



Libertad y Orden

---

REPÚBLICA DE COLOMBIA  
MINISTERIO DE TRANSPORTE  
AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA

---

15

CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA DE APP No [•] DE [•]

Entre:

11 SET. 2015

Concedente:  
Agencia Nacional de Infraestructura

Concesionario:  
[•]

**APENDICE TÉCNICO 3  
ESPECIFICACIONES GENERALES  
RUMICHACA - PASTO**

## CAPÍTULO I   Introducción

- (a) De conformidad con lo previsto en la Sección 1.57 y 1.58 de la Parte General del Contrato, el presente Apéndice contiene las especificaciones generales que deberá atender el Concesionario para el desarrollo y presentación de los Estudios de Trazado y Diseño Geométrico, los Estudios de Detalle, así como para el desarrollo de las Intervenciones . En consecuencia, el Concesionario deberá cumplir con las especificaciones y/o normas técnicas que se indican en el presente Apéndice al momento de desarrollar dichas actividades, sin perjuicio de lo previsto en la Sección 4.12 de la Parte General.
- (b) El cumplimiento de las normas y parámetros que se establecen en este Apéndice Técnico corresponden a las especificaciones mínimas exigidas, las cuales no excusan al Concesionario de la obtención de los resultados establecidos en el Apéndice Técnico 4 Indicadores.
- (c) En el caso en que dos o más normas y/o especificaciones técnicas de las listadas en las Secciones del presente Apéndice establezcan condiciones diferentes para el desarrollo de una misma obligación a cargo del Concesionario, este deberá aplicar lo previsto en la Sección 4.12 (c) de la Parte General.
- (d) En el caso que exista contradicción entre una norma nacional y una internacional primará la norma nacional.
- (e) La aplicación de este Apéndice deberá ser efectuada en concordancia con lo establecido en la Parte General y Especial del Contrato. En todo caso, de presentarse alguna contradicción entre lo previsto en este Apéndice y los demás documentos contractuales, se atenderá a lo previsto en el numeral 19.14 de la Parte General.

## CAPÍTULO II Carreteras

### 2.1 Estudios y Diseños

- (a) En el desarrollo y presentación de los Estudios de Detalle y de los Estudios de Trazado y Diseño Geométrico relacionados con las Intervenciones que impliquen la construcción, mejoramiento y/o rehabilitación de carreteras, el Concesionario deberá cumplir con las especificaciones establecidas en el Apéndice Técnico 1 y los manuales y/o normas técnicas que de acuerdo con la Ley Aplicable vigente al momento de la presentación de la Oferta sean obligatorias para la ejecución de estas actividades, en particular, pero sin limitarse, con las identificadas en el siguiente listado.
- (i) MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO PARA CARRETERAS, adoptado mediante Resolución No. 000744 del 4 de marzo de 2009 del INVIAS.
  - (ii) MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS EN VÍAS CON MEDIOS Y ALTOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO, adoptado mediante Resolución No.002857 del 6 de julio de 1999 del INVIAS.
  - (iii) MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS EN VÍAS CON BAJOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO adoptado mediante Resolución No. 003482 de 2007 del INVIAS.
  - (iv) MANUAL DE CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO PARA CARRETERAS DE DOS CARRILES SEGUNDA VERSIÓN adoptado mediante Resolución No. 005864 del 12 de noviembre de 1998 del INVIAS.
  - (v) GUÍA METODOLÓGICA PARA EL DISEÑO DE OBRAS DE REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS DE CARRETERAS. Adoptada por la Resolución 743 de 2009 del Ministerio de Transporte.
  - (vi) MANUAL DE SEÑALIZACIÓN – DISPOSITIVOS PARA LA REGULACIÓN DEL TRÁNSITO EN CALLES, CARRETERAS Y CICLORUTAS DE COLOMBIA. Adoptado por Resolución 4577 de 2009 del Ministerio de Transporte.
  - (vii) METODOLOGÍAS DE TRABAJO PARA LA SEÑALIZACIÓN DE VELOCIDAD Y ZONAS DE ADELANTAMIENTO EN LA RED NACIONAL DE CARRETERA adoptado mediante Resolución No 001384 de abril 20 de 20 10.
  - (viii) MANUAL DE DRENAJE DE CARRETERAS, adoptado mediante Resolución 000024 de 2011 del Ministerio de Transporte.
  - (ix) NORMAS DE ENSAYOS DE MATERIALES PARA CARRETERAS INV-13, adoptado mediante Resolución 1375 del 26 de mayo de 2014 del Ministerio de Transporte.
  - (x) MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO PARA VÍAS CON BAJOS, MEDIOS Y ALTOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO, adoptado mediante Resolución 000803 de 2009 del Ministerio de Transporte
  - (xi) METODOLOGÍA GENERAL PARA LA PRESENTACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, expedida por el Ministerio de Ambiente,

vivienda y Desarrollo Territorial conforme Resolución 1503 del 4 de Agosto de 2010.

- (xii) Criterios para el diseño geométrico y paisajístico de la franja de aislamiento y la calzada de desaceleración establecidos en los decretos 3600 de 2007 y 4066 de 2008
- (xiii) Criterios para los diseños específicos para los pasos urbanos definidos en el decreto 2976 de 2010
- (xiv) Ley 105 de 1993
- (xv) Ley 1228 de julio 16 de 2008.

(b) En caso de que algunos parámetros no estén establecidos en las normas anteriores el concesionario deberá utilizar las especificaciones y/o normas técnicas de carácter internacional listadas a continuación:

- (i) AASHTO. AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES. 1993.
- (ii) PCA. THICKNESS DESIGN FOR CONCRETE HIGHWAYS AND STREET PAVEMENTS. 2011.
- (iii) AASHTO. GEOMETRIC DESIGN OF HIGHWAYS AND STREETS. 2004
- (iv) EUROCÓDIGO 1: ACCIONES EN ESTRUCTURAS (Partes 1 y 2).
- (v) EUROCÓDIGO 2: DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO
- (vi) EUROCÓDIGO 3: DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO
- (vii) EUROCÓDIGO 4: DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO Y CONCRETO

(c) Adicionalmente, el Concesionario deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

- (i) CÓDIGO NACIONAL DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y DE PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE adoptado mediante Decreto Ley 2811 de 1974, y sus decretos reglamentarios.
- (ii) LEY AMBIENTAL- Ley 99 de 1993 y sus decretos reglamentarios.
- (iii) RÉGIMEN DE APROVECHAMIENTO FORESTAL establecido mediante el Decreto 1791 de 1996.
- (iv) CÓDIGO DE MINAS Y OTRAS DISPOSICIONES adoptadas mediante Ley 685 de 2001.
- (v) GUÍA DE MANEJO AMBIENTAL DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA. SUBSECTOR VIAL adoptada mediante la Resolución 7106 de 2009 del Instituto Nacional de Vías.

- (vi) Decreto 1320 de 1998 Por el cual se reglamenta la consulta previa con las comunidades indígenas y negras para la explotación de los recursos naturales dentro de su territorio.
  - (vii) Ley 1228 de 2008 por la cual se determinan las fajas mínimas de retiro obligatorio o áreas de exclusión, para las carreteras del sistema vial nacional.
  - (viii) Resolución numero de 1517 de 31 de agosto de 2012 por la cual se adopta el Manual para la Asignación de Compensación por Pérdida de Biodiversidad.
- (d) El contenido y alcance de los Estudios de Trazado y Diseño Geométrico y los Estudios de Detalle, junto con su respectiva metodología, deberán desarrollarse cumpliendo, como mínimo, lo establecido por el INVÍAS para diseños Fase III, como resultado de la Consultoría con la Sociedad Colombiana de Ingenieros, que obra como Anexo 1 del presente Apéndice.

## 2.2 Intervenciones

- (a) Para el desarrollo de las Intervenciones del Proyecto relacionadas con la construcción, mejoramiento y/o rehabilitación de carreteras, el Concesionario deberá cumplir con las especificaciones establecidas en el Apéndice Técnico 1 y los manuales y/o normas técnicas que de acuerdo con la Ley Aplicable vigente al momento de la presentación de la Oferta sean obligatorias para la ejecución de este tipo de Intervenciones, y, en particular, pero sin limitarse, con las identificadas en el siguiente listado.
- (i) **ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION PARA CARRETERAS** adoptadas mediante Resolución No. 1376 de Mayo de 2014 por el MINISTERIO DE TRANSPORTE, además de los documentos posteriores que las actualicen, modifiquen, desarrollen o sustituyan.
  - (ii) **NORMAS DE ENSAYO DE MATERIALES PARA CARRETERAS**, adoptadas mediante Resolución No. 1375 del 26 de mayo de 2014 por el MINISTERIO DE TRANSPORTE, además de los documentos posteriores que las actualicen, modifiquen, desarrollen o sustituyan.
  - (iii) **REGLAMENTO PARA LA CERTIFICACIÓN SOBRE LA CALIDAD TÉCNICA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PROYECTOS DE PAVIMENTACIÓN** adoptado mediante la Resolución No. 000070 del 21 de enero de 2004 por el MINISTERIO DE TRANSPORTE, además de los documentos posteriores que las actualicen, modifiquen, desarrollen o sustituyan.
  - (iv) **GUÍA METODOLÓGICA PARA EL DISEÑO DE OBRAS DE REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS DE CARRETERAS**. Adoptada por la Resolución 743 de 2009 del Ministerio de Transporte.
  - (v) **EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO**

- (b) En caso de que algunos parámetros no estén establecidos en las normas anteriores el concesionario deberá utilizar las especificaciones y/o normas técnicas de carácter internacional listadas a continuación:
- (i) ASTM INTERNATIONAL en los códigos de construcción.
  - (ii) LCPC, "VIZIR, méthode assistée par ordinateur pour l'estimation des besoins de entretien d'un réseau routier", Paris, Décembre 1991
  - (iii) ASTM, "Standard practice for roads and parking lots pavement condition index surveys. Designation D6433-03", West Conshohocken, PA
  - (iv) SAYERS M.W., GILLESPIE T.D. & QUEIROZ C.A.V, "The international road roughness experiment.", World Bank, Technical Paper Number 45, Washington, 1986
- (c) Adicionalmente, el Concesionario deberá cumplir con las siguientes especificaciones:
- (i) CÓDIGO NACIONAL DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y DE PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE adoptado mediante Decreto Ley 2811 de 1974, y sus decretos reglamentarios.
  - (ii) LEY AMBIENTAL- Ley 99 de 1993 y sus decretos reglamentarios.
  - (iii) RÉGIMEN DE APROVECHAMIENTO FORESTAL establecido mediante el Decreto 1791 de 1996.
  - (iv) CÓDIGO DE MINAS Y OTRAS DISPOSICIONES adoptadas mediante Ley 685 de 2001.
  - (v) GUÍA DE MANEJO AMBIENTAL DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA. SUBSECTOR VIAL adoptada mediante la Resolución 7106 de 2009 del Instituto Nacional de Vías.
  - (vi) Decreto 1320 de 1998 Por el cual se reglamenta la consulta previa con las comunidades indígenas y negras para la explotación de los recursos naturales dentro de su territorio.
  - (vii) Ley 1228 de 2008 por la cual se determinan las fajas mínimas de retiro obligatorio o áreas de exclusión, para las carreteras del sistema vial nacional.

### 2.3 Requerimientos a la terminación de la Unidad Funcional

- (a) Como requisito para la suscripción del Acta de Terminación de Unidad Funcional respectiva, el Concesionario deberá entregar los planos As Built y la memoria de construcción sobre dicha Unidad Funcional en los cuales quede plasmado la obra finalmente construida con las modificaciones que se hayan realizado.
- (b) Esta información deberá ser entregada cumpliendo los requisitos exigidos en la Sección 2.1 del presente Apéndice.

### CAPÍTULO III Puentes, viaductos y otras estructuras

#### 3.1 Estudios y Diseños

- (a) En el desarrollo y presentación de los Estudios de Detalle y de los Estudios de Trazado y Diseño Geométrico relacionados con las Intervenciones que impliquen la construcción, rehabilitación y/o mejoramiento de puentes, viaductos y otras estructuras, el Concesionario deberá cumplir con todas con las especificaciones establecidas en el Apéndice Técnico 1 y los manuales y/o normas técnicas que de acuerdo con la Ley Aplicable vigente al momento de la presentación de la Oferta sean obligatorias para la ejecución de los estudios y diseños de este tipo de Intervenciones, y, en particular, pero sin limitarse, con las identificadas en el siguiente listado.
- (i) NORMA COLOMBIANA DE DISEÑO DE PUENTES CCP-2014 (CCP-200-94) adoptada mediante Resolución 000108 de 2015 del Ministerio de Transporte.
  - (ii) NORMAS COLOMBIANAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE. NSR10.
  - (iii) MANUAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES Y PROFUNDAS PARA CARRETERAS adoptado mediante Resolución No 1049 de 11 de abril de 2013..
  - (iv) MANUAL DE SEÑALIZACIÓN – DISPOSITIVOS PARA LA REGULACIÓN DEL TRÁNSITO EN CALLES, CARRETERAS Y CICLORUTAS DE COLOMBIA. Adoptado por Resolución 4577 de 2009 del Ministerio de Transporte.
  - (v) LAS DISPOSICIONES QUE CONTEMPLAN LOS POT EN RELACIÓN AL ESPACIO PÚBLICO
- (b) En caso de que algunos parámetros no estén establecidos en las normas anteriores el concesionario deberá utilizar las especificaciones y/o normas técnicas de carácter internacional listadas a continuación:
- (i) AASHTO LRFD BRIDGE DESIGN SPECIFICATIONS, Customary U.S. Units, 4th Edition with 2008 U.S. Edition Interim, and AASHTO LRFD Bridge Design Specifications, SI Units, 4th Edition. AASHTO LRFD Bridge Construction Specifications, 2009 Interim Revisions.
  - (ii) EUROCÓDIGO 8: DISEÑO DE ESTRUCTURAS SISMORESISTENTES.
  - (iii) EUROCÓDIGO 1: ACCIONES EN ESTRUCTURAS (Partes 1 y 2).
  - (iv) EUROCÓDIGO 2: DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO.
  - (v) EUROCÓDIGO 3: DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO.
  - (vi) EUROCÓDIGO 4: DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO Y CONCRETO.

- (c) Adicionalmente, el Concesionario deberá cumplir con las siguientes especificaciones:
- (i) CÓDIGO NACIONAL DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y DE PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE adoptado mediante Decreto Ley 2811 de 1974, y sus decretos reglamentarios.
  - (ii) LEY AMBIENTAL- Ley 99 de 1993 y sus decretos reglamentarios.
  - (iii) RÉGIMEN DE APROVECHAMIENTO FORESTAL establecido mediante el Decreto 1791 de 1996.
  - (iv) CÓDIGO DE MINAS Y OTRAS DISPOSICIONES adoptadas mediante Ley 685 de 2001.
  - (v) GUÍA DE MANEJO AMBIENTAL DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA. SUBSECTOR VIAL adoptada mediante la Resolución 7106 de 2009 del Instituto Nacional de Vías.
  - (vi) Decreto 1320 de 1998 Por el cual se reglamenta la consulta previa con las comunidades indígenas y negras para la explotación de los recursos naturales dentro de su territorio.
  - (vii) Ley 1228 de 2008 por la cual se determinan las fajas mínimas de retiro obligatorio o áreas de exclusión, para las carreteras del sistema vial nacional.
- (d) El contenido y alcance de los Estudios de Trazado y Diseño Geométrico y de los Estudios de Detalle, junto su respectiva metodología, deberán desarrollarse cumpliendo, como mínimo, con lo establecido por el INVÍAS para diseños Fase III, como resultado de la Consultoría con la Sociedad Colombiana de Ingenieros que obra como Anexo 1 del presente Apéndice.

### 3.2 Intervenciones

- (a) Para el desarrollo de las Intervenciones del Proyecto relacionadas con la construcción, rehabilitación y/o mejoramiento de puentes, viaductos y otras estructuras, el Concesionario deberá cumplir con todas con las especificaciones establecidas en el Apéndice Técnico 1 y los manuales y/o normas técnicas que de acuerdo con la Ley Aplicable vigente al momento de la presentación de la Oferta sean obligatorias para la ejecución de este tipo de Intervenciones, y, en particular, pero sin limitarse, con las identificadas en el siguiente listado.
- (i) NORMA COLOMBIANA DE DISEÑO DE PUENTES CCP-2014 (CCP-200-94) adoptada mediante Resolución 000108 de 2015 del Ministerio de Transporte.
  - (ii) NORMAS COLOMBIANAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE. NSR10.
  - (iii) MANUAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES Y PROFUNDAS PARA CARRETERAS adoptado mediante Resolución No 0001049 de 2013 del Ministerio de Transporte.

- (b) En caso de que algunos parámetros no estén establecidos en las normas anteriores el concesionario deberá utilizar las especificaciones y/o normas técnicas de carácter internacional listadas a continuación:
- (i) AASHTO LRFD Bridge Construction Specifications, 2009 Interim Revisions.
  - (ii) American Standards for Testing and Materials – ASTM
  - (iii) American Concrete Institute – ACI
  - (iv) American Institute of Steel Construction – AISC
  - (v) Instituto Colombiano de Productores de Cemento – ICPC
- (c) Adicionalmente, el Concesionario deberá cumplir con las siguientes especificaciones:
- (i) CÓDIGO NACIONAL DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y DE PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE adoptado mediante Decreto Ley 2811 de 1974, y sus decretos reglamentarios.
  - (ii) LEY AMBIENTAL- Ley 99 de 1993 y sus decretos reglamentarios.
  - (iii) RÉGIMEN DE APROVECHAMIENTO FORESTAL establecido mediante el Decreto 1791 de 1996.
  - (iv) CÓDIGO DE MINAS Y OTRAS DISPOSICIONES adoptadas mediante Ley 685 de 2001.
  - (v) GUÍA DE MANEJO AMBIENTAL DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA. SUBSECTOR VIAL adoptada mediante la Resolución 7106 de 2009 del Instituto Nacional de Vías.
  - (vi) Decreto 1320 de 1998 Por el cual se reglamenta la consulta previa con las comunidades indígenas y negras para la explotación de los recursos naturales dentro de su territorio.
  - (vii) Ley 1228 de 2008 por la cual se determinan las fajas mínimas de retiro obligatorio o áreas de exclusión, para las carreteras del sistema vial nacional.

### 3.3 Requerimientos a la terminación de la Unidad Funcional

- (a) Como requisito para la suscripción del Acta de Terminación de Unidad Funcional respectiva, el Concesionario deberá entregar los Planos As Built y la Memoria de Construcción sobre dicha Unidad Funcional en los cuales quede plasmado la obra finalmente construida con las modificaciones que se hayan realizado.
- (b) Esta información deberá ser entregada cumpliendo los requisitos exigidos en la Sección 3.1 del presente Apéndice.

## CAPÍTULO IV Túneles

### 4.1 Introducción

La presente Sección contiene las especificaciones y/o normas técnicas generales obligatorias para el diseño y construcción de las Intervenciones que comprendan obras subterráneas de los Túneles del Proyecto. Para efecto de esta Sección el término Túnel o Túneles debe entenderse como aplicable a el(los) túnel(es) previstos para este proyecto.

El Concesionario podrá escoger la forma en que ejecutará estas Intervenciones siempre y cuando los mismos cumplan como mínimo con las especificaciones y normas técnicas obligatorias de diseño y construcción de túneles señaladas en este apéndice.

### 4.2 Estudios y Diseños

- (a) Todos los trabajos de diseño de la obra civil y de los equipos electromecánicos, sus sistemas e instrumentación, se elaborarán de acuerdo con lo establecido en este documento y con las últimas versiones de las normas publicadas por las entidades listadas a continuación, al momento de la presentación de la Oferta, y que sean aplicables para el diseño y la construcción de túneles, todas las cuales deberán ser aplicadas de forma integral, es decir, cumpliendo con todas las especificaciones de las diferentes normas:
- (i) ICONTEC. Instituto Colombiano de Normas Técnicas.
  - (ii) NTC 2050. Código Eléctrico Colombiano.
  - (iii) NTC 1500 Código Colombiano de Fontanería.
  - (iv) RETILAP Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público
  - (v) RETIE Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas
- (b) En caso de que algunos parámetros no estén establecidos en las normas anteriores el concesionario deberá utilizar las especificaciones y/o normas técnicas de carácter internacional listadas a continuación:
- (i) IEC. International Electrotechnical Commission.
  - (ii) IEEE. Institute of Electrical and Electronic Engineers.
  - (iii) ANSI. American National Standards.
  - (iv) CIE. Comité Internacional de Iluminación.

- (v) NFPA. National Fire Protection Association.
- (vi) RFC. Internet Request for Comments. Red Local.
- (vii) TU-T. International Telecommunication Union – Series G, V, L, M, H, K, O.
- (viii) NTSC. National Television Standards Committee–Video.
- (ix) ASTM. American Society for Testing and Materials.
- (x) ISA. Instrument Society of America.
- (xi) ICEA. Insulated Cable Engineers Association, USA.
- (xii) NEC. National Electric Code.
- (xiii) NEMA. National Electric Manufactures Association.
- (xiv) ISO. International Standards Organization.
- (xv) PIARC. Permanent International Association Road Committee.
- (xvi) FHWA. Federal Highway Administration.
- (xvii) Directiva Europea 2004/54/CE.
- (xviii) SIA-280. Swiss Standard Schweizer Norm 1994.
- (xix) American Institution of Steel Construction (AISC)
- (xx) American Society of mechanical Engineers (ASME)
- (xxi) American Wire Gage (AWG)
- (xxii) American Welding Society (AWS)
- (xxiii) Guide for Lighting of Road Tunnels and Underpasses (CIE 88-1990)
- (xxiv) Deutsche Institute für Normen (DIN)
- (xxv) Under Writers Laboratories (UL)
- (xxvi) RAS 2000

#### 4.3 Alcance de los Estudios y Diseños

- (a) El Concesionario tiene plena autonomía para definir la metodología de diseño y construcción, y asume toda la responsabilidad por las variaciones, modificaciones y ajustes que se requieran durante la construcción y operación del Proyecto.
- (b) Como resultado de los Estudios de Detalle y Estudios de Trazado y Diseño Geométrico de los túneles, el Concesionario deberá entregar un documento que contenga las especificaciones técnicas particulares de construcción para cada una de las obras y equipos a instalar en los túneles, de acuerdo con la metodología y redacción planteada para las Especificaciones Generales de Carreteras del INVIAS.
- (c) El Informe Final Resumen de los Estudios y Diseños Definitivos para la Construcción, deberá incluir como mínimo una síntesis de cada uno de los siguientes volúmenes, incluyendo su alcance, las metodologías utilizadas, los resultados obtenidos y las conclusiones y recomendaciones formuladas, así como los planos, gráficos y cuadros que faciliten la comprensión del informe.
- (d) Los Estudios de Detalle y los Estudios de Trazado y Diseño Geométrico de un túnel para carretera deben cumplir con todas las características mínimas consignadas en esta Sección y deben comprender metodología, resultados, cálculos, planos, especificaciones, conclusiones y recomendaciones de cada una de las áreas que lo conforman, cuyo contenido y alcances se describen a continuación:
  - (i) Estudio de topografía.
    - (1) El informe final de los Estudios de Topografía, debe contener como mínimo una red de puntos (portales y brocales) amarrada al Sistema Nacional de Coordenadas.
    - (2) La información final debe estar soportada sobre información que posea el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y como producto final esperado como mínimo se entregará las carteras de campo donde se haya consignado toda la información topográfica, planos de topografía a escala 1:1000 para planimetría y 1:100 para altimetría.
  - (ii) Estudio de diseño geométrico.
    - (1) En este volumen se describirá la zona por donde atravesará el proyecto y los puntos geográficos que se van a vincular.

- (2) Se establecerán los parámetros de diseño geométrico, sitios críticos, zonas de falla de acuerdo con los resultados de los estudios geológicos, geotécnicos, de sísmica, También se incluirán los levantamientos topográficos para la localización , en su caso, de los pozos de ventilación, áreas de fuentes de materiales, zonas de disposición de materiales sobrantes, entre otros.
- (3) Se determinarán las características de las secciones transversales tipo de acuerdo con la geología y la geotecnia, los anchos de calzada, andenes, gálibo mínimo, nichos para parqueo de emergencia y nichos de auxilio. A lo cual no podrá ser modificado salvo previa autorización de la ANI.
- (4) Dentro de los productos a entregar, junto con las memorias de cálculo se espera como mínimo planos de:
  - Ubicación geográfica del Proyecto.
  - Reducido del Proyecto. Se presentará a escala 1:10.000.
  - Planta – perfil de construcción a escalas H: 1:2000 y V: 1:200 con el alineamiento y vertical del túnel, los elementos de curvatura, ancho de calzada, andenes, nichos, localización de obras de drenaje y otros.
  - Localización en planta- perfil con las respectivas carteras de campo que deberán contener el diseño geométrico detallado de los Túneles y sus obras requeridas para la conexión.

(iii) Estudio de geología y geotecnia para túneles.

- (1) Este Volumen deberá contener las memorias de cálculo y planos de los siguientes puntos como mínimo:
- (2) Exploración del subsuelo
  - Columnas de perforaciones
  - Informes de los estudios geofísicos
  - Resultados de ensayos de laboratorio e in-situ que se realicen.
  - Ensayos de laboratorio e in-situ adicionales, requeridos como complemento a los mencionados en el numeral anterior.
- (3) Geología y Morfología

- Recopilación y análisis de la información geológica básica de referencia existente.
  - Trabajo de fotointerpretación geológica y geomorfológica y su verificación de campo.
  - Levantamientos geológicos de los portales y brocales y levantamiento de información estructural complementaria.
  - Análisis de los registros de núcleos de perforaciones.
  - Marco geológico regional.
  - Geomorfología.
  - Estratigrafías.
  - Geología estructural.
  - Condiciones geológicas esperadas en la excavación de los túneles y sus instalaciones
  - Análisis de riesgos geológicos identificados
- (4) Propiedades Geomecánicas de los Macizos Rocosos
- Propiedades geomecánicas de las rocas en el área de estudio.
  - Estimación de los parámetros geomecánicos del macizo rocoso.
- (5) Diseño del Soporte
- Principios básicos.
  - Tipos de comportamiento del macizo rocoso.
  - Caracterización del macizo rocoso.
  - Definición de tipos de terreno.
  - Requisitos de soporte.
  - Análisis de esfuerzos y deformaciones.
  - Análisis de cuñas potencialmente inestables.

- Análisis de situaciones especiales anticipadas durante la excavación.
  - Definición de tipos de soporte.
- (6) Sectorización del túnel
- Sectorización geológica.
  - Sectorización geotécnica.
  - Sectorización por soporte.
- (7) Secuencia de Excavación e Instalación de Soporte para cada Tipo de Terreno
- Esquema para cada uno de los tipos de terreno.
- (8) Instrumentación
- Para la medición de las deflexiones de los soportes.
- (iv) Estudio ventilación, nichos y galerías
- (1) Este volumen deberá contener los estudios y diseños pertinentes para la ventilación, nichos y galerías.
- (v) Estudio hidrogeológico, hidrológico e hidráulico.
- (1) Este volumen debe contener todo lo referente a las aguas subterráneas del macizo, su circulación, su condicionamiento geológico y su criterio de captación, así como la relación existente con el ciclo hidrológico y su posible modificación al inicio y durante las obras.
- (2) A partir de los estudios de hidrogeología e hidrología se deben diseñar todas las estructuras necesarias para la captación, conducción, tratamiento y disposición de las aguas subterráneas y de escorrentía para minimizar la afectación de los terrenos y sus habitantes, además de los cambios en los regímenes hidrológicos e hidráulicos de las fuentes de agua a las que son dispuestas estas aguas.
- (3) Como producto mínimo a entregar se espera:
- Caracterización hidrogeológica.
  - Caracterización de los ciclos hidrológicos.
  - Modelo hidrogeológico del macizo.

- Modelo del comportamiento hidrológico e hidráulico de las fuentes de agua receptoras de las aguas de infiltración.

(4) Específicamente, en los túneles que los estudios de Fase II hayan determinado que tienen una probabilidad significativa de afecciones al sistema hidrogeológico, el estudio a realizar deberá tener en cuenta las siguientes especificaciones adicionales:

- Realizar un completo inventario de puntos de agua en la zona de afección de los túneles, y complementar la toma de datos de los puntos de captación de abastecimiento de agua potable y de otros aprovechamientos realizados en Fase II.
- Continuar la medida de niveles piezométricos en los sondeos ejecutados en Fase II, extendiendo en el tiempo las medidas realizadas.
- En los sondeos se realizarán ensayos de tipo Lugeon para estimar la conductividad hidráulica de las formaciones, y medida de niveles freáticos.
- Con la ayuda de todos los datos anteriores, se profundizará en la definición del modelo hidrogeológico de los acuíferos afectados. Se generarán unos modelos matemáticos mediante el código MODFLOW-2000, en los que se efectuarán simulaciones en régimen permanente o transitorio, según se considere adecuado a cada túnel.
- Se deberá analizar el comportamiento hidrogeológico de los niveles de suelos superficiales y de la circulación de caudales por la zona no saturada, especialmente en los túneles cortos. Esto ayudará a efectos de establecer la relación de interdependencia, si existiera, entre el macizo y los diferentes puntos de agua de ladera, así como a estimar con más precisión los caudales de infiltración de los túneles cortos y de los portales.
- El diseño presentado deberá definir una serie de secciones tipo de impermeabilización del túnel, desde la más ligera a la más potente, y las condiciones de aplicación de cada una de estas secciones tipo, según lo que se encuentre durante la ejecución de la obra.
- En todo caso, el diseño deberá contemplar el revestimiento completo de los túneles con concreto en masa o reforzado (según los casos) a lo largo de toda su longitud.

(vi) Estudio de impermeabilización, revestimiento y drenaje.

- (1) Con los resultados del estudio anterior se determinarán el origen, volumen y puntos de afluencia de las aguas de infiltración al interior del túnel, a fin de diseñar la

impermeabilización y el revestimiento de los Túneles y garantizar de esta manera las condiciones de impermeabilidad de los túneles del proyecto, de tal manera que los equipos y demás instalaciones al interior de los túneles no se vean afectados por dichas aguas y de esta manera garantizar seguridad y comodidad a los usuarios de los mismos.

(2) Entre los conceptos mínimos a tener en cuenta para el diseño de la impermeabilización, revestimiento y drenaje de los túneles están la captación, conducción, tratamiento y disposición de las aguas de infiltración, así como la captación, conducción, tratamiento y disposición del agua en la superficie de la vía y de líquidos provenientes del derramamiento por conducción de sustancias peligrosas al interior del túnel.

(3) Los diseños deberán garantizar fácil accesibilidad a aquellas obras e instalaciones del sistema de drenaje que requieran mantenimiento rutinario y periódico.

(4) Como productos a entregar se espera como mínimo:

- Diseño de los sistemas para la impermeabilización en todas sus fases (primaria, intermedia, principal o posterior).
- Diseño estructural para la impermeabilización y revestimiento y su técnica constructiva.
- Las características técnicas y de resistencia de los materiales empleados.
- Sistema de drenaje para aguas de infiltración.
- Sistema de drenaje para aguas del lavado de los túneles y para derramamiento de sustancias tóxicas e inflamables.
- Sistemas de tratamiento de las aguas tanto de infiltración, como de lavado y derramamiento de sustancias peligrosas

(vii) Estudio de requerimientos de ventilación, iluminación, energía y bombeo durante la construcción

(1) Dentro de los diseños el Concesionario deberá considerar los requerimientos de ventilación, iluminación, energía y bombeo durante la construcción de los Túneles, para lo cual deberá tener en cuenta las siguientes consideraciones:

(2) Para la ventilación se deberá estimar la producción de gases contaminantes y polvo generados por la operación de la maquinaria de construcción, la quema de explosivos en el frente y la presencia de gases del macizo rocoso, con el fin de establecer el tipo y requerimientos de la ventilación en el frente y a lo largo de los túneles y su eficiencia a lo largo de la construcción.

- (3) Para la Energía e Iluminación se deberá estudiar, analizar y definir los requerimientos de potencial eléctrico necesario para abastecer el sistema de ventilación, iluminación y demás elementos eléctricos de los túneles. Para esto se deberá estudiar las diferentes fuentes de abastecimiento de energía que satisfagan las necesidades del proyecto.
- (4) Para el bombeo de las aguas de infiltración durante la construcción, se deberá estudiar y diseñar el sistema de evacuación, tratamiento y disposición final de las aguas provenientes de todos los túneles y obras subterráneas.
- (5) Como productos a entregar se espera como mínimo:
  - Las Memorias de cálculo de todas las redes diseñadas.
  - Planos de despiece escala 1:50.
  - Plano de localización general escala 1:1000.
  - Recomendaciones para la adecuada instalación, funcionamiento, mantenimiento y operación de todos los sistemas descritos en el presente volumen.

(viii) Estudios y Diseños de las instalaciones electromecánicas, de los centros de control y edificios auxiliares

- (1) El Informe Final de los Estudios y Diseños de las instalaciones electromecánicas y de equipos de control para la operación, debe contener como mínimo los aspectos generales y los parámetros de diseño y construcción para los sistemas que se operarán a partir de los centros de control únicos para el sistema de túneles, mediante un sistema de supervisión y adquisición de datos (SCADA).
- (2) Cada uno de los sistemas tendrá criterios mínimos de diseño que se describen a continuación:
  - Sistema de iluminación.
  - Sistema de detección y extinción de incendios.
  - Sistema de ventilación.
  - Sistema de suministro de energía.
  - Sistema de auxilio S.O.S.
  - Sistema de control de tráfico.
  - Sistema de circuito cerrado de televisión, que deberá garantizar cobertura visual de 100% en cada tubo de túnel.
  - Sistema de comunicaciones.
  - Sistema de avisos alfanuméricos.
  - Un sistema de control, supervisión y adquisición de datos.

El Concesionario deberá entregar para este volumen todas las memorias de cálculo de las estructuras y equipos diseñados, los planos generales y de detalle para construcción e instalación, y

estudios definitivos de acuerdo con las obras y sistemas requeridos para la operación. Igualmente, la relación completa de las normas técnicas empleadas y que cumplen cada uno de los diseños elaborados.

(ix) Estudio para el Diseño del Pavimento de los Túneles

(1) Las consideraciones mínimas a tener en cuenta para el estudio y diseño de la estructura del pavimento de los Túneles son:

- Geología.
- Topografía.
- Suelos y materiales.
- Drenaje y sub-drenaje.
- Tránsito (TPD).
- Diseño de pavimento en concreto, con una vida útil de 20 años.

(2) El Concesionario entregará como mínimo:

- Memorias de los cálculos realizados, incluyendo las proyecciones del tránsito.
- Planos de las secciones transversales de los túneles y sus nichos con las especificaciones del pavimento recomendadas.
- Recomendaciones generales sobre el drenaje superficial y subterráneo y mantenimiento del mismo.
- Recomendaciones generales sobre el proceso constructivo.
- Programa de mantenimiento para el pavimento.

4.4 Requisitos mínimos particulares para diseño, construcción y operación

(a) Sin perjuicio de lo estipulado en las secciones anteriores, a continuación se establecen otros requisitos mínimos particulares para el diseño y la construcción de las obras y operación de los Túneles, los cuales atienden a estándares, metodologías y procedimientos internacionalmente aprobados.

(i) Andenes y Ductos para Cableado

(1) El ancho del andén construidos sobre los cárcamos que albergan los ductos para los cables de energía, la tubería contra incendio, cableado de control y otros ductos de servicios. El diseño de estos cárcamos debe tener en cuenta el proceso constructivo y el espacio requerido para estos ductos, deben ser de concreto hidráulico y se deben diseñar como

mínimo para soportar la carga impuesta por un camión grande de dos ejes (C2 G), deberán cubrirse con placas fabricadas de un material resistente de tipo metálico o fibra de vidrio con una resistencia mínima de 80 kN, las cuales deben poder ser retiradas fácilmente para realizar labores de mantenimiento.

- Nichos para parqueo de emergencia.
- Nichos de auxilio (S.O.S.).
- Nichos contra incendios.
- Salidas de emergencia peatonales.
- Acceso de los servicios de emergencia.
- Nichos para instalaciones eléctricas.
- Tanque de almacenamiento de agua contra incendios.
- Sistema de tratamiento de agua residual.

(ii) Impermeabilización

- (1) El túnel contará con un sistema de impermeabilización que garantice que la calzada y las canalizaciones eléctricas del túnel estén siempre secas, evitando la posibilidad de flujos, goteos, etc, que pudieran afectar a la circulación de los vehículos o al funcionamiento de las instalaciones eléctricas, mecánicas o de comunicaciones.
- (2) El diseño detallado analizará y valorará la conveniencia de diferentes sistemas de impermeabilización, de acuerdo con las conclusiones del Estudio Hidrogeológico correspondiente. De manera general, los túneles deberán tener una barrera impermeable entre el soporte primario y el revestimiento definitivo y, adicionalmente, podrá ser necesario realizar inyecciones u otros tratamientos para reducir el caudal de infiltración, según se determine.
- (3) En caso de que las aguas afloren por el piso, éstas deberán ser conducidas hacia el sistema de drenaje de agua subterránea. De acuerdo con el Estudio Hidrogeológico, en ciertos sectores del túnel podrá ser necesaria una impermeabilización completa de la sección, incluso en solera. En tal caso el revestimiento de concreto se dimensionará para resistir las cargas hidráulicas correspondientes.

(iii) Soporte Primario

- (1) El soporte primario debe ser diseñado para estabilizar la excavación subterránea, evitando las inestabilidades en las paredes de roca y limitando los movimientos por debajo de los valores que se hayan predeterminado para el tipo de roca/suelo esperado y encontrado durante toda la etapa de construcción, dependiendo de la profundidad.
- (2) Los esfuerzos y deformaciones en el soporte primario y el desarrollo de zonas de falla en la roca/suelo alrededor, deben ser determinados para cada etapa de la construcción, tanto a corto como a largo plazo. La situación a largo plazo se debe considerar como el periodo entre la excavación y la colocación del revestimiento definitivo, debe asumirse que no será menos de 1 año.
- (3) El soporte primario de los túneles excavados en roca deberá componerse de concreto lanzado adicionado con fibra metálica y/o sintética, malla electrosoldada, pernos y arcos en acero, según las condiciones geotécnicas requeridas para las estructuras subterráneas y con el diseño correspondiente que el Concesionario deberá presentar en detalle en cada sección del soporte, acorde con cada tipo de terreno establecido en sus diseños geotécnicos.
- (4) El Concesionario presentará un diseño para la ejecución de los túneles en suelos residuales, suelos sueltos y rocas descompuestas (saprolitos), en los que será preceptiva la ejecución de la excavación en fases y la adopción de las medidas necesarias para garantizar la estabilidad de la excavación (tanto de las paredes como del frente) y minimizar los asientos superficiales.

(iv) Revestimiento Definitivo

- (1) La utilidad de los estados límites de agrietamiento, los límites de esfuerzos y el estado último de ruptura deben ser analizados para el diseño del revestimiento definitivo. El revestimiento definitivo deberá construirse de concreto convencional o concreto lanzado con un espesor tal que garantice la estabilidad geotécnica y estructural, así como su impermeabilización durante la vida útil de los túneles. Se requiere la construcción de un revestimiento definitivo en todo caso, sin tener en cuenta el método de excavación aplicado ni el tipo de soporte primario utilizado.
- (2) El revestimiento definitivo deberá tener la función de soporte permanente de los túneles, debe estar libre de infiltraciones y una superficie uniforme que cumpla con los requerimientos de acabado de acuerdo con las especificaciones de construcción y debe tener un coeficiente de resistencia menor

en relación con los ductos de ventilación. Las características de acabado del revestimiento serán definidas en los pliegos de construcción a desarrollar durante el Estudio de Detalle.

(v) Recubrimiento

- (1) Las paredes laterales de los túneles deben ser recubiertas con una pintura clara, reflectiva, no intensa compatible con la efectividad de la luz, o con un enchape que cumpla la efectividad de la luz, o con otro material de igual o mejores condiciones. Igualmente, podrá utilizar en los concretos del revestimiento cementos blancos. Sea cual sea el recubrimiento a utilizar este debe poseer todas las facilidades de limpieza y debe cumplir con una duración mínima de 5 años antes de su primera intervención por mantenimiento periódico. El recubrimiento debe ser resistente al lavado mecánico del túnel, debe ser aplicado estrictamente de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- (2) La superficie del concreto debe ser tratada previamente según las normas para este tipo de recubrimientos.
- (3) El recubrimiento debe ser antiinflamable y no producir ningún tipo de gases en caso de un incendio.

(vi) Sistema de Drenaje del Túnel

- (1) Como los Túneles serán diseñados con un sistema impermeable, el agua subterránea debe entrar al túnel únicamente por las tuberías laterales de drenaje y no debe aparecer en la superficie de la vía. El sistema de drenaje de aguas en la superficie de la vía deberá considerar las aguas procedentes de lavado de los túneles como las que entran a éste por los portales.
- (2) Adicionalmente, el sistema de drenaje de la vía debe recibir cualquier tipo de líquido proveniente de derrames accidentales.
- (3) Todos los elementos para la conducción, tratamiento y disposición deberán ser diseñados bajo la normatividad consignada en el RAS-2000 y para el cumplimiento de la normatividad ambiental de vertimientos.
- (4) El diseño del drenaje del agua en la superficie de la vía, debe considerar las condiciones de mantenimiento eficiente de los canales de drenaje (cárcamos) durante el tiempo de operación del túnel, para lo cual deberán diseñar obras de fácil mantenimiento.

(vii) Cableado y Servicios

- (1) Con respecto a los Túneles, se deben proveer e instalar los siguientes servicios y cables:
  - Cables para suministro de electricidad.
  - Cables eléctricos para la supervisión y control del túnel.
  - Cableado de detección de incendios.
  - Cable radiante.
  - Cableado de comunicaciones y teléfonos de emergencia.
  - Otros cables.
- (2) Los servicios para terceros no son permitidos en el túnel. Todos los servicios y cables deben ir a través de ductos y/o bandejas portacables que deben estar debajo de los andenes cubiertos por tapas de fácil retiro por los técnicos de mantenimiento.
- (3) Los cables a instalar en el túnel deberán ser blindados contra roedores y resistentes a altas temperaturas y apantallados en la medida que el diseño y las normas así lo requieran.

4.5 Intervenciones

- (a) Para el desarrollo de las Intervenciones del Proyecto relacionadas con la construcción, rehabilitación y /o mejoramiento de túneles, el Concesionario deberá cumplir con todas las especificaciones y/o normas técnicas que de acuerdo con la Ley Aplicable vigente al momento de la presentación de la Oferta sean obligatorias para la ejecución de este tipo de Intervenciones, y, en particular, pero sin limitarse, a las identificadas en el siguiente listado.
- (b) El Concesionario estará obligado a cumplir, también, con las especificaciones y/o normas técnicas de carácter internacional listadas a continuación:
  - (i) Technical Manual for the Design and Construction of Road Tunnels – Civil Elements, AASHTO, 2010.
  - (ii) Suggested Methods for Rock Bolt Testing, International Society for Rock Mechanics, 1974.
  - (iii) American Concrete Institute (ACI):
    - ACI 506R-05, Guide to Shotcrete
    - ACI 506.2-95, Specification for Shotcrete
    - ACI 506.1R-08, Guide to Fiber-Reinforced Shotcrete

- ACI 506.5R-09, Guide for Specifying Underground Shotcrete

(c) Adicionalmente, el Concesionario deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

(i) Excavación y sostenimiento de los túneles

La excavación de los túneles y la construcción del sostenimiento primario se realizarán de forma que, en todo momento, se garantice la estabilidad de la excavación y se eviten las deformaciones excesivas que pudieran afectar a la superficie. La ejecución de los túneles deberá seguir las especificaciones que se detallan a continuación:

- (1) La excavación se realizará por fases, cuyo número y dimensiones dependerán de las características del terreno, según se haya definido en el diseño detallado del túnel. Como mínimo se excavarán dos fases. El inicio de la excavación de la segunda o posteriores fases no se realizará hasta que en la fase anterior el sostenimiento primario esté completamente colocado y las deformaciones estabilizadas.
- (2) La longitud de excavación máxima en la primera fase, sin colocar el sostenimiento primario, se limitará a 4 m en rocas de buena calidad y a 1 m en suelos residuales. En cualquier caso, la longitud de pase será función de la litología de excavación, de la calidad geomecánica de la roca y de la profundidad, siempre de acuerdo con las recomendaciones incluidas en el Estudio de Túneles. Después de la excavación, se colocará el sostenimiento primario lo más rápidamente que sea posible, a fin de limitar las deformaciones del túnel y evitar posibles inestabilidades. El Concesionario dispondrá en obra en todo momento del acopio de materiales necesario para hacer frente a una inestabilidad del túnel en el caso de que ésta se produjera.
- (3) El Concesionario llevará un registro geomecánico continuo, en cada avance de la excavación, del terreno que aparece en el frente de excavación. Este registro deberá contener, entre otra, la siguiente información mínima: situación (PK), litología, estructura del macizo, fracturación y alteración, presencia de agua, índice de calidad del macizo RMR o GSI y levantamiento geológico del frente. Este registro formará parte de la Memoria de Construcción que se entregará a la Administración a la finalización de las obras.
- (4) Si la excavación se realiza mediante perforación y voladura, el Concesionario deberá contar con el equipo necesario para realizar mediciones de las vibraciones producidas en la

superficie por las voladuras. El diseño de la voladura se realizará de forma que se garantice un nivel de vibraciones suficientemente reducido en superficie, en función de las condiciones del túnel, de la proximidad de edificaciones u otras construcciones, etc. La medición de vibraciones en los puntos más sensibles se realizará de forma sistemática en todas las voladuras.

- (5) El túnel contará con un sistema de instrumentación geotécnica, que se habrá definido en la etapa de diseño detallado. La ejecución de un tramo de túnel requerirá la colocación previa de los instrumentos de medición previstos en superficie (inclinómetros, piezómetros u otros). En lo referente a los instrumentos colocados en el interior del túnel (convergencias, extensómetros u otros), éstos se colocarán lo más rápido posible tras la excavación.
- (6) El Concesionario llevará un registro continuo de las medidas de la instrumentación colocadas en el interior del túnel y en la superficie. Estas medidas se realizarán de forma diaria hasta la estabilización de las lecturas o, en cualquier caso, siempre que la zona de trabajos esté situada a menos de 150 m de la situación del instrumento. El registro completo de las medidas formará parte de la Memoria de Construcción que se entregará a la Administración a la finalización de las obras.
- (7) En cada pase de excavación, el Concesionario analizará la información disponible (levantamiento geomecánico del frente, lecturas de la instrumentación, etc.) a fin de determinar el tipo de sostenimiento primario que se aplicará en el túnel en los sucesivos avances, de entre los tipos de sostenimiento que se hayan definido previamente en el diseño de detalle del túnel.
- (8) El Concesionario dispondrá en el interior del túnel de las medidas necesarias para garantizar la seguridad y las adecuadas condiciones de trabajo de los operarios, tales como iluminación, ventilación, equipos personales de seguridad, etc. Se tomarán las medidas necesarias tendentes a garantizar la seguridad de los operarios en relación con el movimiento de la maquinaria pesada.

(ii) Afecciones al sistema hidrogeológico

En los túneles que los estudios de Fase II hayan determinado que tienen una probabilidad significativa de afecciones al sistema hidrogeológico, durante la ejecución de las obras se tendrán en cuenta las siguientes especificaciones, tendentes a evitar dichas afecciones:

- (1) Complementar y actualizar el inventario de puntos de agua y de aprovechamientos realizado en la fase de proyecto, incidiendo con todo el detalle posible en la zona de portales de los túneles.
- (2) Continuar la medida de niveles piezométricos en los sondeos ejecutados, extendiendo en el tiempo las medidas realizadas.
- (3) Colocar estaciones meteorológicas que permitan medir las precipitaciones, temperaturas, horas de sol, evapotranspiración potencial, etc., durante el periodo de ejecución del túnel.
- (4) Obtener muestras de agua y realizar ensayos químicos para conocer su composición. Estos datos servirán para comparar los resultados con los obtenidos sobre muestras obtenidas una vez terminado el túnel y en fase de explotación.
- (5) Perforar y colocar una red de piezómetros en los puntos que haya definido el proyecto constructivo. Estos piezómetros servirán para controlar la evolución del nivel freático durante la excavación del túnel.
- (6) Medir los caudales de infiltración al túnel durante la construcción. Estos datos ayudarán a calibrar los modelos de cálculo transitorio. Igualmente, se deberá llevar un control exhaustivo de la presencia de agua a lo largo del túnel, para definir posteriormente los tramos en que se aplicará cada una de las secciones de impermeabilización y drenaje (o tratamientos) que haya definido el proyecto constructivo.
- (7) Los modelos MODFLOW realizados en la fase de proyecto se irán actualizando y calibrando conforme avanza la excavación del túnel, incorporando los datos obtenidos con la monitorización de los piezómetros instalados, con la medida de caudales en el túnel y con los datos geomecánicos que se encuentren en el frente de excavación.
- (8) En el caso de que se haya estimado posible que se produzcan asientos en superficie que afecten a edificaciones, se deberá colocar una instrumentación en dichas zonas tanto superficial (hitos de control de asientos) como profunda (inclinómetros, piezómetros). Durante la ejecución de las obras se deberá utilizar esta instrumentación para medir los asientos producidos, y actuar en el caso de que se rebasen unos umbrales admisibles.
- (9) Se deberán realizar pruebas a escala real de la eficacia de las inyecciones para impermeabilidad del terreno, en el caso de que se hayan considerado en el diseño.

- (10) Una vez excavado el túnel, y antes de la ejecución del revestimiento definitivo, se deberá tramificar el túnel y determinar las zonas o tramos en los que se colocará cada una de las secciones de impermeabilización que se hayan definido.
- (11) Se controlará adecuadamente el procedimiento de ejecución de la lámina plástica de impermeabilización, o de imprimaciones o membranas proyectadas de forma que se garantice el que las soldaduras quedan correctamente ejecutadas y que la lámina no sufre rasgaduras u otros daños que permitan la entrada de agua al interior del túnel.

#### 4.6 Requerimientos al Final de la Etapa de Construcción

- (a) Como requisito para la suscripción del Acta de Terminación de Unidad Funcional respectiva el Concesionario deberá entregar los Planos As Built y la Memoria de Construcción sobre dicha Unidad Funcional en los cuales quede plasmado la obra finalmente construida con las modificaciones que se hayan realizado.
- (b) Esta información deberá ser entregada cumpliendo los requisitos exigidos en la Sección 4.2 del presente Apéndice.

## **CAPÍTULO V Otras especificaciones y normativas aplicables a sistemas y equipos**

### **5.1 Equipos**

- (a) Los equipo de construcción generan desechos de aceite y el manejo estos desechos deben ser dispuestos según DECRETO 4741 DE 2005 que reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos.
- (b) Permiso para Emisiones Atmosféricas incluido Ruido (Decreto 948 de 1995)
- (c) Norma NTC para transporte de sustancias peligrosas y las disposiciones contenidas en la normatividad ambiental vigente para los vehículos cisterna que suministran en obra el combustible a la maquinaria de construcción.
- (d) PMIT-5.3-17. Proyecto de Manejo de maquinaria, equipos y vehículos
- (e) Guía de manejo ambiental de proyectos de infraestructura 2011.

### **5.2 Sistema Inteligente de Transporte (ITS)**

Para el desarrollo de las actividades establecidas en las Secciones anteriores, el Concesionario deberá cumplir con lo dispuesto en las especificaciones y/o normas técnicas que se listan a continuación:

- (i) El sistema Eléctrico y el sistema de tierra debe cumplir lo consagrado en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE y seguir las recomendaciones del Código Eléctrico Colombiano.
- (ii) PLAN NACIONAL DE SEGURIDAD VIAL, Resolución 4101 de diciembre 28 de 2004

#### **De Carácter Internacional:**

- (iii) NORMAS Y ESTÁNDARES ISO del COMITÉ TÉCNICO TC-204, sobre el Sistema Inteligente de Transporte.
- (iv) La Fibra Óptica a instalar con el objetivo realizar la Infraestructura central de Telecomunicaciones debe cumplir con la recomendación ITU-T G.652d, con un mínimo de cuarenta y ocho (48) hilos.
- (v) Las características y especificaciones de la fibra óptica deben cumplir con las recomendaciones ITU-T serie G.600 a serie G.900, aplicables y pertinentes en relación con la red de transporte y fibra óptica.

#### **Otras Especificaciones:**

- (vi) Los sistemas de gestión deben cumplir con el modelo de arquitectura física, funcional y de información, Recomendación UIT-T M.3010.
- (vii) Los sistemas de cableado estructurado deben cumplir con las recomendaciones de la norma EIA/TIA 568A.

### 5.3 SEGURIDAD VIAL

Para el desarrollo de las actividades en las Secciones anteriores, el Concesionario deberá cumplir con lo dispuesto en las especificaciones y/o normas técnicas que se listan a continuación:

- (a) PLAN NACIONAL DE SEGURIDAD VIAL 2011-2016, adoptado mediante la Resolución 1282 de 2012 del Ministerio de Transporte.
- (b) MANUAL DE SEÑALIZACIÓN – DISPOSITIVOS PARA LA REGULACIÓN DEL TRÁNSITO EN CALLES, CARRETERAS Y CICLORUTAS DE COLOMBIA. Adoptado por Resolución 4577 de 2009 del Ministerio de Transporte.
- (c) METODOLOGÍAS DE TRABAJO PARA LA SEÑALIZACIÓN DE VELOCIDAD Y ZONAS DE ADELANTAMIENTO EN LA RED NACIONAL DE CARRETERA adoptado mediante Resolución No 001384 de abril 20 de 2010.

El Concesionario estará obligado a cumplir, también, con las especificaciones y/o normas técnicas de carácter internacional listadas a continuación:

- (a) ISO 39001 de SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD
- (b) DIRECTIVA 2008/96/CE, del 19 noviembre 2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre GESTIÓN DE LA SEGURIDAD DE LAS INFRAESTRUCTURAS VIARIAS.

## CAPÍTULO VI Sistemas de gestión de la seguridad y gestión integral

### 6.1 Sistema de gestión de la seguridad vial

- (a) El Concesionario deberá estructurar y aplicar un sistema de gestión de la seguridad vial – SGSV, que le permita la identificación, evaluación y priorización de los peligros que puedan afectar los distintos usuarios del Proyecto, de tal manera que se puedan poner en marcha medidas de intervención apropiadas para reducir el riesgo a un nivel tan bajo como sea razonablemente posible.
- (b) Este sistema se deberá incorporar para todas las Etapas del Contrato un enfoque organizado para la gestión de la seguridad vial, por medio del cual se establece la estructura organizacional, se identifican las responsabilidades del Concesionario, los documentos de política y los procedimientos para la gestión efectiva de la seguridad vial.
- (c) Para lo anterior se deben tener en cuenta los lineamientos que se describen en las secciones siguientes.
  - (i) Estrategias del sistema de gestión de la seguridad vial: El SGSV deberá desarrollarse aplicando los métodos que se describen a continuación de acuerdo con las características particulares de cada unidad funcional.
    - (1) Método reactivo: Responde a los acontecimientos que ya ocurrieron, como los accidentes de tránsito.
    - (2) Método proactivo: Busca activamente identificar los riesgos potenciales para los distintos usuarios de la vía concesionada.
    - (3) Método predictivo: Analiza los resultados de procesos de monitoreo, control y seguimiento del sistema y su entorno para identificar los problemas potenciales futuros.
  - (ii) Técnicas para la definición de medidas de intervención para mejorar la seguridad vial.
    - (1) Las Intervenciones, Obras de Mantenimiento y, en general, cualquier acción para mejorar la seguridad vial que implemente el Concesionario, deberán realizarse utilizando el concepto de vías seguras y en consideración con los efectos producidos por la entrada y salida de vehículos y personas a la carretera, así como con la atención de las víctimas en el evento que ocurran accidentes de tránsito.
    - (2) A partir de esta concepción, el objetivo de las Intervenciones y/o Obras de Mantenimiento son la creación de un sistema que ofrezca seguridad, por lo que se requiere enfatizar en las

características de protección que la infraestructura debe brindar a los usuarios.

- (3) Para el cumplimiento de los indicadores de seguridad vial y la gestión de la seguridad vial en las vías concesionadas, el concesionario deberá realizar intervenciones que modifiquen las condiciones de las vías y reduzcan la accidentalidad vial. En el caso en que se incluyan Obras Complementarias y/o Obras Adicionales, el Concesionario deberá verificar periódicamente que con ellas se cumplen con los estándares de seguridad vial y se reducen riesgos potenciales.
- (4) En la ejecución del Contrato, el Concesionario deberá recurrir a las siguientes técnicas o brindar su apoyo en las mismas, según correspondan a acciones reactivas o proactivas:
- Auditorías de Seguridad Vial – ASV: Las auditorías de seguridad vial (ASV), corresponden a la aplicación de métodos sistemáticos con fines preventivos, que permiten verificar no solo el cumplimiento de todos los estándares de la seguridad de las vías y su entorno, sino verificar si alguno de los estándares en particular y en casos específicos no da suficiente seguridad a los usuarios y pueden constituirse en riesgos potenciales. Las ASV serán implementadas durante la ejecución del Contrato, en especial, durante la revisión por parte de la Interventoría de los Estudios de Trazado y Diseño Geométrico y los Estudios de Detalle.
  - Inspecciones de Seguridad Vial: Las inspecciones de seguridad vial (ISV) serán realizadas por el Interventor con profesionales independientes y expertos en el tema, como parte de la gestión de seguridad vial en carreteras y corresponde a una herramienta proactiva de evaluación sistemática para identificar los riesgos o peligros en el tránsito, relacionados especialmente con las señales de tránsito, los elementos laterales de las vías, los factores ambientales y el estado de la superficie de la vía y sugerir medidas correctivas. Las ISV están basadas en listas y procedimientos de chequeo se desarrollarán sobre vías en operación. Se realizarán periódicamente, dependiendo del aspecto que se vaya inspeccionar.
  - Análisis de tramos de concentración de accidentes – (ATCA) :El análisis de tramos críticos de accidentalidad por tránsito es una técnica reactiva para la gestión de la seguridad vial que debe realizarse por lo menos una vez cada año. Los tramos críticos de accidentalidad vial son tramos donde se espera un alto número de accidentes, que tiene como resultado factores locales de riesgo. Estos

espacios se identifican en términos del número de accidentes reportados, pero preferiblemente por el número de accidentes esperados. En el caso en que se impongan Deducciones a la Retribución en razón a los Indicadores relacionados con la seguridad vial, el Concesionario deberá realizar los ATCA que sean indicados por la Interventoría. Cada uno de los ATCA comprenderá los siguientes elementos:

- Recolección de información sobre la vía, el tránsito y los accidentes.
  - División de la vía en puntos y tramos.
  - Identificación y calificación de los espacios críticos (puntos y tramos peligrosos).
  - Análisis teórico y en campo.
  - Elaboración de la propuesta de intervención o tratamiento.
  - Pre-evaluación de las propuestas de tratamiento.
  - Priorización de los proyectos y espacios de tratamiento.
  - Implementación y operación del tratamiento.
  - Post-evaluación antes después de los efectos de la intervención.
  - Para la realización del ATCA, se requieren registros sobre los accidentes ocurridos, y datos sobre los volúmenes de tránsito, el diseño de la vía y el entorno.
- Estudio de comportamiento de los usuarios: Como parte del sistema de gestión de la seguridad vial, el Concesionario está obligado a disponer de metodologías de evaluación del comportamiento de los usuarios y de las causas que originan los comportamientos de las personas dentro de la vía.

(iii) Sistema de monitoreo, control y seguimiento

- (1) Como parte del SGSV el Concesionario debe implementar un sistema de monitoreo, control y seguimiento para medir los efectos de las medidas correctivas aplicadas, hacer seguimiento a la programación de actividades y a controlar la ejecución de los trabajos y el cumplimiento de las especificaciones y recomendaciones de intervención.
- (2) El sistema de monitoreo se debe convertir en un sistema de alerta temprana sobre los cambios en las condiciones de seguridad vial en el Proyecto.

(iv) Registros de apoyo al sistema de gestión de la seguridad vial

- (1) A partir de los registros nacionales, el Concesionario deberá conformar un registro de accidentes georreferenciado para el Proyecto, indicando todas las características asociadas, que permitan la realización de los análisis para establecer las causas que los originan, su relación con la infraestructura y faciliten la definición de medidas de intervención.
- (2) Este registro es la base fundamental del proceso de monitoreo, las variaciones que muestren síntomas de empeoramiento de las condiciones de seguridad vial deben disparar las alarmas de alerta para que se tomen medidas correctivas.
- (3) El Concesionario deberá contar con un registro de las infracciones que frecuentemente cometen los usuarios de la vía, que deberá ser actualizado mensualmente, a fin de identificar conductas que se puedan convertir en un riesgo para la operación de tránsito y traducirse en accidentes, como por ejemplo el exceso de velocidad o el tránsito en contravía y tomar las acciones preventivas necesarias.

(v) Apoyo de la comunidad y cuerpos de control

- (1) En el marco del SGSV el Concesionario deberá crear mecanismos para recibir por parte de los usuarios de la vía, los habitantes de pasos urbanos y poblaciones vecinas y de la comunidad en general las percepciones en materia de seguridad vial y sobre los riesgos que los usuarios cotidianos perciben. El Concesionario deberá procesar la información e incluirla en los análisis que hacen parte del propio SGSV para las acciones de mejoramiento a que haya lugar.
- (2) El Concesionario deberá realizar el análisis de las recomendaciones de los cuerpos encargados del control del tránsito en la vía y para la ejecución del método proactivo para la gestión de la seguridad vial.

(vi) Gestión del Riesgo: en materia de seguridad vial

- (1) El SGSV debe estar basado en la gestión de los riesgos a que están expuestos los usuarios de la vía y pobladores vecinos, de sufrir accidentes de tránsito, para lo cual es necesario tener en cuenta los siguientes conceptos:
  - Peligro: Condición u objeto que potencialmente puede causar lesiones al personal, daños al equipamiento o estructuras, pérdida de material, o reducción de la habilidad para desempeñar una función determinada. Fundamentos del peligro:
    - Entendimiento de los peligros (naturales, técnicos, económicos).

- Identificación de los peligros (factores de diseño, humanos, organizacionales)
- Análisis de los peligros (identificación peligro genérico, componentes y consecuencias específicas.
- Documentación de los peligros
- Consecuencia: Resultado potencial de un peligro

- Riesgo: Es la evaluación de las consecuencias de un peligro, expresada en términos de probabilidad y severidad, tomando como referencia la peor condición previsible. Fundamentos del riesgo:

- Gestión del riesgo: término genérico que engloba la evaluación y mitigación de los riesgos en el tránsito que afectan la seguridad vial como consecuencia de los peligros que amenazan al usuario de la vía, llevándolo en la práctica, a un nivel tan bajo como sea razonablemente posible.
- Probabilidad del riesgo.
- Severidad del riesgo.
- Índice/tolerabilidad del riesgo.
- Control/mitigación del riesgo.

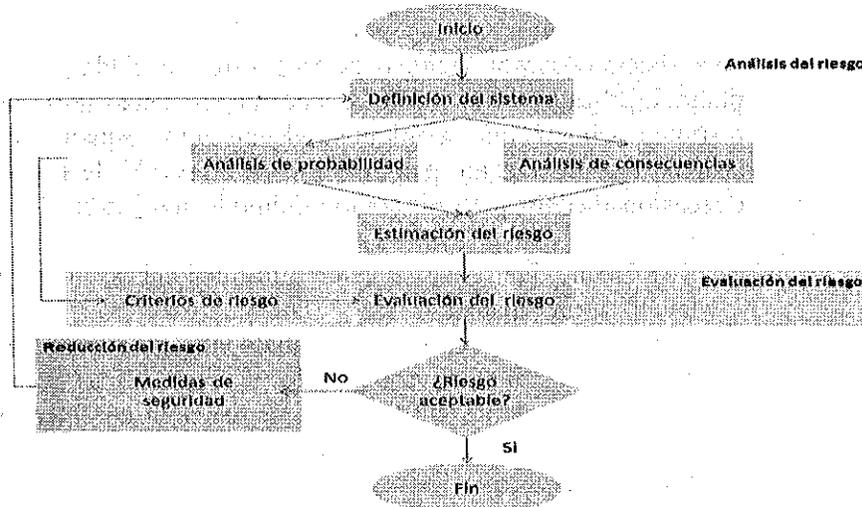
(2) Se definen tres niveles de riesgo en orden descendente partiendo de una región no tolerable, en la cual el riesgo es inaceptable en cualquier nivel, una región tolerable, el donde el riesgo es aceptable basado en la mitigación, por lo cual se requiere un análisis de costo beneficio, y finalmente una región aceptable en la que el riesgo es aceptable tal como existe.

(3) En la región tolerable se aplican las técnicas de gestión del riesgo en la medida que se introduzcan medidas de mitigación.

Se busca llevar el riesgo a un nivel tan bajo como sea razonablemente posible en la práctica.

- (4) En la gráfica se muestra el diagrama de proceso para la gestión del riesgo propuesto para ser ejecutado dentro del Sistema de Gestión de la Seguridad Vial de la vía concesionada.

Figura 1 – Diagrama de la gestión del proceso



(vii) Constitución del Sistema de Gestión de la Seguridad Vial

- (1) El Sistema de Gestión de la Seguridad Vial estará integrado por los módulos que se describen a continuación.
- (2) Estructura Organizacional: Comprende la estructuración de una organización encargada de la gestión de la seguridad vial, con los niveles de dirección, líneas de dependencia, funciones y responsabilidades. Como mínimo el Sistema de Gestión de Seguridad Vial debe contar con una coordinación del SGSV, una sección de Ingeniería de Seguridad Vial y una Consultoría externa.
- (3) Sistema de Información: La gestión de la seguridad vial de la vía concesionada se basa principalmente en la recolección, clasificación y análisis de información relacionada con los hechos que afectan la seguridad de los distintos usuarios de la vía y de las intervenciones y mejoras, por consiguiente se debe constituir un sistema de tratamiento y administración de datos e información, organizados y listos para su uso en la gestión de la seguridad vial, el cual debe disponer al menos de los siguientes registros:

- Registro de accidentes de tránsito.
- Registro de infracciones.
- Registro de las características e inventarios de la vía.
- Registro de información proporcionada por los usuarios.
- Registro de información proporcionada por las autoridades de control.
- Registro de estudios e intervenciones de seguridad vial.
- Registro de indicadores de seguridad vial.

(4) Sistema de Información Geográfica: La información referida en el sistema de información debe ser georreferenciada y cada punto localizado en la red debe estar acompañado con sus distintos atributos que permitan su visualización espacial. El sistema de información geográfica para el SGSV de la vía concesionada debe permitir como mínimo lo siguiente:

- Recolectar, almacenar y obtener información basada en su localización espacial
- Identificar lugares en un determinado entorno geográfico que cumpla con un criterio de selección específica
- Explorar relaciones entre grupos de datos en un entorno geográfico previamente definido
- Analizar la información espacial relacionada a un entorno geográfico como ayuda a la toma de decisiones.
- Facilitar la selección y traspaso de información a modelos analíticos capaces de evaluar los impactos que originarían la elección de una u otra alternativa en un entorno geográfico previamente definido.
- Permitir la visualización gráfica y numérica del entorno geográfico definido ya sea antes o después del análisis.

(viii) Sistema de Gestión del Riesgo: La gestión del riesgo hace referencia a un proceso institucional a través del cual el Concesionario busca controlar los elementos de creación o generación de riesgo o disminuir el riesgo existente con la intención de fortalecer la seguridad integral de los usuarios del Proyecto. La gestión del riesgo es un proceso sistémico, sistemático y cíclico que debe hacer parte de la organización de la concesión y su sistema de gestión de la seguridad vial.

(ix) Técnicas o Estrategias para la Definición de Intervenciones: El SGSV debe utilizar para la definición de las medidas de intervención algunas de las siguientes técnicas según correspondan a acciones reactivas o proactivas.

- (1) Auditorías de seguridad vial.
- (2) Inspecciones de seguridad vial.
- (3) Análisis de tramos de concentración de accidentes.
- (4) Estudio de comportamiento de los usuarios.

- (x) Sistema de Indicadores de Seguridad Vial: Los indicadores de seguridad vial a los cuales hace referencia el SGSV, y que se encuentran dentro del grupo de indicadores de disponibilidad, calidad y nivel de servicio que trata el Apéndice Técnico 4 son los siguientes:

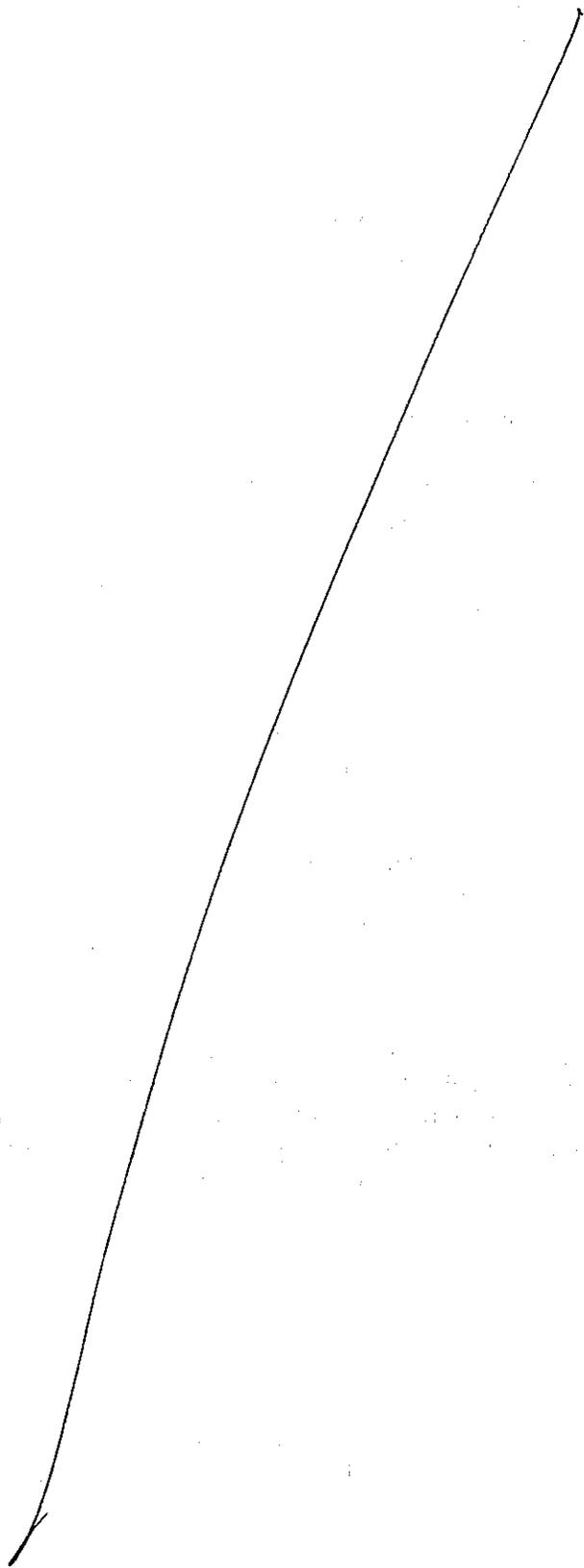
IDENTIFICADOR	INDICADOR
E2	Ahuellamiento
E4	Coefficiente de Fricción Transversal
E5	Textura
E6	Baches
E7	Hundimientos
E8	Estado de Márgenes, separador central. Área de servicio y Corredor del Proyecto
E10	Drenajes Superficiales, longitudinal y trasversal
E11	Señalización Vertical
E12	Señalización Horizontal
E13	Barreras y Elementos de Contención
E14	Iluminación
E15	Puentes y Estructuras
E22	Escalonamiento
E24	Desportillamiento de Juntas
O1	Índice de Mortalidad
O2	Ocupación de Carriles
O4	Tiempo de Atención de Incidentes.
O5	Tiempo de Atención de Accidentes y Emergencias

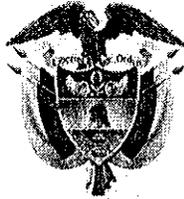
- (xi) Políticas y Procedimientos: El SGSV de una vía concesionada debe funcionar sobre la base del establecimiento de una política de seguridad vial, con metas y objetivos precisos, definidos en la creación del mismo. De igual manera, el sistema debe estar apoyado sobre la construcción de procedimientos claros, realizables y documentados.

## 6.2 Otras especificaciones

- (a) N.A

Revisó: Camilo Andrés Jaramillo Berrocal / Vicepresidente de Estructuración / Aspectos Técnicos, Financieros y Garantías  
 Revisó aspectos Técnicos: Germán Andrés Fuertes Chaparro / Gerente de Proyectos Carreteros / Vicepresidencia de Estructuración.  
 Revisó aspectos Técnicos: Libardo Silva Morales/ Experto 7 / Vicepresidencia de Estructuración





Libertad y Orden

---

REPÚBLICA DE COLOMBIA

MINISTERIO DE TRANSPORTE

AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA

---

CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA DE APP No [•] DE [•] 1 SET. 2015  
Entre:

Concedente:  
Agencia Nacional de Infraestructura

Concesionario:  
[•]

**APÉNDICE TÉCNICO 4  
INDICADORES  
RUMICHACA-PASTO**

## CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.	MODELO DE INDICADORES .....	3
3.	INDICADORES .....	4
4.	VERIFICACIÓN DE LOS INDICADORES; EVALUACIÓN, AUTOEVALUACIÓN Y FACULTADES DE LA INTERVENTORÍA .....	22
4.1	Evaluación de los Indicadores .....	22
4.2	Autoevaluación .....	23
4.3	Discrepancia en las mediciones .....	23
4.4	Obligación de Información .....	24
4.4.1	Declaración de resultado.....	24
4.4.2	Declaración de acción correctiva.....	24
4.4.3	Declaración de inicio y fin de acción preventiva.....	25
4.5	Equipos de Medición: Características y Calibración .....	25
5.	Registro y Procesamiento de Resultados: SICC.....	26
5.1	Registro de las Declaraciones del Concesionario, de la Interventoría y la ANI.....	26
5.2	Mesa de Trabajo .....	26
5.3	Características del Sistema Informático de Contabilización y Control (SICC) .....	26
5.3.1	Ámbito de las Funciones del Sistema.....	27
5.3.2	Código y Documentación de Desarrollo del SICC.....	27
5.4	Operación del SICC .....	28
5.4.1	Obligaciones Generales .....	28
5.4.2	Condiciones de Operación del SICC .....	28
5.4.3	Tiempos de Respuesta .....	28
5.4.4	Pérdidas de Información .....	29
5.4.5	Entrega de Información a la Interventoría .....	29
5.4.6	Acceso de la Interventoría y la ANI al SICC .....	30
5.4.7	Inicio de la Operación del SICC .....	30
5.4.8	Obligaciones del Concesionario respecto del SICC .....	31
6.	CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CUMPLIMIENTO .....	32
7.	INDICADORES, EVENTOS EXIMENTES DE RESPONSABILIDAD, y mantenimiento programado.....	37
7.1	Eventos Eximentes.....	37
7.2	Mantenimiento Programado .....	37



**CONTRATO DE CONCESIÓN N<sup>o</sup> VJ-VE-IP-0014-2014 DE 2013**  
**APÉNDICE TÉCNICO 4 – INDICADORES PARA DISPONIBILIDAD, CALIDAD**  
**Y NIVEL DE SERVICIO**

## **1. INTRODUCCIÓN**

De conformidad con lo previsto en la Sección 1.80 de la Parte General del Contrato, el presente Apéndice contiene los Indicadores de Disponibilidad, Seguridad, Calidad y Nivel de Servicio que serán aplicables a las Intervenciones ejecutadas por el Concesionario y a la Operación de la vía una vez terminada la Fase de Construcción de cada una de las Unidades Funcionales.

Adicionalmente, este Apéndice contiene los procedimientos para la verificación de dichos Indicadores así como la metodología para el cálculo del Índice de Cumplimiento que será aplicable para determinar el valor de la Retribución del Concesionario, lo cual incluye el procedimiento para el cálculo de las Deducciones.

La aplicación de los Indicadores, su verificación y la aplicación de los procedimientos para el cálculo de la Retribución deberán ser efectuadas en concordancia con lo establecido en la Parte General y en la Parte Especial del Contrato. En todo caso, de presentarse alguna contradicción entre lo previsto en este Apéndice y los demás documentos contractuales, se atenderá a lo previsto en el numeral 19.14 de la Parte General.

## **2. MODELO DE INDICADORES**

De conformidad con lo establecido en la Ley 1508 y en el Decreto 1467 de 2012, el Concesionario deberá cumplir con los Estándares de Calidad y los Niveles de Servicio que se definan en el Contrato de Concesión, para lo cual, este Apéndice incorpora los Indicadores que permiten medir de manera específica, oportuna, pertinente y viable, las condiciones de Disponibilidad, Seguridad y Calidad de la infraestructura asociada al Proyecto, así como el Nivel de Servicio de la misma.

Cada Indicador está compuesto de los siguientes elementos: Identificador, Concepto de Medición, Frecuencia de Medición, Unidad de Medición, Método de Medida y Valor de Aceptación. Adicionalmente, para cada uno de los Indicadores, se establece un Tiempo Máximo Corrección durante el cual el Concesionario podrá solucionar cualquier evento en el que los resultados del Indicador resulten ser inferiores al Valor de Aceptación.

De conformidad con lo anterior, la estructura de cada uno de los Indicadores corresponde a la que se indica a continuación:

- a) **Nombre**: Corresponde al nombre del Indicador.
- b) **Identificador**: Se refiere al código con el que se identifica un Indicador.
- c) **Concepto de Medición**: Se refiere a las características físicas de la infraestructura o de los Equipos o a las condiciones de Operación que pretenden ser verificadas a través del correspondiente Indicador.
- d) **Frecuencia**: Se refiere a la periodicidad mínima con la que el Interventor debe medir cada Indicador. Lo anterior sin perjuicio de la facultad del Interventor y/o ANI de efectuar mediciones y evaluaciones adicionales de cualquiera de los Indicadores.
- e) **Unidad de Medición**: Se refiere a la unidad en la que se expresa la medida del Concepto de Medición.
- f) **Método de Medida**: Se refiere a la descripción del procedimiento para efectuar la medida del correspondiente Indicador.
- g) **Valor de Aceptación**: Corresponde al valor mínimo o máximo que resulta aceptable para cada Indicador.
- h) **Tiempo Máximo de Corrección**: Corresponde al tiempo máximo durante el cual el Concesionario debe llevar la medición al valor de aceptación establecido para cualquier Indicador, sin que se afecte el Índice de Cumplimiento.

### 3. INDICADORES

A continuación se presentan los Indicadores aplicables al Concesionario a partir de la suscripción del Acta de Terminación de Unidad Funcional, en cada una de las Unidades Funcionales.

Tabla 1 – Indicadores exclusivos para Pavimento Flexible.

Nombre del Indicador	Identificador	Concepto de Medición	Normatividad Específica Aplicable	Frecuencia Máxima de Medición	Unidad de Medición	Método de Medida	Valor de Aceptación	Tiempo Máximo de Corrección
Ahuellamiento	E2	Regularidad Transversal, en mm	INV E-789-07	Semestral	km	<p>Se considerará la máxima profundidad de la rodada medida como la diferencia máxima de cota, entre las crestas y los senos de la rodada más pronunciada de cada carril. Se tomarán medidas en las dos rodadas o huellas del carril, por donde circulen más vehículos pesados en cada calzada. El valor a considerarse será el peor de los dos valores obtenidos (uno de cada rodada).</p> <p>Se tomarán medidas cada 20 m, dentro de cada km. El valor correspondiente a cada km se obtendrá como media de todas las medidas de ese km. Los resultados de la auscultación se presentarán siguiendo el manual para la inspección de pavimentos flexibles y rígidos del INVIAS, de acuerdo al caso.</p>	<p>Para la verificación del Valor de Aceptación, se dividirá la Unidad Funcional en segmentos de un kilómetro, siendo el primer segmento el comprendido entre el punto de inicio de la Unidad Funcional y el kilómetro 1, mientras que el último segmento tendrá una longitud mayor o igual a 1 Km e inferior a 2 Km.</p> <p>Cada segmento debe cumplir con las siguientes condiciones:                      Valor puntual <math>\leq 20</math> mm                      Valor medio <math>\leq 15</math> mm</p> <p>El incumplimiento de uno o más valores puntuales en un mismo segmento generará un incumplimiento del segmento.</p> <p>El incumplimiento del valor medio de un segmento de calzada sencilla, implicará el incumplimiento del segmento.</p> <p>Si se produjeren en un mismo segmento incumplimientos en los umbrales: puntual y medio, se considerará un único incumplimiento sobre el segmento.</p> <p>Cuando se tenga doble calzada, se evaluará cada una de manera independiente, por lo que la longitud total de la unidad funcional será la suma de la longitud de cada calzada.</p>	3 meses
Fisuras	E3	Fisuras. Inspección Visual (Área afectada por km)	Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles- INVIAS	Mensual	km	<p>Se contabilizarán las fisuras superiores a 3 mm. Cada 50 m se tomarán medidas.</p> <p>Se inspeccionará la calzada completa midiendo longitud de fisura, y se multiplicará por un ancho de referencia establecido de 0.6 m. Se reportará el porcentaje de área afectada en cada Km. Para fisuras de media luna, en bloque y piel de cocodrilo la medición de realizará directamente en área.</p> <p>No se considerarán las fisuras selladas en buen estado. Los resultados de la auscultación se presentarán siguiendo el manual para la inspección de pavimentos flexibles y rígidos del INVIAS, de acuerdo al caso.</p>	<p>Para la verificación del Valor de Aceptación, se dividirá la Unidad Funcional en segmentos de un kilómetro, siendo el primer segmento el comprendido entre el punto de inicio de la Unidad Funcional y el kilómetro 1, mientras que el último segmento tendrá una longitud mayor o igual a 1 Km e inferior a 2 Km.</p> <p>Cada segmento debe cumplir con la siguiente condición:                      Valor Puntual. Área afectada menor o igual a 1% del área de la calzada.</p> <p>El incumplimiento del valor puntual generará un incumplimiento del segmento.</p> <p>Cuando se tenga doble calzada, se evaluará cada una de manera independiente, por lo que la longitud total de la unidad funcional será la suma de la longitud de cada calzada.</p>	1 mes

Nombre del Indicador	Identificador	Concepto de Medición	Normatividad Específica Aplicable	Frecuencia Máxima de Medición	Unidad de Medición	Método de Medida	Valor de Aceptación	Tiempo Máximo de Corrección
Baches	E6	Baches. Inspección Visual	Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles- INVIAS	Mensual	km	Se tendrán en cuenta como afectación todos los baches de superficie mayor de 0,05 m <sup>2</sup> y de profundidad mayor a 25 mm (severidad media y alta). Se inspeccionará la calzada completa midiendo el área del bache. Los resultados de la auscultación se presentarán siguiendo el manual para la inspección de pavimentos flexibles del INVIAS.	Para la verificación del Valor de Aceptación, se dividirá la Unidad Funcional en segmentos de un kilómetro, siendo el primer segmento el comprendido entre el punto de inicio de la Unidad Funcional y el kilómetro 1, mientras que el último segmento tendrá una longitud mayor o igual a 1 Km e inferior a 2 Km. Cada segmento debe cumplir con la siguiente condición: Valor puntual: Ningún bache. El incumplimiento del valor puntual generará un incumplimiento del segmento. Cuando se tenga doble calzada, se evaluará cada una de manera independiente, por lo que la longitud total de la unidad funcional será la suma de la longitud de cada calzada. Para la verificación del Valor de Aceptación, se dividirá la Unidad Funcional en segmentos de un kilómetro, siendo el primer segmento el comprendido entre el punto de inicio de la Unidad Funcional y el kilómetro 1. El último segmento tendrá una longitud mayor o igual a 1 Km e inferior a 2 Km. Cada segmento debe cumplir con la siguiente condición: Valor Puntual: Área afectada menor o igual a 0,1% del área de la calzada. El incumplimiento del valor puntual generará un incumplimiento del segmento. Cuando se tenga doble calzada, se evaluará cada una de manera independiente, por lo que la longitud total de la unidad funcional será la suma de la longitud de cada calzada.	24 horas
Hundimientos	E7	Hundimientos Inspección Visual (Área afectada x Km)	Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles- INVIAS	Mensual	km	Se tendrán en cuenta como afectación todos los hundimientos de profundidad mayor o igual a 20 mm (severidad media y alta). Se inspeccionará la calzada completa midiendo el área del hundimiento. Los resultados de la auscultación se presentarán siguiendo el manual para la inspección de pavimentos flexibles del INVIAS.	Para la verificación del Valor de Aceptación, se dividirá la Unidad Funcional en segmentos de un kilómetro, siendo el primer segmento el comprendido entre el punto de inicio de la Unidad Funcional y el kilómetro 1. El último segmento tendrá una longitud mayor o igual a 1 Km e inferior a 2 Km. Cada segmento debe cumplir con la siguiente condición: Valor Puntual: Área afectada menor o igual a 0,1% del área de la calzada. El incumplimiento del valor puntual generará un incumplimiento del segmento. Cuando se tenga doble calzada, se evaluará cada una de manera independiente, por lo que la longitud total de la unidad funcional será la suma de la longitud de cada calzada.	2 semanas

X

Nombre del Indicador	Identificador	Concepto de Medición	Normatividad Específica Aplicable	Frecuencia Máxima de Medición	Unidad de Medición	Método de Medida	Valor de Aceptación	Tiempo Máximo de Corrección								
Capacidad Estructural	E16	Medición de la Deflexión mediante FWD.	INV-E-798-07	Cada 2 años	km	<p>Se tomarán medidas en una de las rodadas del carril por donde circulen más vehículos pesados. También se medirán las estructuras de pavimento cuando sean diferentes. Se dará una medida cada 20 m. El valor correspondiente a cada Km se obtendrá como media de todas las medidas de ese km.</p> <p>Se excluirán de la medición los Puentes y Viaductos.</p>	<p>Para la verificación del Valor de Aceptación, se dividirá la Unidad Funcional en segmentos de un kilómetro, siendo el primer segmento el comprendido entre el punto de inicio de la Unidad Funcional y el kilómetro 1. El último segmento tendrá una longitud mayor o igual a 1 Km e inferior a 2 Km.</p> <p>Cada segmento debe cumplir con el valor medio que se indica a continuación:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Nivel de tránsito</td> <td>Valor característico de cálculo Dc (10<sup>-2</sup> mm)</td> </tr> <tr> <td>NT-1</td> <td>&lt;100</td> </tr> <tr> <td>NT-2</td> <td>&lt;80</td> </tr> <tr> <td>NT-3</td> <td>&lt;60</td> </tr> </table> <p>El incumplimiento de uno o más valores puntuales en un mismo segmento generará un incumplimiento del segmento.</p> <p>Cuando se tenga doble calzada, se evaluará cada una de manera independiente, por lo que la longitud total de la unidad funcional será la suma de la longitud de cada calzada.</p>	Nivel de tránsito	Valor característico de cálculo Dc (10 <sup>-2</sup> mm)	NT-1	<100	NT-2	<80	NT-3	<60	3 Meses
Nivel de tránsito	Valor característico de cálculo Dc (10 <sup>-2</sup> mm)															
NT-1	<100															
NT-2	<80															
NT-3	<60															

Tabla 2 – Indicadores exclusivos para Pavimento Rígido.

Nombre del Indicador	Identificador	Concepto de Medición	Normativa d Especifica Aplicable	Frecuencia Máxima de Medición	Unidad de Medición	Método de Medida	Valor de Aceptación	Tiempo Máximo de Corrección
Escalonamientos	E22	Escalonamiento Inspección Visual	Manual para la inspección visual de pavimentos Rígido- INVIAS	Semestral	km	<p>Se verificarán todas las juntas longitudinales y transversales y se contabilizarán los escalonamientos superiores a 5 mm.</p> <p>Los resultados de la inspección se presentaran siguiendo el manual para la inspección de pavimentos rígidos del INVIAS de acuerdo al caso.</p> <p>Se incluirá también la medición de la diferencia entre el borde externo del pavimento y la cuneta</p>	<p>Para la verificación del Valor de Aceptación se dividirá la Unidad Funcional en segmentos de un kilómetro, siendo el primer segmento el comprendido entre el punto de inicio de la Unidad Funcional y el kilómetro 1, mientras que el último segmento tendrá una longitud mayor o igual a 1 Km e inferior a 2 Km.</p> <p>Para cada segmento debe cumplirse la siguiente condición:</p> <p>Valor Puntual: Escalonamiento Inferior a 5 mm.</p> <p>El incumplimiento de uno o más valores puntuales en un mismo segmento generará un incumplimiento del segmento.</p> <p>Cuando se tenga doble calzada, se evaluará cada una de manera independiente, por lo que la longitud total de la unidad funcional será la suma de la longitud de cada calzada.</p>	6 Meses

Nombre del Indicador	Identificador	Concepto de Medición	Normativa de Especificación Aplicable	Frecuencia Máxima de Medición	Unidad de Medición	Método de Medida	Valor de Aceptación	Tiempo Máximo de Corrección
Grietas	E23	Inspección Visual de Grietas (Área afectada por Km)	Manual para la inspección visual de pavimentos Rígidos-INVIAS	Semestral	km	<p>De acuerdo con el Manual para la inspección visual de pavimentos Rígidos-INVIAS las fisuras son las grietas de ancho menor de 3 mm.</p> <p>Se contabilizarán todas las grietas según su nivel de severidad. Se tomarán medidas por cada losa</p> <p>Se inspeccionará la calzada completa (todos los carriles) midiendo longitud de grieta. y se multiplicará por un ancho de referencia establecido de 0,6 m con el fin de calcular el área afectada. Se reportará el porcentaje de área afectada en cada losa.</p> <p>Si existen grietas selladas en buen estado, también serán medidas y reportadas con un nivel de severidad bajo.</p> <p>Los resultados de la inspección se presentarán siguiendo el manual para la inspección de pavimentos flexibles y rígidos del INVIAS, de acuerdo al caso.</p>	<p>Para la verificación del Valor de Aceptación, se dividirá la Unidad Funcional en segmentos de un kilómetro, siendo el primer segmento el comprendido entre el punto de inicio de la Unidad Funcional y el kilómetro 1, mientras que el último segmento tendrá una longitud mayor o igual a 1 Km e inferior a 2 Km.</p> <p>Cada segmento debe cumplir con la siguiente condición: Se contabilizarán solo las grietas (aberturas superiores a 3 mm)</p> <p>Valor Puntual: Área afectada por losa menor o igual a 6 m<sup>2</sup>.</p> <p>El incumplimiento de uno o más valores puntuales en un mismo segmento generará un incumplimiento del segmento.</p> <p>Valores medios: Losas afectadas con un área mayor de 4,5 m<sup>2</sup>/Total losas en el segmento menor o igual a 20%. Área media afectada del total de losas del segmento &lt; 5 m<sup>2</sup></p> <p>El incumplimiento de cualquiera de los valores medios implicará el incumplimiento del segmento. Si se produjeran en un mismo segmento incumplimientos en los valores puntuales y medios se considerará un único incumplimiento sobre el segmento.</p> <p>Cuando se tenga doble calzada, se evaluará cada una de manera independiente, por lo que la longitud total de la unidad funcional será la suma de la longitud de cada calzada.</p>	1 mes
Desportillamiento de juntas	E24	Desportillamiento de juntas Inspección Visual (superficie afectada)	Manual para la inspección visual de pavimentos Rígidos-INVIAS	Mensual	Km	<p>Se medirá la longitud de cada desportillamiento.</p> <p>Se tendrán en cuenta como afectación todos los desportillamientos de juntas de severidad media y alta (las fracturas se extienden a lo largo de la junta en más de 80 mm a cada lado).</p> <p>Los resultados de la inspección se presentarán siguiendo el manual para la inspección de pavimentos flexibles y rígidos del INVIAS, de acuerdo al caso.</p>	<p>Para la verificación del Valor de Aceptación, se dividirá la Unidad Funcional en segmentos de un kilómetro, siendo el primer segmento el comprendido entre el punto de inicio de la Unidad Funcional y el kilómetro 1. El último segmento tendrá una longitud mayor o igual a 1 Km e inferior a 2 Km.</p> <p>Valor Puntual: N° de desportillamientos inferior a 30 en el kilómetro medido.</p> <p>Cuando se tenga doble calzada, se evaluará cada una de manera independiente, por lo que la longitud total de la unidad funcional será la suma de la longitud de cada calzada.</p>	2 semanas

Nombre del Indicador	Identificador	Concepto de Medición	Normativa Específica Aplicable	Frecuencia Máxima de Medición	Unidad de Medición	Método de Medida	Valor de Aceptación	Tiempo Máximo de Corrección
Juntas	E25	Deterioro de sellos de Juntas	Manual para la inspección visual de pavimentos Rígido-INVIAS	Mensual	Km	<p>Se verificará el estado de las Juntas así como el producto de sellado en los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desprendimiento lateral</li> <li>• Carencia total</li> <li>• Incrustamiento de material ajeno a la estructura del pavimento. (vegetación, piedras etc.)</li> <li>• Crisalización del producto.</li> </ul> <p>Se inspeccionará la calzada completa (todos los carriles) midiendo longitud de junta afectada por placa, anotando el nivel de severidad.</p> <p>Los resultados de la inspección se presentarán siguiendo el manual para la inspección de pavimentos flexibles y rígidos del INVIAS, de acuerdo al caso.</p> <p>Se contabilizarán los deterioros de sellos de nivel de severidad medio y alto (longitud con deficiencia de sellado mayor al 5% de la longitud de junta).</p>	<p>Para la verificación del Valor de Aceptación, se dividirá la Unidad Funcional en segmentos de un kilómetro, siendo el primer segmento el comprendido entre el punto de inicio de la Unidad Funcional y el kilómetro 1. El último segmento tendrá una longitud mayor o igual a 1 Km e inferior a 2 Km.</p> <p>Cada segmento debe cumplir con la siguiente condición:</p> <p>Valor Medio: Área afectada menor o igual a 3% de la longitud total de juntas en el segmento.</p> <p>El incumplimiento del valor medio generará un incumplimiento del segmento.</p> <p>Cuando se tenga doble calzada, se evaluará cada una de manera independiente, por lo que la longitud total de la unidad funcional será la suma de la longitud de cada calzada.</p>	1 mes
Eficiencia en la transferencia de carga	E26	Eficiencia en la transferencia Prueba de carga en la junta transversal Mediaute FWD.	Manual para la inspección visual de pavimentos Rígido-INVIAS	Cada dos años	km	<p>Se deberá comprobar la transferencia de carga en juntas transversales seleccionadas aleatoriamente por la Interventoría.</p> <p>En cada tramo de cien (100) metros se escogerán aleatoriamente 5 juntas transversales y se les realizará una prueba de carga en la losa, utilizando el FWD. El FWD se colocará en la losa anterior en el sentido del tráfico se carga y se mide la diferencia en las deflexiones de las dos losas.</p> <p>La eficiencia en la transferencia de carga debe ser superior al 70%. En caso de que este valor sea inferior al 70% se deberán realizar procedimientos para restituir la transferencia de carga al 100%.</p>	<p>Para la verificación del Valor de Aceptación, se dividirá la Unidad Funcional en segmentos de un Kilómetro, siendo el primer segmento el comprendido entre el punto de inicio de la Unidad Funcional y el Kilómetro 1, mientras que el último segmento tendrá una longitud entre 1-2 Km.</p> <p>Cada segmento debe cumplir la siguiente condición:</p> <p>Valor Puntual: El 100% de las transferencias de cargas medidas deben ser superiores al 70%</p> <p>El incumplimiento del valor puntual generará un incumplimiento del segmento.</p> <p>Cuando se tenga doble calzada, se evaluará cada una de manera independiente, por lo que la longitud total de la unidad funcional será la suma de la longitud de cada calzada.</p>	1 año

Tabla 3 – Indicadores Pavimento Rígido y Flexible.

Nombre del Indicador	Identificador	Concepto de Medición	Normatividad Específica Aplicable	Frecuencia Máxima de Medición	Unidad de Medición	Método de Medida	Valor de Aceptación	Tiempo Máximo de Corrección
IRI	E1	Rugosidad Longitudinal según el índice de Rugosidad Internacional (en mm/m)	INV E-790-07 INV-E-794-07	Semestral	km	<p>La unidad de medida será el IRI cada 100 m. Se tomarán medidas en las dos rodadas o huellas del carril, por donde circulen más vehículos pesados en cada calzada. Se debe calcular el IRI cada 100 m en ambas huellas de la llanta en m/km aproximado a un decimal. Para determinar el valor puntual del IRI se promedia las dos medidas del peor carril cada 100m.</p> <p>El Valor medio de cada Km se obtiene como la media de los valores puntuales obtenidos cada 100 m de ese Km. El valor puntual no se exige en puentes, pasos superiores, vados, badenes, accesos, estacionamientos, enlaces, pistas de viraje, pistas de aceleración y desaceleración, bahías de paraderos y plazas de pesaje o pesaje.</p>	<p>Para la verificación del Valor de Aceptación, se dividirá la Unidad Funcional en segmentos de un kilómetro, siendo el primer segmento el comprendido entre el punto de inicio de la Unidad Funcional y el kilómetro 1, mientras que el último segmento tendrá una longitud mayor o igual a 1 Km e inferior a 2 Km.</p> <p>Cada segmento debe cumplir con las siguientes condiciones:</p> <p>Valor puntual <math>\leq 3.5</math> mm/m o Valor medio <math>\leq 3.0</math> mm/m</p> <p>El incumplimiento de uno o más valores puntuales en un mismo segmento generará un incumplimiento del segmento.</p> <p>El incumplimiento del valor medio de un segmento de calzada sencilla, implicará el incumplimiento del segmento.</p> <p>Si se produjeran en un mismo segmento incumplimientos en los umbrales: puntual y medio, se considerará un único incumplimiento sobre el segmento.</p> <p>Cuando se tenga doble calzada, se evaluará cada una de manera independiente, por lo que la longitud total de la unidad funcional será la suma de la longitud de cada calzada.</p>	3 meses
Coeficiente de Fricción Transversal	E4	Fricción Transversal según el Coeficiente de Rozamiento Transversal	NLT 336/92 TRRL report 337	Semestral	km	<p>Se medirá el equivalente al coeficiente CRT (Coeficiente de Rozamiento Transversal).</p> <p>Se tomarán medidas en una de las rodadas del carril por donde circulen más vehículos pesados, también se medirán los carriles que tenga capa de rodadura distinta. Cada 20 m se dará una medida. El valor correspondiente a cada Km se obtendrá como la media de todas las medidas de ese km.</p>	<p>Para la verificación del Valor de Aceptación, se dividirá la Unidad Funcional en segmentos de un kilómetro, siendo el primer segmento el comprendido entre el punto de inicio de la Unidad Funcional y el kilómetro 1, mientras que el último segmento tendrá una longitud mayor o igual a 1 Km e inferior a 2 Km.</p> <p>Cada segmento debe cumplir con las siguientes condiciones:</p> <p>Valor puntual <math>\geq 40</math> Valor medio <math>\geq 45</math></p> <p>El incumplimiento de uno o más valores puntuales en un mismo segmento generará un incumplimiento del segmento.</p> <p>El incumplimiento del valor medio de un segmento de calzada sencilla, implicará el incumplimiento del segmento.</p> <p>Si se produjeran en un mismo segmento incumplimientos en los umbrales: puntual y</p>	3 Meses

Nombre del Indicador	Identificador	Concepto de Medición	Normatividad Específica Aplicable	Frecuencia Máxima de Medición	Unidad de Medición	Método de Medida	Valor de Aceptación	Tiempo Máximo de Corrección
							<p>medio, se considerará un único incumplimiento sobre el segmento.</p> <p>Cuando se tenga doble calzada, se evaluará cada una de manera independiente, por lo que la longitud total de la unidad funcional será la suma de la longitud de cada calzada.</p> <p>Para la verificación del Valor de Aceptación, se dividirá la Unidad Funcional en segmentos de un kilómetro, siendo el primer segmento el comprendido entre el punto de inicio de la Unidad Funcional y el kilómetro 1, mientras que el último segmento tendrá una longitud mayor o igual a 1 Km e inferior a 2 Km.</p> <p>Cada segmento debe cumplir con la siguiente condición:</p> <p>Valor puntual <math>\geq 0.5</math> mm</p> <p>El incumplimiento de uno o más valores puntuales en un mismo segmento generará un incumplimiento del segmento.</p> <p>Cuando se tenga doble calzada, se evaluará cada una de manera independiente, por lo que la longitud total de la unidad funcional será la suma de la longitud de cada calzada.</p>	3 Meses
Textura	E5	Medición de la macrotextura en mm	ISO-13473-1,2,3	Semestral	km	<p>Se medirá el carril por donde circulen más vehículos pesados, también se medirán los carriles que tenga capa de rodadura distinta. Cada 20 m se dará una medida.</p>		
Estado de Márgenes, separador central, Área de servicio y Corredor del Proyecto	E8	Altura de la vegetación y limpieza general		Mensual	km	<p>La medición se realizará mediante inspección visual y toma de medidas en una franja de 4 m a partir de los bordes de berna exterior y en todo el separador central, si lo hubiera.</p> <p>Para cada kilómetro, se efectuarán medidas en por lo menos dos (2) sectores no continuos de 50 m de longitud. Se tomarán cinco (5) medidas en cada sector.</p> <p>El sector objeto de medición será seleccionado a criterio del Interventor y en todo caso se efectuarán mediciones en aquellos sectores en los que, de acuerdo con la inspección visual, la altura de la vegetación puede ser superior al valor de aceptación.</p> <p>Se efectuará la inspección visual a lo largo de toda la vía, y se dejará registro de la existencia de vegetación que afecte la seguridad por disminución de la distancia de seguridad u ocultamiento de señales.</p>	<p>Para la verificación del Valor de Aceptación, se dividirá la Unidad Funcional en segmentos de un kilómetro, siendo el primer segmento el comprendido entre el punto de inicio de la Unidad Funcional y el kilómetro 1. El último segmento tendrá una longitud mayor o igual a 1 Km e inferior a 2 Km.</p> <p>Cada segmento debe cumplir con la siguientes condiciones:</p> <p>Ninguna de las medidas a la vegetación resulta superior a 30 cm de altura.</p> <p>No existe vegetación que afecte a la seguridad vial por disminución de distancia de seguridad u ocultación de señales.</p> <p>Se deberá dar cumplimiento a lo establecido en el numeral 6.3.6 del Apéndice 4 Mantenimiento y operación.</p> <p>El incumplimiento de uno o más valores puntuales en un mismo segmento generará un incumplimiento del segmento.</p> <p>Cuando se tenga doble calzada, se evaluará cada una de manera independiente, por lo que la</p>	1 Semana



Nombre del Indicador	Identificador	Concepto de Medición	Normatividad Específica Aplicable	Frecuencia Máxima de Medición	Unidad de Medición	Método de Medida	Valor de Aceptación	Tiempo Máximo de Corrección
Drenajes Superficiales, longitudinal y transversal	E10	Capacidad Hidráulica y estado de cunetas, zanjas, alcantarillas, canales encoles, descojes y otras obras de drenaje existentes. (Obstrucción)		Mensual	Km	Se medirá mensualmente la sección hidráulica de la obra de drenaje con ayuda de una cinta métrica o similar. Se tomarán medidas puntuales en los lugares indicados por la Interventoría. Se incluye el drenaje de Puentes y pasos superiores.  Se inspeccionará semanalmente las obstrucciones graves de las obras de drenaje transversal y colmatación de las obras de drenaje longitudinal.	longitud total de la unidad funcional será la suma de la longitud de cada calzada.  Para la verificación del Valor de Aceptación, se dividirá la Unidad Funcional en segmentos de un kilómetro, siendo el primer segmento el comprendido entre el punto de inicio de la Unidad Funcional y el kilómetro 1. El último segmento tendrá una longitud mayor o igual a 1 Km e inferior a 2 Km.  Cada segmento debe cumplir con la siguiente condición:  Sección hidráulica de cada obra de drenaje obstruida menor o igual al 25 % del total de la sección.  El incumplimiento de uno o más valores puntuales generará un incumplimiento del segmento.  Cuando se tenga doble calzada, se evaluará cada una de manera independiente, por lo que la longitud total de la unidad funcional será la suma de la longitud de cada calzada.	1 semana
Señalización Vertical	E11	Posición, legibilidad de la señal y % de Retroreflectividad sobre la exigida para instalación Inicial	Retroreflectividad según NTC 4739	Mensual/ Semestral	Cada Señal	Se medirá la retroreflectividad (o luminancia retroreflejada) a través del coeficiente de retroreflexión R1.  • Mensualmente: Se inspeccionará visualmente el estado de la posición y legibilidad de la señal (sin daños, pintadas, ni con obstáculos). Se medirá la Retroreflectividad a un número no inferior a 5 señales por kilómetro indicadas por la Interventoría.  • Semestralmente se medirá la Retroreflectividad a todas las señales. Estas inspecciones deberán realizarse también en horas nocturnas.	Cada segmento debe cumplir con las siguientes condiciones:  La señal cumple con definido en la NTC correspondiente.  La señal está presente en la posición definida en el Proyecto y cumple con las dimensiones, colores, rotulado.  La señal es inequívocamente legible por un conductor que se desplace a la velocidad máxima permitida y cumple con lo contenido en el manual de señalización descrito en el Apéndice 3.  Retroreflectividad $\geq 80$ % del valor tomado de la instalación.  En caso de que existan dos o más señales que incumplan alguna de estas condiciones en un mismo segmento, se generará un incumplimiento del segmento.	1 semana para las señales que incumplan la retroreflectividad y 48 horas para las señales ilegibles y/o dañadas

A

Nombre del Indicador	Identificador	Concepto de Medición	Normatividad Específica Aplicable	Frecuencia Máxima de Medición	Unidad de Medición	Método de Medida	Valor de Aceptación	Tiempo Máximo de Corrección
Señalización Horizontal	E12	Retroreflectividad (en milicandelas por metro cuadrado y Lux)	INV Ar. 700-07 NTC 4744 NTC 4745	Semestral	km	<p>Se tomará una medida cada 20 m en cada línea de borde (derecho e izquierdo) y en cada línea interior central, de división de carriles. En caso de existir doble línea amarilla central, en calzada única, se auscultará una de las dos alternando las medidas según indique la Interventoría.</p> <p>Los resultados de la auscultación se presentarán siguiendo el FORMATO SA INVIAS.</p>	<p>Cuando se tenga doble calzada, se evaluará cada una de manera independiente, por lo que la longitud total de la unidad funcional será la suma de la longitud de cada calzada.</p> <p>Para la verificación del Valor de Aceptación, se dividirá la Unidad Funcional en segmentos de un kilómetro, siendo el primer segmento el comprendido entre el punto de inicio de la Unidad Funcional y el kilómetro 1. El último segmento tendrá una longitud mayor o igual a 1 Km e inferior a 2 Km.</p> <p>Cada segmento debe cumplir con las siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Blancas: mayor o igual a 160<sup>(1)</sup>/140<sup>(2)</sup> mcandelas/m<sup>2</sup>* Lux</li> <li>Amarillas: mayor o igual a 140<sup>(1)</sup>/120<sup>(2)</sup> mcandelas/m<sup>2</sup>* Lux</li> </ul> <p>Nota (1): Para equipo con geometría 15 m Nota (2): Para equipo con geometría 30 m</p> <p>Todos los delineadores de piso o elevados obligatorios (tachas o etc), deben estar completos y continuos, según lo definido en el Proyecto.</p> <p>El incumplimiento de una o varias de las condiciones anteriormente señaladas en un mismo segmento generará un incumplimiento del segmento.</p> <p>Cuando se tenga doble calzada, se evaluará cada una de manera independiente, por lo que la longitud total de la unidad funcional será la suma de la longitud de cada calzada.</p> <p>Para la verificación del Valor de Aceptación, se dividirá la Unidad Funcional en segmentos de un kilómetro, siendo el primer segmento el comprendido entre el punto de inicio de la Unidad Funcional y el kilómetro 1. El último segmento tendrá una longitud mayor o igual a 1 Km e inferior a 2 Km.</p> <p>Cada segmento debe cumplir con la siguiente condición:</p> <p>No deben existir tramos de una longitud igual o superior a 20 m en los que las barreras y elementos de contención incumplan lo establecido en el numeral 6 del Apéndice Técnico 2, Operación y Mantenimiento.</p> <p>Dos o más incumplimientos de esta condición dentro del mismo segmento generarán incumplimiento del segmento.</p>	1 Semana
Barreras y elementos de contención	E13	Estado y estabilidad de las barreras y elementos de contención		Mensual	km	<p>Se inspeccionará visualmente el estado de los componentes de barreras y elementos de contención especialmente los mencionados por los umbrales (postes, conexiones, etc.). Deformaciones medias, oxidaciones fijaciones. Geometría según normativa.</p> <p>Barreras de concreto: Perfectamente alineadas, según lo definido en el Proyecto.</p>	<p>Cada segmento debe cumplir con la siguiente condición:</p> <p>No deben existir tramos de una longitud igual o superior a 20 m en los que las barreras y elementos de contención incumplan lo establecido en el numeral 6 del Apéndice Técnico 2, Operación y Mantenimiento.</p> <p>Dos o más incumplimientos de esta condición dentro del mismo segmento generarán incumplimiento del segmento.</p>	1 mes

X

M

Nombre del Indicador	Identificador	Concepto de Medición	Normatividad Específica Aplicable	Frecuencia Máxima de Medición	Unidad de Medición	Método de Medida	Valor de Aceptación	Tiempo Máximo de Corrección
Iluminación	E14	Estado de los elementos asociados a la iluminación		Mensual		Se inspeccionará visualmente el funcionamiento de los puntos de luz y del resto de los elementos componentes asociados a la iluminación (soportes, centros de mando, tableros y luminarias), operados e instalados por el concesionario.	<p>Cuando se tenga doble calzada, se evaluará cada una de manera independiente, por lo que la longitud total de la unidad funcional será la suma de la longitud de cada calzada.</p> <p>Para la verificación del Valor de Aceptación, se dividirá la Unidad Funcional en segmentos de un kilómetro, siendo el primer segmento el comprendido entre el punto de inicio de la Unidad Funcional y el kilómetro 1. El último segmento tendrá una longitud mayor o igual a 1 Km e inferior a 2 Km.</p> <p>Cada segmento debe cumplir con la siguiente condición:</p> <p>Valor Puntual: Menor o igual a 5% de luminarias defectuosas del total instalados para ese kilómetro.</p> <p>Cuando se tenga doble calzada, se evaluará cada una de manera independiente, por lo que la longitud total de la unidad funcional será la suma de la longitud de cada calzada.</p> <p>Cada puente debe cumplir con la totalidad de las siguientes condiciones:</p>	1 semana
Puentes y Estructuras	E15	Verificación visual de los elementos que componen el Puente.	Inventario según SIPUCOL Manual para la inspección visual de Puentes y Pontones, y Manual de inspección visual de obras de drenaje-INYIAS	Annual	Puente o Estructura	Inspección visual	<p><b>Puentes de Hormigón</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tableros: Superficie con grietas (no capilares), dañada o desconchados: (&lt;5%).</li> <li>• Juntas con defecto que impida el movimiento, con sellado defectuoso, daños o con pérdidas: ninguna.</li> <li>• Armaduras descubiertas: ninguna.</li> <li>• Conectores metálicos en mal estado: ninguno;</li> <li>• Juntas de expansión no funcionales: ninguna;</li> <li>• Superficie de pintura en malas condiciones: ninguna</li> <li>• Resto de elemento del tablero con pérdidas, grietas o desconchados: ninguno.</li> </ul> <p><b>Barraeras de seguridad, barandillas de puentes o perfiles metálicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Roturas o daños: ninguna</li> <li>• Conexiones en mal estado: ninguna</li> <li>• Protecciones en mal estado: Ninguna.</li> <li>• Barraeras de seguridad, barandillas de puentes o perfiles de Hormigón: Con roturas o daños: ninguna</li> <li>• Grietas &lt;math&gt;&lt; 1\text{ mm}&lt;/math&gt;; Desconchados &lt;math&gt;&lt; 1\text{ cm}&lt;/math&gt;</li> <li>• Subestructura: Desconchados o grietas: ninguno; Erosión o deterioros en el cerramiento: ninguno; Deterioros en</li> </ul>	1 mes



Nombre del Indicador	Identificador	Concepto de Medición	Normatividad Específica Aplicable	Frecuencia Máxima de Medición	Unidad de Medición	Método de Medida	Valor de Aceptación	Tiempo Máximo de Corrección
							<p>apoyos: ninguno ; Estribos con descalce o mal estado: ninguno; Pilas con descalce o mal estado: ninguna.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Detenidos en retulas: ninguno;</li> <li>• Armaduras al descubierto: ninguna</li> </ul> <p><b>Puentes Metálicos o mixtos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Superficie de pintura con deterioros: ninguna. Superficie con corrosión: ninguna</li> <li>• Elementos de unión en mal estado: ninguno</li> <li>• Si algún puente presenta algún defecto de acuerdo a lo aclarado anteriormente, se procede a anotar el incumplimiento en el Km que corresponda.</li> </ul> <p><b>Drenaje:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Superficie erosionada: ninguna</li> <li>• Daño estructural: ninguno</li> </ul> <p>El incumplimiento de cualquiera de las condiciones anteriormente señaladas, implicará el incumplimiento en equivalente a la longitud en kilómetros del puente correspondiente.</p>	
Disponibilidad de la Vía	E17			Diaria	Km	<p>Se considerará que un Kilómetro se encuentra disponible cuando resulta posible la Circulación de vehículos de todas las categorías a lo largo de la totalidad del kilómetro.</p> <p>No se consideran interrupciones de las disponibilidad de la vía aquellas generadas por interrupciones en la circulación de vehículos derivadas de la indisponibilidad de túneles, y puentes.</p> <p>No se consideran interrupciones a la disponibilidad de la vía aquellos eventos en los que la circulación de vehículos se interrumpe por Eventos Externos de Responsabilidad.</p> <p>Conteo mensual del número de víctimas fatales en el Corredor del Proyecto, incluyendo peatones atropellados, como consecuencia de accidentes de tránsito Corredor del Proyecto</p>	<p>Para la verificación de la Disponibilidad de la vía, se dividirá la Unidad Funcional en segmentos de un kilómetro, el cual debe permanecer disponible en todo momento.</p> <p>Cuando se tenga doble calzada, se evaluará cada una de manera independiente, por lo que la longitud total de la unidad funcional será la suma de la longitud de cada calzada</p>	3 mes
Índice de Mortalidad	O1	La relación entre el Número de accidentes mensuales de todo el corredor concesionado	NA	Mensual	Im	<p>Este cálculo se efectuará solamente en los tramos críticos establecidos conjuntamente entre el concesionario y la interventoría identificados mediante el Análisis de Concentración de Accidentes (ACTA) establecido en el Apéndice Técnico 3. Índice de Mortalidad Im (mes 1) = N° víctimas fatales en tramos críticos * 100,000 / (Tráfico durante el mes (estación de peaje con menor tráfico) x Longitud de la concesión (km))</p>	Im mes debe ser menor de a 0.13	n/a
Ocupación de Carriles	O2	Disponibilidad y ocupación de carriles.	NA	Evento Ocurrido	UF	<p>Una vez detectada una cola debida a un corte de carril (ocupación total de un carril) u ocupación parcial de</p>	La unidad funcional debe cumplir con: Longitudes de retención debidas a cortes de carriles por la concesionaria < 300m.	1 hora

Nombre del Indicador	Identificador	Concepto de Medición	Normatividad Específica Aplicable	Frecuencia Máxima de Medición	Unidad de Medición	Método de Medida	Valor de Aceptación	Tiempo Máximo de Corrección
						<p>calzada (ocupación de parte de un carril) por actividad del Concesionario.</p> <p>La longitud se medirá desde el estrechamiento de calzada.</p> <p>Para efectos de este Indicador se considerará como actividad del Concesionario aquella vinculada con el mantenimiento, operación u otra acción que haya sido iniciada o realizada por el Concesionario por iniciativa propia excluyendo las ocupaciones o cortes debidos a incidentes o a accidentes generados por terceros.</p>	<p>Uno o más incumplimientos afectaran la unidad funcional.</p> <p>Para calzadas sencillas bidireccionales se medirá la longitud de retención sobre el carril de mayor tráfico.</p>	
Cola de Peaje	O3	Tiempo de Atención en casetas de Peaje	NA	Mínimo 5 al mes	UF	<p>La Interventoría realizará las mediciones de acumulación de vehículos en los carriles correspondientes a las estaciones de pago manuales y semiautomáticas. El tiempo de medición deberá ser como mínimo de cuatro (4) horas, durante las horas de mayor tráfico del mes en que se efectúa la medición, en cada sentido y en cada estación de peaje. Al menos se realizarán 5 mediciones cada mes, en días representativos.</p>	<p>La unidad funcional debe cumplir con:</p> <p>No podrá acumularse un número igual o mayor a 10 vehículos por carril en la mitad de las estaciones de pago manual o semiautomático que se encuentran en servicio, por un periodo igual o mayor a sesenta (60) minutos.</p> <p>En el caso en que el número de estaciones de pago en servicio fuere impar, éste se dividirá en dos y se tomará el resultado sin decimales.</p> <p>Uno o más incumplimientos afectaran la unidad funcional.</p>	n/a
Tiempo de atención de incidentes	O4	Tiempo de atención a incidentes: tiempos de señalización y tiempo de despeje del evento.		Evento Ocurrido	Eventos atendidos	<p>El Concesionario y/o la Interventoría cronometrarán y registrarán en el SICC, el tiempo transcurrido desde el momento de conocer el evento hasta el momento que se señala el incidente y hasta el momento que se despeja el incidente</p> <p>Incidente: Suceso repentino no deseado que ocurre por las mismas causas que se presentan los accidentes, sólo que por cuestiones del azar no desencadena en accidente. Este hecho da como resultado una condición de inseguridad vial y/o podría desencadenar un accidente.</p> <p>Para cualquier tipo de incidente deberán presentarse en el lugar del incidente al menos dos (2) personas de la concesionaria en un vehículo de la concesionaria que tenga luces de emergencia superiores y todo el material necesario para señalizar el incidente y cumplir con el tiempo de despeje.</p> <p>Para la atención de derrumbes u obstáculos en la vía, el Concesionario deberá utilizar tantos medios como sea necesario para cumplir con los tiempos de Señalización y Despeje. Tiempo de respuesta de Señalización: 1 hora. Tiempo de Despeje (&lt;=200 m<sup>2</sup>): 4 horas (en calzada), 24 horas (en bermas). Tiempo de despeje Volumen de Material ( 200 - 2000 m<sup>3</sup>): 24 horas ( en calzada); 24 Horas (en bermas)</p>	<p>En todos los casos deben cumplirse los tiempos máximos establecidos para señalización y despeje. El incumplimiento de cualquiera de estos tiempos generará (1) un incumplimiento en la atención evento.</p> <p>Si el número de incumplimientos de los eventos independientes generados durante un Mes es igual o mayor a tres (3), el valor de ponderación para este indicador será igual a cero (0).</p>	n/a

Nombre del Indicador	Identificador	Concepto de Medición	Normatividad Específica Aplicable	Frecuencia Máxima de Medición	Unidad de Medición	Método de Medida	Valor de Aceptación	Tiempo Máximo de Corrección
Tiempo de atención de accidentes y emergencias	O5	Tiempo de atención a accidentes; tiempos de señalización y tiempo de despeje del evento.		Evento Ocurrido	Eventos atendidos	<p>Tiempo de despeje en volúmenes de Material (&gt; 2000 m<sup>3</sup>) Condición especial (Disposición de nuevos dispositivos de contención (1 semana); Si se considera mayores dificultades (1 mes), lo que el Concesionario deberá someter fundadamente a calificación de la ANI.</p> <p>El Concesionario y/o la Interventoría cronometrarán y registrarán en el SICC, el tiempo transcurrido desde el momento de conocer el evento hasta el momento en que se presenten todo el equipo personal y vehicular necesario para atender dicho evento.</p> <p>Accidente: Acontecimiento no deseado ni planeado que trae como consecuencia un daño a las personas (lesión, invalidez o muerte), equipos o instalaciones.</p> <p>En caso de accidente deberá presentarse en el lugar del incidente al menos dos (2) personas del Concesionario en un vehículo de la concesionaria que tenga luces de emergencia superiores y todo el material necesario para señalizar el incidente y cumplir con el tiempo de despeje.</p> <p>Tiempo de respuesta de Señalización: 20 minutos</p> <p>Además, al menos una ambulancia con material de primeros auxilios adecuado al suceso. Si el accidente implica varios heridos o nivel de gravedad que no pueden atenderse en una sola ambulancia deberán presentarse tantos vehículos de auxilio como se requieran tanto por la gravedad o número de heridos como para cumplir con el tiempo de despeje.</p> <p>Tiempo de respuesta de ambulancia: 30 minutos</p> <p>Tiempo de llegada de grúa y demás equipos: 1 hora</p>	<p>En todos los casos deben cumplirse los tiempos máximos establecidos para Tiempo de Respuesta de señalización, Tiempo de respuesta de ambulancia y Tiempo de llegada de grúa y demás equipos.</p> <p>El incumplimiento de cualquiera de estos tiempos generará un incumplimiento en la atención del evento.</p> <p>n/a</p> <p>Si el número de incumplimientos de los eventos independientes generados durante el Mes es igual o mayor a tres (3), el valor de ponderación para este Indicador será igual a cero (0).</p> <p>Si vencido el tiempo, el Concesionario no atiende el evento, el valor de ponderación para este Indicador será igual a cero (0).</p>	1 semana
Disponibilidad del SICC	O6	Disponibilidad del SICC		Mensual	SICC	El SICC permanece disponible el 99.0% del tiempo de operación (7 días de la semana x 24 horas) de acuerdo con el reporte de disponibilidad elaborado por una firma independiente.	El SICC debe contar con una disponibilidad mínima del 99%	

Tabla 4 – Indicadores de Túneles.

Nombre del Indicador	Identificador	Concepto de Medición	Normatividad Específica Aplicable	Frecuencia Máxima de Medición	Unidad de Medición	Método de Medida	Valor de Aceptación	Tiempo Máximo de Corrección
Estado de elementos estructurales	E18	Estado de elementos estructurales		Trimestral	Túnel Hm	<p>Mediante inspección visual, calificando según la siguiente escala:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estado excelente: sin deterioros.</li> <li>2. Estado bueno: no son necesarias reparaciones salvo en ciertas zonas/elementos con deterioros leves aislados (separados más de 3 m) y algunas pequeñas zonas con eflorescencias.</li> <li>3. Estado regular: son necesarias reparaciones leves pero los elementos estructurales continúan cumpliendo su función. En el hormigón aparecen grietas de gravedad media (<math>\text{anchura} &gt; 1\text{mm}</math>) con separaciones entre 1,5 y 3 m con presencia de eflorescencias y filtraciones leves. Pueden aparecer pequeñas pérdidas de material (delaminaciones, desconchados) o grietas en malla grande pero sin ninguna armadura expuesta.</li> <li>4. Estado malo: se necesitan reparaciones importantes y los elementos estructurales no funcionan tal y como fueron diseñados. Filtraciones más severas. Las grietas, las eflorescencias y el descascarillado están presentes en una amplia superficie y se presentan filtraciones graves (El hormigón presenta más del 50 % de su superficie con delaminaciones y desconchones y las armaduras expuestas han perdido hasta un 15 % de su cuantía).</li> <li>5. Estado grave: se necesitan reparaciones importantes de forma inmediata para mantener el túnel abierto al tráfico. La sección del túnel se ha comenzado a deformar y no admite la carga estructural para la que fue diseñada sin efectuar reparaciones inmediatas. El hormigón presenta una extensa superficie con delaminaciones y numerosos deterioros graves: grietas (<math>&gt; 3\text{ mm}</math>), desconchones (<math>\text{profundidad} &gt; 25\text{ mm}</math>, diámetro <math>&gt; 150\text{ mm}</math> o armaduras descubiertas). También aparecen numerosas zonas con problemas de filtraciones graves. Las armaduras expuestas han perdido hasta el 40 % de su cuantía.</li> <li>6. Estado crítico: es imperativo el cierre del túnel. El hormigón presenta numerosas zonas/elementos con deterioros muy graves y ha perdido su capacidad estructural. La sección transversal del túnel presenta deformaciones importantes. Es necesaria la realización de un estudio para determinar la viabilidad de una rehabilitación de la estructura del túnel.</li> </ol>	<p>Para la verificación del Valor de Aceptación, se dividirá cada túnel en segmentos de un hectómetro. El último segmento tendrá una longitud entre 1-2 Hm.</p> <p>Cada segmento debe cumplir la siguiente condición: Escala de estado <math>\leq 3</math></p> <p>El incumplimiento de la condición anteriormente señalada, generará un incumplimiento en el segmento.</p> <p>Cuando se tenga doble calzada, se evaluará cada tubo del túnel de manera independiente, por lo que la longitud total de la unidad funcional será la suma de la longitud de los tubos, según corresponda.</p>	6 meses
Sistema de Iluminación	E19	Luminancia en $\text{cd/m}^2$		Trimestral	Túnel Hm	<p>Se tomarán medidas con equipos de alto rendimiento que medirán la luminancia en <math>\text{cd/m}^2</math> del pavimento y de las paredes hasta una altura de 2 m en las zonas de acceso, umbral, transición, interior y salida.</p>	<p>Para la verificación del Valor de Aceptación, se dividirá cada túnel en segmentos de un hectómetro. El último segmento tendrá una longitud entre 1-2 Hm.</p> <p>Cada segmento debe cumplir la siguiente condición: Luminancia <math>\geq 80\%</math> de la proyectada</p>	1 semana

Nombre del Indicador	Identificador	Concepto de Medición	Normatividad Específica Aplicable	Frecuencia Máxima de Medición	Unidad de Medición	Método de Medida	Valor de Aceptación	Tiempo Máximo de Corrección
Sistema de Ventilación	E20	Ensayos de estanqueidad y concentración.		Según lo indicado en el diseño: opacidad y nivel CO.	Túnel (Hm)	Según lo establecido en el Manual de Operación y Mantenimiento	Opacidad-indicado en diseño. Concentración CO< indicado en diseño. Cuando se tenga doble calzada, se evaluará cada tubo del túnel de manera independiente, por lo que la longitud total de la unidad funcional será la suma de la longitud de los tubos, según corresponda.	Opacidad: 1 Hora Concentración CO: 1 hora
Sistemas de Túneles	E21	Sistema de detección contra incendio, sistemas electrónicos, sistema de comunicaciones, sistema de vigilancia. Sistema de Ventilación en lo no contemplado en el indicador E18 Evaluación visual, pruebas de calibración, ensayos e inspecciones periódicas.		Se ajustarán a lo indicado en el Manual de Operación y Mantenimiento de Túneles.	Túnel (Hm)	Según lo establecido en el Manual de Operación y Mantenimiento	Según se establezca en el Manual de Operación y Mantenimiento de Túneles. Cuando se tenga doble calzada, se evaluará cada tubo del túnel de manera independiente, por lo que la longitud total de la unidad funcional será la suma de la longitud de los tubos, según corresponda.	
Tiempo de atención de incidentes	O7	Tiempo de atención a incidentes: tiempos de señalización y tiempo de despeje del evento.		Diario	Eventos atendidos	El Concesionario y/o la Interventoría cronometrarán y registrarán en el SICC, el tiempo transcurrido desde el momento de conocer el evento hasta el momento que se realiza el incidente y hasta el momento que se despeja el incidente. Incidente: Suceso repentino no deseado que ocurre por las mismas causas que se presentan los accidentes, sólo que por cuestiones del azar no desencadena en accidente. Este hecho da como resultado una condición de inseguridad vial y/o podría desencadenar un accidente. Para cualquier tipo de incidente deberán presentarse en el lugar del incidente al menos dos (2) personas de la concesionaria en un vehículo de la concesionaria que tenga luces de emergencia superiores y todo el material necesario para señalizar el incidente y cumplir con el tiempo de despeje. Acudir y señalizar el lugar del incidente después de la detección del evento: 15 minutos Despeje del evento: 30 minutos	En todos los casos deben cumplirse los tiempos máximos establecidos para señalización y despeje. n/a	

Nombre del Indicador	Identificador	Concepto de Medición	Normatividad Especifica Aplicable	Frecuencia Máxima de Medición	Unidad de Medición	Método de Medida	Valor de Aceptación	Tiempo Máximo de Corrección
Tiempo de atención de accidentes y emergencias	O8	Tiempo de atención a accidentes: tiempos de señalización y tiempo de despeje del evento.		Diario	Eventos atendidos	<p>El Concesionario y/o la Interventoría cronometrarán y registrarán en el SICC, el tiempo transcurrido desde el momento de conocer el evento hasta el momento en que se presenten todo el equipo personal y vehicular necesario para atender dicho evento.</p> <p>Accidente: Acontecimiento no deseado ni planeado que trae como consecuencia un daño a las personas (lesión, invalidez o muerte), equipos o instalaciones.</p> <p>En caso de accidente deberá presentarse en el lugar del incidente al menos dos (2) personas del Concesionario en un vehículo de la concesionaria que tenga luces de emergencia superiores y todo el material necesario para señalizar el incidente y cumplir con el tiempo de despeje.</p> <p>Tiempo de respuesta de Señalización: 15 Minutos</p> <p>Además, al menos una ambulancia con material de primeros auxilios adecuado al suceso. Si el accidente implica varios heridos o nivel de gravedad que no pueden atenderse en una sola ambulancia deberán presentarse tantos vehículos de auxilio como se requieran tanto por la gravedad o número de heridos como para cumplir con el tiempo de despeje.</p> <p>Tiempo de respuesta de ambulancia: 20 Minutos</p> <p>Tiempo de llegada de grúa y demás equipo 20 Minutos</p>	En todos los casos deben cumplirse los tiempos máximos establecidos para llegada al sitio del accidente, señalización, y llegada de ambulancia. El incumplimiento de cualquiera de estos tiempos hará que se considere la existencia de un incumplimiento en la atención del accidente	n/a

#### **4. VERIFICACIÓN DE LOS INDICADORES: EVALUACIÓN, AUTOEVALUACIÓN Y FACULTADES DE LA INTERVENTORÍA**

##### **4.1 Evaluación de los Indicadores**

Los Indicadores contenidos en el presente Apéndice serán evaluados por la Interventoría, considerando la periodicidad mínima señalada para cada Indicador en la el numeral 3 del presente Apéndice.

El mismo Día en el que se realice la medición de cualquiera de los Indicadores la Interventoría registrará en el SICC el resultado de cada una de las mediciones.

Cada registro de medición de los Indicadores deberá contar –por lo menos– con los siguientes elementos:

- i. La fecha en la cual fue aplicado en el correspondiente Método de Medida.
- ii. Los equipos utilizados para la medición y prueba de su calibración cuando se utilicen equipos que así lo requieran.
- iii. Personal encargado de la medición, incluyendo el personal del Concesionario en el caso en que éste estuviere presente.
- iv. Número de pruebas, mediciones u observaciones realizadas
- v. Sectores de la Unidad Funcional en el que es realizada la evaluación, identificados con el correspondiente abscisado.
- vi. Registro fotográfico o en video de la realización de las pruebas
- vii. El resultado de las pruebas realizadas

El Concesionario deberá ser informado de la realización de mediciones de los Indicadores, para lo cual la Interventoría deberá poner en conocimiento del Concesionario el plan de mediciones que habrá de desarrollar. En todo caso, excepto en el caso de los Indicadores de medición continua, diaria o semanal, el Concesionario deberá ser informado con por lo menos dos Días Hábiles de anticipación a la realización de las mediciones.

Dentro de los cinco (5) primeros Días Hábiles de cada Mes, la Interventoría generará un reporte mensual con la evaluación de la totalidad de los Indicadores el cual servirá de base para la elaboración del Acta de Cálculo de la Retribución. En este reporte se hará referencia expresa a los resultados obtenidos en la autoevaluación de los Indicadores reportada por el Concesionario en el SICC.

## **4.2 Autoevaluación**

El Concesionario deberá elaborar su propio plan de evaluación de Indicadores, el cual entregará a la ANI y a la Interventoría como parte de la elaboración del Manual de Operación. Lo anterior, sin perjuicio del derecho que le asiste al Concesionario de efectuar mediciones de los Indicadores en cualquier momento posterior a la suscripción de cada Acta de Terminación de Unidad Funcional.

La autoevaluación de los Indicadores por parte del Concesionario será también registrada en el SICC, en las mismas condiciones señaladas en el numeral 4.1 de este mismo Apéndice. No obstante lo anterior, salvo en el caso que se prevé en el numeral 4.3 siguiente, serán las mediciones efectuadas por el Interventor las que serán utilizadas para efectos del cálculo del Índice de Cumplimiento y por lo tanto, las mediciones efectuadas de manera directa por el Concesionario serán utilizadas para el seguimiento de los Estándares de Calidad y Niveles de Servicio y la toma de decisiones respecto de acciones preventivas orientadas a evitar el deterioro de cualquiera de los Indicadores.

## **4.3 Discrepancia en las mediciones**

En caso de discrepancia entre los resultados registrados por el Interventor en el SICC y las mediciones efectuadas por el Concesionario, este último comunicará de tal circunstancia al Interventor.

Siempre que una medición efectuada por el Interventor arroje un valor inferior al Valor Mínimo de Aceptación de algún Indicador, se dará inicio al Tiempo Máximo de Corrección, aún en el caso en que mediante una medición posterior, el Concesionario obtenga un valor superior al Valor de Aceptación. En este caso, Concesionario y el Interventor, en un plazo no mayor a cinco (5) Días Hábiles establecerán las razones de la discrepancia e identificarán la medición que deberá ser adoptada para el índice de Cumplimiento. De no existir acuerdo en cuanto al resultado aplicable, se acudirá al Amigable Compondor para que resuelva la controversia, salvo que la ANI esté de acuerdo con el Concesionario.

En todo caso, para efectos del cálculo del Índice de Cumplimiento y hasta tanto exista pronunciamiento del Amigable Compondor, se aplicará el resultado de la medición efectuada por la Interventoría. El Concesionario no podrá oponerse o condicionar la suscripción del Acta de Cálculo de Retribución a la decisión del Amigable Compondor.

Cuando el Amigable Compondor encontrare que un Indicador no cumple con el Valor de Aceptación, se tendrá por fecha de inicio del Tiempo Máximo de Corrección aquella en la cual el Interventor registró tal situación en el SICC y por lo tanto, el Tiempo Máximo de Corrección no se suspenderá o extenderá como consecuencia de la actuación del Amigable Compondor.

En el evento en que el Amigable Compondor encontrare que la medición efectuada por el Concesionario era correcta, y se hubiere suscrito el Acta de Cálculo de la Retribución, se procederá a recalcular el Índice de Cumplimiento dentro de los cinco (5) Días Hábiles siguientes a la Notificación de la decisión del Amigable Compondor. En el caso en que ya

se hubiere transferido el valor de la Retribución a la Cuenta Proyecto, ANI pagará al Concesionario la diferencia junto con la Retribución correspondiente al Mes siguiente.

#### **4.4 Obligación de Información**

Sin perjuicio de los reportes mensuales a los que se refiere el numeral 4.1 del presente Apéndice, los cuales serán en todo caso efectuados por la Interventoría, el Concesionario está obligado a informar a la Interventoría y a la ANI respecto de cualquier cambio que se registre en las mediciones de los Indicadores, bien sea por la realización de nuevas evaluaciones cuyo resultado difiera del obtenido en la evaluación inmediatamente anterior, o por actividades desarrolladas por el Concesionario que afecten el estado de la infraestructura o la Operación del Proyecto.

La información a la que se refiere el párrafo anterior deberá ser puesta a disposición de la Interventoría y la ANI a través del SICC en la forma de declaraciones de resultado, de acción correctiva exitosa, y de inicio y fin de acción preventiva.

Estas declaraciones constituyen una manifestación formal de parte del Concesionario de que lo expresado en ellas es verídico.

##### ***4.4.1 Declaración de resultado***

El Concesionario está obligado a declarar el resultado de la inspección de estado de cada Indicador, mediante su registro en el SICC, el día que se concluya dicha evaluación. En el evento en que el resultado difiera del obtenido en la evaluación inmediatamente anterior, además de registrar el correspondiente resultado en el SICC, enviará un mensaje de notificación a la Interventoría y a la ANI informando el resultado obtenido.

##### ***4.4.2 Declaración de acción correctiva***

En caso que mediante cualquiera de las mediciones efectuadas por el Interventor se verifique que alguno de los Indicadores no cumple con el Valor Mínimo de Aceptación establecido en el presente Apéndice, se registrará en el SICC el inicio de una acción correctiva y el consecuente inicio del Tiempo Máximo de Corrección .

La acción correctiva se considerará exitosa cuando el Indicador evaluado con un valor inferior al Valor de Aceptación se encuentre nuevamente en registros iguales o superiores al Valor de Aceptación. Para ser considerada válida, una declaración de acción correctiva exitosa debe incluir la siguiente información:

- a) El identificador del Indicador.
- b) La descripción de la acción correctiva realizada.
- c) La fotografía digital o el registro en video efectuado antes de realizar la acción correctiva, que permita apreciar claramente la evidencia acerca del estado de la infraestructura o el nivel de servicio inferior al Valor de Aceptación.

- d) El reporte de la nueva evaluación del Indicador realizada por el Interventor, el cual contendrá –como mínimo– la información a la que se refiere el numeral 4.1 del presente Apéndice, exclusivamente en lo que al correspondiente Indicador se refiere.

En el evento en que venza el Tiempo Máximo de Corrección sin que se hubiese presentado el reporte de acción correctiva exitosa, o habiéndose presentado dicho reporte no se demostrare la corrección requerida al Concesionario, el primer mes después del Tiempo Máximo de Corrección se deducirá de la retribución el incumplimiento acumulado desde la fecha en la que el indicador NO cumplió con el valor máximo de aceptación (Momento desde el cual comienza a contar el Tiempo Máximo de Corrección) hasta el final del Tiempo Máximo de Corrección.

Si persiste dicho incumplimiento y una vez se le haga el descuento acumulado en la retribución, debido a que no se presenta el reporte de acción correctiva exitosa, o habiéndose presentado dicho reporte no se demostrare la corrección requerida, se realizará el descuento en la retribución, hasta que se cumplan con los valores de aceptación del indicador,

Si persiste el incumplimiento hasta la próxima frecuencia de medición del indicador de la Tabla 1, Tabla 2, Tabla 3 y Tabla 4 no se dará Tiempo Máximo de Corrección, y se continuará con el descuento en la retribución mensual

#### **4.4.3 Declaración de inicio y fin de acción preventiva**

El Concesionario está obligado a formular una declaración de inicio de acción preventiva cada vez que dé comienzo a una de las acciones preventivas descritas en la Sección 6 del Apéndice Técnico 2. La declaración debe incluir la individualización de la zona de intervención en la que se iniciará la acción preventiva. La declaración debe ser formulada en el SICC al menos siete (7) Días antes a aquel en que se inicien maniobras que reduzcan la disponibilidad de la vía en la zona de intervención.

De la misma manera, el Concesionario está obligado a formular una declaración de fin de acción preventiva cada vez que dé término a una de las acciones preventivas descritas en la Sección 6 del Apéndice Técnico 2.

#### **4.5 Equipos de Medición: Características y Calibración**

Para las mediciones de IRI, ahuellamiento, deflexiones, fricción, textura y señalización horizontal y vertical se debe emplear equipos de alto rendimiento, sobre los cuales se garantice su correcto estado de calibración durante la medición.

Para garantizar el estado de calibración de los equipos, el Concesionario debe establecer pistas de calibración que deben ser empleadas como parte del proceso de validación de equipos. Estas pistas se deben examinar de manera periódica, para determinar su estado, pudiendo estar ubicadas inicialmente en las calzadas principales y una vez completada la Fase de Construcción, podrán ubicarse en las vías de servicio.

Para el caso del IRI y ahuellamiento se medirán con equipos de tecnología Inercial de alto rendimiento (Perfilómetros Inerciales), para la medición el CRT se podrá medir con cualquiera de los siguientes equipos: el SCRIM, el GRIPTESTER, y el Mu Meter, siempre que se acredite la fórmula de paso para la obtención de los valores del CRT., para el caso macro textura se empleará el texturómetro láser, cuya medida se realizará en época seca, y para la medición de la deflectometría se empleará el deflectómetro de Impacto FWD..

## **5. REGISTRO Y PROCESAMIENTO DE RESULTADOS: SICC**

El SICC corresponde al Sistema Informático de Contabilización y Control, cuyas características se describen a continuación, el cual será utilizado para el registro de la información relacionada con la evaluación de los Indicadores.

### **5.1 Registro de las Declaraciones del Concesionario, de la Interventoría y la ANI**

Todas las comunicaciones entre el Concesionario, la Interventoría, y la ANI relacionadas con la evaluación de los Indicadores, así como las comunicaciones a que se refiere el numeral 4.4 del presente Apéndice deberán registrarse en el SICC. Las comunicaciones remitidas por el Concesionario deberán contar con firma digital emitida por una entidad de certificación reconocida en Colombia. Adicionalmente, el Concesionario deberá proveer el servicio de estampado de tiempo para la recepción de comunicaciones del Interventor y la ANI.

Las declaraciones, al igual que todos los registros realizados en el SICC, estarán permanentemente a disposición de ambas partes.

### **5.2 Mesa de Trabajo**

A partir del inicio de la concesión, y con el objetivo de promover una rápida concordancia de criterios respecto de la gestión de los Indicadores, se deberá constituir una mesa de trabajo, formada por el representante del Concesionario, el representante de la Interventoría y el Supervisor de la ANI.

Las partes realizarán reuniones periódicas de trabajo, al menos una vez al mes, en las que podrán formular observaciones y hacer sugerencias metodológicas que permitan mejorar la gestión del contrato. La mesa operará en base a un plan de trabajo, que contendrá las fechas de las reuniones y la forma en que se registrará el contenido de las mismas, el que será definido de común acuerdo en la primera reunión citada por la Interventoría.

### **5.3 Características del Sistema Informático de Contabilización y Control (SICC)**

El Concesionario deberá diseñar y construir un sistema informático de contabilización y control (SICC) que será parte del sistema formal de registro e información de los Indicadores durante la ejecución del Contrato, y cuyas características de diseño, operación y explotación son materia de las secciones 5.3.1 y 5.4 de este Apéndice.

El Concesionario deberá proveer a la ANI y al Interventor de acceso al SICC, de tal manera que los funcionarios designados por cada una de estas tengan acceso permanente e irrestricto a la información consignada en el SICC.

Dicho sistema será revertido a la ANI a la terminación del Contrato. A ese efecto, el Concesionario deberá proveer a la ANI, como parte de los bienes revertibles, de la licencia necesaria para el uso, desarrollo y actualización del sistema, incluyendo la documentación de desarrollo que permitirá generar nuevas versiones adaptadas y actualizadas. En el caso de haberse desarrollado el sistema de manera propietaria o de haberse incorporado una adaptación particular de otros sistemas para este propósito específico, el Concesionario hará entrega del código fuente a la ANI como parte de los bienes revertibles.

### **5.3.1 *Ámbito de las Funciones del Sistema***

El SICC deberá proveer todas las funcionalidades requeridas para asistir los procesos de registro e información de los Indicadores, de manera que la información registrada en el SICC y procesada por el SICC permita a las Partes y la Interventoría adquirir certeza respecto de la disponibilidad de la vía. En lo sustancial, el registro de la información contempla, entre otros, los siguientes procesos:

- a) El registro de los resultados de evaluación de los Indicadores.
- b) El conteo del Término Máximo de Corrección y el registro de acciones correctivas.
- c) El registro de las acciones de conservación correctiva.

Asimismo, se requiere registrar las firmas autorizadas de los administradores de ambas partes, las identidades y claves de acceso de los asistentes y supervisores y los niveles de acceso para cada tipo de usuario.

El SICC deberá garantizar la invariabilidad de la información que en él sea registrada. A ese efecto, toda operación que agregue, modifique o elimine datos del SICC deberá ser realizada mediante documentos que podrán ser preparados externamente o en línea, aprovechando las facilidades que ofrezca el sistema. El Concesionario deberá especificar los usuarios autorizados a firmar en su representación.

### **5.3.2 *Código y Documentación de Desarrollo del SICC***

El Concesionario deberá diseñar el SICC, esto es, especificar el modelo de procesos, el modelo de datos, los procedimientos y todas las interfaces de usuario (pantallas, reportes, formatos de entrada). Las modificaciones que se introduzcan durante el proceso de diseño deberán ser reflejados en actualizaciones de la especificación de requerimientos, a fin de mantener la trazabilidad hasta un nivel comprensible para la contraparte no especializada.

En el plazo que se establece en el numeral 5.4.7 de este mismo Apéndice, el Concesionario debe entregar un documento que defina claramente el modelo de procesos, su estructura, funciones, procesos involucrados, interrelaciones, salidas de información, que satisfaga las

necesidades de operación tanto de la Interventoría, de la ANI como del Concesionario. Asimismo, deberán estar claramente especificadas las actividades que intervienen en los procesos, los roles, estándares técnicos y la documentación ligada a los flujos de información.

A partir del modelo entidad-relación y del modelo de procesos antedichos se debe entregar un modelo de datos que asegure a ambas partes la compleción y la integridad de la información y el acceso eficiente a ella.

Todos los casos de uso, los formatos de ingreso de información, pantallas y formato y contenido de reportes deben ser especificados.

#### **5.4 Operación del SICC**

##### **5.4.1 *Obligaciones Generales***

Todas las operaciones sobre el SICC deberán realizarse exclusivamente vía Internet, con las medidas y protocolos de seguridad suficientes para asegurar la protección y acceso restringido a la información transmitida.

Todas las operaciones realizadas sobre el SICC deben ser trazables y auditables por la Interventoría y la ANI.

##### **5.4.2 *Condiciones de Operación del SICC***

El SICC debe estar disponible para sus usuarios, a plena funcionalidad, al menos durante el 99,0% del tiempo en cada mes, a partir de su puesta en funcionamiento.

La disponibilidad deberá ser monitorizada externamente a cargo y costo del Concesionario, de manera acreditable.

Los períodos de indisponibilidad deben ser registrados en el SICC de manera automática. Dicha información podrá ser consultada por los usuarios y estos podrán generar informes basados sobre ella.

##### **5.4.3 *Tiempos de Respuesta***

Durante la operación normal, los usuarios de la aplicación deben obtener un tiempo de respuesta menor o igual a 3 segundos, para todas las operaciones de registro y consulta de datos y bajo cualquier carga de trabajo. Estos tiempos deben cumplirse conectados a la aplicación, vía Web, desde las instalaciones de la Interventoría y la ANI.

La Interventoría podrá autorizar, a solicitud fundada del Concesionario, tiempos de respuesta mayores para aquellas operaciones que se compongan de procesos de carga y/o cálculos intensivos. Esos tiempos de respuesta deberán ser establecidos de manera específica para cada tipo de operación.

El Concesionario debe incluir, dentro de la aplicación, instrumentación para registrar en forma centralizada los tiempos de respuesta efectivamente logrados. La aplicación debe proveer un módulo de reporte sobre los tiempos de interacción. En este reporte se debe presentar, por operación, dentro de un período de tiempo dado:

- a) El valor máximo de tiempo acordado para la operación.
- b) El tiempo real requerido por la operación.
- c) Por período de evaluación (mensual):
  - el tiempo promedio requerido para operaciones del mismo tipo y
  - el porcentaje de operaciones de cada tipo que superaron el tiempo máximo.

Se considera que la aplicación cumple lo solicitado si no más de un 5% de las operaciones de cada tipo excede el tiempo acordado en el periodo de un mes.

#### **5.4.4 Pérdidas de Información**

En casos de desastre, las pérdidas de información deben limitarse a aquella ingresada en el día de la falla. Esto es, el Concesionario está obligado a almacenar en lugar seguro y mantener disponibles todos los documentos registrados en el SICC. Este respaldo debe ser realizado, al menos, cada día.

El Concesionario deberá desarrollar un procedimiento que permita la reconstrucción de la base de datos a partir de una descripción del estado de la contabilización en una fecha dada (línea base), del conjunto de documentos registrados en el SICC considerando el estampado de tiempo sobre estos documentos y el reingreso, por parte del Concesionario, de la Interventoría y la ANI, de las declaraciones, solicitudes y autorizaciones realizadas en el día de la falla por el Concesionario, la Interventoría y la ANI, respectivamente.

#### **5.4.5 Entrega de Información a la Interventoría**

El Concesionario deberá informar a la Interventoría, dentro de los diez (10) primeros días de cada mes, los aspectos relevantes de la operación del sistema en el mes anterior. Estos informes deben incluir los reportes de monitorización externa de la disponibilidad del sistema, el reporte estadístico de los tiempos de interacción y los eventos relevantes del período, en particular, aquellos que hayan afectado el registro oportuno de la información, originando la pérdida de ésta o dificultado su procesamiento.

El Concesionario deberá producir, además, un reporte de estado de la base de datos cada vez que termine un mes de operación de la Concesión. Este informe debe contener toda la información requerida para servir de línea de base a partir de la cual se pudiere, si fuese necesario, continuar el registro y el control prescindiendo del SICC. El reporte de estado deberá ser entregado mensualmente y cada vez que, de manera extraordinaria, la Interventoría lo solicite.

El Concesionario deberá entregar a la Interventoría, adjunto al reporte mensual, la copia de todos los documentos ingresados al SICC en el mes informado, así como el respaldo de la base de datos correspondiente al mismo período.

#### **5.4.6 Acceso de la Interventoría y la ANI al SICC**

El SICC deberá proveer a la Interventoría y a la ANI de las funciones que le permitan realizar todas las consultas y solicitar todos los reportes que sirvan a la tarea de fiscalizar el cumplimiento de los Indicadores, incluyendo los mecanismos de traza y auditoría del sistema.

El SICC deberá proveer funciones de navegación, lectura y copia de los documentos firmados digitalmente.

El SICC deberá proveer a la Interventoría y a la ANI de un punto de acceso o interfaz que permita a una aplicación externa generar consultas, obtener reportes y, en general, obtener y utilizar la data residente en el sistema sin modificarla.

#### **5.4.7 Inicio de la Operación del SICC**

Para la suscripción de la primera Acta de Terminación de Unidad Funcional, el SICC deberá estar en funcionamiento, el Interventor deberá haber revisado la aplicación y su documentación relacionada, la cual deberá haber sido entregada de manera definitiva a éste y a ANI y deberán haberse realizado pruebas sobre éste por un periodo no inferior a noventa (90) días.

Para lo anterior, el Concesionario preverá en su Plan de Obra el desarrollo y entrega del SICC como parte de la primera Unidad Funcional del Proyecto.

En consecuencia, en el plazo que determine el Plan de Obra, el Concesionario deberá hacer entrega formal a la Interventoría de la documentación definitiva de desarrollo del SICC, así como de la versión definitiva de la aplicación

La Interventoría dispondrá de quince (15) Días Hábiles, contados desde el día de la entrega, para emitir sus observaciones sobre las características y/o funcionalidades de la aplicación y/o sobre su documentación.

Las eventuales observaciones de contenido deberán ser resueltas, esto es, el software deberá ser modificado y su documentación rectificada antes de presentar nuevamente la documentación y la versión resultantes a la Interventoría, en el plazo que ésta razonablemente le conceda.

En caso de discrepancia entre el Interventor y el Concesionario respecto de la aplicación y/o la documentación, éstas serán resueltas por el Amigable Compondor.

Una vez efectuadas las modificaciones requeridas, o vencido el plazo de quince (15) Días Hábiles para efectuar las objeciones, o no habiéndose efectuado alguna por parte del

Interventor, se iniciará un periodo de prueba de al menos noventa (90) Días Calendario, que involucrará al SICC y los equipos que se relacionen con éste en la primera Unidad Funcional.

A ese efecto, el Concesionario deberá proveer las condiciones y proponer un plan para realizar pruebas con datos básicos reales. Las pruebas deberán realizarse vía Internet, en presencia de ambas partes y desde el lugar que la Interventoría indique, con el sistema funcionando en sus instalaciones definitivas, durante un máximo de diez (10) días hábiles. Este plazo podrá suspenderse o prorrogarse si se detectare fallas o insuficiencias en el funcionamiento del sistema que, a juicio de la Interventoría, impidan iniciar con su operación definitiva. En dicho caso, el Concesionario deberá solucionar las fallas o insuficiencias antes de que las partes reanuden las pruebas.

#### **5.4.8 Obligaciones del Concesionario respecto del SICC**

El Concesionario deberá operar el sistema de contabilización y control en todo momento, desde la finalización satisfactoria del periodo de pruebas y hasta el término de la Concesión. Lo anteriormente referido se entenderá por lo siguiente:

- i. Mantenerlo disponible para las partes, a través de Internet.
- ii. Monitorear mediante una empresa externa dicha disponibilidad, acreditarla y registrar automáticamente en el SICC los periodos de indisponibilidad.
- iii. Asegurar tiempos de respuesta que no superen la tolerancia establecida en el último párrafo de la sección 5.4.3.
- iv. Realizar el respaldo diario de la base de datos y de la información registrada y reconstruir fielmente la base de datos dentro de la tolerancia de disponibilidad, de acuerdo a lo previsto en la sección 5.4.4.
- v. Mantener en línea la información de disponibilidad vial registrada para un periodo no inferior a (2) años.
- vi. Almacenar los registros durante toda la vigencia de la Concesión.
- vii. Entregar a la Interventoría informes de operación del sistema, reportes de estado de la base de datos, copias de los documentos de ingreso de información provistos de firma electrónica avanzada y los respaldos de la base de datos con la periodicidad establecida en la sección 5.4.5.

El Concesionario deberá mantener el sistema, esto es, realizar todas las acciones necesarias para que éste opere de acuerdo a las especificaciones. Si se detectare anomalías respecto a las especificaciones o errores de especificación que afecten la debida contabilización del servicio prestado o dificulten o impidan la fiscalización, el Concesionario deberá corregir dichas anomalías o errores y rectificar el estado de la base de datos en el plazo máximo de treinta (30) días, contados desde la fecha en que la Interventoría se lo instruya. El incumplimiento de las obligaciones y del plazo previsto en este párrafo dará lugar a la aplicación al Concesionario de la multa prevista en la sección 6.1(s) de la Parte Especial del Contrato.

Toda modificación del software dará lugar a la entrega de una nueva versión de éste a la Interventoría, acompañada de la documentación correspondiente, dentro de quinto día de haber sido puesto en servicio. El incumplimiento oportuno de la obligación de entrega de la nueva versión del software y de la documentación correspondiente dará lugar a la aplicación al Concesionario de la multa prevista en la sección 6.1(s) de la Parte Especial del Contrato.

## 6. CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CUMPLIMIENTO

Para cada Unidad Funcional, el Índice de Cumplimiento se calculará como la suma ponderada de los Indicadores que han superado el Valor de Aceptación de acuerdo con las mediciones realizadas en el mes correspondiente. En el caso en que la frecuencia de medición fuere superior a un mes, se tomará el valor de la última medición realizada.

Se calculará un Índice de Cumplimiento para cada Unidad Funcional.

El valor ponderado para cada indicador, será el que resulte de la aplicación de las fórmulas contenidas en la siguiente tabla:

**Tabla 5.1 Valor para ponderar cada uno de los indicadores para efectos del cálculo del índice de cumplimiento por unidad funcional**

IDT <sup>1</sup>	INDICADOR	UF1 $Km_t = 25,6$	UF2 $Km_t = 6,3$	UF3 $Km_t = 9,81$	UF4 $Km_t = 15,76$	UF5 $Km_t = 22,2$
E1	IRI	0,0745	0,0622	0,0671	0,0742	0,0813
E2/E22	Ahuellamiento / Escalonamientos	0,0373	0,0307	0,0337	0,0371	0,0406
E3/E23	Fisuras / Grietas	0,0093	0,0078	0,0084	0,0093	0,0101
E4	Coefficiente de Fricción Transversal	0,0497	0,0414	0,0449	0,0495	0,0541
E5	Textura	0,0199	0,0166	0,0180	0,0198	0,0216
E6/E24	Baches / Desportillamiento de juntas	0,0198	0,0165	0,0179	0,0197	0,0215
E7/E25	Hundimientos / Juntas	0,0198	0,0165	0,0179	0,0197	0,0215
E8	Estado de Márgenes, separador central. Área de servicio y Derecho de vía	0,0054	0,0045	0,0049	0,0054	0,0059

E10	Drenajes Superficiales, longitudinal y transversal	0,0046	0,0039	0,0042	0,0046	0,0050
E11	Señalización Vertical	0,0045	0,0038	0,0041	0,0047	0,0049
E12	Señalización Horizontal	0,0116	0,0097	0,0105	0,0116	0,0126
E13	Barreras y Elementos de Contención	0,0084	0,0070	0,0076	0,0084	0,0092
E14	Iluminación	0,0069	0,0058	0,0063	0,0069	0,0075
E15	Puentes y Estructuras	0,0133	0,0321	0,0448	0,0307	0,0048
E16/E25	Capacidad Estructural / Eficiencia en la transferencia de carga	0,0348	0,0290	0,0314	0,0347	0,0379
E17	Disponibilidad de la Vía	0,6500	0,6500	0,6500	0,6500	0,6500
O1	Índice de Mortalidad	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500
O2	Ocupación de Carriles	0,0014	0,0046	0,0032	0,0022	0,0017
O3	Cola de Peaje	0,0008	-	-	0,0012	-
O4	Tiempo de Atención de Incidentes	0,0005	0,0017	0,0018	0,0012	0,0009
O5	Tiempo de Atención de Accidentes y Emergencias	0,0007	0,0024	0,0017	0,0011	0,0009
O6	Disponibilidad del SICC	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080	0,0080
E18	Estado de Elementos Estructurales	0,0044	0,0139	0,0024		-
E19	Sistema de Iluminación	0,0036	0,0115	0,0020		-
E20	Sistema de Ventilación	0,0062	0,0105	0,0037		-
E21	Sistemas de Túneles	0,0034	0,0058	0,0020		-
O7	Tiempo de Atención de Incidentes	0,0005	0,0017	0,0018		-

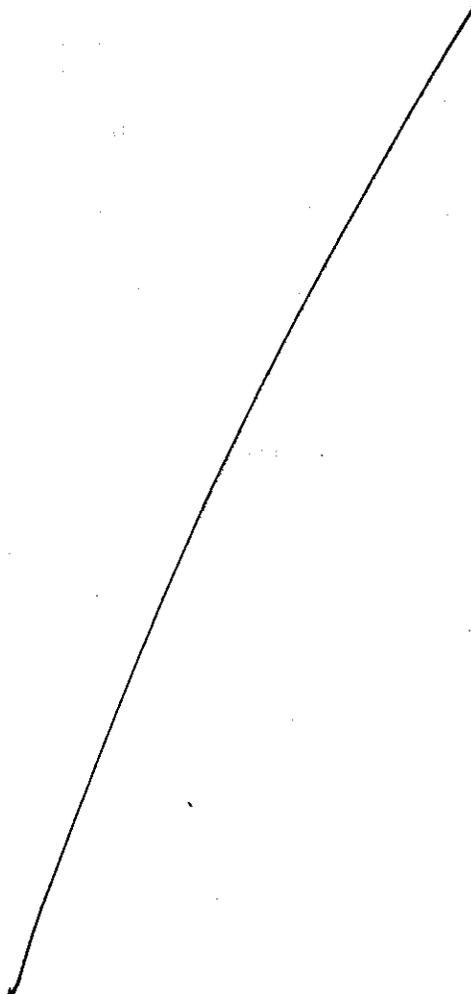
08	Tiempo de Atención de Accidentes y Emergencias	0,0007	0,0024	0,0017	-
----	--	--------	--------	--------	---

<sup>1</sup>IDT= Identificador

Nota (1): La sumatoria de la ponderación de los indicadores es mayor a 100%, debido a que el indicador O1 Mortalidad se considera como un indicador adicional.

Nota (2): La alternativa Pavimento flexible, excepto túneles en pavimento rígido tiene las longitudes de Km, para los indicadores de pavimento rígido de las longitudes de los túneles que serán en cualquier caso entregados con pavimento rígido.

**Tabla 6 Valor de la ponderación para cada indicador:**



*[Handwritten signature]*

*[Handwritten mark]*

IDT	INDICADOR	VALOR PONDERADO
E1	IRI	$\frac{Km_c}{Km_t} * [\bullet]$
E2/E22	Ahuellamiento / Escalonamientos	$\frac{Km_c}{Km_t} * [\bullet]$
E3/E23	Fisuras / Grietas	$\frac{Km_c}{Km_t} * [\bullet]$
E4	Coefficiente de Fricción Transversal	$\frac{Km_c}{Km_t} * [\bullet]$
E5	Textura	$\frac{Km_c}{Km_t} * [\bullet]$
E6/E24	Baches / Desportillamiento de juntas	$\frac{Km_c}{Km_t} * [\bullet]$
E7/E25	Hundimientos / Juntas	$\frac{Km_c}{Km_t} * [\bullet]$
E8	Estado de Márgenes, separador central, Área de servicio y Corredor del Proyecto.	$\frac{Km_c}{Km_t} * [\bullet]$
E10	Drenajes Superficiales, longitudinal y trasversal	$\frac{Km_c}{Km_t} * [\bullet]$
E11	Señalización Vertical	$\frac{Km_c}{Km_t} * [\bullet]$
E12	Señalización Horizontal	$\frac{Km_c}{Km_t} [\bullet]$
E13	Barreras y Elementos de Contención	$\frac{Km_c}{Km_t} * [\bullet]$
E14	Iluminación	$\frac{Km_c}{Km_t} * [\bullet]$
E15	Puentes y Estructuras	$\frac{P_c}{P_t} * [\bullet]$
E16/E26	Capacidad Estructural / Eficiencia en la transferencia de carga	$\frac{Km_c}{Km_t} * [\bullet]$
E17	Disponibilidad de la Vía	$\frac{Km_c}{Km_t} * [\bullet]$
E18	Estado de elementos estructurales	$\frac{Hm_c}{Hm_t} * [\bullet]$
E19	Sistema de Iluminación	$\frac{Hm_c}{Hm_t} * [\bullet]$
E20	Sistema de Ventilación	$\frac{T_c}{T_t} * [\bullet]$
E21	Sistemas de Túneles	$\frac{T_c}{T_t} * [\bullet]$
O1	Índice de Mortalidad	$R * [\bullet]$
O2	Ocupación de Carriles	$R * [\bullet]$
O3	Cola de Peaje	$R * [\bullet]$
O4	Tiempo de Atención de Incidentes.	$\frac{I_c}{I_t} * [\bullet]$
O5	Tiempo de Atención de Accidentes y Emergencias	$\frac{E_c}{E_t} * [\bullet]$
O6	Disponibilidad del SICC	$R * [\bullet]$
O7	Tiempo de atención de incidentes	$\frac{I_c}{I_t} * [\bullet]$
O8	Tiempo de atención de accidentes y emergencias	$\frac{E_c}{E_t} * [\bullet]$

Donde,

K <sub>mc</sub>	Kilómetros en los que se ha superado el Valor de Aceptación
K <sub>mt</sub>	Kilómetros Totales de la Unidad Funcional
R	Resultado del Indicador. Será igual a cero cuando se incumpla el indicador y será 1 en caso de cumplimiento.
P <sub>c</sub>	Numero de Puentes y Estructuras en los que se ha superado el Valor de Aceptación
P <sub>t</sub>	Numero de Puentes y Estructuras Totales de la Unidad Funcional
I <sub>c</sub>	Incidentes atendidos en los tiempos previstos en los Indicadores.
I <sub>t</sub>	Incidentes totales mensuales
T <sub>c</sub>	Número de Túneles que han superado el Valor Mínimo de Aceptación
T <sub>t</sub>	Número de Túneles Totales de la Unidad Funcional
Hm <sub>c</sub>	Hectómetros de túneles en los que se ha superado el Valor de Aceptación
Hm <sub>t</sub>	Hectómetros de túneles Totales de la Unidad Funcional
E <sub>c</sub>	Eventos atendidos en los tiempos previstos en los Indicadores.
E <sub>t</sub>	Eventos totales mensuales

De conformidad con lo anterior, el valor del Índice de Cumplimiento de cada Unidad Funcional será el que resulte de la aplicación de la siguiente fórmula:

$$IC_i = \sum_{n=1}^n VPI_{ni}$$

Donde,

IC <sub>ix</sub>	Índice de Cumplimiento de la Unidad Funcional x en el Mes i
VPI	Valor Ponderado de un Indicador, calculado de acuerdo con las fórmulas de las Tablas de este mismo numeral.
n	Es cualquiera de los Indicadores que se listan en las Tablas de este mismo numeral para la Unidad Funcional "x"
i	Corresponde al Mes objeto del cálculo
x	Es cualquiera de las Unidades Funcionales del Proyecto

Nota (1): El indicador de Mortalidad O1 no hace parte en la anterior ecuación, y su peso se le sumará al índice de cumplimiento siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- 1.) Si el índice de cumplimiento es menor a 1
- 2.) Si se cumple el valor de aceptación del indicador de Mortalidad O1

Nota (2): En caso de que el Índice de Cumplimiento sea mayor a 1 después de sumar el indicador de Mortalidad se entenderá como 1.

Nota (3): En caso de que el diseño definitivo no considere túneles la suma de los pesos de los indicadores E18, E19, E20, E21, O7 y O8 será distribuida de manera proporcional entre los demás, excepto el E17 Disponibilidad de la vía.

## **7. INDICADORES, EVENTOS EXIMENTES DE RESPONSABILIDAD, Y MANTENIMIENTO PROGRAMADO**

### **7.1 Eventos Eximentes**

Los Indicadores de Cumplimiento se calcularán en los plazos previstos en el Contrato de Concesión, teniendo en consideración las mediciones que de cada uno de los Indicadores sean efectuadas.

Si el Concesionario considera que el Índice de Cumplimiento ha sido afectado por Eventos Eximentes de Responsabilidad, procederá de la siguiente manera:

- a) Se suscribirá el Acta de Cálculo de Retribución aplicando el Índice de Cumplimiento que resulte de la medición de los Indicadores.
- b) En la misma Acta de Cálculo de Retribución, el Concesionario dejará constancia de los Indicadores que, a su juicio, han sido afectados por Eventos Eximentes de Responsabilidad.
- c) El Concesionario tendrá quince (15) Días Hábiles a partir de la suscripción del Acta de Cálculo de Retribución para presentar a la ANI y el Interventor la documentación que soporta la existencia de los Eventos Eximentes de Responsabilidad.
- d) ANI contará con diez (10) Días Hábiles para analizar la documentación presentada por el Concesionario, para lo cual contará con el apoyo del Interventor. Si, vencido ese término ANI no se ha pronunciado, se entenderá negada la solicitud del Concesionario.
- e) Si el Concesionario discrepa de la decisión –expresa o tácita– adoptada por ANI, podrá acudir al Amigable Componedor.
- f) Si ANI encontrare fundadas las razones esgrimidas por el Concesionario, o si así lo hallare el Amigable Componedor, las Partes procederán a recalcular el Índice de Cumplimiento dentro de los cinco (5) Días Hábiles siguientes a la Notificación de la decisión del Amigable Componedor o a la comunicación de aceptación de la ANI. En el caso en que ya se hubiere transferido el valor de la Retribución a la Cuenta Proyecto, ANI pagará al Concesionario la diferencia junto con la Retribución correspondiente al Mes siguiente.

### **7.2 Mantenimiento Programado**

Los Indicadores no serán afectados en ningún caso por la realización de rutinas de Mantenimiento Programado que sean reportadas por el Concesionario mediante una declaración de acción preventiva, tal como se establece en el numeral 4.4.3 de este Apéndice.

Revisó: Camilo Andrés Jaramillo Berrocal / Vicepresidente de Estructuración / Aspectos Técnicos, Financieros y Garantías  
Revisó aspectos Técnicos: Germán Andrés Fuertes Chaparro / Gerente de Proyectos Carreteros / Vicepresidencia de Estructuración.  
Revisó aspectos Técnicos: Libardo Silva Morales/ Experto 7 / Vicepresidencia de Estructuración

