4. DEFINICIÓN, CÁLCULO Y ANÁLISIS DE LOS INDICADORES..... | 45 |
| 4.1. ÍNDICE DE PELIGROSIDAD. | 45 |
| 4.1.1. DEFINICIÓN Y CÁLCULO DEL ÍNDICE DE PELIGROSIDAD..... | 45 |
| 4.1.2. ANÁLISIS Y PROPUESTAS DE MEJORA DEL ÍNDICE DE PELIGROSIDAD..... | 49 |
| 4.2. INDICADOR DE SEGURIDAD EN LA RODADURA, COEFICIENTE DE RUGOSIDAD TRANSVERSAL (CRT). | 56 |
| 4.2.1. DEFINICIÓN Y CÁLCULO DEL INDICADOR CRT..... | 56 |
| 4.2.2. ANÁLISIS Y PROPUESTAS DE MEJORA DEL INDICADOR CRT..... | 59 |
| 4.3. INDICADOR DE COMODIDAD EN LA RODADURA, ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI). | 66 |
| 4.3.1. DEFINICIÓN Y CÁLCULO DEL INDICADOR IRI..... | 66 |
| 4.3.2. ANÁLISIS Y PROPUESTAS DE MEJORA DEL INDICADOR IRI..... | 69 |
| 4.4. INDICADOR DE CONGESTIÓN EN LA VÍA. | 71 |
| 4.4.1. DEFINICIÓN DEL INDICADOR DE CONGESTIÓN EN LA VÍA..... | 71 |
| 4.4.2. CÁLCULO DEL INDICADOR DE CONGESTIÓN EN LA VÍA. | 74 |



| | | |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.4.3. | ANÁLISIS Y PROPUESTAS DE MEJORA DEL INDICADOR DE CONGESTIÓN EN LA VÍA..... | 93 |
| 4.5. | INDICADOR DE CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO. | 98 |
| 4.5.1. | DEFINICIÓN Y CÁLCULO DEL INDICADOR DE CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO. | 98 |
| 4.5.2. | ANÁLISIS Y PROPUESTAS DE MEJORA DEL INDICADOR DE CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO. | 103 |
| 4.6. | INDICADOR DE INSPECCIÓN Y DEFENSA DE LA CARRETERA. | 106 |
| 4.6.1. | DEFINICIÓN Y CÁLCULO DEL INDICADOR DE INSPECCIÓN Y DEFENSA DE LA CARRETERA. | 106 |
| 4.6.2. | ANÁLISIS Y PROPUESTAS DE MEJORA DEL INDICADOR DE INSPECCIÓN Y DEFENSA DE LA CARRETERA. | 106 |
| 5. | PROPUESTA DE NUEVOS INDICADORES PARA EL ÁMBITO DE LA CONCESIÓN. | 108 |
| 5.1. | ELECCIÓN DE UN INDICADOR QUE CARACTERICE LA SINIESTRALIDAD. | 108 |
| 5.2. | ELECCIÓN DE INDICADORES ESTRUCTURALES (DE ESTADO). | 110 |
| 5.3. | ELECCIÓN DE INDICADORES FUNCIONALES. | 117 |
| 5.4. | INDICADORES DE ENTORNO. | 119 |
| 6. | CONCLUSIONES..... | 124 |
| 7. | BIBLIOGRAFÍA..... | 126 |

ANEXO Nº 1. CÁLCULO DEL ÍNDICE DE PELIGROSIDAD.

Anexo Nº 2. Cálculos Indicador de seguridad en la rodadura. Coeficiente de rugosidad transversal (CRT)

Anexo Nº 3. Propuesta de campaña de auscultación de CRT

Anexo Nº 4. Cálculos Indicador de comodidad en la rodadura. Índice de regularidad internacional (IRI)

Anexo Nº 5. Cálculos Indicador de Congestión en la vía

Anexo Nº 6. Cálculos Indicador de Capacidad y nivel de servicio



| INDICE DE TABLAS | | |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Nº de tabla | Nombre y fuente | Página |
| 1 | Tabla. 1. Comparación entre inversión en peaje en sombra y endeudamiento Fuente: Revista de Obras Públicas nº 3.506. Artículo “Diez años de peaje en sombra en España” | 16 |
| 2 | Tabla. 2. Criterios de calidad en las Autopistas del Estado. Fuente: Aplicación de indicadores de calidad en concesiones de carreteras en España. Universidad politécnica de Madrid. | 19 |
| 3 | Tabla. 3. Indicadores de calidad en las carreteras de las CCAA. Fuente: Aplicación de indicadores de calidad en concesiones de carreteras en España. Universidad politécnica de Madrid. | 20 |
| 4 | Tabla. 4. Criterios de calidad en las carreteras concesionadas de las CCAAs. Fuente: Aplicación de indicadores de calidad en concesiones de carreteras en España. Universidad politécnica de Madrid. | 21 |
| 5 | Tabla. 5. Precios unitarios (sin IVA) por vehículo-kilómetro en la concesión de la CV-35 Fuente: PCAP de la concesión de la CV-35 | 38 |
| 6 | Tabla. 6. Tráficos en Vehículos-Kilómetro en el año 2016 en el ámbito de la concesión de la CV-35 Fuente: Elaboración propia. | 39 |
| 7 | Tabla 7. Desglose de cálculo de canon base aplicable a los indicadores. Fuente: Elaboración propia. | 40 |
| 8 | Tabla. 8. Límites máximos de abono de tráfico por tramo y tipo de vehículo. Fuente: PCAP de la concesión de la CV-35 | 41 |
| 9 | Tabla. 9. Vehículos-kilómetro totales Fuente: Elaboración propia | 42 |
| 10 | Tabla.10. Cálculo de liquidación 2016. Fuente: Elaboración propia. | 43 |
| 11 | Tabla.11. pagos previstos y pagos reales durante 2016. Fuente Elaboración propia. | 43 |
| 12 | Tabla. 12. Cálculo del índice de peligrosidad en la CV-35 en el año 2016 Fuente: Elaboración propia | 46 |
| 13 | Tabla. 13. Penalizaciones en función del IP. Fuente: PCAP concesión. | 47 |
| 14 | Tabla. 14. Bonificaciones en función del IP. Fuente: PCAP concesión. | 47 |
| 15 | Tabla. 15. Cálculo de las bonificaciones/penalizaciones según índice de peligrosidad en la CV-35 en el año 2016. Fuente: Elaboración propia | 48 |
| 16 | Tabla. 16. Importe de bonificación / penalización según índice de peligrosidad en la CV-35 en al año 2016 | 48 |
| 17 | Tabla. 17. Valores del índice de peligrosidad en la CV-35 en el año 2016 Fuente: Elaboración propia | 49 |
| 18 | Tabla. 18. Evolución reciente de los indicadores de siniestralidad en la Comunidad Valenciana. Fuente: Informe de Seguridad Vial en la Comunidad Valenciana año 2016. | 49 |
| 19 | Tabla. 19. indicadores de siniestralidad en la Comunidad Valenciana y provincia de Valencia en función del tipo de vía en el año 2015. Fuente: Informe de Seguridad Vial en la Comunidad Valenciana año 2015. | 50 |
| 20 | Tabla. 20. Evolución de los indicadores de siniestralidad en la provincia de Valencia Fuente: Informe de Seguridad Vial en la Comunidad Valenciana año 2015. | 51 |



| | | |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 21 | Tabla. 21. Datos de tráfico y accidentabilidad en la red de la G.V. Fuente: Informe de Seguridad Vial en la Comunidad Valenciana año 2015. | 52 |
| 22 | Tabla. 22. Bonificación / penalización en función de valores del CRT. Fuente: PCAP concesión CV-35 | 58 |
| 23 | Tabla. 23. Resultados Bonificación / penalización en función de valores del CRT. Fuente: PCAP concesión CV-35 | 59 |
| 24 | Tabla. 24. Bonificación del CRT con respecto al canon base de demanda. Fuente: PCAP concesión CV-35 | 59 |
| 25 | Tabla. 25. Cálculo de bonificación del CRT considerando el % de puntos. Fuente: Elaboración propia. | 59 |
| 26 | Tabla. 26. Cálculo de bonificación del CRT considerando CRT medio en tramos de 1.000 m. Fuente: Elaboración propia. | 60 |
| 27 | Tabla. 27. Cálculo de bonificación del CRT en vía de contraste. Fuente: Elaboración propia. | 61 |
| 28 | Tabla. 28. Cálculo de % bonificación del IRI. Fuente: Elaboración propia. | 68 |
| 29 | Tabla. 29. Cálculo de bonificación del IRI. Fuente: Elaboración propia. | 69 |
| 30 | Tabla. 30. Cálculo de bonificación del IRI (Opción 1. % de puntos) Fuente: Elaboración propia. | 69 |
| 31 | Tabla. 31. Cálculo de bonificación del IRI (Opción 2. % longitud con segmentos de 1000 m) Fuente: Elaboración propia. | 70 |
| 32 | Tabla. 32. Subtramos de conteo de vehículos en la CV-35. Fuente: PPTP concesión CV-35. | 73 |
| 33 | Tabla. 33. Propuesta de modificación de número de carriles. Fuente: Elaboración propia. | 77 |
| 34 | Tabla. 34. Propuesta de modificación de factor F_n Fuente: Elaboración propia. | 77 |
| 35 | Tabla. 35. Propuesta de modificación de factor por densidad de enlaces Fuente: Elaboración propia. | 78 |
| 36 | Tabla. 36. Propuesta de modificación de factor equivalente de vehículos pesados Fuente: Elaboración propia. | 79 |
| 37 | Tabla. 37. Propuesta de modificación de factor por distancia total libre de obstáculos Fuente: Elaboración propia. | 81 |
| 38 | Tabla. 38. Propuesta de modificación de factor por tipo de mediana Fuente: Elaboración propia. | 81 |
| 39 | Tabla. 39. Propuesta de modificación de factor por distancia entre accesos Fuente: Elaboración propia. | 82 |
| 40 | Tabla. 40. Valores de f_i (proviene de Tabla 20.7 de la HCM 2000). HCM 2000 | 86 |
| 41 | Tabla. 41. Valores de E_t (proviene de Tabla 20.9 de la HCM 2000) | 86 |
| 42 | Tabla. 42. Valores de f_d/n_p (proviene de Tabla 20.19 de la HCM 2000, corrección 2004) | 88 |
| 43 | Tabla. 43. Valores de f_{pa} (proviene de Tabla 20.20 de la HCM 2000) | 88 |
| 44 | Tabla. 44. Valores de f_i (proviene de Tabla 20.8 de la HCM 2000) | 89 |
| 45 | Tabla. 45. Valores de E_t (proviene de Tabla 20.10 de la HCM 2000) | 90 |
| 46 | Tabla. 46. Valores de a y b (proviene de Tabla 20.21 de la HCM 2000, corrección 2004) | 91 |
| 47 | Tabla. 47. Valores de a y b (proviene de Tabla 20.21 de la HCM 2000) | 92 |



| | | |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 48 | Tabla. 48. Valores de fpa/fdnp (proviene de Tabla 20.20 de la HCM 2000, corrección 2004) | 93 |
| 49 | Tabla. 49. Valores de fpa (proviene de Tabla 20.19 de la HCM 2000) | 93 |
| 50 | Tabla. 50. Penalización por indicador de congestión de la vía (Cálculo original). Fuente: Elaboración propia. | 97 |
| 51 | Tabla. 51. Penalización por indicador de congestión de la vía (Cálculo original). Fuente: Elaboración propia. | 97 |
| 52 | Tabla. 52. Cálculo de las penalizaciones del indicador de capacidad y nivel de servicio, dividido por tramos. Fuente: Elaboración propia. | 102 |
| 53 | Tabla. 53. Cálculo de las penalizaciones del indicador de capacidad y nivel de servicio, según casuística. Fuente: Elaboración propia. | 103 |
| 54 | Tabla. 54. Horas con nivel de servicio E y F en las 4 primeras secciones de la concesión | 104 |
| 55 | Tabla. 55. Comparativa entre el Índice de mortalidad y el índice de Riesgo. | 109 |
| 56 | Tabla. 56. Características del indicador de capacidad estructural del firme. | 114 |
| 57 | Tabla. 57. Características del indicador de marcas viales. Retroreflexión. | 115 |
| 58 | Tabla 58. bjetivos de calidad Acústica. Real Decreto 136/2007 (modificado por Real Decreto 1038/2012) | 120 |
| 59 | Tabla 59: Objetivos de calidad Acústica. Ley 7/2002 | 120 |
| 60 | Tabla 60: Objetivos de calidad Acústica de referencia en el estudio sonoro. Fuente: Elaboración propia | 121 |
| 61 | Tabla 61: Objetivos de calidad Acústica para nuevas infraestructuras. Real Decreto 136/2007 | 121 |
| 62 | Tabla 62: Zonificación incluida en el Plan de Acción contra el ruido. Fuente: Elaboración propia. | 123 |



| ÍNDICE DE FIGURAS | | |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Nº de figura | Nombre y fuente | Página |
| 1 | Fig. 1. Comparación entre longitud de vías de gran capacidad adjudicadas con peaje en sombra y puestas en servicio por otra modalidad de gestión desde 1998. Fuente: Revista de Obras Públicas nº 3.506. Artículo “Diez años de peaje en sombra en España” | 14 |
| 2 | Fig. 2. Proyectos de peaje en sombra para las distintas Comunidades Autónomas (1999-2009). Fuente: “La experiencia española en concesiones y APPs: Infraestructuras de carreteras”. Programa para el impulso de asociaciones público-privadas en Estados Mexicanos. | 15 |
| 3 | Fig. 3. Resumen de las concesiones con indicadores de calidad. Fuente: Aplicación de indicadores de calidad en concesiones de carreteras en España. Universidad politécnica de Madrid. | 23 |
| 4 | Fig. 4. Tramos de la CV-35 Fuente: Plano actuación concesión | 25 |
| 5 | Fig. 5. Tramo 1. Valencia – A7. Fuente: Planos actuación concesión. | 26 |
| 6 | Fig. 6. Tramo2. A-7 – La Pobla de Vallbona. Fuente: Planos actuación concesión. | 27 |
| 7 | Fig. 7. Tramo 3. La Pobla de Vallbona – Liria Fuente: Planos actuación concesión. | 28 |
| 8 | Fig. 8. Tramo 4. Liria – Casinos Fuente: Planos actuación concesión. | 28 |
| 9 | Fig. 9. Tramo 5. Variante de Casinos Fuente: Planos actuación concesión. | 29 |
| 10 | Fig. 10. Tramo 6. Casinos – Losa del Obispo. Fuente: Planos actuación concesión. | 31 |
| 11 | Fig. 11. Tramo7. Variante de Benaguasil y conexión de la CV-50 con la autovía CV-35 de Liria. Fuente: Planos actuación concesión. | 32 |
| 12 | Figura 12. Pagos previstos y pagos reales durante 2016. Fuente: Elaboración propia | 44 |
| 13 | Figura 13. Pagos acumulados reales y previstos durante 2016. Fuente: Elaboración propia. | 44 |
| 14 | Fig. 14. Accidentalidad en la CV-35 según el tipo de víctima. Fuente: Elaboración propia | 53 |
| 15 | Fig. 15. Accidentalidad en la CV-35 según el tipo de día de la semana en tramo de Autovía Fuente: Elaboración propia | 53 |
| 16 | Fig. 16. Accidentalidad en la CV-35 según el tipo de accidente Fuente: Elaboración propia | 54 |
| 17 | Fig. 17. Croquis de medida Fuente: Informe medición CRT. | 57 |
| 18 | Fig. 18. Croquis circulación CRT (1) Fuente: Elaboración propia. | 63 |
| 19 | Fig. 19. Croquis circulación CRT (2) Fuente: Elaboración propia. | 64 |
| 20 | Fig. 20. Croquis circulación CRT (3) Fuente: Elaboración propia. | 65 |
| 21 | Fig. 21. Modelo del Cuarto de coche Fuente: Indicadores de calidad en carreteras. Índice de Regularidad Internacional (IRI), UPC | 66 |
| 22 | Fig. 22. Figura 23-3 del HCM 2000 Fuente: HCM 2000 | 75 |



ESTUDIO DE INDICADORES DE EXPLOTACIÓN Y CONSERVACIÓN EN LA CONCESIÓN DE LA CARRETERA CV-35, PROVINCIA DE VALENCIA. ANÁLISIS Y PROPUESTAS DE MEJORA.
AUTOR: ALESANDER MONZÓN HERNÁNDEZ



| | | |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 23 | Fig. 23. Figura 21-3 del HCM 2000 Fuente: HCM 2000 | 80 |
| 24 | Fig. 24. Relación entre Velocidad media, porcentaje de tiempo de seguido para obtención del nivel de servicio. Fuente: HCM 2000 | 84 |
| 25 | Fig. 25. Evolución del índice de riesgo por tipo de carreteras en España de 1999-2010. Fuente: EuroRap | 109 |



1. INTRODUCCIÓN. OBJETO Y ALCANCE.

La **autovía CV-35** es una vía de la provincia de Valencia que comunica la ciudad de Valencia con el noroeste de la provincia tomando como referencia final la comarca del Rincón de Ademuz, la cual fue licitada recurriendo al sistema de **peaje en sombra o «shadow toll»**. En este tipo de contratos, no es el usuario el que asume el coste de la infraestructura, sino que es la propia administración la que abona periódicamente un canon dependiendo, además de otros factores, del número de vehículos que hayan circulado por la vía.

En el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares que rige el contrato de la Concesión de la CV-35 se definen una serie de **indicadores** que tienen por objeto la aplicación de penalizaciones o bonificaciones al **canon base de demanda anual** que la Administración pagará al Concesionario en sustitución del usuario de la vía.

Estas **bonificaciones o penalizaciones** se determinarán en función del nivel de servicio en la circulación, de los valores que se alcancen en los indicadores de gestión de la conservación, de la calidad del servicio de explotación de las vías objeto de concesión, etc.

Una vez calculados los indicadores anualmente, se estará en disposición de obtener la **“liquidación del canon pendiente”**. Ésta se determinará por la diferencia entre la suma de los pagos mensuales realizados el año anterior y el importe resultante de multiplicar las tarifas vigentes en el año correspondiente por los tráficos realmente habidos y aprobados, teniendo en cuenta los límites máximos de abono de tráfico establecidos y afectado por las penalizaciones, bonificaciones y disfunciones o incumplimientos que se exponen en el PCAP.

En el presente estudio se realizará una introducción en el ámbito de las concesiones con peajes en sombra, se definirán las características particulares de la concesión a analizar, incluyendo el cálculo de los indicadores y del canon base anual, así como un análisis crítico de los indicadores y una propuesta de nuevos indicadores.

Los **indicadores** a analizar serán los siguientes:

- Índice de peligrosidad.
- Indicador de seguridad en la rodadura, coeficiente de rugosidad transversal (CRT).
- Indicador de comodidad en la rodadura, índice de regularidad internacional (IRI).
- Indicador de congestión de la vía.
- Indicador de capacidad y nivel de servicio.
- Indicador de inspección y defensa de la carretera.



2. INTRODUCCIÓN AL ÁMBITO DE LA CONCESIÓN CON PEAJE EN SOMBRA. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA CONCESIÓN DE LA CV-35.

El contrato de **Concesión de Obra Pública** es aquel en cuya virtud la Administración Pública o Entidad de Derecho Público concedente otorga a un concesionario, durante un plazo, la construcción y explotación, o solamente la explotación, de obras que, siendo susceptibles de explotación, sean necesarias para la prestación de servicios públicos de naturaleza económica o para el desarrollo de actividades o servicios económicos de interés general, reconociendo al concesionario el derecho a percibir una retribución

La construcción y conservación de carreteras podrá ser objeto del correspondiente **contrato de ejecución y mantenimiento de obra pública**, pudiendo otorgar como contraprestación la Administración competente, una concesión de dominio público en la zona de servicios o en el área de influencia en que se integra la obra

Existe una clara transferencia de riesgos al concesionario, tales como:

- Riesgo de proyecto
- Riesgo de expropiaciones
- Riesgo de construcción
- Riesgo de tráfico (demanda)
- Riesgo de disponibilidad
- Otros (financiero).

El contenido del **contrato** suele incluir:

- La construcción de las obras objeto de concesión, en su caso
- La explotación-conservación de las obras objeto de concesión
- Las actuaciones de reposición y gran reparación a fin de que los servicios y actividades puedan ser desarrollados adecuadamente, de acuerdo con las exigencias económicas y las demandas sociales
- La adecuación, reforma y modernización de las obras, para adaptarlas a las características técnicas y funcionales requeridas para la correcta prestación de los servicios o la realización de las actividades económicas a las que sirven de soporte material
- La compensación al Concesionario (peaje)



2.1. MARCO LEGISLATIVO.

En la actualidad, la regulación de la contratación del sector público que se recogía en la Ley 30/2007, de 30 de octubre, de Contratos del Sector Público, que sustituyó al Texto Refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas de 2000, que había sido modificado en varias ocasiones, entre ellas por la Ley 13/2003, de 23 de mayo, Reguladora del Contrato de Concesión de Obra Pública, ha sido sustituido por el **Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público**. Con esta modificación se han recuperado los rasgos definitorios de la figura centenaria de la concesión, actualizándola a la nueva realidad en la que ahora opera.

Dentro del ámbito legislativo, la normativa relacionada con el sistema concesional ha tenido un fuerte impacto dentro del ordenamiento jurídico español. De forma concreta, la **Ley 8/1972, de 10 de mayo, de construcción, conservación y explotación en régimen de concesión (la llamada Ley de Autopistas)** produjo un antes y un después en el marco normativo, ya que introdujo por primera vez de forma nítida, una normativa reguladora específica en el ámbito de la financiación, construcción y explotación de obras públicas. Completada dicha Ley con el **Pliego de Cláusulas Generales** (los pliegos hacen continuas referencias a la misma) para la construcción, conservación y explotación de autopistas en régimen de concesión (PCG), aprobado por Decreto 215/1973, de 25 de enero, actuando durante todos estos años como un Reglamento de la Ley.

En el transcurso de la aplicación de la Ley de Autopistas se produjeron algunas modificaciones de la misma a través de leyes de acompañamiento, de presupuestos, de contratos u otras que pasaban por las Cortes Generales en ese momento. En ese momento las modificaciones fueron utilizadas para mejorar la aplicabilidad de la ley y suavizar las deficiencias que se habían encontrado en la ejecución de la misma.

Por tanto, durante los últimos 41 años, la Ley de Autopistas ha servido para que tanto Administración como empresas concedentes tengan una hoja de ruta a la que poder acudir para resolver cualquier problema pero también hay que destacar la flexibilidad que ha dado dicha Ley permitiendo que su necesaria interpretación se adapte en cualquier momento a la realidad social y económica en la que ha de ser aplicada.

2.2. EL PEAJE EN SOMBRA.

La construcción, puesta en servicio y/o mejora de carreteras tiene un impacto positivo sobre la economía y sobre la sociedad, ya que reduce los costes de transporte a la vez que acerca a las personas entre si. Sin embargo, dichas infraestructuras requieren de importantes inversiones que con frecuencia superan la capacidad del presupuesto público para acometerlas. Este hecho, junto a la necesidad de promover mecanismos contractuales que generen una mayor eficiencia social, está llevando a las



Administraciones públicas a impulsar distintos modelos de colaboración entre el sector público y el sector privado, en lo que se denominan mecanismos de participación público privada o PPPs.

Uno de los mecanismos de participación público privada más comúnmente empleado en los últimos años en el mundo es el denominado **“peaje sombra” o shadow toll**. Dicho mecanismo consiste en la gestión indirecta de una infraestructura, en el caso de España materializada generalmente sobre la base de un contrato de concesión de obra pública, por la que se transfiere a un consorcio privado el proyecto, construcción, conservación y explotación de una infraestructura durante un plazo fijado contractualmente, de modo que la remuneración del concesionario no provenga de los usuarios sino de la administración correspondiente que subvenciona a los usuarios.

El modelo de peaje sombra como tal comenzó a aplicarse de modo generalizado a finales de la década de los 80 en el Reino Unido, desde donde se transmitió a otros países. En España, las primeras concesiones en régimen de peaje sombra datan de 1998.

2.2.1. VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL PEAJE EN SOMBRA.

El modelo de participación público-privada (PPP), en el que se encuentra englobado el peaje sombra, aplicado de forma adecuada, presenta una serie de **ventajas** que pueden hacerlo más eficiente que el sistema tradicional para la provisión y gestión de infraestructuras. Las **principales ventajas** son las siguientes:

- Permite anticipar actuaciones que no podrían llevarse a cabo por limitaciones presupuestarias y con ello adelantar en el tiempo los beneficios sociales derivados de las mismas.
- Desde el punto de vista fiscal, la principal característica del modelo de concesión con peaje en sombra es que permite financiar inversiones importantes evitando la concentración de grandes desembolsos por parte de la administración a la hora de ejecutar dichas inversiones. En definitiva, desde una perspectiva exclusivamente presupuestaria, el peaje en sombra sirve para que la administración pague la construcción más el mantenimiento a lo largo de un plazo dilatado mediante cuotas relativamente homogéneas que, si bien deben ser liquidadas a lo largo de todo ese período, son muy inferiores a las anualidades que implicaría el pago por certificaciones durante la ejecución de las obras.
- Aumenta la integración de las fases de diseño, construcción y explotación, lo que finalmente redundará en una mayor calidad del servicio prestado; reduce las desviaciones en plazos y presupuestos. Los plazos porque el concesionario no percibe contraprestaciones hasta que no esté puesta en servicio la



infraestructura. Los presupuestos porque el riesgo de construcción es transferido al concesionario.

- Posibilita la incorporación de incentivos para el aumento de la calidad y eficiencia en la construcción y explotación de infraestructuras, lo que fomenta la mejora en la gestión de las mismas.
- Promueve el intercambio de experiencias y conocimientos entre el sector público y el privado relacionados con disciplinas y habilidades de mercado; provocando una mejora de la gestión.
- Supone, en cierta medida, una mayor equidad intergeneracional ya que los pagos están vinculados al uso y a la calidad del servicio prestado.

Como contrapartida, entre los **inconvenientes** que presenta este tipo de peaje se encuentran los siguientes:

- Implica el compromiso futuro de recursos presupuestarios por parte de la administración. Por otra parte, le permite a la administración una menor flexibilidad de gestión para satisfacer el interés general ante situaciones imprevistas.
- El empleo de capital privado conlleva mayores costes financieros que la emisión de deuda pública utilizada en el modelo tradicional para sufragar grandes inversiones, si bien es cierto que ese coste es reflejo de que los riesgos del proyecto son transferidos de la administración al concesionario, por lo que un mayor coste financiero no tiene por qué implicar necesariamente un mayor coste social.
- Los modelos de participación público privada en general y el peaje sombra en particular implican mayores costes de transacción. La concesión requiere una especial preparación y control del contrato. Por un lado esto es debido a los largos plazos que deben contemplarse, que obligan a efectuar estudios y predicciones de mucho mayor alcance a las realizadas para los contratos tradicionales.
- Por otro lado, dado que los pagos están vinculados a variables que exigen dispositivos de medición permanentes, y en algún caso, poco convencionales, es necesario establecer un sistema de monitorización que generalmente conlleva mayores costes materiales y humanos para la administración.



- Todos los contribuyentes pagan por la red de carretera, lo que es injusto para los que no la usan.
- Los extranjeros no contribuyen a la financiación de la red de carreteras, aun cuando pueden hacer uso de ella.
- Finalmente, cabe mencionar que el hecho de no cobrar a los usuarios, aunque pueda ser considerado como una ventaja desde el punto de vista político debido a que no hay reacción social contraria, tiene también importantes inconvenientes. Por una parte, el peaje directo reduce sustancialmente los efectos cara al déficit y al endeudamiento público. Por otra parte, el cobro a los usuarios de peajes directos tiene un elevado potencial como herramienta para una gestión sostenible de la demanda y la internalización de los efectos externos producidos por el transporte.

Por lo tanto, para que desde el punto de vista económico-social la utilización del modelo de peaje en sombra sea más eficiente que el modelo de licitación tradicional, los ganancias de eficiencia más lo riesgos que deja de asumir la administración deben ser superiores a los costes adicionales de transacción y financieros que implica el peaje sombra.

En general puede decirse que, dada la complejidad que entraña la preparación y licitación de estos contratos y su posterior control por parte de la administración, son los proyectos de mayor envergadura los más adecuados para ser desarrollados en régimen de concesión de peaje en sombra.

2.2.2. EL PEAJE EN SOMBRA EN ESPAÑA.

Las primeras **administraciones** que desarrollaron el peaje sombra en España fueron las Comunidades Autónomas de **Madrid** y **Murcia**, que finalmente se decantaron por este sistema para ejecutar las **autovías M-45 y M-501** y la **Autovía del Noroeste murciano(C-415)**, siendo todas ellas vías de gran capacidad, siendo definitivamente adjudicadas en los años 1998 y 1999.

A diferencia de otras Comunidades Autónomas, el **Ministerio de Fomento** descartó inicialmente la aplicación del peaje sombra. El motivo principal fue que dicha figura no se incluyó en la legislación nacional hasta que en el año 2003 la **ley reguladora del contrato de concesión de obra pública** la permitió explícitamente. Al margen de lo anterior, el concepto de concesión arraigado con fuerza en el Ministerio de Fomento estaba solamente vinculado al peaje directo, lo que, en cierta medida, disuadía la utilización de otros modelos de gestión; máxime cuando los empleados estaban resultando satisfactorios.

No fue hasta 2002 cuando se volvió a recurrir a este sistema para financiar la construcción de carreteras; no obstante, desde entonces el número de concesiones ha crecido anualmente. Por orden de adjudicación, la siguiente Comunidad Autónoma en utilizar el peaje en sombra fue **Navarra**, con la **Autovía del Camino (A-12)**, después **Castilla-La Mancha** con la **Autovía de los Viñedos (CM-42)** ya en 2003, y posteriormente **Baleares** con el desdoblamiento de la **carretera entre Palma y Manacor (Ma-15)**, en 2004. El grueso de las concesiones de peaje sombra adjudicadas hasta el momento se licitaron en los tres años siguientes, es decir, entre 2005 y 2007, ambos inclusive, sumándose a las Comunidades Autónomas concedentes **Aragón, Asturias, Cataluña** (importante Plan de Autovías de 2004), **Galicia y Castilla y León**, sin que hasta ahora haya sido empleado por alguna más aparte de las diez citadas. En total, la longitud de vías de gran capacidad adjudicadas por las Comunidades Autónomas asciende a **1.130 km hasta el año 2010**, no habiéndose incrementado demasiado en los últimos años.

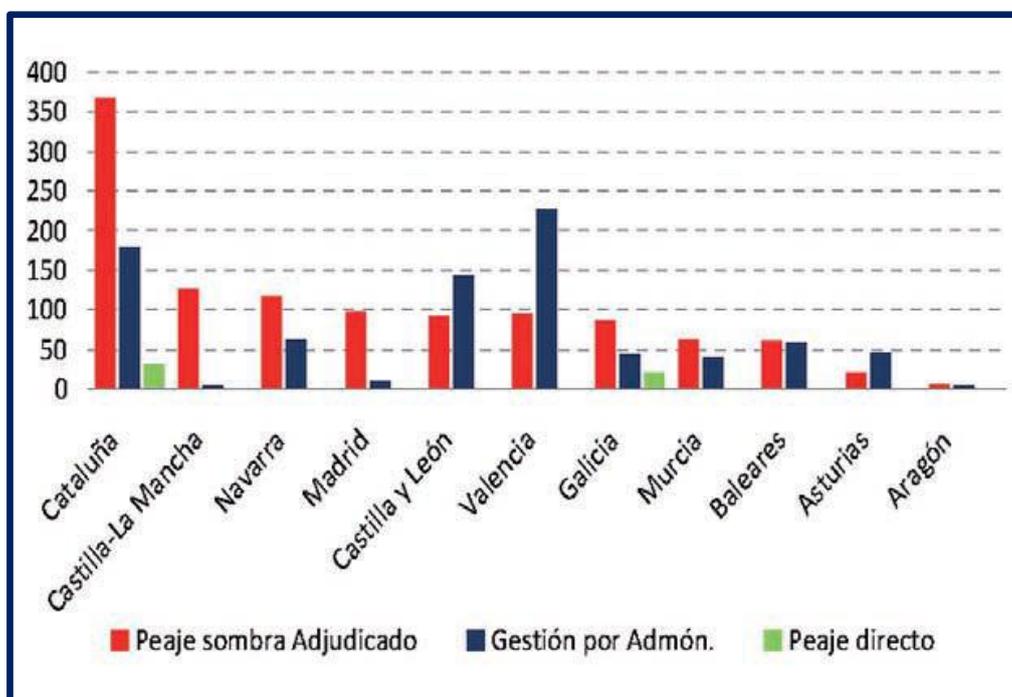


Fig. 1. Comparación entre longitud de vías de gran capacidad adjudicadas con peaje en sombra y puestas en servicio por otra modalidad de gestión desde 1998.

Fuente: Revista de Obras Públicas nº 3.506. Artículo "Diez años de peaje en sombra en España"

No obstante, las Comunidades Autónomas gestionan un mayor número de autopistas de peaje de las que ellas han puesto en servicio debido a la transferencia de carreteras que, en algunos casos el Estado ha llevado a cabo.

El Ministerio de Fomento, aunque hasta ahora no ha financiado nuevas carreteras en régimen de peaje en sombra, sí otorgó en 2007 la concesión de importantes tramos existentes de su Red de Carreteras bajo esta modalidad de pago dentro del denominado Plan de Adecuación de Autovías de Primera Generación. Este Plan ha tenido por objeto el acondicionamiento de las primeras autovías que se construyeron en España (conocidas como autovías de primera generación) a los

estándares de calidad de las de nueva construcción, bajo 17 contratos que abarcan 1.510 km de carreteras.

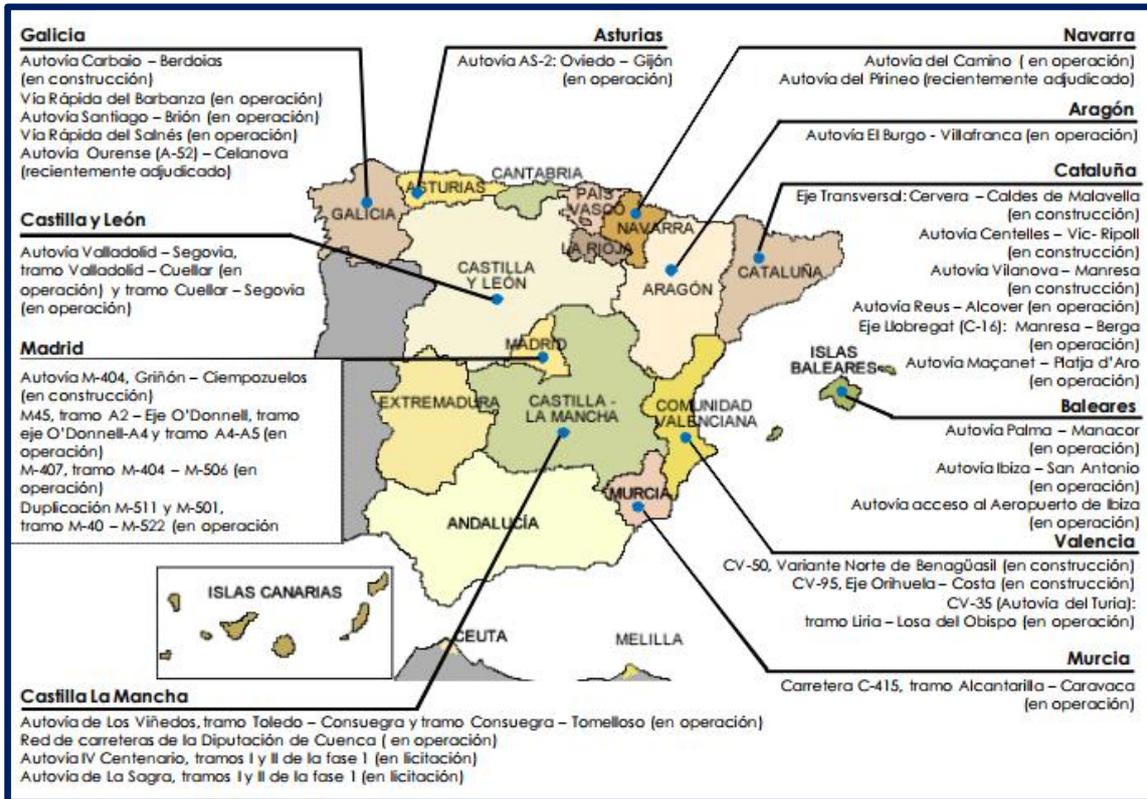


Fig. 2. Proyectos de peaje en sombra para las distintas Comunidades Autónomas (1999-2009).
 Fuente: “La experiencia española en concesiones y APPs: Infraestructuras de carreteras”. Programa para el impulso de asociaciones público-privadas en Estados Mexicanos.

En cuanto a las obras a ejecutar, éstas pueden ser nuevas carreteras, mejoras de trazado, o simplemente actuaciones encaminadas al mantenimiento y explotación de activos ya existentes. En España, **la mayor parte de las concesiones suponen el acondicionamiento integral de una carretera existente** aprovechándola en mayor o menor medida para convertirla en una vía de gran capacidad. Por el contrario, son menos las veces que se han desarrollado nuevos corredores. La apertura de nuevos corredores implica, no sólo mayores costes constructivos, sino mayor incertidumbre en la demanda y, por tanto, en los ingresos futuros.

Gran parte de las concesiones de peaje sombra adjudicadas en España **no son proyectos de nueva planta, sino proyectos de mejora, duplicación, rehabilitación, mantenimiento y conservación** de activos ya construidos, en los que la obra de construcción tiene poca importancia en comparación con el mantenimiento y la operación de la carretera.

En referencia a la fórmula de pago, todas las concesiones de peaje en sombra en vías de gran capacidad en España han empleado de un modo o de otro el **tráfico como**

base del cálculo de las retribuciones a satisfacer por la administración concedente. El pago unitario por cada vehículo-kilómetro es el ofertado por el adjudicatario de acuerdo a sus expectativas sobre el volumen de inversión a realizar, el plazo concesional y, por supuesto, la demanda esperada. Siguiendo la tradición de los primeros contratos de peaje sombra adjudicados en el Reino Unido, muchos de los pliegos establecían bandas tarifarias en función de la IMD, de tal forma que, a partir de un cierto nivel de tráfico la tarifa unitaria a pagar fuera nula o muy pequeña, lo que servía para establecer un tope al compromiso de pago de las administraciones públicas.

Los matices más importantes en cuanto a los mecanismos de pago se encuentran no obstante en los diferentes criterios adicionales que se aplican para minorar o mayorar las retribuciones al concesionario sobre la base de indicadores de calidad. En este sentido, cabe decir que incluso los primeros contratos adjudicados incluían incentivos de calidad relacionados con la seguridad vial, el estado general de conservación de la carretera y la disponibilidad (como cortes de carriles) que implicaban bonificaciones o penalizaciones al concesionario.

La **tabla 1** muestra una comparativa para todas las Comunidades Autónomas entre el nivel de endeudamiento y el porcentaje de inversión en peaje sombra sobre el total de inversión en carreteras. Puede observarse cómo las únicas Comunidades Autónomas que presentan mayores niveles de endeudamiento (por encima del 5% del PIB regional) son precisamente las que más recurren proporcionalmente al peaje sombra (a excepción de Navarra). Este hecho pone de manifiesto que las limitaciones presupuestarias empujan en gran medida a utilizar este sistema para la financiación de carreteras ya que permite seguir invirtiendo aunque las arcas públicas no dispongan de liquidez suficiente.

| Tabla 3. Comparación entre inversión en peaje sombra y endeudamiento | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| región | inversión (M €) directa en carreteras por la C.A. (98-08)(1) | inversión por concesionarias de peaje sombra (98-08)(2) | suma | porcentaje de inversión en peaje sombra sobre la suma | endeudamiento sobre PIB regional(3) (2008) |
| Baleares | 452,6 | 336,8 | 789,4 | 42,7% | 8,4% |
| Madrid | 1.211,0 | 429,2 | 1.640,1 | 26,2% | 5,3% |
| Comunidad Valenciana | 1.899,5 | 540,3 | 2.439,8 | 22,1% | 11,5% |
| Navarra | 1.416,7 | 324,0 | 1.740,7 | 18,6% | 3,6% |
| Castilla-La Mancha | 1.516,6 | 285,0 | 1.801,6 | 15,8% | 5,7% |
| Galicia | 2.395,2 | 430,0 | 2.825,2 | 15,2% | 6,5% |
| Cataluña | 3.494,4 | 554,5 | 4.048,8 | 13,7% | 8,7% |
| Aragón | 647,5 | 58,4 | 705,9 | 8,3% | 3,6% |
| Murcia | 820,8 | 72,1 | 892,9 | 8,1% | 2,6% |
| Asturias | 1.623,5 | 135,0 | 1.758,5 | 7,7% | 3,2% |
| Castilla y León | 2.607,5 | 192,0 | 2.799,5 | 6,9% | 3,2% |
| La Rioja | 252,7 | 0,0 | 252,7 | 0,0% | 5,1% |
| Andalucía | 4.513,9 | 0,0 | 4.513,9 | 0,0% | 4,9% |
| Extremadura | 753,2 | 0,0 | 753,2 | 0,0% | 4,5% |
| Cantabria | 631,6 | 0,0 | 631,6 | 0,0% | 3,3% |
| Canarias | 816,3 | 0,0 | 816,3 | 0,0% | 3,3% |

Tabla. 1. Comparación entre inversión en peaje en sombra y endeudamiento
Fuente: Revista de Obras Públicas nº 3.506. Artículo “Diez años de peaje en sombra en España”



Resulta complicado caracterizar las concesiones de peaje en sombra en España. En cada contrato figuran importantes matices en relación a las obras a ejecutar, los tramos a conservar y los criterios de pago. No obstante, todas tienen en común que la contraprestación económica de la administración depende mayormente del tráfico, aunque en muchos casos se incorporan también estándares de calidad en función de los cuales se bonifica o penaliza al concesionario. Esta manera de controlar la calidad de la conservación y explotación dentro de la concesión se basa en la utilización de diferentes **indicadores**.

2.3. LOS INDICADORES EN EL PEAJE EN SOMBRA EN ESPAÑA.

Existen numerosas experiencias de aplicación de indicadores de calidad en concesiones de carreteras en España. Estas experiencias se han dado tanto en carreteras estatales como autonómicas o locales. De forma general se comprueba que existe una fuerte armonización en los indicadores de calidad empleados por unas y otras administraciones.

Los indicadores que dichas administraciones utilizan con mayor frecuencia son: indicadores ligados a la **accidentalidad de la carretera**, indicadores ligados a la **capacidad y al nivel de servicio de la carretera**, e indicadores ligados al **estado del firme** (básicamente IRI y CRT). En algunos casos se han introducido indicadores ligados a la **opinión de los usuarios**, si bien es cierto que, aunque definidos en algunos pliegos, no hay de momento una experiencia suficiente en cuanto a su aplicación práctica. También son de reciente aplicación los indicadores sociales, que remuneran al concesionario en función del porcentaje laboral fijo y femenino durante la construcción y explotación.

La introducción de **indicadores de calidad** en concesiones de autopistas en España vino marcado por tres motivos:

- La aprobación de la nueva Ley de Concesiones 13/2003 (art.244 punto 5, la Administración podrá incluir en los pliegos de condiciones mecanismos para medir la calidad del servicio ofrecida por el concesionario, y otorgar ventajas o penalizaciones económicas a éste en función de los mismos.
- La necesidad de dar un servicio más orientado al usuario.
- La transferencia del riesgo de disponibilidad o de demanda al sector privado para que la inversión no compute como déficit público según la decisión de Eurostat sobre el tratamiento de las PPPs en el déficit y la deuda pública.



2.3.1. INDICADORES EN CONCESIONES DEL MINISTERIO DE FOMENTO.

Los pliegos de las autopistas de peaje sacadas a concurso por el **Ministerio de Fomento en 2002 y 2003 (Eje Aeropuerto, Cartagena-Vera, Madrid-Toledo, Ocaña-La Roda, y la Variante de Alicante)**, si bien no estaban regulados aún por la **Ley 13/2003**, incluyeron la posibilidad de que el concesionario se beneficiara de uno o varios años extra de concesión en caso de que se cumplieran unos criterios de calidad y de gestión a lo largo de la vida de la concesión.

Los criterios de calidad introducían la posibilidad de obtener **dos posibles premios**: uno equivalente a la extensión de **un año adicional por el cumplimiento de un conjunto de criterios menos exigentes** y otro consistente en la ampliación por **tres años más, en total cuatro**, en caso de que se cumplan un **conjunto de criterios más exigentes**.

El segundo grupo de criterios incluía además un índice de calidad llamado **“Índice de calidad de servicio evaluado por el usuario”**, cuyo objetivo era incorporar la opinión del usuario. El pliego establecía que dicho índice se medirá, anualmente, por el Ministerio de Fomento a través de encuestas a los usuarios de la autopista y a los afectados por ella.

Se incorporaron criterios en cuanto a **seguridad vial (comparación de los índices de accidentalidad y peligrosidad** en la autopista con los de autopistas de similar intensidad de tráfico); **congestión** (Ponderación de **horas con distintos niveles de servicio de tráfico**); **espera en cola** (Valor medio de **espera de los vehículos en los puestos de peaje**); **estado del firme (IRI y CRT)**; **opinión usuarios** (encuestas). Estos criterios de calidad se resumen en la **tabla 2**.

Al margen de los criterios de calidad expuestos, el Ministerio de Fomento decidió introducir también otros criterios a los que denominó **“criterios de gestión”**. El objetivo que se buscaba con esos criterios era **incentivar al concesionario a atraer tráfico pesado a la autopista**, de manera que **se redujeran los costes de mantenimiento en las vías alternativas**. Específicamente se establecía como parámetro de referencia el porcentaje de vehículos pesados del corredor que circulan por la autopista, dado que la demanda de vehículos pesados es muy elástica al precio, se esperaba conseguir una reducción del coste de conservación para la Administración. El premio por el cumplimiento de este criterio es un año adicional de concesión.

Tabla 2. Criterios de calidad en las autopistas del Estado (2003)

| Criterios de calidad requeridos | Un año adicional | Dos/Tres* años adicionales |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> Que al menos en un 90 % de los años que dure la concesión, los índices de accidentalidad y de mortalidad en la autopista sean inferiores al <u>X</u> de la media de las autopistas de peaje en España con una IMD similar (+/- 5.000 vehículos / día) | X=90% | X=75% |
| <ul style="list-style-type: none"> Que el siguiente indicador anual de congestión en la vía sea inferior, al menos en un 90% de los años que dure la concesión, a <u>X</u>: $I_i = \sum_{j=1}^r \frac{(\alpha \cdot n_i^{CD} + \beta \cdot n_i^{EF}) \cdot L_j}{2L}$ <ul style="list-style-type: none"> I_i= Valor del indicador en el año i α= Ponderador del número de horas de nivel de servicio C y D (1) β= Ponderador del número de horas de nivel de servicio E y F (3) L_j= Longitud de tramo j en kilómetros $2L$= Longitud total de la concesión (ambos sentidos) en kilómetros r= Número de tramos diferenciados en que se divide la concesión n_i^{DC}= Número de horas con nivel de servicio C y D en el año i n_i^{EF}= Número de horas con nivel de servicio E y F en el año i | X=100 | X=80 |
| <ul style="list-style-type: none"> Que al menos en un <u>X</u> de los años que dure la concesión, el tiempo medio ponderado de espera en cola sea inferior a 15 segundos | X = 80% | X = 90% |
| Que al menos en un 80% de los años que dure la concesión, se cumplan simultáneamente los siguientes criterios de evaluación de estado del firme: <ul style="list-style-type: none"> CRT>X en 100% de la longitud sometida a inspección CRT>Y en 90% de la longitud sometida a inspección | X = 0,45 Y = 0,5 | |
| <ul style="list-style-type: none"> Que en un 100% de los años que dure la concesión, el IRI< 2 m/Km en al menos un <u>X</u> de la longitud ensayada | X=90% | X=95% |
| <ul style="list-style-type: none"> Que al menos en un 90% de los años el "índice de calidad de servicio evaluado por el usuario" sea superior a <u>X</u> puntos | | X=80 |
| Criterios Sociales | | |
| <ul style="list-style-type: none"> Si durante la construcción de la vía el personal fijo y femenino es superior en más de 20 puntos a la media nacional del sector, se amplía en <u>X</u> la duración de la concesión | | X=6 meses |
| <ul style="list-style-type: none"> Si durante la explotación de la concesión el personal fijo y femenino es superior en más de 20 puntos a la media nacional del sector, se amplía en <u>X</u> la duración de la concesión | | X=6 meses |

Tabla. 2. Criterios de calidad en las Autopistas del Estado.

Fuente: Aplicación de indicadores de calidad en concesiones de carreteras en España. Universidad politécnica de Madrid.

El Programa de Adecuación de las **autovías de Primera Generación** incluido en el **Plan Sectorial de Carreteras del Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte** (PEIT, 2005-2020), contempla las actuaciones de mejora en las autovías construidas a principios de los años 80 en su mayor parte, por medio de duplicación de calzadas ya existentes. Estas actuaciones se llevarán a cabo mediante el **sistema de concesión de construcción** (de obras de mejora y acondicionamiento, cumpliendo así los posibles condicionantes de la futura nueva Ley de Contratos) y explotación, en peaje sombra. Se ha previsto un plazo de concesión de 20 años de explotación, que incluirá un plazo de gran reparación inicial y desarrollo de la adecuación de los diferentes tramos en un máximo de 24 meses. Se han previsto una serie de penalizaciones y sanciones en

diferentes supuestos (retraso en la puesta en explotación de la totalidad de la infraestructura, niveles de calidad de servicio inferiores a los establecidos, etc.) que supondrán una serie de descuentos en los importes a abonar a cada empresa concesionaria.

El Ministerio va a pasar, en la explotación de las autovías de 1ª Generación, de un modelo de ampliación del plazo concesional a un **modelo de incremento/disminución de la tarifa anual en función de bonificaciones o penalizaciones dependientes del cumplimiento de los indicadores**. De este modo, el concesionario gana en incentivos. Por una parte, no tienen por qué esperar al final de la concesión para disfrutar de los beneficios. Por otra parte, puede obtener beneficios mayores todos los años.

2.3.2. INDICADORES EN CONCESIONES DE LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS.

Las Administraciones territoriales han seguido mayoritariamente un **modelo de incremento de tarifa anual en función de bonificaciones por cumplimiento de los indicadores**, como en el caso de las autovías de primera generación, ya sea para concesiones de construcción y explotación o sólo de conservación, con distintos plazos concesionales y muy distintos sistemas de penalización o bonificación en las tarifas. Se trata, en la mayoría de los casos, de concesiones de peaje sombra.

En la **Tabla 3** se resumen los indicadores empleados en las concesiones de siete carreteras repartidas en 4 Comunidades Autónomas. Se observa que todos los Pliegos valoran la mejora o empeoramiento de la accidentalidad de la carretera en un año respecto al anterior; así como la mayoría, la capacidad o disponibilidad de carriles; y, la mitad de las concesiones estudiadas, el nivel de servicio, y la seguridad y comodidad en la rodadura.

| CCAA | Carretera/ Autovía | Indicadores de calidad | | | | |
|------------|-----------------------|------------------------|-----------|-------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | Accidentalidad | Capacidad | Nivel de Servicio | Seguridad (CRT) y Comodidad (IRI) | Otros |
| Baleares | C-715 | Si | Si | No | No | No |
| Galicia | Barbanza | Si | Si | Si | Si | No |
| | Santiago-Brión | Si | Si | Si | Si | No |
| | Salnés | Si | Si | Si | Si | No |
| Madrid | M-203 | Si | Si | No | No | No |
| | M-407 | Si | Si | No | No | No |
| Valenciana | CV-35 | Si | No | Si | Si | Si: Puesta en servicio anticipada, disponibilidad, defensa de la carretera, y ampliación de vías. |

Tabla. 3. Indicadores de calidad en las carreteras de las CCAA.

Fuente: Aplicación de indicadores de calidad en concesiones de carreteras en España. Universidad politécnica de Madrid.

Los concesionarios de estas carreteras recibirán de la administración competente un **canon anual**, afectado de bonificaciones o penalizaciones en función del grado de desempeño. En la **Tabla 4** se detallan los **criterios de bonificación o penalización en el canon a pagar**, en los indicadores de calidad empleados.

| Criterios de calidad requeridos | CCAA |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <p><u>Índice de peligrosidad</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Que al menos en un 90 % de los años que dure la concesión, el índice de peligrosidad en la autopista sea inferior al 90% de la media de las autopistas de peaje de la Comunidad de Madrid con una IMD similar (+/- 5.000 vehículos / día), se ampliará 1 año la concesión | Madrid (M-203) |
| <ul style="list-style-type: none"> Se comparará el índice de peligrosidad con la media de los índices de los tramos de la M-45 y la M-501 del mismo año, que según su variación, dará lugar a bonificaciones y penalizaciones. Se comparará el índice de peligrosidad con la media de los índices de los tres años anteriores, que según su variación, dará lugar a bonificaciones y penalizaciones. | Madrid (M-407) Galicia, Baleares, Valencia |
| <ul style="list-style-type: none"> Si por causa imputable al concesionario queda disminuida la capacidad de la carretera (por el cierre de al menos uno de los carriles del tronco), se aplicarán una serie de penalizaciones. | Galicia, Baleares, Madrid |
| <ul style="list-style-type: none"> Que el siguiente indicador anual de congestión en la vía sea inferior, al menos en un 90% de los años que dure la concesión, a 1: Si es superior, se aplicará una penalización en el canon de demanda. $I = \frac{\sum_{j=1}^{r} (h + \beta n_j^{EF}) l_j}{h \cdot \sum_{j=1}^{r} l_j}$ <p> <i>I</i>= Valor del indicador en el año <i>i</i> <i>β</i>= Ponderador del número de horas de nivel de servicio E y F (4 en Galicia y 2 en Valencia) <i>l_j</i>= Longitud de tramo <i>j</i> en kilómetros <i>r</i>= Número de tramos diferenciados en que se divide la concesión <i>n_j^{EF}</i>= Número de horas con nivel de servicio E y F en el año <i>i</i> <i>h</i>= Número total de horas del año considerado </p> | Galicia Valencia |
| <p>Bonificación si:</p> <ul style="list-style-type: none"> CRT>X en 100% de la longitud sometida a inspección CRT>Y en 90% de la longitud sometida a inspección <p>Penalización si:</p> <ul style="list-style-type: none"> CRT<X en 75% de la longitud sometida a inspección CRT<Y en 50% de la longitud sometida a inspección | Galicia Valencia: X = 0,50 X = 0,55 Y = 0,55 Y = 0,60 |
| <p>Bonificación si:</p> <ul style="list-style-type: none"> IRI<1,5 m/km en X% o más de la longitud sometida a inspección <p>Penalización si:</p> <ul style="list-style-type: none"> IRI<1,5 m/km en un rango de Y-Z % de la longitud sometida a inspección | Galicia , Valencia X = 90 Y = 80 Z = 85 |

Tabla. 4. Criterios de calidad en las carreteras concesionadas de las CCAAs.

Fuente: Aplicación de indicadores de calidad en concesiones de carreteras en España. Universidad Politécnica de Madrid.



El **índice de peligrosidad** de la carretera es el ratio entre el número de accidentes con víctimas y los vehículos-km en la carretera en el período de un año. La reducción o aumento del referido índice respecto a la media de los tres años anteriores es premiado o penalizado por la Administración en todas las carreteras y autovías citadas, a excepción de la M-203 de la Comunidad de Madrid. Las concesiones establecen que la Administración premiará el incremento de seguridad con el abono del porcentaje indicado que corresponda, aplicado al canon de la demanda a pagar en el ejercicio. En el caso de la Comunidad de Madrid, en la carretera M-203, se amplía un año la concesión si durante más del 90% del tiempo de la concesión los valores del Índice de peligrosidad son menores al de autopistas de la Comunidad de Madrid con IMD análogas. Este criterio de valoración ya se empleó en la autopista Cartagena- Vera.

Las administraciones también emplean como indicador la **disminución de la capacidad** sufrida en las autovías y carreteras concesionadas. Este criterio se aplica en todos los proyectos citados a **excepción de la CV-35 de la Comunidad Valenciana**. En todos los demás, la disminución de la capacidad se calcula de la misma forma, únicamente difieren en las penalizaciones aplicadas según las situaciones de cierre de carriles. Mientras que en Galicia cualquier situación de corte de carriles se penaliza con cuatro veces la división de la disminución total por los veh-km del año anterior, en Baleares y Madrid se analizan distintas situaciones de corte de carriles, correspondiendo una penalización diferente.

Otro indicador a considerar es el de **congestión de la vía**, que representa el nivel de servicio ofrecido por el concesionario. Este indicador se emplea en las autovías de Galicia (Barbanza, Santiago- Brión y Salnés) y en la carretera CV-35 de Valencia. Si el indicador, calculado como un número de veces proporcional al número de horas con nivel de servicio E y F en los tramos considerados, es superior a la unidad, se aplicarán unas penalizaciones en el canon de demanda. Las carreteras de la Comunidad de Madrid y la de Baleares no aplican este indicador.

El indicador de **seguridad en la rodadura** se mide por el valor del **Coefficiente de Rozamiento Transversal (CRT)** obtenido de acuerdo a las especificaciones españolas y como detalle el Pliego de Prescripciones Técnicas particulares (PPTP). El valor de la **comodidad en la rodadura** se mide con el **Índice de Regularidad Internacional (IRI)** tal y como refleje el PPTP. Este indicador se emplea en las autovías de Galicia y en la CV-35 de Valencia, suponiendo una bonificación o una penalización en el canon de demanda. Las carreteras de la Comunidad de Madrid y la de Baleares tampoco aplican este indicador.

2.3.3. COMPARACIÓN ENTRE INDICADORES EN CONCESIONES DEL MINISTERIO DE FOMENTO Y LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS.

En la **Figura 3**, se esquematizan los contratos de concesión licitados tanto por el gobierno central como el autonómico, detallando los plazos y la forma de financiación. Son concesiones, como se ha visto, de construcción y explotación, o únicamente de

explotación, de carreteras, autovías o incluso de redes provinciales, con plazos que van desde menos de 20 años hasta los 40, ampliables en unos casos, mientras que, en otros, se aplican bonificaciones o penalizaciones en función del grado de desempeño.

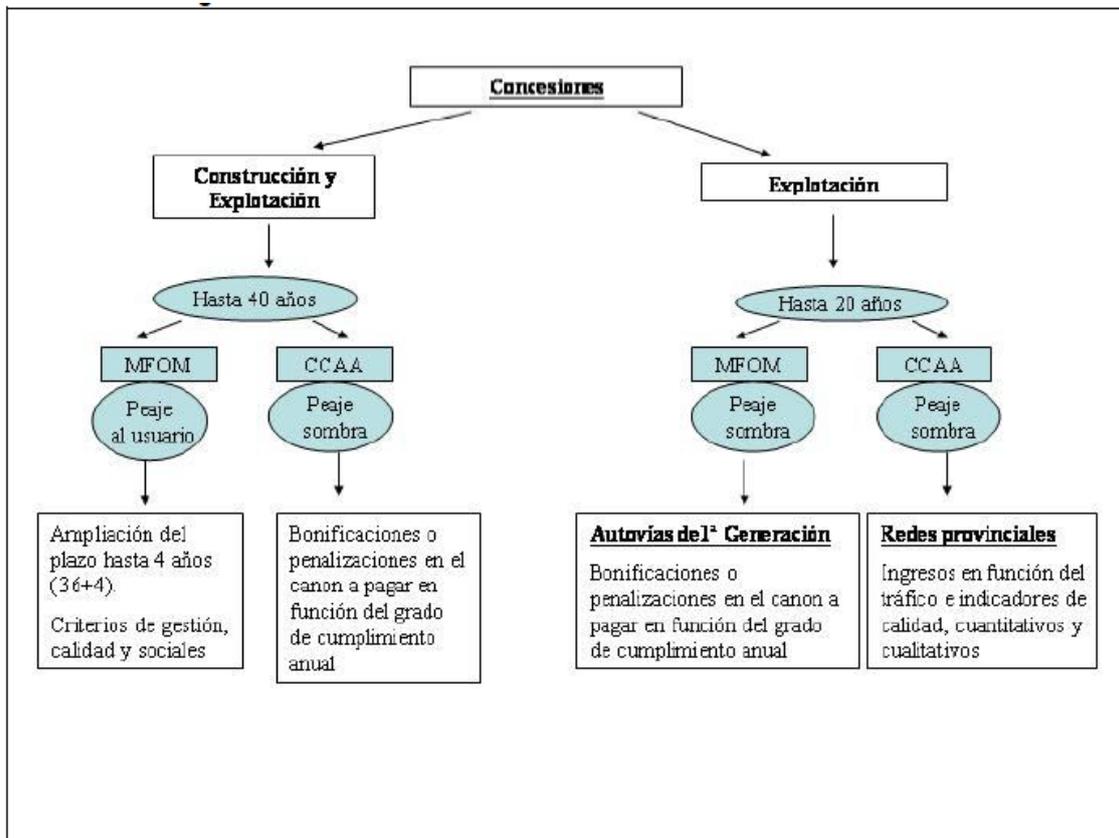


Fig. 3. Resumen de las concesiones con indicadores de calidad.

Fuente: Aplicación de indicadores de calidad en concesiones de carreteras en España. Universidad politécnica de Madrid.

La evolución futura de los sistemas de conservación y explotación de carreteras en España irá asociada, con toda probabilidad, a un incremento de la participación privada en la gestión y financiación de las infraestructuras, particularmente a través de la figura de la concesión de obra pública.

2.4. CONCESIÓN DE LA CV-35.

La ejecución de la Autovía CV-35 entre Valencia y Losa del Obispo y el primer tramo de la Autovía CV- 50 (variante norte de Benaguasil) tuvo como principal finalidad dar satisfacción a una importante demanda social de transporte terrestre existente en dicha zona geográfica.

Las vías objeto de concesión constituyen una infraestructura viaria imprescindible para el desarrollo económico de la Comunidad Valenciana. La fuerte inversión necesaria para la construcción de las vías objeto de concesión, la situación económica que se daba



en ese momento en cuanto a las limitaciones presupuestarias y la necesidad de cumplir los criterios de contención del déficit público, aconsejaron utilizar modelos extra-presupuestarios para la financiación de la inversión.

El modelo propuesto de financiación cumple con todos los condicionantes impuestos al sistema de financiación y gestión de las vías objeto de la concesión. Este modelo corresponde a un sistema concesional en el que **la sociedad concesionaria (la empresa Autursa) se compromete a la construcción explotación y mantenimiento de las vías objeto de concesión**, recibiendo de la Generalitat Valenciana mensualmente una retribución económica en concepto de **“canon de demanda”**. La Generalitat Valenciana pagará este canon de demanda al concesionario en sustitución del usuario de la vía.

La obra nueva consistió en la variante de Benaguasil, variante Casinos y desdoblamiento Lliria-Casinos.

Se ha producido también la adecuación del tercer carril, tramo Valencia-Pobla de Vallbona, refuerzos de firme, renovación superficial de pavimentos, señalización, alumbrado, jardinería, etc.

La conservación y explotación se han adjudicado durante **35 años**, a partir del inicio de las obras.

Resultó adjudicatario la empresa **AUTURSA** (SACYR, NAGARES, SECOPSA), a quien se le transfiere el riesgo de proyecto, construcción y expropiaciones, demanda y disponibilidad.

AUTURSA contrató las obras a **SACYR** y ejerció la dirección de las mismas. La Administración situó un Inspector de construcción y nombró un Delegado de la Generalitat. El acta de comprobación final de las obras se firmó a **finales de julio de 2008** (el Inspector de conservación-explotación la firma).

La Administración nombra un **Inspector de conservación-explotación** y contrata una A.T, permaneciendo el Delegado de la Generalitat. Autursa nombra un Director de conservación-explotación.

El concesionario debe cumplir el Programa de conservación-explotación, que ha sido objeto de adjudicación. El Inspector debe vigilar el cumplimiento de lo anterior, emitir las certificaciones mensuales y practicar la **liquidación del canon pendiente** y resoluciones de explotación.

2.4.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS EJECUTADAS.

La actuación se puede descomponer en siete tramos claramente diferenciados:

- **Tramo 1:** Valencia – A-7.
- **Tramo 2:** A-7 – la Pobla de Vallbona.
- **Tramo 3:** la Pobla de Vallbona – Lliria.
- **Tramo 4:** Lliria – Casinos.
- **Tramo 5:** variante de Casinos.
- **Tramo 6:** Casinos – Losa del Obispo
- **Tramo 7:** variante de Benaguasil y Conexión de la CV-50 con la autovía CV-35 de Lliria.

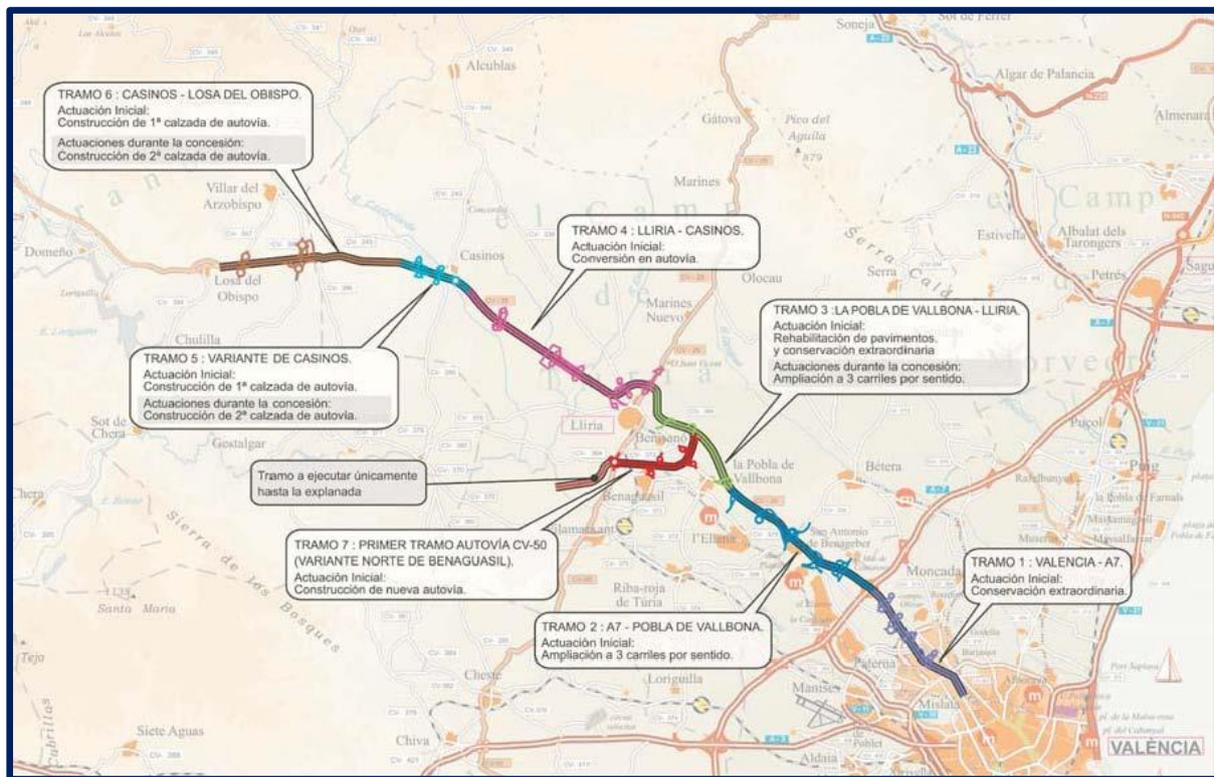


Fig. 4. Tramos de la CV-35
 Fuente: Plano actuación concesión.

TRAMO 1: VALENCIA – A-7:

Este tramo se encontraba en servicio con anterioridad y no se ejecutó obra nueva en este tramo en la concesión. Únicamente se efectuó una actuación de conservación extraordinaria con la finalidad de equiparar los parámetros de este tramo (firmes, estructuras, señalización, balizamiento, instalaciones varias, etc.) a los exigidos en la concesión para la obra nueva.

El inicio del tramo se sitúa en el límite del término municipal de Valencia.

Este tramo presenta cinco enlaces actualmente.

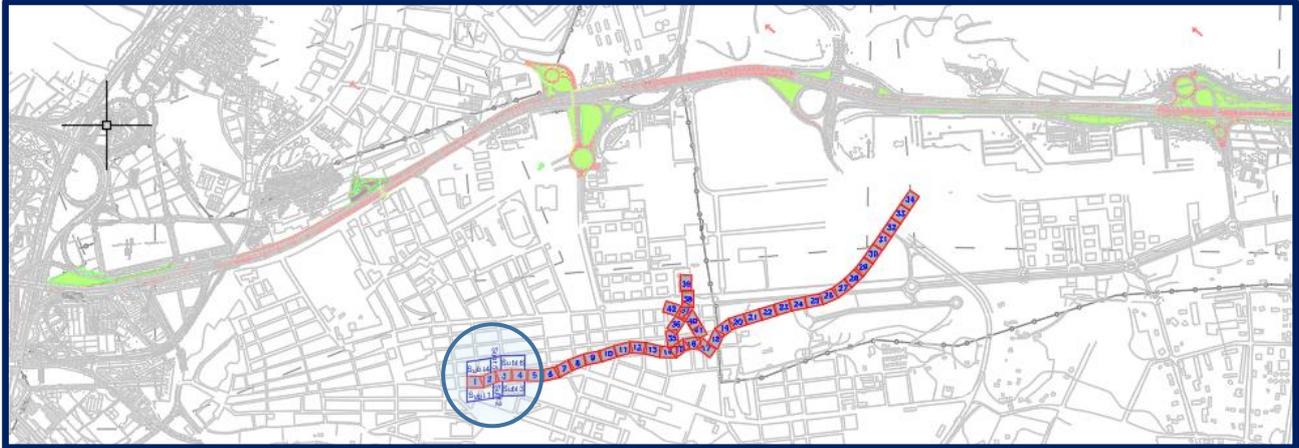


Fig. 5. Tramo 1. Valencia – A7.
Fuente: Planos actuación concesión.

TRAMO 2: A-7 – LA POBLA DE VALLBONA:

La actuación consistió en la **ejecución del tercer carril** de la autovía de Llíria, la CV-35, entre el enlace con la **A-7** y el enlace de la **Pobla de Vallbona**, con una longitud aproximada de 8,9 km, la cual tiene, actualmente, dos carriles por sentido.

Dicho tercer carril se construyó debido al incremento del tráfico que se estaba registrando en la autovía y a los problemas de capacidad y seguridad vial que presentaba, especialmente en las horas punta de entrada y salida a Valencia.

La actuación comienza en el enlace de la A-7 con la CV-35, en donde esta carretera cuenta con dos carriles por calzada y un carril adicional por cada lateral, que funciona como vía colectora en el enlace.

El trazado tiene cinco enlaces, sin contar los dos de los extremos. Estos son: **Parque Tecnológico, La Cañada, San Antonio de Benagéber, L'Eliana y Polígono de la Pobla de Vallbona**.

En el inicio, entre el enlace con la A-7 y el enlace del Parque Tecnológico el tronco mantiene dos carriles por calzada y se prevén dos vías colectoras, una por cada lateral, de dos carriles cada una. De los dos carriles de las vías colectoras, uno corresponde al ramal de incorporación o salida de la CV-35 desde la A-7, para la calzada derecha o izquierda respectivamente.

Superado el enlace del Parque Tecnológico y hasta el final del tramo, se prevén las dos calzadas con tres carriles cada una.

Al final, en el enlace de la Pobla de Vallbona, el tercer carril se desvanece o se gana con los ramales de salida o entrada, respectivamente, de la CV-35.

La sección tipo del tronco de la autovía queda con tres carriles por calzada de 3,50 m cada uno, con arcenes interiores de 1,00 m, arcenes exteriores de 2,00 m y berma de 0,50 m. Las vías de servicio bidireccionales se proyectan con carriles de 3,50 m y arcenes de 1,50 m y las unidireccionales con carril de 4,00 m y arcenes de 0,50 m. El tipo de firme es semirrígido.



Fig. 6. Tramo2. A-7 – La Pobla de Vallbona.
Fuente: Planos actuación concesión.

TRAMO 3: LA POBLA DE VALLBONA – LLÍRIA:

Este tramo no es objeto de ningún nuevo proyecto de la Generalitat Valenciana, siendo obligación del concesionario la redacción de un proyecto de rehabilitación de este tramo que contemplará una rehabilitación generalizada de su pavimento, así como la realización de una conservación extraordinaria que consistirá en una reposición de: Señalización vertical, balizamiento, barreras de seguridad, marcas viales, vallado perimetral, etc.

También debe contener una revisión generalizada de todas las estructuras del tramo.

El tramo presenta dos enlaces intermedios.



Fig. 7. Tramo 3. La Pobla de Vallbona - Llíria
Fuente: Planos actuación concesión.

TRAMO 4: LLÍRIA – CASINOS Y TRAMO 5: VARIANTE DE CASINOS:

En este tramo se planteó dotar de **elevadas prestaciones** al eje definido por la carretera CV-35 entre Llíria y hasta más allá de la población de Casinos, mediante una **duplicación de calzada o autovía totalmente** nueva en una longitud de 11,9 km, e incorporar una variante de Casinos, con calzada única, por el suroeste de la población, de 3,3 km aproximadamente de longitud. Los tramos tienen control total de accesos.

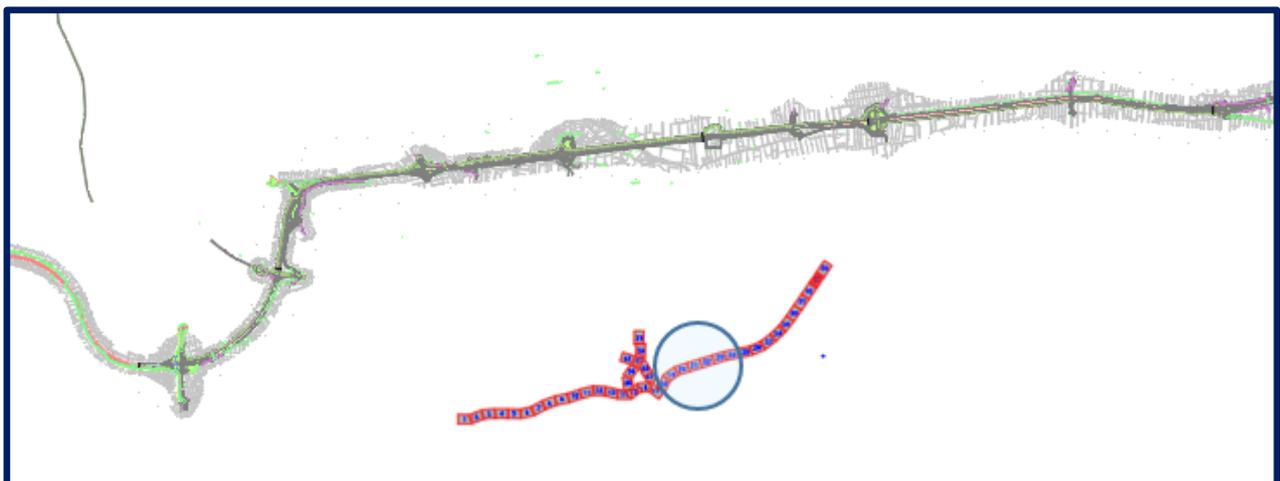


Fig. 8. Tramo 4. Llíria - Casinos
Fuente: Planos actuación concesión.

Variante de Casinos:

La variante se planteó al objeto de **eliminar la travesía existente y como adecuada transición entre el tramo de autovía y la CV-35 Casinos-Losa del Obispo**, por ello, si bien su diseño se hizo previendo una futura duplicación, sus características son de carretera convencional, con una longitud de 3,3 km:

- Calzada: 7,00 m; arcenes: 1,50 m; radio mínimo: 700 m; pendiente/rampa= máxima: 4%, mínima: 0,5 %

Se han previsto tres enlaces, uno en el cruce con la carretera a **Cerveret**, el siguiente para conectar la carretera a **Pedralba** y el otro en la conexión con la autovía y, en consecuencia, con la actual CV-35 en su tramo hasta **Casinos**. En el primer enlace, Cerveret, se ha considerado también el acondicionamiento de la carretera hasta la glorieta donde se inicia la travesía de Casinos, así como la remodelación de esta última para que sea una glorieta cerrada.

El diseño de los dos primeros enlaces se resuelve mediante una doble "pesa", que conecta la carretera de Pedralba y el camino a Cerveret mediante dos tramos de vías de servicio de unos 500 m de longitud cada uno. Con esto se consigue dar acceso a Casinos sin interrumpir la circulación en la variante, y conectar esta última con el viario más importante del lugar.

El tercer enlace previsto corresponde a una glorieta a distinto nivel que permite una apropiada transición entre el tramo de autovía y la variante, así como la conexión con la CV-35 dando acceso a Casinos.

Se prevé su **ampliación a una segunda calzada durante el periodo de concesión** cuando la demanda de tráfico lo exija.

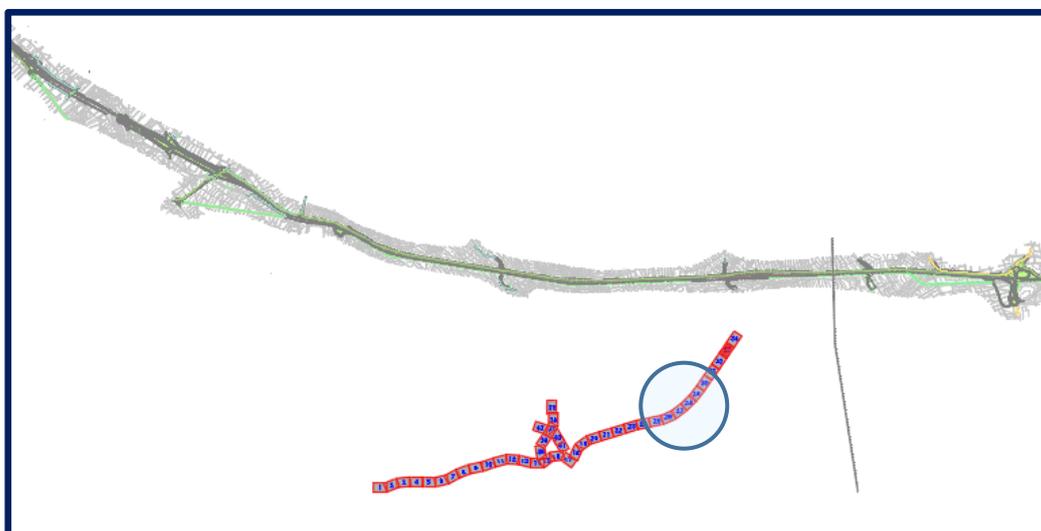


Fig. 9. Tramo 5. Variante de Casinos; fuente: Planos actuación concesión.



Tramo Lliria – Casinos:

La transformación del tramo de carretera entre Lliria y Casinos en autovía supone la duplicación de la misma con las siguientes características:

- Calzadas: 2 x 7,00 m; arcenes exteriores: 2,50 m; arcenes interiores: 1,00 m con mediana amplia y 1,5 m con mediana estricta; mediana: 11 m hasta las inmediaciones de la gasolinera y 5 m el resto, radio mínimo: 480 m; pendiente/Rampa=máxima: 3,5%, mínima: 0,45 %

Lógicamente, se trató de aprovechar lo más posible la infraestructura existente, salvo aquellos puntos que hubo que rectificar desde el punto de vista del trazado, para adecuar las características geométricas de la carretera a la de autovía, así como aquellos en los que por la proximidad de edificaciones y servicios a los márgenes se ha considerado más conveniente reducir el grado de aprovechamiento de la calzada existente.

En la zona del enlace de Carrasses se han previsto vías de servicio que amplían la capacidad de este tramo de carretera.

La longitud total del tramo es de 11,94 km.

En toda la zona de la variante de Lliria, el perfil longitudinal se adapta al de la calzada existente.

El tramo de autovía tiene cinco enlaces en total: **Domeño, Carrasses, Lliria Oeste, Alcublas y Lliria Norte**, de los que los tres últimos son existentes pero se mejoran y adaptan a la doble calzada.

El primer enlace del tramo de autovía es el que corresponde a Domeño la tipología que presenta es la de una "pesa". Los ramales de salida y entrada a la autovía se juntan para formar un único acceso a la glorieta.

El enlace de Carrasses se distribuye a lo largo de casi 1 km pues se ha previsto la ubicación de tres pares de glorietas.

El siguiente enlace es el de la carretera CV-339 a Alcublas. Las actuaciones previstas fueron las de cerrar, agrandar y desplazar las glorietas y adecuar los dos ramales directos a las nuevas características de la autovía.

Por último está el enlace de Lliria Norte, el cual cuenta en la actualidad con los ocho movimientos posibles con una configuración con tipología de "pesa" modificada, pues una de las glorietas se encuentra algo desplazada del enlace y hay una serie de ramales

que no acceden directamente a las glorietas, sino que se suman a los ramales de conexión entre ambas glorietas.

Por último, comentar que se ha dotado a todo el tramo en estudio de un carril-bici de 3 m de ancho segregado del tronco desde el enlace de Casinos Este hasta el enlace de Lliria Norte.

TRAMO 6: CASINOS – LOSA DEL OBISPO:

Esta actuación se puede considerar conformada por dos tramos diferenciados, la conexión con la futura variante de Casinos, como un trazado completamente nuevo, de tal manera que la carretera existente se utiliza como vía de servicio hasta el P.K. 2+850 y el tramo de ampliación de calzada de la carretera hasta la conexión con la variante de Losa del Obispo.

Para el diseño del trazado se ha tenido en cuenta una futura duplicación de calzada hacia la margen izquierda en sentido Casinos-Losa del Obispo, en función de la demanda de tráfico, dejándose preparadas las estructuras a tal efecto.

Para el tramo de nuevo trazado, entre la conexión con la variante de Casinos, P.K. 0+000 hasta el P.K. 2+850 las características son de carretera convencional. Los parámetros adoptados son:

- Calzada: 7,00 m
- Arcenes: 1,50 m
- Radio mínimo: 700 m.
- Pendiente/Rampa= máxima: 4%, mínima: 0,5 %

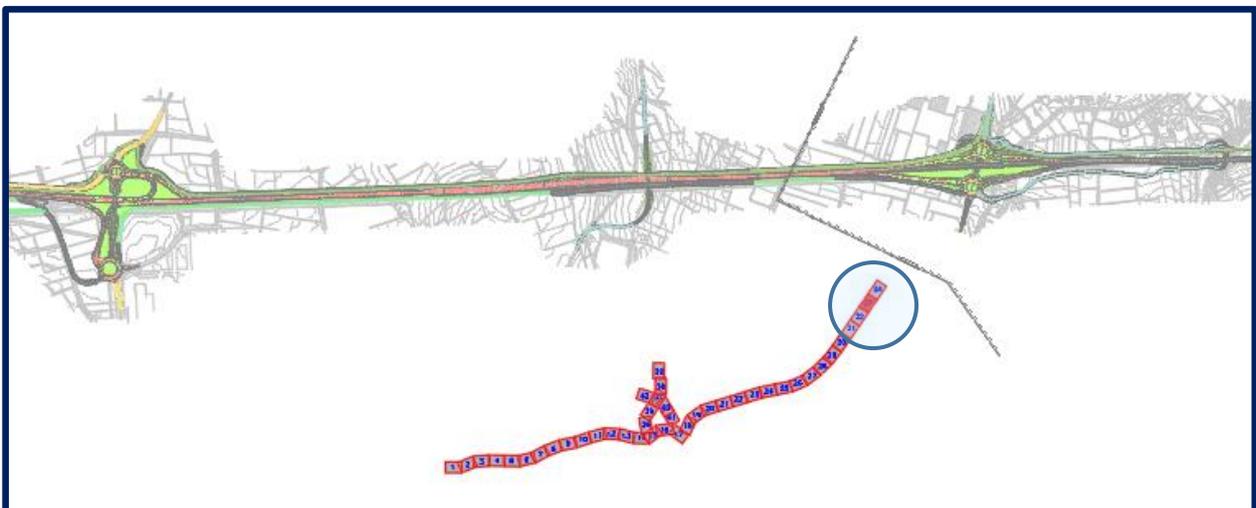


Fig. 10. Tramo 6. Casinos – Losa del Obispo. Fuente: Planos actuación concesión.

TRAMO 7: VARIANTE DE BENAGUASIL Y CONEXIÓN DE LA CV-50 CON LA AUTOVÍA CV-35 DE LLÍRIA.

La variante de Benaguasil presenta una longitud total de 4,2 km, con dos calzadas de sección compuesta por dos carriles de 3,50 m de ancho, arcenes exteriores de 2,50 m, arcenes interiores de 1,50 m y bermas de 1,00 m. La mediana presenta un ancho de 10 m.

La variante Norte de Benaguasil incluye 4 enlaces:

Enlace de la CV-50 con la CV-364: Consiste en un enlace tipo diamante con glorieta centrada en nivel superior y sobre la intersección actual. La variante queda situada bajo la glorieta y se conecta mediante cuatro ramales a la plataforma del tronco de la autovía.

Conexión de la variante con la CV-373: Este enlace conecta la variante con la CV-373, que va de Benissanó a Benaguasil.

La solución adoptada consistente en un enlace tipo pesas con paso superior sobre la autovía y dos glorietas en ambos extremos que permiten todos los movimientos.

Enlace con la CV-3691 (C-234T): Este enlace, está situado sobre la antigua carretera de Lliria, concretamente en el tramo que une Benissanó con la Pobla de Vallbona.

Enlace con la Autovía de Lliria (CV-35): Esta actuación consiste en la conexión de la futura autovía con la CV-35 mediante el acondicionamiento del enlace existente sobre la Autovía de Lliria que constituye la salida nº 15.



Fig. 11. Tramo7. Variante de Benaguasil y conexión de la CV-50 con la autovía CV-35 de Lliria.
Fuente: Planos actuación concesión.



Durante el periodo de concesión se tiene previsto realizar las siguientes actuaciones:

- **Tramo 3:** la Pobla de Vallbona – Lliria. Ampliación de las calzadas actuales a tres carriles por sentido.
- **Tramo 5:** variante de Casinos. Construcción de la segunda calzada de la autovía.
- **Tramo 6:** Casinos – Losa del Obispo. Construcción de la segunda calzada de la autovía.

2.4.2. CONDICIONES TÉCNICAS DE CONSERVACIÓN, EXPLOTACIÓN Y VIGILANCIA DE LA CARRETERA.

El concesionario está obligado a realizar las operaciones incluidas en el **Grupo I (conservación y mantenimiento)**, **Grupo II (explotación)** y **Grupo III (vigilancia)** que más adelante se describen, así como cualquier otra operación de conservación, reparación y vigilancia relacionada con la carretera y su entorno.

La concesionaria tiene un **Centro COEX 24 horas** con servicio de comunicaciones. El **personal COEX** es de 4 brigadas de 5 personas para operaciones del Grupo 1, 3 auxiliares técnicos para operaciones del grupo II y 4 vigilantes para operaciones del grupo III.

Con respecto al personal directivo, hay un Director de conservación-explotación y adjunto, un Jefe de gestión de tráfico y un Técnico de conservación

Se cuenta con la maquinaria y medios materiales y un sistema de gestión de la conservación

OPERACIONES DEL GRUPO 1. CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO:

Son operaciones destinadas a mantener la carretera y su zona de dominio público en un nivel óptimo de servicio, garantizando la máxima seguridad para los usuarios de las vías objeto de la concesión y en perfectas condiciones de funcionamiento, limpieza y acabado.

Dentro de estas operaciones de mantenimiento y conservación, se incluyen las relacionadas a continuación:

- **1.1) Operaciones de limpieza.**
- **1.2) Auscultaciones e inspecciones.**
 - **Señalización vertical**



- **Señalización horizontal.** Marcas viales.
- **Visibilidad diurna:** Atendiendo al factor de luminancia, la relación de contraste, la resistencia al deslizamiento, estructuras y pequeñas obras de fábrica, firmes, regularidad superficial, coeficiente de rozamiento, deflexiones, perfil transversal, textura, fisuración,
- **1.3) Operaciones de reparación y reposición.**
- **1.4) Conservación extraordinaria.**
- **1.5) Operaciones especiales.**
- **1.6) Vialidad invernal**
- **1.7) Conservación y mantenimiento de zonas ajardinadas**
- **1.8) Conservación y mantenimiento de alumbrados e instalaciones mecánicas, en general**

Cada una de las operaciones englobadas dentro de los epígrafes citados cuentan con un número asignado dentro del Pliego de Prescripciones Técnicas de la concesión. De acuerdo con dicho número que acompaña a cada operación estas actividades se realizarán con la **periodicidad y plazo de ejecución que corresponda**, atendiendo al grado de inmediatez o urgencia que requieran o por si por el contrario son operaciones realizadas de forma periódica.

También quedan contemplados los **incumplimientos** relacionados con las operaciones citadas, clasificados de menor a mayor gravedad.

OPERACIONES DEL GRUPO 2. EXPLOTACIÓN.

Es obligación del concesionario, prestar asistencia a la Generalitat Valenciana en las operaciones técnicas, jurídicas y administrativas de explotación en actividades como:

- Vigilancia de las zonas de **dominio público**, protección y reserva para detectar obras, usos o publicidad no autorizados.
- Operaciones fijadas por la **Ley 6/91, de carreteras de la Comunidad Valenciana.**
- Informes de solicitud de autorizaciones, coordinación y gestiones con las entidades y particulares, gestión de denuncias o incidencias, informes para entidades políticas o policiales, gestión con los ayuntamientos o entidades en relación a obras, informes sobre el planeamiento urbanístico,



- **Conteo de vehículos** que circulen por las vías objeto la concesión, distinguiendo entre vehículos ligeros y pesados.
- Coordinación de las tareas de recogida de datos del inventario y los trabajos de campo para la elaboración de informes y documentos para la inspección del contrato.
- Realización o supervisión de las campañas de auscultación pertinentes, y elaboración de los informes resultantes de las mismas.
- Sistemas inteligentes de transporte.
- Gestión de tráfico.
- Aforos direccionales.
- Elaboración de informes sobre los defectos que presente la carretera como, señalización defectuosa, deformaciones, pérdidas de atención, etc., con vistas a mejorar el tráfico y evitar accidentes.
- Resolución de incidencias relacionadas con las instalaciones eléctricas, instalaciones de tráfico, instalaciones mecánicas, etc.

OPERACIONES DEL GRUPO 3. VIGILANCIA.

Se entiende por servicio de vigilancia, la atención por la que determinado personal de la organización del Concesionario, pone en conocimiento lo mejor y lo antes posible, las anomalías en el estado de funcionamiento de la carretera, tomando directamente disposiciones para corregirlas.

El servicio de vigilancia se llevará a cabo, por una parte, por los equipos del Concesionario en el desarrollo de su actividad diaria, y por otra, por equipos también del Concesionario, a quienes se encargan recorridos específicamente para dicho conocimiento. Estos últimos se denominan de servicios de vigilancia específica, los cuales funcionarán cuando se prevean circunstancias meteorológicas adversas, y en período invernal, cuando exista riesgo de hielo o nieve.

Cuando se produzca una incidencia en la carretera, el Concesionario organizará un equipo, que además de señalar y balizar debidamente el posible peligro, sea capaz de reparar la incidencia si ésta no es grave. En el caso de producirse un accidente de circulación, el Concesionario deberá colaborar con las entidades que intervienen en estas situaciones.



El Concesionario deberá realizar las actuaciones preventivas necesarias que mejoren la seguridad de la carretera actuando sobre el estado de conservación de la misma (firmes, barreras, etc.), la adecuada señalización y, analizando de manera puntual los accidentes que se produzcan para introducir las mejoras necesarias, dando prioridad a los puntos en los que los accidentes puedan producirse por cuestiones achacables a la situación de la vía.

Para controlar el cumplimiento de este objetivo, e incentivar todo tipo de actuaciones que supongan una disminución de los accidentes, se utilizará el **índice de peligrosidad** de la carretera que pone en relación los accidentes con víctimas que se produzcan, con los vehículos-km que haya soportado la carretera en el periodo de un año.

La reducción o aumento del referido índice respecto de la media de los tres años anteriores, será premiado o penalizado por la Generalitat Valenciana en la proporción que se detalla en la cláusula 56 del Pliego de Cláusulas Administrativas del contrato.

2.4.3. EXPERIENCIA HASTA LA FECHA ACTUAL.

Desde que se iniciaron las obras hasta la actualidad se pueden sacar una serie de conclusiones que resuman la experiencia de la concesión:

- Las obras acabaron, en general bien, con **algún problema de unidades pendientes** y de falta de equipamientos, como jardinería, etc.
- Dificultad para la Administración para hacer que **el Concesionario ejecute ciertas actuaciones.**
- Económicamente, **la situación no ha sido favorable al Concesionario:** expropiaciones, tráfico, demora pagos y sobre todo, problemas en la aplicación de indicadores (HCM y velocidad).
- Dificultad de interpretación del Pliego. Debe servir de experiencia para redactarlo mejor.



3. CANON BASE DE DEMANDA APLICABLE A LOS INDICADORES.

Como se ha comentado previamente existen una serie de indicadores que tienen por objeto la aplicación de penalizaciones o bonificaciones al **canon base de demanda** anual que la Administración pagará al Concesionario en sustitución del usuario de la vía. Posteriormente serán analizados en apartados posteriores. Se tomará como **ejemplo de cálculo el año 2016**.

Una vez calculados los indicadores anualmente, se estará en disposición de obtener la **“liquidación del canon pendiente”**. Ésta se determina por la diferencia entre la suma de los pagos mensuales realizados el año anterior y el importe resultante de multiplicar las tarifas vigentes en el año correspondiente por los tráficos realmente habidos y aprobados, teniendo en cuenta los límites máximos de abono de tráfico establecidos y afectado por las penalizaciones y bonificaciones establecidas y de las disfunciones o incumplimientos que se den.

El **canon base de demanda** se determina en función de:

- a) El **tipo de vehículo**
- b) El **número de vehículos-kilómetro** de cada tipo recorridos en las vías objeto de la concesión.
- c) Las **tarifas aplicables** a cada tipo de vehículo por kilómetro recorrido.
- d) Las **correcciones** por nivel de servicio en la circulación y por los valores que se alcancen en los indicadores de gestión de la conservación y de calidad del servicio de explotación disfunciones o incumplimientos que se exponen en el PCAP de la concesión.

Se consideran los **dos tipos de vehículos** siguientes:

- **Vehículos ligeros:** Aquellos cuya longitud sea inferior a 6,0 metros.
- **Vehículos pesados:** El resto de vehículos.

El cálculo de los vehículos-kilómetro en un período determinado se obtiene al multiplicar la Intensidad de tráfico medida en cada punto de conteo por la longitud del tramo asociada al punto de medida correspondiente.

El **importe base anual del canon de demanda** se obtiene sumando al correspondiente a cada tipo de vehículo, que se obtiene multiplicando el importe de las tarifas calculadas según lo establecido en la **cláusula 53 del PCAP** de la concesión por los vehículos por kilómetro de cada tipo, con las limitaciones máximas de vehículos por kilómetro de pago establecidas en la oferta que resulte adjudicataria.



El **importe anual del canon de demanda** se obtiene aplicando al importe base anual del canon de demanda calculado de acuerdo con lo establecido en el párrafo anterior, las bonificaciones o penalizaciones que resulten en función del nivel de servicio en la circulación y de los valores que se alcancen en los indicadores de gestión de la conservación y de calidad del servicio de explotación de las vías objeto de la concesión, etc., según lo dispuesto en **la cláusula 56 del PCAP** de la concesión, así como de las disfunciones o incumplimientos que se exponen en el PCAP.

Los **precios unitarios (sin IVA) por vehículo-kilómetro** para cada tipo de vehículo y tramo tarifario los siguientes:

| | Tramo | Importe (sin IVA) |
|--------------------------|-------------------|-------------------|
| VEHÍCULOS LIGEROS | Tramo tarifario 1 | 0,0128 € |
| | Tramo tarifario 2 | 0,0181 € |
| VEHÍCULOS PESADOS | Tramo tarifario 1 | 0,0180 € |
| | Tramo tarifario 2 | 0,0253 € |

Tabla. 5. Precios unitarios (sin IVA) por vehículo-kilómetro en la concesión de la CV-35
Fuente: PCAP de la concesión de la CV-35

El contrato de concesión de la CV-35 estuvo **temporalmente suspendido** desde el 18 de julio de 2012 hasta el 11 de marzo de 2016, momento en el que se resolvió la reanudación de la totalidad de las prestaciones que se encontraban suspendidas. Por lo tanto, en el cálculo del canon anual del año 2016 **quedan excluidos los meses de Enero, Febrero y Marzo.**

Los **tráficos** habidos en las vías objeto de concesión en el **año 2.016**, expresado en **vehículos por kilómetro**, detallado por meses y diferenciando por tipo de vehículo son:



| VEHÍCULOS-KM 2016 | | | |
|--------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------|
| | TIPO DE VEHÍCULO | TRAMO TARIFARIO | |
| | | 1 | 2 |
| ENERO | LIGEROS | 18.734.354 | 36.577.967 |
| | PESADOS | 287.293 | 2.321.734 |
| FEBRERO | LIGEROS | 18.969.850 | 36.047.759 |
| | PESADOS | 320.102 | 2.617.936 |
| MARZO | LIGEROS | 18.485.815 | 37.461.798 |
| | PESADOS | 309.926 | 2.593.516 |
| ABRIL | LIGEROS | 19.608.253 | 38.955.856 |
| | PESADOS | 328.981 | 2.662.952 |
| MAYO | LIGEROS | 20.805.115 | 40.608.603 |
| | PESADOS | 347.587 | 2.706.660 |
| JUNIO | LIGEROS | 20.431.549 | 40.470.534 |
| | PESADOS | 340.611 | 2.728.733 |
| JULIO | LIGEROS | 20.168.190 | 42.890.748 |
| | PESADOS | 316.284 | 2.628.090 |
| AGOSTO | LIGEROS | 15.942.929 | 38.490.749 |
| | PESADOS | 253.946 | 2.244.112 |
| SEPTIEMBRE | LIGEROS | 19.950.045 | 39.520.584 |
| | PESADOS | 321.055 | 2.589.353 |
| OCTUBRE | LIGEROS | 20.098.974 | 40.199.074 |
| | PESADOS | 326.186 | 2.581.590 |
| NOVIEMBRE | LIGEROS | 19.687.131 | 38.749.529 |
| | PESADOS | 329.773 | 2.635.823 |
| DICIEMBRE | LIGEROS | 19.330.611 | 37.997.251 |
| | PESADOS | 297.167 | 2.519.630 |
| TOTAL | LIGEROS | 232.212.816 | 467.970.452 |
| | PESADOS | 3.778.911 | 30.830.129 |

Tabla. 6. Tráficos en Vehículos-Kilómetro en el año 2016 en el ámbito de la concesión de la CV-35
Fuente: Elaboración propia.



Estos vehículos – kilómetro suponen un importe de **12.290.611,89 € (sin IVA)**, cuyo desglose se incluye en la siguiente tabla. A efectos de aplicación de los indicadores previstos en la Cláusula 56 del PCAP se consideran los meses de Abril a Diciembre, según la resolución de reanudación de fecha 13 de marzo de 2016. Por lo tanto, el **canon base de demanda aplicable a estos indicadores** asciende a 9.371.694,08 € (sin IVA).

| | VEHÍCULOS-KM 2016 | | | TARIFA | | CANON BASE DE DEMANDA (CBD) | | | CBD APLICABLE A BONIFICACIONES Y PENALIDADES |
|------------|-------------------|--------------------|--------------------|-----------------|--------|-----------------------------|----------------|------------------------|----------------------------------------------|
| | TIPO DE VEHÍCULO | TRAMO TARIFARIO | | TRAMO TARIFARIO | | TRAMO TARIFARIO | | | |
| | | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | TOTAL | |
| ENERO | LIGEROS | 18.734.354 | 36.577.967 | 0,0128 | 0,0181 | 239.799,73 € | 662.061,20 € | 901.860,93 € | - € |
| | PESADOS | 287.293 | 2.321.734 | 0,0180 | 0,0253 | 5.171,27 € | 58.739,87 € | 63.911,14 € | - € |
| FEBRERO | LIGEROS | 18.969.850 | 36.047.759 | 0,0128 | 0,0181 | 242.814,08 € | 652.464,44 € | 895.278,52 € | - € |
| | PESADOS | 320.102 | 2.617.936 | 0,0180 | 0,0253 | 5.761,84 € | 66.233,78 € | 71.995,62 € | - € |
| MARZO | LIGEROS | 18.485.815 | 37.461.798 | 0,0128 | 0,0181 | 236.618,43 € | 678.058,54 € | 914.676,98 € | - € |
| | PESADOS | 309.926 | 2.593.516 | 0,0180 | 0,0253 | 5.578,67 € | 65.615,95 € | 71.194,62 € | - € |
| ABRIL | LIGEROS | 19.608.253 | 38.955.856 | 0,0128 | 0,0181 | 250.985,64 € | 705.100,99 € | 956.086,63 € | 956.086,63 € |
| | PESADOS | 328.981 | 2.662.952 | 0,0180 | 0,0253 | 5.921,66 € | 67.372,69 € | 73.294,34 € | 73.294,34 € |
| MAYO | LIGEROS | 20.805.115 | 40.608.603 | 0,0128 | 0,0181 | 266.305,47 € | 735.015,71 € | 1.001.321,19 € | 1.001.321,19 € |
| | PESADOS | 347.587 | 2.706.660 | 0,0180 | 0,0253 | 6.256,57 € | 68.478,50 € | 74.735,06 € | 74.735,06 € |
| JUNIO | LIGEROS | 20.431.549 | 40.470.534 | 0,0128 | 0,0181 | 261.523,83 € | 732.516,67 € | 994.040,49 € | 994.040,49 € |
| | PESADOS | 340.611 | 2.728.733 | 0,0180 | 0,0253 | 6.131,00 € | 69.036,94 € | 75.167,94 € | 75.167,94 € |
| JULIO | LIGEROS | 20.168.190 | 42.890.748 | 0,0128 | 0,0181 | 258.152,83 € | 776.322,54 € | 1.034.475,37 € | 1.034.475,37 € |
| | PESADOS | 316.284 | 2.628.090 | 0,0180 | 0,0253 | 5.693,11 € | 66.490,68 € | 72.183,79 € | 72.183,79 € |
| AGOSTO | LIGEROS | 15.942.929 | 38.490.749 | 0,0128 | 0,0181 | 204.069,49 € | 696.682,56 € | 900.752,05 € | 900.752,05 € |
| | PESADOS | 253.946 | 2.244.112 | 0,0180 | 0,0253 | 4.571,03 € | 56.776,03 € | 61.347,06 € | 61.347,06 € |
| SEPTIEMBRE | LIGEROS | 19.950.045 | 39.520.584 | 0,0128 | 0,0181 | 255.360,58 € | 715.322,57 € | 970.683,15 € | 970.683,15 € |
| | PESADOS | 321.055 | 2.589.353 | 0,0180 | 0,0253 | 5.778,99 € | 65.510,63 € | 71.289,62 € | 71.289,62 € |
| OCTUBRE | LIGEROS | 20.098.974 | 40.199.074 | 0,0128 | 0,0181 | 257.266,87 € | 727.603,24 € | 984.870,11 € | 984.870,11 € |
| | PESADOS | 326.186 | 2.581.590 | 0,0180 | 0,0253 | 5.871,35 € | 65.314,23 € | 71.185,58 € | 71.185,58 € |
| NOVIEMBRE | LIGEROS | 19.687.131 | 38.749.529 | 0,0128 | 0,0181 | 251.995,28 € | 701.366,47 € | 953.361,75 € | 953.361,75 € |
| | PESADOS | 329.773 | 2.635.823 | 0,0180 | 0,0253 | 5.935,91 € | 66.686,32 € | 72.622,24 € | 72.622,24 € |
| DICIEMBRE | LIGEROS | 19.330.611 | 37.997.251 | 0,0128 | 0,0181 | 247.431,82 € | 687.750,24 € | 935.182,06 € | 935.182,06 € |
| | PESADOS | 297.167 | 2.519.630 | 0,0180 | 0,0253 | 5.349,01 € | 63.746,64 € | 69.095,65 € | 69.095,65 € |
| TOTAL | LIGEROS | 232.212.816 | 467.970.452 | 0,0128 | 0,0181 | 2.972.324,04 € | 8.470.265,18 € | 11.442.589,23 € | 9.371.694,08 € |
| | PESADOS | 3.778.911 | 30.830.129 | 0,0180 | 0,0253 | 68.020,40 € | 780.002,26 € | 848.022,66 € | |
| | | | | | | | TOTAL | 12.290.611,89 € | 9.371.694,08 € |

Tabla. 7. Desglose de cálculo de canon base aplicable a los Indicadores.
Fuente: Elaboración propia



El contrato que rige la concesión de la CV-35 establece en su cláusula tercera apartado B, los **límites máximos de abono de tráfico**, expresados en vehículos kilómetro por año, **a partir de los cuales no se abonarán tarifas**, para cada período y tramo considerado a efectos tarifarios, y teniendo en cuenta las limitaciones máximas que al respecto establece el PCAP en su cláusula 12.

Los límites vigentes son los siguientes:

| | | Desde el inicio de la concesión hasta el 31 de diciembre de 2016 |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| LIGEROS | Tramo 1: CV-35 entre Valencia y la A-7 | 233.910.000 |
| | Tramo 2: CV-35 entre la A-7 y Losa del Obispo, y CV-50 (resto de la Concesión). | 542.610.000 |
| PESADOS | Tramo 1: CV-35 entre Valencia y la A-7 | 12.150.000 |
| | Tramo 2: CV-35 entre la A-7 y Losa del Obispo, y CV-50 (resto de la Concesión). | 72.090.000 |

Tabla. 8. Límites máximos de abono de tráfico por tramo y tipo de vehículo.
Fuente: PCAP de la concesión de la CV-35

Los **vehículos – kilómetro totales** habidos durante todo el año 2016 para cada uno de los tramos y distinguiendo entre vehículos ligeros y pesados según consta en el acta de consolidación de tráfico real correspondiente al año 2016, son los siguientes:



| | TIPO DE VEHÍCULO | TRAMO 1 | TRAMO 2 |
|-------|------------------|-------------|-------------|
| TOTAL | LIGEROS | 232.212.816 | 467.970.452 |
| | PESADOS | 3.778.911 | 30.830.129 |

Tabla. 9. Vehículos-kilómetro totales
Fuente: Elaboración propia

Tal y como se puede apreciar, **en el año 2016 no se ha superado ninguno de los límites máximo de abono de tráfico** establecido en el contrato que rige la Concesión. De hecho, no existe ningún precedente de algún año en el que se hayan superado dichos límites de abono.

En relación a esto, el PCAP establece que **en caso de producirse exceso** abonado por este concepto **deberá ser descontado** de la cantidad resultante como liquidación **del canon pendiente** para el año 2016.

Dado que no hay exceso, en este caso **no procedería aplicar ninguna corrección**.

Una vez calculado el canon base de demanda aplicable, se deberán analizar los diferentes **indicadores** atendiendo a las especificaciones del PPTP y del PCAP de la concesión, determinando así las posibles bonificaciones o penalizaciones en función de la calidad de los mismos. También se tendrán en cuenta las **penalizaciones y sanciones por incumplimientos** de aspectos no recogidos en los indicadores.

Como ejemplo, aquí se exponen los valores totales de las bonificaciones y penalizaciones procedentes de todos aquellos indicadores que constituyen el saldo neto de liquidación. En el siguiente apartado se estudiarán los diferentes indicadores.



| CONCEPTO | LIQUIDACIÓN 2016 | | | |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------|----------------------|--------------|
| | IMPORTES SIN IVA | | IMPORTES CON IVA | |
| | Bonificación | Penalización | Bonificación | Penalización |
| EXCESO DE TRÁFICO CERTIFICADO | | | | |
| Todos los tramos tarifarios | - | - | - | - |
| INDICADORES | | | | |
| Índice de peligrosidad | 234.292,35 € | | 283.493,74 € | |
| Congestión de la vía (HCM2000) | - | 125.324,10 € | - | 151.642,16 € |
| Disminución de la capacidad y nivel de servicio (velocidades) | - | 32.397,36 € | - | 39.200,80 € |
| Coefficiente de rugosidad transversal (CRT) | 140.575,41 € | - | 170.096,25 € | - |
| Índice de regularidad internacional (IRI medio) | 93.716,94 € | - | 113.397,50 € | - |
| Inspección y defensa de la carretera | - | - | - | - |
| LIQUIDACIÓN POR TRÁFICO E INDICADORES | 468.584,70 € | 157.721,46 € | 566.987,49 € | 190.842,97 € |
| | 310.863,24 € | | 376.144,52 € | |
| PENALIZACIONES Y SANCIONES POR INCUMPLIMIENTOS | | | 648.604,98 € | |
| IMPORTE TOTAL DE LA LIQUIDACIÓN | | | -272.460,46 € | |
| A deducir suspensiones cautelares acordadas en el orden jurisdiccional | | | 368.940,25 € | |
| SALDO NETO DE LIQUIDACIÓN | | | 96.479,79 € | |

Tabla.10. Cálculo de liquidación 2016. Fuente: Elaboración propia.

En general se observa que los pagos realizados son menores que los estimados, siendo las diferencias mensuales las que se aprecian en la siguiente tabla:

| Mes | Distribución mensual de tráfico 2016 | Pagos para 2016 previstos en 2008 | | Abono real en 2016 Sin IVA | Diferencia | Diferencia Sin IVA % |
|--------------|--------------------------------------|-----------------------------------|----------------------|----------------------------|---------------------|----------------------|
| | | Con IVA (16%) | Sin IVA | | | |
| Enero | 7,84% | 1.513.956,88 | 1.305.135,24 | 965.772,07 | 339.363,17 | 26,00% |
| Febrero | 7,53% | 1.455.184,41 | 1.254.469,32 | 967.274,14 | 287.195,18 | 22,89% |
| Marzo | 8,06% | 1.557.379,28 | 1.342.568,35 | 985.871,59 | 356.696,76 | 26,57% |
| Abril | 8,26% | 1.594.523,02 | 1.374.588,81 | 1.029.380,98 | 345.207,83 | 25,11% |
| Mayo | 8,71% | 1.683.117,96 | 1.450.963,76 | 1.076.056,25 | 374.907,51 | 25,84% |
| Junio | 8,63% | 1.666.209,61 | 1.436.387,59 | 1.069.208,44 | 367.179,15 | 25,56% |
| Julio | 9,16% | 1.770.125,08 | 1.525.969,89 | 1.106.659,16 | 419.310,73 | 27,48% |
| Agosto | 7,75% | 1.497.155,47 | 1.290.651,26 | 962.099,11 | 328.552,15 | 25,46% |
| Septiembre | 8,42% | 1.626.696,10 | 1.402.324,22 | 1.041.972,77 | 360.351,45 | 25,70% |
| Octubre | 8,55% | 1.651.927,77 | 1.424.075,67 | 1.056.055,68 | 368.019,99 | 25,84% |
| Noviembre | 8,55% | 1.650.859,96 | 1.423.155,13 | 1.025.983,98 | 397.171,15 | 27,91% |
| Diciembre | 8,53% | 1.648.281,47 | 1.420.932,30 | 1.004.277,71 | 416.654,59 | 29,32% |
| TOTAL | 100,00% | 19.315.417 | 16.651.221,55 | 12.290.611,88 | 4.360.609,67 | |

Tabla.11. pagos previstos y pagos reales durante 2016. Fuente Elaboración propia.

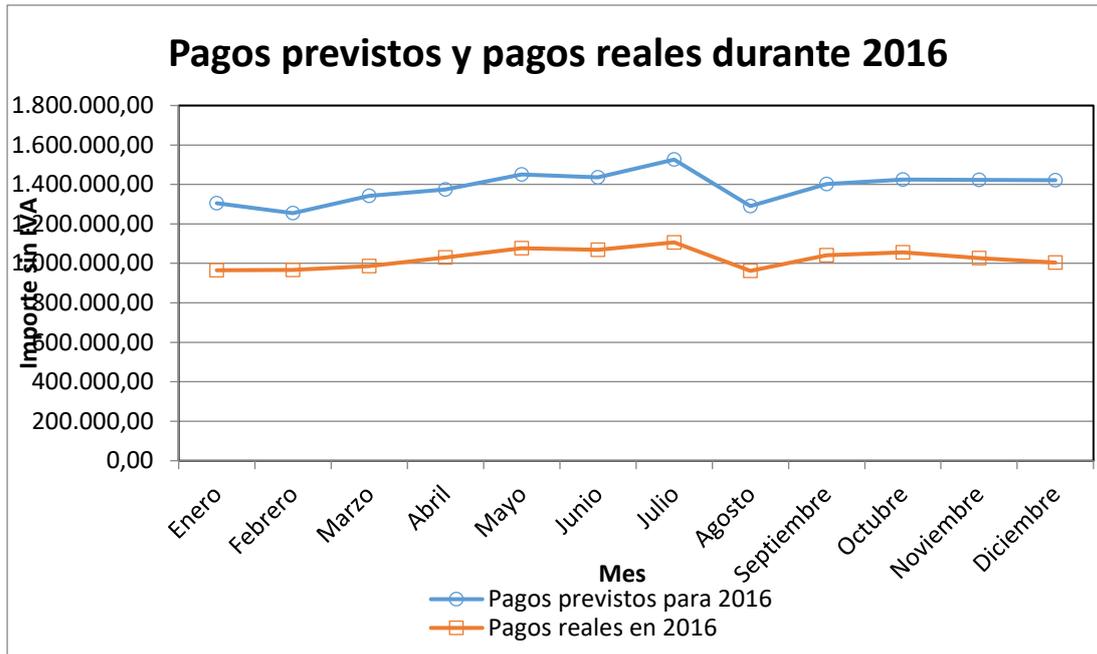


Figura 12. Pagos previstos y pagos reales durante 2016. Fuente: Elaboración propia.

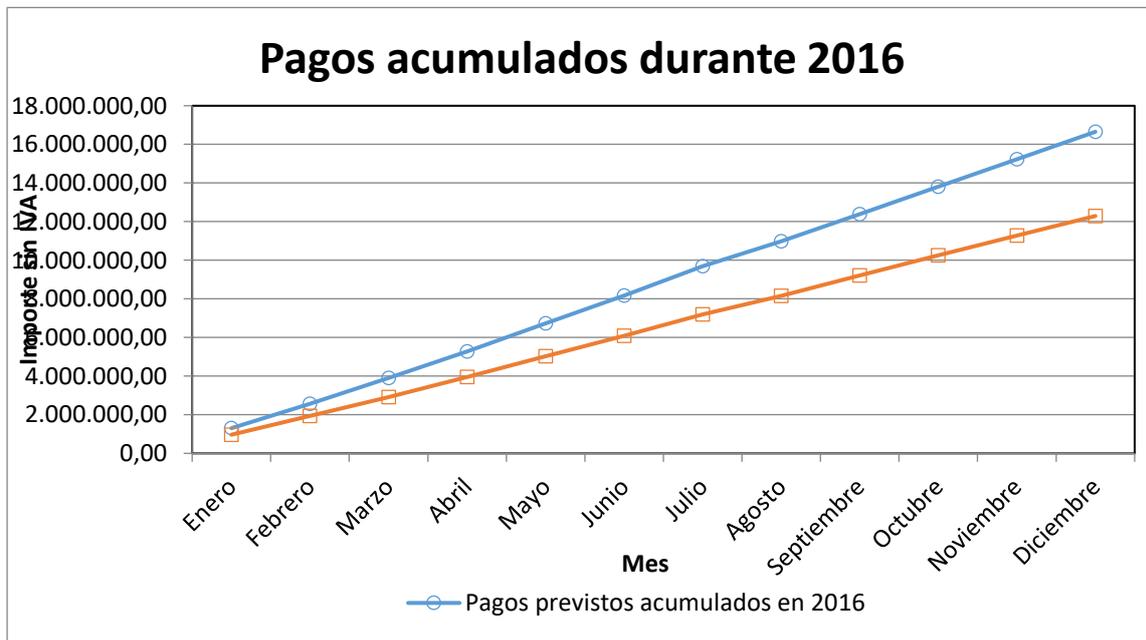


Figura 13. Pagos acumulados reales y previstos durante 2016. Fuente: Elaboración propia.

Tal y como se observa, las previsiones que había tenido el concesionario en cuanto a tráfico e ingresos no se han cumplido por diversos factores. Por ello, se han de poner más si cabe atención a buenos resultados de los indicadores que permita bonificar al concesionario.



4. DEFINICIÓN, CÁLCULO Y ANÁLISIS DE LOS INDICADORES.

Los diferentes indicadores de las vías objeto de concesión contenidos en la Cláusula 56 del PCAP, siendo calculados en este caso para el período del ejercicio 2016, son los siguientes:

- Índice de peligrosidad.
- Indicador de seguridad en la rodadura, coeficiente de rugosidad transversal (CRT).
- Indicador de comodidad en la rodadura, índice de regularidad internacional (IRI).
- Indicador de congestión de la vía.
- Indicador de capacidad y nivel de servicio.
- Indicador de inspección y defensa de la carretera.

4.1. ÍNDICE DE PELIGROSIDAD.

4.1.1. DEFINICIÓN Y CÁLCULO DEL ÍNDICE DE PELIGROSIDAD.

La seguridad vial es un aspecto vital en la gestión de una infraestructura viaria, por ello para controlar el cumplimiento de este objetivo e incentivar todo tipo de actuaciones que supongan una reducción del número de accidentes, aparece en la cláusula 56 del PCAP el **índice de peligrosidad** de la carretera que pone en relación los **accidentes con víctimas que se produzcan**, con los vehículos por km que haya soportado la carretera en el período de un año. Las vías objeto de concesión para la aplicación de este indicador se clasifican en **autovías** y **carretera de calzada única**.

La reducción o aumento del referido índice respecto de la media de los tres años anteriores, será premiado o penalizado por la Generalitat Valenciana mediante el procedimiento que se expone a continuación.

A partir de la puesta en servicio de la vía, se calculará cada año el índice de peligrosidad mediante la expresión:

$$IP = \frac{N \times 10^6}{VK}$$

Donde,

IP = Índice de peligrosidad.



N = Número de accidentes con víctimas (muertes y/o heridos) ocurridos en las vías objeto de concesión durante el año, según el cuestionario estadístico de accidentes de circulación redactado por los agentes de tráfico.

VK = Vehículos x km recorridos en el año por todos los vehículos en las vías objeto de la concesión.

Anualmente se calcularán dos valores de este índice, uno para los **tramos de autovía (tramos T1, T2, T3, T4 y T7)** y otro para los **tramos de carretera de calzada única (tramos T5 y T6)**.

Para el año 2016, los valores calculados son los siguientes:

| MESES | AUTOVÍA | | CARRETERA CONVENCIONAL | |
|--------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------|
| | ACCIDENTES CON MUERTOS O HERIDOS (N) | Vehículos x Km (VK) | ACCIDENTES CON MUERTOS O HERIDOS (N) | Vehículos x Km (VK) |
| ene-16 | 6 | 56.007.160 | 0 | 1.914.189 |
| feb-16 | 7 | 56.175.086 | 0 | 1.780.560 |
| mar-16 | 6 | 56.705.509 | 0 | 2.145.546 |
| abr-16 | 6 | 59.461.252 | 0 | 2.094.789 |
| may-16 | 6 | 62.407.548 | 0 | 2.060.418 |
| jun-16 | 8 | 61.929.770 | 0 | 2.041.657 |
| jul-16 | 8 | 63.574.241 | 1 | 2.429.070 |
| ago-16 | 5 | 54.283.909 | 0 | 2.647.826 |
| sep-16 | 5 | 60.308.459 | 0 | 2.072.578 |
| oct-16 | 11 | 60.959.753 | 0 | 2.246.071 |
| nov-16 | 7 | 59.419.793 | 0 | 1.982.463 |
| dic-16 | 8 | 58.157.005 | 0 | 1.987.653 |
| TOTAL | 83 | 709.389.485 | 1 | 25.402.820 |

Tabla. 12. Cálculo del índice de peligrosidad en la CV-35 en el año 2016

Fuente: Elaboración propia

Según establece el Pliego, se considerará para cada tipo de vía **la media de los tres años el índice de peligrosidad más antiguo por el valor del índice de peligrosidad del año anterior al que se está comparando con la media**. Por lo tanto, para el año 2016 tendríamos que:

- Para los **tramos de autovía**, se compara el **índice calculado con la media de los índices obtenidos para los tramos de autovía de la CV-35 en los años 2013, 2014 y 2015**.



- Para los **tramos de carretera convencional** se compara el **índice de peligrosidad calculado**, con la **media de los índices de peligrosidad de carreteras de calzada única de las vías objeto de la concesión en los años 2013, 2014 y 2015**.

Para aplicar la bonificación o penalización mencionada, se compara el IP anual calculado, con la media de IP's de referencia, tanto para autovías como calzadas separadas, operando del siguiente modo:

- Si el IP anual calculado supera el valor del IP de referencia, **se penaliza** en concepto de aumento de peligrosidad, teniendo en cuenta los siguientes porcentajes.

Valores de penalizaciones:

| Aumento del IP | Penalización |
|------------------|---------------|
| Inferior al 20 % | 0 % |
| Entre 20% y 50% | %aumento / 10 |
| Mayor del 50% | 5 % |

Tabla. 13. Penalizaciones en función del IP.

Fuente: Elaboración propia

- Si el IP anual calculado es menor que el valor del IP de referencia, **se bonifica** en concepto de disminución de peligrosidad, teniendo en cuenta los siguientes porcentajes:

Valores de abonos:

| Disminución del IP | Penalización |
|--------------------|---------------|
| Inferior al 20 % | 0 % |
| Entre 20% y 50% | %aumento / 20 |
| Mayor del 50% | 2,5 % |

Tabla. 14. Bonificaciones en función del IP

Fuente: Elaboración propia



Los valores del IP anual obtenidos para el año 2.016 son:

| | AUTOVÍA | CARRETERA CONVENCIONAL |
|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| IP 2013 | 16,26 | 23,88 |
| IP 2014 | 13,87 | 9,90 |
| IP 2015 | 11,68 | 12,51 |
| IP Referencia | 13,94 | 15,43 |
| IP 2016 | 11,70 | 3,94 |
| Δ IP (%) | -16,0% | -74,5% |
| | Abono: Inferior al 20 % | Abono: Mayor del 50% |
| Bonificación / penalización | | 2,5 % |

Tabla. 15. Cálculo de las bonificaciones/penalizaciones según índice de peligrosidad en la CV-35 en el año 2016

Fuente: Elaboración propia

Literalmente, el PCAP establece que, “Al canon base de demanda se le aplicará una única penalización ó abono obtenida de la siguiente forma:

- Si tanto para tramos de autovía como para tramos de carretera de calzada única se obtienen abonos, **se aplicará como bonificación la mayor de las dos obtenidas.**
- En caso contrario, se aplicará la mayor penalización obtenida para los dos tipos de vías”

Por lo tanto:

| Canon base Abril – Diciembre 2016 | % Bonificación | % Penalización | Importe bonificación | Importe penalización |
|-----------------------------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|
| 9.371.694,08 € | 2,5 | - | 234.292,35 € | - |

Tabla. 16. Importe de bonificación / penalización según índice de peligrosidad en la CV-35 en al año 2016

4.1.2. ANÁLISIS Y PROPUESTAS DE MEJORA DEL ÍNDICE DE PELIGROSIDAD.

Una vez calculado el índice de peligrosidad para los tramos de autovía y carretera convencional, podemos contextualizar los valores obtenidos.

| | AUTOVÍA | CARRETERA CONVENCIONAL |
|----------------------|--------------|------------------------|
| IP 2013 | 16,26 | 23,88 |
| IP 2014 | 13,87 | 9,90 |
| IP 2015 | 11,68 | 12,51 |
| IP Referencia | 13,94 | 15,43 |
| IP 2016 | 11,70 | 3,94 |

Tabla. 17. Valores del índice de peligrosidad en la CV-35 en el año 2016

Fuente: Elaboración propia

En la **tabla Nº 18** que sigue se muestran los principales **indicadores de siniestralidad y accidentalidad para las carreteras de la Comunidad Valenciana** para el año 2016 en relación con el año 2011 para la Comunidad Valenciana.

Los principales indicadores de siniestralidad para el año 2016 arrojan los siguientes resultados: un **Índice de Peligrosidad IP de 19, igual que el de 2015**; un Índice de Mortalidad IM de 0,44, similar al de 2015, y un índice de riesgo de EuroRAP IR de 21,37, calificado de bajo-medio, ligeramente inferior al de 2015. Así, pues, **los accidentes han crecido pero los indicadores de siniestralidad se mantienen**. Cabe destacar que los **valores de la CV-35 son inferiores a la media de la Comunidad Valenciana**.

| INDICADOR | 2011 | 2016 | variación periodo | variación media anual |
|------------------------------------|-----------|-----------|-------------------|-----------------------|
| Accidentalidad Total | 2.089 | 2.931 | +40,8% | +7,0% |
| Accidentalidad con Víctimas | 761 | 1.055 | +38,5% | +6,8% |
| Fallecidos | 31 | 24 | -25,8% | -5,0% |
| Heridos Graves | 177 | 115 | -34,5% | -8,3% |
| Heridos Leves | 924 | 1.394 | +51,4% | +8,6% |
| Índice de Peligrosidad (IP) | 14 | 19 | +38,1% | 6,67% |
| Índice de Mortalidad (IM) | 0,56 | 0,44 | -21,4% | -4,71% |
| Índice de Riesgo (IR) | 35,72 | 21,37 | -40,2% | -9,76% |

Tabla. 18. Evolución reciente de los indicadores de siniestralidad en la Comunidad Valenciana.

Fuente: Informe de Seguridad Vial en la Comunidad Valenciana año 2016.



En los últimos años se observa una clara disminución de la mortalidad y de los heridos graves, lo cual se contrapone a un aumento de los heridos leves.

En la **Tabla Nº 19** se establece una **comparativa en función del tipo de vía** (Gran Capacidad o Carreteras Convencionales) en la Comunidad Valenciana y la provincia de Valencia donde queda patente la **mayor accidentalidad de las carreteras convencionales**. En la red convencional se registra el 63% de los accidentes con víctimas cuando el tráfico acumulado correspondiente es del 50%; otro ejemplo, el IR (índice de riesgo) de la red de gran capacidad es 9,22, frente al 34,42 de la red convencional. Es decir, a igualdad de kilometraje recorrido, la probabilidad de sufrir un accidente con fallecidos o heridos graves es casi cuatro veces mayor en la red convencional que en la de gran capacidad.

| | | AÑO 2015 | | | | | | | | | | |
|-------------|------------------------|-----------------|---------------|----------------------------------|------------------|-----------------------|-------------------------|-----------|----|------|-------|-----|
| | | Características | | | Accidentalidad | | | Índices | | | | |
| | | Longitud (km) | IMD (veh/día) | Tráfico (10 ⁵ veh-km) | Total accidentes | Accidentes c/víctimas | Accidentes c/fallecidos | Fallecido | IP | IM | IR | |
| VALENCIA | Vías Gran Capacidad | 160 | 29.382 | 1.720 | 436 | 182 | 1 | 1 | 11 | 0,06 | 9,31 | B |
| | Carretera Convencional | 627 | 4.108 | 941 | 633 | 245 | 8 | 8 | 26 | 0,85 | 32,25 | B-M |
| | Total | 788 | 9.255 | 2.661 | 1.069 | 427 | 9 | 9 | 16 | 0,34 | 17,36 | B-M |
| GENERALITAT | Vías Gran Capacidad | 330 | 23.378 | 2.818 | 800 | 309 | 4 | 5 | 11 | 0,18 | 12,61 | B |
| | Carretera Convencional | 2.433 | 2.924 | 2.596 | 1.886 | 698 | 18 | 18 | 27 | 0,69 | 35,20 | B-M |
| | Total | 2.760 | 5.375 | 5.414 | 2.686 | 1.007 | 22 | 23 | 19 | 0,42 | 21,83 | B-M |

Tabla. 19. indicadores de siniestralidad en la Comunidad Valenciana y provincia de Valencia en función del tipo de vía en el año 2015.

Fuente: Informe de Seguridad Vial en la Comunidad Valenciana año 2015.

En el caso de la CV-35, sin embargo, el tramo de carretera convencional presenta un índice de peligrosidad notablemente inferior.

En la **Tabla Nº 20** se observa la **evolución de los indicadores de siniestralidad y accidentalidad para la Provincia de Valencia** desde los años 2003 a 2015. En este caso queda patente que **el Indicador del Índice de Peligrosidad no va en consonancia con una mejora de la seguridad vial** denotada en la disminución de los accidentes mortales y con heridos graves. Al contrario, el valor del índice de peligrosidad se ha ido manteniendo en términos similares, lo cual hace cuestionarse si se trata del mejor indicador para medir la mejora de la seguridad vial.



ESTUDIO DE INDICADORES DE EXPLOTACIÓN Y CONSERVACIÓN EN LA CONCESIÓN DE LA CARRETERA CV-35, PROVINCIA DE VALENCIA. ANÁLISIS Y PROPUESTAS DE MEJORA.
AUTOR: ALESANDER MONZÓN HERNÁNDEZ



| PROVINCIA | ANY | Trànsit (millió vehxkm) (1) | Total Accidents | Accidents amb víctimes | Accidents amb morts | Accidents amb ferits greus | Accidentes amb ferits lleus | Morts | Ferits greus | Ferits lleus | IP (2) | IM (3) | IR (4) |
|-----------|-------|-----------------------------------|--------------------|------------------------------|------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-------|-----------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|
| València | 2003 | 2.487 | 949 | 403 | 30 | 133 | 240 | 36 | 182 | 480 | 16 | 45 | 66,86 |
| | 2004 | 2.693 | 890 | 331 | 31 | 110 | 190 | 34 | 159 | 371 | 12 | 23 | 60,81 |
| | 2005 | 2.814 | 866 | 265 | 16 | 95 | 154 | 22 | 123 | 293 | 9 | 78 | 51,91 |
| | 2006 | 2.861 | 981 | 538 | 24 | 97 | 417 | 29 | 137 | 684 | 19 | 01 | 44,57 |
| | 2007 | 2.967 | 1.122 | 597 | 22 | 86 | 489 | 26 | 104 | 798 | 20 | 88 | 39,34 |
| | 2008 | 2.993 | 963 | 458 | 16 | 80 | 362 | 20 | 100 | 547 | 15 | 67 | 36,84 |
| | 2009 | 2.753 | 908 | 400 | 11 | 66 | 323 | 11 | 79 | 531 | 15 | 40 | 32,25 |
| | 2010 | 2.764 | 925 | 357 | 18 | 58 | 281 | 19 | 85 | 444 | 13 | 69 | 29,26 |
| | 2011 | 2.707 | 900 | 333 | 10 | 46 | 277 | 10 | 61 | 447 | 12 | 37 | 25,41 |
| | 2012 | 2.565 | 978 | 411 | 15 | 59 | 337 | 15 | 67 | 553 | 16 | 58 | 19,43 |
| | 2013 | 2.565 | 974 | 484 | 7 | 44 | 433 | 7 | 50 | 662 | 19 | 27 | 23,10 |
| | 2014 | 2.552 | 1.019 | 434 | 3 | 43 | 388 | 5 | 52 | 547 | 17 | 20 | 22,26 |
| 2015 | 2.661 | 1.069 | 427 | 9 | 29 | 389 | 9 | 31 | 584 | 16 | 34 | 17,36 | |

Tabla. 20. Evolución de los indicadores de siniestralidad en la provincia de Valencia
Fuente: Informe de Seguridad Vial en la Comunidad Valenciana año 2015.

En la **Tabla Nº 21** se establece una **comparativa entre la CV-35 y otras vías de la provincia de Valencia**, donde se observa que para el año 2014 el valor del Índice de Peligrosidad es de 15, un valor moderado en comparación con otras vías. Cabe resaltar la gran heterogeneidad que existe en los valores del Índice de Peligrosidad.

Atendiendo de forma concreta a la CV-35, se pueden sacar también algunas conclusiones de los accidentes que se han producido, cuya lista se anexa en el **Anexo Nº 1** al presente estudio. **Accidentalidad y siniestralidad en la CV-35**

Analizando en primer lugar la **figura Nº 14** los **85 accidentes con víctimas** producidos en tramo de Autovía dentro de la concesión, se observa que **la gran mayoría son accidentes que han acarreado heridos leves (94,19 %)**, constituyendo los heridos graves un 4,65 % y las víctimas mortales un 1,16 % (un accidente).

Por otro lado, en función del tipo de día de la semana, **predominan los accidentes en días laborables (57,65%)**, incluyendo también los posteriores a festivos que también son laborables (17,65 %), tal y como queda reflejado en la **figura Nº 15**.

En cuanto a la tipología de los accidentes mostrada en la **figura Nº 16**, existe un claro **predominio de accidentes de colisión con el vehículo en marcha (61,18 %)**, seguido por las salidas de vía (con o sin colisión).

Con respecto a los accidentes con víctimas producidos en los tramos de **carretera convencional**, tan sólo se ha producido uno, el cual ha tenido una **víctima mortal**, se ha producido un lunes con colisión de vehículo en marcha.



ESTUDIO DE INDICADORES DE EXPLOTACIÓN Y CONSERVACIÓN EN LA CONCESIÓN DE LA CARRETERA CV-35, PROVINCIA DE VALENCIA. ANÁLISIS Y PROPUESTAS DE MEJORA.
AUTOR: ALESANDER MONZÓN HERNÁNDEZ



DATOS DE TRÁFICO Y ACCIDENTALIDAD EN LA RED DE LA G.V. AÑO 2014
PROVINCIA DE VALENCIA

| CARRETERA | LONGITUD | IMD | Nº DE ACCIDENTES | | | Nº DE VICTIMAS | | | INDICES | | | |
|--------------|------------|--------------|------------------|------------|-----------|----------------|-----------|------------|-----------|-------------|-----------|------------|
| | | | TOTAL | C/VICTIMAS | C/MUERTOS | MORTALES | GRAVES | LEVES | IP | IM | IR | |
| CV-235 | 4,5 | 103 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 591 | 0 | 0 | B |
| CV-245 | 21,1 | 513 | 10 | 7 | 0 | 0 | 2 | 5 | 177 | 0 | 792 | A |
| CV-25 | 24,5 | 2.714 | 10 | 5 | 0 | 0 | 0 | 5 | 21 | 0 | 28 | B-M |
| CV-30 | 5,0 | 62.019 | 20 | 8 | 0 | 0 | 3 | 12 | 7 | 0 | 6 | B |
| CV-300 | 12,0 | 12.980 | 22 | 12 | 0 | 0 | 2 | 12 | 21 | 0 | 64 | M |
| CV-306 | 2,0 | 9.406 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 | 44 | 0 | 0 | B |
| CV-31 | 5,0 | 33.282 | 42 | 12 | 0 | 0 | 0 | 16 | 20 | 0 | 0 | B |
| CV-32 | 11,0 | 15.490 | 36 | 16 | 0 | 0 | 3 | 23 | 26 | 0 | 33 | B-M |
| CV-33 | 8,0 | 26.728 | 21 | 6 | 0 | 0 | 1 | 6 | 8 | 0,00 | 26 | B-M |
| CV-335 | 13,0 | 3.748 | 6 | 4 | 0 | 0 | 1 | 4 | 22 | 0 | 78 | M |
| CV-35 | 104,0 | 17.498 | 244 | 99 | 1 | 3 | 5 | 154 | 15 | 0,45 | 13 | B |
| CV-355 | 9,0 | 167 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | B |
| CV-36 | 13,0 | 36.494 | 51 | 22 | 0 | 0 | 4 | 27 | 13 | 0 | 16 | B-M |
| CV-365 | 3,0 | 35.958 | 14 | 8 | 0 | 0 | 2 | 7 | 20 | 0 | 35 | B-M |
| CV-366 | 1,0 | 35.175 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 8 | 0 | 0 | B |
| CV-37 | 2,0 | 7.311 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | B |
| CV-390 | 46,0 | 297 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | B |
| CV-40 | 25,0 | 21.177 | 36 | 11 | 0 | 0 | 2 | 10 | 6 | 0 | 12 | B |
| CV-400 | 6,0 | 24.223 | 31 | 18 | 0 | 0 | 4 | 21 | 34 | 0 | 65 | M |
| CV-403 | 4,0 | 14.006 | 19 | 13 | 1 | 1 | 2 | 17 | 64 | 5 | 50 | B-M |
| CV-407 | 4,0 | 11.639 | 19 | 13 | 0 | 0 | 0 | 18 | 77 | 0 | 59 | B-M |
| CV-41 | 19,0 | 8.561 | 20 | 10 | 0 | 0 | 2 | 8 | 17 | 0 | 28 | B-M |
| CV-410 | 6,0 | 20.970 | 49 | 24 | 0 | 0 | 2 | 32 | 52 | 0 | 37 | B-M |
| CV-42 | 22,0 | 7.963 | 28 | 11 | 0 | 0 | 1 | 11 | 17 | 0 | 21 | B-M |
| CV-43 | 2,0 | 14.341 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | B |
| CV-438 | 15,0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | B |
| CV-439 | 12,0 | 246 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 93 | 0 | 0 | B |
| CV-440 | 19,0 | 322 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | B |
| CV-445 | 6,0 | 437 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | B |
| CV-50 | 95,0 | 7.169 | 89 | 40 | 0 | 0 | 3 | 55 | 16 | 0 | 19 | B-M |
| CV-500 | 29,0 | 11.060 | 39 | 16 | 1 | 1 | 1 | 19 | 14 | 1 | 19 | B-M |
| CV-512 | 2,0 | 7.185 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 19 | 0 | 68 | M |
| CV-515 | 9,0 | 5.181 | 3 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 12 | 0 | 42 | B-M |
| CV-550 | 7,0 | 9.082 | 12 | 4 | 0 | 0 | 2 | 4 | 17 | 0 | 42 | B-M |
| CV-567 | 4,0 | 1.672 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | B |
| CV-572 | 2,0 | 12.175 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 4 | 23 | 0 | 0 | B |
| CV-585 | 7,0 | 3.420 | 10 | 4 | 0 | 0 | 2 | 3 | 46 | 0 | 73 | M |
| CV-590 | 62,0 | 1.257 | 13 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 7 | 0 | 57 | B-M |
| CV-60 | 37,0 | 9.603 | 41 | 10 | 0 | 0 | 2 | 12 | 8 | 0 | 13 | B |
| CV-610 | 23,0 | 3.740 | 23 | 8 | 0 | 0 | 2 | 8 | 25 | 0 | 51 | B-M |
| CV-619 | 7,0 | 1.599 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | B |
| CV-645 | 8,0 | 8.285 | 14 | 9 | 0 | 0 | 1 | 9 | 37 | 0 | 40 | B-M |
| CV-650 | 4,0 | 6.850 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 10 | 0 | 0 | B |
| CV-653 | 1,0 | 98 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | B |
| CV-660 | 29,0 | 1.262 | 14 | 6 | 0 | 0 | 0 | 6 | 45 | 0 | 74 | M |
| CV-667 | 6,0 | 1.565 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 29 | 0 | 0 | B |
| CV-686 | 4,0 | 17.256 | 8 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 8 | 0 | 26 | B-M |
| CV-705 | 13,2 | 1.673 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 12 | 0 | 0 | B |
| CV-715 | 54,0 | 1.739 | 44 | 15 | 0 | 0 | 1 | 15 | 44 | 0 | 39 | B-M |
| CV-81 | 21,0 | 6.318 | 28 | 13 | 0 | 0 | 2 | 11 | 27 | 0 | 55 | B-M |
| TOTAL | 786 | 8.896 | 1.019 | 434 | 3 | 5 | 52 | 547 | 17 | 0,20 | 22 | B-M |

Legenda:

- IP Índice de Peligrosidad
- IM Índice de Mortalidad
- IR Índice de Riesgo (EuroRap)

Tabla. 21. Datos de tráfico y accidentalidad en la red de la G.V.
Fuente: Informe de Seguridad Vial en la Comunidad Valenciana año 2015.

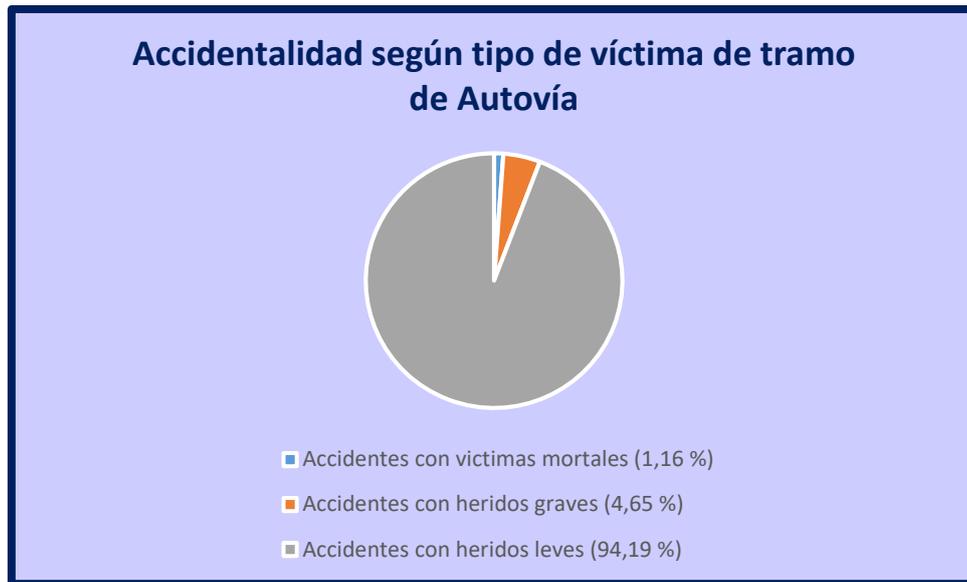


Fig. 14. Accidentalidad en la CV-35 según el tipo de víctima.
Fuente: Elaboración propia

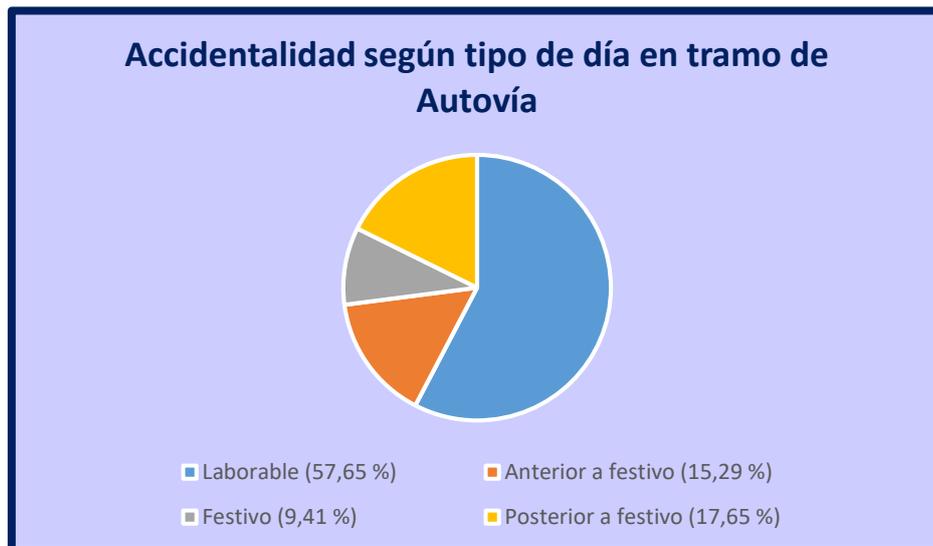
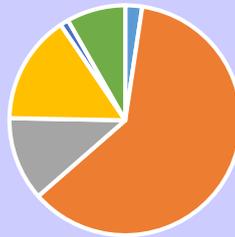


Fig. 15. Accidentalidad en la CV-35 según el tipo de día de la semana en tramo de Autovía
Fuente: Elaboración propia

Accidentalidad según tipo de accidente en Tramo de Autovía



| | |
|--------------------------------------------|-----------|
| Colisión vehículo con obstáculo en calzada | (2,35 %) |
| Colisión vehículo en marcha | (61,18 %) |
| Salida de la vía sin colisión | (11,76 %) |
| Salida de la vía con colisión | (15,29 %) |
| Vuelco en calzada | (1,18 %) |
| Otro tipo de accidente | (8,24 %) |

Fig. 16. Accidentalidad en la CV-35 según el tipo de accidente
Fuente: Elaboración propia

Como conclusiones al indicador de Índice de Peligrosidad en la conexión de la CV-35 se pueden obtener:

- El Índice de peligrosidad puede resultar útil para localizar **Tramos de Concentración de Accidentes (TCA)**, puesto que se relacionan el número de accidentes con víctimas con los vehículos por Kilómetro.
- Debido a la formulación, siendo el valor del IP directamente proporcional al número de accidentes, **pequeñas variaciones en la accidentalidad pueden repercutir en importantes variaciones en el IP**, especialmente para valores bajos en la accidentalidad.

$$IP = \frac{N \times 10^8}{VK}$$

- Es un indicador que **no tiene en cuenta la gravedad de los accidentes**, considerando por igual a los accidentes con víctimas mortales, los accidentes con heridos graves y con heridos leves.
- Lo anterior se ve reflejado en que **las mejoras de la seguridad vial** que traen consigo una disminución de accidentes con víctimas mortales o con heridos graves, **no se vean especialmente reflejadas en el índice de Peligrosidad**, ya



que hay por contrapartida un aumento de los accidentes con heridos leves. Esto hace que los valores del IP se mantengan constantes a pesar de una importante disminución de la gravedad de los accidentes.

- Es un indicador que **no tiene en cuenta la casuística de la accidentalidad**, siendo siempre imputable al concesionario, independientemente que el motivo del accidente sea ajeno al mismo.
- El cálculo del Índice de Peligrosidad de referencia en base a los tres años anteriores podría **resultar más representativo si se tomaran más años para calcular la media**, suavizando así los casos en los que exista una gran variabilidad de resultados.
- Otra opción para evitar la variabilidad de resultados podría ser el adoptar un tipo de indicador que se utilizan **otras Comunidades Autónomas** en sus concesiones, estableciendo **bonificaciones en base a la comparativa de los valores de IP** de la carretera estudiada con otras vías de similares características. No obstante, al tratarse del único peaje en sombra que existe en la Comunidad Valenciana, no habría vías que contaran exactamente con las mismas condiciones, sí técnicas, pero no contractuales.

PROPUESTA:

Dado que no se trata del mejor indicador para valorar las mejoras en la seguridad vial, no se tienen en cuenta la gravedad de la accidentalidad y tampoco la casuística de la misma, se debería sustituir por otro/s indicadores que pudieran reflejar mejor dichas medidas como **el Índice de Mortalidad o el Índice de Riesgo**.

Además, sería conveniente una vez se vayan disponiendo de un mayor historial de datos, realizar las medias con un **mayor número de años precedentes**, para así evitar las fluctuaciones que existen en los valores.

En el apartado 5 de propuesta de nuevos indicadores se analizará la elección entre el índice de Mortalidad y el índice de Riesgo.



4.2. INDICADOR DE SEGURIDAD EN LA RODADURA, COEFICIENTE DE RUGOSIDAD TRANSVERSAL (CRT).

4.2.1. DEFINICIÓN Y CÁLCULO DEL INDICADOR CRT.

Definición:

Un aspecto esencial para la circulación de un vehículo es la seguridad con la que cuenta en la rodadura, para ello surge el **CRT (Coeficiente de Rozamiento Transversal)**, un parámetro que determina la resistencia al derrape en sentido transversal de un pavimento, expresado por la relación entre la fuerza (N), perpendicular al plano de rotación de una rueda, y la reacción normal del suelo (R), ocasionada por la presión sobre la misma, de forma que la rueda adopta un ángulo («ángulo de deriva») con su dirección de marcha.

Ensayo:

El ensayo normalizado es el **NLT-336. Determinación de la resistencia al deslizamiento con equipo de medida de rozamiento transversal.**

El equipo de medida es el **SCRIM**, el cual permite evaluar las características adherentes de los pavimentos con la calzada mojada. Con este equipo, que se ha convertido en estándar para la medida del coeficiente de rozamiento transversal, se pueden identificar los tramos de carretera con niveles de rozamiento reducidos.

El equipo utiliza el método de la fuerza oblicua para la medida de la resistencia al deslizamiento en superficies mojadas. La rueda de ensayo se encuentra colocada con un ángulo de deriva de 20º respecto al eje longitudinal del vehículo y sometida a una carga vertical conocida. El desplazamiento del vehículo provoca el arrastre de la rueda de ensayo, lo que genera, en el área de contacto de la calzada y el neumático, una fuerza perpendicular al plano formado por dicha rueda de ensayo. El coeficiente de rozamiento transversal se obtiene de la relación entre esta fuerza oblicua y la reacción vertical que se produce entre la rueda de ensayo y la superficie de la carretera.

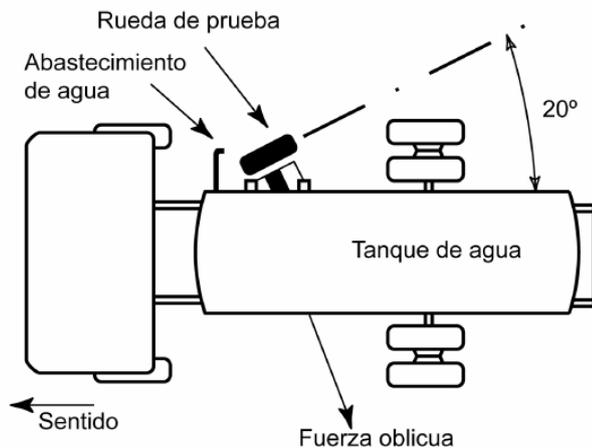


Fig. 17. Croquis de medida
Fuente: Informe medición CRT.

Condiciones de los pliegos:

Según indica la cláusula 56 del PCAP, para tener en cuenta la seguridad en la rodadura, se medirá el CRT del firme medido de acuerdo con lo especificado en el PPTP.

La evaluación anual (o semestral) que deberá realizar la concesionaria, de acuerdo con la inspección de explotación, se ajustará en todo momento a los criterios establecidos en el PPTP.

Tal y como indica el artículo 14 del PPTP, para determinar el **Coefficiente de rozamiento transversal (CRT)** se divide cada tramo entre enlaces en **subtramos de 1.000 metros** de longitud por sentido, **efectuando 50 mediciones en cada uno de ellos**. **Los resultados** obtenidos para cada subtramo deberá cumplir la limitación que a continuación se indica.

$$\text{CRT} \geq 0,50$$

El ensayo se realizará **cada doce meses**, entre los meses de mayo y octubre. En el caso de que la medición anterior se hubiese obtenido un valor entre 0,50 y 0,55, las auscultaciones realizadas se repetirán a los seis meses.

En el caso de que el índice **CRT medio medido** resulte menor que 0,50 el Concesionario deberá, de forma inmediata, **proponer a la Generalitat Valenciana las medidas** que se tomarán para conseguir que el índice alcance la magnitud exigida. Cuando la Generalitat Valenciana apruebe las medidas propuestas, el Concesionario deberá ejecutarlas de forma inmediata, de acuerdo con las condiciones meteorológicas.



Si no se entregan a la Generalitat Valenciana los resultados de cada ensayo, o no se propone de forma inmediata el conjunto de medidas correctoras, o no se comienza su ejecución cuando lo permitan las condiciones meteorológicas según el criterio de la Generalitat Valenciana, el Concesionario no comienza la ejecución de los trabajos propuestos, sufrirá una **penalización** tal y como se recoge en el apartado **Incumplimientos del PPTP**.

Penalizaciones o bonificaciones:

Por otro lado, el Pliego de Clausulas Administrativas Particulares especifica una serie de **penalizaciones o bonificaciones** en función del valor del CRT, según se describe a continuación:

- Si el valor del CRT resultara igual o superior a 0,55 en el 100% de la longitud y mayor o igual a 0,60 en el 90% de la longitud se aplicaría una **bonificación del 1,5% del Canon base de demanda**.
- En ningún caso se admitirán valores del CRT inferiores a 0,50, debiendo el concesionario actuar de inmediato, tal y como se indica en el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares. Durante el tiempo que se incumpla esta condición en un **porcentaje superior al 50% de la longitud**, se aplicará una **penalización del 1,5% de Canon base de demanda**.

En consecuencia, se deberán tomar la totalidad de los valores medidos, ordenándolos de mayor a menor y determinando con respecto a la totalidad de mediciones realizadas, el porcentaje que representan los valores que sean superiores a 0,60, los superiores a 0,55 y los inferiores a 0,50. En base a estos porcentajes se aplicará bonificación o penalización, según lo que se exprese en el siguiente cuadro resumen:

| Valores CRT | % | Bonificación / penalización |
|-------------|-------|--------------------------------|
| ≥ 55 | 100 % | Bonifica 1,50 % del Canon base |
| y | | |
| ≥ 60 | 90 % | |
| < 50 | 50 % | Penaliza 1,50 % del Canon base |

Tabla. 22. Bonificación / penalización en función de valores del CRT.

Fuente: PCAP concesión CV-35

En el caso concreto de las auscultaciones realizadas por el Concesionario durante el ejercicio 2016, y aplicando lo expuesto en los párrafos anteriores, se obtiene el siguiente resultado:



| Valores CRT | % | Bonificación / penalización |
|-------------|--------|-----------------------------|
| ≥ 55 | 100,00 | Bonifica |
| ≥ 60 | 93,35 | |
| < 50 | 0,00 | No penaliza |

Tabla. 23. Resultados Bonificación / penalización en función de valores del CRT.
Fuente: PCAP concesión CV-35

En base a los resultados obtenidos de las auscultaciones realizadas durante el ejercicio 2016, **procede aplicarse bonificación del 1,50% del canon base de demanda.**

| Canon base Abril - Diciembre | % Bonificación | % Penalización | Importe bonificación | Importe penalización |
|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|
| 9.371.694,08 | 1,50% | - | 140.575,41 € | - |

Tabla. 24. Bonificación del CRT con respecto al canon base de demanda.
Fuente: PCAP concesión CV-35

4.2.2. ANÁLISIS Y PROPUESTAS DE MEJORA DEL INDICADOR CRT

Analizando la definición que realiza el PCAP en referencia a la bonificación o penalización del CRT, caben dos diferentes interpretaciones:

- **Opción 1:** Cumplimiento/no cumplimiento de los % en relación al número de mediciones.
- **Opción 2:** Cumplimiento/no cumplimiento de los % en relación a los valores medios obtenidos, dividiendo en sectores de 1.000 m la medición.

Parece razonable que la metodología empleada sea la segunda, dado que la primera es excesivamente rigurosa. No obstante, se expondrán los resultados suponiendo cada una de las dos alternativas para establecer una comparativa.

Opción 1:

| Total concesión | | |
|---------------------------|---------|-----------------|
| Distancia (m) CRT ≥ 55 | 109.220 | % long CRT ≥ 55 |
| | | 100,00 |
| Distancia (m) CRT ≤ 55 | 0 | % long CRT ≤ 55 |
| | | 0,00 |

| | | |
|---------------------------|---------|-----------------|
| Distancia (m) CRT ≥ 60 | 101.960 | % long CRT ≥ 60 |
| | | 93,35 |
| Distancia (m) CRT ≤ 60 | 7.260 | % long CRT ≤ 60 |
| | | 6,65 |



| Modificación del canon de demanda | |
|-----------------------------------|--------------|
| Bonificación | Penalización |
| +1,5% | No penaliza |

Tabla. 25. Cálculo de bonificación del CRT considerando el % de puntos. Fuente: Elaboración propia.

Opción 2:

| Total concesión | | |
|--------------------------------|---------|----------------------|
| Distancia (m) CRT \geq 55 | 124.780 | % long CRT \geq 55 |
| | | 100,00 |
| Distancia (m) CRT \leq 55 | 0 | % long CRT \leq 55 |
| | | 0,00 |

| | | |
|--------------------------------|---------|----------------------|
| Distancia (m) CRT \geq 60 | 117.980 | % long CRT \geq 60 |
| | | 94,55 |
| Distancia (m) CRT \leq 60 | 6.800 | % long CRT \leq 60 |
| | | 5,45 |

| Modificación del canon de demanda | |
|-----------------------------------|--------------|
| Bonificación | Penalización |
| +1,5% | No penaliza |

Tabla. 26. Cálculo de bonificación del CRT considerando CRT medio en tramos de 1.000 m. Fuente: Elaboración propia.

En este caso no ha habido diferencias significativas debido al buen estado del pavimento.

Durante el año 2016 la Concesionaria realizó las mediciones del CRT **tras finalizar una limpieza previa sólo de los carriles en los que se iban a realizar las mediciones**, con la finalidad de mejorar los resultados. Las mediciones realizadas se han realizado **sólo en el carril derecho de cada una de las calzadas de la CV-35** (entre el PK 2+056 y el PK 37+200), la CV-50 (entre el PK 90+068 y el PK 94+070) y en los dos carriles que constituyen la calzada única de la CV-35 desde el PK 37+200 hasta el límite de la Concesión. Asimismo, se han realizado mediciones en las vías colectoras R11 (PK 0+0620 al 2+050) y R9B (PK 0+0360 al 1+046), cuyo tráfico también se computa en el canon de demanda.

Así pues, atendiendo al requerimiento del inspector, se toman mediciones de contraste en el carril central e izquierdo de cada una de las calzadas entre los PK 11+000



y 14+090, realizadas el 1 de diciembre de 2016, cuyos **resultados son significativamente inferiores a las mediciones inicialmente realizadas** por el concesionario, por lo que se concluye que debe revisarse para próximos ejercicios el procedimiento de toma de datos, para caracterizar adecuadamente el estado de seguridad de la rodadura en toda la calzada y no sólo en los carriles derechos como el concesionario ha realizado en el año 2016. No obstante, dichos resultados no pueden considerarse en la presente liquidación por estar tomados fuera del plazo establecido en el PPTP, esto es, de mayo a octubre.

| Vía 2 contraste | | |
|----------------------------------|--------------------------|------------------------|
| Nº de tramo | Longitud de subtramo (m) | CRT medio por subtramo |
| 1 | 1000 | 57 |
| 2 | 1000 | 59 |
| 3 | 1000 | 55 |
| 4 | 900 | 57 |
| 3900 | | |
| CRT medio Vía 2 contraste | | 57,000 |

| Modificación del canon de demanda | |
|-----------------------------------|--------------|
| Bonificación | Penalización |
| No bonifica | No penaliza |

Tabla. 27. Cálculo de bonificación del CRT en vía de contraste. Fuente: Elaboración propia

Tomando como ejemplo una de las vías de contraste, se observa un CRT medio de valor 57, lo cual hace que no bonificaría.

Conociendo los valores y estas circunstancias, se puede concluir:

- La exigencia de los valores del CRT previstos en el PPTP y el PCAP **son exigibles a toda la calzada y no sólo a los carriles donde ha ejecutado la rehabilitación superficial** (limpieza) para mejora de los resultados. Es necesario controlar las mediciones que realiza el concesionario.
- La técnica habitual en contratos de auscultación de firmes, es realizar las mediciones del CRT en **carriles derechos** que sufren mayor desgaste y a criterio del director del contrato en otros carriles. Posteriormente, tras el análisis de resultados, realizar la rehabilitación superficial del firme (limpieza).
- Existe la **posibilidad de interpretar los pliegos (PCAP y PPTP) de diferente manera** y, por lo tanto, contabilizar los valores de diferente forma. Parece más



lógico analizar los porcentajes en base al CRT medio de tramos de 1.000 m y no de cada medición puntual.

- Se considera al CRT como un indicador fiable y de utilidad contrastada para reflejar la calidad del firme.

PROPUESTA:

A la vista de los resultados y experiencia obtenidos en la campaña de auscultaciones realizada por el Concesionario, para la aplicación del presente indicador se propone que:

- **Las mediciones deberán ser representativas de la totalidad de la calzada.** Para ello, para las campañas de auscultación se propone una **planificación** para caracterizar adecuadamente la seguridad de toda la calzada. A continuación, se expone una propuesta de ejemplo. De esta forma, las campañas no quedan sujetas a la interpretación del concesionario.
- Se debe redactar las cláusulas de los pliegos de manera **que no se tenga más de una interpretación**, considerando los valores medios de tramos de 1.000 m.

Las premisas seguidas a la hora de establecer las instrucciones que se desarrollan a continuación han sido las siguientes:

- **No incrementar sustancialmente la longitud ensayada**, para no incrementar el coste de la campaña de auscultación.
- Para el tramo de la CV-35 entre Valencia – Parque Tecnológico (conexión colectoras A-7), dada su escaso porcentaje de tráfico pesado, **no puede concluirse como representativo la rodada del carril derecho.**
- La presencia de bacheos y mejoras del pavimento, normalmente localizados en el carril derecho, que pueden suponer una modificación de las características de la capa de rodadura, que implica la necesidad de toma de mediciones en otros carriles (donde no se haya actuado) para caracterizar adecuadamente la calzada.
- Para el tramo de carretera CV-35, de carretera convencional, que atendiendo a su menor tráfico, está sujeto a menor desgaste, por lo que **puede alternarse la toma de resultados por sentido**, en vez de tomar ambos sentidos.



- Las curvas de menor radio, donde más se moviliza el rozamiento neumático-pavimento, y que por seguridad vial, conviene tener auscultados **todos los carriles**.
- El concesionario deberá presentar una **propuesta de recorrido** que atienda a lo establecido a continuación, para su aceptación o modificación por parte de la inspección, previa al inicio de la campaña de auscultaciones.

Con el fin de que los ensayos a realizar sean representativos de la totalidad de la calzada por la que circulan los vehículos, se establecen a continuación unas instrucciones de ensayo que permitan realizar la auscultación en todos los carriles de la plataforma.

Se clasifica el ámbito de la concesión en tres zonas de medición diferentes en función del número de carriles, en los que se establecen unos valores de referencia aproximados:

- Zonas con 6 carriles (3 carriles por sentido).
- Zonas con 4 carriles (2 carriles por sentido).
- Zonas con 2 carriles (1 carril por sentido).

Adicionalmente se consideran los tramos con singularidades.

ZONAS CON 6 CARRILES DE CIRCULACIÓN (3 CARRILES POR SENTIDO):



Fig. 18. Croquis circulación CRT (1)

Fuente: Elaboración propia.

Esta zona abarca actualmente desde el inicio de la concesión hasta el PK 19+700, distinguiendo dos situaciones en función de la distribución y significación del tráfico pesado.

SITUACIÓN 1.- Entre el inicio de la concesión y el enlace del Parque Tecnológico, de P.K. 2+600 a 10+400, ambos sentidos:



- **CARRIL 1 Y 6:** Se realizarán aproximadamente un **50 % ($\pm 20\%$) de las mediciones totales por sentido.**
- **CARRIL 2 Y 5:** Se realizarán aproximadamente un **40 % ($\pm 10\%$) de las mediciones totales por sentido.**
- **CARRIL 3 Y 4:** Se realizarán aproximadamente un **10 % ($\pm 10\%$) de las mediciones totales por sentido.**

Adicionalmente se tomarán todas las campañas las singularidades.

SITUACIÓN 2.- Entre el enlace del Parque Tecnológico y el final del tramo de tres carriles actualmente en La Pobla de Vallbona, de P.K. 10+400 a 19+700, ambos sentidos:

- **CARRIL 1 Y 6:** Se realizarán aproximadamente un **60 % ($\pm 20\%$) de las mediciones totales por sentido.**
- **CARRIL 2 Y 5:** Se realizarán aproximadamente un **30 % ($\pm 10\%$) de las mediciones totales por sentido.**
 - **CARRIL 3 Y 4:** Se realizarán aproximadamente un **10 % ($\pm 10\%$) de las mediciones totales por sentido.**

Adicionalmente se tomarán todas las campañas las singularidades.

ZONAS DE 4 CARRILES DE CIRCULACIÓN (2 CARRILES POR SENTIDO).



Fig. 19. Croquis circulación CRT (2)

Fuente: Elaboración propia.

Este sector abarca actualmente la CV-35 del PK 19+700 hasta el final de autovía, actualmente en el PK 37 + 300 (enlace Casinos), y la CV-50 entre el enlace con la antigua CV-50 y el enlace con la CV-35, de P.K. 90+800 a 94+700. Que se distribuirán:

- **CARRIL 1 Y 6:** Se realizarán aproximadamente un **80 % ($\pm 20\%$) de las mediciones totales por sentido.**
- **CARRIL 2 Y 5:** Se realizarán aproximadamente un **20 % ($\pm 20\%$) de las mediciones totales por sentido.**



Adicionalmente se tomarán todas las campañas las singularidades.

3.- ZONA DE 2 CARRILES DE CIRCULACIÓN (1 CARRIL POR SENTIDO) EN CV-35.



Fig. 20. Croquis circulación CRT (3)

Fuente: Elaboración propia.

Este sector abarca actualmente la CV-35 del PK 37+300 (enlace Casinos) al 51+800 en el final de la concesión en Losa del Obispo, donde se repartirá el 100 % la longitud de la zona, en tramos tales que cada dos campañas se obtenga el 100 % de la longitud de cada sentido de circulación, excepto las singularidades que se toman todas las campañas.

4.- TRAMOS CON SINGULARIDADES.

Se consideran las siguientes singularidades **adicionales** a las zonas a auscultar en cada campaña según los apartados anteriores:

- **Singularidades por trazado:** Las curvas siguientes, donde se auscultará el 100 % de la longitud de todos los carriles:
 - Entre el P.K. 27+800 al 28+800 de la CV-35, en el ámbito del enlace de Llíria – Oeste.
 - Entre el P.K. 40+300 y 41+300 de la CV-35, sucesión de curvas con rampa singular.
- **Las vías colectoras del enlace con la A-7,** se tomará el 100 % de la longitud de todos los carriles.
- **Singularidades por resultados de la campaña anterior:** Los subtramos de 1.000 metros de longitud que contengan resultados de CRT inferiores a 0,50.

En el **anexo Nº 2** al presente documento se expone un resumen de los cálculos utilizados para analizar si debe o no bonificarse el indicador del CRT y en el **Anexo Nº 3** se propone una campaña de auscultación que cumpla los requisitos previamente expuestos.

4.3. INDICADOR DE COMODIDAD EN LA RODADURA, ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI).

4.3.1. DEFINICIÓN Y CÁLCULO DEL INDICADOR IRI.

Definición:

La **regularidad** es la característica que más influye en las sensaciones de confort y seguridad que experimenta un usuario al circular por una carretera. Este parámetro determina la calidad de la rodadura de los vehículos sobre el firme, de manera que éstos puedan transitar de una manera cómoda, sin vibraciones, cabeceos u oscilaciones.

La definición de **IRI (Índice de Regularidad Internacional)** se estableció a partir de los conceptos asociados a la mecánica vibratoria de los sistemas dinámicos, todo ello, en base a un modelo que simuló el movimiento de la suspensión acumulada por el vehículo (modelo de cuarto de coche) al circular por una carretera a 80 km/h (por convenio).

Ensayo:

Este modelo se desarrolló a través de un conjunto de masas ligadas entre sí, las cuales generan un movimiento vertical al ser desplazadas por el camino, de esta forma se permite reducir el análisis de una superficie al análisis de una línea que representa el perfil longitudinal, es decir, desde un análisis bidimensional a un estudio unidimensional.

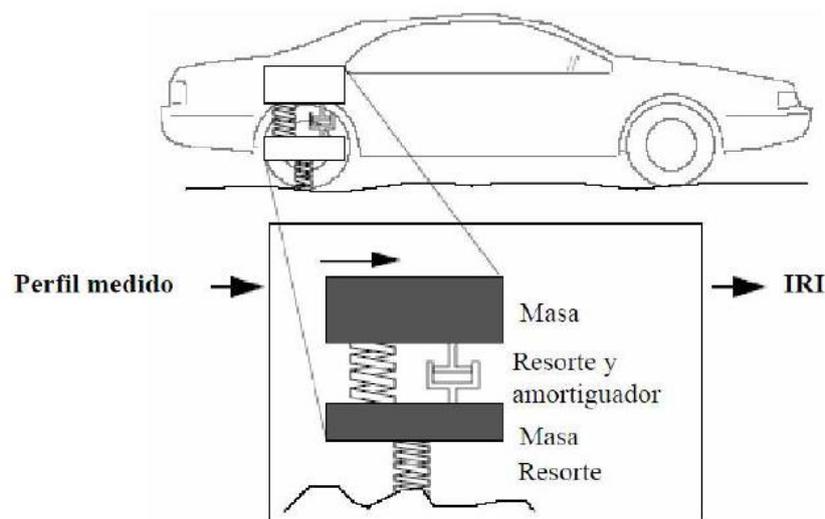


Fig. 21. Modelo del Cuarto de coche

Fuente: Indicadores de calidad en carreteras. Índice de Regularidad Internacional (IRI), UPC



Las ecuaciones dinámicas de estos elementos forman un sistema que utiliza como dato de entrada el perfil de la entrada de la carretera (en la parte inferior del “muelle del neumático”). El movimiento vertical del eje respecto a la masa suspendida se calcula y acumula. El valor en m/km (metros verticales acumulados por la suspensión por kilómetro recorrido) es la medida final de la regularidad.

Condiciones de los pliegos:

Según indica el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares, el Concesionario deberá realizar mediciones de la regularidad superficial **cada doce meses**, desde la fecha de la comprobación material de las obras de construcción de las vías.

Durante el año 2016, el Concesionario realizó las mediciones del IRI tanto en **todos los carriles de cada una de las calzadas de la CV-35** (entre el PK 2+600 y el PK 36 + 240) y de la CV-50 (entre el PK 90+560 y el PK 94+470), como en los carriles que constituyen la **calzada única de la CV-35** desde el PK 37+200 hasta el límite de la concesión.

Tal y como indica el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares, para determinar el IRI **se divide cada tramo en subtramos de 1.000 metros** de longitud por sentido, y se toman **mediciones cada 20 metros en cada uno de ellos**. Los resultados para cada subtramo deben ser los que a continuación se indican:

- **Valor máximo de una medición:** $\leq 3,00$.
- **IRI medio de 50 mediciones:** $\leq 1,50$.
- **Desviación típica de la muestra de 50 mediciones:** $\leq 0,25$.

El Concesionario deberá **informar a la Generalitat Valenciana** del resultado de cada ensayo en el momento en que éste obre en su poder.

En el caso de que alguna de las tres especificaciones anteriores supere los valores citados, el Concesionario deberá, de forma inmediata, **proponer a la Generalitat Valenciana las medidas que se tomarán para conseguir que los índices con valores superiores alcancen las magnitudes exigidas**. Cuando la Generalitat Valenciana apruebe las medidas propuestas, el Concesionario deberá ejecutarlas de forma inmediata, de acuerdo con las condiciones meteorológicas.

Si no se entregan a la Generalitat Valenciana los resultados de cada ensayo, o no se propone de forma inmediata el conjunto de medidas correctoras, o no se comienza su ejecución cuando lo permitan las condiciones meteorológicas según el criterio de la Generalitat Valenciana, el Concesionario sufrirá una **penalización** tal y como se recoge en el apartado Incumplimientos del PPTP.



Por lo tanto, el PPTP hace referencia a los valores de IRI medios de cada subtramo, valores máximos y desviación típica.

Por otro lado, el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares especifica una serie de penalizaciones o bonificaciones en función de todos los valores IRI obtenidos, tal y como se describe a continuación:

- Si el IRI medido **es inferior a 1,5 m/km en menos de un 80%** por ciento de la longitud ensayada **se penalizará con una reducción del 3,0%** del Canon base de demanda.
- Si el IRI medido **es inferior a 1,5 m/km entre un 80 y un 85%** por ciento de la longitud ensayada **se penalizará con una reducción del 2,0%** del Canon base de demanda.
- Si el IRI medido **es inferior a 1,5 m/km entre un 90 y un 95%** por ciento de la longitud ensayada **se bonificará con un incremento del 1,0%** del Canon base de demanda.
- Si el IRI medido **es inferior a 1,5 m/km en más de un 95%** por ciento de la longitud ensayada **se bonificará con un incremento del 2,0%** del Canon base de demanda.

Para el año 2.016 los resultados son los siguientes:

| Valores IRI medido | % | Bonificación / penalización |
|--------------------|-------|-------------------------------|
| < 1,5 m/km | 92,45 | Bonifica el 1% del canon base |

Tabla. 28. Cálculo de % bonificación del IRI.

Fuente: Elaboración propia.

No obstante, también hay que atender a la aplicación del criterio que establece el PPTP para determinar la necesidad de actuación en un determinado subtramo. Se debe comprobar el adecuado **cumplimiento de las tres condiciones (IRI medio, IRI max y desviación típica) que establece el PPTP** para considerar que un subtramo presenta unos valores de IRI adecuados y determinar si precisa o no que se realice actuación alguna.

En este sentido, con los resultados obtenidos **no se cumple el parámetro de la desviación típica**, ni se ha presentado la propuesta de mejora que exige el artículo 14 del PPTP. Sin embargo, los valores que no cumplían la desviación típico no han sido considerados lo suficientemente representativos para impedir la bonificación.



Por lo tanto, para la aplicación de este indicador se propuse lo siguiente:

Aplicar para el ejercicio 2017 una **bonificación sobre el canon base de demanda del 1%**, con lo que el valor del indicador será de 1,01, debido a que el IRI medido es inferior a 1,5 m/km entre un 90 y un 95 % de la longitud ensayada, tal y como establece la cláusula 56,5 del PCAP. De esta forma:

| Canon base Abril - Diciembre | % Bonificación | % Penalización | Importe bonificación | Importe penalización |
|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|
| 9.371.694,08 € | 1% | - | 93.716,94 € | - |

Tabla. 29. Cálculo de bonificación del IRI.
Fuente: Elaboración propia.

4.3.2. ANÁLISIS Y PROPUESTAS DE MEJORA DEL INDICADOR IRI.

Una vez analizado el cálculo y la interpretación de los pliegos del IRI se vuelve a constatar, al igual que con el CRT, la poca claridad en la redacción, dando lugar a las dos mismas posibles interpretaciones que existían con el CRT. Por ello, se han comparado también los valores.

- **Opción 1:** Cumplimiento/no cumplimiento de los % en relación al número de mediciones.

| IRI CV-35 | |
|------------------------------------------|---------|
| Distancia (m) IRI _{med} <1,5 | 185.580 |
| Distancia (m) IRI _{med} >1,5 | 15.440 |

| IRI CV-50 | |
|------------------------------------------|--------|
| Distancia (m) IRI _{med} <1,5 | 15.220 |
| Distancia (m) IRI _{med} >1,5 | 960 |

| IRI CV-50 | | | |
|------------------------------------------|---------|---------------------------|-----------------------------------|
| Distancia (m) IRI _{med} <1,5 | 200.800 | % IRI _{med} <1,5 | Reducción / Bonificación canon |
| | | 92,45 | |
| Distancia (m) IRI _{med} >1,5 | 16.400 | % IRI _{med} >1,5 | +1% |
| | | 7,55 | |

Tabla. 30. Cálculo de bonificación del IRI (Opción 1. % de puntos)
Fuente: Elaboración propia.



- **Opción 2:** Cumplimiento/no cumplimiento de los % en relación a los valores medios obtenidos, dividiendo en sectores de 1.000 m la medición.

| IRI CV-35 | |
|-----------------------------|---------|
| Distancia (m) IRImed<1,5 | 197.900 |
| Distancia (m) IRImed>1,5 | 2.000 |

| IRI CV-50 | |
|-----------------------------|--------|
| Distancia (m) IRImed<1,5 | 16.100 |
| Distancia (m) IRImed>1,5 | 0 |

| IRI CV-50 | | | |
|-----------------------------|---------|--------------|-----------------------------------|
| Distancia (m) IRImed<1,5 | 214.000 | % IRImed<1,5 | Reducción / Bonificación canon |
| | | 99,07 | |
| Distancia (m) IRImed>1,5 | 2.000 | % IRImed>1,5 | +2% |
| | | 0,93 | |

Tabla. 31. Cálculo de bonificación del IRI (Opción 2. % longitud con segmentos de 1000 m)
Fuente: Elaboración propia.

A diferencia que con el CRT, la diferente interpretación si trae consigo una bonificación distinta, ya que en la opción 1 se bonifica un % y en la opción 2 un 2%. **Este 1 % de diferencia se traduce en 93.716,94 €**, pudiendo bonificarse justo el doble.

Conociendo los valores y las circunstancias expuestas, se puede concluir:

- A diferencia del CRT, en el IRI si se han medido todos los carriles de todas las vías sin una limpieza previa.
- Al igual que con el CRT, existe la **posibilidad de interpretar los pliegos (PCAP y PPTP) de diferente manera** y, por lo tanto, contabilizar los valores de diferente forma. Parece más lógico analizar los porcentajes en base al CRT medio de tramos de 1.000 m y no de cada medición puntual.
- Se considera al IRI como un indicador fiable y de utilidad contrastada para reflejar la calidad del firme.

PROPUESTA:

A la vista de los resultados y experiencia obtenidos en la campaña de auscultaciones realizada por el Concesionario, para la aplicación del presente indicador se propone que:

- **Las mediciones deberán ser representativas de la totalidad de la calzada.** Para ello, para las campañas de auscultación se propone una **planificación** para caracterizar adecuadamente la seguridad de toda la calzada al igual que con el



CRT. Dado que se ha medido la totalidad de la calzada en el año 2.016, cabe esperar que se siga realizando en el futuro.

- Se deben redactar las cláusulas de los pliegos de manera **que no se tenga más de una interpretación**, considerando los valores medios de tramos de 1.000 m.

4.4. INDICADOR DE CONGESTIÓN EN LA VÍA.

4.4.1. DEFINICIÓN DEL INDICADOR DE CONGESTIÓN EN LA VÍA.

El cálculo del valor de este indicador se fundamenta, según se establece en el **artículo 56 del PCAP**, en la aplicación de la operativa que contiene en el **HCM 2000 (Highway Capacity Manual 2000)** para obtener el número de horas al año en las que se produce, en los distintos tramos, situaciones de tráfico con niveles de servicio E y F.

Para tener en cuenta el nivel de servicio que presta la vía a los usuarios, se calculará el siguiente **indicador anual de congestión en la vía**. Éste, de forma anual se calcula mediante la siguiente expresión:

$$IS = \sum_{j=1}^{j=r} \frac{(h + 2 \cdot n_j^{EF}) \cdot l_j}{h \cdot \sum_{j=1}^{j=r} l_j}$$

Donde:

IS = Valor del indicador en el año considerado

l_j = Longitud de tramo j en kilómetros.

r = Número de tramos diferenciados en que se divide la concesión.

n_j^{EF} = Número de horas en el año con nivel de servicio E y F, calculados según el manual de capacidad americano del año 2000 (Highway Capacity Manual 2000 (HCM2000) del Transportation Research Board), en el tramo j, no imputables a tramos externos a la concesión.

h = Número total de horas del año considerado

De acuerdo con lo previsto en el artículo 56 del PCAP, la tramificación de la concesión así como la manera de evaluar el nivel de servicio en cada tramo han sido los especificados en el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares, de acuerdo con el HCM 2000, aplicando los distintos procedimientos de cálculo de niveles de servicio que allí se contemplan, por lo que las vías objeto de concesión para la aplicación de este



indicador se han clasificado en: **Multilane Higways, Basic Freeway Segments y Two-lane Highways.**

Dado que los pliegos de la concesión fueron aprobados con carácter general el 20 de diciembre de 2004, no se incluyó en su elaboración una **actualización del HCM 2000 con correcciones y modificaciones** que salió ese mismo **año 2004**. Por tanto, los cálculos se han venido haciendo con la versión del 2000 sin actualizar, tal y como especificaba el PCAP. De este modo, en este estudio se expondrá el nuevo proceso de cálculo, el cual no difiere en demasía con el anterior y únicamente afecta a los tramos de carretera convencional con el objeto de realizar una comparativa entre ambos métodos.

Además, se expondrá la clasificación de los distintos niveles de servicio (A-F) en base al tráfico producido en **cuartos de hora**, adaptando la formulación empleada por el HCM a su fin. De esta forma se pretende el distinguir los períodos punta dentro de las horas con mayor intensidad de tráfico, situación que puede resultar beneficiosa para el concesionario dado que se contabilizarán los **cuartos de hora con nivel de servicio E y F** y no la hora completa, aunque alguno de sus cuartos de hora no tengan una intensidad de tráfico tan elevada.

En el artículo 18: Control del tráfico, del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares se establece el número y ubicación de los puntos de conteo, exigiendo, al menos, un punto en cada tramo, con objeto de medir el tráfico del tronco.

A su vez, la actuación objeto de la concesión se divide en **siete tramos** claramente diferenciados:

- Tramo 1: Valencia – A-7.
- Tramo 2: A-7 – la Pobla de Vallbona.
- Tramo 3: la Pobla de Vallbona – Lliria.
- Tramo 4: Lliria – Casinos.
- Tramo 5: variante de Casinos.
- Tramo 6: Casinos – Losa del Obispo
- Tramo 7: Variante de Benaguasil y Conexión de la CV-50 con la autovía CV-35 de Lliria.

Para cada uno de estos tramos, el PPTP define unos subtramos y unas longitudes asociadas a los mismos, que se indican a continuación:



ESTUDIO DE INDICADORES DE EXPLOTACIÓN Y CONSERVACIÓN EN LA CONCESIÓN DE LA CARRETERA CV-35, PROVINCIA DE VALENCIA. ANÁLISIS Y PROPUESTAS DE MEJORA.
AUTOR: ALESANDER MONZÓN HERNÁNDEZ



| TRAMO | ERU | SECCIÓN | SENTIDO | PK |
|------------|-----|---------|---------|--------|
| T1 | 1 | 1 | C | 3+250 |
| | | 2 | D | |
| | 2 | 3 | C | 4+900 |
| | | 4 | D | |
| | 3 | 5 | C | 6+350 |
| 6 | | D | | |
| 4 | 7 | C | 7+480 | |
| | 8 | D | | |
| 5 | 9 | C | 8+300 | |
| | 10 | D | | |
| T2 | 6 | 12 | D | 9+225 |
| | 7 | 11 | C | 9+220 |
| | 8 | 15 | C | 11+220 |
| | | 16 | D | |
| | 9 | 18 | C | 12+900 |
| | | 17 | D | |
| | 10 | 19 | C | 14+880 |
| 20 | | D | | |
| 11 | 21 | C | 16+750 | |
| | 22 | D | | |
| 12 | 23 | C | 17+720 | |
| | 24 | D | | |
| T3 | 13 | 25 | C | 19+780 |
| | | 26 | D | |
| | 14 | 27 | C | 22+900 |
| 28 | | D | | |
| 15 | 29 | C | 24+700 | |
| | | 30 | D | |
| T4 | 16 | 31 | C | 26+700 |
| | | 32 | D | |
| | 17 | 33 | C | 27+550 |
| | | 34 | D | |
| | 18 | 35 | C | 28+850 |
| 36 | | D | | |
| 19 | 37 | C | 31+920 | |
| | 38 | D | | |
| 20 | 39 | C | 36+630 | |
| | 40 | D | | |
| T5 | 21 | 41 | C | 38+400 |
| | | 42 | D | |
| 22 | 43 | C | 40+320 | |
| | 44 | D | | |
| T6 | 23 | 45 | C | 49+600 |
| | | 46 | D | |
| 24 | 47 | C | 51+300 | |
| | 48 | D | | |
| T7 | 25 | 53 | C | 94+980 |
| | | 54 | D | |
| | 26 | 51 | C | 93+740 |
| 52 | | D | | |
| 27 | 49 | C | 91+560 | |
| | | 50 | D | |
| Colectoras | 6 | 13 | D | 9+225 |
| | 7 | 14 | C | 9+220 |

Tabla. 32. Subtramos de conteo de vehículos en la CV-35. Fuente: PPTP concesión CV-35.



4.4.2. CÁLCULO DEL INDICADOR DE CONGESTIÓN EN LA VÍA.

En el ámbito de las vías objeto de concesión, se presentan los siguientes casos considerados en el Manual de Capacidad de Carreteras del año 2000 (HCM 2000, High Capacity Manual):

- **Segmentos básicos de carretera convencional.** Para los segmentos del 41 al 48.
- **Segmentos básicos de carretera multicarril,** para tramos de periurbanos de autovía con velocidad libre inferior a 90 Km/h. Para los segmentos 1, 2, 4, 13 y 14.
- **Segmentos básicos de autovía,** con velocidad libre entre 90 y 120 Km/h. Para el resto de segmentos.

Se definirá el proceso de cálculo para cuartos de hora, el cual es similar al cálculo por hora para segmentos de carretera multicarril y segmentos básicos de autovía y difiere en algunas tablas incluidas en las correcciones de 2004 con respecto a la edición del HCM del 2000 en el caso de los segmentos básicos de carretera convencional.

Además, se incluirán aquellas propuestas de correcciones de parámetros de cálculo supuestos constantes en función del tramo. Dichos parámetros se adjuntan en el Anexo de Cálculo de nivel de servicio, reflejando en amarillo cuales han sido modificados.

SEGMENTOS DE AUTOVÍA (SEGMENTO CONTEO 3, 5-12, 15-40 Y 49-54):

La variable del tráfico que determina el nivel de servicio es la densidad.

$$D = \frac{V_p}{S}$$

La base de cálculo son los valores de intensidades de tráfico obtenidos de cada intervalo de 15 minutos para obtener el nivel de servicio y la densidad de cada cuarto de hora para cada una de las secciones.

El cálculo de la Velocidad Media (S), así como del Nivel de Servicio se realiza por medio de la siguiente tabla incluida en el Manual de Capacidad de Carreteras del año 2000 (HCM 2000, High Capacity Manual), como tabla 23-3.

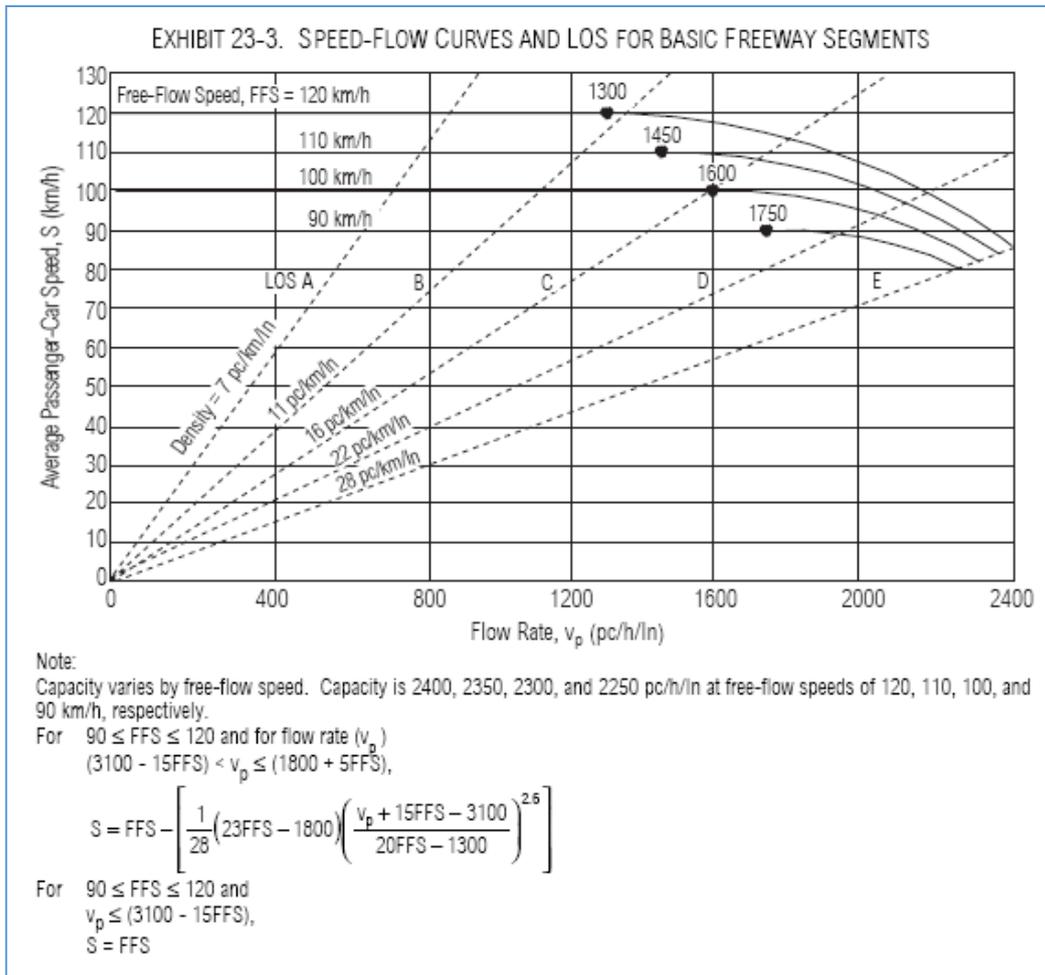


Fig. 22. Figura 23-3 del HCM 2000
 Fuente: HCM 2000

a. DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD LIBRE (FFS):

El HCM 2000 permite dos sistemas de obtención:

- **Medida:** Permite cualquier técnica con unas condiciones para su obtención:
 - ◆ Intensidad menor a 1300 veh/h/carril.
 - ◆ Laboral fuera de picos
 - ◆ Todos los turismos o una muestra representativa (10%)
 - ◆ Todos los carriles.
 - ◆ Si incluye pesados, sólo es válido en llano o desniveles moderados.
- **Estimada:** A partir de la velocidad libre básica (velocidad de proyecto / velocidad legal), mediante factores correctores.



$$FFS = BFFS - F_{LW} - F_{LC} - F_N - F_{ID}$$

El sistema de conteo permite obtener las velocidades medias de circulación en cada minuto. Los inconvenientes que presenta este sistema:

- Depuración de minutos de tráfico cero.
- Depuración de minutos de congestión.
- Necesidad de programación para filtrar periodos válidos.
- Valores distintos año a año.

La estimación de la velocidad libre, supone considerar un valor constante año a año. Si se opta por ello, hay que efectuar correcciones en los factores que actualmente están implementados para la estimación de la velocidad libre:

- **Velocidad libre básica (BFFS):** Se considera la velocidad máxima legal.
- **Ajuste por anchura de carril (F_{LW}):** Se considera 1 en todos los casos.
- **Ajuste por ancho libre de obstáculos (F_{LC}):** Se considera 0 en todos los casos.
- **Ajuste por número de carriles (F_N):** Varía entre 2,4 y 7,3 en función del número de carriles de cada sección.

Número de carriles:

| Segmento | Actual | Propuesto | Observaciones |
|----------|--------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 17 | 3 | 4 | Descendente, Via colectora de dos carriles que desemboca en carril de trenzado con salida hacia L'Eliana. |
| 18 | 4 | 3 | Ascendente, Todo el tramo es de 3, excepto incorporación L'Eliana hacia Lliria |
| 25 | 3 | 2 | Ascendente, a partir del 19+800 (aprox) pasa a 2. |
| 26 | 3 | 2 | Descendente, 2 hasta 19+800 (aprox) que pasa a 3 |



| | | | |
|----|---|---|---------------------------------------------------------------|
| 31 | 3 | 2 | Ascendente, sección crítica enlace CV-25 |
| 32 | 3 | 2 | Descendente, sección crítica enlace CV-25 |
| 36 | 3 | 2 | Descendente, secciones críticas enlace Hospital y Lliria Oest |

Tabla. 33. Propuesta de modificación de número de carriles.
Fuente: Elaboración propia.

Factor Fn:

| Segmento | Actual | Propuesto | Observaciones |
|-------------|---------|-----------|---------------------------------------------|
| 17 | 4,8 | 2,4 | Cambio número carriles considerado |
| 18 | 2,4 | 4,8 | Cambio número carriles considerado |
| 25 y 26 | 2,4 | 7,3 | Cambio número carriles considerado |
| 27 hasta 40 | 7,3/4,8 | 0 | Ámbito rural (HCM considera que debe ser 0) |
| 49 hasta 54 | 7,3 | 0 | Ámbito rural (HCM considera que debe ser 0) |

Tabla. 34. Propuesta de modificación de factor Fn
Fuente: Elaboración propia.

- **F_{ID}, Factor por densidad de enlaces:** Toma valor 0 en todas las secciones a excepción de la 10 y la 12 donde su valor es de 1,1.
 - La densidad se obtiene como la inversa de la separación entre ramales de entrada.
 - Se debe considerar para estudiar una sección, el segmento de 10 km (5 Km aguas arriba y 5 km aguas abajo), considerando.
 - **Sólo ramales de entrada** de arterias principales de tráfico o enlaces con autovías (punto sección común). En este sentido habría que considerar los siguientes enlaces:
 - ♦ CV-30, Ronda Norte
 - ♦ CV-365, Paterna
 - ♦ CV-31, Distribuidor



- ♦ A-7/ Parque tecnológico,
- ♦ San Antonio de Benagéber /Bétera CV-336
- ♦ CV-50

| Segmento | Actual | Propuesto | Observaciones |
|----------|--------|-----------|---------------|
| 10 | 0 | 1,1 | |
| 12 | 0 | 1,1 | |

Tabla. 35. Propuesta de modificación de factor por densidad de enlaces
Fuente: Elaboración propia.

b. DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD EQUIVALENTE (V_p):

$$V_p = \frac{V}{PHF \times N \times f_{HV} \times f_P}$$

- **Intensidad del cuarto de hora (V):** Número de vehículos que discurren por cada sección en cada cuarto de hora multiplicada por 4.
- **Factor de hora punta (PHF):** Se calcula para cada cuarto de hora y cada sección el valor del PHF como el cociente entre la Intensidad Horaria y cuatro veces la intensidad del cuarto de hora con mayor intensidad de tráfico dentro de cada hora. Para cada cuarto de hora calculado se utilizará la intensidad horaria correspondiente a la suma del cuarto de hora anterior, el cuarto de hora calculado y los dos cuartos de hora siguientes.
- **Número de carriles (N):** De acuerdo a lo comentado para la determinación de la velocidad libre respecto del ajuste por número de carriles.
- **Ajustes por vehículos pesados (f_{HV}):**

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T \times (E_T - 1) + P_R \times (E_R - 1)}$$

- P_T es el **porcentaje de vehículos pesados** que se calculará para cada cuarto de hora y cada sección.
- E_T es el **factor equivalente de vehículos pesados**, que tomará un valor de 1,5 para todas las secciones excepto de la sección 53 donde su valor será de 2,5, por tratarse en este caso de un terreno ondulado.



| Segmento | Actual | Propuesto | Observaciones |
|----------|--------|-----------|------------------------------------------------------------|
| 53 | 1,5 | 2,5 | Por ser el terreno en el entorno de esta sección ondulado. |

Tabla. 36. Propuesta de modificación de factor equivalente de vehículos pesados
Fuente: Elaboración propia.

- P_R es el **porcentaje de vehículos de recreo** que se considerará 0 para todas las secciones, por ser el tránsito de este tipo de vehículos prácticamente inexistente.
- E_R es el **factor equivalente de vehículos de recreo**, que no afectará al cálculo del nivel de servicio.
- **Ajustes por tipo de conducción (f_p):** No está implementado. El valor es entre 0,85 y 1. Se puede considerar 1, tipo de conducción habitual.

SEGMENTOS CARRETERA MULTICARRIL (SEGMENTO CONTEO 1, 2, 4, 13 Y 14).

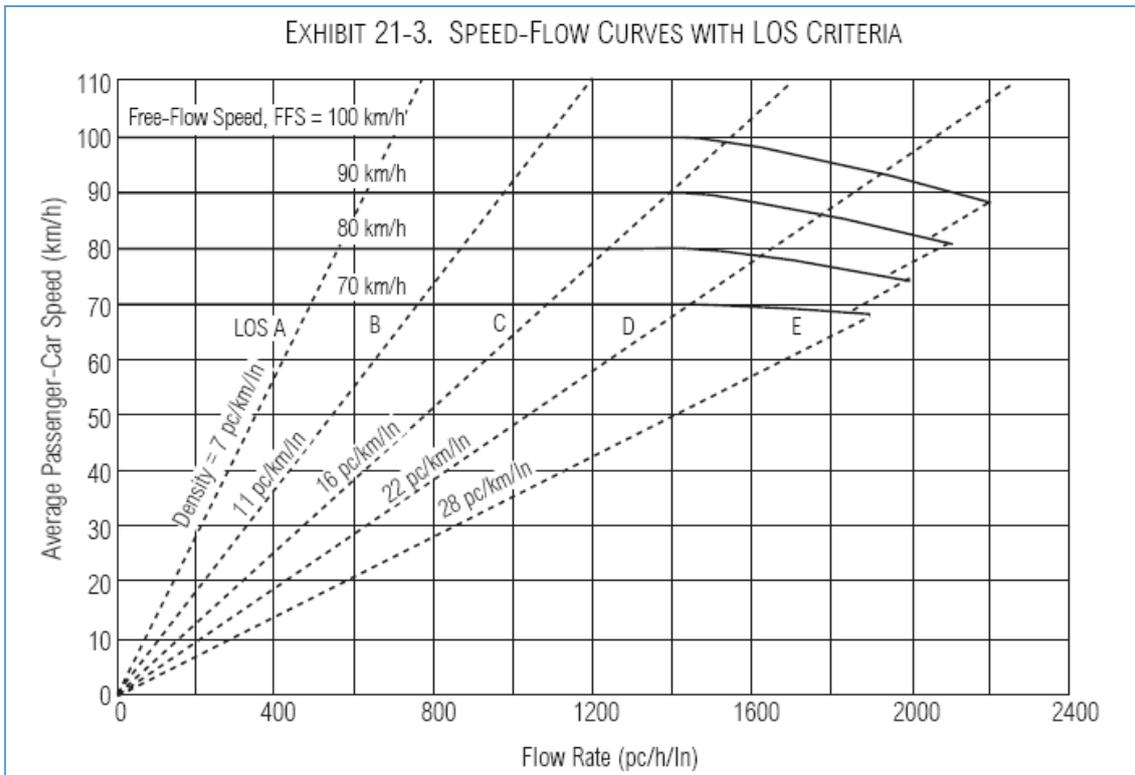
La variable del tráfico que determina el nivel de servicio es la densidad. La formulación de los factores para calcularla, guarda similitudes con la empleada en los tramos de segmentos de autovía.

De igual forma que para el caso de tramos de autovía, la base de cálculo son los valores de intensidades de tráfico obtenidos de cada intervalo de 15 minutos para obtener el nivel de servicio y la densidad de cada cuarto de hora para cada una de las secciones.

La variable del tráfico que determina el nivel de servicio es la densidad.

$$D = \frac{V_p}{S}$$

El cálculo de la Velocidad Media (S), así como del Nivel de Servicio se realiza por medio de la siguiente tabla incluida en el Manual de Capacidad de Carreteras del año 2000 (HCM 2000, High Capacity Manual), como tabla 21-3.



Note:

Maximum densities for LOS E occur at a v/c ratio of 1.0. They are 25, 26, 27, and 28 pc/km/ln at FFS of 100, 90, 80, and 70 km/h, respectively. Capacity varies by FFS. Capacity is 2,200, 2,100, 2,000, and 1,900 pc/h/ln at FFS of 100, 90, 80, and 70 km/h, respectively.

For flow rate (v_p), $v_p > 1400$ and

$90 < \text{FFS} \leq 100$ then

$$S = \text{FFS} - \left[\left(\frac{9.3}{25} \text{FFS} - \frac{630}{25} \right) \left(\frac{v_p - 1,400}{15.7\text{FFS} - 770} \right)^{1.31} \right]$$

For $v_p > 1,400$ and

$80 < \text{FFS} \leq 90$ then

$$S = \text{FFS} - \left[\left(\frac{10.4}{26} \text{FFS} - \frac{696}{26} \right) \left(\frac{v_p - 1,400}{15.6\text{FFS} - 704} \right)^{1.31} \right]$$

For $v_p > 1,400$ and

$70 < \text{FFS} \leq 80$ then

$$S = \text{FFS} - \left[\left(\frac{11.1}{27} \text{FFS} - \frac{728}{27} \right) \left(\frac{v_p - 1,400}{15.9\text{FFS} - 672} \right)^{1.31} \right]$$

For $v_p > 1,400$ and

$\text{FFS} = 70$ then

$$S = \text{FFS} - \left[\left(\frac{3}{28} \text{FFS} - \frac{75}{14} \right) \left(\frac{v_p - 1,400}{25\text{FFS} - 1,250} \right)^{1.31} \right]$$

For $v_p \leq 1,400$, then

$$S = \text{FFS}$$

Fig. 23. Figura 21-3 del HCM 2000

Fuente: HCM 2000



c. DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD LIBRE:

El HCM 2000 calcula la velocidad estimada en base a la siguiente expresión:

$$FFS = BFFS - f_{LW} - f_{CL} - f_M - f_A$$

Para la estimación de la velocidad libre, hay que efectuar correcciones en los factores que actualmente están implementados según se describe a continuación:

- **Velocidad libre básica (BFFS):** El HCM indica que para limitaciones a 80 y 90 km/h, se supera habitualmente en 8 km/h, por lo que debe considerarse dicho incremento, es decir 88 km/h para las cinco secciones.
- **Ajuste por anchura de carril (f_{LW}):** Toma un valor de 1 en todos los casos.
- **Ajuste por distancia total libre de obstáculos (f_{CL}):** El concepto difiere del segmento de autovía, al considerar la suma de las distancias libre en ambos márgenes de la calzada, es decir, también el arcén interior. Toma un valor de 0,6 en todos los casos.

| Segmentos | Actual | Propuesto | Observaciones |
|------------------|--------|-----------|--------------------|
| 1, 2, 4, 13 y 14 | 0 | 0,6 | Suma entre 3 y 3,6 |

Tabla.37. Propuesta de modificación de factor por distancia total libre de obstáculos
Fuente: Elaboración propia.

- **Ajuste por tipo de mediana (f_M):** Toma valor de 0 en todos los casos.

| Segmentos | Actual | Propuesto | Observaciones |
|------------------|-----------|-----------|---------------------|
| 1, 2, 4, 13 y 14 | 4,8 / 7,3 | 0 | Mediana con barrera |

Tabla. 38. Propuesta de modificación de factor por tipo de mediana
Fuente: Elaboración propia.



- **Ajuste por distancia entre accesos (f_A):** Toma valor 0 en las secciones 1, 2 y 4, mientras en las secciones 13 y 14 toma valores de 0,20 y 0,27 respectivamente.

| Segmentos | Actual | Propuesto | Observaciones |
|-----------|--------|-----------|---------------|
| 13 | 0 | 0,20 | |
| 14 | 0 | 0,27 | |

Tabla. 39. Propuesta de modificación de factor por distancia entre accesos
Fuente: Elaboración propia.

d. DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD EQUIVALENTE:

La formulación es la misma que la empleada para segmentos básicos de autovía.

$$V_p = \frac{V}{PHF \times N \times f_{HV} \times f_p}$$

- **Intensidad del cuarto de hora (V):** Número de vehículos que discurren por cada sección en cada cuarto de hora multiplicada por 4.
- **Factor de hora punta (PHF):** Se calcula para cada cuarto de hora y cada sección el valor del FHP como el cociente entre la Intensidad Horaria y cuatro veces la intensidad del cuarto de hora con mayor intensidad de tráfico dentro de cada hora. Para cada cuarto de hora calculado se utilizará la intensidad horaria correspondiente a la suma del cuarto de hora anterior, el cuarto de hora calculado y los dos cuartos de hora siguientes.
- **Número de carriles (N).**
- **Ajustes por vehículos pesados (fHV):**

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T \times (E_T - 1) + P_R \times (E_R - 1)}$$

- P_T es el **porcentaje de vehículos pesados** que se calculará para cada cuarto de hora y cada sección.
- E_T es el **factor equivalente de vehículos pesados**, que tomará un valor de 1,5 para todas las secciones.
- P_R es el **porcentaje de vehículos de recreo** que se considerará 0 para todas las secciones, por ser el tránsito de este tipo de vehículos prácticamente inexistente.



- E_R es el **factor equivalente de vehículos de recreo**, que no afectará al cálculo del nivel de servicio.
- **Ajustes por tipo de conducción (fP)**: No está implementado. El valor es entre 0,85 y 1. Se puede considerar 1, tipo de conducción habitual.

SEGMENTOS DE CARRETERA CONVENCIONAL (SEGMENTO CONTEO 41-48)

La metodología a seguir para la obtención de los niveles de servicio basada en el Manual de Capacidad (HCM 2000) es diferente a la metodología empleada para autovías y carreteras multicarril. La variable fundamental de tráfico que define el nivel de tráfico es el **porcentaje de tiempo de demora**, que difiere de las tipologías anteriores y no está implementado en el programa HORUS.

Los Datos de entrada para la obtención del nivel de servicio son los siguientes:

- Nº de vehículos que circulan por cada sección cada 15 minutos: I_{15}
- % de pesados de cada cuarto de hora: P_t
- Velocidad específica: VLB
- Ancho de carril
- Ancho de arcén
- Nº de accesos
- % de tramo con prohibición de adelantar.
- Tipo de Terreno

Para el cálculo de los niveles de servicio siguiendo un análisis direccional en primer lugar hemos de obtener:

- **VELOCIDAD MEDIA.**
- **PORCENTAJE DE TIEMPO DE DEMORA.**

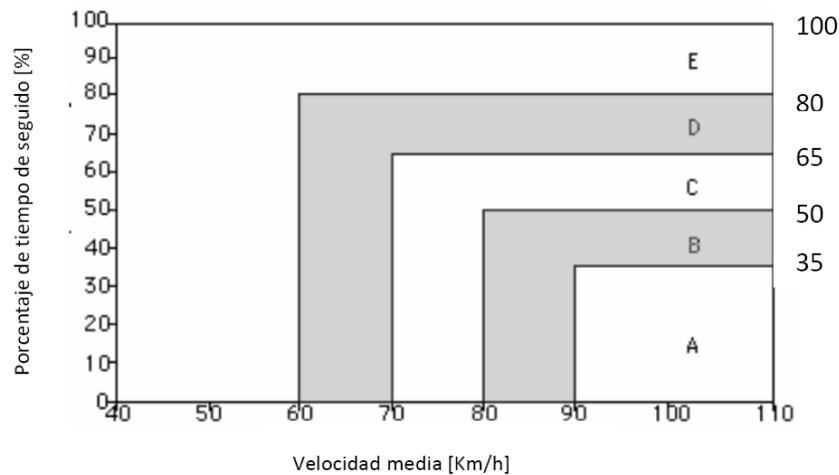


Fig. 24. Relación entre Velocidad media, porcentaje de tiempo de seguimiento para obtención del nivel de servicio.

Fuente: HCM 2000

La base de cálculo son los valores de intensidades de tráfico obtenidos de cada intervalo de 15 minutos para obtener el nivel de servicio y el porcentaje de tiempo de demora de cada cuarto de hora para cada una de las secciones.

A. VELOCIDAD MEDIA (VM_D / ATS):

La Velocidad Media se calcula mediante la siguiente expresión:

$$VMd = VLd - 0,0125 \times (I_{eqdv} + I_{eqov}) - f_{pa}$$

Donde:

A.1.- Velocidad libre estimada (VL_d / FFS_d).

Se calcula en base a la siguiente expresión:

$$VLd = VLB - f_a - f_c$$

Donde:

- **VLB (BFFS):** es la velocidad específica en Km/hora. Esta velocidad toma un valor de 100 Km/hora en todas las secciones.
- **f_a (f_{ls})** es un factor corrector en función de la anchura de carril y de la del arcén. Se obtiene a partir de la tabla 20.5 del HCM 2000 que su valor para las secciones a estudiar es de 0,7.



- **fc (fA)** se obtiene a partir de la tabla 20.6 y depende del nº de accesos. Su valor es de 0 para todas las secciones estudiadas.

Por lo tanto el valor de Vld (FFSd) para todas las secciones es de 99,3 Km/hora.

A.2.- Intensidad equivalente para cálculo de Velocidad (I_{eqdv} /Vd).

$$I_{eqdv} = \frac{I}{FHP \times f_i \times f_{pa}}$$

Donde:

- **I (V): Intensidad en veh/15min.** Es para cada sección y cada cuarto de hora, el número de vehículos que circulan sobre la misma en un cuarto de hora multiplicados por 4.
- **FHP (PHF):** Se calcula para cada cuarto de hora y cada sección el valor del FHP como el cociente entre la Intensidad Horaria y cuatro veces la intensidad del cuarto de hora con mayor intensidad de tráfico dentro de cada hora. Para cada cuarto de hora calculado se utilizará la intensidad horaria correspondiente a la suma del cuarto de hora anterior, el cuarto de hora calculado y los dos cuartos de hora siguientes.
- **f_i (Fi)** se obtiene por medio de la tabla 20.7 de la HCM 2000, a partir del tipo de terreno y de una I_{eq} que suponemos (empezamos por la Intensidad del horaria de la sección y de la hora que calculamos). Posteriormente, una vez calculado el I_{eqdv} se vuelve a emplear la misma tabla para obtener de nuevo el f_i a partir de la I_{eqdv} calculada. Si vuelve a obtenerse el mismo f_i el cálculo se da por correcto. Si se obtiene un f_i diferente, vuelve a calcularse el I_{eqdv} nuevamente con este nuevo f_i hasta que este parámetro se repita dos veces seguidas.



| leq (vehículos / hora) | SECCIÓN | | | | | | | |
|---------------------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 |
| 0-300 | 0,71 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 301-600 | 0,93 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| >600 | 0,99 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

Tabla. 40. Valores de fi (proviene de Tabla 20.7 de la HCM 2000)

- f_{cp} (**fvp**) es el ajuste por vehículos pesados que se calcula mediante la siguiente expresión:

$$f_{cp} = \frac{1}{1 + P_T \times (E_T - 1) + P_R \times (E_R - 1)}$$

Donde:

- P_T : porcentaje de pesados de cada cuarto de hora en cada sección.
- E_T : es el coeficiente de equivalencia de vehículos pesados. Se obtiene de la tabla 20.9 del HCM 2000 en función de la Intensidad de vehículos de cada sección cada hora. Los valores son diferentes para la sección 41 por ser el terreno en este caso ondulado.

| I ₆₀ (vehículos / hora) | SECCIÓN | | | | | | | |
|---------------------------------------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 |
| 0-300 | 2,5 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 |
| 301-600 | 1,9 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 |
| >600 | 1,5 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 |

Tabla. 41. Valores de Et (proviene de Tabla 20.9 de la HCM 2000)

- P_R : es el porcentaje de vehículos de recreo que se considerará 0 para todas las secciones, por ser el tránsito de este tipo de vehículos prácticamente inexistente.
- E_R : es el factor equivalente de vehículos de recreo, que no afectará al cálculo del nivel de servicio.



A.3.- Intensidad equivalente opuesta para cálculo de Velocidad (I_{eqov} / V_o).

Se obtiene de forma análoga a la anterior, para cada sección, en el sentido opuesto. Por lo tanto, una vez calculada la intensidad equivalente en cada una de las 8 secciones, sus intensidades equivalentes opuestas serán las siguientes:

I_{eqov} Sección 41 → I_{eqdv} Sección 42

I_{eqov} Sección 42 → I_{eqdv} Sección 41

I_{eqov} Sección 43 → I_{eqdv} Sección 44

I_{eqov} Sección 44 → I_{eqdv} Sección 43

I_{eqov} Sección 45 → I_{eqdv} Sección 46

I_{eqov} Sección 46 → I_{eqdv} Sección 45

I_{eqov} Sección 47 → I_{eqdv} Sección 48

I_{eqov} Sección 48 → I_{eqdv} Sección 47

A.4.- Factor de ajuste para el cálculo de la velocidad media en función del tráfico direccional y % de zonas de no adelantamiento ($f_a / f_d/np$)

Se obtiene entrando en la tabla 20.19 en intervalo en el que se encuentra la intensidad horaria para el sentido contrario (I_{eqdo} / V_o) obtenida, así como con la velocidad libre (V_L / FFS). De no darse datos exactos, se interpola. Para cada sección se interpolará entre los valores que se muestran en la siguiente tabla:



| leqo% [veh/p] | Sección 41 | Sección 42 | Sección 43 | Sección 44 | Sección 45 | Sección 46 | Sección 47 | Sección 48 |
|---------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <100 | 4,609 | 4,649 | 2,4968 | 3,7728 | 4,09875 | 4,25085 | 4,679 | 4,679 |
| 200 | 6,62055 | 6,66195 | 4,3917 | 5,6798 | 6,03075 | 6,21285 | 6,693 | 6,693 |
| 400 | 4,523 | 4,563 | 3,1797 | 3,959 | 4,1575 | 4,2517 | 4,593 | 4,593 |
| 600 | 3,123 | 3,163 | 2,0483 | 2,5159 | 2,693 | 2,813 | 3,193 | 3,193 |
| 800 | 2,223 | 2,263 | 1,3304 | 1,7309 | 1,868 | 1,958 | 2,293 | 2,293 |
| 1000 | 1,82055 | 1,86195 | 1,0667 | 1,426 | 1,536 | 1,596 | 1,893 | 1,893 |
| 1200 | 1,623 | 1,663 | 1,0574 | 1,341 | 1,41275 | 1,44485 | 1,693 | 1,693 |
| 1400 | 1,36255 | 1,38395 | 0,9737 | 1,24205 | 1,28775 | 1,28985 | 1,4 | 1,4 |
| >1600 | 1,15555 | 1,17695 | 0,9674 | 1,071 | 1,086 | 1,086 | 1,193 | 1,193 |

Tabla. 42. Valores de fd/np (proviene de Tabla 20.19 de la HCM 2000, corrección 2004)

La tabla superior sustituye a la tabla 20.20 de la versión de 2000 del HCM.

| leqov [veh/p] | Sección 41 | Sección 42 | Sección 43 | Sección 44 | Sección 45 | Sección 46 | Sección 47 | Sección 48 |
|---------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <100 | 25,5255 | 26,3275 | 14,0995 | 17,851 | 21,44675 | 22,03565 | 26,929 | 26,929 |
| 200 | 28,7613 | 29,4977 | 17,4789 | 21,171 | 24,73525 | 25,38835 | 30,05 | 30,05 |
| 400 | 17,7325 | 18,0465 | 11,729 | 13,464 | 15,31475 | 15,87365 | 18,282 | 18,282 |
| 600 | 11,67895 | 11,99155 | 7,246 | 8,557 | 9,88675 | 10,19725 | 12,226 | 12,226 |
| 800 | 7,4123 | 7,6207 | 4,3167 | 5,2 | 6,11925 | 6,36555 | 7,777 | 7,777 |
| 1000 | 4,71765 | 4,84185 | 2,673 | 3,25 | 3,85875 | 4,04085 | 4,935 | 4,935 |
| 1200 | 3,28065 | 3,36485 | 1,8223 | 2,2465 | 2,70175 | 2,82385 | 3,428 | 3,428 |
| 1400 | 2,19955 | 2,26095 | 1,243 | 1,4965 | 1,775 | 1,865 | 2,307 | 2,307 |
| >1600 | 1,39745 | 1,45605 | 0,87 | 1,0035 | 1,132 | 1,162 | 1,5 | 1,5 |

Tabla. 43. Valores de fpa (proviene de Tabla 20.20 de la HCM 2000)

B. % DE TIEMPO DE DEMORA:

El porcentaje de tiempo de demora se calcula en base a la siguiente expresión:

$$PTSd = PTSBd + f_{pa}$$

Donde:

B.1.- Porcentaje de tiempo de demora base en el sentido estudiado (PTSBd)

Porcentaje de tiempo de demora base en el sentido estudiado (PTSBd) se calcula mediante la siguiente expresión:

$$PTSBd = 100 \times \left[1 - e^{-a \times (I_{eqd\%})^b} \right]$$

Donde:



- **Intensidad equivalente para el cálculo del Tiempo de Demora ($I_{eqd\%}$)**

$$I_{eqd\%} = \frac{I}{FHP \times f_i \times f_{vp}}$$

Donde:

- **I(V): Intensidad en veh/hora.** Es para cada sección y cada cuarto de hora, el número de vehículos que circulan sobre la misma multiplicado por 4.
- **FHP (PHF):** Se calcula para cada cuarto de hora y cada sección el valor del FHP como el cociente entre la Intensidad Horaria y cuatro veces la intensidad del cuarto de hora con mayor intensidad de tráfico dentro de cada hora. Para cada cuarto de hora calculado se utilizará la intensidad horaria correspondiente a la suma del cuarto de hora anterior, el cuarto de hora calculado y los dos cuartos de hora siguientes.
- **f_i (Fi):** Se obtiene por medio de la tabla 20.8 de la HCM 2000, a partir del tipo de terreno y de una I_{eq} que suponemos (empezamos por la Intensidad horaria de la sección y de la hora que calculamos). Posteriormente, una vez calculado el $I_{eqd\%}$ se vuelve a emplear la misma tabla para obtener de nuevo el f_i a partir de la $I_{eqd\%}$ calculada. Si vuelve a obtenerse el mismo valor f_i , el cálculo se da por correcto. Si se obtiene un f_i diferente, vuelve a calcularse el $I_{eqd\%}$ nuevamente con este nuevo f_i hasta este parámetro se repita dos veces seguidas.

| Ieq (vehículos / hora) | SECCIÓN | | | | | | | |
|---------------------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 |
| 0-300 | 0,77 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 301-600 | 0,94 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| >600 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

Tabla. 44. Valores de f_i (proviene de Tabla 20.8 de la HCM 2000)



- f_{vp} es el ajuste por vehículos pesados que se calcula mediante la siguiente expresión:

$$f_{cp} = \frac{1}{1 + P_T \times (E_T - 1) + P_R \times (E_R - 1)}$$

Donde:

- P_T : porcentaje de pesados de cada hora en cada sección.
- E_T : es el coeficiente de equivalencia de vehículos pesados. Se obtiene de la tabla 20.10 del HCM 2000 en función de la Intensidad de vehículos de cada sección cada hora. Los valores son diferentes para la sección 41 por ser el terreno en este caso ondulado.

| I_{60} (vehículos / hora) | SECCIÓN | | | | | | | |
|--------------------------------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 |
| 0-150 | 1,8 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 |
| 151-300 | 1,5 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 |
| >300 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |

Tabla. 45. Valores de E_t (proviene de Tabla 20.10 de la HCM 2000)

- P_R : es el porcentaje de vehículos de recreo que se considerará 0 para todas las secciones, por ser el tránsito de este tipo de vehículos prácticamente inexistente.
- E_R : es el factor equivalente de vehículos de recreo, que no afectará al cálculo del nivel de servicio.

- Factores a y b

Estos factores se obtienen entrando en la tabla 20.21 de la HCM 2000 con la Intensidad equivalente calculada para el tiempo de demora en el **sentido opuesto**. Calculada la intensidad equivalente en cada una de las 8 secciones, sus intensidades equivalentes opuestas serán las siguientes:



| | |
|--------------------------|------------------------|
| $I_{eqo}\%$ Sección 41 → | $I_{eqd}\%$ Sección 42 |
| $I_{eqo}\%$ Sección 42 → | $I_{eqd}\%$ Sección 41 |
| $I_{eqo}\%$ Sección 43 → | $I_{eqd}\%$ Sección 44 |
| $I_{eqo}\%$ Sección 44 → | $I_{eqd}\%$ Sección 43 |
| $I_{eqo}\%$ Sección 45 → | $I_{eqd}\%$ Sección 46 |
| $I_{eqo}\%$ Sección 46 → | $I_{eqd}\%$ Sección 45 |
| $I_{eqo}\%$ Sección 47 → | $I_{eqd}\%$ Sección 48 |
| $I_{eqo}\%$ Sección 48 → | $I_{eqd}\%$ Sección 47 |

En base a estas $I_{eqo}\%$ se obtienen los valores de a y b interpolando en la siguiente tabla:

| I_{eqo} / V_o | a | b |
|-----------------|---------|-------|
| ≤ 200 | -0,0014 | 0,973 |
| 400 | -0,0022 | 0,923 |
| 600 | -0,0033 | 0,87 |
| 800 | -0,0045 | 0,833 |
| 1000 | -0,0049 | 0,829 |
| 1200 | -0,0054 | 0,825 |
| 1400 | -0,0058 | 0,821 |
| ≥ 1600 | -0,0062 | 0,817 |

Tabla. 46. Valores de a y b (proviene de Tabla 20.21 de la HCM 2000, corrección 2004)



Esta tabla sustituye a la tabla 20.21 de la versión de 2000.

| $I_{eq0\%}$ | a | b |
|-------------|--------|-------|
| ≤ 200 | -0,013 | 0,668 |
| 400 | -0,057 | 0,479 |
| 600 | -0,100 | 0,413 |
| 800 | -0,173 | 0,349 |
| 1000 | -0,320 | 0,276 |
| 1200 | -0,430 | 0,242 |
| 1400 | -0,522 | 0,225 |
| ≥ 1600 | -0,665 | 0,199 |

Tabla. 47. Valores de a y b (proviene de Tabla 20.21 de la HCM 2000)

B.2.- Factor de ajuste para el cálculo del porcentaje de tiempo en cola en función del tráfico direccional y % de zonas de no adelantamiento (fa / f d/np)

Se obtiene entrando en la tabla 20.20 con la Intensidad equivalente para el cálculo del Tiempo de Demora **en ambas direcciones**, con el porcentaje de los tramos que se está prohibido adelantar así como la distribución direccional (que se considerará 50/50 para todas las secciones).



| leqo% [veh/p] | Sección 41 | Sección 42 | Sección 43 | Sección 44 | Sección 45 | Sección 46 | Sección 47 | Sección 48 |
|---------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <200 | 52,04 | 52,36 | 41,98 | 46,4 | 49,8 | 50,28 | 52,6 | 52,6 |
| 400 | 65,1 | 65,5 | 52,88 | 57,9 | 62,15 | 62,81 | 65,8 | 65,8 |
| 600 | 57,54 | 57,86 | 48,14 | 51,8 | 55 | 55,6 | 58,1 | 58,1 |
| 800 | 45,97 | 46,33 | 39,74 | 42,2 | 44,2 | 44,44 | 46,6 | 46,6 |
| 1400 | 29,08 | 29,32 | 24,32 | 25,9 | 27,4 | 27,76 | 29,5 | 29,5 |
| 2000 | 18,59 | 18,71 | 15,58 | 16,6 | 17,6 | 17,84 | 18,8 | 18,8 |
| 2600 | 10,23 | 10,27 | 8,6 | 9,1 | 9,65 | 9,83 | 10,3 | 10,3 |
| 3200 | 7,16 | 7,24 | 7,84 | 7,4 | 6,75 | 6,81 | 7,3 | 7,3 |

Tabla. 48. Valores de fpa/fdnp (proviene de Tabla 20.20 de la HCM 2000, corrección 2004)

Esta tabla sustituye a la tabla 20.19 de la versión de 2000.

| leqo% [veh/p] | Sección 41 | Sección 42 | Sección 43 | Sección 44 | Sección 45 | Sección 46 | Sección 47 | Sección 48 |
|---------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <100 | 4,609 | 4,649 | 2,4968 | 3,308 | 4,09875 | 4,25085 | 4,679 | 4,679 |
| 200 | 6,62055 | 6,66195 | 4,3917 | 5,215 | 6,03075 | 6,21285 | 6,693 | 6,693 |
| 400 | 4,523 | 4,563 | 3,1797 | 3,679 | 4,1575 | 4,2517 | 4,593 | 4,593 |
| 600 | 3,123 | 3,163 | 2,0483 | 2,336 | 2,693 | 2,813 | 3,193 | 3,193 |
| 800 | 2,223 | 2,263 | 1,3304 | 1,586 | 1,868 | 1,958 | 2,293 | 2,293 |
| 1000 | 1,82055 | 1,86195 | 1,0667 | 1,286 | 1,536 | 1,596 | 1,893 | 1,893 |
| 1200 | 1,623 | 1,663 | 1,0574 | 1,236 | 1,41275 | 1,44485 | 1,693 | 1,693 |
| 1400 | 1,36255 | 1,38395 | 0,9737 | 1,1395 | 1,28775 | 1,28985 | 1,4 | 1,4 |
| >1600 | 1,15555 | 1,17695 | 0,9674 | 1,036 | 1,086 | 1,086 | 1,193 | 1,193 |

Tabla. 49. Valores de fpa (proviene de Tabla 20.19 de la HCM 2000)

4.4.3. ANÁLISIS Y PROPUESTAS DE MEJORA DEL INDICADOR DE CONGESTIÓN EN LA VÍA.

Se han realizado diferentes modificaciones con objeto de mejorar el proceso de cálculo original, se establecerá una comparativa entre el **cálculo original (por horas)** y el **cálculo modificado (por cuartos de hora)**, en el que además se optimizarán las fórmulas de cálculo y se sustituirán las tablas y formulación modificadas en la edición de 2004 del HCM en la que se hacen correcciones con respecto a la primera edición del año 2000. Además, se introducirán los nuevos parámetros corregidos expuestos en el apartado anterior.

En el cálculo modificado, además, **se descontarán de la contabilización** a efectos de cálculo de indicador aquellos cuartos de hora que coincidan con motivos no computables al concesionario. Es decir, **incidencias en carreteras próximas que generen retención en la concesión**, las cuales son proporcionadas por el concesionario a través del programa **HORUS**.

Con objeto de simplificar la exposición de datos no se adjuntarán las tablas de cálculo de las 54 secciones para cada uno de los meses y para cada uno de los procesos de cálculo, así que se expondrán tres secciones (**una de carretera convencional, una de**



carretera multicarril y una de autovía) para el mes de Mayo de 2016 y para cada uno de los procesos de cálculo. Además se adjuntan los totales de todos los meses y los totales anuales que sirven para el cálculo del indicador.

Las secciones elegidas son las siguientes:

Sección 1 (carretera multicarril): Al no existir variaciones en la edición de correcciones y errores del manual de capacidad del 2000 (HCM 2000), no se ha modificado la formulación ni las tablas utilizadas, aunque sí se han optimizado algunas fórmulas para evitar los problemas cuando los **denominadores son 0** y se han variado algunos de los **parámetros constantes**. De esta forma, se han incluido formatos condicionales en las fórmulas de **% de pesados** y **factor de hora punta**. También se ha calculado por cuarto de hora y no por horas.

Cálculo original por horas (sección 1):

| ALIAS | NS A (horas) | NS B (horas) | NS C (horas) | NS D (horas) | NS E (horas) | NS F (horas) | nEF (horas) |
|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| SEG01 PK03,73 C CV-35 | 199 | 53 | 81 | 102 | 54 | 255 | 309 |

Cálculo modificado en cuartos de horas (sección 1): Se han multiplicado por 4 los cuartos de hora para comparar y para introducir en la fórmula del indicador en horas.

| ALIAS | NS A (horas) | NS B (horas) | NS C (horas) | NS D (horas) | NS E (horas) | NS F (horas) | nEF (horas) | nEF no computables a la concesión (horas) | nEF efectivas para cálculo del indicador (horas) |
|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| SEG01 PK03,73 C CV-35 | 264,75 | 69,75 | 152,00 | 187,25 | 42,25 | 28,00 | 70,25 | 1,00 | 69,25 |

Tal y como puede observarse, hay una **diferencia significativa** si se cambia de contabilizar por horas a cuartos de hora y se modifican algunos parámetros. Además, se acaba con el problema que existía con muchos cuartos de hora en horario nocturno cuya intensidad de tráfico era 0 y que repercutían en las fórmulas de cálculo dando error en algunos denominadores nulos.

Con el cambio saldría ganando el concesionario ya que se le penaliza menos, hay menos horas con niveles de **servicio E y F**.

Sección 3 (autovía): Sucede lo mismo que para la sección 1. Se han incluido formatos condicionales en las fórmulas de **% de pesados** y **factor de hora punta**. También se ha añadido una clasificación del nivel de servicio por cuarto de hora, que si estaba incluida en las carreteras multicarril.



Cálculo original por horas (sección 3):

| ALIAS | NS A (horas) | NS B (horas) | NS C (horas) | NS D (horas) | NS E (horas) | NS F (horas) | nEF (horas) |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| SEG03 PK05,1 C CV-35 | 293 | 140 | 207 | 66 | 33 | 5 | 38 |

Cálculo modificado en cuartos de horas (sección 3): Se han multiplicado por 4 los cuartos de hora para comparar y para introducir en la fórmula del indicador en horas.

| ALIAS | NS A (horas) | NS B (horas) | NS C (horas) | NS D (horas) | NS E (horas) | NS F (horas) | nEF (horas) | nEF no computables a la concesión (horas) | nEF efectivas para cálculo del indicador (horas) |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| SEG03 PK05,1 C CV-35 | 425,50 | 240,75 | 74,25 | 3,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 |

De forma análoga a la sección 1, en la sección 3 se reducen a 0 las horas de nivel de servicio E y F con el nuevo cálculo, fundamentándose en los mismos aspectos descritos.

Sección 41 (autovía):

En este caso se han modificado además de las fórmulas de pesados, factor de hora punta e intensidades equivalentes para evitar los denominadores nulos, toda aquella formulación expuesta en el apartado anterior debido a la corrección de tablas en la versión del 2004 del HCM, relativas a los factores de ajuste para el cálculo de la velocidad media en función del tráfico direccional y % de zonas de no adelantamiento y de ajuste para el cálculo del tiempo en cola en función del tráfico direccional y % de zonas de no adelantamiento.

También se ha ajustado el número de vehículos / hora de intensidad para considerar directamente sin cálculo un nivel de servicio A de 25 a 7, al pasar de tratarse de una intensidad horaria a una intensidad de cuarto de hora.

Por otro lado, también se han modificado los parámetros pertinentes, expuestos en el apartado anterior.

Cálculo original por horas (sección 41):

| SEGMENTO | ALIAS | NS A (horas) | NS B (horas) | NS C (horas) | NS D (horas) | NS E (horas) | NS F (horas) | nEF (horas) |
|----------|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| 41 | SEG41 PK38,41 C CV-35 | 153 | 0 | 145 | 445 | 1 | 0 | 1 |



Cálculo modificado en cuartos de horas (sección 41): Se han multiplicado por 4 los cuartos de hora para comparar y para introducir en la fórmula del indicador en horas.

| SEGMENTO | ALIAS | NS A (horas) | NS B (horas) | NS C (horas) | NS D (horas) | NS E (horas) | NS F (horas) | nEF (horas) | nEF no computables a la concesión (horas) | nEF efectivas para cálculo del indicador (horas) |
|----------|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 41 | SEG41 PK38,41 C CV-35 | 171,75 | 119,50 | 268,00 | 148,50 | 36,25 | 0,00 | 36,25 | | 36,25 |

En los tramos de carretera convencional es donde más modificaciones se han hecho, ya que ha variado la formulación. Si nos fijamos, en el **cálculo original hay una distribución de los niveles de servicio poco lógica** sin ninguna hora en nivel B, con 445 con nivel D, pero tan solo una con nivel E.

En cambio, en el cálculo modificado se ve una distribución más uniforme. No obstante, se aprecia que la formulación no se termina de adaptar a las circunstancias de las carreteras de nuestro país y los cambios de un nivel a otro son difusos.

Como era de esperar, **la mayoría de las horas con niveles de servicio E y F se encuentran en los primeros tramos de entrada y salida de Valencia**, donde se producen las mayores retenciones, principalmente en los tramos 1, 2 y 4.

Si extrapolamos los cálculos a las 54 secciones en los meses de Abril a Diciembre y obtenemos los totales de horas de nivel de servicio E y F para comparar el nivel de servicio que presta la vía a los usuarios, se calculará el siguiente **indicador anual de congestión en la vía en cada uno de los casos**.

Éste, de forma anual se calcula mediante la siguiente expresión:

$$IS = \sum_{j=1}^{j=r} \frac{(h + 2 \cdot n_j^{EF}) \cdot l_j}{h \cdot \sum_{j=1}^{j=r} l_j}$$

Donde:

IS = Valor del indicador en el año considerado

l_j = Longitud de tramo j en kilómetros.

r = Número de tramos diferenciados en que se divide la concesión.

n_j^{EF} = Número de horas en el año con nivel de servicio E y F, calculados según el manual de capacidad americano del año 2000 (Highway Capacity Manual 2000 (HCM2000) del Transportation Research Board), en el tramo j, no imputables a tramos externos a la concesión.



h = Número total de horas del año considerado

Número de horas con nivel de servicio E y F anuales (cálculo original): 13.359 horas (para las 54 secciones)

Número de horas con nivel de servicio E y F anuales (cálculo modificado): 3746,75 horas (para las 54 secciones)

Ya que el indicador anual así calculado resulta superior a 1, **se penalizará en concepto de aumento de congestión, reduciendo el canon base de demanda a pagar en el ejercicio de 2016 en un porcentaje (p%),** calculado en base a la siguiente expresión:

$$p(\%) = \left[100 - \left(\frac{100}{IS} \right) \right]$$

De esta forma, los resultados para los dos casos estudiados son los siguientes:

| Penalización por indicador de congestión de la vía (Cálculo original) | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|
| Canon base Abril - Diciembre | % Bonificación | % Penalización | Importe bonificación | Importe penalización |
| 9.371.694,08 € | - | 4,3664 | - | 409.203,54 € |

Tabla. 50. Penalización por indicador de congestión de la vía (Cálculo original).

Fuente: Elaboración propia.

| Penalización por indicador de congestión de la vía (Cálculo modificado) | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------------|----------------------|
| Canon base Abril - Diciembre | % Bonificación | % Penalización | Importe bonificación | Importe penalización |
| 9.371.694,08 € | - | 1,5890 | - | 148.917,40 € |

Tabla. 51. Penalización por indicador de congestión de la vía (Cálculo original).

Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia, la diferencia es sustancial en favor del concesionario, ya que la penalización se reduce en 63,61 % (260.286,14 €).

Conociendo los valores y las circunstancias expuestas, se puede concluir:

- **El HCM no se adapta a las condiciones de la concesión** de la CV-35, ya que está diseñado para tramos en proyecto, sin accesos, retenciones, etc. Además, sus valores están pensados para las circunstancias presentes en las autovías



americanas. De esta manera, resulta complejo obtener analíticamente los tramos en los que el nivel de servicio es E o F.

- **La optimización del cálculo ha hecho que salgan resultados más uniformes** y no existan escalones en las transiciones de un nivel de servicio a otro y que daban como resultado que se saltaran con frecuencia los niveles de servicio B y C.
- **Se han reducido el número de horas con nivel de servicio E y F** con los cambios realizados, lo cual es beneficioso para el concesionario.
- La metodología de cálculo es enrevesada y de costosa aplicación a tantos tramos.

PROPUESTA:

- **Optimización de un software** por parte del concesionario que sea capaz de reflejar fielmente los niveles de servicio existentes en la carretera.
- Dado que la inspección no contaría con este software, debe ser posible evaluar si los datos son verídicos optimizando el proceso de cálculo existente o utilizando **videoverificación de algunas secciones y horas al azar**, elegidas por la inspección.
- Establecer una correlación entre las horas en las que las retenciones que se produzcan en el ámbito de la concesión por **motivos no imputables** al concesionario (Circunstancias en carreteras próximas que no pertenezcan a la concesión) y el cálculo del nivel de servicio, para que de forma automática queden excluidas estas horas del cálculo.

4.5. INDICADOR DE CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO.

4.5.1. DEFINICIÓN Y CÁLCULO DEL INDICADOR DE CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO.

Independientemente de la penalización por nivel de servicio desarrollada en el punto anterior, para tener en cuenta la **disminución temporal de capacidad y nivel de servicio en las vías objeto de la concesión**, según lo dispuesto en la cláusula 56 del PCAP, siempre que no sean imputables a tramos externos a la concesión, las vías objeto de concesión para la aplicación de este indicador se clasifican **en autovías y carretera de calzada única**, y se seguirá el siguiente procedimiento:



- a) Tanto en calzadas de autovía como en los tramos de carretera de calzada única, a partir de los datos proporcionados por los equipos de conteo de tráfico, se obtendrá la intensidad de tráfico en las horas en las que la **velocidad media** de los vehículos ligeros sea **inferior a 50 Km/h en cada uno de los equipos de conteo**.

La penalización por la disminución de nivel de servicio se calculará aplicando una **reducción del 70% al canon base de demanda correspondiente a todos los vehículos que hayan circulado por el tramo** de influencia de la estación de conteo, en las horas en las que la velocidad media de los vehículos ligeros sea inferior a 50 Km/h.

- b) En calzadas de autovía se obtendrá también la intensidad de tráfico en las horas en las que la **velocidad media** de los vehículos ligeros sea **superior a 50 Km/h e inferior a 70 km/h en cada uno de los equipos de conteo**.

La penalización por la disminución de nivel de servicio se calculará aplicando una **reducción del 30% al canon base de demanda correspondiente todos los vehículos que hayan circulado por el tramo** de influencia de la estación de conteo, en las horas en las que la velocidad media de los vehículos ligeros sea superior a 50 Km/h e inferior a 70 km/h.

- c) La penalización total en tramos de autovía por este concepto será la suma de las penalizaciones descritas en los epígrafes a) y b) anteriores.

La aplicación informática HORUS fue implementada por el concesionario el 30 de Junio de 2010 y permite obtener la velocidad media de los vehículos ligeros que discurren por cada uno de los tramos en los que se divide la concesión y en consecuencia aplicar el presente indicador. Por lo tanto, para el ejercicio 2016 sí que se dispone de los datos adecuados para poder medir este indicador, ya que la aplicación puede calcular las velocidades medias de los vehículos ligeros para la totalidad del año 2016 partiendo de los datos disponibles de los **sistemas ITS**.

A partir de dichas velocidades medias obtenidas y utilizando las herramientas que proporcionan los **elementos ITS instalados en las vías objeto de concesión**, se pueden discernir las **causas** que producen esta disminución de las velocidades medias, estableciendo la siguiente casuística:

1. **Retención habitual en el estrechamiento próximo a la incorporación de la CV-365.**
2. **Retención habitual en el estrechamiento próximo a la incorporación de la CV-365; con alguna circunstancia adicional** significativa que provoca una mayor



disminución de la velocidad, un incremento de la duración de la retención y en algunas ocasiones un incremento en la longitud de autovía afectada por la retención, circunstancia que provoca que se vean afectadas varias secciones de medida por esa misma causa.

3. **Retención del ramal de salida Ronda Norte.**
4. **Retención ramal de salida Ronda Norte;** con alguna **circunstancia adicional** significativa que provoca una mayor disminución de la velocidad y un incremento de la duración de la retención.
5. **Fenómenos meteorológicos.**
6. **Accidente.**
7. **“Efecto mirón”** provocado por un accidente en sentido contrario.
8. **Vehículo averiado.**
9. **Vehículo circulando aisladamente.** Cuando por una determinada sección únicamente circula un vehículo en horario nocturno, y lo hace a una velocidad muy baja, esta circunstancia desvirtúa notablemente la media de cálculo obtenida.
10. **Incidencia en carretera próxima,** que genera retenciones en la Concesión.
11. **Actuaciones de conservación** por parte de las brigadas del Concesionario.
12. **Control Policial,** con corte de carriles.
13. **Causa indeterminada.**

En base a lo que establece el PCAP, se entienden **como causas imputables a tramos externos a la concesión la nº10**, es decir, las Incidencias en carretera próxima, que genera retenciones en la Concesión.

Atendiendo a los criterios citados con anterioridad, tal y como se detalla en los siguientes cuadros y en el anexo Nº 5, se ha calculado el importe de la penalización correspondiente al período 2016. Dicho importe asciende a la cantidad **de 32.397,36 € (sin IVA).**

Se adjuntan en las siguientes tablas la **descomposición por segmento y por casuística.**



| Tramo | Subtramo | SEGMENTO | VM < 50 KM/H (Horas) | 50 KM/H < VM < 70 KM/H (Horas) | VM < 70 KM/H (Horas) | % HORAS POR TRAMO | PENALIZACIÓN (VM < 50 KM/H) (€) | PENALIZACIÓN (50 KM/H < VM < 70 KM/H) (€) | PENALIZACIÓN TOTAL (€) |
|-------|----------|----------|----------------------|--------------------------------|----------------------|-------------------|---------------------------------|-------------------------------------------|------------------------|
| 1 | 1 | 1 | 11 | 62 | 73 | 4,13% | 341,17 € | 896,41 € | 1.237,58 € |
| | | 2 | 27 | 239 | 266 | 15,04% | 2.243,31 € | 9.961,34 € | 12.204,64 € |
| | 2 | 3 | 1 | 4 | 5 | 0,28% | 27,00 € | 34,78 € | 61,79 € |
| | | 4 | 211 | 283 | 494 | 27,93% | 6.463,21 € | 3.756,38 € | 10.219,58 € |
| | 3 | 5 | 3 | 11 | 14 | 0,79% | 156,23 € | 200,44 € | 356,68 € |
| | | 6 | 21 | 37 | 58 | 3,28% | 988,06 € | 877,20 € | 1.865,26 € |
| | 4 | 7 | 4 | 21 | 25 | 1,41% | 116,90 € | 491,33 € | 608,23 € |
| | | 8 | 10 | 18 | 28 | 1,58% | 492,96 € | 376,00 € | 868,96 € |
| | 5 | 9 | 0 | 5 | 5 | 0,28% | 0,00 € | 25,55 € | 25,55 € |
| | | 10 | 7 | 6 | 13 | 0,73% | 136,25 € | 53,13 € | 189,38 € |
| 2 | 1 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0,00% | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € |
| | | 12 | 3 | 2 | 5 | 0,28% | 93,14 € | 31,40 € | 124,55 € |
| | | 13 | 10 | 319 | 329 | 18,60% | 43,22 € | 0,00 € | 43,22 € |
| | | 14 | 106 | 212 | 318 | 17,98% | 145,91 € | 0,00 € | 145,91 € |
| | 2 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0,00% | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € |
| | | 16 | 3 | 11 | 14 | 0,79% | 287,93 € | 521,08 € | 809,02 € |
| | 3 | 17 | 12 | 26 | 38 | 2,15% | 1.443,02 € | 1.348,23 € | 2.791,25 € |
| | | 18 | 0 | 0 | 0 | 0,00% | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € |
| | 4 | 19 | 0 | 0 | 0 | 0,00% | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € |
| | | 20 | 4 | 4 | 8 | 0,45% | 237,40 € | 189,88 € | 427,27 € |
| | 5 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0,00% | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € |
| | | 22 | 1 | 0 | 1 | 0,06% | 51,65 € | 0,00 € | 51,65 € |
| | 6 | 23 | 0 | 0 | 0 | 0,00% | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € |
| | | 24 | 0 | 0 | 0 | 0,00% | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € |
| 3 | 1 | 25 | 2 | 3 | 5 | 0,28% | 134,96 € | 96,04 € | 231,00 € |
| | | 26 | 0 | 0 | 0 | 0,00% | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € |
| | 2 | 27 | 0 | 1 | 1 | 0,06% | 0,00 € | 7,54 € | 7,54 € |
| | | 28 | 0 | 2 | 2 | 0,11% | 0,00 € | 24,48 € | 24,48 € |
| | 3 | 29 | 3 | 0 | 3 | 0,17% | 87,73 € | 0,00 € | 87,73 € |
| | | 30 | 0 | 0 | 0 | 0,00% | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € |



| Tramo | Subtramo | SEGMENTO | VM < 50 KM/H (Horas) | 50 KM/H < VM < 70 KM/H (Horas) | VM < 70 KM/H (Horas) | % HORAS POR TRAMO | PENALIZACIÓN (VM < 50 KM/H) (€) | PENALIZACIÓN (50 KM/H < VM < 70 KM/H) (€) | PENALIZACIÓN TOTAL (€) |
|-----------|----------|----------|----------------------|--------------------------------|----------------------|-------------------|---------------------------------|-------------------------------------------|------------------------|
| 4 | 1 | 31 | 0 | 0 | 0 | 0,00% | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € |
| | | 32 | 0 | 0 | 0 | 0,00% | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € |
| | 2 MI | 33 | 0 | 0 | 0 | 0,00% | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € |
| | | 34 | 0 | 0 | 0 | 0,00% | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € |
| | 3 MI | 35 | 0 | 0 | 0 | 0,00% | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € |
| | | 36 | 0 | 1 | 1 | 0,06% | 0,00 € | 0,51 € | 0,51 € |
| | 4 | 37 | 0 | 0 | 0 | 0,00% | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € |
| | | 38 | 0 | 0 | 0 | 0,00% | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € |
| 5 | 39 | 1 | 2 | 3 | 0,17% | 0,25 € | 11,35 € | 11,60 € | |
| | 40 | 0 | 0 | 0 | 0,00% | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | |
| 5 | 1 | 41 | 2 | 3 | 5 | 0,28% | 1,74 € | 0,00 € | 1,74 € |
| | | 42 | 0 | 2 | 2 | 0,11% | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € |
| | 2 | 43 | 0 | 4 | 4 | 0,23% | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € |
| | | 44 | 1 | 3 | 4 | 0,23% | 0,41 € | 0,00 € | 0,41 € |
| 6 | 1 | 45 | 1 | 2 | 3 | 0,17% | 0,09 € | 0,00 € | 0,09 € |
| | | 46 | 1 | 4 | 5 | 0,28% | 0,04 € | 0,00 € | 0,04 € |
| | 2 | 47 | 4 | 11 | 15 | 0,85% | 0,12 € | 0,00 € | 0,12 € |
| | | 48 | 0 | 10 | 10 | 0,57% | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € |
| 7 (CV-50) | 1 | 49 | 1 | 1 | 2 | 0,11% | 0,36 € | 0,07 € | 0,43 € |
| | | 50 | 0 | 0 | 0 | 0,00% | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € |
| | 2 | 51 | 0 | 0 | 0 | 0,00% | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € |
| | | 52 | 0 | 6 | 6 | 0,34% | 0,00 € | 0,49 € | 0,49 € |
| | 3 | 53 | 0 | 3 | 3 | 0,17% | 0,00 € | 0,57 € | 0,57 € |
| | | 54 | 0 | 1 | 1 | 0,06% | 0,00 € | 0,10 € | 0,10 € |

Tabla. 52. Cálculo de las penalizaciones del indicador de capacidad y nivel de servicio, dividido por tramos.

Fuente: Elaboración propia.



| Importe según casuística | | | | |
|--------------------------|-------------|---------------------|---------------------|----------------|
| Situación | Nº de Horas | Importe sin IVA (€) | Importe con IVA (€) | % Importe |
| Situación 1 | 487 | 10.575,28 € | 12.796,09 € | 32,64% |
| Situación 2 | 11 | 274,50 € | 332,14 € | 0,85% |
| Situación 3 | 238 | 10.978,37 € | 13.283,83 € | 33,89% |
| Situación 4 | 6 | 227,34 € | 275,08 € | 0,70% |
| Situación 5 | 27 | 975,61 € | 1.180,49 € | 3,01% |
| Situación 6 | 83 | 2.847,77 € | 3.445,81 € | 8,79% |
| Situación 7 | 4 | 164,22 € | 198,71 € | 0,51% |
| Situación 8 | 19 | 876,05 € | 1.060,02 € | 2,70% |
| Situación 9 | 11 | 1,39 € | 1,68 € | 0,00% |
| Situación 10 | 181 | 0,00 € | 0,00 € | 0,00% |
| Situación 11 | 33 | 1.060,29 € | 1.282,96 € | 3,27% |
| Situación 12 | 3 | 39,70 € | 48,03 € | 0,12% |
| Situación 13 | 96 | 4.376,83 € | 5.295,96 € | 13,51% |
| Situación 14 | 0 | 0,00 € | 0,00 € | 0,00% |
| Total | 1199 | 32.397,36 € | 39.200,80 € | 100,00% |

Tabla. 53. Cálculo de las penalizaciones del indicador de capacidad y nivel de servicio, según casuística. Fuente: Elaboración propia.

4.5.2. ANÁLISIS Y PROPUESTAS DE MEJORA DEL INDICADOR DE CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO.

Una vez conocida la metodología de tratamiento de datos para el cálculo del indicador basada en la utilización del programa HORUS se pueden sacar una serie de conclusiones:

- Las **casuísticas 1, 2, 3 y 4 parecen ser óptimas**, ya que los tramos en los que se encuentran el ramal de salida a la Ronda Norte y la incorporación a la CV-365 (**Tramos 2 y 4**) se corresponden con los tramos de mayor intensidad de tráfico de la concesión y, por lo tanto, donde mayores retenciones se generan. Como consecuencia son las que más horas con nivel de servicio E y F presentan. Como se observa, son los tramos que presentan una mayor penalización en función de su casuística, con diferencia.



| SEGMENTO | ALIAS | nEF (horas) | nEF no computables a la concesión (horas) |
|----------|---------------|-------------|-------------------------------------------|
| 1 | SEG01 PK03,73 | 549,00 | 38,75 |
| 2 | SEG02 PK03,70 | 680,75 | 0,25 |
| 3 | SEG03 PK05,10 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | SEG04 PK05,04 | 1175,25 | 1,00 |

Tabla. 54. Horas con nivel de servicio E y F en las 4 primeras secciones de la concesión

- No obstante, **en las casuísticas 2 y 4 no quedan bien definidas esas circunstancias adicionales** que harían diferir de las casuísticas 1 y 2 y si las mismas pueden ser imputables al concesionario o no.
- Las casuísticas de 5 a 9 son demasiado arbitrarias y no quedan bien definidas, siendo algunas de ellas **susceptibles de no considerar imputables al concesionario.**

Por ejemplo, un fenómeno meteorológico extremo y poco habitual (tormenta importante, lluvias torrenciales, nevada, etc), a juicio de este indicador es considerado imputable al concesionario. Debe ser imputable al concesionario el mal estado de la infraestructura que haga que en dichas circunstancias la circulación sea peligrosa y los conductores decidan disminuir la velocidad, pero no el fenómeno meteorológico en si.

Lo mismo ocurre con un accidente, ya que ha de estudiarse la causa del mismo. No es igual de imputable un accidente por el mal estado del pavimento o por una falta de visibilidad que por conducción bajo los efectos del alcohol.

Con respecto a un vehículo averiado, será imputable en función de cómo se gestione la situación, si se tarda demasiado en prestarle asistencia o en avisar a las autoridades pertinentes. También si no se dispone de arcenes lo suficientemente amplios para que pueda apartarse o de los sistemas de atención necesarios.

- Es un acierto no considerar computable las incidencias en vías que no pertenezcan a la concesión y repercutan en la misma. No obstante, esta casuística se puede confundir fácilmente con los casos 1, 2, 3 y 4, ya que se accede a otra vía.
- Se puede dar la posibilidad de que se simultaneen dos o más casuísticas, por lo que no queda claro si existe una prioridad entre ellas.



- El concesionario dispone de la aplicación y proporciona los datos a la inspección. Sin embargo, la inspección no cuenta con medios para verificar los resultados, más allá de una posible verificación de contraste en video.

PROPUESTA:

- **Optimización del software HORUS** por parte del concesionario, estableciendo determinados umbrales para los que la **causa deje de ser imputable a la concesión**. Por ejemplo, una cantidad de precipitación umbral, una determinada causa de accidente constatada, etc.
- Definir de forma **más detallada** algunas casuísticas y explicar la **prioridad** en los casos en los que **se simultaneen dos o más casos**.
- Como existen muchas variables a considerar en la optimización del programa, es más sencillo un **tratamiento de los datos como el actual, con un posterior filtro de los técnicos de la concesionaria**. Valorando cada caso con los medios pertinentes para ver si se constata la casuística que determina el programa. El volumen de horas con velocidades medias inferiores a 50 km/h o entre 50 km/h y 70 km/h permite una gestión y verificación manual que permita comprobar la veracidad del programa.
- Dado que la inspección no contaría con este software, debe ser posible evaluar si los datos son verídicos utilizando **videoverificación de algunas secciones y horas al azar**, elegidas por la inspección



4.6. INDICADOR DE INSPECCIÓN Y DEFENSA DE LA CARRETERA.

4.6.1. DEFINICIÓN Y CÁLCULO DEL INDICADOR DE INSPECCIÓN Y DEFENSA DE LA CARRETERA.

Para llevar a cabo una buena vigilancia de las vías, el Concesionario deberá redactar los partes de denuncia en un plazo de 48 horas (dos días) desde que se produzca la infracción:

La sanción por no entregar la propuesta de denuncia será:

$$S = 1000 \cdot \left(\frac{T}{2}\right)^{1,5}$$

Siendo:

- S el valor de la sanción en euros.
- T el tiempo en días que tarde en entregar el parte desde que se produjo la infracción.

Lógicamente, esta expresión debe aplicarse solamente en el caso de que T supere los dos días, es decir, para $T > 2$.

El valor máximo de S será el que contaría por todos los conceptos de reposición de las obras denunciadas a su estado original.

Conviene indicar que el parte de denuncia consiste en un boletín que rellenan los vigilantes del Concesionario, en el que se describe una situación detectada y que se entiende pueda ser objeto de infracción, que se tramita ante el Servicio Territorial de Obras Públicas, quien complementa las actuaciones previas y en su caso, propone o a o acuerda el inicio de un procedimiento sancionador, en función de la gravedad.

Dentro de las tareas de explotación realizadas durante al año 2016 **no se ha constatado ningún retraso significativo** en la detección de las infracciones registradas por parte de los vigilantes de la Concesionaria. Por tanto, no procede la aplicación de ninguna penalización asociada a este indicador, y el valor del indicador será la unidad.

4.6.2. ANÁLISIS Y PROPUESTAS DE MEJORA DEL INDICADOR DE INSPECCIÓN Y DEFENSA DE LA CARRETERA.

Es un indicador bastante sencillo y fácil de cumplir, ya que es la inspección quien avisa a la concesionaria que lo único que tiene que hacer es tramitar la denuncia.



Es un buen indicador para obligar al concesionario a no pasar por alto las advertencias propuestas por la inspección.

No obstante, de la formalización de la denuncia a la solución de lo que se denuncia suele distar bastante tiempo, muchas veces plazos superiores a lo que se establece, en especial en los informes de conservación.

PROPUESTA:

Este indicador resuelve bien lo que pretende, pero podría complementarse con un seguimiento posterior a la denuncia en el que el concesionario se viera obligado a solucionar el problema bajo unos plazos más rígidos y mejor controlados por parte de la inspección.



5. PROPUESTA DE NUEVOS INDICADORES PARA EL ÁMBITO DE LA CONCESIÓN.

Una vez analizados los indicadores presentes en la concesión, se propondrán otra serie de indicadores que pudieran contribuir a una mayor calidad de la conservación, explotación y vigilancia de la carretera por parte del concesionario, **complementando y/o sustituyendo a los indicadores vigentes.**

No obstante, no una mayor cantidad de indicadores es siempre beneficioso, puesto que pueden darse indicadores que consideren criterios muy parecidos, dificultándose la gestión y encareciéndose los costos para el concesionario sin aportar información de gran relevancia adicional. Por otro lado, cabe destacar que cuantos más indicadores y mayor complejidad tengan los mismos, las labores de inspección del concesionario por parte de la Administración o alguna empresa externa se dificultarán, debiéndose contar con los medios pertinentes.

No obstante, se señalarán algunos posibles indicadores a introducir dentro de la gestión de la CV-35 que estarían **sujetos a bonificaciones o penalizaciones del canon base de demanda** y se argumentará si su utilización al caso de estudio está justificada.

5.1. ELECCIÓN DE UN INDICADOR QUE CARACTERICE LA SINIESTRALIDAD.

Previamente se ha estudiado el **índice de peligrosidad** y se ha concluido en que no se trata de un indicador adecuado para en función de sus resultados valorar la adopción de actuaciones específicas de seguridad vial por parte del Concesionario para disminuir el número de accidentes con víctimas debido a que no se tienen en cuenta la gravedad de los accidentes y, por tanto, un descenso de accidentes mortales y graves a favor de accidentes considerados leves, no es sujeto a bonificación. Además, no se considera la casuística de los accidentes, pudiendo ser o no imputables al estado de la vía.

De esta forma, se propone la sustitución por otro indicador que refleje la siniestralidad de la vía. Se estudiarán dos, el **índice de mortalidad** y el **Índice de Riesgo** y se elegirá el considerado más adecuado para las características de la concesión de la CV-35.

El **índice de mortalidad** relaciona el número de víctimas mortales con los vehículos kilómetro que haya soportado la carretera en el período de un año, teniendo una formulación similar al IP.

$$IM = \frac{\text{Número de víctimas mortales} \times 10^6}{VK}$$



El **índice de Riesgo (Eurorap)** define la relación entre el número de accidentes mortales y graves ocurridos en un tramo por cada 1.000 millones de vehículos/kilómetro.

$$IM = \frac{\text{Número de accidentes con heridos graves o muertos} \times 10^9}{VK}$$

Estableciendo una comparativa entre ambos, atendemos a sus ventajas e inconvenientes:

| Índice de mortalidad | | Índice de riesgo (Eurorap) | |
|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ventajas | Inconvenientes | Ventajas | Inconvenientes |
| Refleja la gravedad de la accidentalidad | No se consideran las causas de los accidentes (pudiendo ser o no achacables al estado de la vía. | Refleja la gravedad de la accidentalidad | No se consideran las causas de los accidentes (pudiendo ser o no achacables al estado de la vía) |
| De manera general, desciende con la mejora de la seguridad vial | Número de víctimas mortales en lugar de número de accidentes con víctimas mortales Gran aleatoriedad al tratarse de cifras muy bajas | De manera general, desciende con la mejora de la seguridad vial | |
| No se considera adecuado | | Se considera adecuado (sujeto a optimización) | |

Tabla. 55. Comparativa entre el Índice de mortalidad y el índice de Riesgo.

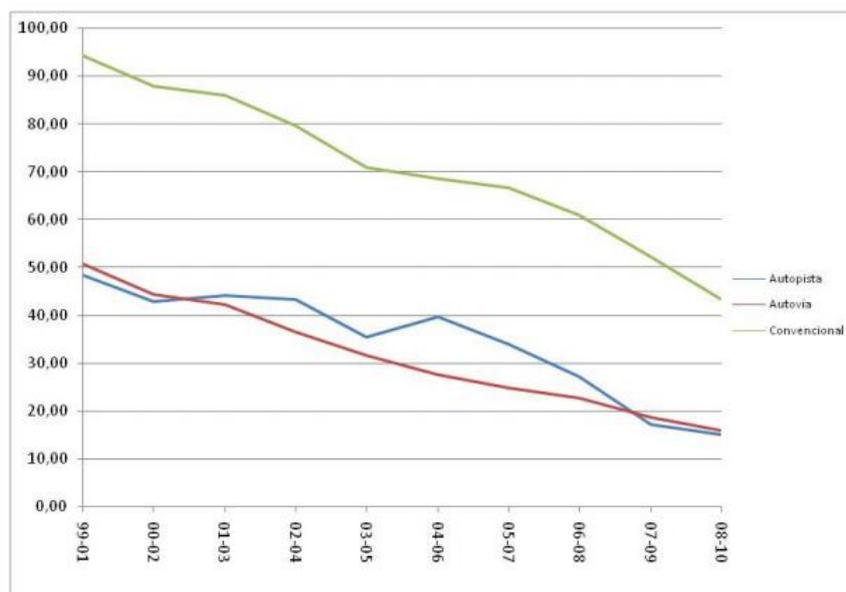


Fig. 25. Evolución del índice de riesgo por tipo de carreteras en España de 1999-2010.

Fuente: EuroRap



Se considera más adecuado el **Índice de Riesgo** debido a que los inconvenientes del Índice de mortalidad son más notables. Es un índice que, tal y como se refleja en la figura anterior, lleva sus valores unidos a una **mejora de la seguridad vial**. No obstante, es conveniente que exista un filtro en el que se consideren únicamente los accidentes cuyas **causas sean computables al concesionario** (estado de la infraestructura, condiciones de servicio de la misma, etc.) o bien se establezca un **sistema de ponderación en el que en función de la casuística**, penalicen más los accidentes cuya causa se imputable al concesionario.

Con respecto a la **bonificación / penalización**, el sistema debe ser similar al del índice de Peligrosidad, estudiándose unos umbrales a considerar que resulten representativos.

5.2. ELECCIÓN DE INDICADORES ESTRUCTURALES (DE ESTADO).

Si bien tanto el IRI como el CRT se consideran indicadores adecuados para reflejar la seguridad y la comodidad en la rodadura, siempre sujetos a una aplicación adecuada, se observan carencias en la medición, cuantificación y calificación de otros aspectos de vital importancia para la calidad de la infraestructura, tales como:

- **Conservación de la infraestructura:** Indicador de compromiso patrimonial.
- **Capacidad estructural del firme** (flexibles, semiflexibles y semirígidos)
- **Marcas viales:** Retroreflexión.
- **Estado de estructuras y obras de fábrica.**

Uno de los principales problemas que tiene la conservación de la infraestructura por indicadores es que existen elementos de la misma que requieren una valoración **cualitativa y no cuantitativa** (o ésta es muy compleja y costosa), lo que los hace sujetos a arbitrariedad, pudiendo derivar en diferentes interpretaciones por parte de los agentes implicados (Concesionario, Administración, Inspección, etc.). De esta forma, deben evitarse fórmulas excesivamente complejas.

En la actualidad en la CV-35, se realizan inspecciones del **estado de conservación** de la infraestructura mediante un **análisis visual y fotográfico** en el que se propone la intervención del concesionario para paliar las deficiencias, estableciendo criterios de gravedad y, por lo tanto, de prioridad en la actuación. No obstante, **no existe ningún indicador que registre dichas inspecciones**, simplemente se aplican penalizaciones en caso de que el concesionario no solucione las deficiencias en el plazo estipulado.



Para solucionar esto nos apoyaremos en dos tipos de indicadores que introduce el **Libro Verde. Indicadores de calidad en el servicio de carreteras del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos**. Son los indicadores de **calidad de servicio y de compromiso patrimonial**.

Los indicadores citados serán objeto de modificación del canon base de demanda en forma de bonificación / penalización.

INDICADOR DE COMPROMISO PATRIMONIAL:

Este grupo de indicadores pretende analizar cómo la entidad que explota la vía (ya sea la Administración directamente, o por medio de una empresa privada) mantiene y conserva el patrimonio inicial.

Este indicador va a medir los **deterioros observados en la vía y sus elementos complementarios**, referidos a una situación inicial; y se van a valorar económicamente por su coste de reposición.

Para homogeneizar las mediciones realizadas y obtener un indicador global, se puede proceder de la siguiente forma:

- a) Siempre que sea posible, se determinará una **situación inicial** (o de mínimos aceptables) para cada uno de los elementos objeto de evaluación, definida por un valor de referencia (en general estimable mediante una medición mecánica) que permita conocer el estado de conservación del elemento objeto de evaluación con respecto a la situación inicial. En gran parte de los elementos no será posible determinar tal valor de referencia mecánicamente, en cuyo caso la evaluación se realizará mediante una **inspección visual y una referencia** a un estándar establecido como óptimo.
- b) La evaluación global de la gestión de la conservación se establecerá como la **suma del coste de las actuaciones que habría que realizar en cada elemento** objeto de evaluación en el que se haya detectado un déficit o un problema, a fin de que ese elemento alcance la **situación estándar**.
- c) La suma de los déficits, traducidos a unidades monetarias, representará el **déficit de mantenimiento en el periodo de evaluación**.



- d) La valoración del Indicador de Compromiso Patrimonial se realizará **comparando el valor patrimonial de la vía al comenzar el periodo de evaluación y el déficit durante ese mismo periodo.**

Aunque las variables a tener en cuenta para la evaluación de este indicador son muy extensas, se ha querido reducir para simplificar la labor del concesionario y de la inspección a las siguientes:

- Porcentaje de superficie de arcenes que requieren actuaciones de mejora.
- Porcentaje de superficie de mediana que requiere actuaciones de mejora.
- Porcentaje de longitud de los elementos de desagüe de las obras longitudinal que requieren limpieza, reparación o de desagüe reposición y drenaje.
- Porcentaje de longitud de los elementos de desagüe transversal que requieren limpieza, reparación Y reposición.
- Porcentaje de elementos del drenaje subterráneo que requieren limpieza, reparación o reposición.
- Porcentaje de longitud de vallas de cerramiento que las vallas de requieren reparación o reposición.
- Porcentaje de señales verticales que requieren señalización, operaciones de limpieza u otras reparaciones.
- Porcentaje de señales verticales que requieren reposición.
- Porcentaje de elementos de balizamiento que requieren elementos de reposición.
- Porcentaje de longitud de sistemas de contención que sistemas de necesitan reparación o reposición.
- Porcentaje de luminarias que requieren limpieza, la iluminación reparación o reposición.
- Porcentaje de báculos que requieren reparación o reposición.
- Porcentaje de elementos de iluminación que requieren en túneles reposición.

En el caso de vías de servicio, carriles bici y demás partes de la concesión que no constituyan la calzada principal, al no realizarse medición del estado del firme (IRI, CRT), se añadirá además:

- Porcentaje de superficie de firme en mal estado.



En base a estos aspectos se realizará una función con un **análisis multi-criterio** que permita evaluar el estado general de la infraestructura con un indicador y así poder compararse cada año. Es necesario un **buen inventariado** para poder llevar a cabo el estudio de este indicador.

CAPACIDAD ESTRUCTURAL DEL FIRME:

Se propone un indicador que debe presentar unas características similares a lo expuesto por el Ministerio de Fomento en las siguiente tablas.

| NORMATIVA DE REFERENCIA | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------------------------------------------------------|-------------------|-----|
| NLT-333: Medida de las deflexiones de firme con curviámetro | | | | | |
| NLT-338: Medida de las deflexiones de firme con deflectómetro de impacto | | | | | |
| NLT-356: Medida de las deflexiones de un firme mediante el ensayo con viga Benkelman | | | | | |
| Instrucción 6.3-IC de rehabilitación de firmes | | | | | |
| MÉTODO MEDIDA | | | | | |
| Se tomarán como medidas los valores puntuales de las deflexiones en centésimas de mm tomados al menos cada 20 m. Se considerarán para los valores puntuales las deflexiones corregidas por humedad y temperatura, según indique la normativa o recomendaciones vigentes. | | | | | |
| Se consideran tramos homogéneos los así definidos en la normativa vigente. | | | | | |
| Los equipos de medida deberán estar aprobados por la Dirección General de Carreteras. | | | | | |
| Para los tramos homogéneos se considerará el valor de la deflexión característica de cálculo que será el especificado en la normativa vigente. | | | | | |
| En calzadas con más de un carril se considerará el carril por donde circulen habitualmente los vehículos pesados, si es que están diferenciados claramente. En caso contrario será necesario medir todos los carriles. Si se mide más de una rodada por carril se considerará la situación peor, es decir, los valores de deflexión característica de cálculo más elevados. | | | | | |
| FRECUENCIA DE MEDIDA | | | | | |
| Cada 2 años o cuando aparezcan deterioros. | | | | | |
| VALORES MÁXIMOS Y TIEMPOS MÁXIMOS PARA PENALIDAD | | | | | |
| Umbral para valores puntuales | | | Tiempo de respuesta para corrección desde que se conoce | | |
| FIRMES FLEXIBLES Y SEMIFLEXIBLES | | | | | |
| CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO | | | | | |
| T00 y T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | |
| 50 | 75 | 100 | 125 | 150(*) 200(**) | |
| (*) Firmes con espesor de pavimento bituminoso= 5 cm | | | | | |
| (**) Firmes con espesor de pavimento bituminoso= 6 cm | | | | | |
| FIRMES SEMIRRÍGIDOS | | | | | |
| CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO | | | | | |
| T00 | T0 y T1 | T2 y T3 | T4 | | |
| 35 | 40 | 50 | 80 | | |
| Umbral de valores característicos de cálculo | | | Tiempo de respuesta para corrección desde que se conoce | | |
| FIRMES FLEXIBLES Y SEMIFLEXIBLES | | | | | |
| CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO | | | | | |
| T00 | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 |
| 50 | 70 | 80 | 100 | 110 | 130 |
| FIRMES SEMIRRÍGIDOS | | | | | |
| CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO | | | | | |
| T00 | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 |
| 40 | 50 | 60 | 80 | 80 | 100 |

| CORRECCIONES AL ALZA Y A LA BAJA | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------|
| FIRMES FLEXIBLES Y SEMIFLEXIBLES | | |
| Para tráfico T00, | | |
| DEFLEXIÓN | Valor característico de cálculo | Porcentaje |
| C. a la baja | 30-50 | -1,25 % |
| C. al alza | <20 | 0,16 % |
| Para tráfico T1 | | |
| DEFLEXIÓN | Valor característico de cálculo | Porcentaje |
| C. a la baja | 60-80 | -1,25 % |
| C. al alza | <30 | 0,16 % |
| Para tráfico T3 | | |
| DEFLEXIÓN | Valor característico de cálculo | Porcentaje |
| C. a la baja | 80-110 | -1,25 % |
| C. al alza | <70 | 0,16 % |
| FIRMES SEMIRRÍGIDOS | | |
| Para tráfico T00, | | |
| DEFLEXIÓN | Valor característico de cálculo | Porcentaje |
| C. a la baja | 30-40 | -1,25 % |
| C. al alza | <10 | 0,16 % |
| Para tráfico T1 | | |
| DEFLEXIÓN | Valor característico de cálculo | Porcentaje |
| C. a la baja | 40-60 | -1,25 % |
| C. al alza | <15 | 0,16 % |
| Para tráfico T3 | | |
| DEFLEXIÓN | Valor característico de cálculo | Porcentaje |
| C. a la baja | 60-80 | -1,25 % |
| C. al alza | <40 | 0,16 % |
| Para tráfico T0 | | |
| DEFLEXIÓN | Valor característico de cálculo | Porcentaje |
| C. a la baja | 40-70 | -1,25 % |
| C. al alza | <30 | 0,16 % |
| Para tráfico T2 | | |
| DEFLEXIÓN | Valor característico de cálculo | Porcentaje |
| C. a la baja | 80-100 | -1,25 % |
| C. al alza | <55 | 0,16 % |
| Para tráfico T4 | | |
| DEFLEXIÓN | Valor característico de cálculo | Porcentaje |
| C. a la baja | 100-130 | -1,25 % |
| C. al alza | <80 | 0,16 % |
| Para tráfico T0 | | |
| DEFLEXIÓN | Valor característico de cálculo | Porcentaje |
| C. a la baja | 35-50 | -1,25 % |
| C. al alza | <15 | 0,16 % |
| Para tráfico T2 | | |
| DEFLEXIÓN | Valor característico de cálculo | Porcentaje |
| C. a la baja | 60-80 | -1,25 % |
| C. al alza | <35 | 0,16 % |
| Para tráfico T4 | | |
| DEFLEXIÓN | Valor característico de cálculo | Porcentaje |
| C. a la baja | 80-100 | -1,25 % |
| C. al alza | <60 | 0,16 % |
| <p>Se obtendrán los factores de corrección de la siguiente manera:</p> <p>Factor corrección (fc) = (% de corrección * longitud de calzada afectada)</p> <ul style="list-style-type: none"> Longitud de calzada afectada: la longitud de calzada afectada medida en km enteros redondeada al alza para correcciones a la baja y a la baja para correcciones al alza <p>✓ Se considerará que se ha incurrido en penalidad si no se cumple cualquiera de los tiempos de respuesta o de los valores umbrales o la frecuencia de medida.</p> <p>✓ Si se produjeran incumplimientos de valores puntuales y de valores característicos en un mismo km, se considerará como un único incumplimiento y sólo se aplicará una única penalidad.</p> <p>Note: Cuando el valor del indicador dé lugar a penalidad se aplicará también corrección a la baja.</p> | | |

Tabla. 56. Características del indicador de capacidad estructural del firme.



MARCAS VIALES. RETROREFLEXIÓN.

Estos ensayos sí se están realizando actualmente en la CV-35, aunque los resultados no se trasladan a un indicador, pudiendo únicamente ser sujetos a penalización en caso de no cumplir los estándares exigidos. En la siguiente tabla del Ministerio de fomento se propone un indicador que pueda reflejar la calidad de las marcas viales, repercutiendo en el canon base de demanda.

| IDENTIFICADOR | | NOMBRE | | AFECTA A LA | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------------------------------------------------------------|
| I21 | | Marcas viales. Retroreflexión | | SEGURIDAD DE LA VÍA | | | | |
| NORMATIVA DE REFERENCIA | | | | | | | | |
| UNE-EN-1436. Materiales para señalización vial horizontal. Comportamiento de las marcas viales aplicadas sobre la calzada. | | | | | | | | |
| Artículo 700 del PG-3. | | | | | | | | |
| Notas de servicio, órdenes circulares u otras disposiciones vigentes emitidas por la DGC. | | | | | | | | |
| MÉTODO MEDIDA | | | | | | | | |
| Se tomarán medidas de la retroreflexión, R_L , mediante equipos de alto rendimiento, de acuerdo con la normativa de referencia (Anexo B) | | | | | | | | |
| Se medirá en $mc\cdot lx^{-1}\cdot m^{-2}$. | | | | | | | | |
| FRECUENCIA DE MEDIDA | | | | | | | | |
| Se tomarán medidas semestralmente. | | | | | | | | |
| VALORES MÍNIMOS Y TIEMPOS MÁXIMOS PARA PENALIDAD | | | | | | | | |
| Umbral de valores puntuales $mc\cdot lx^{-1}\cdot m^{-2}$. | | | Tiempo de respuesta para corrección | | Umbral de valores medios en tramo de 1 km $mc\cdot lx^{-1}\cdot m^{-2}$. | | | Tiempo de respuesta para corrección |
| 30 días | 180 días | 365 días | 1 semana | | 30 días | 180 días | 365 días | 2 semanas |
| 300 | 200 | 150 | | | - | - | 175 | |
| Repintado anual | | | ---- | | | | | |
| CORRECCIÓN AL ALZA | | | | CORRECCION A LA BAJA | | | | |
| Valores medios en 1 km para pinturas con más de 180 días | | | % de corrección de la tarifa base del año hasta próxima medida | | Valores medios en 1 km | | | % de corrección de la tarifa base del año hasta próxima medida |
| >300 | | | 0,003 % | | $R_L < 200$ | | | -0,2 % |
| Se obtendrán los factores de corrección de la siguiente manera: | | | | | | | | |
| <i>Factor corrección (fc) = (% de corrección* longitud de calzada afectada)</i> | | | | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> Longitud de calzada afectada: la longitud de calzada afectada medida en km enteros redondeados al alza para correcciones a la baja y a la baja para correcciones al alza | | | | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Se considerará que se ha incurrido en penalidad si no se cumple cualquiera de los tiempos de respuesta o de los valores de los umbrales o la frecuencia de medida. ✓ Si se produjeran incumplimientos de valores puntuales y de valores medios en un mismo km, se considerará como un único incumplimiento y sólo se aplicará una única penalidad. | | | | | | | | |
| Nota: Cuando el valor del indicador dé lugar a penalidad se aplicará también corrección a la baja. | | | | | | | | |

Tabla. 57. Características del indicador de marcas viales. Retroreflexión.



ESTADO DE ESTRUCTURAS Y OBRAS DE FÁBRICA:

Tal y como refleja la Guía de inspecciones principales de Obras de paso del Ministerio de Fomento, se atenderá principalmente a los **Índices de estado y condición**.

El Sistema de Gestión a partir de datos tomados en campo y por medio de algoritmos integrados sostiene en primer lugar para cada daño un Índice del Deterioro que tiene en cuenta:

- Intensidad del tipo de daño en los elementos observados (gravedad del daño).
- Extensión y evolución del tipo de daño en los elementos observados (extensión y evolución del daño).
- La clase de daño y su efecto en la seguridad y durabilidad del elemento afectado (tipo de daño).
- La importancia del elemento dañado en la seguridad y durabilidad de la estructura completa (tipo de elemento).

El Índice del Deterioro obtenido toma un valor entre 0 y 100. Se puede dividir en cinco intervalos cuyos significados se indican a continuación:

- **Índice entre 0 y 20:** Deterioro sin consecuencias importantes “a priori”.
- **Índice entre 21 y 40:** Deterioro que puede tener una evolución patológica o reducir las condiciones de servicio o de durabilidad del elemento si no se repara en el tiempo adecuado.
- **Índice entre 41 y 80:** Deterioro que indica una patología que supone una reducción de las condiciones de servicio o de la durabilidad del elemento.
- **Índices entre 61 y 80:** Deterioro que se puede traducir en una modificación del comportamiento resistente o funcional.
- **Índice entre 81 y 100:** Deterioro que se puede traducir en una modificación del comportamiento resistente o funcional.

Una vez obtenidos todos los índices de los deterioros existentes en una estructura, el objetivo consiste en poder valorar el estado de conservación de dicha estructura. Así, el denominado **Índice de Estado o Condición de la Estructura** tiene en cuenta el conjunto de los Índices de deterioro que tiene la estructura y la distribución de los daños en la misma.



A partir de esta valoración, se obtendrá una relación ordenada de las estructuras inspeccionadas que permitirá **priorizar las actuaciones según la urgencia y gravedad de los deterioros** observados.

Igualmente el **Índice de Estado de la Estructura** se puede dividir en cinco intervalos:

- **Índice entre 0 y 20:** Estructura sin patologías evidentes o con deterioros sin consecuencias relevantes para la durabilidad, condiciones de servicio o seguridad de la estructura.
- **Índice entre 21 y 40:** Estructura con deterioros que pueden tener evolución patológica que afecte a la durabilidad o las condiciones de servicio de la estructura. Es conveniente seguir su evolución temporal para su determinación objetiva.
- **Índice entre 41 y 60:** Estructura con deterioros que evidencian una patología que puede suponer una reducción de las condiciones de servicio o de la durabilidad de la estructura. Será necesario seguir la evolución de la patología en las posteriores inspecciones. Puede requerir una actuación a medio plazo para mejorar la durabilidad de la estructura.
- **Índice entre 61 y 80:** Estructura con deterioros o patologías que se pueden traducir en una modificación del comportamiento resistente o una reducción importante de los niveles de servicio. Requiere una actuación a corto-medio plazo. En función de la naturaleza del daño puede requerir una inspección especial.
- **Índice entre 81 y 100:** Estructura con deterioros o patologías que comprometen la seguridad del elemento / estructura. Requiere una inspección especial y una actuación urgente. En algunos casos puede ser necesario una limitación del uso.

5.3. ELECCIÓN DE INDICADORES FUNCIONALES.

Ya existen indicadores que hacen referencia de forma directa o indirecta al nivel de servicio, las congestiones o la seguridad vial, pero no existe ningún indicador que refleje la **percepción del usuario**. Aunque este indicador no sea sujeto de abono/penalización, si puede ser una herramienta potente para la mejora de la infraestructura.



“INDICADOR DE CALIDAD DE SERVICIO PERCIBIDO POR EL USUARIO” (ICSU):

Es un indicador que mide periódicamente, por medio de encuestas, la satisfacción de los usuarios-clientes de las vías, así como la de otros usuarios eventuales que deben utilizar infraestructuras anexas a la carretera (pasarelas, vías de servicio, pasos inferiores, etc.).

En la definición del contenido de las encuestas a usuarios-clientes para determinar el ICSU, se ha de considerar su percepción en cuanto a los siguientes aspectos:

- **Seguridad:** se debe preguntar al usuario-cliente acerca de la seguridad percibida en una vía concreta y, si es posible, tratar de identificar qué emplazamientos concretos son los que le producen una mayor sensación de inseguridad.
- **Comodidad:** la comodidad en la circulación es un aspecto que engloba a multitud de características de la vía y de la circulación; si bien la velocidad es uno de los aspectos que más influye, es necesario tener en cuenta que otras muchas características de la vía (estado del firme, radios de las curvas, calidad de la señalización orientativa...) influyen, asimismo, de manera determinante en la comodidad de la circulación.
- **Velocidad y fiabilidad del tiempo de recorrido:** aspecto clave en la percepción de la calidad de servicio por parte del usuario-cliente.
- **Información:** se debe preguntar al usuario-cliente acerca de la disponibilidad y calidad de la información que se le suministra a través de diferentes vías (televisión, radio, teléfono, Internet, paneles de mensaje variable) sobre el estado de la carretera, tanto antes de iniciar el viaje como durante el mismo.
- **Medio ambiente:** se busca lo que piensa el usuario-cliente acerca de la integración de la carretera en el medio ambiente y el paisaje.
- **Características del firme:** es importante conocer la opinión de los usuarios-clientes acerca de las características y estado de conservación del firme, aspecto muy relevante en la comodidad y, por tanto, fundamental para la percepción de la calidad de servicio.
- **Elementos de trazado:** se pretende analizar cómo percibe el usuario-cliente las características geométricas de la carretera, tanto en cuanto a la sección transversal como al trazado.



- **Equipamiento viario:** se debe preguntar a los usuarios-clientes acerca de los elementos del equipamiento que valoran como más útiles.
- **Servicios:** se pretende conocer la opinión del usuario-cliente acerca de la calidad de los servicios anexos a la vía (restaurantes, estaciones de servicio, hoteles...) y otros servicios, como la asistencia en caso de emergencia.
- **Coste del servicio,** en el caso de que se trate de vías de peaje.

El ICSU deberá integrar el contenido de los resultados de las encuestas, tras un proceso de depuración de los datos recogidos. De esta manera, el indicador estaría representado por una función de variables relacionadas con los aspectos citados.

5.4. INDICADORES DE ENTORNO.

Son indicadores vinculados a la percepción de la carretera por parte de los colindantes y con el medio ambiente.

Están relacionados con los niveles de ruido, la contaminación del agua, la polución, etc. Orientan sobre la necesidad de adoptar medias de protección del medio ambiente y la mejora de la relación entre la carretera y los colindantes.

En este caso, dada la proximidad de la vía a zonas residenciales, escolares o lúdicas, especialmente dentro de los términos municipales de Valencia, Burjassot o Paterna, se propone un indicador que mida el **nivel de ruido**.

INDICADOR DE NIVEL DE RUIDO:

La cláusula nº46 del Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares que rige el contrato de la concesión, establece en su apartado 3 que “el concesionario deberá cumplir con la normativa de ruido vigente durante el periodo de explotación de la concesión quedando obligado a efectuar un seguimiento continuo de ruido mediante medición con instrumentos homologados y a ejecutar a su cargo las medidas correctoras...”.

La normativa vigente es la siguiente:

- **Europea:** Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.
- **Estatal:** Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido.
- **Comunitaria:** Por su parte, la Comunidad Valenciana, aprueba la Ley 7/2002, de 3 de diciembre, de Protección contra la Contaminación Acústica



En estas normativas se establecen los siguientes objetivos:

| «ANEXO II | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------|----------------|
| Objetivos de calidad acústica | | | | |
| Tabla A. <i>Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes</i> | | | | |
| Tipo de área acústica | | Índices de ruido | | |
| | | L _d | L _e | L _n |
| e | Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica. | 60 | 60 | 50 |
| a | Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial. | 65 | 65 | 55 |
| d | Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c). | 70 | 70 | 65 |
| c | Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos. | 73 | 73 | 63 |
| b | Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial. | 75 | 75 | 65 |
| f | Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1) | (2) | (2) | (2) |

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

(2) En el límite perimetral de estos sectores del territorio no se superarán los objetivos de calidad acústica para ruido aplicables al resto de áreas acústicas colindantes con ellos.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.»

Tabla 58. bjetivos de calidad Acústica. Real Decreto 136/2007 (modificado por Real Decreto 1038/2012)

| ANEXO II | | |
|--------------------------------------|--------------------|-------|
| Niveles sonoros | | |
| TABLA 1 | | |
| <i>Niveles de recepción externos</i> | | |
| Uso dominante | Nivel sonoro dB(A) | |
| | Día | Noche |
| Sanitario y docente | 45 | 35 |
| Residencial | 55 | 45 |
| Terciario | 65 | 55 |
| Industrial | 70 | 60 |

Tabla 59: Objetivos de calidad Acústica. Ley 7/2002



Como resultado de la comparativa llevada a cabo entre las legislaciones de ambas administraciones, y siguiendo el criterio de selección de los OCA más restrictivos en cada área, se establecen como objetivos de calidad acústica a considerar, los marcados en la siguiente tabla:

| Uso Dominante | Nivel Sonoro dB(A) | |
|---------------------|--------------------|-------|
| | Día / Tarde | Noche |
| Sanitario y Docente | 55 | 45 |
| Residencial | 65 | 55 |
| Terciario | 75 | 65 |
| Industrial | 80 | 70 |

Tabla 60: Objetivos de calidad Acústica de referencia en el estudio sonoro

Fuente: Elaboración propia

ANEXO III

Emisores acústicos. Valores límite de inmisión

Tabla A1. Valores límite de inmisión de ruido aplicables a nuevas infraestructuras viarias, ferroviarias y aeroportuarias.

| Tipo de área acústica | | Índices de ruido | | |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------|-------|
| | | L_d | L_e | L_n |
| e | Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica | 55 | 55 | 45 |
| a | Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial. | 60 | 60 | 50 |
| d | Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c. | 65 | 65 | 55 |
| c | Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos. | 68 | 68 | 58 |
| b | Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial | 70 | 70 | 60 |

Tabla 61: Objetivos de calidad Acústica para nuevas infraestructuras. Real Decreto 136/2007



Se identifican 11 zonas a lo largo del tramo estudiado de la CV-35 donde se prevé la posibilidad de que se superen los límites legales de emisión de ruido. Estas 11 zonas son las que se detallan a continuación:

| ZONA | NOMBRE ZONA | PK | | EDIFICIOS SENSIBLES | |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| | | INICIO | FINAL | EDUCATIVOS | SANITARIOS |
| ZONA 1 | BURJASSOT RESIDENCIAL | 2+875 | 4+030 | No | No |
| ZONA 2 | BURJASSOT UNIVERSIDAD Y CENTROS DOCENTES PRÓXIMOS | 4+060 | 5+130 | Si (Campus Universitario Burjassot de la Universidad de Valencia, IES Vicent Andrés Estellés, IES Federica Montseny, Escuela Educación Infantil Caperucita Roja, C P Fernando de los Ríos, Escuela E. Infantil Seiscientos Trece) | No |
| ZONA 3 | BENIMÀMET | 2+950 | 4+590 | Si (Colegio Privado Natividad de Nuestra Señora y CP Benimàmet) | No |
| ZONA 4 | TERRAMELAR - LLOMALLARGA - VALTERNA | 4+600 | 6+675 | Si (Liceo Frances) | No |
| ZONA 5 | LA COMA | 5+560 | 7+270 | Si (Colegio Dominicos Nuestra Señora del Rosario) | No |
| ZONA 6 | CENTRO DE REHABILITACIÓN DE LEVANTE | 11+350 | 12+030 | No | SÍ (Centro de Rehabilitación de Levante) |
| ZONA 7 | SAN ANTONIO DE BENAGÉBER | 13+370 | 13+875 | No | No |
| ZONA 8 | NUEVA ZONA URBANIZADA, CENTRO PRIVADO DE EDUCACIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA FUNDACIÓN S. VICENTE FERRER E IES SAN ANTONIO DE BENAGÉBER | 13+940 | 14+930 | Si (Colegio Público Fundación S. Vicente Ferrer e IES San Antonio de Benagéber) | No |



ESTUDIO DE INDICADORES DE EXPLOTACIÓN Y CONSERVACIÓN EN LA CONCESIÓN DE LA CARRETERA CV-35, PROVINCIA DE VALENCIA. ANÁLISIS Y PROPUESTAS DE MEJORA.
AUTOR: ALESANDER MONZÓN HERNÁNDEZ



| | | | | | |
|----------------|----------------------------------------------|--------|--------|----------------------------------------|----|
| ZONA 9 | URBANIZACIONES BONAVISTA Y EL PARAISO | 14+940 | 17+000 | No | No |
| ZONA 10 | CP MAS DE TOUS Y EL IES LA VEREDA | 17+830 | 18+430 | Sí (CP Mas de Tous y el IES La Vereda) | No |
| ZONA 11 | COLEGIO EL PRAT | 25+860 | 26+500 | Sí (Colegio el Prat) | No |

Tabla 62: Zonificación incluida en el Plan de Acción contra el ruido

Fuente: Elaboración propia.



6. CONCLUSIONES.

En un primer lugar se contextualizó la figura de la **concesión de obra pública** y en concreto de las autopistas con **peaje en sombra**, atendiendo a los diferentes criterios que se tienen en cuenta a nivel nacional y comunitario y, en especial, en el caso de estudio, el de la CV-35.

Una vez habiendo entrado en profundidad en este caso práctico, se puede concluir que los contratos de concesión de obra pública de autopistas con peaje en sombra requieren de una **gestión eficiente del concesionario y de un control exhaustivo por parte de la Administración** competente para que los indicadores de calidad de la conservación y explotación tengan los mejores valores posibles. Esto beneficiará a ambas partes, puesto que la Administración se garantiza un buen servicio sin tener que gestionar la infraestructura de forma directa y el Concesionario ve reinvertido su esfuerzo en forma de bonificaciones.

No obstante, es necesario que los indicadores sean lo más **fácilmente interpretables** posible para que no exista lugar a confusión y a doble interpretación por parte de los agentes intervinientes. También ha de cuidarse la elección de los indicadores adecuados que puedan **caracterizar la infraestructura** bajo un análisis de diferentes criterios.

En la CV-35, no obstante, no ocurre esto en todas las ocasiones, ya que los indicadores no terminan de adaptarse en muchos casos a las circunstancias particulares de la vía o, si lo hacen, dejan lugar a vacíos en su redacción o concepción que pueden ser aprovechados por el Concesionario en beneficio propio.

Con respecto a la **accidentalidad**, se ha concluido que el **Índice de Peligrosidad no es un indicador adecuado** para medir la seguridad vial en la infraestructura, puesto que no existe matización en la gravedad de los accidentes, no pudiendo reflejar mejoras con la disminución de accidentes mortales o graves. **Se propone el Índice de Riesgo** como una alternativa más eficaz, ya que considera el número de accidentes mortales o graves y no los leves como el Índice de Peligrosidad.

El **estado del firme** queda categorizado por el **CRT** y el **IRI**. Ambos **no quedan bien redactados en los pliegos**, dando lugar a una doble interpretación. Si se considera el porcentaje de puntos de medición, resulta más restrictivo que se si se considera el porcentaje de segmentos de 1 km, siendo muy importante definir bien esta circunstancia, ya que puede pasarse de bonificar a no hacerlo o incluso penalizar en cuestión de decimales. Con el CRT han existido problemas con el Concesionario para que midiera **de forma representativa y sin “falsear” los resultados**. Es necesario que las mediciones se hagan de forma uniforme en toda la calzada, para lo cual se debe planificar con antelación para garantizar que no siempre se estudien los mismos carriles. Con el IRI, en cambio, no se han dado tantos problemas con el Concesionario en



referencia a las mediciones en los ensayos. Se propone complementar con un ensayo de **Capacidad Estructural del Firme**.

El nivel de congestión de la vía y la capacidad de la misma son analizados con dos indicadores diferentes, quedando claro que la metodología del **Manual de Capacidad americano no se adapta de forma eficiente a las carreteras españolas**. No obstante, se ha optimizado el cálculo del nivel de servicio para que los resultados fueran más homogéneos y poder verificar los resultados que obtiene el concesionario a través de la aplicación que ha optimizado, aunque es complicado hilar fino en este aspecto. Una manera de chequear de forma aleatoria si los datos concuerdan con la realidad es un estudio de **videoverificación**. Evidentemente es imposible abarcar la totalidad de las horas y las secciones, pero sí se pueden tomar algunas al azar para constatar lo que genera el programa. Por su parte, la casuística empleada para la optimización del programa HORUS es susceptible de mejora, puesto que no establece excepciones en las que el concesionario deje de estar penalizado (Circunstancias meteorológicas extremas, accidentes por motivos ajenos al estado de la infraestructura como el consumo de alcohol o drogas. Además, se desconoce si puede haber interacción entre varias casuísticas y en el caso de que existan dos simultáneamente, si existe algún tipo de prevalencia. Por otro lado, la inspección al no contar con el programa no tiene medios cómodos para poder verificar esos datos.

Finalmente, en cuanto a los indicadores presentes en la CV-35, el **Indicador de defensa de la vía** se considera poco relevante, aunque puede ser útil como arma de la inspección para garantizar que el Concesionario se compromete con sus obligaciones tras las denuncias pertinentes.

A los indicadores expuestos se podrían añadir como complementos otros indicadores para el **análisis de las marcas viales, de las estructuras, el nivel de ruido o la percepción del usuario**. Además, aprovechando las inspecciones visuales que se realizan para la redacción de informes, se podría convertir la categorización de deficiencias de esos informes en un **indicador multi-criterio de conservación** que haga que el Concesionario no descuide el mantenimiento de la infraestructura.

Si bien se han definido y comentado aspectos de muchos indicadores, **no es necesario la presencia de demasiados, ya que podría ser contraproducente**, dándose lugar a grandes costes y a duplicidades de criterios. Eso sí, los que se elijan deben estar muy bien redactados y quedar claros desde un primer momento, no dando lugar a una interpretación errónea del Concesionario. Tampoco se pretende que el mismo no bonifique, así que ha de cuidarse que los **objetivos sean realizables y estén en consonancia con la situación actual** de la infraestructura y el contexto económico y social vigente, dando lugar a una carretera bien mantenida y explotada y, por ende, más **atractiva para los usuarios**, el cual el Concesionario verá reflejado en dinero en la **Liquidación del Canon Pendiente**.



7. BIBLIOGRAFÍA.

- Informe de Seguridad Vial Años 2015 y 2016. *Dirección General de Obras Públicas, Transporte y Movilidad Conselleria de Vivienda, Obras Públicas y Vertebración del Territorio.* Años 2015 y 2016.
- La experiencia española en concesiones y APPs: Infraestructura de Carreteras. *Programa para el Impulso de Asociaciones Público-Privadas en Estados Mexicanos.* Octubre 2009.
- Informe 2015 sobre el Sector de autopistas de peaje en España. *Delegación del Gobierno en las Sociedades Concesionarias de Autopistas Nacionales de Peaje.* Año 2015.
- Indicadores de Calidad en Carreteras. Índice de Regularidad Internacional (I.R.I). *Mireia Cirera Bernal, Universidad Politècnica de Catalunya.* Julio 2010.
- Aplicación de Indicadores de Calidad en Concesiones de Carreteras en España. *Cristina Delgado Quiralte, José Manuel Vassallo y Antonio Sánchez Soliño, Universidad Politècnica de Madrid.* Mayo 2012
- Diez años de peaje sombra en España. *Jose Manuel Vassallo Magro y Pablo Pérez de Villar Cruz. Universidad Politècnica de Madrid.* Enero 2010
- Planificación económico – financiera de las concesiones de autopistas de peaje. Un estudio empírico del caso Español. *María de los Ángeles Baeza Muñoz, Universidad de Granada.* Enero 2008.
- Ley 5/1972. de 10 de mayo, de construcción, conservación y explotación de autopistas en régimen de concesión.
- Decreto 215/1973, de 25 de enero, por el que se aprueba el pliego de cláusulas generales para la construcción, conservación y explotación de autopistas en régimen de concesión.



ESTUDIO DE INDICADORES DE EXPLOTACIÓN Y CONSERVACIÓN EN LA CONCESIÓN DE LA CARRETERA CV-35, PROVINCIA DE VALENCIA. ANÁLISIS Y PROPUESTAS DE MEJORA.
AUTOR: ALESANDER MONZÓN HERNÁNDEZ



- Libro Verde. Indicadores de Calidad de Servicio en Carreteras. *Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos*. Año 2005.
- Guía para la realización de inspecciones principales de obras de paso en la Red de Carreteras del Estado. *Ministerio de Fomento*. Año 2012.
- Criterios de optimización de los incentivos en contratos de concesión ligados a indicadores de calidad de servicio para firmes bituminosos. *José Ramón Ballesteros Martínez*. Universidad Politécnica de Madrid. Año 2014
- Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares de la concesión de la CV-35.
- Material de apoyo de la Asignatura Explotación y Seguridad Vial impartida en el máster.