

# Recomendaciones de política pública para la promoción y el reconocimiento de la sostenibilidad en los proyectos de infraestructura de transporte en Colombia

Iniciativa para garantizar una infraestructura sostenible y resiliente



Nombre: Alex Saer Saker, autor | Nombre: Bernardo Caicedo Hormaza, autor | Nombre: Clemente del Valle Borraez, autor | Nombre: Mauricio Sánchez Silva, autor | Nombre: María Margarita Zuleta González, autora | Nombre: Silvia Caro Spinel, autora.

Título: Recomendaciones de política pública para la promoción y el reconocimiento de la sostenibilidad en los proyectos de infraestructura de transporte en Colombia. Iniciativa para garantizar una infraestructura sostenible y resiliente / Alex Saer Saker, Bernardo Caicedo Hormaza, Clemente del Valle Borraez, Mauricio Sánchez Silva, María Margarita Zuleta González, Silvia Caro Spinel (autores).

Descripción: Bogotá, Universidad de los Andes, Centro Regional de Finanzas Sostenibles

Identificadores:

Materias: Transporte — Colombia

Clasificación: 388

Primera edición: diciembre del 2024

© Alex Saer Saker, Bernardo Caicedo Hormaza, Clemente del Valle Borraez, Mauricio Sánchez Silva, María Margarita Zuleta González, Silvia Caro Spinel (autores)

© Diego Mauricio Borda Cardozo, Daniela Mariette Romero Parra, Matheo León López, María Fernanda Maldonado Martínez, Laura Alejandra Rico Traslaviña, William David Villamil Martínez (investigadores)

© Centro Regional de Finanzas Sostenibles de la Universidad de los Andes

Correo electrónico de contacto:  
cfs@uniandes.edu.co

Dirección: Carrera 1a # 18a - 14

Bogotá, Colombia

Teléfono: 3394949

Edición y corrección de estilo: Angélica María Cantor Ortiz

Diagramación interior y de cubierta: Change Americas

Universidad de los Andes | Vigilada Mineducación Reconocimiento como Universidad: Decreto 1297 del 30 de mayo de 1964. Reconocimiento personería jurídica: Resolución 28 del 23 de febrero de 1949 Minjusticia. Todos los derechos reservados.

Esta publicación no puede ser reproducida ni en su todo ni en sus partes, ni registrada en o transmitida por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electro-óptico, por fotocopia o cualquier otro, sin el permiso previo por escrito del centro.

Bernardo Caicedo Hormaza, Silvia Caro Spinel, Clemente Del Valle Borraez, Alex Saer Saker, Mauricio Sánchez Silva, María Margarita Zuleta González

Investigadores: Diego Mauricio Borda Cardozo, Matheo León López, María Fernanda Maldonado Martínez, Laura Alejandra Rico Traslaviña, Daniela Mariette Romero Parra, Paola Aldana Maecha, William David Villamil Martínez

---

Noviembre del 2024



# Aliados

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas y organizaciones que contribuyeron de manera significativa a la creación de este documento. En particular, destacamos la valiosa participación y aportes de los equipos de nuestros aliados a lo largo de este proceso. Extendemos un especial reconocimiento a Laura Correa, Mauricio Ossa y Eduardo Bettin de Odinsa, así como a Milena López, Gustavo Antonio Ramírez y Paula Durán de Corficolombiana, cuyo conocimiento y experiencia fueron fundamentales para el desarrollo del proyecto. De igual manera, agradecemos a los equipos de Proindesa y Pacífico 2 por su importante contribución con información valiosa para los diversos análisis realizados en el estudio.

Desde ISA, expresamos nuestro más sincero agradecimiento a Nathalia Pineda, Emilio Sanabria Salcedo, Juliana Suso, Nathalia Gómez, Sergio Díaz, Carolina Maldonado, Sebastián Castañeda, Vanessa Bautista y María Adelaida Correa, así como al equipo de Ruta Costera, por sus valiosos aportes y apoyo incondicional. Asimismo, reconocemos el compromiso de Liliana Tovar, Alberto Villegas de Laing y el equipo de Ruta del Cacao, cuya participación, análisis y contribución de información fueron fundamentales en este proceso.

Expresamos nuestro profundo agradecimiento a Luis Carlos Restrepo, Natalia Ariza Donato, Agustina Calatayud, José Manuel Sandoval, Mauricio Ayala, Juan Martín Álvarez, Mónica Charry, Diego Fernando de Pablos Cadena y Enrique Domínguez, del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), por su constante apoyo y asesoría técnica, los cuales fueron esenciales para alcanzar los objetivos planteados. Asimismo, agradecemos a la Cámara Colombiana de Infraestructura (CCI) por ser una plataforma estratégica para la difusión y retroalimentación del estudio en el sector de infraestructura.

Finalmente, queremos reconocer los valiosos aportes de María Constanza García, Ministra de Transporte, Magda Buitrago, Felipe León y Sandra Ángeles del Ministerio de Transporte, y a los equipos de la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI), el Instituto Nacional de Vías (INVIAS), y la Unidad de Planeación e Infraestructura de Transporte (UPIT), cuyos comentarios y observaciones enriquecieron considerablemente el contenido de este documento.

A todos ustedes, nuestro más profundo agradecimiento por su invaluable contribución.



Con el apoyo de:





# Tabla de contenido

## 1. Introducción

1.1. Contexto general del proyecto .....	12
1.2. Conceptos básicos.....	15
1.2.1. Sostenibilidad .....	15
1.2.2. Resiliencia .....	15
1.2.3. Economía circular .....	17
1.2.4. Infraestructura sostenible .....	18
1.3. Objetivo y alcance de la investigación.....	21
1.4. Glosario.....	21

## 2. Antecedentes

2.1. Antecedentes internacionales .....	22
---	----

## 3. Modelo 3+

3.1. Sostenibilidad económica y financiera .....	27
3.1.1. Rentabilidad económica .....	27
3.1.2. Sostenibilidad financiera .....	29
3.1.3. Gestión del riesgo .....	30
3.1.4. Innovación en sostenibilidad financiera .....	31
3.2. Sostenibilidad social .....	31
3.2.1. Equidad y justicia social .....	31
3.2.2. Salud, seguridad y empleo .....	32
3.2.3. Participación democrática.....	33
3.2.4. Preservación cultural .....	35
3.2.5. Innovación en sostenibilidad social.....	35
3.3. Sostenibilidad ambiental.....	36
3.3.1. Protección del hábitat y la biodiversidad.....	36
3.3.2. Flujo de recursos (circularidad) .....	37
3.3.3. Reducción de GEI.....	39
3.3.4. Innovación en sostenibilidad ambiental.....	39
3.4. Resiliencia.....	40
3.4.1. Robustez y resistencia .....	40
3.4.2. Redundancia: integración con otros sistemas .....	40
3.4.3. Flexibilidad: adaptación .....	41
3.4.4. Planeación y gestión de emergencias.....	41

## 4. Gobernanza y transición justa

4.1. Observaciones y recomendaciones de los organismos multilaterales .....	44
4.2. Prácticas del sector privado en gobernanza y transición justa .....	45
4.3. Evolución en la gobernanza y la transición justa en la experiencia colombiana .....	49
4.4. Planeación estratégica de los proyectos .....	53
4.5. Aspectos de gobernanza y transición justa en el proceso de contratación .....	56

## 5. Actores

## 6. Certificaciones internacionales de infraestructura sostenible

6.1. Estado del arte en certificaciones de sostenibilidad .....	63
6.2. Identificación de certificaciones de sostenibilidad de infraestructura .....	63
6.2.1. Alcance de las certificaciones .....	66
6.2.2. Movilización de inversiones para el sector de Infraestructura .....	67
6.2.3. Inversiones a nivel mundial relacionadas con otras certificaciones .....	70
6.3. Análisis de los criterios de sostenibilidad evaluados por las certificaciones .....	70
6.3.1. Criterios de sostenibilidad ambiental .....	70
6.3.2. Criterio de sostenibilidad social .....	87
6.3.3. Criterio de gobernanza .....	89
6.3.4. Criterio de resiliencia .....	94
6.4. Análisis de certificaciones y su estado con los lineamientos de infraestructura verde vial para Colombia .....	96
6.5. Comparación de la certificación Envision y los requisitos mínimos de la ANI para concesiones viales .....	98
6.6. El Modelo 3+ y la comparación con las certificaciones .....	105
6.7. Comparación del Modelo 3+ y los requisitos mínimos de la ANI para las concesiones viales .....	114

## 7. Experiencias nacionales

7.1. Piloto con activos sostenibles .....	119
7.1. Metodología piloto .....	119
7.1.2. Activos sostenibles seleccionados .....	120
7.1.3. Resultados piloto .....	122

<b>7.2. Evaluación de concesión vial 4G por medio de la certificaciones de infraestructura sostenible Envision y BREEAM Infrastructure</b> .....	<b>131</b>
7.2.1. Introducción de la certificación BREEAM Infrastructure .....	<b>131</b>
7.2.2. Metodología del estudio de la concesión vial 4G por medio de las certificaciones Envision y BREEAM Infrastructure .....	<b>132</b>
7.2.3. Resultados del estudio de la concesión vial 4G con Envision y BREEAM Infrastructure .....	<b>133</b>
7.2.4. Análisis de los resultados del estudio de la concesión vial 4G por medio de las certificaciones Envision y BREEAM Infrastructure .....	<b>135</b>
<b>7.3. Conclusiones experiencias nacionales</b> .....	<b>140</b>

## **8. Especificaciones técnicas**

<b>8.1. Especificaciones técnicas nacionales</b> .....	<b>143</b>
8.1.1. Materiales .....	<b>143</b>
8.1.2. Entorno natural .....	<b>146</b>
<b>8.2. Estudio de nivel de sostenibilidad de las especificaciones técnicas</b> .....	<b>147</b>
<b>8.3. Especificaciones técnicas internacionales</b> .....	<b>148</b>

## **9. Recomendaciones**

<b>9.1. Políticas, planes y programas de infraestructura de transporte</b> .....	<b>152</b>
<b>9.2. Generación de capacidades</b> .....	<b>154</b>
<b>9.3. Inclusión del Modelo 3+ en los documentos del proceso de contratación del proyecto</b> .....	<b>155</b>
9.3.1. Protección del hábitat y la biodiversidad .....	<b>156</b>
9.3.2. Flujo de recursos (circularidad) .....	<b>157</b>
9.3.3. Reducción de emisiones .....	<b>158</b>
9.3.4. Preservación cultural .....	<b>159</b>
9.3.5. Innovación en sostenibilidad ambiental y social .....	<b>160</b>
<b>9.4. Gobernanza y transición justa</b> .....	<b>160</b>
9.4.1. Gobernanza y liderazgo .....	<b>160</b>
9.4.2. Mantener el propósito de la inversión y lograr su aceptación social y ambiental .....	<b>161</b>
9.4.3. Valor social y valor por dinero .....	<b>162</b>
9.4.4. Planeación estratégica del proyecto .....	<b>164</b>

## 10. Referencias

## 11. Anexos

<b>Anexo 1.</b> Casos de estudio y profundización	171
<b>Anexo 2.</b> Comparación de las certificaciones internacionales con los LIVV	175
<b>Anexo 3.</b> Descripción esfuerzos de los activos sostenibles del piloto	178
<b>Anexo 4.</b> Fotografías visitas de campo de activos sostenibles	186
<b>Anexo 5.</b> Prácticas sostenibles que desarrolla actualmente la concesión vial 4G	195
<b>Anexo 6.</b> Acciones que serán implementadas a futuro por la concesión vial 4G	196
<b>Anexo 7.</b> Oportunidades de mejora de la concesión vial 4G frente a la certificación Envision	197
<b>Anexo 8.</b> Oportunidades de mejora de la concesión vial 4G frente a la certificación BREEAM Infrastructure	200
<b>Anexo 10.</b> Temas y subtemas del análisis de especificaciones técnicas nacionales	209
<b>Anexo 11.</b> Materiales para estabilizar o mejorar de acuerdo con las especificaciones técnicas consideradas sostenibles del IDU y del Invías	210
<b>Anexo 12.</b> Materiales para reciclar de acuerdo a las especificaciones técnicas consideradas sostenibles del IDU y del Invías	211
<b>Anexo 13.</b> Aspectos para considerar de algunos materiales para reciclar	211
<b>Anexo 14.</b> Acciones de preservación y mantenimiento de las especificaciones técnicas consideradas sostenibles del IDU y del Invías	211
	212
<b>Anexo 15.</b> Técnicas que promueven de forma explícita la sostenibilidad (clasificación verde)	212
<b>Anexo 16.</b> Técnicas que no desarrollan la sostenibilidad como su tema principal, pero muestran oportunidades de implementar acciones sostenibles (clasificación amarilla)	213
<b>Anexo 17.</b> Técnicas que permiten el uso de acciones sostenibles pero que requieren el uso de especificaciones particulares (clasificación naranja)	214
<b>Anexo 18.</b> Comentarios específicos sobre las categorías de Envision evaluadas bajo el marco de los requisitos mínimos de la ANI para concesiones viales	215

# Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Tendencia de crecimiento del número de desastres reportados en América Latina en las últimas tres décadas .....	13
<b>Figura 2.</b> Descripción de las diferentes etapas involucradas en la caracterización de la resiliencia.....	16
<b>Figura 3.</b> Flujo de recursos de la cadena de construcción en Colombia.....	18
<b>Figura 3.</b> Dimensiones de la infraestructura sostenible .....	19
<b>Figura 5.</b> Componentes del Modelo 3+ .....	26
<b>Figura 6.</b> Cálculo de índices de sostenibilidad ASG .....	47
<b>Figura 7.</b> Cálculo de índices de sostenibilidad ASG.....	49
<b>Figura 8.</b> Actividades del proceso de contratación.....	56
<b>Figura 9.</b> Línea de tiempo de certificaciones internacionales de infraestructura sostenible.....	64
<b>Figura 10.</b> Alcance de las certificaciones de infraestructura sostenible.....	66
<b>Figura 11.</b> Alcance de las certificaciones en el ciclo de vida de los proyectos de infraestructura .....	67
<b>Figura 12.</b> Inversión privada en proyectos de infraestructura en mercados primarios .....	68
<b>Figura 13.</b> Comparativo de Criterios Blue Dot Network y FAST-Infra .....	69
<b>Figura 14.</b> Proyectos e inversiones certificadas por los labels identificados .....	70
<b>Figura 15.</b> Distribución de temas identificados en el análisis de sostenibilidad ambiental.....	71
<b>Figura 16.</b> Porcentaje de material reciclado para recibir el mínimo y el máximo del puntaje en esta categoría en cada una de las certificaciones examinadas .....	72
<b>Figura 17.</b> Porcentaje de material reutilizado para recibir el mínimo y el máximo del puntaje en esta categoría en cada una de las certificaciones examinadas.....	73
<b>Figura 18.</b> Porcentajes de material local establecido por las certificaciones para obtener puntaje.....	74
<b>Figura 19.</b> Cantidad de certificaciones que considera los componentes de materiales.....	76
<b>Figura 20.</b> Porcentaje de reducción de consumo energético durante la operación del proyecto.....	77
<b>Figura 21.</b> Cantidad de certificaciones que considera los componentes de energía y combustible.....	78
<b>Figura 22.</b> Actividades relacionadas con las áreas de alto valor ecológico desarrolladas por las certificaciones .....	80
<b>Figura 23.</b> Cantidad de certificaciones que considera los componentes de entorno natural.....	81
<b>Figura 24.</b> Cantidad de certificaciones que considera los componentes de contaminación.....	83
<b>Figura 25.</b> Cantidad de certificaciones que considera los componentes de economía circular.....	84

<b>Figura 26.</b> Cantidad de certificaciones que considera los componentes de sostenibilidad social .....	87
<b>Figura 27.</b> Temas identificados en las certificaciones en la categoría de sostenibilidad social .....	87
<b>Figura 28.</b> Cantidad de certificaciones que considera los componentes de sostenibilidad social .....	89
<b>Figura 29.</b> Distribución de temas identificados en el análisis de gobernanza .....	90
<b>Figura 30.</b> Estrategias de gobernanza del certificado IS-SCHEME .....	91
<b>Figura 31.</b> Cantidad de certificaciones que considera los componentes de gobernanza .....	93
<b>Figura 32.</b> Distribución de temas identificados en el análisis de resiliencia .....	94
<b>Figura 33.</b> Cantidad de certificaciones que considera los componentes de resiliencia .....	96
<b>Figura 34.</b> Categorías del marco Envision.....	99
<b>Figura 35.</b> Resultado evaluación Envision por categorías y por áreas .....	102
<b>Figura 36.</b> Resultado evaluación de créditos totales de Envision por niveles.....	103
<b>Figura 37.</b> Resultado evaluación Envision por categorías, áreas y créditos.....	104
<b>Figura 38.</b> Unidades funcionales de la concesión Ruta Costera.....	121
<b>Figura 39.</b> Unidades funcionales de la concesión Pacífico 2-La Pintada .....	121
<b>Figura 40.</b> Resultados caso I encuesta activos sostenibles (encuesta disponible en <a href="https://forms.office.com/r/ifCwP8Maj8">https://forms.office.com/r/ifCwP8Maj8</a> ).....	123
<b>Figura 41.</b> Resultados caso II encuesta activos sostenibles (encuesta disponible en <a href="https://forms.office.com/r/ifCwP8Maj8">https://forms.office.com/r/ifCwP8Maj8</a> ) .....	123
<b>Figura 42.</b> Ubicación sitios visitados en Ruta Costera.....	126
<b>Figura 43.</b> Ubicación sitios visitados en Pacífico 2-La Pintada .....	128
<b>Figura 44.</b> Clasificación de la certificación BREEAM Infrastructure .....	132
<b>Figura 45.</b> Resultado de evaluación Envision por categorías y áreas en la evaluación de la concesión 4G .....	135
<b>Figura 46.</b> Resultado de evaluación BREEAM Infrastructure por categorías y áreas en la evaluación de la concesión 4G.....	136
<b>Figura 47.</b> Créditos totales en cada nivel obtenidos por la concesión de acuerdo con la metodología de Envision .....	137
<b>Figura 48.</b> Resultados de Envision por áreas y créditos en el escenario flexible .....	138
<b>Figura 49.</b> Resultados de Envision por áreas y créditos en el escenario estricto.....	138
<b>Figura 50.</b> Resultados de BREEAM Infrastructure por requisito de evaluación y crédito para el escenario flexible .....	139
<b>Figura 50.</b> Resultados de BREEAM Infrastructure por requisito de evaluación y crédito para el escenario estricto .....	139
<b>Figura 52.</b> Número de especificaciones técnicas del IDU e Invías que abordan aspectos de sostenibilidad ambiental en los diferentes subtemas de “materiales”.....	145
<b>Figura 53.</b> Número de especificaciones técnicas del IDU e Invías que abordan aspectos de sostenibilidad ambiental en los diferentes subtemas de “entorno natural” .....	147
<b>Figura 54.</b> Número de especificaciones técnicas del IDU e Invías que abordan aspectos de sostenibilidad ambiental en los diferentes subtemas de “entorno natural” .....	148

# Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Diez principios de buenas prácticas para la infraestructura sostenible.....	<b>22</b>
<b>Tabla 2.</b> Audiencia y propósito de las certificaciones internacionales de infraestructura sostenible y de la organización GRESB.....	<b>63</b>
<b>Tabla 3.</b> Número de puntos requeridos para alcanzar los diferentes niveles de certificación de Envision para un proyecto de concesión vial tipo APP-5G.....	<b>99</b>
<b>Tabla 4.</b> Resultados de evaluación del marco Envision para un proyecto de concesión vial tipo APP-5G.....	<b>100</b>
<b>Tabla 5.</b> Temas y subtemas del Modelo 3+ .....	<b>105</b>
<b>Tabla 6.</b> Comparación Modelo 3+ con certificaciones.....	<b>109</b>
<b>Tabla 7.</b> Ejemplo de comparación de los documentos base de proyectos de concesiones viales de 5G con el Modelo 3+ .....	<b>114</b>
<b>Tabla 8.</b> Ejemplo de comparación de los documentos base de proyectos de concesiones viales de 5G con la gobernanza y la transición justa .....	<b>116</b>
<b>Tabla 9.</b> Resultados de la certificación Envision para el proyecto de concesión vial 4G .....	<b>132</b>
<b>Tabla 10.</b> Resultados de la certificación BREEAM Infrastructure para el proyecto de concesión vial 4G.....	<b>133</b>
<b>Tabla 11.</b> Especificaciones técnicas sostenibles internacionales que pueden portar en el desarrollo de las especificaciones técnicas nacionales.....	<b>148</b>



# 1. Introducción

## 1.1. Contexto general del proyecto

Los proyectos de infraestructura —por su duración, complejidad e impacto— son pilar fundamental para el desarrollo global. La infraestructura de calidad debe apoyar la productividad y el crecimiento económico, proteger el bienestar social y los ecosistemas. En consecuencia, es esencial fortalecer la sostenibilidad y la gobernanza de estos proyectos, y hacerlos resilientes para garantizar un desarrollo sostenible.

Los servicios de infraestructura, como el suministro de agua potable, electricidad, el transporte, y la provisión de tecnologías de la información y comunicación constituyen un soporte fundamental para el desarrollo económico, la competitividad y el crecimiento inclusivo en América Latina y el Caribe (Bhattacharya et al., 2016; Calderón y Servén, 2004; Serebrisky, 2014; Serebrisky et al., 2015; The New Climate Economy, 2016). Las necesidades de inversión en infraestructura en la región se estiman entre el 3 y el 8 % del PIB, a pesar de que las inversiones actuales se estiman entre el 2 y el 3 % del PIB (Fay et al., 2017; Serebrisky, 2014). Por tanto, para alcanzar los objetivos de desarrollo es necesario aumentar la inversión en infraestructura entre \$120 y \$150 mil millones de dólares al año (Serebrisky et al., 2015). Es importante señalar que el desarrollo de la infraestructura en el contexto urbano tiene desafíos adicionales (Bonilla y Zapparoli, 2017).

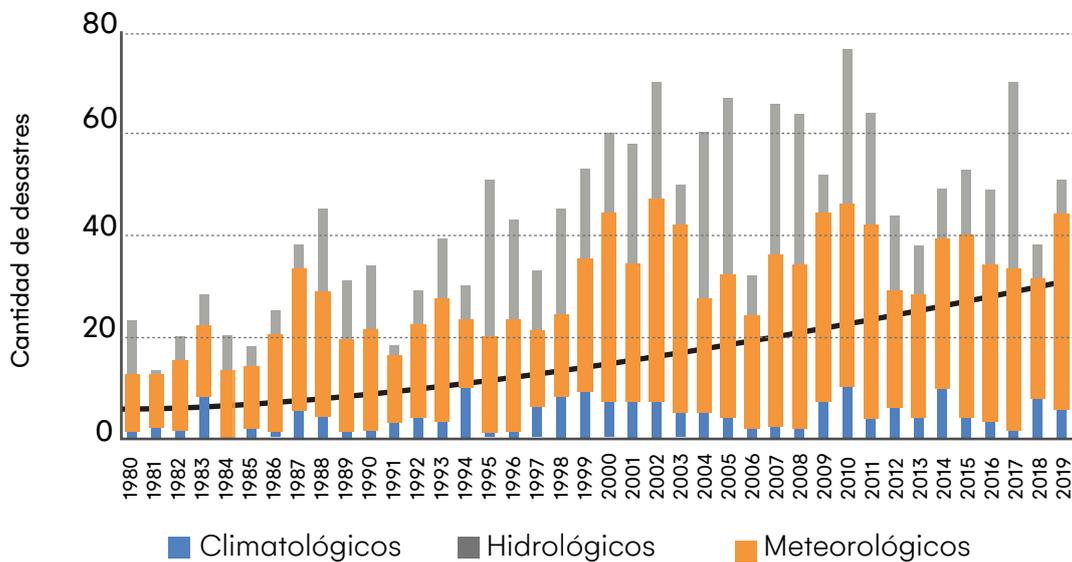
El crecimiento y la concentración de la población mundial en áreas vulnerables o potencialmente vulnerables, la concentración de la producción industrial y comercial, y la ineludible necesidad de obtener aceptación tanto a

nivel social como ambiental para las intervenciones en infraestructura, por un lado, y el impacto del cambio climático, por el otro, suman a la complejidad que enfrenta el desarrollo de proyectos de infraestructura.

La Base de Datos de Sucesos de Emergencia (EM-DAT) en 2021 registró 432 sucesos significativos en el mundo relacionados con fenómenos naturales extremos vinculados al cambio climático. Estos eventos causaron 10.492 muertes y 102 millones de personas afectadas, de las cuales 26 millones se han visto obligadas a vivir en la pobreza (IEA, 2021; Mizutori, 2018). Estos eventos han causado pérdidas económicas de cerca de \$USD 252.100 millones. En los países de América Latina y el Caribe ha habido una afectación considerable por la ocurrencia de eventos naturales extremos (Banco Mundial, 2012; OECD, 2014; Sánchez & Reyes, 2015).

La **figura 1** muestra la tendencia creciente en el número de desastres reportados en América Latina en las últimas tres décadas (EM-DAT, 2020). En la página oficial de la World Meteorological Organization (WMO) se pueden encontrar definiciones para los tipos de eventos que se presentan en la figura 1. Un estudio global realizado por Dilley (Banco Mundial, 2012; Dilley et al., 2005) muestra que entre los quince países más expuestos a desastres naturales, siete se encuentran en América Latina. Además, el Cambridge Centre for Risk Studies (2015) examinó los riesgos económicos que pueden afectar a las trescientas grandes ciudades del mundo, entre las veinte ciudades más vulnerables del planeta hay cinco ciudades de América Latina.

**Figura 1.** Tendencia de crecimiento del número de desastres reportados en América Latina en las últimas tres décadas



**Fuente:** elaboración propia, adaptado de EM-DAT.

Las inversiones en infraestructura de transporte son de largo plazo, su operación trasciende varias generaciones, lo cual implica una responsabilidad intergeneracional en términos financieros, geográficos (definición de espacios físicos), ambientales y sociales. También establece restricciones en las decisiones de política pública, pues deben ser prospectivas y tener en cuenta las inversiones futuras. El cambio climático, al aumento de la urbanización, los cambios sociales, económicos y del mercado son elementos esenciales para tomar decisiones de inversión en infraestructura de transporte.

El cambio climático requiere importantes transformaciones en la estructuración y el desarrollo de la infraestructura de transporte para, entre otras cosas, manejar el crecimiento en frecuencia e intensidad de los fenómenos naturales extremos (lluvias, inundaciones) y para puedan responder mejor a los cambios sociales. El cambio climático también aumentará la necesidad de una mejor gestión de los recursos, especialmente de los materiales, agua y la energía.

El cambio climático, el crecimiento poblacional y el desarrollo económico tienen un impacto directo sobre los aspectos físicos y operacionales de la infraestructura

de transporte. En consecuencia, uno de los mayores retos de los gobiernos del mundo es garantizar que la infraestructura sea capaz de manejar el aumento de la demanda y la ocurrencia de interrupciones en la prestación del servicio para reducir las pérdidas, directas e indirectas. Colombia no ha sido ajena a los desafíos que impone el cambio climático y a la necesidad de lograr una infraestructura sostenible y resiliente. El gobierno nacional y la empresa privada han trabajado en iniciativas para enfrentar estos desafíos, algunas empresas han mejorado sustancialmente su posición en el Índice de Sostenibilidad de Dow Jones (DJSI, por sus siglas en inglés), que mide el desempeño de las empresas en materia ambiental, social, gobernanza y economía.

Los conflictos y retrasos en proyectos, aumentos de costos y daño reputacional afectan a gobiernos, financiadores y al sector privado. La demanda de infraestructura se enfrenta a externalidades ambientales y sociales negativas, generando disputas entre comunidades locales y patrocinadores de proyectos. La creciente influencia de la sociedad civil y la conectividad social como las redes sociales o la conectividad a internet añade complejidad a la entrega de proyectos de infraestructura.

Es importante tener presente que la construcción de infraestructura es una de las actividades de mayor consumo de materiales, energía y generación de residuos a nivel global. El 60 % de las emisiones de carbono a nivel global provienen de la construcción y operación de la infraestructura existente, y se prevé que entre el 35 % y el 60 % del presupuesto para futuros del carbono será absorbido por la infraestructura (Muller et al., 2022; The New Climate Economy, 2016). El enfoque lineal de los sistemas productivos tradicionales, donde se extrae y se procesa el material de construcción, se usa y luego se dispone, genera una gran presión sobre los ecosistemas, por lo que nuevas alternativas circulares han surgido para minimizar el consumo de materiales, agua y energía. Hay prácticas y modelos que reducen el uso de materiales y la producción de residuos, para minimizar el impacto sobre los ecosistemas y las emisiones de gases efecto invernadero.

La necesidad de una infraestructura sostenible y de alta calidad es cada vez más evidente. Expertos y organismos internacionales coinciden en que invertir en proyectos de infraestructura bien planeados y diseñados es esencial para una recuperación económica sólida y sostenible. Estos proyectos no solo generan empleos, sino que también contribuyen a la transición hacia una economía baja en carbono, ofrecen servicios esenciales a las comunidades, mitigando riesgos ambientales y fortaleciendo la resiliencia climática, al tiempo que promueven los derechos humanos y la inclusión social (Losos y Fetter, 2022). Por lo tanto, es crucial que los gobiernos, las empresas y los actores relevantes trabajen para impulsar la implementación de infraestructuras sostenibles como parte fundamental de la agenda de desarrollo global.

El presente trabajo se concentra en la infraestructura de transporte vial y aeroportuaria, pues reconoce que es

fundamental para el desarrollo, dado que contribuye a vincular a las personas, conectar comunidades locales con el mundo, construir mercados y facilitar el comercio. El objetivo de desarrollo sostenible (ODS) 9: Industria, innovación e infraestructuras, tiene en sus metas la promoción de la infraestructura sostenible. Las metas del objetivo 9 hacen referencia al desarrollo de infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, y la promoción del acceso a infraestructura de transporte sostenible en países de ingreso bajo y medio.

Otros ODS pueden emplear la infraestructura de transporte para reducir brechas socioeconómicas y promover el acceso a empleo, mercados, interacción social, educación y muchos otros servicios y comodidades que contribuyen a una vida saludable y plena. El correcto desarrollo de este tipo de infraestructuras capacita a los países para proporcionar seguridad alimentaria o atención médica, fomenta la asistencia escolar, brinda a las mujeres oportunidades garantizadas de empleo y empoderamiento, ayuda a las personas con capacidades diversas y a las personas mayores a mantener su independencia y dignidad, y proporciona seguridad a los viajeros (Naciones Unidas, 2015). Así mismo, es importante que el sector de infraestructura cumpla un rol fundamental en el cumplimiento de las metas tanto de mitigación como de adaptación al cambio climático contenidas en las NDC y las estrategias nacionales de largo plazo, que determinan las acciones hacia la carbono neutralidad en los países.

Es necesario contar con infraestructura de calidad y sostenible, y atraer nuevas fuentes de financiamiento privado para la infraestructura de transporte, reconocer los desafíos legales y regulatorios que deben enfrentar las agencias gubernamentales, la necesidad de lineamientos claros de política pública, capacidades institucionales e instrumentos que permitan incluir criterios de sostenibilidad en el mantenimiento y operación de los activos sostenibles, y en el desarrollo de nuevos proyectos de infraestructura de transporte. Este estudio busca ofrecer rutas para el efecto.

## 1.2. Conceptos básicos

### 1.2.1. Sostenibilidad

El término sostenibilidad se formalizó en 1987, después de la publicación del informe Brundtland: “Nuestro futuro común” de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CMMAD). Este informe definió desarrollo sostenible como aquel que: “... satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (WECD, 1987).

Es necesario diferenciar entre la sostenibilidad, caracterizada como una propiedad del sistema, y el desarrollo sostenible, definido como un proceso. Las variaciones en la definición de sostenibilidad surgen de su importancia en áreas del conocimiento diversas, a veces con intereses y objetivos contradictorios. Muchas definiciones son específicas de un sector o industria. En la construcción, el Grupo de Trabajo 16 de la Banca de Inversión (CIB) articula la definición de sostenibilidad en 1994 como “la creación y funcionamiento de un entorno construido saludable basado en la eficiencia de los recursos y el diseño ecológico”. CIB formuló siete principios de construcción sostenible, que todavía se consideran los principales principios rectores de la construcción sostenible (Kibert, 2016):

1. Reducir el consumo de recursos
2. Reutilizar los recursos
3. Utilizar recursos reciclables
4. Proteger la naturaleza
5. Eliminar los tóxicos
6. Aplicar el cálculo del costo del ciclo de vida
7. Centrarse en la calidad

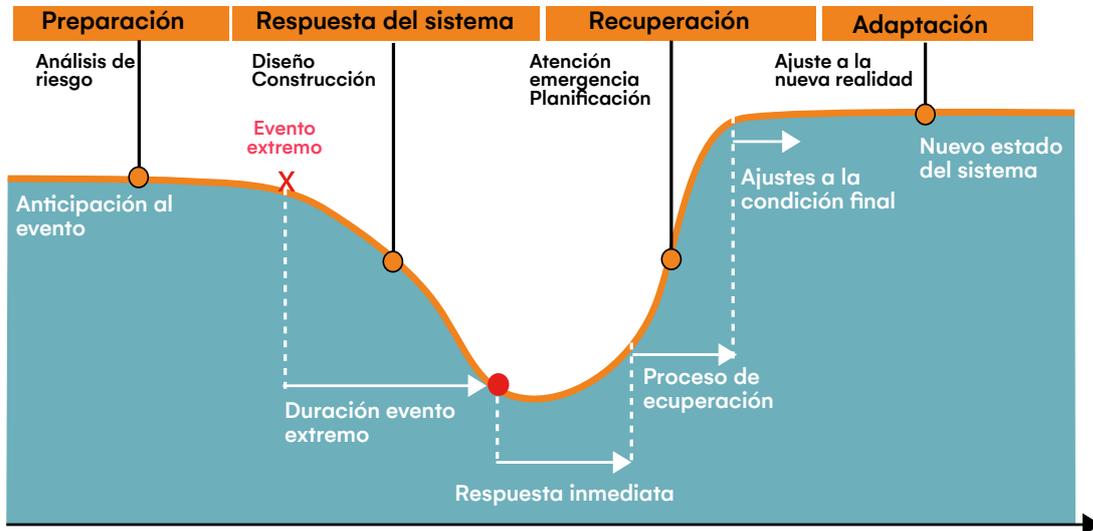
En resumen, la sostenibilidad busca el equilibrio entre las necesidades humanas y la protección del medio ambiente, pues reconoce que la naturaleza y el medio ambiente no son una fuente inagotable de recursos, por lo que es necesario protegerlos y utilizarlos de forma racional. También, promueve el desarrollo social, buscando la unión entre comunidades y culturas para alcanzar niveles satisfactorios en la calidad de vida, la salud y la educación. Por último, la sostenibilidad fomenta un crecimiento económico que genere riqueza equitativa para todos, sin dañar el medio ambiente.

### 1.2.2. Resiliencia

La resiliencia es un concepto multidimensional que involucra muchos factores y amplio espectro de características, acciones y estrategias que buscan impedir y mitigar los efectos de la exposición a una pérdida. La resiliencia describe la capacidad del sistema para prepararse y planear como recuperarse o adaptarse a acontecimientos adversos reales o potenciales (National Research Council, 2012). La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) define la resiliencia como: “La capacidad de los sistemas para absorber una perturbación, recuperarse de las interrupciones y adaptarse a las condiciones cambiantes, manteniendo esencialmente la misma función que antes del *shock* disruptivo” (OCDE, 2021).

El objetivo último de la resiliencia es contribuir a preservar la funcionalidad de la infraestructura. El valor de una rápida recuperación tras una afectación de la operación es, sin duda, una propiedad deseada de cualquier sistema. La resiliencia es un proceso cíclico cuyos elementos constitutivos principales son la prevención, absorción, recuperación y adaptación del sistema, como se muestra en la figura 2.

**Figura 2.** Descripción de las diferentes etapas involucradas en la caracterización de la resiliencia



**Fuente:** elaboración propia.

Lo anterior es muy importante en las zonas de alta densidad poblacional, donde los eventos naturales extremos afectan a muchas personas y por eso la capacidad de recuperación de la infraestructura combina las características específicas del activo y las decisiones estratégicas.

El daño y la recuperación del sistema suelen producirse en periodos muy cortos en comparación con el tiempo requerido para planear y construir un proyecto de infraestructura. De otra parte, la respuesta o las acciones para recuperar el activo generan un cambio en los supuestos iniciales de diseño y operación del proyecto. Por esto, la resiliencia debe valorarse en el contexto de los eventos futuros que puedan ocurrir a lo largo de la vida útil del activo, y no estar centrada únicamente en la respuesta inmediata, puesto que la inmediatez no permite tener en cuenta que la toma de decisiones debe considerar los valores esperados en el largo plazo (Neumann y Morgenstern, 1953). La naturaleza dinámica de la infraestructura cumple un papel fundamental:

Uno de los grandes retos que tiene ante sí nuestra cultura tecnológica es crear sistemas e instituciones que sean altamente resilientes ante la complejidad y la profunda

incertidumbre. Esto significa que hay que adaptarse a cambios tanto frecuentes como raros y ser capaz de hacer frente a situaciones futuras que ahora no se pueden prever (Bankes, 2010).

Sostenibilidad y resiliencia son conceptos compatibles, pero no son lo mismo. Mientras que la sostenibilidad de un proyecto se centra en asegurar su viabilidad, a largo plazo, de manera responsable (en aspectos ambientales, sociales y financieros), la resiliencia es la capacidad del proyecto para mantener un nivel mínimo de funcionamiento al responder a la ocurrencia eventos disruptivos. Recientemente se ha reconocido y dado gran importancia al papel de resiliencia en la sostenibilidad; en particular, en eventos cuya recuperación se asocia a largos periodos de tiempo (impacto ambiental, cambio climático).

Entre las principales razones para incorporar resiliencia en el manejo y desarrollo de proyectos de infraestructura están las siguientes:

- **Continuidad operativa:** permite que las operaciones y los servicios esenciales continúen después de una afectación ocasionada por un evento externo.
- **Reducción de pérdidas:** minimiza las pérdidas directas (físicas) e indirectas (operativas- interrupción de la cadena de suministro, pérdida de productividad) que resultan de la ocurrencia de un evento externo (p. j., impacto de un deslizamiento sobre la operación de una vía). Un sistema resiliente puede acelerar la recuperación y reducir el tiempo de inactividad.
- **Adaptación al cambio climático:** permite resistir y adaptarse mucho más fácilmente a las consecuencias de eventos naturales extremos derivados del cambio climático (huracanes, inundaciones y sequías).
- **Planeación de la respuesta a las emergencias:** permite responder de forma efectiva a las emergencias y los desastres. Esto incluye la capacidad de evacuación, distribución de suministros y coordinación de esfuerzos de respuesta.
- **Confianza y reputación:** contribuye a mantener una reputación positiva y a fortalecer la confianza de los ciudadanos. La confianza de la sociedad en una organización o gobierno puede verse afectada negativamente si la infraestructura no puede proporcionar los servicios esenciales de manera confiable.
- **Innovación y desarrollo sostenible:** la inversión en infraestructura resiliente impulsa la innovación en diseño, materiales y tecnología. Además, promueve el desarrollo sostenible al considerar aspectos como la eficiencia energética y la reducción de impactos ambientales.

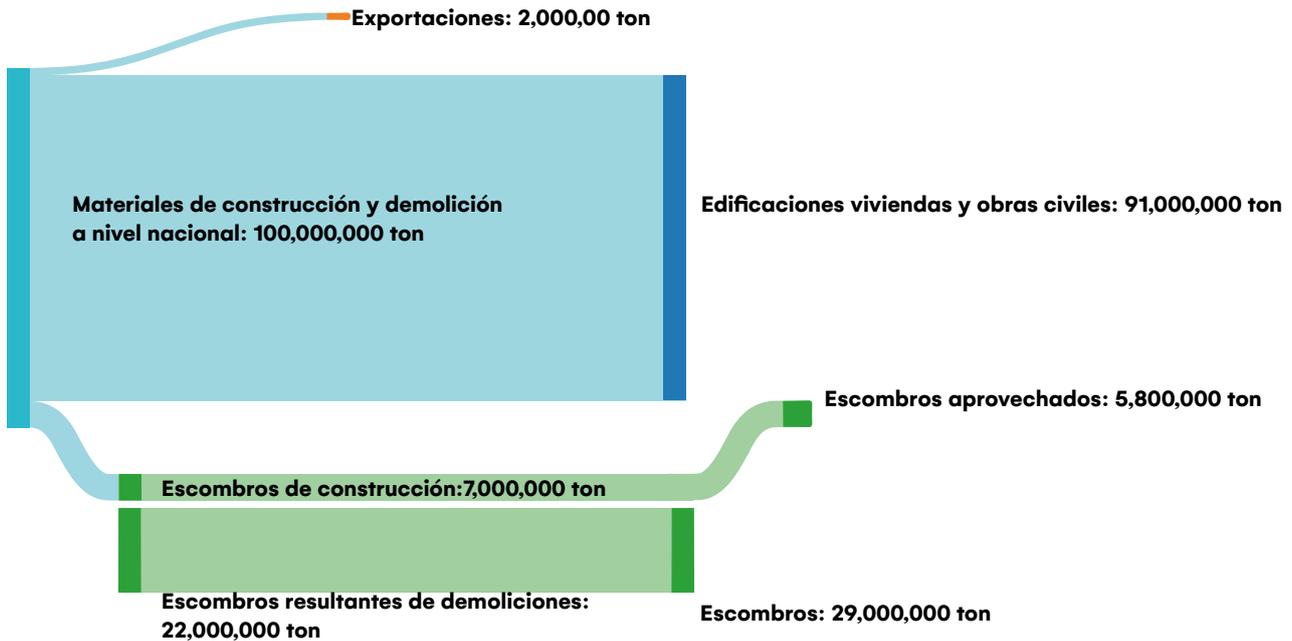
### 1.2.3. Economía circular

El concepto de economía circular (EC) fue introducido formalmente en el libro de Pearce y Turner (1989) *Recursos naturales y del medio ambiente*, al describir la influencia de los recursos naturales en la economía a través de insumos en las cadenas productivas y de consumo, los derivados de esos procesos como desechos, las características y las relaciones lineales del sistema económico contemporáneo (Geissdoerfer et al., 2017). El entendimiento actual de la EC y sus aplicaciones prácticas en los sistemas económicos y procesos industriales ha evolucionado para incorporar diferentes características, aproximaciones y variedad de conceptos que comparten la idea de ciclos cerrados. Algunos de los conceptos más relevantes son de la cuna-a-la-cuna (McDonough y Braungart, 2002), economía cerrada (Stahel, 2010), diseño regenerativo (Lyle, 1994), ecología industrial (Graedel y Allenvy, 1995) y Biomimesis (Benyus, 2002), entre otros. Actualmente, la EC se define como reconstituyente y regenerativa por diseño, y se propone mantener siempre los materiales, componentes y productos en sus niveles de uso más altos. El concepto distingue entre ciclos biológicos y ciclos técnicos. La EC es un ciclo de

desarrollo continuo positivo que preserva y aumenta el capital natural, optimiza los rendimientos de los recursos y minimiza los riesgos del sistema, gestionando stocks finitos y flujos renovables (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

En los procesos constructivos de la infraestructura se ha utilizado el modelo económico lineal, que ha consistido en “tomar, hacer, tirar”. Al final del proceso las materias primas se consumen y los demás recursos se desechan sin aprovecharlos, modelo lineal que impide nuevas formas de reusar los materiales (Cérda y Khalilova, 2016). En Colombia en la cadena de construcción se generan al año veintinueve millones de toneladas de residuos de construcción y demolición (RCD); sin embargo, la tasa de aprovechamiento de RCD es solo del 2 % (B. Van Hoof et al., 2022). En este contexto, la implementación de la EC presenta oportunidades para organizar la producción, el suministro y el consumo de recursos en circuitos cerrados o *loops*, y así aprovechar los RCD.

**Figura 3.** Flujo de recursos de la cadena de construcción en Colombia



**Fuente:** B. Van Hoof et al. (2022).

El World Green Building Council (2023) propone cuatro principios básicos para la EC en la infraestructura y las edificaciones:

- Reducción del consumo de materiales y recursos
- Optimización de la vida útil de uso de materiales y productos
- Diseño para desmontaje, reutilización y el reciclaje, y la eliminación de todos los residuos
- Regeneración de la naturaleza

Los cuatro principios, descritos anteriormente, están alineados con la Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC) implementada en Colombia desde el 2019.

El concepto de EC presenta una nueva forma de ver las relaciones entre las actividades humanas, los recursos naturales y sus servicios ecosistémicos, incorpora principios restaurativos con tecnología, conocimientos y colaboración (Pagés, 2021), y su principal contribución es su carácter sistémico para transformar los sistemas productivos (Kirchherr et al., 2017). Por esto, la implementación de la EC en el sector de infraestructura juega un papel central para mitigar el uso intensivo de materiales y reducir los gases de efecto invernadero (GEI). Otra forma

de ver la EC en la infraestructura es su implementación en la cadena de valor del sector de infraestructura, pero esto se desarrolla en más detalle en la sección del Modelo 3+.

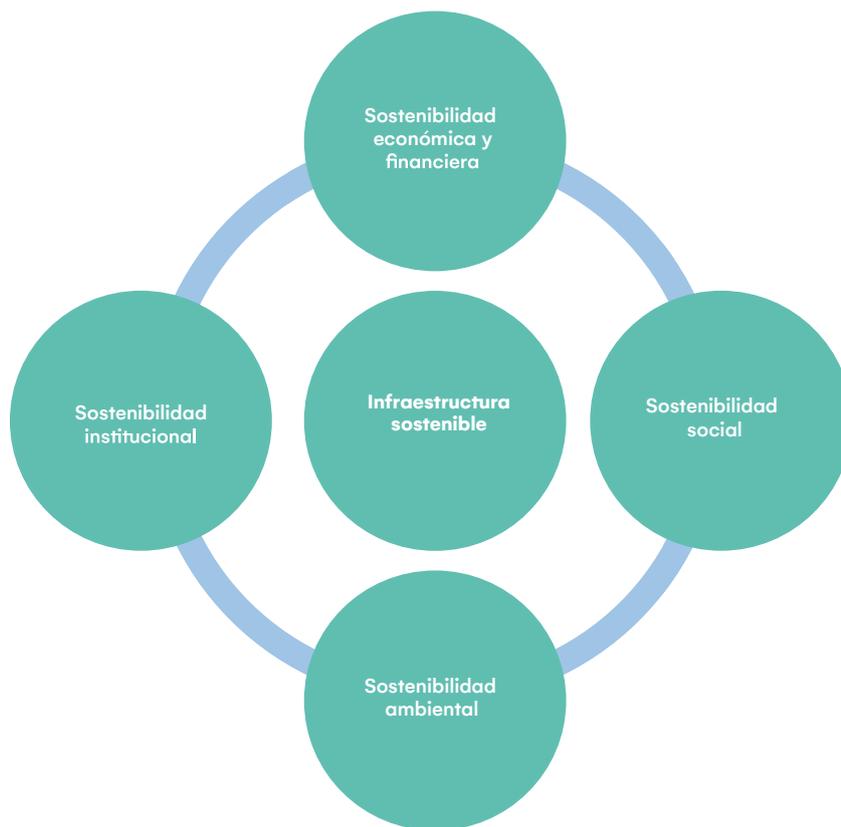
### 1.2.4. Infraestructura sostenible

El término infraestructura sostenible es definido como un conjunto de objetivos, principios y criterios aplicables a proyectos de infraestructura para mejorar su utilidad en la promoción del desarrollo sostenible. El Plan de Acción de Infraestructura Sostenible del Banco Mundial (2009–2011) establece las líneas de acción necesarias para la infraestructura sostenible que son: a) mejorar en los países en desarrollo el acceso a la infraestructura básica de transporte, energía, agua y tecnologías de la información y comunicación; b) maximizar la eficacia de la infraestructura con un enfoque específico en asuntos complejos que abarcan múltiples sectores, tales como el papel de la infraestructura en la mitigación y adaptación al cambio climático, el papel de las asociaciones público–privadas (APP) en la prestación de servicios de infraestructura; y c) alinear objetivos sociales y ambientales, además de aspectos económicos y financieros, con la asequibilidad y buena gobernanza (World Bank, 2008).

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) afirmó que la infraestructura sostenible incluye “proyectos de infraestructura planeados, diseñados, construidos, operados y desmantelados para asegurar la sostenibilidad económica y financiera, social, ambiental (incluyendo la resiliencia climática) e institucional en todo el ciclo de vida del proyecto” (BID, 2018). El BID convierte esta definición en criterios prácticos y medibles en cuatro dimensiones estratégicas para hacer operativa esta definición: económica y financiera, social, ambiental e institucional. Se espera que estos criterios se apliquen “a todos los componentes del proyecto, incluyendo elementos como las vías de acceso, líneas de transmisión y áreas de extracción de materias primas necesarias para la ejecución del proyecto” (BID, 2018).

Así, la infraestructura sostenible representa un enfoque holístico en la planeación y desarrollo de proyectos de construcción, que va más allá del cumplimiento de requisitos normativos de ingeniería y construcción. Abarca proyectos que están estratégicamente diseñados para aportar en el cumplimiento de los ODS en el largo plazo, pues desde la estructuración del proyecto buscan cumplir objetivos sociales, económicos y medioambientales. Lo anterior hace necesario establecer con rigor tales objetivos que permitan cumplir los criterios sociales, económicos y medioambientales y la forma de alcanzarlos, así como mecanismos institucionales para monitorear y mitigar los riesgos que afecten alcanzar tales objetivos. Este enfoque integral busca el bienestar sostenido de la población presente y futura (ver figura 4).

**Figura 3.** Dimensiones de la infraestructura sostenible



**Fuente:** elaboración propia con base en el marco de atributos de la infraestructura sostenible de proyectos del BID (Bhattacharya et al., 2019a).

### **Sostenibilidad social**

La infraestructura sostenible se define por su carácter inclusivo y su capacidad para obtener un amplio respaldo de las comunidades involucradas. Su propósito es generar valor para las partes interesadas, incluyendo a las personas de recursos limitados, para mejorar sus condiciones de vida y su bienestar social durante el ciclo de vida del proyecto. Esto implica que los proyectos de infraestructura deben ser planeados, construidos y operados cumpliendo estándares laborales, de salud, seguridad e inclusión. Estos proyectos deben fomentar la equidad de género, la promoción de la salud y la diversidad; respetar los derechos humanos y la regulación laboral. En la medida de lo posible, los proyectos deben evitar el desplazamiento involuntario de comunidades y, cuando no hay otra alternativa, deben explorar diseños que minimicen el desplazamiento. Cuando la reubicación de personas es necesario y, en consecuencia, su desplazamiento económico es esencial gestionar los procesos de forma consultiva, justa y equitativa, tomando en cuenta la preservación de las identidades culturales y el patrimonio de las comunidades afectadas. La participación temprana de las comunidades en la planeación de los procesos de infraestructura de transporte es crucial para la sostenibilidad.

### **Sostenibilidad institucional y gobernanza**

La infraestructura sostenible debe alinearse con las obligaciones y responsabilidades nacionales e internacionales de los Estados, incluyendo las establecidas en el Acuerdo de París (Naciones Unidas, 2015). Por esto, es necesario contar con sistemas de gobernanza transparente y coherente a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto. La capacidad institucional tiene un papel fundamental en la promoción de la sostenibilidad, por lo cual es esencial contar con procedimientos claros y definidos para planear e implementar los proyectos, para su diseño, construcción y operación, para su financiación y contratación. La innovación es fundamental y para permitirla e incorporarla es necesario contar con capacidades, generar un ambiente que permita la transferencia de conocimiento y su gestión y la promoción de pensamiento innovador. Estas capacidades

deben estar presentes en el nivel nacional y local de los gobiernos, en el sector privado, las autoridades de vigilancia y control, y en la sociedad civil. Para el efecto, es necesario fortalecer las capacidades técnicas e ingenieriles, establecer sistemas para recoger y depurar datos, hacerles seguimiento y evaluación. Estos sistemas permiten generar evidencia, cuantificar impactos y beneficios, lo que es fundamental para desarrollar y mantener infraestructura que contribuya significativamente a la generación de valor sostenible a largo plazo.

### **Sostenibilidad económica y financiera**

La sostenibilidad económica y financiera de la infraestructura se refiere a su capacidad para generar un retorno económico positivo a lo largo de su ciclo de vida, considerando los costos y beneficios asociados, incluidas las externalidades de la infraestructura en el desarrollo económico. Por esto es necesario garantizar que el proyecto de infraestructura genere un rendimiento suficiente para sus inversionistas. Los proyectos de infraestructura sostenible se caracterizan por tener un flujo de ingresos suficiente que permita recuperar los costos y tener un retorno a la inversión que sea competitivo.

La infraestructura sostenible está diseñada para fomentar un crecimiento económico inclusivo y sostenible, mejorar la productividad y proporcionar servicios de alta calidad y asequibles. La asignación y el manejo de riesgos de manera justa es esencial para la sostenibilidad económica y financiera de los proyectos. Los proyectos con mayor complejidad y mayores riesgos requieren de una tasa de retorno mayor para que sean atractivos. En ocasiones los subsidios dirigidos o los pagos por disponibilidad son necesarios para hacer viable una infraestructura social o ambientalmente necesaria que por sus riesgos o su usabilidad no responde a las lógicas financieras del mercado. Los proyectos de infraestructura con alto nivel de riesgo suelen subsidiarse por los gobiernos, que absorben gran parte del riesgo, porque reconocen la importancia de las externalidades positivas del proyecto para el desarrollo social y el bienestar de la población.

## Sostenibilidad ambiental

La sostenibilidad ambiental de la infraestructura implica la preservación, restauración e integración de los ecosistemas naturales y la biodiversidad. Promueve la utilización eficiente de los recursos naturales como la energía, el agua y los materiales, minimizando la contaminación a lo largo del ciclo de vida del proyecto. La infraestructura sostenible contribuye al desarrollo de una economía baja en carbono, resiliente y eficiente en el uso de recursos al mitigar los

riesgos climáticos y mejorar la resiliencia ante desastres naturales. La ubicación y el diseño de los proyectos de infraestructura sostenible priorizan la resiliencia climática y la adaptabilidad. La evaluación del rendimiento general de la infraestructura sostenible debe tener en cuenta las circunstancias nacionales y compararlas con opciones de desarrollo alternativas.

## 1.3. Objetivo y alcance de la investigación

El Centro Regional de Finanzas Sostenibles de la Universidad de los Andes ha concebido el proyecto de investigación “Recomendaciones de política pública para la promoción y el reconocimiento de la sostenibilidad en los proyectos de infraestructura de transporte en Colombia”, cuyo objetivo es impulsar el desarrollo de una infraestructura sostenible, resiliente e inclusiva en Colombia, para que sea considerada como activo rentable y accesible para un amplio espectro de actores.

Este documento presenta una revisión de los conceptos básicos de sostenibilidad y su relación con la infraestructura de transporte, las experiencias nacionales e internacionales de infraestructura sostenible y ofrece recomendaciones de política pública para el contexto colombiano.

El trabajo incluyó las siguientes tareas: i) revisión de literatura nacional e internacional; ii) un análisis a partir de entrevistas semiestructuradas a actores de la industria de la infraestructura de transporte; iii) el análisis de casos reales de implementación para conocer las prácticas de sostenibilidad actuales en el país; iv) el desarrollo de talleres con partes interesadas para identificar y debatir alternativas hacia la profundización de la sostenibilidad en el sector; y (v) la identificación de oportunidades de mejora para cerrar la brecha entre la experiencia de los actores y las recomendaciones de la literatura.

Para llevar a cabo este proyecto, contamos con la colaboración de aliados estratégicos del sector de infraestructura en Colombia, tales como Odinsa, ISA, Macquarie, Corficolombiana, Jhon Laing, así como el respaldo de instituciones de la banca multilateral, entre las que destaca el BID.

## 1.4. Glosario

**ANI:** Agencia Nacional de Infraestructura  
**BID:** Banco Interamericano de Desarrollo  
**CMMAD:** Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo  
**DNP:** Departamento Nacional de Planeación  
**EC:** economía circular  
**ESG:** ambiental, social y gobernanza (por las siglas en inglés de Environmental, Social, Governance)  
**GEI:** gases de efecto invernadero  
**IFC:** siglas en inglés de la Corporación Financiera Internacional

**Invías:** Instituto Nacional de Vías  
**LVV:** lineamientos de infraestructura verde vial en Colombia  
**OCDE:** Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico  
**ODS:** Objetivos de Desarrollo Sostenible  
**OIT:** Organización Internacional del Trabajo  
**PIB:** producto interno bruto  
**PNUMA:** Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente  
**RCD:** residuos de construcción y demolición

## 2. Antecedentes

El creciente reconocimiento de los impactos ambientales y sociales de la infraestructura tradicional, la necesidad de reducir las emisiones de GEI y adaptarse al cambio climático, y la mayor demanda de infraestructura en el mundo, hacen necesario que los gobiernos y el sector privado trabajen en la promoción de la infraestructura sostenible y su financiamiento.

En esta sección hacemos una revisión de los antecedentes nacionales e internacionales para incluir criterios de sostenibilidad en la infraestructura de transporte. Las certificaciones promovidas por la industria, los gobiernos y las calificadoras de riesgo son abordadas en otras secciones de este documento.

### 2.1. Antecedentes internacionales

Observamos tres fases o etapas de política pública para la infraestructura sostenible en Colombia: 1) la fase inicial (1990–2000), en la cual inicia el reconocimiento de impactos ambientales y sociales negativos de la infraestructura tradicional; 2) la fase de desarrollo (2000–2015), en la cual se establecieron marcos institucionales para promover la infraestructura sostenible; y 3) la fase de implementación (2015–presente), periodo en el cual fueron lanzados los ODS, hay un propósito por implementar los marcos de sostenibilidad, así como evaluar evaluar y mejorar de forma continua el diseño y la aplicación de los conceptos de sostenibilidad para la infraestructura de transporte.

En la década de los noventa del siglo XX los gobiernos, el sector privado y las entidades multilaterales desarrollaron una serie de iniciativas para promover la infraestructura sostenible como respuesta al reconocimiento de sus impactos ambientales y sociales negativos.

La OCDE creó, en 1994, el Comité de Infraestructura Sostenible, el cual desarrolló un conjunto de directrices para evaluar la sostenibilidad de los proyectos de infraestructura, que se convirtió en un estándar internacional. En 1998, IFC publicó el documento “Procedimientos para la revisión ambiental y social de los proyectos”, en

el cual hace referencia a su compromiso con proyectos ambientalmente sostenibles y socialmente responsables (IFC, 1998).

En el 2000, la Comisión Europea publicó una estrategia para promover la infraestructura sostenible, que estableció objetivos para reducir los impactos ambientales y sociales de la infraestructura y promover la innovación en el sector.

En el 2015, las Naciones Unidas adoptó los ODS. El objetivo 9 establece que los países deben “construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación”.

El Acuerdo de París sobre el cambio climático, adoptado en el 2015, también ha impulsado la infraestructura sostenible. Allí se establecen objetivos para reducir las GEI y se considera la infraestructura sostenible como una parte de las respuestas para mitigar los efectos del cambio climático.

En el 2022, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) construyó “Los principios internacionales de buenas prácticas para la infraestructura sostenible”, en donde reconoce el papel crítico de la infraestructura para lograr un desarrollo sostenible y mejorar el bienestar. Reconoce que una infraestructura poco sostenible, mal planeada y ejecutada puede tener efectos desastrosos en el ambiente y en las sociedades. Estos principios tienen como objetivo orientar en la integración de la sostenibilidad en el ciclo de vida del proyecto y su propósito es ayudar a los tomadores de decisión a crear el entorno propicio para la

infraestructura sostenible. Esta guía enfatiza la importancia de enfoques de infraestructura que respondan a las necesidades y demandas de servicio, aborden la sostenibilidad lo más temprano posible en el proceso de planeación e integren todos los aspectos de la sostenibilidad y los marcos de gobernanza relevantes, y diferentes sistemas y sectores a lo largo del tiempo y el espacio (PNUMA, 2021).

La siguiente tabla recoge los diez principios de buenas prácticas para la infraestructura sostenible propuestos por el PNUMA:

**Tabla 1.** Diez principios de buenas prácticas para la infraestructura sostenible

<p><b>1. Planeación estratégica</b> para garantizar la alineación de políticas y decisiones de infraestructura con las agendas globales de desarrollo sostenible y fortalecer el entorno habilitador. Estos principios pueden utilizarse para respaldar enfoques integrados a nivel de sistemas que puedan aumentar las capacidades de los gobiernos para satisfacer un nivel dado de necesidades de servicios con menos infraestructura, que sea más eficiente en el uso de recursos, contamine menos, sea más resiliente, más rentable y tenga menos riesgos que los enfoques “como de costumbre”.</p>
<p><b>2. Provisión de servicios garante</b>, resiliente y flexible para satisfacer las necesidades de infraestructura reales, permitir cambios e incertidumbres a lo largo del tiempo y promover sinergias entre proyectos y sistemas de infraestructura.</p>
<p><b>3. Evaluación integral del ciclo de vida de la sostenibilidad</b>, incluidos los impactos acumulativos de múltiples sistemas de infraestructura en los ecosistemas y las comunidades a lo largo de toda su vida útil, para evitar “atar” proyectos y sistemas de infraestructura con diversos efectos adversos.</p>
<p><b>4. Evitar los impactos ambientales</b> de los sistemas e invertir en infraestructura natural para aprovechar la capacidad de la naturaleza para proporcionar servicios de infraestructura esencial y rentable, y brindar múltiples beneficios para las personas y el planeta.</p>
<p><b>5. Eficiencia de recursos y circularidad</b> para minimizar la huella de recursos naturales de la infraestructura, reducir emisiones, residuos y otros contaminantes, y aumentar la eficiencia y la asequibilidad de los servicios.</p>
<p><b>6. Equidad, inclusión y empoderamiento</b> a través de un equilibrio entre la inversión en infraestructura social y económica para respetar, proteger y cumplir los derechos humanos y promover el bienestar, especialmente de grupos más vulnerables o marginados.</p>
<p><b>7. Mejora de los beneficios económicos</b> mediante la generación de empleo y el apoyo a la economía local.</p>
<p><b>8. Sostenibilidad fiscal y financiación innovadora</b> para cerrar la brecha de inversión en infraestructura en el contexto de presupuestos públicos cada vez más limitados.</p>
<p><b>9. Toma de decisiones transparente, inclusiva y participativa</b> que incluya análisis de partes interesadas, participación pública continua y mecanismos de comunicación adecuados</p>
<p><b>10. Toma de decisiones basada en evidencia</b> que incluya el monitoreo regular del desempeño e impacto de la infraestructura basado en indicadores clave de rendimiento y la promoción de la transparencia datos con todas las partes interesadas.</p>

Fuente: PNUMA (2021).

## 2.2. Antecedentes nacionales

En Colombia los antecedentes de la infraestructura sostenible se remontan a la década del 2000, cuando el gobierno empezó a promover la inversión en energías renovables. La Ley 697 del 2001 y la ley 1715 de 2014 establecieron un marco para el desarrollo de energías renovables no convencionales en el país.

En el 2015 Colombia firmó el Acuerdo de París y formalizó su compromiso con la reducción de GEI. En seguimiento de este compromiso, el gobierno adoptó una serie de medidas para promover la infraestructura sostenible entre ellas se encuentran la Resolución 41286 de 2016: adopta el Plan de Acción Indicativo (PAI) para el desarrollo del PROURE, define metas de eficiencia energética, acciones y medidas sectoriales, y estrategias para su cumplimiento, la ley 1844 de 2017 donde se aprueba el Acuerdo de París y sus respectivos compromisos y también fue expedida la Ley 1931 del 2018 que estableció los lineamientos para la gestión del cambio climático en Colombia. Así mismo, el país ha diseñado y promulgado las contribuciones nacionalmente determinadas (NDC, por sus siglas en inglés), y su Estrategia Nacional de Largo Plazo (E2050), donde se especifican acciones sectoriales que promueven tanto la infraestructura como la movilidad sostenible; la Ley 2169 del 2021 llevó a norma muchos de los compromisos estipulados en estos instrumentos.

El documento Conpes 3934 del 2018: “Política de crecimiento verde” buscó incrementar la productividad y competitividad del país, el uso sostenible del capital natural (ecosistemas y el clima) y la inclusión social (DNP, 2018). Este Conpes complementa el documento 3874 del 2016: “Política nacional para la gestión integral de residuos sólidos que propuso avanzar hacia una EC con una hoja de ruta con cuatro líneas de acción”. En este estudio resaltamos tres de estas líneas: i) el desarrollo de instrumentos de infraestructura y logística, y el fortalecimiento de la gestión de información; ii) la designación de centros de acopio y tratamiento, protocolos de separación en la fuente, recolección y transporte para los materiales en el marco de la EC; y iii) el desarrollo de una metodología para la implementación de la cuenta de flujo de materiales.

Adicionalmente, en el 2018 se introdujo el término *corredor geotécnico*, a través de la “Guía metodológica para la evaluación del riesgo físico por

movimientos en masa en la infraestructura vial. Convenio Interadministrativo 003/1018”, elaborada por el Servicio Geológico Colombiano y el Instituto Nacional de Vías (Invías). Este término hace referencia a áreas de interacción de laderas que deben identificarse para evaluar el riesgo en cada proyecto de infraestructura. La evaluación se debe realizar en todas las fases del proyecto y tiene como objetivo determinar, de manera anticipada, acciones de prevención o mitigación de los riesgos identificados.

En el 2020 fueron expedidos los Lineamientos de infraestructura verde vial en Colombia (LIVV), los cuales contienen un conjunto de directrices formuladas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Ministerio de Transporte, el Instituto Nacional de Vías (Invías), la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI), y el Departamento Nacional de Planeación (DNP), con el objetivo de incorporar, de manera integral, elementos ambientales, sociales, tecnológicos y de ingeniería a los proyectos de infraestructura vial en Colombia. Los LIVV se aplican en dos etapas del proceso de desarrollo de la infraestructura vial:

- Planeación estratégica sectorial: en esta etapa se busca incorporar consideraciones ambientales a las políticas, planes y programas sectoriales de transporte. Para ello, se deben realizar Evaluaciones Ambientales Estratégicas (EAE) y/o Evaluaciones Ambientales Estratégicas Regionales (EAER).
- Planeación de proyectos a nivel de prefactibilidad: en esta etapa se busca asegurar que los proyectos de infraestructura vial incorporen medidas para prevenir o mitigar los impactos ambientales negativos.

El documento Conpes 4060 del 2021: “Política para el desarrollo de proyectos de infraestructura de transporte sostenible: quinta generación de concesiones bajo el esquema de Asociación Público-Privada. Concesiones del bicentenario”, estableció lineamientos de política pública para la estructuración de la quinta generación de concesiones bajo el esquema de APP y propone soluciones innovadoras que desarrollen medidas de sostenibilidad institucional (gobernanza), financiera, social y ambiental, durante el ciclo de vida de los proyectos.

La Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC) fue promulgada en el 2019, la cual introdujo nuevos elementos para fortalecer el modelo de desarrollo económico, ambiental y social del país, a partir de la lógica de “producir conservando y conservar produciendo”. El objetivo de la estrategia es “propender un nuevo modelo de desarrollo económico que incluye la valorización continua de los recursos, el cierre de ciclos de materias primas, la creación de nuevos modelos de negocio, la promoción de la simbiosis industrial y la consolidación de ciudades sostenibles, con el fin, entre otros, de optimizar la eficiencia en la producción y consumo de materiales, y reducir la huella hídrica y de carbono” (ENEC, 2019). Entre las líneas de la ENEC para impulsar la EC está el sector de la infraestructura.

La ENEC es una herramienta para cumplir las metas de crecimiento verde, pues permite transformar los sistemas productivos de esquemas lineales a esquemas circulares.

La resolución 1257 del 2021 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible adoptó medidas para la gestión integral de RCD, a través de lineamientos para su aprovechamiento, manejo y disposición final, obligaciones para los generadores y gestores, así como para los departamentos, distritos y municipios, y fija metas de aprovechamiento. Es importante resaltar que estas políticas en Colombia permiten implementar y avanzar hacia una economía circular, lo cual es pertinente dado el alto uso de materiales, energía y agua en el sector de infraestructura, ratificando una integración sistemática en los modelos productivos.

Adicionalmente, es esencial comprender la evolución en la asignación de riesgos en los contratos de concesión de transporte en Colombia. Desde las primeras generaciones de concesiones en 1993 hasta las más recientes en el 2013, se observa una relativa estabilidad en la asignación de riesgos. Históricamente se han asumido como riesgos públicos los peajes, el incremento tarifario y la fuerza mayor, mientras que el riesgo en la operación, financiamiento y fuerza mayor asegurable han recaído en el sector privado. A lo largo de las generaciones, hubo variaciones en la asignación de riesgos cambiarios, tributarios y de tráfico, reflejando un ajuste continuo para optimizar la distribución del riesgo entre los sectores

público y privado. Este proceso se vio respaldado por políticas como el documento Conpes 2775 de 1995 y la Ley 448 de 1998, que establecieron marcos regulatorios y herramientas para la gestión de contingencias. La matriz de riesgos del 2014, emitida por el DNP, facilitó la identificación y priorización de riesgos, permitiendo un enfoque más sistemático en la gestión de riesgos en proyectos de infraestructura. Finalmente, el Conpes 4117 del 2023 representa un hito significativo al unificar y fortalecer los lineamientos para la asignación e identificación de riesgos en inversiones de infraestructura con participación privada, consolidando los avances previos en esta área.

En el 2022, se realizaron diferentes esfuerzos para abordar temas de sostenibilidad. Primero, la Taxonomía Verde de Colombia, publicada por el Gobierno Nacional, estableció un sistema de clasificación para actividades económicas y activos con contribuciones sustanciales a objetivos ambientales, buscando apoyar a actores públicos y privados en la identificación de inversiones verdes. Segundo, la Metodología de Valoración de Obligaciones Contingentes para Proyectos de Infraestructura APP, desarrollada por el Ministerio de Hacienda y Crédito Público, incorporó criterios ambientales, sociales, de gobernanza y de resiliencia (ASG+R) para evaluar riesgos en proyectos de infraestructura, con el objetivo de promover la sostenibilidad y mitigar los riesgos financieros. Finalmente, la Guía para la Formulación e Implementación de los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales (PIGCCCT), elaborada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, proporcionó orientaciones para desarrollar y ajustar planes de gestión climática a nivel local, regional y departamental, con el objetivo de enfrentar los desafíos del cambio climático y promover la resiliencia y equidad en los diferentes territorios del país. En el anexo 1 presentamos algunos casos de estudio de sostenibilidad en infraestructura de transporte que son ejemplos de cómo la adopción de prácticas circulares, la integración de plataformas tecnológicas, la selección adecuada de materiales, los incentivos y el sistema de gobernanza pueden generar impactos positivos en términos de sostenibilidad y resiliencia.

## 3. Modelo 3+

La sostenibilidad y la resiliencia son conceptos centrales para el desarrollo de infraestructura. La sostenibilidad, en su sentido más amplio, se enfoca en la responsabilidad intergeneracional y la manera en que consumimos recursos para garantizar el bienestar de las generaciones futuras.

En este documento propone una integración entre la resiliencia y la sostenibilidad dentro de un enfoque holístico que permita garantizar la calidad de la infraestructura. En este contexto, el concepto de infraestructura de calidad se define como: la infraestructura capaz de mantener consistentemente los niveles de rendimiento esperados, asegurando equidad entre generaciones en aspectos ambientales, sociales y económicos a través de

medios sostenibles y continuos, es por ello que se hace la propuesta del Modelo 3+.

El número tres en el Modelo significa las tres dimensiones principales de sostenibilidad: social, ambiental y financiera, y el signo más (+) representa la inclusión de la resiliencia dentro del análisis. Esquemáticamente el Modelo 3+ se presenta en la figura 5.

Esta propuesta es flexible y se puede adaptar a las características físicas y operacionales del tipo de infraestructura que se está evaluando. En el modelo se propone que cada dimensión de evaluación se divida en atributos con indicadores particulares para el proyecto considerado.

**Figura 5.** Componentes del Modelo 3+



**Fuente:** elaboración propia.

## 3.1. Sostenibilidad económica y financiera

El esquema de atributos sostenibles en la infraestructura desarrollado por el BID (Bhattacharya et al., 2019b) busca generar una visión conjunta sobre la sostenibilidad. La infraestructura sostenible económicamente es aquella que genera un rendimiento económico neto positivo, teniendo en cuenta todos los beneficios y costos generados durante el ciclo de vida del proyecto, incluidas las externalidades y los efectos positivos y negativos. La infraestructura para ser sostenible, también debe generar un índice adecuado de rentabilidad ajustado al riesgo para los inversionistas del proyecto, y generar un flujo de ingresos sólido basado en una recuperación de costos adecuada, a través de diferentes

mecanismos de ingresos tanto directos como indirectos. Esta debe estar diseñada para favorecer el crecimiento inclusivo y justo, aumentar la productividad y ofrecer servicios asequibles y de alta calidad. Los riesgos deben ser distribuidos de manera justa y transparente, y ser asumidos por quienes son más capaces de controlarlos, o por quienes son más capaces de absorber el impacto que tienen sobre los resultados de la inversión a lo largo del ciclo de vida del proyecto (Bhattacharya et al., 2019).

Los componentes de la sostenibilidad financiera son examinados a continuación.

### 3.1.1. Rentabilidad económica

Los proyectos de infraestructura sostenible buscan generar ingresos suficientes durante todo el ciclo de vida del activo para cubrir sus costos operativos, de capital, la depreciación de los activos, el desmantelamiento y los costos relevantes, y haberlos estimado de la mejor manera posible. Es importante que los proyectos cuenten con un plan de negocios que incluya estimaciones de ingresos y costos de capital financiero, natural y social durante la vida del proyecto, lo que demuestra la solidez económica, es decir, su capacidad para generar ingresos suficientes, incluso en caso de estrés económico y financiero, y otro tipo de escenarios de riesgo de continuidad del negocio (Bhattacharya et al., 2019).

La rentabilidad económica hace referencia a las contribuciones socioeconómicas del proyecto, en términos de desarrollo socioeconómico local a lo largo del ciclo de vida del proyecto y de alineación con los objetivos de desarrollo local y nacional. En estas contribuciones, se incluyen la creación de empleo, crecimiento y desarrollo de actividades económicas locales a través del acceso a infraestructura y servicios afines, la transferencia de tecnología y el desarrollo de capacidades contando con la participación de las pequeñas y medianas empresas locales (pymes) durante la construcción y operación del proyecto.

A continuación, se describen los subtemas que desarrollan la rentabilidad económica:

#### • Mediciones del crecimiento económico

Estas mediciones consisten en aplicar técnicas de análisis que capturen adecuadamente la rentabilidad económica y social neta del proyecto durante su ciclo de vida, considerando todas las externalidades positivas y negativas. Esta evaluación debe tener una alineación que permita medir la contribución del proyecto de infraestructura en los planes de desarrollo en sus etapas de estructuración y/o planeación para poder contribuir positivamente al desarrollo local (Bhattacharya et al., 2019). Algunas de las mediciones que pueden dar claridad sobre el impacto socioeconómico del proyecto, a continuación, algunos ejemplos:

1. Número de pequeñas y medianas empresas (pyme) o nuevas empresas para las que el proyecto ha proporcionado un servicio habilitante, o pymes existentes que han aumentado su negocio gracias a los servicios proporcionados por el proyecto.
2. Número de empleos creados (directos e indirectos).
3. Diversificación económica en la comunidad (por ejemplo, número de sectores o ramas diferentes per cápita).
4. Crecimiento de la comunidad (crecimiento poblacional).
5. Contribución a la economía local (por ejemplo, aumento porcentual del PIB).

- **Análisis de valor por dinero**

El valor por dinero es una expresión de origen anglosajón (*value for money*). En el sistema de compra pública colombiano está referido como la optimización de los recursos públicos en términos de tiempo, dinero y capacidad del talento humano y de la eficiencia en los procesos para satisfacer las necesidades de las entidades estatales (DNP, 2014). El valor por dinero incorpora mediciones como la evaluación de riesgos (retenidos y transferidos) que permitirán obtener un valor para evaluar el tipo de contratación que resulta mejor, bien sea el contrato de obra (obra pública tradicional [OPT]) o Asociación Público-Privada (APP) para garantizar la efectividad, eficiencia y economía del proyecto (Penny Jackson, 2012). En Colombia, en el sector público, el valor por dinero es analizado y evaluado por el DNP una vez el proyecto ha finalizado su etapa de estructuración para evaluar la mejor forma de contratación: si resulta mejor la contratación a través de una OPT o APP (DNP, 2012). Para el efecto, el DNP estableció los parámetros de evaluación del mecanismo de APP como modalidad de ejecución de proyectos, en desarrollo de la Ley 1508 del 2012, la resolución 3656 del 2012 y la resolución 0857 del 2023 establecen la metodología y los parámetros de evaluación. Este concepto es de utilidad tanto para el promotor del proyecto como para su desarrollador, pues comunica a los grupos de interés la eficiencia y la eficacia del proyecto de infraestructura.

- **Medición del impacto del proyecto en otros sectores productivos**

La medición del impacto de un proyecto en otros sectores productivos implica evaluar cómo las acciones y resultados de un proyecto específico afectan a diferentes áreas de la economía y la sociedad. Un proyecto de infraestructura, por ejemplo, debe medir su influencia en otros campos para identificar externalidades positivas y negativas, lo que permite tomar decisiones informadas que fomenten positivamente el desarrollo local. Además, es fundamental cuantificar cómo el proyecto puede beneficiar a industrias como la hotelería, la restauración y las estaciones de servicio, para comunicar efectivamente su alcance e impacto.

- **Creación de empleo**

Según la OIT (2018) la creación de empleo hace referencia a la generación de nuevos puestos de trabajo, lo que se relaciona con la expansión de la economía, la mayor inversión y su mejor asignación en sectores o empresas que requieren más mano de obra. Dentro del sector de infraestructura las etapas de planeación, construcción y operación del activo representa un motor en la generación de empleos, tanto directos como indirectos, y en el desarrollo de capacidades durante el ciclo de vida del activo. Es importante gestionar la oferta de empleo local buscando y priorizando la mano de obra de las comunidades que impacta al proyecto, lo anterior se puede ver reflejado en métricas como porcentaje de contratación directa. De la misma manera, los activos de infraestructura se convierten en un catalizador para los negocios locales, ya que dinamiza la economía y fortalece las operaciones de las pymes que se benefician del activo de infraestructura (OIT, 2018).

- **Crecimiento y productividad**

El crecimiento económico indica si se produce un aumento en términos de renta o de bienes y servicios en la economía de un territorio en términos anuales, la conexión entre la inversión en infraestructura y el crecimiento económico ha sido establecida en la literatura económica. También se ha relacionado que las inversiones en infraestructura influyen indirectamente en la productividad del resto de los insumos en el proceso y de las firmas constructoras (Bhattacharya et al., 2019). Los activos de infraestructura contribuyen a la competitividad de la región, a su crecimiento y productividad. Así mismo, los proyectos de infraestructura sostenible deberían ser planeados, diseñados y operados para promover un crecimiento inclusivo y sostenible, e impulsar la productividad. La infraestructura sostenible debería tratar de maximizar los cobeneficios e identificar, evaluar y minimizar los efectos secundarios negativos.

### 3.1.2. Sostenibilidad financiera

La sostenibilidad financiera de un proyecto requiere una clara evaluación de su rentabilidad económica y social, un modelo financiero definido que garantice la viabilidad financiera y un índice adecuado de rentabilidad ajustado al riesgo, abordar el contexto y las políticas públicas que sustentan su viabilidad económica y financiera, y, por último, procesos analíticos sólidos que determinen la forma de contratación adecuada (Bhattacharya et al., 2019).

Existen diversas herramientas para fortalecer la sostenibilidad financiera (Global Infrastructure Hub, 2019):

- El apalancamiento por impuestos, proveniente del sector público, constituye una fuente de ingresos primaria y representa la forma tradicional de financiación.
- El basado en usuarios del sistema, es otro mecanismo de ingresos primario que implica riesgos comerciales para el operador privado, dado que la demanda puede variar, como en el caso de los peajes.
- Los ingresos complementarios se diseñan para complementar los ingresos primarios y ampliar la oferta de ingresos. Ejemplos son la publicidad, el uso de energías renovables para uso y construcción, y el arrendamiento de espacios comerciales y parqueaderos o edificios.
- Por último, los ingresos a través de datos representan una opción menos explorada pero más innovadora, que permite monetizar la información recopilada por el activo de infraestructura.

A continuación, se describen los subtemas que desarrollan la sostenibilidad financiera:

- **Rentabilidad operativa y del activo a lo largo del ciclo de vida**

La estructuración financiera debe cubrir todo el ciclo de vida del proyecto de forma que los ingresos cubran la amortización del capital, la depreciación de las inversiones, los intereses, los costos de operación y mantenimiento, y los impuestos en condiciones competitivas.

- **Implementación de la evaluación financiera**

La evaluación financiera en proyectos de infraestructura es un análisis crítico que se realiza para determinar la viabilidad y rentabilidad de un proyecto. Este proceso implica la revisión de todos los aspectos financieros, incluyendo el flujo de fondos, la financiación, el tiempo de retorno de la inversión y la alineación con los objetivos empresariales (Bhattacharya et al., 2019). Lo anterior debe estar articulado con sistemas de información financiera (SIF) de calidad que permitan medir su salud financiera a través de mediciones como el valor presente neto, ratio de liquidez, ratio de solvencia, el WACC, entre otros. Esto para tener un panorama adecuado sobre la sostenibilidad financiera en el largo plazo. La evaluación financiera del proyecto de infraestructura debe ser informada y comunicada de forma transparente, con lo cual se articula la sostenibilidad financiera con la gobernanza.

---

Herramientas como la metodología de valoración de activos sostenibles (savi, por sus siglas en inglés) desarrollada por el Instituto Internacional para el Desarrollo Sostenible (iids, por sus siglas en inglés) pueden ayudar en el análisis de la viabilidad financiera de los proyectos de infraestructura a lo largo de su ciclo de vida, teniendo en cuenta factores ambientales, sociales, económicos y de gobernanza que a menudo se pasan por alto en las valoraciones tradicionales. Además, esta herramienta ayuda en la evaluación de los costos y riesgos de las externalidades a lo largo del ciclo de vida de un proyecto, simulando su impacto en el rendimiento financiero. Este último aspecto, es profundizado en el siguiente apartado.

---

### 3.1.3. Gestión del riesgo

La gestión del riesgo es clave en la sostenibilidad financiera de un proyecto que involucra inversiones significativas en capital y operación en el largo plazo. Por esto, identificar, evaluar, mitigar y asignar los riesgos financieros es fundamental. Los riesgos pueden estar relacionados con variaciones de los costos de construcción, cambios en las condiciones del mercado de crédito, las tasas de interés, la tasa de cambio, fluctuaciones en variables como el tráfico o la tarifa de peajes.

Para mitigar riesgos en proyectos de infraestructura, se emplean diversas herramientas financieras clave. Estas incluyen el acuerdo de distribución de utilidades, las garantías de políticas o de desempeño, las garantías de volumen, la cobertura contra fluctuaciones de la tasa de cambio y la garantía de finalización anticipada. Cada una de estas herramientas desempeña un papel fundamental en la estructuración de Asociaciones Público-Privadas (Global Infrastructure Hub, 2019). Una gestión efectiva del riesgo no solo permite anticiparse a los desafíos, sino también tomar medidas preventivas para minimizar su impacto. Esta gestión proactiva puede mejorar la eficiencia en la asignación de recursos, aumentar la confianza de los inversionistas y garantizar la viabilidad económica, beneficiando a las comunidades y economías dependientes de estas conexiones.

A continuación, se describen los subtemas que desarrollan el tema de gestión del riesgo:

- **Gestión financiera**

La gestión financiera del riesgo es un proceso crucial para las organizaciones que buscan proteger su capital y ganancias, allí se busca la estructuración de los riesgos relacionados al proyecto (técnico, social, ambiental y político) (Bhattacharya et al., 2019). Esta gestión debe responder al análisis de la matriz de riesgo, en donde se evalúa el tipo de riesgo, su naturaleza, la probabilidad de ocurrencia y el potencial impacto en el servicio y el contrato. Así, se establecen estrategias para mitigar y monitorear los riesgos, y se designa a un responsable dentro de la concesión encargado de implementar medidas preventivas y de monitoreo (Bhattacharya et al., 2019).
- **Operación del activo**

Los proyectos de infraestructura deberían gestionar los riesgos (técnicos, ambientales, sociales, climáticos y políticos) durante la operación del activo, esto con el fin de minimizar costos financieros o reputacionales. Minimizar las consecuencias y pérdidas al momento de la ocurrencia de un evento adverso, teniendo en cuenta la planeación previamente hecha para gestionar y generar resistencia (física y operacional), generando como resultado confiabilidad en su operación (Bhattacharya et al., 2019).
- **Mantenimiento y uso óptimo del activo**

Los proyectos de infraestructura deberían hacer mantenimientos óptimos al activo para reducir los riesgos y disminuir los costos asociados. La OCDE (2021) recomienda que ante la creciente demanda en el mantenimiento de la infraestructura se debe expandir la capacidad en el uso de nuevas tecnologías como el mantenimiento predictivo (PdM), el manejo de datos, sensores remotos, observaciones satelitales y machine learning para optimizar, automatizar y tomar decisiones en tiempo real que están basadas en datos, ya que estas tecnologías reducen los costos de mantenimiento mientras mejoran la eficiencia operacional. Este tipo de cambios ofrece alternativas al diseño, construcción y mantenimiento de la infraestructura tradicional. Así mismo, el Invías, en su manual de mantenimiento de carreteras del 2016, detalla las metodologías y especificaciones necesarias para i) mejorar la eficacia y la eficiencia de las labores de mantenimiento de la red vial nacional no concesionada y ii) brindar estándares verificables para un conjunto amplio de actividades de mantenimiento de las carreteras. El mantenimiento predictivo en el sector aeroportuario permite a su vez, prevenir fallas en activos críticos como las pistas de aterrizaje y rodaje, sistemas de manejo de equipaje, y equipos en general, prolongando su disponibilidad y la vida útil de los mismos, y minimizando los riesgos asociados.

### 3.1.4. Innovación en sostenibilidad financiera

El propósito de este tema es introducir métodos, recursos, tecnologías o procesos innovadores que sean novedosos en su aplicación, o uso dentro del contexto del proyecto de infraestructura vial y aeroportuaria, con un enfoque en la sostenibilidad financiera. Consideramos dos tipos de innovaciones dentro de este componente i) fuentes de pago y ii) fuentes de financiación. Con la innovación en las fuentes de pago se busca fortalecer y diversificar las fuentes de ingresos de la infraestructura en general.

Uno de estos mecanismos es la captura de la valorización de los predios cercanos a los proyectos, que se benefician con la nueva infraestructura, la reconcesión de proyectos próximos a terminar su periodo de concesión, y el arrendamiento de espacios para uso comercial, la venta de datos generados por el activo, y la reducción de costos a través del mantenimiento predictivo (Gihub, 2023).

En la innovación de fuentes de financiación se encuentran diferentes mecanismos: los bonos temáticos,

también conocidos como bonos de destinación específica, son instrumentos financieros principalmente de renta fija, emitidos tanto por los gobiernos como por las empresas, con el fin de financiar proyectos que generen beneficios ambientales y sociales. Según los principios ICMA, las reglas de juego establecidas en la emisión de bonos temáticos, la infraestructura vial no tiene dificultad para acceder a los bonos verdes por las emisiones generadas en las etapas de construcción y operación (GBP, 2021), por lo que en Colombia se han utilizado los bonos sostenibles por los beneficios sociales y económicos de los proyectos.

Sin embargo, frente a la oportunidad de reducir las emisiones con la implementación de un modelo como el de 3+, se podría también utilizar la figura de los nuevos bonos vinculados a sostenibilidad que ofrecen la posibilidad de una prima en tasa con el cumplimiento de Key Performance Indicators (KPI) de sostenibilidad.

## 3.2. Sostenibilidad social

La sostenibilidad social en la infraestructura se destaca por su carácter inclusivo y la necesidad de obtener respaldo comunitario (Bhattacharya et al., 2019a). El objetivo primordial es generar valor para todas las partes involucradas, especialmente para aquellos con recursos limitados, mejorando sus condiciones de vida y bienestar social a lo largo de la vida del proyecto. Esto implica cumplir con estándares laborales, de salud y seguridad, así como promover la equidad de género y la diversidad, respetando los derechos humanos y las regulaciones laborales. Es crucial evitar el desplazamiento de comunidades, y en casos en los que sea inevitable, minimizarlo y gestionarlo de manera consultiva y equitativa, preservando las identidades culturales y el patrimonio local. La participación comunitaria desde las etapas iniciales de planificación es fundamental para garantizar su sostenibilidad. Teniendo en cuenta lo anterior, se establecieron los siguientes temas.

### 3.2.1. Equidad y justicia social

La justicia social se refiere a la distribución equitativa de recursos, oportunidades y derechos en la sociedad, implica garantizar el acceso a condiciones dignas de vida a toda la población, acceso a educación, salud, vivienda, empleo, seguridad social y participación política, además de abordar y corregir las desigualdades estructurales y las injusticias que afectan a poblaciones vulnerables (Garzón, 2019).

La equidad está fundada en la igualdad, el respeto de los derechos y la justicia. En general, estos valores se reconocen positivos, lo que permite que el concepto de “equidad” sea ampliamente aceptado. Sin embargo, hay diferencias en la interpretación del concepto de equidad y de los valores mencionados en la formulación e implementación de políticas públicas. Preguntas cómo o cuál

valor tiene mayor peso o prioridad, o qué pasa cuando el respeto a los derechos puede traer como consecuencia una injusticia (Mokate, 2001).

Los siguientes subtemas buscan garantizar la equidad y la justicia social en los proyectos de infraestructura:

- **Diseño de programas que generen valor social**

Desde el enfoque de equidad y justicia social se busca la mejora en las condiciones de vida de las comunidades, en sus propios términos. Por ello el desarrollo de programas que generen valor social para y con las comunidades es fundamental, algunos ejemplos de estos programas son: fortalecimiento de capacidades con educación a comunidades, generación de capacidades para el empleo, fortalecimiento de proyectos productivos, infraestructura de conectividad como las vías terciarias, saneamiento básico de agua e infraestructura comunitaria.

De igual manera Los servicios que presta en específico la infraestructura de transporte deben garantizar el acceso a usuarios en situación de discapacidad y a usuarios en condiciones de vulnerabilidad. Esto tiene como consecuencia i) el diseño acorde a normas y regulaciones de accesibilidad universal; ii) compromisos de vinculación en las diferentes etapas del proyecto a población local en condiciones de vulnerabilidad; iii) reglas de operación que ofrezcan facilidades a los usuarios de la infraestructura en condiciones de vulnerabilidad; y iv) mecanismos para contar información de la percepción de las poblaciones a quienes están dirigidas estas medidas.

- **Reubicación y reasentamiento económico**

El diseño del proyecto debe evitar, dentro de lo posible, las necesidades de reasentamiento de comunidades, y si es necesario, las personas deben tratarse buscando equidad, reasentamiento digno y garantía de oportunidades económicas con planes claros y sólidos. La comunicación y la transparencia son elementos clave para asegurar el éxito de estos planes, en Colombia para este tipo de casos rige la aplicación de la Resolución 077 de 2012 expedida por la ANI.

- **Diseño del proyecto con enfoque de género**

El proyecto debe garantizar la participación de la mujer en condiciones de igualdad, promover iniciativas de empoderamiento económico de las mujeres

más allá de la provisión de empleos temporales o indefinidos, esto se debe la brecha de género existente y persistente que caracteriza a este sector de infraestructura. Estas oportunidades deben hacer parte del plan de desarrollo social claramente definido con enfoque en i) igualdad de oportunidades en el ámbito profesional; ii) fortalecimiento institucional con enfoque de género; iii) creación equitativa de oportunidades de desarrollo productivo y; iv) acceso a servicios de infraestructura para la igualdad de género (De Waziers y Morales, 2020).

### 3.2.2. Salud, seguridad y empleo

La salvaguarda de los derechos y el bienestar de los trabajadores a lo largo del ciclo de vida del proyecto, de acuerdo con normas fundamentales de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) respecto de los trabajadores directos, contratados y de la cadena de suministro. En consecuencia, los proyectos deben i) evaluar y gestionar los impactos en la salud y seguridad de la comunidad, considerando riesgos como desastres naturales, tráfico vehicular, ruido, vibración, contaminación lumínica y polvo (Bhattacharya et al., 2019a); y ii) promover condiciones laborales saludables y el cumplimiento de estándares de salud y seguridad ocupacional como parte integral del desarrollo de infraestructura en el empleo que generan de forma directa e indirecta; iii) implementar mecanismos de diversidad en la fuerza laboral, asegurar contratación local, de personas jóvenes, mujeres, personas en procesos de reincorporación a la sociedad, víctimas. Para cumplir con las condiciones mencionadas en el empleo directo e indirecto, los desarrolladores deben incluir en los contratos con sus políticas internas, de proveedores y prestadores de servicios estipulaciones en las que exijan el cumplimiento de estas políticas y desarrollar los sistemas de monitoreo y verificación correspondientes.

Los siguientes subtemas buscan garantizar el cumplimiento de este tema:

- **Salud y seguridad en el trabajo**

Este subtema busca que los proyectos de infraestructura promuevan condiciones de trabajo saludables y el cumplimiento de los estándares de salud y seguridad ocupacional a nivel nacional. Por ello, la normativa colombiana busca que se

incluyan estos criterios dentro de la política, la organización, la planificación, la aplicación, la evaluación, la auditoría y las acciones de mejora con el objetivo de anticipar, reconocer, evaluar y controlar los riesgos que puedan afectar la seguridad y la salud en los espacios laborales (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022). Así mismo se resalta la importancia que este subtema tiene en la cadena de abastecimiento ya que es donde se presentan los mayores riesgos en materia de SST.

- **Cumplimiento de la legislación laboral**

Se refiere al aseguramiento de que todas las actividades laborales relacionadas con el proyecto se desarrollen en conformidad con las leyes y regulaciones laborales establecidas por el gobierno. Estas leyes abarcan una amplia gama de aspectos, como el empleo, la contratación, las condiciones laborales, los salarios, los beneficios, la seguridad en el trabajo y la salud. El derecho laboral, que forma parte de esta legislación, protege los derechos de los trabajadores y establece las responsabilidades tanto de los empleadores como de los trabajadores. Esto incluye la determinación del salario mínimo, la formalización de contratos laborales y la garantía de condiciones laborales justas y seguras (Deel, 2023). De igual manera es importante dar seguimiento al cumplimiento de las condiciones laborales en la cadena de abastecimiento, identificando y atendiendo los riesgos asociados. En resumen, el cumplimiento de la legislación laboral en proyectos de infraestructura asegura que se respeten los derechos de los trabajadores y se promueva un ambiente laboral justo y seguro.

De igual manera, se necesita mayor alcance en el porcentaje mínimo de vinculación, con desmovilizados, personas en situación de discapacidad, “primer empleo”, madres cabezas de familia. Esto último se viene incluyendo desde las 4G se cómo puntaje dentro de la licitación por el concepto de mano de obra local. Además, se proyectaron capacitaciones con el Servicio Público de Empleo y Sena, dada la magnitud de los proyectos.

- **Seguridad vial**

La seguridad vial es un componente esencial para garantizar la integridad física y el bienestar de todos los usuarios de las vías públicas. A través de

la implementación de normas y medidas preventivas, se busca reducir los accidentes de tráfico, proteger vidas y fomentar una movilidad segura y eficiente. Adoptar una perspectiva de ciclo de vida en la seguridad vial implica abordar de manera integral cada etapa del desarrollo y uso de las infraestructuras viales. En las etapas de estructuración se determina el trazado que es clave en la reducción de siniestros. En la etapa de planeación y construcción es clave los materiales, peraltes e iluminación. En las etapas de operación entran labores desde el mantenimiento hasta la educación y concienciación de los usuarios. En Colombia este tipo de parámetros los dictamina la Agencia Nacional de Seguridad Vial (ANSV) en sus guías, planes y estrategias.

### 3.2.3. Participación democrática

La participación democrática en proyectos de infraestructura busca integrar de forma activa a las partes interesadas desde la estructuración del proyecto y en el ciclo de vida de este. Colombia reconoce la participación ciudadana como un valor constitucional, un principio fundamental y como uno de los fines esenciales del Estado. Por ello ha creado un marco legal y jurídico para el desarrollo de proyectos, entre ellos está la ley 1508 que involucra, entre otros aspectos, la audiencia pública de las APP donde se presentan los proyectos de infraestructura.

Los equipos del proyecto deben promover la participación de las partes interesadas para acompañar el proyecto en cada una de las etapas en los asuntos internos y de contexto del proyecto, así como sobre los cambios demográficos, socioeconómicos y culturales que puedan influir en el éxito del proyecto. La participación ayuda a obtener una licencia social para construir y operar el proyecto, si se basa en el respeto mutuo y la aceptación de la comunidad, y permite agilizar la implementación y allanar el camino para futuras iniciativas. La profundidad de este relacionamiento entre los actores privados y las comunidades es de carácter voluntario por temas de gestión del riesgo, sin embargo, debería ser un estándar el tener un mapa de actores y un plan de relacionamiento con las comunidades que le permita al privado gestionar

adecuadamente los riesgos, y así, asegurar que mantiene mecanismos de participación permanente con todos los grupos de interés en todas las etapas del proyecto.

Los subtemas que pueden garantizar el cumplimiento de este tema son los siguientes:

- **Consultas con la comunidad para evaluar el impacto social del proyecto**

Los mecanismos de participación ciudadana previstos en la Constitución Política son voto, plebiscito, referendo, consulta popular, cabildo abierto, iniciativa legislativa y revocatoria del mandato (artículo 103). La consulta previa tiene origen en el artículo 6 del Convenio 169 de la OIT que dispone que los gobiernos deben consultar a los pueblos interesados, mediante procedimientos apropiados y en particular a través de sus instituciones representativas, cada vez que se prevean medidas susceptibles de afectarles directamente. En consecuencia, la consulta previa es un mecanismo de participación que es un derecho constitucional colectivo y un proceso de carácter público especial y obligatorio que debe realizarse antes de adoptar, decidir o ejecutar un proyecto público o privado, susceptible de afectar directamente las formas de vida de los grupos étnicos en sus aspectos territorial, ambiental, cultural, espiritual, social, económico y de salud, y otros aspectos que incidan en su integridad étnica.

Los planes maestros de infraestructura de transporte deben identificar su impacto en los grupos étnicos y comunidades ancestrales, y desde los inicios de la planeación comprometerse con el mecanismo de consulta pública de forma que cubra las etapas del proyecto, y su ciclo de vida. El objetivo es minimizar impactos, buscar el respaldo para el desarrollo del proyecto y gestionar las controversias. Además del mecanismo de consulta previa, también se busca la vinculación de la comunidad en todo el ciclo de vida del proyecto, como por ejemplo en la etapa de operación es importante la protección de la infraestructura social y comunitaria. Este relacionamiento es clave ya que contribuye a la viabilidad y sostenibilidad del proyecto.

- **Derechos humanos**

El respeto por los derechos humanos por parte de quienes participan en el diseño, planeación,

contratación, construcción, operación y desmantelamiento de la infraestructura de transporte es fundamental para su sostenibilidad social. Estos derechos están contemplados en la Declaración Universal de los Derechos Humanos, la Declaración de Principios y Derechos Fundamentales de la OIT, y los tratados y acuerdos internacionales que hacen parte del bloque de constitucional y en la Constitución misma. Para el efecto es conveniente que quienes participan en los proyectos cuenten con una política corporativa que parta del compromiso por el respeto a los derechos humanos, mecanismos de formación y actualización dirigidos a funcionarios, empleados, contratistas, y agentes que actúen en nombre o en representación del proyecto en su ciclo de vida. Estas políticas o protocolos deben abordar de forma específica la no discriminación hacia pueblos indígenas, mujeres, niños y migrantes. El estándar Ruggie Framework, o los principios de derechos humanos y empresa aclara las obligaciones del Estado (prevenir, mitigar, reparar y generar garantías de no repetición) y al privado que le corresponde cumplir, respetar y mitigar, además, establece tres obligaciones transversales: tener un compromiso público (política de derechos humanos) definir unos riesgos y valorarlos (diligencia) y remediación (contar con mecanismos tempranos de reparación y respuesta).

- **Garantías para la movilidad y conectividad de la comunidad**

Los proyectos de infraestructura sostenible garantizan durante el ciclo de vida del proyecto la movilidad y la conectividad de la comunidad impactada por el proyecto, y mostrar la forma como el proyecto atiende las necesidades de desplazamiento para la movilidad de personas y mercancías, teniendo en cuenta la integración con otros tipos de infraestructuras para optimizar tiempos de transporte, reducir la huella de carbono de la comunidad, entre otros beneficios que este tipo de integraciones tiene (Institute for Sustainable Infrastructure, 2018). La evaluación del impacto de la movilidad en la calidad de vida de las personas, el acceso a empleo, educación y servicios esenciales, reducción de tiempos de viaje, distancia recorrida y niveles de servicios, es necesaria para la sostenibilidad del proyecto.

### 3.2.4. Preservación cultural

La preservación cultural es el esfuerzo continuo para proteger y mantener los recursos históricos y culturales que son patrimonio de una comunidad, que abarcan bienes tangibles, intangibles y naturales que tienen un significado cultural y social, transmitido y reinterpretado de una generación a otra. El patrimonio cultural es fundamental para definir la identidad de una comunidad y fomentar su cohesión social (Solano et al., 2018). La conservación y la restauración del patrimonio cultural son prácticas clave en este proceso, la conservación busca mantener el legado histórico-artístico en condiciones óptimas y la restauración reparar o recuperar los elementos deteriorados, en ambos casos para salvaguardar la herencia cultural para las generaciones presentes y futuras.

El decreto 1080 del 2015 establece que los proyectos de infraestructura vial, así como otros que requieran licencia ambiental o autorizaciones equivalentes (como los aeropuertos internacionales), deben llevar a cabo acciones destinadas a preservar y proteger el patrimonio arqueológico. Para el efecto, antes de iniciar las obras, el proyecto debe contar con un Programa de Arqueología Preventiva para elaborar un Plan de Manejo Arqueológico, el cual debe ser aprobado por el Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH), y si el programa implica prospecciones o excavaciones arqueológicas, es necesaria una autorización de esta entidad.

Esta es una tarea que debería estar presente desde el inicio del proyecto, desde su concepción política y luego en la planeación inicial, para lo cual la mirada de las autoridades correspondientes como el ICANH es indispensable además de fortalecer los programas de educación cultural.

Con el fin de dar alcance a este tema se proponen los siguientes subtemas:

- **Exploración arqueológica**

Incorporar la mirada arqueológica desde los planes maestros de infraestructura y desde la planeación del proyecto, junto con estrategias de gestión en caso de que el trazado atraviese áreas

de alto valor arqueológico, o que haya descubrimientos durante la construcción. Este proceso debe estar articulado con las bases de datos del ICANH.

- **Protección de pueblos indígenas y tradicionales**

Los proyectos de infraestructura deben realizar una evaluación exhaustiva de los posibles impactos y riesgos de sus actividades en la consulta previa, con el consentimiento de los pueblos indígenas y comunidades tradicionales impactadas. Adicionalmente, la participación de las partes interesadas se lleva a cabo desde el inicio del proyecto y se basa en el contexto histórico de la equidad, la justicia social y la justicia medioambiental. Cuando los proyectos afectan, o pueden afectar, a las comunidades indígenas, se presta especial atención al desarrollo de una relación de respeto y entendimiento mutuo que apoye la autonomía, la autoridad y los derechos de estas comunidades.

### 3.2.5. Innovación en sostenibilidad social

La posibilidad de innovar socialmente debe ser promovida en el diseño de los proyectos, a partir de la participación ciudadana o la incorporación de metodologías de diálogo y concertación para la incorporación de obras adjuntas diferentes la infraestructura vial o aeroportuaria o de toma de decisiones que permitan la cocreación y diseños colaborativos en las etapas de estructuración para satisfacer las necesidades del proyecto y apoyar a las comunidades en sus necesidades de desarrollo.

## 3.3 Sostenibilidad ambiental

Los siguientes temas son los abordados en el Modelo 3+ en el marco de la sostenibilidad ambiental entendida como preservación, restauración e integración de los ecosistemas naturales y la biodiversidad, la promoción del uso eficiente de los recursos naturales, minimizando la contaminación a lo largo del ciclo de vida del proyecto, la contribución del proyecto a la economía baja en carbono, resiliente y eficiente en el uso de recursos.

### 3.3.1. Protección del hábitat y la biodiversidad

La biodiversidad y los recursos naturales son fundamentales para el mantenimiento del bienestar humano, y para el desarrollo económico y social. Su importancia y visibilidad a la sociedad se han incrementado desde que PNUMA en 1992 promovió el Convenio sobre la Diversidad Biológica en la Conferencia de Río. La voluntad creciente de la comunidad internacional por el desarrollo sostenible sirvió de inspiración al Convenio sobre la Diversidad Biológica, que representa un paso decisivo hacia la conservación de la biodiversidad y la utilización sostenible de los recursos naturales (Unesco, 2010). En consecuencia, la sociedad reconoce que la biodiversidad es un bien de valor inestimable para la supervivencia de las generaciones presentes y futuras.

La Convención sobre la Diversidad Biológica para la Biodiversidad de las Naciones Unidas ha marcado políticas públicas para la protección de especies y hábitats, y ha promovido la protección de áreas, la gestión de la biodiversidad, la conectividad ecológica y estrategias para manejar el paisaje.

Para desarrollar este tema en el Modelo 3+ se proponen los siguientes subtemas:

- **Gestión de la biodiversidad**

La gestión de la biodiversidad para prevenir impactos negativos en la diversidad biológica, evaluar y manejar impactos para garantizar la preservación de la flora y fauna, y los servicios y funciones ambientales de los ecosistemas para buscar una ganancia neta positiva en términos de biodiversidad (BID, 2019). La gestión de la biodiversidad tiene un papel fundamental en el mantenimiento de los ecosistemas terrestres y acuáticos, en la promoción de la seguridad alimentaria, la salud humana y la adaptación al

cambio climático. La biodiversidad proporciona servicios ecosistémicos esenciales, como la polinización de cultivos, la regulación del clima y la purificación del agua. Además, la biodiversidad es vital para la resiliencia de los ecosistemas frente a las amenazas ambientales y los impactos del cambio climático, por lo que su gestión sostenible es un componente clave para alcanzar un desarrollo sostenible y equitativo a nivel local y global (Naciones Unidas, 2018).

Iniciativas como el marco TNFD permiten evaluar los riesgos y oportunidades asociados a la naturaleza que son claves en el desarrollo y estructuración de este tipo de proyectos. Además, este marco tiene formatos de divulgación y métricas adecuadas para la gestión de la biodiversidad. Así mismo, dentro de la gestión de la biodiversidad encontramos herramientas tecnológicas como *sukubun* (animal en quechua), que su función es capturar información de avistamiento y atropellamiento de fauna en la red vial del Inviás, promoviendo herramientas innovadoras en la gestión de la biodiversidad, algunos otros ejemplos de este tipo de herramientas son Recosfa y GBIF. La gestión de la fauna silvestre en la zona de influencia de los aeropuertos, especialmente aves, es fundamental para disminuir el impacto que pueda tener tanto en la biodiversidad como en la operación del activo. Así mismo, los aeropuertos son fundamentales en la lucha contra el tráfico ilícito de fauna, y deben contar con la infraestructura y las capacidades para poder prevenirlo, detectarlo y mitigarlo, estableciendo colaboración con las autoridades ambientales para la reintroducción de las especies en sus hábitats naturales.

- **Conectividad ecológica**

La conectividad ecológica hace referencia a la capacidad que tiene una población o conjunto de poblaciones de una especie para relacionarse con individuos de otra población, o la integración entre ecosistemas. La protección de áreas aisladas no es suficiente, pues la movilidad ha sido esencial para la vida, ya que la conexión de las áreas permite la movilidad libre, el acceso a recursos y mantener los procesos naturales que sustentan el aire limpio, el suelo fértil y el agua, por ello la pérdida de conectividad trae consigo la fragmentación y la pérdida de fauna y flora (WWF, 2024).

Los proyectos de infraestructura pueden significar una ruptura de la conexión ecológica, por lo que desde los planes maestros de desarrollo de la infraestructura es indispensable contar con la información de los ecosistemas, información que luego en la planeación del proyecto debe considerarse junto con planes de acción y mecanismos de mitigación.

- **Estrategia para el manejo del paisaje**

Estas estrategias buscan minimizar la perturbación y alteración del suelo, tanto en su capa superficial como en el subsuelo, y preservar sus funciones ecológicas e hidrológicas de las áreas intervenidas en el ciclo de vida del proyecto. En los casos en que no sea posible evitar la perturbación, se debe garantizar la restauración del suelo y sus funciones afectadas durante el proyecto y en la medida de lo posible en desarrollos previos (BID et al., 2019). Además, debería incluirse un análisis de riesgos hídricos a priori que permita identificar posibles conflictos en el uso de agua enfocado especialmente a escasez, inundación, calidad y protección de cuencas.

Dentro del manejo del paisaje se considera que las obras complementarias por fuera del corredor vial o la infraestructura aeroportuaria permitirían escalar iniciativas sostenibles dentro del ciclo de vida de los proyectos en los territorios donde esto sea aplicable.

Asimismo, durante la fase de planeación, es fundamental revisar las intervenciones previas realizadas en las áreas de desarrollo de los proyectos. Esto permite identificar posibles limitaciones y oportunidades que puedan surgir debido a condiciones como la presencia de pasivos ambientales o situaciones especiales que puedan afectar el desarrollo de los mismos.

Las soluciones basadas en la naturaleza (SbN) no solo mejoran el desempeño ambiental, social y la resiliencia de la infraestructura, sino que también potencian la integración de los proyectos en los ecosistemas locales, promoviendo una gestión sostenible del territorio.

### 3.3.2. Flujo de recursos (circularidad)

La circularidad puede transformar el paradigma de producción y consumo, y ofrecer un modelo sostenible y regenerativo. La reutilización, el reciclaje y la reducción de residuos, y, en general, la EC maximiza el valor de los recursos existentes y minimiza su impacto ambiental, protege el ambiente al reducir la presión sobre los recursos naturales. A su vez tiene la capacidad de impulsar la innovación, crear empleo y promover la eficiencia económica (Parlamento Europeo, 2023).

Para poder desarrollar este tema, se proponen los siguientes subtemas:

- **Uso de recursos**

En el ámbito del manejo de recursos, se espera promover y supervisar el uso óptimo de materiales, energía y agua, al mismo tiempo que impulsar la integración de prácticas de economía circular en el ciclo de vida del proyecto, lo cual supone eficiencia en la gestión de recursos, identificación de oportunidades para reutilizar, reciclar y reducir residuos para contribuir con la sostenibilidad ambiental y económica de las obras de infraestructura tanto vial como aeroportuaria (BID, 2019). Por ello los proyectos deben promover, de forma activa, el uso eficiente de recursos, definiendo indicadores de uso de materiales, agua y energía, y estableciendo metas y medidas para su reducción y reutilización.

Dentro de la etapa constructiva se debe considerar materiales que provengan de fuentes sostenibles, inclusive promover el uso de materiales reciclados. En el anexo 10 se hace una relación de materiales contenidos en los apéndices usados por la ANI en la construcción vial. El uso eficiente de agua, dada la escasez del recurso, es prioritario tanto en las etapas de construcción como de operación, y para ello existen diferentes métricas y medidas, como las propuestas por las normas Icontec de construcción sostenible en el uso de agua. En el uso de energía se

deben promover el uso de fuentes renovables, pero también la identificación de equipos y maquinarias eficientes que disminuyan su consumo.

En el caso específico de la operación de los aeropuertos, la gestión de los recursos es especialmente importante. En cuanto a los residuos, se debe promover su circularidad mediante sistemas de disposición, recolección y separación selectivas, que se integren con las cadenas de valor de aprovechamiento y valorización. Los encadenamientos productivos con comunidades vecinas brindan opciones hacia el fortalecimiento de las economías locales.

- **Fuentes renovables**

El uso de energía y materiales renovables, y su adopción integral para disminuir la dependencia de fuentes no renovables altamente contaminantes y reducir las GEI, mitigar el cambio climático y preservar el entorno natural es fundamental para la sostenibilidad de acuerdo con los ODS. En el ámbito energético, la energía solar y eólica son fundamentales para una transición hacia un sistema energético más limpio, reduciendo las GEI. En la gestión de materiales, promover prácticas como el reciclaje y la reutilización, contribuye a una economía circular y minimiza el impacto ambiental (Naciones Unidas, 2018).

- **Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD)**

Es fundamental un plan integral que supervise y reduzca significativamente la producción de desechos mediante la práctica del reciclaje, y que promueva esfuerzos por minimizar la generación de residuos peligrosos (BID, 2019). Proponer una jerarquía de gestión de residuos que abarque la reducción de la generación de residuos hasta su adecuada disposición final, adoptando medidas proactivas para evitar la generación innecesaria de residuos durante las etapas del proyecto, particularmente durante la construcción, esto como se dispone en la ENEC teniendo en cuenta la priorización del que se le hacen a los RCD.

Esto hace necesario optimizar los recursos y planear de forma eficiente las actividades para minimizar los excedentes, bien sea por medio de la minimización deliberada de los desechos producidos, la selección de materiales con menor potencial de generación de residuos o la implementación de técnicas de construcción más eficientes. La reutilización se presenta

como una alternativa valiosa que permite integrar materiales y componentes ya utilizados en nuevos proyectos o en diferentes fases de la construcción, extendiendo su vida útil y reduciendo la demanda de recursos no renovables. La recuperación de materiales aprovechables durante la demolición o renovación de estructuras representa otra oportunidad para minimizar residuos, mediante la separación y posterior reutilización o reciclaje de materiales como madera, metal, hormigón y otros. El reciclaje se plantea como una práctica fundamental, donde los materiales recuperados se transforman en recursos útiles para la fabricación de nuevos productos, contribuyendo así a cerrar el ciclo de vida de los materiales y reduciendo la necesidad de extracción de recursos naturales. En cuanto a la eliminación de residuos, es recomendable priorizar la opción de disposición final más adecuada y ambientalmente responsable, minimizando el impacto negativo en el entorno y la salud pública.

Estas reflexiones requieren estar reflejadas de forma específica, con lineamientos claros de uso de materiales reciclados en los documentos de política, en los pliegos y en los contratos. Generando incentivos de distintas índoles (económicos, reputacionales, de contratación) para reducir el manejo convencional de este tipo de residuos.

- **Gestión de la cadena de valor**

La gestión de la cadena de valor requiere colaboración de los diferentes agentes para prolongar la vida útil de los recursos, promover el reciclaje y fomentar la reutilización de materiales en el proyecto de infraestructura (BID, 2019). La eficacia del enfoque de economía circular necesita una mirada a la cadena de valor de los productos y procesos, y particularmente de la cadena de valor circular que según Pavel et al. (2018), se define como: “Un proceso y actividades mediante los cuales las organizaciones conservan y regeneran el valor de un artículo a partir de materias primas secundarias a través de la logística inversa y proponen un valor regenerativo mediante la práctica de la sostenibilidad en las actividades de apoyo: recursos humanos, adquisiciones, tecnología e infraestructura de la empresa”.

La cadena de valor circular desde el análisis de flujo de recursos tiene el principio de retener el valor de los materiales y recursos con estrategias de reducir, acotar y cerrar los ciclos a lo largo de la cadena de valor (Leffers et al., 2022). Estas estrategias

incluyen el ecodiseño o soluciones up-stream (EMF, 2015), que buscan reducir, rechazar o repensar el uso de recursos desde el inicio del proceso y permiten la reconfiguración de los modelos de negocio mediante prácticas como la simbiosis industrial, la producción limpia y la innovación en la operación y el mantenimiento.

### 3.3.3. Reducción de GEI

La reducción de gases de efecto invernadero desempeña un papel crucial en la mitigación del cambio climático al limitar el aumento de la temperatura global y sus consecuencias adversas, como el incremento del nivel del mar y la ocurrencia de eventos climáticos extremos. También contribuye de forma significativa a la preservación del medio ambiente y los ecosistemas al salvaguardar la biodiversidad, mantener la calidad del aire y del agua, así como proteger los hábitats naturales (Naciones Unidas, 2015). De igual manera, promueve la salud humana al disminuir la contaminación atmosférica y prevenir enfermedades respiratorias y cardiovasculares. Reducir los GEI refuerza la resiliencia de las comunidades y los ecosistemas frente a los impactos del cambio climático, facilitando tanto la adaptación como la capacidad de recuperación.

Los siguientes son los subtemas propuestos para la sostenibilidad ambiental:

- **Gestión de las emisiones de GEI en la cadena de valor**

La gestión de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en la cadena de valor tiene como objetivo cuantificar, reducir y gestionar de manera eficiente la huella de carbono a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto. Esto implica que los proyectos de infraestructura incluyan planes integrales de gestión de emisiones que abarquen todas sus etapas, desde la planificación hasta la operación y el desmantelamiento, considerando también los tres alcances de emisiones (directas, indirectas por consumo de energía y otras emisiones indirectas a lo largo de la cadena de valor).

- **Calidad del aire y ruido en límites aceptables**

La normativa nacional establece niveles máximos permisibles de contaminantes, vigentes desde el 1° de enero del 2018 (resolución 2254 del 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial) y establece los niveles permisibles para el 1° de enero del 2030, con lo que la autoridad busca que la industria realice las transformaciones necesarias para cumplir con los máximos desde la fecha mencionada. Así mismo, la resolución 0627 del 2006 establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental que aplica para diferentes zonas y subsectores. En el caso de las vías, éstas son objeto de medición de ruido ambiental, mientras que los aeropuertos son equiparados a zonas industriales para el establecimiento de los límites permisibles.

Los proyectos deben hacer mediciones de calidad del aire y del ruido para la elaboración de los estudios de impacto ambiental, y como actividad recurrente para el monitoreo de acuerdo con el plan de manejo ambiental.

### 3.3.4. Innovación en sostenibilidad ambiental

El propósito de este tema es ofrecer espacio para la innovación en métodos, recursos, tecnologías o procesos innovadores para lograr la sostenibilidad ambiental de los proyectos en temas como uso de materiales que mitiguen el impacto ambiental, promoción del reciclaje, reducción de desechos, sistemas de sensores y monitoreo de la contaminación, así como innovaciones en procesos de construcción y mantenimiento que busquen minimizar la huella de carbono, que sean reconocidos por quienes promueven los proyectos de infraestructura de transporte. Respecto al ciclo de vida de una infraestructura carretera, la evidencia científica indica que la mayor parte de las emisiones se concentran en la producción de materiales durante la fase de construcción (70 %) y durante la operación (25 %).

## 3.4. Resiliencia

La resiliencia es un concepto multidimensional que involucra muchos factores y amplio espectro de características, acciones y estrategias que buscan impedir y/o mitigar los efectos de la exposición a un evento disruptivo (ver sección 1.2.2). El objetivo último de la resiliencia es contribuir a preservar la funcionalidad de la infraestructura a través de una rápida recuperación tras una afectación de la operación.

Los componentes de la resiliencia son examinados a continuación.

### 3.4.1. Robustez y resistencia

La robustez hace referencia a la habilidad para minimizar las consecuencias y pérdidas al momento de la ocurrencia de un evento adverso. Un proyecto es robusto cuando tiene resistencia (física y operacional), flexibilidad en la respuesta ante la ocurrencia de eventos disruptivos y confiabilidad en su operación. A continuación, los subtemas pertenecientes a la robustez:

- **Resistencia**

Es la capacidad del sistema de infraestructura para resistir eventos adversos sin sufrir daños significativos, manteniendo su funcionalidad. Un sistema robusto es capaz de responder a demandas externas relacionadas con la operación, como acomodar el volumen de tráfico luego de la ocurrencia de eventos físicos relacionados con el viento o eventos sísmicos, por ejemplo.

- **Flexibilidad en la respuesta**

Se refiere a la capacidad del sistema para garantizar la operación, cuando el sistema se somete a eventos específicos no planeados fuera de los parámetros esperados de operación, como el aumento repentino de la demanda de tráfico. En este caso el proyecto debe responder con mecanismos internos, físicos u operacionales para modificar protocolos o características físicas específicas para enfrentar la situación, como es el caso de un contraflujo en una vía (ISGAN, 2022).

- **Confiabilidad en la operación**

Un proyecto debe tener una operación confiable, es decir, que haya una alta probabilidad de que el sistema cumpla con su propósito en condiciones normales, cumpliendo con el objetivo para el cual fue diseñado, para lo cual son utilizadas las evaluaciones de expertos.

### 3.4.2. Redundancia: integración con otros sistemas

Otro tema importante dentro de la resiliencia hace referencia al concepto de redundancia. Este, en esencia, busca la presencia de alternativas, respaldo y estrategias de comunicación efectivas. Un proyecto con redundancia garantiza respaldo en la funcionalidad de cada elemento, así como colaboración e interacción con el entorno.

- **Redundancia: respaldo en funcionalidad**

La base de la redundancia de un proyecto radica en la garantía de un respaldo en su funcionalidad, es decir, la existencia de mecanismos, procedimientos y elementos de respaldo (p. e., métodos alternativos) que garanticen la operación continua del sistema en

niveles aceptables. Esta característica es particularmente importante en caso de que presente un evento disruptivo extremo como un sismo, o un deslizamiento (OECD, 2021).

- **Colaboración: interacción con el entorno**

La colaboración e interacción con el entorno del proyecto hace referencia a la capacidad de la infraestructura para conectarse e interactuar operativamente con el entorno físico (infraestructura local), social (comunidades en la zona de influencia), ambiental (fauna y flora del entorno), y entidades político-administrativas (policía, cuerpos de socorro, autoridades locales) (OECD, 2021).

### 3.4.3. Flexibilidad: adaptación

Adicional a lo anterior, el tema de flexibilidad y la adaptación es crucial dentro de la resiliencia en infraestructura. Estos hacen referencia a la capacidad y facilidad de responder de diferentes maneras ante la ocurrencia de un evento adverso. También hace referencia al aprendizaje y ajuste constante de cada una de las estrategias y características del proyecto en función de eventos adversos pasados, presentes y futuros. Un proyecto flexible posee adaptabilidad ante eventos disruptivos, una alta disponibilidad de recursos y una eficiente capacidad de respuesta. Los subtemas que lo componen son:

- **Adaptabilidad**

La adaptabilidad de un proyecto hace referencia a la capacidad de la infraestructura para adaptarse, evolucionar y responder eficazmente a los cambios en las condiciones externas o internas, así como a las demandas cambiantes de los usuarios y el entorno (p. e., cambio climático). Una infraestructura adaptable puede ser modificada, ampliada o reconfigurada para satisfacer nuevas necesidades o desafíos sin comprometer su funcionalidad o eficacia. Esto implica la capacidad de incorporar

tecnologías emergentes, adoptar prácticas innovadoras y anticipar futuras demandas y tendencias (UNDRR, 2020).

- **Disponibilidad de recursos**

La disponibilidad de recursos se refiere a la capacidad del proyecto para acceder a los recursos físicos (materiales, equipos), financieros, mano de obra y administrativos, necesarios para responder y recuperarse ante la posible afectación de la operación como resultado de un evento disruptivo (UNDRR, 2020).

- **Capacidad de respuesta**

La capacidad de respuesta de un proyecto es su capacidad para recuperarse rápidamente ante situaciones de emergencia, crisis o cambios inesperados. Esto es la capacidad de la infraestructura para mantener la funcionalidad básica y continuar proporcionando servicios esenciales ante la ocurrencia de eventos disruptivos de origen natural, fallas técnicas o crisis socioeconómicas. La capacidad de respuesta incluye también medidas de mitigación de riesgos, así como la coordinación de las acciones de respuesta y recuperación ante situaciones adversas (National Infrastructure Commission, 2020).

### 3.4.4. Planeación y gestión de emergencias

La política pública debe orientar el proceso de identificación, priorización, formulación, programación, seguimiento, reconocimiento, reducción y manejo del riesgo de desastres en cada uno de sus componentes que presentamos a continuación.

- **Identificación de riesgos**

Es necesario identificar las amenazas potenciales, evaluar sus posibles consecuencias y estimar la probabilidad de ocurrencia. La identificación de riesgos se lleva a cabo mediante evaluaciones detalladas, que pueden incluir técnicas como el análisis de causa raíz, el análisis FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas), y el análisis de escenarios (UNGRD, 2022).

La identificación de riesgos debe registrarse como una lista de eventos adversos de “origen natural, sicionatural, tecnológico, biosanitario o humano

no intencional, sobre la infraestructura expuesta” (decreto 2157, 2017). El registro de estos riesgos debe llevarse a cabo de manera exhaustiva y sistemática, por medio de aproximaciones sucesivas, para incluir todos los riesgos posibles y evitar puntos ciegos como la omisión de riesgos no previstos o la doble contabilidad en la categorización de estos.

El proceso de identificación debe tener en cuenta cada uno de los elementos que constituyen los riesgos: identificación sistemática de todas las amenazas tanto internas como externas al proyecto, realización de un listado de escenarios posibles y previsible, registro de las áreas de afectación probables (acorde al tipo de evento amenazante), diagramación de elementos expuestos, estimación de consecuencias potenciales o colaterales, e identificación de actores relacionados (decreto 2157, 2017).

- **Evaluación y priorización de riesgos**

Con base en la identificación y categorización de los riesgos, se debe realizar una evaluación y priorización, con el fin de apoyar los procesos de toma de decisiones. Priorizar los riesgos permite asignar recursos de manera eficiente y enfocarse en las áreas que representan las mayores amenazas para la infraestructura, maximizando la efectividad de las medidas de gestión. La evaluación de riesgos incluye hacer estimaciones de la probabilidad de ocurrencia (materialización del riesgo) y de su impacto (medido, por ejemplo, en términos sociales, económicos o funcionales). En el Conpes 4117 del 2023, se establece que esta aproximación se puede ilustrar por medio de una matriz de impacto/probabilidad o de priorización de riesgos. Las metodologías seleccionadas para la evaluación de riesgos deben ser consistentes con la naturaleza de las decisiones. Esto implica que es necesario contar con herramientas que cubren un espectro que va desde análisis cuantitativo (p. e., Probabilistic Risk Analysis, PRA) hasta evaluaciones puramente cualitativas y subjetivas (p. e., opiniones de expertos). En la selección de las metodologías de análisis es vital la experiencia de los profesionales responsables.

- **Desarrollo de estrategias de mitigación y respuesta**

El desarrollo de estrategias de mitigación y respuesta dirigidas a reducir o gestionar estos riesgos es esencial para minimizar la probabilidad de ocurrencia de eventos adversos y reducir su impacto, contribuyendo a la resiliencia y a la sostenibilidad de la infraestructura a largo plazo. Su implementación incluye planes de acción detallados (medidas preventivas), de contingencia y de respuesta. Estas estrategias pueden incluir medidas como la implementación de sistemas de monitoreo, la mejora de la infraestructura física, la contratación de seguros y la capacitación del personal en procedimientos de emergencia (ungrd, 2022).

Dada la naturaleza cambiante del entorno físico, es esencial diseñar e implementar mecanismos de monitoreo con fines predictivos y como mecanismos de alerta temprana. Entonces, además de la recolección de datos históricos, el monitoreo continuo del comportamiento del entorno (p. e., niveles de los ríos, movimiento de taludes, etc.) debe incluir datos en tiempo real a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

El monitoreo continuo permite, en muchos casos, establecer estrategias de mitigación, un mejor entendimiento de los riesgos, amenazas y vulnerabilidades durante el ciclo de vida del proyecto. Para esto, se debe llevar a cabo una selección previa de los parámetros e indicadores objeto del monitoreo, así como el diseño e instalación de la instrumentación requerida. A partir de esto, se posibilita la actualización y optimización dinámica de las estrategias, valoraciones y planes de mitigación con base en el análisis y evaluación constante de los datos recolectados (Invías, 2022).

Con base en las mediciones y modelos de identificación, evaluación y seguimiento de la evolución del entorno físico, se pueden establecer medidas, planes y estrategias orientadas a la preparación, ejecución y manejo de la respuesta. Los lineamientos del Invías establecen que estas medidas deben tener como prioridad “salvar el mayor número de vidas, reducir los impactos ambientales, proteger los bienes y la infraestructura, y preservar la información” (Invías, 2022). Este alcance se puede complementar incluyendo la importancia de garantizar el funcionamiento y la operación continua de la infraestructura.

### 3.4.5. Innovación

El Modelo 3+ promueve e incentiva la innovación en cada uno de sus aspectos. La innovación en la resiliencia de infraestructura se refiere a la aplicación de nuevas tecnologías, enfoques y estrategias para fortalecer la capacidad de la infraestructura para resistir, adaptarse y recuperarse ante la ocurrencia de eventos adversos. Algunas formas en que la innovación puede mejorar la resiliencia de la infraestructura incluyen: la integración de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial, el internet de las cosas (IoT), sensores remotos y sistemas de monitoreo en tiempo real; la adopción de enfoques basados en la naturaleza, como la infraestructura verde, los sistemas de drenaje sostenible y la restauración de ecosistemas naturales; o la creación de modelos de financiamiento innovadores, bonos de catástrofes y seguros paramétricos, los cuales pueden ayudar a financiar la construcción y mantenimiento de infraestructura resiliente, mitigando los riesgos financieros asociados con eventos extremos y facilitando la recuperación después de desastres.

## 4. Gobernanza y transición justa

La gobernanza se refiere al conjunto de instituciones, procesos y actores, así como sus responsabilidades y límites para enfrentar retos económicos y sociales. La gobernanza considera las relaciones de poder, la dependencia, la autonomía de los actores y las capacidades para lograr objetivos (Stoker, 1998). Por su parte, entiende la gobernanza como el gobernar con redes y por medio de ellas, y, frente al debilitamiento del Estado y la reducción de la capacidad del ejecutivo de actuar de modo eficaz, depende menos de un código operativo de mando y más de la diplomacia. Esta mirada tiene especial relevancia en contextos como el colombiano.

La gobernanza del transporte es un concepto que aborda relación entre la intervención estatal y la autonomía de la sociedad. En este sentido, Treib et al. (2007) proponen comprender esta relación para desarrollar un marco efectivo de gobernanza del sector a través de las siguientes dimensiones:

- **“Para qué gobierna”**. Busca conciliar intereses divergentes, gestionar conflictos y proteger el bienestar social a largo plazo, alineándose con el concepto de gobernanza intencional (Docherty et al., 2018). Para el efecto se requiere vincular las políticas de transporte con los objetivos generales de desarrollo y evaluar su impacto en la sociedad y en el Estado.
- **“Quién gobierna”**. Destaca la importancia de identificar y analizar las diversas partes interesadas, tanto estatales como no estatales, en la implementación de proyectos y su operación, reconociendo su poder e influencia.
- **“Qué se gobierna”**. Hace referencia a las características espaciales y temporales del proyecto, destacando la necesidad de analizar casos específicos para proporcionar recomendaciones útiles para el proyecto en particular.
- **“Cómo se gobierna”**. Subraya la importancia de entender la gobernanza como un proceso dinámico de aprendizaje, donde se busca identificar los cambios necesarios para su evolución continua.

El concepto de “transición justa” surge en el contexto de discusiones sobre cómo llevar a cabo una transformación energética para alcanzar los objetivos ambientales establecidos, como los del Acuerdo de París y la Agenda 2030, sin trasladar los costos a las poblaciones más vulnerables. Este concepto ha evolucionado y en la actualidad también abarca la necesidad de una transformación equitativa en el sector productivo. La Organización Internacional del Trabajo (OIT) define la transición justa como un proceso que busca maximizar las oportunidades económicas y sociales derivadas de la acción climática, al mismo tiempo que se abordan y gestionan de manera cuidadosa los desafíos (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2023). Esto para invitar a la búsqueda de un diálogo social efectivo entre los grupos involucrados y respetando los principios y derechos laborales. Este enfoque integral considera aspectos ambientales, sociales y económicos, fortaleciendo las políticas energéticas y climáticas mediante la generación de empleo y la promoción de condiciones laborales dignas.

Para lograr una transición justa se requiere implementar un modelo de gobernanza adecuado que garantice procesos eficientes y equitativos. La naturaleza multinivel del proceso de transición hace necesario involucrar diversos actores, desde el orden internacional hasta órdenes nacionales y locales, incluyendo sindicatos, empresas del sector privado y la sociedad civil. La participación de dichos actores es esencial para la formulación e implementación exitosa de estrategias de transición justa.

Es importante entender que la gobernanza y la transición justas son herramientas que apoyan la implementación de los instrumentos y mecanismos para la sostenibilidad y resiliencia.

## 4.1. Observaciones y recomendaciones de los organismos multilaterales

La OCDE (2017) señaló la importancia de la infraestructura para el crecimiento económico y la generación de trabajo, así como la complejidad de los procesos del ciclo de la política pública, el de contratación y el de la operación, con las dificultades propias de cada uno de ellos. Indicó que la infraestructura es principalmente un reto de gobernanza. Luego de evaluar varias experiencias, la OCDE identificó desafíos comunes y propuso caminos para superarlos:

1. Desarrollo de una visión de largo plazo de la infraestructura
2. Gestión de las amenazas a la integridad
3. Selección de la forma en la cual se quiere entregar la infraestructura
4. Asegurar un buen diseño de la regulación
5. Integrar el proceso de consulta
6. Coordinar la política de infraestructura en los diferentes niveles de gobierno
7. Proteger el acceso y el valor por dinero
8. Generar, analizar y poner a disposición datos relevantes y usables
9. Asegurarse que los activos cumplen con su propósito durante su vida
10. Necesidad de resiliencia de la infraestructura pública

Los desafíos anteriores han llevado a algunos países hacia la planeación estratégica de la infraestructura para anticipar las necesidades de gestión pública en el ciclo de vida del proyecto y reducir los riesgos (*derisking*) (ITF, 2021). La planeación estratégica se concibe como la forma de identificar los grandes proyectos de infraestructura de transporte que un Estado debe promover o el orden de prioridades que debe establecer. Los componentes de la planeación estratégica son:

- **Gobernanza y liderazgo**  
Los proyectos de infraestructura de transporte de gran escala exigen coordinación de agentes públicos independientes, de diferentes niveles de autoridad,

sectores y cobertura regional, y de agentes privados, durante la vida del proyecto. La identificación del proyecto, la selección del proyecto como viable, su estructuración, su contratación e implementación requieren de un liderazgo que permita promover soluciones a los problemas que surjan durante todas las etapas de maduración y ejecución del proyecto.

- **Mantener el propósito de la inversión y lograr su aceptación social y ambiental**

Los proyectos deben ser parte de la visión de largo plazo de la infraestructura, cumplir el propósito por el cual fue incluido en el orden de prioridades de inversión y ser el producto de un balance de las necesidades y las restricciones, de los planes sectoriales, y de la concertación con los grupos de interés y las autoridades ambientales.

- **Valor social y valor por dinero**

El valor social derivado de los proyectos debe medirse en beneficios netos positivos para la sociedad. El valor por dinero del proyecto está relacionado con la competencia para la selección de contratistas y el modelo de contratación, la gestión del proyecto y de sus riesgos, la calidad y la continuidad al menor costo posible.

- **Estructuración técnica y financiera**

La financiación debe estructurarse por equipos técnicos y financieros experimentados, con capacidad de proponer tecnologías y modelos de gestión con mejores prácticas, y mecanismos innovadores de repago.

- **Mecanismos de ajuste**

Los operadores deben recibir estímulos por desempeño y gestión de adversidades. Se debe disponer de mecanismos previamente definidos de ajuste y continuidad del servicio.

Jaimurzina (2018), basado en Treib (Treib et al., 2007), sugiere partir de la relación entre la intervención del Estado y la autonomía de la sociedad antes mencionada y se pregunta: para qué, quién, qué y cómo se gobierna. Señala la importancia de la interrelación, interacción e influencia de estas dimensiones, e invita a tener presente el concepto de gobernanza intencional (Docherty, Mardsen y Anable, 2018) que busca resolver los problemas de la sociedad, reconciliando los intereses divergentes, gestionando conflictos y protegiendo a largo plazo los intereses de la sociedad. Sugiere insistir en las características espaciales y temporales de la gobernanza del transporte, en la visión de aprendizaje continuo y en el uso de la investigación aplicada y el enfoque de casos, poniendo en el centro la obtención de los objetivos de desarrollo y de la sociedad.

Jaimurzina (2018) también hace referencia a la perspectiva de Fritz (2010) con respecto a la participación de un

amplio conjunto de partes interesadas en el proceso de gobernanza, así como a los cinco principios esenciales en el ámbito del transporte: i) participación: garantizar que el mayor número posible de partes interesadas tenga la oportunidad de participar en el proceso de gobernanza; ii) rendición de cuentas: este principio, equiparable a la trazabilidad, implica la adopción de procedimientos conocidos y aceptados; iii) franqueza: se refiere a la transparencia, aun reconociendo que la transparencia absoluta en la formulación de políticas puede no ser factible en todo momento, debido a consideraciones de seguridad y confidencialidad; iv) eficacia: incluye la credibilidad técnica de la información y la legitimidad, asegurando que los intereses de los usuarios se consideren centralmente; v) coherencia: se refiere a la uniformidad en el proceso de gobernanza como un enfoque coordinado y sistemático en la formulación de políticas.

## 4.2. Prácticas del sector privado en gobernanza y transición justa

En el pasado, la prioridad principal tanto de inversores institucionales como de las empresas era maximizar los retornos a corto plazo para los accionistas, sin tener en cuenta consideraciones sociales o ambientales. Sin embargo, con la aparición del movimiento de “inversión responsable”, los criterios ASG (ambientales, sociales y de gobernanza) se consideran cada vez más parte del deber fiduciario de los accionistas (Boffo y Patalano, 2020). Estos criterios, utilizados por inversores y accionistas, son herramientas fundamentales para evaluar el impacto de una empresa en sostenibilidad y guiar sus decisiones de inversión. Abarcan desde cómo una empresa gestiona sus relaciones con empleados, proveedores y comunidades locales, hasta su desempeño en términos de acción climática, transparencia corporativa y políticas de integridad. Los criterios ESG no solo afectan la capacidad de una empresa para obtener financiamiento, sino que también influyen en su rendimiento general y su reputación en términos de sostenibilidad y responsabilidad corporativa.

De este modo, las empresas utilizan índices de sostenibilidad ambiental, social y de gobierno, así como sistemas de reporte para obtener una validación externa de su comportamiento en materia de sostenibilidad. El interés de clientes, usuarios, inversionistas y del mercado en general por las políticas y prácticas sostenibles de las empresas han llevado a buscar dichas validaciones (Durand et al., 2019).

Entre estos índices podemos mencionar el Dow Jones Sustainable Index (DJSI), el FTSE4Good, MSCI, Carbon Disclosure Project, STOXX Global ESG Leaders, MSCI Global Sustainable Index, Sustainalytics, Vigeo, ISS ESG y el GRESB. En el caso del Dow Jones Sustainability Index es importante tener en cuenta que solamente cerca de 2.500 compañías hacen parte del índice mundial de Dow Jones y de estas solamente el 10 % hacen parte del Dow Jones Sustainable Index. Para esto, se aplica el método AM Corporate Sustainable Assessment (CSA) con el cual se evalúan las políticas ambientales, de sostenibilidad y de buen gobierno de cada compañía. El DJSI es el más conocido en Colombia.

El DJSI busca visibilizar a inversionistas y otros *champions*<sup>1</sup> de la sostenibilidad que no se limitan a impulsar prácticas sostenibles, también buscan incentivar decisiones estratégicas empresariales: creación de valor sostenible y a largo plazo (que debe considerar más que solo el beneficio a corto plazo). Lo anterior implica comprender la evolución de las necesidades sociales, el entorno regulatorio y las expectativas del público en torno al éxito y la sostenibilidad. Es más, las empresas que se agregan o permanecen en el DJSI atraen más atención de los analistas financieros y esto lleva a un aumento en el porcentaje de acciones en manos de inversores a largo plazo, lo que indica una tendencia de que los inversores profesionales están prestando más atención a las empresas visibles en responsabilidad social corporativa.

Investigaciones adicionales realizadas sobre el Índice de Sostenibilidad de América del Norte de Dow Jones, en el 2018, también concluyeron que la eliminación o adición de una empresa al índice tiene un impacto estadísticamente significativo en su precio de las acciones, ya sea negativa o positivamente. De hecho, la idea de que los inversores a largo plazo destinarían más capital a los líderes en sostenibilidad dentro del DJSI fue un punto clave desde el lanzamiento para crear el primer índice de sostenibilidad del mundo, hace más de veinte años (Naqvi, 2019).

Esta herramienta de medición ha tenido un impacto profundo, no solo en el desempeño de sostenibilidad corporativa, sino también, en la forma en que muchos inversores conciben y definen el valor de la empresa. La tendencia hacia una mayor eficiencia y transparencia en un entorno cada vez más impulsado por las decisiones basadas en evidencia ha tenido un impacto

profundo en el análisis financiero. Cada vez más inversores demandan acceso en tiempo real a información extrafinanciera, pero financieramente material, más allá de los canales tradicionales (Naqvi, M., 2019).

El propósito principal de los índices ASG es proporcionar puntos de referencia de desempeño para los inversores interesados en la sostenibilidad y son una herramienta para evaluar el rendimiento de las inversiones sostenibles, permitiendo comparar el desempeño de las carteras con un estándar establecido. Además, facilitan el crecimiento de la inversión ASG al servir como base para la creación de fondos y ETF (fondos de inversión diseñados para seguir el rendimiento de un índice específico) centrados en la sostenibilidad. También son utilizados como referentes (*benchmarks*) para medir el rendimiento de los gestores de activos que administran carteras sostenibles. Las empresas deben superar un análisis según el impacto de cada sector, considerando aspectos como políticas, códigos de conducta, datos sobre formación, equidad salarial, entre otros.

El proceso de elaboración de los índices de sostenibilidad ASG es complejo y se compone de varias etapas. Inicia con la recopilación de información a partir de diversas fuentes, incluyendo cuestionarios enviados a las empresas para recabar datos relevantes sobre su desempeño ambiental, social y de gobierno corporativo. Luego, se aplican criterios de evaluación y subcriterios para analizar el desempeño de las empresas en materia de sostenibilidad. Finalmente, se asignan ponderaciones a cada subcriterio en función de su importancia relativa, permitiendo calcular una puntuación final para cada empresa (ver figura 6).

<sup>1</sup> *Champion*: es el promotor o impulsor de un proyecto, se encarga de buscar el apoyo y los recursos necesarios tanto dentro como fuera de la organización para llevar a cabo el proyecto y garantizar su realización de manera exitosa.

**Figura 6.** Cálculo de índices de sostenibilidad ASG



**Fuente:** elaboración propia.

La selección de empresas para incluirlas en los índices de sostenibilidad ASG está basada en la calificación de criterios ASG realizados por agencias de calificación, complementados con evaluaciones internas que pueden incluir criterios financieros en algunos casos. De esta manera, los índices de sostenibilidad ASG proporcionan una herramienta clave para los inversores y gestores de activos comprometidos con la sostenibilidad y la responsabilidad corporativa.

En el ecosistema también hay diseñadores de estándares, quienes determinan las dimensiones de los indicadores de inversión ASG, la información que debe contener el reporte, lo que ayuda a generar transparencia y un lenguaje común para el reporte de impactos. Este enfoque facilita la apertura de diálogos con diferentes sectores y actores del sector público, privado y de la sociedad civil, fomentando una toma de decisiones informadas.

Entre estas organizaciones se destaca el Global Reporting Initiative (GRI) por su trayectoria independiente de más de 25 años en el mercado. El GRI tiene presencia en más de 100 países, tiene más de 14.000 miembros y en Colombia ha promovido la adopción de estándares de reporte desde el 2014. Desde el 2000, GRI ha complementado sus estándares, abarcando dimensiones sociales, ambientales y de gobernanza.

En el 2021, el GRI desarrolló los estándares universales y en el 2020 los reportes de desechos. Estos avances ofrecen una visión más integral y un lenguaje común sobre la forma de reportar a los diferentes actores en el ecosistema. Los Estándares de Reporte de Sostenibilidad de GRI (GRI Standards) son una herramienta fundamental para que las organizaciones incrementen su transparencia y comuniquen sus contribuciones e impactos en sostenibilidad. La gestión y divulgación de los impactos permite a las organizaciones informar los beneficios de sus decisiones, reducir riesgos, mejorar oportunidades de negocio y fortalecer relaciones con los grupos de interés, con lo cual es posible para las empresas demostrar sus contribuciones hacia el cuidado del medio ambiente y el bienestar social.

Los estándares del GRI son ampliamente reconocidos y utilizados por diversas organizaciones alrededor del mundo, incluyendo multinacionales, gobiernos, pequeñas y medianas empresas, y ong. Estas directrices globales permiten a las organizaciones divulgar voluntariamente las dimensiones ambientales, sociales y económicas de sus actividades, alcanzando un nivel de rigor, comparabilidad, auditabilidad y aceptación general equivalente a los principios de contabilidad generalmente aceptados (Willis, 2003).

Esto es un paso en la dirección a la articulación de los actores en el ecosistema de finanzas ASG, en el cual las compañías del sector privado se encargan del desarrollo de proyectos e informan cómo es la gestión de riesgos e impactos a través del reporte de indicadores, y las agencias de calificación, los generadores de índices bursátiles y los inversionistas consultan estos informes para tomar sus decisiones. En consecuencia, estas herramientas son utilizadas por compañías y emisores, financiadores e inversionistas, sociedad civil, pero deben ser consideradas por las entidades estatales que promueven la infraestructura sostenible.

La adopción de estos estándares refleja una mayor conciencia de los gerentes sobre los riesgos climáticos y fortalece la presión de los *stakeholders*, incentivando a los gerentes a mejorar la mitigación del carbono. Además, los estándares GRI promueven la estandarización y comparabilidad de la información ESG, lo cual tiene efectos significativos en la gobernanza y el benchmarking entre pares. La asimetría de información, que puede surgir en ausencia de estos estándares, reduce los incentivos para que las empresas inviertan en la mitigación del carbono.

Las empresas que adoptan los estándares GRI pueden mitigar esta asimetría proporcionando información más comparable, permitiendo a los inversores identificar diferencias en el riesgo y desempeño del carbono entre empresas. Esta divulgación no solo puede aumentar la diferenciación de productos en el mercado, incrementando la demanda de empresas con mejor desempeño en carbono y disminuyendo la demanda de aquellas con peor desempeño, sino que también puede resultar en un aumento del valor de las empresas con buen desempeño en reducción de emisiones y una disminución del valor de aquellas con mal desempeño (Matsumura et al., 2014).

La divulgación voluntaria también puede reducir los costos de búsqueda y aprendizaje para los inversores, incentivándolos a considerar inversiones en empresas que de otro modo no habrían sido consideradas.

Además, la adopción de estándares ESG puede generar mejores efectos de comunicación, retroalimentación y aprendizaje, optimizando la toma de decisiones internas a través de un diálogo mejorado con los *stakeholders* (Barth et al., 2017). La alta calidad de los reportes ESG permite interacciones más significativas con la empresa, lo que debería resultar en contribuciones medibles a la mitigación del carbono (Barkemeyer et al., 2015).

Además, la transparencia organizacional a través de los reportes ESG es clave para un compromiso significativo de los *stakeholders*, permitiéndoles proporcionar retroalimentaciones pertinentes y dejando a los gerentes documentar el aprendizaje y los cambios resultantes de sus acciones (Sharma y Henriques, 2005). Los estándares GRI pueden delimitar significativamente el uso del lenguaje de reporte al prescribir en detalle la información que las empresas deben proporcionar y cómo deben hacerlo, facilitando la comparación del desempeño entre empresas y facultando a los inversores exigir cuentas a los gerentes. Esto mejora la supervisión por parte de los *stakeholders* y puede generar presiones para evitar efectos externos adversos.

En este sentido, el crecimiento y la institucionalización de enfoques y metodologías ASG requieren una comprensión exhaustiva de los diversos contribuyentes que han impulsado el ecosistema financiero ASG. Este ecosistema, como se ilustra en el diagrama a continuación, incluye emisores e inversores que divulgan y utilizan información relacionada a cuestiones ambientales, sociales y de gobernanza. Además, se evidencia i) una red entrelazada de intermediarios financieros y proveedores de servicios analíticos, y ii) una variedad de organizaciones gubernamentales, del sector privado y organizaciones internacionales que están influyendo en las prácticas de inversión ASG (Boffo y Patalano, 2020). Este ecosistema tiene el potencial de alinear mejor la asignación estratégica de recursos que contribuye a un mayor valor a largo plazo al mismo tiempo que incentiva conductas empresariales responsables entre los emisores.

**Figura 7.** Cálculo de índices de sostenibilidad ASG



**Fuente:** elaboración propia.

### 4.3. Evolución en la gobernanza y la transición justa en la experiencia colombiana

La gran infraestructura de transporte terrestre en Colombia ha sido construida a través de concesiones en cuatro generaciones a partir de decisiones de política de inversiones en los años 1993, 1997, 2008 y 2013.

El desarrollo de un marco legislativo de transparencia y madurez de los proyectos a partir de la Ley 1474 del 2011 fue significativo en el desarrollo de proyectos de infraestructura. En el 2012, el gobierno nacional convocó la Comisión de Infraestructura que presentó recomendaciones importantes para lo que ha sido el desarrollo del sector. Entre estas se destaca: la creación de la Financiera de Desarrollo Nacional, el diseño y la legislación, que permitió la promoción de las asociaciones público-privadas (APP) (Congreso de la República, 2012), y las normas sobre gestión predial y ambiental (Ley 1682 del 2012).

La primera generación de concesiones fue impactada por la crisis económica del fin de los noventa y tuvo muchos problemas, pues el tráfico fue mucho menor del presupuestado, y la nación había asumido ese riesgo.

La literatura señaló debilidades en la estructuración de las concesiones de primera generación como i) exceso en las garantías de ingreso mínimo a los inversionistas; ii) demora en el desembolso de las garantías causadas; iii) demora en el otorgamiento de las licencias ambientales; iv) cambios en los diseños que fueron el origen de inversiones no previstas y mayores cantidades de obra que en la mayoría de los casos fueron a cargo de la nación; v) cambio en el inventario predial como consecuencia de los cambios en diseños y consecuentes demoras en la disponibilidad de los predios; vi) problemas con las comunidades que dieron lugar a tarifas diferenciales en los peajes y un menor recaudo del concesionario y, en ocasiones, al retiro de peajes (Departamento Nacional de Planeación, 1999).

La evaluación de las concesiones de primera generación muestra la inexperiencia del gobierno en el esquema de participación privada, la ausencia de una evaluación financiera de quienes participan en los procesos de selección, errores en la estructura de los contratos y destaca como notable la ausencia de firmas

extranjeras entre los concesionarios (Benavides, 2008). En la segunda generación, el gobierno nacional intentó subsanar las fallas identificadas en los contratos de primera generación con la revisión del sistema de distribución de riesgos y exigiendo mayor nivel de detalle en los estudios. El contrato no garantizó un ingreso mínimo y redujo la exposición del Estado del riesgo constructivo. La ausencia de garantía de ingreso mínimo fue reemplazada por el concepto de plazo variable que llevaba la fecha de reversión del activo a la nación en el momento en el que el privado complete su remuneración. Los proyectos de esta generación tuvieron varios problemas, uno fue caducado, y otro reestructurado debido a los problemas para obtener los predios.

A partir del 2001, el gobierno nacional estructuró la tercera generación de concesiones apoyado en el Conpes 3045 de 1999; y en la posterior reforma administrativa, en el 2004, el Ministerio de Transporte da la delegación al Instituto Nacional de Concesiones (INCO) de la responsabilidad de administrar los proyectos de concesión vial. El resultado de la tercera generación muestra una mejoría sustancial a pesar de los problemas que enfrentaron y aún enfrentan los proyectos. La definición de un alcance básico y uno progresivo una vez se alcance el tráfico esperado, el concepto de corredores viales y los mejores instrumentos de evaluación presupuestaria de riesgos fueron importantes, así como la reforma del sector transporte. Estos proyectos contaron con licencias ambientales en trámite, fichas prediales, estudios técnicos de demanda de tráfico, información base de los requisitos y costos de mantenimiento. Sin embargo, los proyectos de concesiones de tercera generación enfrentaron problemas recurrentes como la ausencia de información, los problemas de precisión de los contratos, la falta de claridad en la asignación de riesgos, además de que, a pesar de los cambios en la estructura organizacional, no hubo una mejor gestión y especialidad técnica.

El análisis del resultado de las concesiones de la primera, segunda y tercera generación de concesiones llevó a recomendar la separación de la función de regulación del sector transporte de la de formulación de política pública, mejorar la estructuración y las competencias para los procesos de licitación y la gestión de los contratos. La literatura señala (Benavides, 2008) revisar si la mejor opción es la concesión cuando el Estado no cuenta con información de detalle.

En el 2011 hubo una reforma del sector infraestructura con la transformación del Instituto Nacional de Concesiones (INCO) en la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI), que estuvo acompañada de la creación de la Financiera de Desarrollo Nacional (FDN), entidad especializada en financiamiento y estructuración de infraestructura, con carácter especializado, técnico e independiente, encargada de movilizar a los actores y recursos necesarios para lograr el desarrollo de la infraestructura del país. La normativa colombiana estableció la necesidad de contar con un nivel mínimo de diseño para licitar un proyecto (artículo 87 de la Ley 1474 del 2011) y estableció un régimen legal para las asociaciones público-privadas (Ley 1508 del 2012). Los documentos Conpes 3760 del 2013 y 3800 del 2014 fijaron los lineamientos para el desarrollo de la cuarta generación de concesiones. Luego, el Ministerio de Transporte lanzó el Plan Maestro de Transporte Intermodal 2015-2016 con el propósito de tener un plan de largo plazo para el desarrollo de la infraestructura de corredores viales que conecten los centros de producción, consumo y exportación, con un orden de prioridades y de magnitud de inversión, buscando incrementar la competitividad y conectar las regiones.

Los proyectos de concesión de cuarta generación son vistos como un logro en la gestión pública, a pesar de los inconvenientes que enfrentan, tales como: i) inversionistas sofisticados que aportan nuevas tecnologías de diseño de ingeniería y gestión de activos están presentes; ii) análisis costo-beneficio, lo que garantiza la adición de valor económico del proyecto y el análisis de valor por dinero que soporta la decisión de ejecutar el proyecto como una obra pública o como una asociación público-privada; iii) la competencia en las licitaciones fue efectiva en términos de reducción de costos e introducción de innovación; iv) el sistema de *project financing* genera disciplina en la gestión del activo asociado al servicio de la deuda y la gestión de riesgos; v) el cronograma de aportes patrimoniales sustanciales a cargo de los inversionistas privados es un incentivo para tener al día el cronograma de obra para recibir los pagos; vi) el gobierno nacional reduce la presión presupuestal; vii) el pago por disponibilidad incentiva decisiones conjuntas de inversión y de mantenimiento; viii) el inversionista privado es responsable del diseño, construcción, operación y mantenimiento, gestión predial, de redes y ambiental; y ix) las variaciones del cronograma son responsabilidad del concesionario.

Los incentivos del contrato de concesión de cuarta generación encaminados a la terminación del activo de infraestructura de transporte y su mantenimiento: son i) desembolsos anuales asignados en el marco fiscal de mediano plazo a medida que las unidades funcionales son entregadas, lo cual habilita el cobro de peajes; y ii) pagos atados a los índices de desempeño de la infraestructura en términos de utilidad, usabilidad y calidad del servicio. Sin embargo, ha habido dificultades en la ejecución de los proyectos en la materialización de estos dos asuntos.

La asignación de riesgos ha sido de los contratos de concesión de infraestructura de transporte de Colombia ha sido reconocida internacionalmente. La evolución de la asignación de riesgos en los contratos de concesión de transporte en el país -desde la primera generación de concesiones de 1993 hasta la cuarta generación de concesiones en el 2013- no muestra cambios fundamentales. Los peajes, el incremento tarifario y la fuerza mayor no asegurable han sido un riesgo público. El riesgo en la operación, la financiación y la fuerza mayor asegurable han sido un riesgo privado. El diseño y construcción empezó siendo un riesgo compartido y a partir de la segunda generación es un riesgo público.

Los cambios los hemos visto en el riesgo cambiario, pues en las dos primeras generaciones el público cubrió el servicio de la deuda y el privado los otros riesgos cambiarios, y en las dos últimas generaciones el público pagó vigencias en dólares y el privado cubrió otros riesgos cambiarios. El cubrimiento del tráfico tuvo una variación en la segunda generación (1997) cuando fue cubierto por los privados, pero la mala experiencia hizo que volviera a ser un riesgo cubierto por el público en la tercera generación en el 2008. La evolución de los riesgos ambientales y prediales ha sido similar, en las dos primeras generaciones el riesgo fue del público y en las dos siguientes el público solamente asumió el riesgo de sobrecostos de forma parcial. El cambio tributario fue público hasta la cuarta generación que empezó a ser compartido (Benavides et al., 2023).

Recientemente los estudios y los gremios han señalado tres problemas fundamentales: i) la liquidación extemporánea del mecanismo de compensación para reducir el riesgo de demanda en las iniciativas públicas (DR8),

que debe cubrirse con el Fondo de Contingencias; ii) el congelamiento de las tarifas de transporte; y iii) la no aceptación de circunstancias eximentes de responsabilidad lo cual ha generado una alta litigiosidad.

En el 2018, fue expedida la Ley 1882 para incluir en los procesos de contratación buenas prácticas y es posible que haya principios que requieran más avance en la implementación de estas disposiciones.

El Informe de la Comisión de Expertos en Infraestructura de Transporte del 2019 recomendó fortalecer las capacidades de liderazgo del Ministerio de Transporte, pues aún no logra planear, coordinar y liderar el sector con una visión técnica de largo plazo y tampoco con herramientas de gobernabilidad que permitan visibilizar las instancias de comunicación e interacción pública-privadas en los diferentes niveles de la administración pública.

El Conpes 4060 del 29 de noviembre del 2021 estableció la política para el desarrollo de proyectos de infraestructura de transporte sostenible, bajo el esquema de asociaciones público-privadas. Este documento define los criterios de sostenibilidad ambiental, social y de gobierno en concesiones, busca reenfocar las inversiones para lograr mayor multimodalidad y estructurar una nueva generación de proyectos sostenibles y con mayor resiliencia frente a los desafíos del cambio climático y de la ocurrencia de desastres.

Las recomendaciones de este Conpes buscan garantizar la gobernanza de los proyectos y define los atributos de sostenibilidad, que deben ser incorporados en la estructuración de los proyectos, a través de la planeación estratégica y en los procesos de contratación.

En noviembre del 2023, el gobierno nacional lanzó el Plan Maestro de Transporte Multimodal 2021-2031 que continuó con el propósito de orientar esfuerzos de mediano y largo plazo. En el discurso de lanzamiento del Plan, el entonces director del Departamento Nacional de Planeación afirmó que el Estado colombiano ha perdido en bienes públicos de carácter nacional desde 1979 hasta hoy, y habló de la necesidad de profundizar el modelo CRET: convergencia, resiliencia, eficiencia y tecnología.

En el propósito de utilizar las reflexiones contenidas en el presente documento y las conversaciones sostenidas con los actores, fue posible identificar situaciones que son desafíos para la gobernanza y la transición justa de los proyectos de infraestructura de transporte en Colombia.

- Las circunstancias propias de la política y de la administración pública presentan desafíos para tener una visión compartida de largo plazo en la cual se garantice la estabilidad de las reglas de juego.
- A pesar de los importantes avances en la planeación de los proyectos de infraestructura aún hay oportunidades de mejora en la gobernanza multinivel y colaborativa de los proyectos desde los inicios del estudio del proyecto.
- Los avances de los últimos años son importantes y relevantes, y nos obligan a pensar en la generación y permanencia de capacidades en las diferentes instancias que participan en los proyectos de infraestructura de transporte.
- En el proceso de mejora continua, es necesario evaluar periódicamente la asignación de responsabilidades y los modelos de ejecución de los proyectos, es decir, cuando hay lugar a una asociación público-privada, cuando a un contrato de obra pública o cualquier modelo que las combine.
- Es conveniente, en el marco de la mejora continua, revisar si la regulación conduce al buen gobierno de la infraestructura de transporte y proponer las intervenciones necesarias para solucionar las brechas encontradas. Preguntas como la confianza, el respeto a los procedimientos y a los plazos o términos establecidos son claves para entender qué puede mejorarse.
- Los procesos de consulta de los proyectos pueden mejorar para asegurar la participación de los diversos interesados en las etapas tempranas de la planeación, entendiendo que el proceso de consulta debe ser consistente con la inversión requerida en el proyecto, su impacto y los actores involucrados. Es importante tener en cuenta que los procesos de consulta son un diálogo continuo, en el cual la visión de largo plazo y la protección del activo son centrales.
- La mirada de gobernanza multinivel y colaborativa debe estar reflejada en los contratos y en los demás documentos de los proyectos. La falta de cumplimiento de procesos y procedimientos puede poner en riesgo el cronograma del proyecto y su sostenibilidad financiera. Esto pasa por la oportunidad de las decisiones de agentes como el Instituto Nacional de Vías, las gobernaciones y alcaldías, las autoridades ambientales, las autoridades que intervienen en los procesos de predios, entre otras.
- El criterio de resiliencia necesita estar reflejado en los contratos de concesión y en los de interventoría. Es común la mención de que el diseño de los contratos de interventoría no promueve la protección del activo ni la resiliencia del activo de infraestructura. El criterio de resiliencia requiere un marco de flexibilidad y confianza, con principios claros que orienten las decisiones de las partes para proteger el activo y su operación.
- En ocasiones hay una discrepancia entre las obligaciones de los agentes que intervienen en los proyectos y las decisiones de presupuestación y tesorería. Esta falta de alineación es posible corregirla con el modelo de gobernanza multinivel.
- Los indicadores de los proyectos deben estar alineados con el concepto de valor por dinero (*value for money*), lo cual puede apoyar la orientación de la toma de decisiones de los actores en la protección del activo y su operación.
- El diseño de los mecanismos de selección de concesionarios no involucra oportunidades de innovación para la sostenibilidad.
- La implementación de los contratos 4G muestra una alta litigiosidad que podía ser manejada con un criterio de gobernanza de los contratos.
- Los sistemas de información de los proyectos de infraestructura deben apoyar la transparencia y la generación de confianza. Por eso es importante, definir indicadores para cada una de las fases o etapas del proyecto y el responsable de recoger, analizar y ofrecer al público la información, y una revisión para garantizar que la información es comprensible y útil para los actores y para la población en general.

- Es necesaria la reflexión sobre la vida de los activos de infraestructura, sus requisitos de mantenimiento, pero también sobre la vida estimada de los mismos y las necesidades de intervención adicional, lo cual es natural en la visión de largo plazo de la infraestructura de transporte.

Benavides et al. (2023), en la revisión de la experiencia colombiana para fijar la importancia de la planeación estratégica de los proyectos de capital público en Colombia, señalan: i) es indispensable disponer de

una gobernanza que presente la dirección del proyecto con acciones innovadoras y oportunas, con coordinación en todos los niveles de gobierno, la gobernanza del seguimiento y liderazgos claros y carismáticos en el nivel local; ii) balancear, de forma transparente, la eficiencia de la inversión y el potencial transformador de las grandes obras con capital público que se ven en el largo plazo, y que están sujetas sobrecostos y retrasos; iii) es indispensable incrementar el presupuesto dedicado a la preparación de los proyectos e involucrar a los actores locales en su cofinanciación.

## 4.4. Planeación estratégica de los proyectos

El proceso de compra y contratación pública de infraestructura de transporte es complejo, pues requiere la adquisición de derechos sobre propiedades inmobiliarias, materiales, servicios y equipos, y esto comporta distintas tipologías de contratos, secuencias que no son homogéneas para la selección de contratistas, intensas y variadas capacidades para el seguimiento de la ejecución de los contratos, de la calidad de materiales, de los procesos de construcción y de sus resultados, así como atender las grandes demandas de inversión que requieren los activos de infraestructura de transporte y el mecanismo para hacer seguimiento y manejo de los riesgos del proyecto. Los criterios de sostenibilidad y resiliencia son ingredientes adicionales en el complejo panorama de los proyectos de infraestructura de transporte.

Estos proyectos demandan considerables presupuestos de inversión pública, de los cuales se derivan beneficios en términos de desarrollo económico al influir directamente en la productividad y el empleo, así como en la generación de externalidades relacionadas con la creación de conocimiento, la innovación, entre otros aspectos. Además, requieren una capacidad de gestión tanto en el sector público como en el sector privado para poder enfrentar eficazmente el desafío de manejar un proyecto a lo largo de su vida, que suele ser extenso. Los grandes proyectos de infraestructura de transporte responden a una necesidad política y a una necesidad económica de los países. Las decisiones de inversión en un lugar determinado y para un tipo de infraestructura responden a una mirada política, de relación con

comunidades y con electores, de conciencia de la necesidad de crear y mantener capital político. De otro lado, los proyectos de infraestructura de transporte benefician a las firmas de ingeniería y de consultoría, a los abogados y banqueros, al comercio y a quienes tienen propiedad raíz en las áreas de los proyectos. Hoy hay desafíos adicionales que son el cambio climático y el efecto en la estabilidad de la infraestructura, el cambio tecnológico y el reemplazo de activos existentes. La interrupción de los servicios de transporte bien sea por eventos naturales, accidentes o ataques tiene impactos devastadores en la economía y en la calidad de vida de las personas, y se convierten en una carga para las personas y las economías.

El informe “Lifelines” (2019) para la serie de infraestructura sostenible, liderado por Stéphane Hallegatte junto con Jun Rentschler y Julie Rozenberg, y publicado por el Grupo Banco Mundial, reúne contribuciones de diversos equipos especializados en sectores como energía, agua, transporte, telecomunicaciones, empresas y hogares. Incluye aportes de expertos del Banco Mundial y asesores externos, proporcionando una visión integral sobre la resiliencia y soluciones de ingeniería. De este modo, “Lifelines: tomando acción hacia una infraestructura más resiliente” examina la resiliencia de cuatro sistemas de infraestructura esencial: energía eléctrica, agua y saneamiento, transporte y telecomunicaciones presenta tres grandes conclusiones: i) la falta de infraestructura resiliente perjudica tanto a los individuos como a las empresas; ii) la inversión en infraestructura más resiliente es una medida contundente, rentable y urgente; y iii) una

buena gestión de la infraestructura es la base necesaria para construir una infraestructura resiliente, pero también son necesarias medidas específicas.

Con relación a: i) el impacto directo de la interrupción de los servicios de la infraestructura de transporte señala la reducción de las tasas de utilización y sus consecuencias en tarifas, las pérdidas de ventas y el retraso en suministros y distribución; ii) los costos de adaptación menciona los incrementos de inventario, las opciones de ubicación más costosas, como la cercanía a clientes o puertos; y iii) los impactos indirectos mayores: barreras a la entrada en el mercado y menor inversión, menor competencia e innovación debido a la falta de pequeñas y nuevas empresas, sesgo hacia la producción con mano de obra intensiva, y disminución de la competitividad en los mercados internacionales. El informe también hace referencia a los efectos de la interrupción de los servicios de infraestructura de transporte en los hogares: embotellamiento y pérdidas de tiempo, mayores costos de combustible, mayor costo de modos de transporte alternativo, contaminación y su impacto en la salud, acceso limitado al empleo, a los mercados y servicios, y las personas se ven obligadas a vivir cerca de sus trabajos.

Este informe asegura que los beneficios de crear activos de infraestructura más resilientes en zonas expuestas a eventos naturales adversos tienen beneficios superiores a sus costos. El punto importante es cuando la mirada es incorporar criterios de sostenibilidad y resiliencia en todos los grandes proyectos de infraestructura de transporte, independientemente de si el proyecto se ubica en zonas expuestas a eventos naturales adversos.

En Colombia, la mayoría de los grandes proyectos de infraestructura de transporte han sido contratados a través de contratos de concesión y por medio de una licitación pública, en algunos casos con precalificación y en otros sin ella. En la mayoría de los casos los proyectos han sido estructurados con apoyo de la banca multilateral y de equipos de consultores con experiencia en la estructuración técnica y financiera. La mirada inicial de la administración pública ha sido reducir sobrecostos y retrasos, lo cual posiblemente ha llevado a contratos rígidos que no permiten al concesionario reaccionar rápidamente frente a los eventos no previstos, entre los cuales están los efectos del cambio climático, afectando la continuidad del servicio, y que han conducido a una alta litigiosidad. De otro lado, hay grandes desafíos

frente a las capacidades para la gestión de los proyectos y su gobernanza, particularmente frente a la gobernanza que requiere una mirada multinivel y colaborativa.

El cambio de aproximación en lo que se llamó las vías 4G fue muy positivo y lo podemos apreciar en el avance de los proyectos de infraestructura, mejoró el sistema de asignación y manejo de riesgos, y estableció un sistema único de remuneración de los concesionarios. Sin embargo, Colombia puede ampliar su mirada para el manejo de la infraestructura de transporte, entendiendo que las tareas son diseño, construcción y mantenimiento, sin tener en cuenta que la naturaleza del cambio climático es de largo plazo y que es necesario que la infraestructura se adapte al fenómeno y en el momento del diseño no hay una mirada a la adaptación y la resiliencia.

Infrastructure Pathways –una iniciativa de la Coalición Internacional de Infraestructura Sostenible (ICSI, por sus siglas en inglés), liderada por The Resilience Shift en asociación con Arup, que busca hacer recomendaciones agnósticas para quienes trabajan en el desarrollo de proyectos de infraestructura– ha desarrollado guías para la adaptación al cambio climático y la creación de resiliencia física en activos y sistemas de infraestructura. Propone abordar por fases el proceso, entendiendo que en todas hay elementos sustanciales de la contratación. Las fases que propone son: i) políticas y planes; ii) orden de prioridades; iii) factibilidad y preparación; iv) financiación y fondeo; v) diseño; vi) proceso de contratación; vii) construcción; viii) operación y mantenimiento; y ix) ciclo de vida del activo y de sus materiales.

En términos generales, la normativa colombiana permite cumplir con las recomendaciones del documento citado, pero es necesario asegurar la voluntad política, las capacidades institucionales, tanto de la organización como del talento humano, las guías y los documentos estándares para implementar estas prácticas.

En primer término, es necesario revisar el Plan Maestro y el orden de prioridades de las obras de infraestructura de transporte identificadas desde la perspectiva del crecimiento de la demanda, de la vulnerabilidad de los activos frente al cambio climático y del estado del mantenimiento de estos. Los sistemas de infraestructura requieren ser fiables y para eso requieren diseño, operación, mantenimiento y financiamiento adecuados.

Esta revisión puede dar lugar a las fases i y ii propuestas en Infrastructure Pathways, pues permite avanzar en la revisión de políticas y planes, y establecer el orden de prioridades de acuerdo con el criterio de sostenibilidad que para el efecto defina el gobierno nacional. Esta revisión debe asegurar nuevas aproximaciones a la contratación de la infraestructura de transporte para asegurar los criterios de sostenibilidad, resiliencia, gobernanza y transición justa. En el orden de prioridades hay que tener presente los objetivos de sostenibilidad y resiliencia fijados en la política pública.

En la fase de factibilidad y preparación es necesario desarrollar las especificaciones luego de establecer con claridad la naturaleza y alcance del proyecto, su localización, definir las intervenciones. En este punto la mirada costo-beneficio, los análisis de las inversiones requeridas y los beneficios sociales son muy relevantes para luego calcular el valor de la resiliencia del proyecto. Las decisiones de fondeo y financiación están asociadas con la disponibilidad de recursos y el apetito de inversionistas, lo cual tiene un impacto decisivo en la forma de contratación del proyecto. En el diseño son tomadas las decisiones de las especificaciones de la infraestructura, las cuales son sustanciales para el diseño del proceso de contratación, particularmente en la selección y ejecución del contrato.

En la fase de contratación se materializa la adquisición de derechos sobre la tierra, materiales, servicios y equipos, se obtienen los permisos y autorizaciones, y se pone a prueba la licencia social de proyecto. Esta fase no ocurre en un momento, sino que transcurre de forma paralela con las demás fases. Como afirmamos, estamos frente a diversos tipos, con secuencias que no son homogéneas para la selección de contratistas, necesidades de seguimiento al cumplimiento de los contratos, inspecciones de calidad, de los procesos de construcción y de sus resultados, así como las necesidades de fondeo y sistemas de seguimiento y manejo de los riesgos del proyecto. Los criterios de sostenibilidad y resiliencia son ingredientes adicionales que complejizan todavía más el panorama de los proyectos de infraestructura de transporte. Las últimas tres fases son paralelas a la fase de la contratación, construcción y operación, y mantenimiento. Es claro que es la puesta en marcha de las obligaciones para construir el activo y ponerlo en operación. El fin de la vida incluye una consideración de economía circular, que juega un papel importante en el manejo de

materiales y en la construcción. En esta fase es comprender en detalle las consecuencias de la vida útil de los materiales y de su disposición final.

La ejecución de los proyectos de infraestructura, dado su valor y el esfuerzo que requieren, necesita que los equipos responsables y los documentos que rigen su construcción y operación busquen proteger el valor del activo. En consecuencia, los actores que participan en el proyecto deben tener responsabilidades e incentivos para proteger el activo y asegurar:

- a. Implementación de medidas de seguridad y mantenimiento preventivo.
- b. Evaluación periódica del valor social y valor por dinero del proyecto, con indicadores de calidad, durabilidad y disponibilidad de la infraestructura, análisis de costos.
- c. La flexibilidad suficiente en los documentos del proyecto para asegurar la acción rápida del operador para proteger el activo sin dilaciones y garantizar a los usuarios el acceso en condiciones de seguridad.

El proyecto debe contar con una estrategia de comunicaciones para mostrar el valor de los activos de infraestructura en términos de beneficios y el poder transformador del capital público:

- a. Sistema de información que ofrezca datos concretos y de fácil comprensión del impacto de los proyectos en términos de i) empleo; ii) contratación de bienes y servicios en lo nacional regional y local; iii) tiempo de desplazamiento; iv) impuestos.
- b. Difusión de información sobre la transformación social asociada al activo de infraestructura en términos del impacto en las comunidades cercanas, el tiempo dedicado al transporte en la zona, las oportunidades de comercio, entre otras.
- c. Comunicación del manejo ambiental y social del proyecto.

Los desarrolladores del proyecto deben hacer un trabajo de transparencia activa de la ejecución de los proyectos para garantizar:

- a. Acceso a la información básica de los proyectos, utilizando las bases públicas de datos de estos.
- b. Publicación de los requerimientos de inversión pública y privada de los proyectos y su oportunidad en formatos y canales de libre acceso, y fáciles de consultar para la comunidad y el usuario.
- c. Publicación de las licencias y autorizaciones ambientales en formatos y canales de libre acceso y fáciles de consultar para la comunidad y el usuario.
- d. Información oportuna sobre las interrupciones en la disponibilidad del activo, incluyendo estimaciones de tiempo de la interrupción y consecuencias para el usuario, así como alternativas para utilizar otros activos de infraestructura de transporte.

## 4.5. Aspectos de gobernanza y transición justa en el proceso de contratación

Los grandes proyectos de infraestructura se caracterizan por ser iniciativas a gran escala que demandan considerables presupuestos de inversión y que involucran a diversos actores tanto del ámbito público como privado. Estos actores, que incluyen firmas de ingeniería y construcción, proveedores de equipos y materiales, aseguradores, entidades bancarias, inversionistas y usuarios, poseen intereses heterogéneos y ejercen un impacto significativo en la economía, afectando a una

parte considerable de la población de los países. Es por esta razón que existe un marcado interés en el proceso de contratación, la selección de contratistas y la ejecución de los contratos, ya que la economía política asociada a estos proyectos resulta sumamente compleja. A continuación, presentaremos una reflexión sobre las actividades que la infraestructura sostenible de transporte requiere en cada una de las etapas del proceso de contratación, las cuales están marcadas en la figura 8.

**Figura 8.** Actividades del proceso de contratación



**Fuente:** elaboración propia.

En la planeación del proyecto es indispensable identificar con claridad la necesidad de la inversión e identificar a los actores que pueden verse beneficiados y afectados con el mismo para lograr entender su mirada con perspectiva económica, social y ambiental. El trabajo en la planeación del proyecto con los sectores productivos, las comunidades, las autoridades y los potenciales usuarios del activo apoya el posterior plan para lograr la aceptación social y ambiental.

El proyecto debe ser el resultado de una comparación de costo-beneficio entre los proyectos disponibles y para esto es importante que en la comparación sean incluidos los beneficios netos del proyecto de infraestructura para la sociedad, en términos de competitividad, trabajo, tiempo de desplazamiento, así como sus impactos ambientales.

Es importante mostrar el análisis costo-beneficio para hacer evidente el valor del proyecto y la justificación del modelo de entrega seleccionado. Es decir, si el proyecto se ejecuta en el modelo de obra pública o de concesión, y si esta es una APP es necesario mostrar cómo el aporte patrimonial privado reduce la presión presupuestal del gobierno en el tiempo, a pesar de que el activo aparece desde el comienzo en el balance de bienes públicos.

El equipo que trabaja en la planeación estratégica de un proyecto sostenible de infraestructura de transporte debe ser interdisciplinario, con capacidad técnica y financiera, conocimiento en el manejo ambiental, financiero, asuntos sociales, de comunidades, de predios y de los procesos de licencias y autorizaciones, y debe entender la importancia de la gobernanza y la transición justa.

Es importante que sea clara la participación de cada uno de los actores, el tipo de participación, la oportunidad y el alcance, con el propósito de establecer si las decisiones pueden ser un obstáculo insuperable que hace inviable el proyecto o si es necesario encontrar una alternativa para superarlo.

Los obstáculos pueden ser de distintos tipos, por eso vale la pena establecer algunas categorías: i) obstáculos técnicos; ii) obstáculos económicos y financieros; iii) obstáculos ambientales; iv) obstáculos relacionados con el uso de la tierra; v) obstáculos asociados al clima;

vi) obstáculos asociados a los permisos y autorizaciones de gobierno nacional, regional o territorial; y vi) obstáculos sociales.

El proyecto debe tener un líder y una persona encargado de cada una de las categorías técnicas, económicas y financieras, ambientales, de predios, relativas al cambio climático, relativas a la articulación multinivel y a los aspectos sociales. Es decir, los actores de gobierno en cada una de las categorías mencionadas deben designar un *champion*, para quien el proyecto es su prioridad y participa periódicamente en las reuniones de avance del proyecto y comprende su valor. Las reuniones deben contar con un protocolo que permita hacer seguimiento para enfrentar los obstáculos y superarlos, y encender de forma oportuna las alarmas cuando el obstáculo es insuperable. También es necesario un protocolo de comunicaciones que cubra los aspectos señalados en la sección anterior. Estos son insumos para el modelo de gobernanza del proyecto, el cual debe constar en los documentos del proceso de contratación.

En la planeación debe haber una ruta clara para manejar la terminación del proyecto si los obstáculos son insalvables, entendiendo las consecuencias de su terminación en cada una de sus etapas, y la forma como debe protegerse lo construido.

Los documentos del proceso de contratación en los estudios y documentos previos deben incluir, además de lo previsto en la normativa actual: i) la identificación de la necesidad de infraestructura y su impacto en término de beneficios para la sociedad, incluyendo su valor social; ii) la reflexión sobre el liderazgo que requiere el proyecto y su ejecución, la cual debe verse reflejada en las obligaciones del contrato; iii) el análisis efectuado a las necesidades de coordinación de agentes externos e internos durante la vida del proyecto, estableciendo los compromisos en cada una de las etapas del proyecto, diseño, construcción, pruebas y operación, incluyendo el mantenimiento; y iv) el ejercicio de los obstáculos debe alimentar la identificación y manejo de riesgos.

Es recomendable que, en la fase de planeación del proceso de contratación, la ANI o la entidad que haga sus veces, incluya una revisión de la forma como tiene en cuenta cada uno de los criterios de sostenibilidad y resiliencia, y que mencione la forma cómo en la selección

y en la ejecución del contrato estos criterios se hacen exigibles y que dé cuenta de esta reflexión en los documentos previos. Por ejemplo, si el oferente recibe puntos por ofrecer un sistema de energía solar para la iluminación de la vía, es indispensable señalar las consecuencias del incumplimiento de la oferta durante la ejecución del contrato y si es una exigencia en la ejecución del contrato es necesario hacer el seguimiento, dejar clara la oportunidad para la verificación y las consecuencias de no cumplir.

Los criterios de resiliencia frente a desastres naturales y a problemas en la operación deben estar claramente establecidos en los documentos del proceso, para lo cual es necesario asegurar que las reglas del contrato permiten al concesionario reaccionar rápidamente para acometer las obras que aseguren la continuidad del servicio, estableciendo unas condiciones mínimas presupuestales para el efecto. Es importante anotar la necesidad de revisar el texto de los contratos de inter-ventoría, pues la forma de entender esta función restringe la resiliencia. Es fundamental generar las capacidades para valorar el impacto de estas flexibilidades en términos del valor por dinero del proyecto.

En la selección de la mejor oferta es necesario compar-  
rarlas, particularmente los componentes de las ofertas dirigidas a satisfacer los criterios de sostenibilidad y

resiliencia. Esto exige construir las capacidades para la elaboración de los pliegos y la evaluación, valorando los diferentes criterios y las posibilidades de oferta en cada uno de ellos.

Es posible que la figura de los métodos de selección competitivos, con precalificación y una posterior negociación, del tipo previsto en la Directiva Europea de contratación pública (Procedimiento de licitación con negociación, artículo 29 de la Directiva Europea 2014/24), y en las reglas de contratación de las agencias multilaterales sea un buen método para incorporar en la selección de contratistas los criterios de sostenibilidad y resiliencia.

El contrato debe incluir medidas específicas tendientes a la protección del activo y su valor. Esto exige una flexibilidad a la cual no están acostumbradas nuestras autoridades, por lo cual debe haber un esfuerzo en la generación de capacidades para entender el valor derivado de esta flexibilidad y para poder calcularlo y expresarlo en términos de beneficios y valores sociales. Las obligaciones posconsumo o posteriores a la liquidación del contrato deben ser identificadas e incluidas en el contrato.

## 5. Actores

Los grandes proyectos de infraestructura de transporte tienen principalmente dos grupos de poder que los impulsan, sin perjuicio de los otros grupos que se benefician de los mismos. En primer término, los sectores políticos y de la administración pública, y en segundo los sectores económicos.

La evaluación de infraestructura debe considerar al mayor número de actores posible y sus interacciones. La relevancia de los actores varía entre proyectos y en un mismo proyecto varía en el tiempo, pues sus intereses y responsabilidades cambian, y su papel frente a la sostenibilidad y la resiliencia tampoco es estable. En sistemas de infraestructura de transporte de alta complejidad y alcance, los actores principales son quienes actúan con intensidades y relevancias distintas en cada fase del proyecto:

- **Gobierno.** Responsable de establecer la política pública, definir los proyectos, el modelo de financiación y de contratación, incluyendo –para la selección de contratistas y ejecución del contrato– las consideraciones de sostenibilidad y resiliencia de acuerdo con las mejores prácticas y los estándares internacionales. El gobierno debe entregar políticas y planes, y debe establecer el orden de prioridades.
- El sector público en general, y por su naturaleza, tiene capacidades limitadas para estructurar y liderar estos grandes proyectos y concentrarse en la culminación exitosa de los mismos. En muchas ocasiones subestima los costos y el tiempo requerido para el desarrollo de los mismos y sobrestima sus beneficios. La coincidencia de la subestimación de costos y sobrestimación de beneficios afecta el análisis costo–beneficio y dificulta la toma de decisiones objetiva frente al proyecto, como la suspensión o la simple no ejecución.
- En el gobierno hay unos actores particulares que es importante identificar en el marco de la planeación estratégica y la identificación de *champions*:
  - » **Las entidades reguladoras.** Responsables de establecer las condiciones particulares

que deben cumplir los operadores públicos y privados en materia de sostenibilidad y resiliencia durante la vida de los proyectos. Es importante subrayar el papel del gobierno y particularmente de los reguladores para desarrollar capacidades en el mercado.

- » **Agencias públicas encargadas de la planeación y el diseño de los proyectos.** Estas agencias son responsables de estudiar la factibilidad del proyecto y de prepararlo, entender sus costos, los requerimientos de financiación y las oportunidades de fondeo. En la planeación y el diseño los conceptos de sostenibilidad y resiliencia deben estar presentes indicando qué, cómo y cuándo se materializan tales criterios en el proyecto. Estas agencias también son responsables del proceso de contratación, de su planeación, selección, contratación y ejecución.
- » **Agencias públicas encargadas de las licencias, permisos y autorizaciones ambientales.** Las autoridades ambientales son un actor muy significativo de la infraestructura sostenible de transporte, pues acompañan el buen desarrollo del proyecto para garantizar su construcción y operación, minimizando y mitigando los impactos ambientales, y hacen seguimiento al cumplimiento de las obligaciones impuestas en los licenciamientos y autorizaciones.
- » **Otras agencias públicas encargadas de otros asuntos relevantes para la ejecución de los proyectos** como las que lideran los procesos de consulta, las encargadas de predios, de la protección de los hallazgos arqueológicos, entre otras.
- **Concesionarios.** Los titulares de los negocios jurídicos que construyen, operan y gestionan activos de infraestructura de transporte de acuerdo con plazos y condiciones específicas. Las ventajas de la concesión frente a otras formas de entregar los

activos de la infraestructura están relacionadas con i) la superación de restricciones presupuestarias y mejor forma de acreditar en los estados financieros la inversión en estos proyectos; ii) la integración del ciclo del proyecto (diseño, construcción mantenimiento y operación), lo cual permite optimizar los recursos con una visión global e integrada; iii) eficiencia derivada de la gestión y asignación de riesgos creando incentivos para mejorar la gestión; iv) incentivos para cumplir los plazos establecidos; v) mejoras en la calidad del servicio prestados a los usuarios; vi) incentivos a la innovación; vii) reducción de los costos de transacción; viii) retorno fiscal a lo largo de la vida del activo; y ix) equidad intergeneracional al repartir el valor de la inversión en la vida útil del proyecto, sin que recaiga en una sola generación de contribuyentes. Es por esto que los concesionarios son responsables de asegurar la respuesta resiliente del activo, mantener los sistemas de información que permitan mostrar estos beneficios y los mecanismos de participación democrática en los proyectos.

- *Financiadores privados e inversionistas.* Los bancos, fondos de inversión, fondos de pensiones que invierten en proyectos de infraestructura y buscan criterios de sostenibilidad en sus objetivos de inversión. Este grupo es sustancial en el modelo de concesión.
- *Constructores.* Las compañías de construcción son actores claves en la infraestructura sostenible de transporte, pues son quienes deben cumplir con las especificaciones que permiten proteger el hábitat y la biodiversidad, usar, durante

la construcción, de forma eficiente los materiales, el agua y la energía, gestionar los residuos de construcción y mantener la calidad del aire.

- *Interventores.* La interventoría es una figura establecida en la ley colombiana para controlar, supervisar y vigilar la ejecución de los contratos de gran magnitud y por eso son actores fundamentales para la promoción de la infraestructura sostenible de transporte.
- *Comunidades.* Incluir a las comunidades en una etapa temprana es importante para comprender el impacto del activo, la necesidad de acuerdos y su alcance, y, en general, la perspectiva de quién vive, estudia y trabaja en la zona en la cual se pretende construir una infraestructura de transporte.
- *Usuarios.* La sostenibilidad y la resiliencia requieren usuarios informados de las condiciones de la infraestructura de transporte, de su disponibilidad e indisponibilidad, indicando con claridad los tiempos requeridos para hacer intervenciones y las condiciones generales de los activos.
- *Academia y centros de investigación y desarrollo.* La investigación, la innovación, el continuo desarrollo de nuevas herramientas contribuyen de manera positiva a la actualización y mejora continua de los protocolos para la gestión de activos de infraestructura.
- *Sociedad civil.* Fortalecer de manera positiva su relación con la infraestructura para garantizar su adecuado funcionamiento.



## 6. Certificaciones internacionales de infraestructura sostenible

Los sistemas de certificación de infraestructura son un conjunto de actividades para evaluar la conformidad de un activo con requisitos específicos (Pons y Sivardiere, 2002). Las certificaciones de infraestructura sostenible se distinguen por su capacidad para evaluar el desempeño económico, ambiental, social y de gobernanza. La certificación asigna al proyecto de infraestructura una calificación global para señalar el nivel de sostenibilidad a lo largo de su ciclo de vida. Para esto, generalmente, establecen una serie de indicadores o parámetros de evaluación, donde la calificación final, en la mayoría de las certificaciones, se calcula de dos formas: i) la suma directa de las puntuaciones parciales obtenidas, o ii) la suma ponderada. En ambos casos, la calificación final facilita la comparación de resultados entre diferentes proyectos (León, 2018).

El surgimiento de las certificaciones ha sido, en gran medida, impulsado por las instituciones que financian infraestructura a nivel global. Estas certificaciones son clave en la planeación, diseño, estructuración, construcción, implementación y desmantelamiento de proyectos de infraestructura. De igual manera, no solo son herramientas esenciales para avanzar hacia una economía con bajas emisiones de carbono y contrarrestar los problemas ambientales (Losos y Fetter, 2022), sino también generan señales y confianza a los diferentes actores del ecosistema (gobierno, banca multilateral, inversores privados, sociedad civil) sobre la sostenibilidad del proyecto de infraestructura. De otra parte, sirven como instrumento para impulsar la sostenibilidad en la industria, así como para implementar y comunicar las mejores prácticas en este ámbito.

En respuesta a la creciente demanda de infraestructura sostenible a nivel mundial (Bhattacharya et al., 2019a) ha llevado a establecer sistemas de certificación tanto globales como regionales, lo cual permite una mayor adaptación de los criterios de evaluación

en sostenibilidad a las necesidades específicas del sector infraestructura (León, 2018). En consecuencia, las certificaciones permiten generar confianza en los inversionistas institucionales y privados, pues señalan que el proyecto cumple con altos criterios de calidad y sostenibilidad de la industria. Así mismo, posibilitan la adecuación de criterios considerando el contexto donde se desarrolla el proyecto.

En el sector de infraestructura, hay una variedad de certificaciones de sostenibilidad con enfoques y dimensiones diferentes. Por ejemplo, la certificación BREEAMinfra (antes CEQUAL), fundada en el 2003, es pionera en esquemas de certificación en materia de sostenibilidad. En los últimos años han surgido otras iniciativas destinadas a promover un enfoque unificado para identificar y definir proyectos de infraestructura sostenible, de calidad y/o “verdes”. Ejemplos de estas iniciativas incluyen a FAST-Infra (financiamiento para acelerar la transición-infraestructura sostenible) y a Blue Dot Network (BDN), las cuales se centran en apoyar la búsqueda de capital privado para la inversión en infraestructura sostenible y de calidad. Además, sirven como señal en el mercado por su énfasis en la transparencia y el acceso a la información (Losos y Fetter, 2022).

En esta sección se identifican los esquemas de certificación como mecanismo para promover y reconocer la sostenibilidad en los proyectos de infraestructura de transporte y se analizan a la luz del Modelo 3+ para examinar su coherencia con la industria de infraestructura de transporte de Colombia y su propósito de sostenibilidad.

El desarrollo del Modelo 3+ (ver sección 3 del presente documento) responde a la necesidad de ajustar diversas características físicas y operativas de la infraestructura de transporte en Colombia. En primer

lugar, el modelo considera las dimensiones ambientales, centrándose en la minimización de este impacto durante las etapas del ciclo de vida de la infraestructura, lo cual cubre i) la gestión, evaluación y mitigación de los efectos sobre los ecosistemas circundantes, y ii) la adopción de prácticas de eficiencia de recursos (energía, agua y materiales) con la implementación de prácticas de economía circular. En segundo lugar, las dimensiones sociales del Modelo 3+ abordan la interacción entre la infraestructura, las comunidades locales y los usuarios, con especial atención en la participación comunitaria, el respeto por los derechos humanos, la preservación cultural, protección de pueblos indígenas, la inclusión social, el enfoque de género y la generación de beneficios tangibles para las poblaciones afectadas. En tercer lugar, el modelo se centra en garantizar la viabilidad financiera a largo plazo de los proyectos de infraestructura, lo cual implica evaluar cuidadosamente los costos, impacto y valor por dinero a lo largo del ciclo de vida del activo, así como la rentabilidad y la gestión del riesgo.

La metodología empleada en este capítulo comprendió un análisis crítico de diez certificaciones internacionales de infraestructura sostenible. El objetivo fue determinar cuáles abordan de manera más exhaustiva los criterios de sostenibilidad en los ámbitos ambientales, sociales, de gobernanza y de resiliencia. Este análisis incluyó los lineamientos de infraestructura verde vial para Colombia y las especificaciones de contrato tipo de la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI); y, finalmente, las certificaciones fueron analizadas a la luz del Modelo 3+ y su aplicabilidad en el contexto colombiano.

En los hallazgos más importantes, se identifica el papel de las certificaciones en la evaluación del riesgo del inversionista y de los grupos de interés que participan, puesto que el cumplimiento de criterios de sostenibilidad en sus pilares ambiental, social y de gobernanza, implica la garantía de la adopción de buenas prácticas en el diseño, ejecución y operación de los proyectos. Esto permite asegurar que estos cumplan con la normativa nacional y con acuerdos y normas internacionales, tales como el Acuerdo de París y las metas globales de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Lo anterior puede incidir en una mayor movilización de inversión privada hacia proyectos de infraestructura dados los menores riesgos asociados a los proyectos sostenibles.

Este análisis revela que las certificaciones abordan de manera exhaustiva los criterios de sostenibilidad, incorporando aspectos específicos de resiliencia y gobernanza, mientras que la normativa nacional, si bien aborda asuntos similares, puede mejorar en profundidad y alcance. Por ejemplo, en la normativa nacional, en el aspecto social, hay un foco de consulta previa, salud y seguridad ocupacional, generación de empleo, entre otros, pero no cubre aspectos relacionados con equidad y justicia social. Por otro lado, la gobernanza en las fases del proyecto no es incluida con indicadores robustos, y hace falta esfuerzos para que este pilar sea transversal al desarrollo de la infraestructura nacional. En la misma línea, en temas ambientales la normativa se concentra el proceso de licenciamiento ambiental y su cumplimiento, y en las compensaciones del proyecto, pero en los pliegos base no hay mecanismos para proteger el hábitat, la biodiversidad y reducir emisiones, fijando métricas concretas. Aunque la inclusión en la normativa del documento de lineamientos de infraestructura verde (LIVV) es un avance importante; existe aún la necesidad de elevar los mínimos de la normativa colombiana para cumplir con estándares internacionales en sostenibilidad de manera holística.

Certificaciones como Envisión, SURE o IS-SCHEME abordan de manera holística variables de sostenibilidad, en las cuales hay componentes de protección y gestión de la biodiversidad, temas relacionados con la resiliencia, los cuales son importantes para el desarrollo de la infraestructura sostenible en Colombia, entendiendo la riqueza natural del país, la vulnerabilidad de los ecosistemas a eventos naturales o producidos por el cambio climático.

En este mismo sentido, la implementación del modelo 3+ se perfila como una herramienta estratégica para avanzar en la adopción de certificaciones y abordar los temas críticos que enfrenta el país en materia de infraestructura sostenible. Las certificaciones, al establecer estándares claros y verificables, desempeñan un papel fundamental en la generación de confianza hacia las instituciones y actores que financian la infraestructura. Estos mecanismos no solo aseguran el cumplimiento de criterios de sostenibilidad, sino que también mejoran la capacidad de los proyectos para atraer capital a largo plazo, al reducir riesgos percibidos y minimizar incertidumbres en el desarrollo y operación de estos proyectos.

## 6.1. Estado del arte en certificaciones de sostenibilidad

Las demandas de la sociedad han evolucionado hacia un enfoque más integral que abarca la eficiencia económica, la reducción de emisiones de carbono, la mitigación de impactos ambientales y la promoción de la equidad social, lo cual ha llevado a que la implementación de normas y estándares globales sea imperativa (Losos y Fetter, 2022). En consecuencia, revisar el estado del arte de las certificaciones internacionales de infraestructura sostenible e intentar incluir su propósito en las diferentes etapas de ejecución de proyectos de infraestructura.

La construcción de infraestructuras sostenibles y de alta calidad aún no se está haciendo al ritmo necesario, especialmente en países en vías de desarrollo. Más allá de la necesidad de voluntad política y de la inversión que requiere, hay obstáculos relativos a la gran cantidad de estándares que evalúan diferentes criterios, lo cual hace difícil identificar cuál está mejor alineado con el proyecto a ejecutar, es financieramente viable y tiene bajos riesgos en términos ambientales, sociales y de gobernanza. Además, se requiere transparencia en cuanto a la financiación y garantías de retornos económicos sólidos a lo largo del ciclo de vida de un proyecto (Losos y Fetter, 2022).

En los últimos años han surgido numerosas certificaciones de sostenibilidad que establecen normas voluntarias para la evaluación de aspectos sociales, económicos y medioambientales de los proyectos de infraestructura. Estas evaluaciones son llevadas a cabo, en su mayoría, por terceros independientes, lo que garantiza más objetividad y credibilidad en los resultados (Sanchez, 2021). El ritmo de adopción y desarrollo de estas certificaciones ha sido rápido, impulsado por un cambio de conciencia global en relación con el medio ambiente y la responsabilidad social.

En la actualidad, hay más de cincuenta certificaciones distintas en diversos países, incluyendo Estados Unidos, el Reino Unido, Australia y la Unión Europea, quienes lideran la creación de estos estándares (Sanchez, 2021). En este documento nos concentramos en diez certificaciones que desempeñan un papel fundamental para movilizar capital público y privado para la ejecución de proyectos de infraestructura sostenible, brindando seguridad a los inversionistas y garantizando que los criterios de sostenibilidad sean parte integral de su desarrollo. Estas certificaciones tienen un impacto global en el ámbito de la infraestructura.

## 6.2. Identificación de certificaciones de sostenibilidad de infraestructura

Las certificaciones representan un importante hito en el impulso de prácticas ambientalmente responsables en la industria de la construcción y desarrollo de infraestructura. Entre las certificaciones se encuentran: i) BREEAM Infraestructura (anteriormente CEEQUAL), ii) Greenroads, iii) Greenpave, iv) GreenLITES, v) Envision, vi) IS-SCHEME, vii) SURE, viii) INVEST, ix) Blue Dot Network, y x)

FAST-Infra. Adicionalmente, existe la organización GRESB. La figura 9 muestra la evolución de estas certificaciones en el tiempo, desde sus orígenes, remontándose al 2003 (Muench, S. T., Anderson, J., y Bevan, T., 2010; Torres-Machi, C., Chamorro, A., Yepes, V., y Pellicer, E., 2014; León Arévalo, K. Y., 2018; Cabrera Eraso, S., 2021; Losos, L., y Fetter, R., 2022).

**Figura 9.** Línea de tiempo de certificaciones internacionales de infraestructura sostenible



**Fuente:** elaboración propia.

La siguiente tabla presenta una selección de certificaciones relacionadas con la infraestructura, con énfasis en la audiencia a la que están destinadas, una breve descripción de sus características más importantes, y el país de origen.

**Tabla 2.** Audiencia y propósito de las certificaciones internacionales de infraestructura sostenible y de la organización GRESB

Certificación	Audiencia objetivo	Características generales	Origen
<b>BREEAM Infrastructure</b>	Ingenieros civiles	Fomenta y promueve el logro de un alto desempeño económico, ambiental y social en <b>todas las formas de ingeniería civil</b> a través de la identificación y aplicación de mejores prácticas. Evalúa <b>ocho categorías distintas</b> , cada una de las cuales recibe un puntaje expresado en porcentaje de cumplimiento de (BREEAM, 2022)	Reino Unido
<b>Greenroads</b>	Agencias, consultores y contratistas	Cuantifica prácticas sostenibles asociadas con <b>el diseño y la construcción de carreteras</b> . Es una métrica de desempeño que otorga puntos por elecciones/prácticas sostenibles aprobadas (Muench et al., 2010). Evalúa <b>12 requerimientos obligatorios y 49 opcionales</b> , distribuidos en 6 diferentes categorías (Cabrera, 2021)	Estados Unidos
<b>Greenpave</b>	Ingenieros, consultores y contratistas	<b>Evalúa pavimentos de hormigón y asfalto</b> , se basa en los sistemas de certificación LEED, Greenroads y GreenLITES, adaptados a las prácticas utilizadas en Ontario (MTO, 2010; Chan et al., 2012). Su objetivo es fortalecer el diseño y selección de alternativas de mantenimiento sustentable mediante la <b>evaluación de tecnologías de diseño de pavimentos, materiales y recursos, energía y atmósfera</b> , y procesos de innovación y diseño (Torres et al., 2014)	Canadá
<b>GreenLITES</b>	Ingenieros, consultores y contratistas	Evalúa <b>proyectos de diseño, operación y mantenimiento de carreteras</b> . Sus principios se basan en la certificación Greenroads y la certificación LEED de edificios y considera criterios como el uso de materiales reciclados, uso de productos sustentables en la maquinaria y renovación de arcenes para la seguridad de peatones y ciclistas (Torres et al., 2014).	Estados Unidos

Certificación	Audiencia objetivo	Características generales	Origen
<b>Envision</b>	Promotores, planificadores, operadores y constructores	Fomenta una <b>mejora total y necesaria del rendimiento sostenible y la resiliencia de la infraestructura física</b> , ayudando a las partes interesadas en la infraestructura a realizar inversiones más rentables y eficientes en cuanto a recursos y adaptables a largo plazo (Envision, 2018).	Estados Unidos
<b>IS-SCHEME</b>	Planificadores, diseñadores, constructores, propietarios, operadores e inversores	Busca promover la sostenibilidad de la infraestructura al proporcionar orientación a los planificadores, diseñadores, constructores, propietarios, operadores e inversores para tomar decisiones que optimicen el medio ambiente, resultados sociales y económicos de la infraestructura. Los resultados se logran y validan mediante una evaluación y verificación basada en evidencia. El esquema de calificación tiene una puntuación de 100 puntos, con 10 puntos de bonificación disponibles para la innovación (ISCA, 2018)	Australia
<b>SURE®</b>	Propietarios, contratistas y financiadores	Pretende ir más allá de servir como una herramienta de mitigación de riesgos centrada en los desafíos críticos de sostenibilidad en el desarrollo de infraestructura mediante la creación de valor para la sociedad, la economía y el medio ambiente. En particular, el estándar SuRe® tendrá el poder de aprovechar el potencial de la infraestructura como motor del desarrollo sostenible, contribuyendo al logro y medición de los diecisiete Objetivos de Desarrollo Sostenible. Se otorgan diferentes niveles de certificación (SuRe® Bronce, SuRe® Plata y SuRe® Oro) dependiendo de la puntuación del proyecto (SURE®, 2021).	Suiza
<b>INVEST</b>	Las organizaciones de planificación, las agencias de transporte local y otras	Herramienta web voluntaria, autodirigida y gratuita, que califica la sostenibilidad para carreteras, abarca planificación y políticas, desarrollo de proyectos y operaciones y mantenimiento. Proporciona cuatro módulos de puntuación para que los tomadores de decisiones puedan evaluar sus planes, proyectos y programas.	Estados Unidos
<b>Blue Dot Network</b>	Inversionistas, gobiernos y desarrolladores	Proporciona una señal confiable a los inversores, las comunidades y otras partes interesadas de que un proyecto está alineado con los estándares acordados internacionalmente para la inversión en infraestructura de calidad, y ayuda a movilizar capital público y privado a través de certificación de proyectos de infraestructura alrededor de sus diez elementos, y así dar seguridad de la sostenibilidad de un proyecto de infraestructura y reducir la brecha de financiamiento (Losos, 2022).	Australia, Japón y los Estados Unidos (OCDE)
<b>FAST-Infra</b>	Inversionista	La certificación se basa en estándares, marcos y taxonomías existentes para crear un marco integral y un conjunto de criterios de sostenibilidad. Aplicable a nivel mundial para proyectos/activos de infraestructura que demuestran un desempeño de sostenibilidad positivo significativo. Está diseñado para permitir a los desarrolladores y operadores mostrar el impacto positivo de un activo de infraestructura y atraer inversores que busquen activos que contribuyan positivamente a resultados sostenibles. Evalúa cuatro "dimensiones" de la sostenibilidad: ambiental, social, gobernanza, adaptación y resiliencia. Cada "dimensión" incluye una serie de "criterios" (FAST-infra, 2020).	Francia
<b>GRESB</b>	Bancos, financiadores, organizaciones multilaterales	Proporciona la base para informes sistemáticos, puntuación objetiva y evaluación comparativa entre pares de la gestión ESG y el rendimiento de los activos de infraestructura en todo el mundo (GRESB, s.f.).	Países Bajos

Fuente: elaboración propia.

Las iniciativas mencionadas han sido lideradas por instituciones de los Estados Unidos, el Reino Unido, Australia, Países Bajos, Suiza y Francia, a través de los ministerios de transporte y las organizaciones multilaterales como la OCDE, junto con asociaciones dedicadas a la ingeniería y la sostenibilidad. La academia también ha sido crucial en la creación de certificaciones, como la Universidad de Harvard con la contribución al esquema de certificación de Envision.

La mayoría de las certificaciones se ha diseñado para los grupos responsables de las actividades de planeación,

diseño y construcción de proyectos de infraestructura. No obstante, la creación de algunas de ellas por parte de entidades gubernamentales y organismos de control, como Green LITES y Greenpave, se centra en asegurar el cumplimiento de los más altos estándares en los proyectos. Además, hay certificaciones como FAST Infra y Blue Dot Network, que tienen como objetivo principal movilizar recursos hacia el sector, para reducir los riesgos económicos, ambientales y sociales de los inversionistas al proporcionar un entorno más seguro y confiable para quienes invierten en proyectos de infraestructura.

### 6.2.1. Alcance de las certificaciones

La literatura revisada para esta investigación muestra el alcance de aplicación de las certificaciones previamente identificadas en término de tipo de infraestructura que contemplan. En el contexto de infraestructura vial, se han desarrollado certificaciones como Greenroads, GreenLITES, Greenpave e INVEST, que tienen el objetivo de elevar los estándares de prácticas sostenibles relacionadas con el diseño y la construcción de infraestructura vial. Por otro lado, existen otras certificaciones con un alcance más amplio que se aplican en diversos proyectos de infraestructura, como la infraestructura aeroportuaria, ferroviaria, servicios públicos, puertos, telecomunicaciones, agua y energía (ver la figura 10).

**Figura 10.** Alcance de las certificaciones de infraestructura sostenible

		BREEAM Infrastructure	Greenroads	Green pave	GreenLITES	Envision	IS-SCHEME	SURE	INVEST	Blue dot Network	FAST-infra	GRESB
Tipo de infraestructura	Vías	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Aeropuertos	●				●	●	●		●		●
	Servicios Públicos	●				●	●	●		●	●	●
	Ferroviario	●				●	●	●		●	●	●
	Puertos	●				●	●	●		●		●
	Telecomunicaciones	●				●	●	●		●		●
	Agua	●				●	●	●		●		●
	Energía	●				●		●		●	●	●

**Fuente:** elaboración propia.

Las diez certificaciones analizadas contemplan el sector de infraestructura vial dentro de su alcance de aplicación. Las certificaciones de BREEAM, Envisión, IS-SCHEME, SURE, GRESB y Blue Dot Network son las certificaciones que mayor alcance tienen en términos de tipo de infraestructura, las cuales incluyen el sector aeroportuario.

La siguiente figura 11 muestra que las certificaciones de Envision, Blue Dot Network, FAST-infra y GRESB abarcan todas las fases del ciclo de vida del proyecto, que

incluyen la planeación, el diseño, la construcción, la operación, el mantenimiento y el cierre o desmantelamiento. Esto significa que estas certificaciones tienen una cobertura amplia y son capaces de evaluar la sostenibilidad en todas las etapas del proyecto. Este enfoque integral es fundamental para medir la sostenibilidad en este tipo de proyectos, pues implica que los aspectos sostenibles se consideran de manera global y no solo en etapas específicas.

**Figura 11.** Alcance de las certificaciones en el ciclo de vida de los proyectos de infraestructura

	Planeación	Diseño	Construcción	Operación	Mantenimiento	Cierre
BREEAM Infrastructure	●	●	●			
Green roads		●	●		●	
Greenpave	●	●	●		●	
GreenLITES	●	●	●			
Envision	●	●	●	●	●	●
IS-SCHEME	●	●	●	●	●	
SURE	●	●	●	●	●	
INVEST	●	●	●	●	●	
Blue Dot Network	●	●	●	●	●	●
FAST-Infra	●	●	●	●	●	●
GRESB	●	●	●	●	●	●

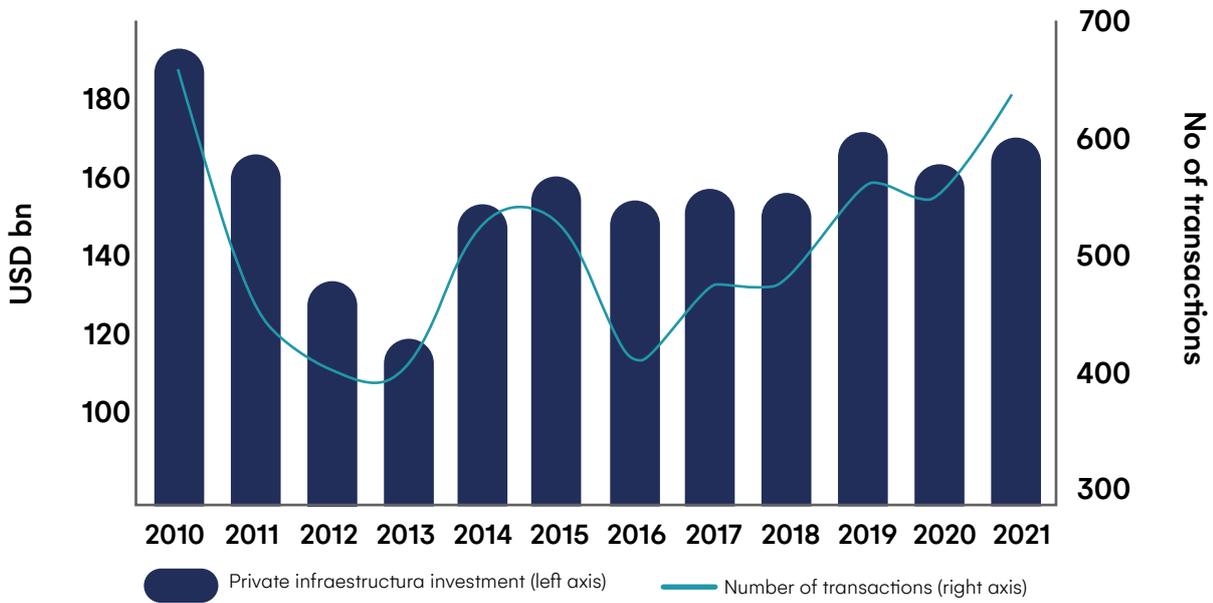
**Fuente:** elaboración propia.

## 6.2.2. Movilización de inversiones para el sector de Infraestructura

Global Infrastructure Hub, en su reporte de Infrastructure Monitor (2022), afirma que la inversión privada en proyectos de infraestructura ha sido un tema de interés clave en la última década, especialmente en el contexto de la pandemia de COVID-19, que dejó huella en la economía global. En el 2021 el sector de la infraestructura tuvo una recuperación sorprendentemente reduciendo la brecha de inversión en infraestructura, aunque aún

está 0,3 % por debajo de los niveles del 2019 (ver la figura 12). Esta recuperación fue impulsada, en gran medida, por el crecimiento en regiones fuertemente impactadas durante la pandemia, como Oceanía, América Latina y Asia, lo cual no oculta el estancamiento prolongado en la inversión privada en infraestructura que ha persistido durante ocho años consecutivos.

**Figura 12.** Inversión privada en proyectos de infraestructura en mercados primarios



**Fuente:** Global Infrastructure Hub (2022).

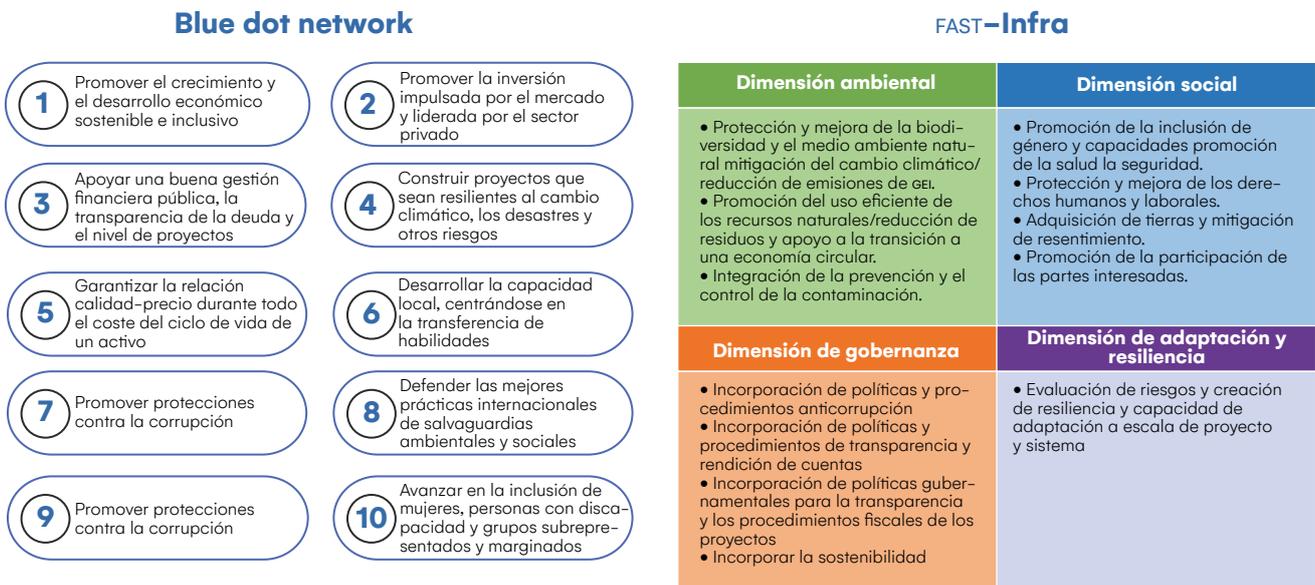
Este reporte también menciona que la brecha entre la inversión privada en países de ingresos altos y aquellos de ingresos medios y bajos se ha ampliado significativamente, con una caída del 8,8 % de la inversión en los últimos. En el 2021, el 80 % de la inversión privada en proyectos de infraestructura se concentró en países de ingresos altos, mientras que solo el 20 % llegó a países de ingresos medios y bajos. A pesar de que la tendencia a la baja en la inversión en infraestructura en los países de ingresos medios y bajos comenzó antes de la pandemia, esta crisis exacerbó aún más la disparidad en los niveles de inversión.

Las certificaciones diseñadas más recientemente, Blue Dot Network y FAST-Infra, tienen como objetivo implementar un estándar superior para fomentar un mejor progreso en la infraestructura, especialmente en naciones de ingresos moderados y bajos. FAST-Infra y Blue Dot Network se esfuerzan por establecer una meta estándar de reconocimiento mundial para facilitar más inversión del sector privado en proyectos de infraestructura

sostenible y de calidad, en especial en países de ingresos moderados y bajos. Su enfoque radica en la creencia de que los inversionistas institucionales, en particular aquellos con enfoques ESG, cuentan con suficientes recursos para cerrar la brecha en infraestructura sostenible, pero destinan una cantidad limitada de fondos a proyectos de infraestructura, particularmente en economías emergentes y en desarrollo, debido a su incapacidad para distinguir fácilmente qué proyectos son verdaderamente sostenibles y de alto nivel (Losos y Fetter, 2022).

Por otro lado, el objetivo de Blue Dot Network centra en los promotores de proyectos de infraestructura y los propietarios de activos. Las dos certificaciones buscan establecer un proceso de evaluación de infraestructura que resulte atractivo para los desarrolladores de proyectos. Para Blue Dot Network, en particular, la aceptación por parte de los desarrolladores de proyectos se considera esencial para el éxito de sus iniciativas (Losos y Fetter, 2022).

**Figura 13.** Comparativo de Criterios Blue Dot Network y FAST–Infra



**Fuente:** adaptado de Losos y Fetter (2022).

El alcance de FAST–Infra aborda una gama amplia de asuntos dentro del pilar de consideraciones ambientales. FAST–Infra engloba otros tres pilares: consideraciones sociales, fomento de la resiliencia y gobernanza de la infraestructura, aspectos fundamentales para el desarrollo sostenible de la infraestructura (Losos y Fetter, 2022).

Blue Dot Network tiene un alcance aún más amplio, pues incorpora los cuatro pilares tratados en las dimensiones

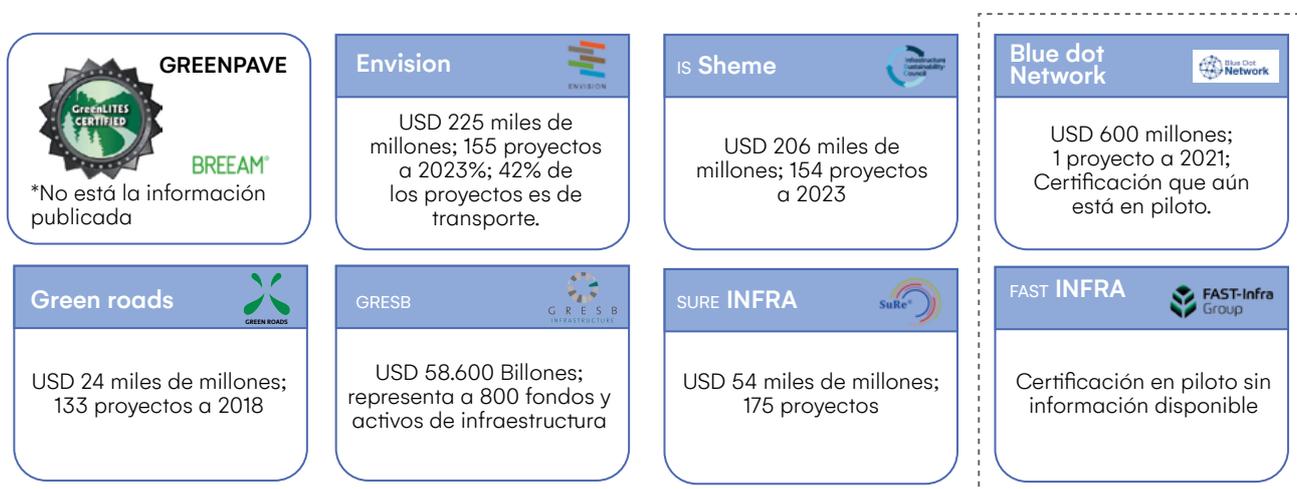
de FAST–Infra, junto con algunos criterios adicionales bajo el pilar de gobernanza de la infraestructura, los pilares de crecimiento y desarrollo sostenible y eficiencia económica. Los elementos de Blue Dot Network reflejan los seis principios de inversión en infraestructura de calidad (QII, por sus siglas en inglés).

Blue Dot Network y FAST–Infra aún se encuentran en desarrollo y no hay mucha información al público en general que profundice sobre cada uno de sus criterios y pilares.

## 6.2.3. Inversiones a nivel mundial relacionadas con otras certificaciones

La figura 14 muestra las inversiones que han sido objeto de las certificaciones internacionales revisadas.

**Figura 14.** Proyectos e inversiones certificadas por los labels identificados



**Fuente:** elaboración propia.

GRESB es una herramienta de evaluación comparativa y de reporte ESG para inversionistas institucionales, administradores de fondos, empresas de infraestructura y operadores de activos de infraestructura, evalúa un portafolio de activos y genera un reporte con la posición relativa de cada evaluado en la industria (GRESB, 2023). Al realizar una comparación de valor de los activos certificados, excluyendo la influencia de GRESB, identificamos tendencias significativas. Envision se destaca por su

amplio alcance, pues abarca 155 activos con un valor combinado de USD 225.000 millones en diversas ubicaciones geográficas. IS-SCHEME, centrada en Australia y Nueva Zelanda, ha certificado un total de 119 activos por valor de USD 201.000 millones. Blue Dot Network y FAST-Infra están en una fase inicial de piloto, lo cual ha limitado su impacto; sin embargo, Blue Dot Network ha certificado proyectos por USD 600 millones.

## 6.3. Análisis de los criterios de sostenibilidad evaluados por las certificaciones

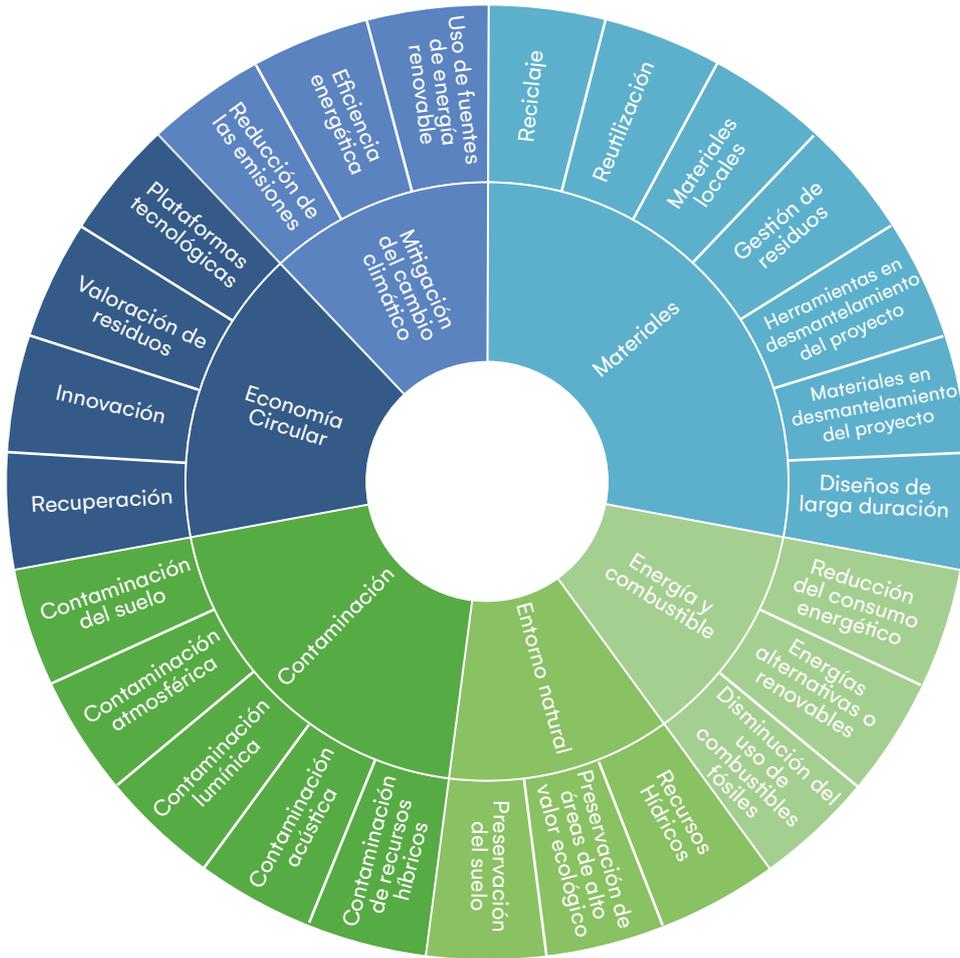
La figura 14 muestra las inversiones que han sido objeto de las certificaciones internacionales revisadas.

### 6.3.1. Criterios de sostenibilidad ambiental

La sostenibilidad ambiental busca preservar, restaurar e integrar los ecosistemas naturales y la biodiversidad, y promover el uso eficiente de recursos como energía, agua y materiales, para minimizar la contaminación durante el ciclo de vida del proyecto. La sostenibilidad ambiental contribuye a desarrollar una economía baja en carbono, resiliente y eficiente en el uso de recursos.

Los seis temas de mayor recurrencia identificados en las diferentes certificaciones son: a) materiales, b) energía y combustible, c) entorno natural, d) contaminación, e) economía circular, y f) mitigación del cambio climático. La figura 15 ilustra las categorías y los temas revisados en las certificaciones.

**Figura 15.** Distribución de temas identificados en el análisis de sostenibilidad ambiental



**Fuente:** elaboración propia.

### a) Materiales

En el análisis de materiales prevalecen aspectos como el uso de materiales reciclados, reutilizados, locales, la gestión de residuos, consideración de los materiales luego del desmantelamiento, y de los materiales de larga duración.

Las certificaciones destinadas específicamente a proyectos de infraestructura vial o pavimentos presentan un mayor nivel de detalle en cuanto a los materiales a utilizar. En algunos casos, estas certificaciones recomiendan porcentajes específicos según los tipos de materiales que se emplean comúnmente en estos proyectos.

Greenroads establece porcentajes basados en materiales particulares para la infraestructura vial, como el asfalto y la mezcla asfáltica, el cemento hidráulico, los agregados, diversos tipos de aditivos y prefabricados, así como plásticos, madera y otros materiales provenientes de señalización, postes y estructuras de tráfico. Greenpave define porcentajes de uso de materiales reciclados para la capa estructural del pavimento, dependiendo de si el material está en una capa asfáltica, de concreto o de material granular. Además, sugiere técnicas específicas, como el reciclaje en frío *in situ*, para lograr los niveles más altos de reciclaje.

GreenLITES incluye nuevos materiales, como vidrio o restos de neumáticos, pero no detallan los porcentajes de reciclaje para cada uno de ellos. En contraste, INVEST especifica los materiales adecuados para reciclar,

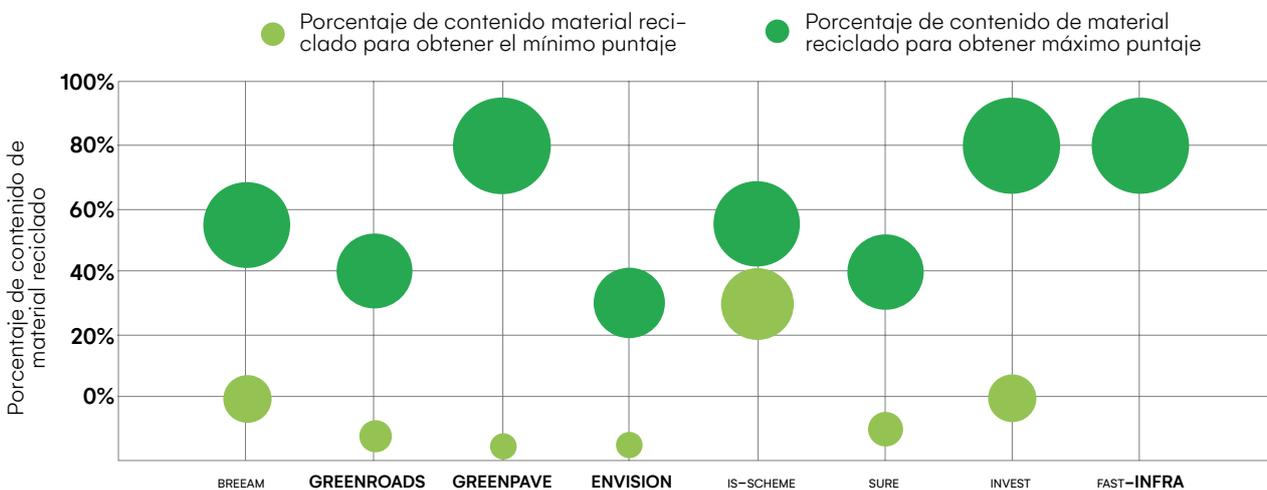
como el pavimento asfáltico reciclado (RAP, por las siglas en inglés de Reclaimed Concrete Aggregate Asphalt Pavement) o el agregado de concreto reciclado (RCA, por las siglas en inglés de Recycled Concrete Aggregate), junto con los porcentajes de reciclaje dependiendo de la estructura específica de la infraestructura vial, como aceras, terraplenes o capas de pavimento, y las técnicas de reciclaje recomendadas, como el reciclaje en caliente *in situ* (HIR, hot in-situ recycling), el reciclaje en frío *in situ* (CIR, por las siglas en inglés de Cold in-situ Recycling) y la reutilización total de la capa (FDR, por las siglas en inglés de Full Depth Reclamation).

En contraposición, la certificación BREEAM Infrastructure no aborda de forma explícita los materiales a reciclar, sino que agrupa el reciclaje de manera más general según la estructura en la que se encuentre el material, como la subbase. Finalmente, certificaciones como

Envision, IS-SCHEME, FAST-Infra y SURE, con mayor alcance en cuanto al tipo de infraestructura que cubren, no especifican los materiales permitidos, pero destacan la importancia del reciclaje y establecen los porcentajes de material reciclado total del proyecto.

Por otra parte, ocho de las certificaciones establecen umbrales de reciclaje para obtener el mínimo de los puntos posibles en este ítem y los requeridos para obtener el máximo puntaje como lo muestra la figura 16. El porcentaje de contenido de material reciclado se calcula de manera diferente en cada una de las certificaciones, debido a esto, el puntaje por porcentaje de material reciclado no es comparable entre certificaciones. Por lo anterior, es necesario consultar el contenido de cada certificación para comprender estos porcentajes.

**Figura 16.** Porcentaje de material reciclado para recibir el mínimo y el máximo del puntaje en esta categoría en cada una de las certificaciones examinadas



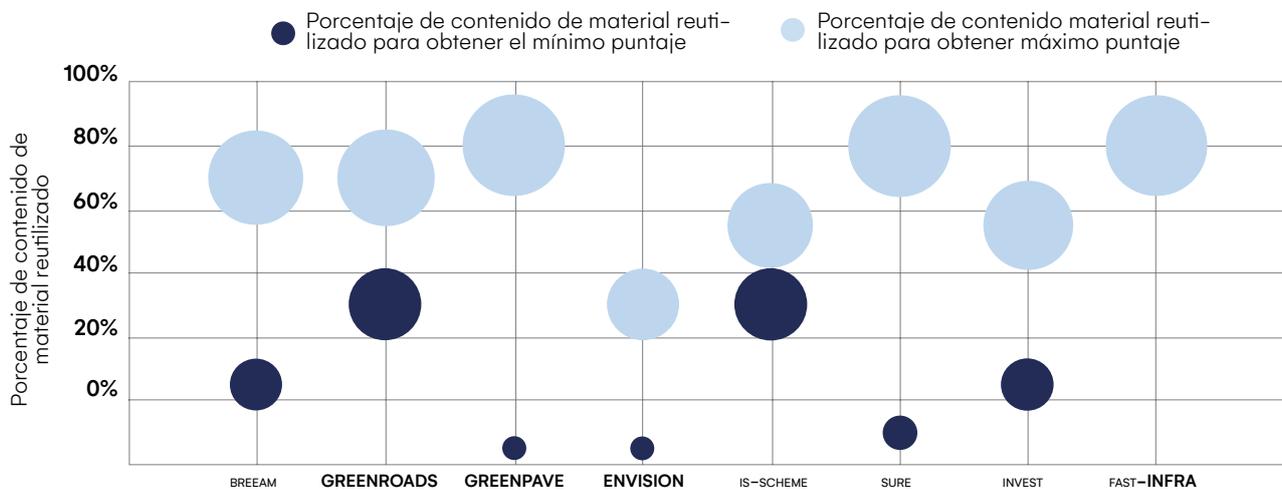
**Fuente:** elaboración propia.

La figura anterior muestra que el requerimiento en términos de contenido de material reciclado en el proyecto para obtener el puntaje máximo oscila entre un mínimo del 50 % y un máximo del 100 %, siendo este último requerido en tres de las certificaciones evaluadas. Por otra parte, el umbral mínimo de contenido de reciclaje necesario para obtener algún tipo de puntaje varía entre el 5 % y el 50 % según las certificaciones consideradas. Esto sugiere que la exigencia con respecto al reciclaje varía notablemente entre las diferentes certificaciones. Por ejemplo, en Envision, el requisito más elevado para obtener puntaje es alcanzar un contenido de reciclaje del 50 %, mientras que en IS-SCHEME este mismo valor constituye el umbral mínimo para obtener el puntaje más bajo.

Estas certificaciones dan prioridad a la reutilización de materiales en el proyecto, como el uso de mezclas asfálticas, mezclas de concreto hidráulico, materiales granulares, cimentaciones, pilares, superestructuras, entre otros. En contraste, certificaciones como BREEAM Infraestructure consideran tanto la reutilización de materiales como la de estructuras, otorgando un énfasis particular a este último aspecto. Las certificaciones Envision, Greenpave, IS-SCHEME y SURE dan importancia a la reutilización vinculada con el reciclaje y, por lo tanto, comparte los mismos criterios y límites que los materiales reciclados mencionados anteriormente. La figura 17 presenta los umbrales de contenido de material reutilizado.

Por otro lado, el enfoque en la categoría de reutilización y conservación de materiales tiene mayor relevancia en certificaciones como Greenroads, GreenLITES e INVEST.

**Figura 17.** Porcentaje de material reutilizado para recibir el mínimo y el máximo del puntaje en esta categoría en cada una de las certificaciones examinadas



**Fuente:** elaboración propia.

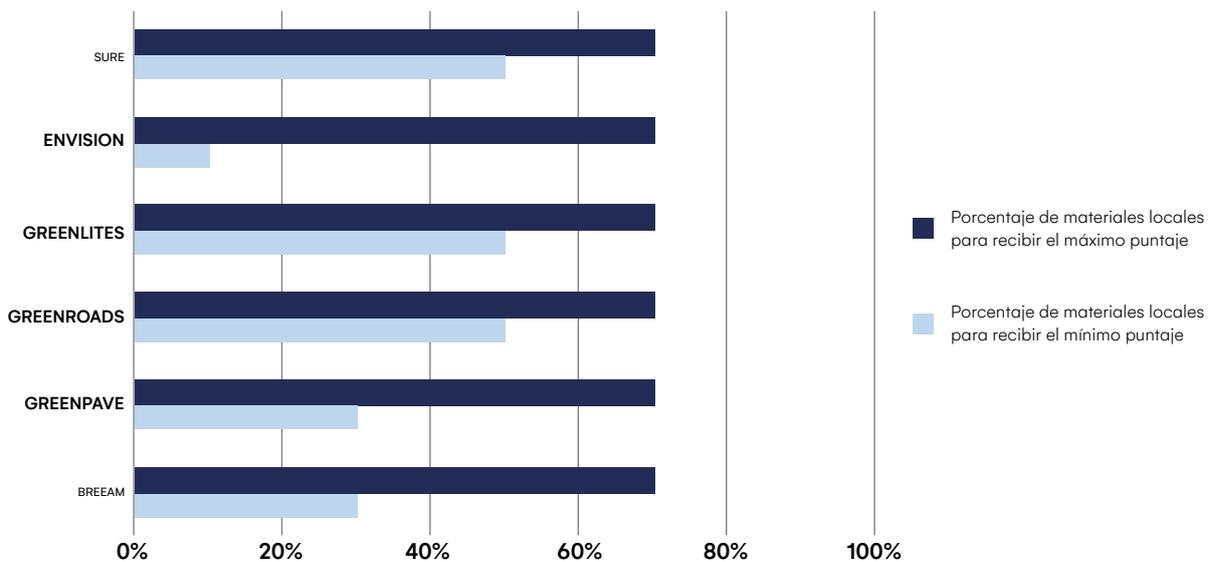
*\*Nota: los porcentajes de contenido de material reutilizado se calculan de manera diferente en cada una de las certificaciones, debido a esto, los valores no son comparables directamente entre certificaciones. Teniendo en cuenta lo anterior, se requiere consultar el contenido de cada certificación para comprender la naturaleza de estos porcentajes.*

Aunque los rangos de los umbrales mínimos y máximos son los mismos para material reciclado y reutilizado son similares, en cuatro de las certificaciones aumenta la exigencia del contenido reutilizado de 1.2 a 6 veces.

La utilización de materiales locales es esencial en todas las certificaciones, pues contribuye significativamente a reducir los impactos asociados al transporte. Certificaciones como ENVISION, BREEAM Infrastructure, Greenlites e INVEST se centran en la gestión de la remoción de suelos y los materiales excavados, estableciendo un porcentaje mínimo para su reutilización en la obra. Por otro lado, Greenroads, Greenpave y SURE son más específicos al respecto, fomentando activamente el uso de materiales locales y definiendo porcentajes en función de la proximidad al proyecto. Estas certificaciones

promueven el uso de cualquier material local, establecen el porcentaje de materiales que deben recolectarse en un rango de distancia específico con respecto al sitio del proyecto. En contraste, certificaciones como IS-SCHEME y FAST-Infra destacan la importancia del uso de materiales locales, pero no proporcionan directrices concretas sobre el porcentaje requerido ni los rangos de distancia en los que estos materiales deben ser obtenidos. Sin embargo, es importante mencionar que estos materiales deben cumplir con las especificaciones técnicas emitidas por las agencias estatales responsables de la infraestructura (en el caso colombiano el Instituto Nacional de Vías, Invías). La figura 18 muestra el porcentaje mínimo de material local con respecto al total de materiales empleado en el proyecto para que la certificación otorgue puntos.

**Figura 18.** Porcentajes de material local establecido por las certificaciones para obtener puntaje



**Fuente:** elaboración propia.

*\*Nota: los porcentajes de contenido de materiales locales se calculan de manera diferente en cada una de las certificaciones, debido a esto, los valores no son comparables directamente entre certificaciones. Teniendo en cuenta lo anterior, se requiere consultar el contenido de cada certificación para comprender la naturaleza de estos porcentajes.*

En relación con la gestión de residuos, las certificaciones examinadas recomiendan implementar planes o estrategias durante la fase de construcción. Solo cuatro certificaciones requieren una gestión continua de los residuos durante la operación del proyecto. Si bien es cierto que en la fase de construcción es en donde se genera una mayor cantidad de residuos, es recomendable tener en cuenta los residuos generados a lo largo de la vida del proyecto para garantizar una gestión responsable en todas las etapas.

En la evaluación de las herramientas utilizadas para medir el impacto ambiental de los materiales, con base en las declaraciones ambientales de productos (EPD, ISO 14025, etiqueta ambiental tipo III) y el análisis del ciclo de vida (LCA): i) Greenroads solicita EPD de los materiales a emplear; ii) INVEST, SURE y FAST-Infra solicitan LCA; iii) BREEAM Infrastructure y IS-SCHEME exigen las dos herramientas; y iv) Envision, Greenpave y GreenLITES no requieren etiqueta ni análisis.

La certificación IS-SCHEME permite complementar las EPD con etiquetas ambientales tipo I (ISO 14024), las cuales tienen estándares ambientales específicos y acreditan que un material tiene un menor impacto ambiental que otros similares en el mercado. Aunque las herramientas EPD y el LCA son de gran utilidad para informar sobre las emisiones producidas para obtener el material, pueden resultar menos intuitivas para la selección de materiales en comparación con las etiquetas tipo I, pues no indican si esos valores están dentro de los límites ambientales permitidos.

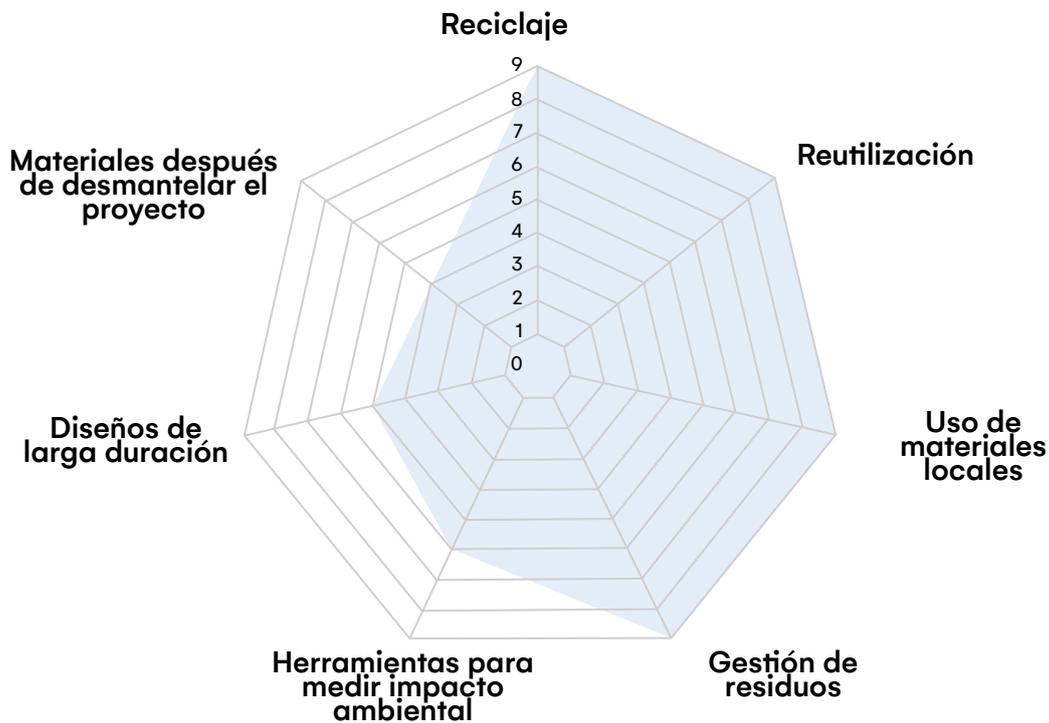
De otra parte, Envision, BREEAM Infrastructure, IS-SCHEME y FAST-Infra requieren una evaluación sobre el destino de los materiales una vez finalizado el proyecto. Es decir, menos de la mitad de las certificaciones promueve la evaluación sobre la posibilidad de reciclar, reutilizar o disponer de forma ambientalmente responsables los materiales utilizados en el proyecto. Un ejemplo notable es BREEAM Infrastructure, que ofrece puntaje de acuerdo con el porcentaje de materiales que pueden ser separados durante el desmantelamiento del proyecto y ser destinados al reciclaje o la reutilización. De forma similar, IS-SCHEME proporciona una lista de materiales fácilmente desmontados al final del proyecto, como vidrio, ladrillo,

varios tipos de plástico, entre otros, y especifica los porcentajes para obtener puntos en esta categoría. Esta práctica resulta beneficiosa, ya que asegura la continuidad de los ciclos de reciclaje al evitar la falta de registro de los componentes de los materiales utilizados en los proyectos. Además, permite que los constructores seleccionen materiales teniendo en cuenta tanto su idoneidad para el proyecto actual, como su potencial utilidad en proyectos futuros.

Greenroads, BREEAM Infrastructure, Greenpave, IS-SCHEME e INVEST resaltan la importancia de desarrollar diseños de infraestructura vial con una durabilidad prolongada. Estos enfoques contribuyen a reducir la necesidad de intervenciones en los componentes de infraestructura que componen el proyecto (por ejemplo, pavimentos, puentes, túneles y obras anexas), lo cual disminuye las actividades de rehabilitación y construcción que consumen recursos y energía. Estas certificaciones establecen los procesos necesarios para implementar el plan de diseños de durabilidad prolongada para minimizar las intervenciones en los activos viales, subrayan la importancia del mantenimiento, incluyendo, para el caso de estructuras de pavimentos, actividades específicas como parcheo, bacheo y sellado de grietas, entre otras. Greenpave menciona explícitamente los tipos de pavimentos adecuados para lograr la durabilidad prolongada, como los pavimentos rígidos o compuestos. Por otro lado, cuatro de las certificaciones no incluyen directrices específicas sobre el diseño de infraestructuras viales de larga duración. Sin embargo, hacen hincapié en la importancia de implementar planes de mantenimiento y de mejora continua para garantizar la eficiencia y la calidad a lo largo del tiempo. Todas las certificaciones resaltan la importancia del mantenimiento como una estrategia de gestión que permite extender la vida útil del activo.

La figura 19 presenta un resumen global del alcance de las certificaciones en el aspecto de materiales. 0 en uno de estos ejes significa que ninguna certificación considera este componente, mientras que 9 significa que todas las certificaciones evaluadas lo tienen en cuenta.

**Figura 19.** Cantidad de certificaciones que considera los componentes de materiales



**Fuente:** elaboración propia.

Todas las certificaciones abordan los temas de reciclaje, reutilización, uso de materiales y gestión de residuos, mientras que hay menor énfasis en aspectos como herramientas para medir el impacto ambiental, desarrollo de diseños largos y evaluación del destino final de los materiales una vez desmantelado el proyecto. Estos últimos temas son importantes porque, por ejemplo, el requerimiento de herramientas de evaluación del impacto ambiental es un incentivo para que los contratistas seleccionen conscientemente sus materiales según su impacto ambiental.

## b) Energía y combustible

Las certificaciones se concentran en la reducción del consumo energético, tanto en la fase de construcción como en la fase de operación, con un enfoque importante en el uso de energías alternativas o renovables y en la disminución del uso de combustibles fósiles.

La limitación de la información de la certificación Blue Dot Network hace que no sea posible identificar la forma cómo aborda los temas de energía y combustibles, por lo cual el siguiente análisis es sobre las nueve certificaciones restantes.

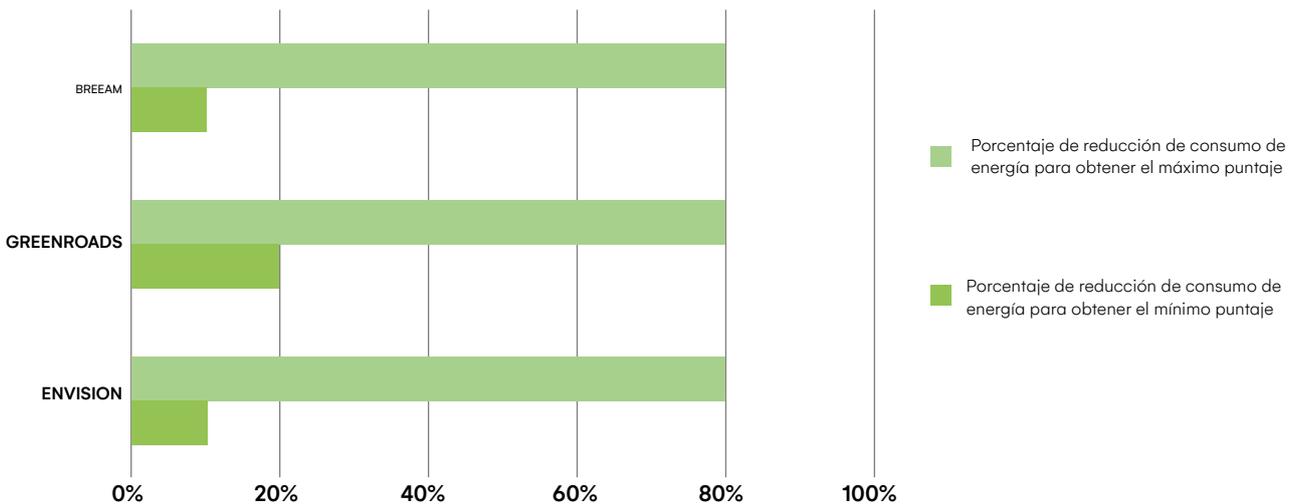
La reducción de consumo energético en la etapa de construcción está contemplada en las siguientes certificaciones: i) Envision, ii) BREEAM Infraestructure, iii) Greenpave, iv) IS-SCHEME y v) INVEST. Sin embargo, no

establecen porcentajes de reducción del consumo, pero solicitan identificar e implementar acciones dirigidas a reducir el consumo energético en la construcción.

La certificación Greenpave a) relaciona el consumo de energía con una capa específica de la estructura del pavimento, lo cual fomenta el uso de materiales reciclados o de bajo impacto energético, pues su producción requiere una menor cantidad de energía; y b) ofrece recomendaciones concretas sobre tecnologías que demandan menos energía, c) recomienda tecnologías como, entre otras, las plantas de producción de cemento certificadas por Energy Star y una distinción de calidad desarrollada por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés) para verificar la eficiencia energética (Environmental Protection Agency, 2024).

Envision, BREEAM Infrastructure, Greenpave, GreenLITES, Greenroads e INVEST consideran la reducción del consumo energético durante la operación del proyecto, para lo cual establecen el desarrollo de planes y estrategias generales. BREEAM, Greenroads y Envision son las únicas certificaciones que establecen porcentajes de reducción de consumo energético como lo muestra la figura 20.

**Figura 20.** Porcentaje de reducción de consumo energético durante la operación del proyecto



**Fuente:** elaboración propia.

*Nota: los porcentajes de reducción de consumo energético se calculan de manera diferente en cada una de las certificaciones, por esto, los valores no son comparables. Teniendo en cuenta lo anterior, es necesario consultar el contenido de cada certificación para comprender la naturaleza de estos porcentajes.*

Greenpave, SURE y FAST-Infra no toman en consideración el empleo de energías alternativas o renovables. Por su parte, GreenLITES e IS-SCHEME reconocen estrategias específicas como el uso de alumbrado público o señales de advertencia alimentadas por energía solar, alumbrado LED, paradas de autobuses operadas con energía solar, matrices fotovoltaicas y biogás a partir de residuos, junto con la implementación de luminarias eficientes. Envision y Greenroads establecen porcentajes mínimos de energía proveniente de fuentes renovables, fijando valores de al menos el 5 % y el 25 % respectivamente, con respecto al total de fuentes de energía del proyecto en la etapa de operación. El máximo puntaje en ambas certificaciones se otorga si el proyecto genera

un impacto neto positivo, es decir, si genera un excedente de energía renovable con respecto al consumo, y los beneficios ambientales superan cualquier impacto negativo relacionado con su producción y utilización. Además, Greenroads especifica que, para obtener el máximo puntaje, se debe compensar el 100 % del total de los requerimientos anuales del proyecto y generar energía para alimentar nuevamente la red en al menos el 25 % del requerimiento total de la energía anual del proyecto, pero no establece los sistemas específicos de fuentes renovables. Por último, BREEAM Infrastructure es la única certificación que establece porcentajes de ahorro derivados del uso de energía renovable durante la etapa de construcción, los cuales oscilan entre el 5 % y el 10

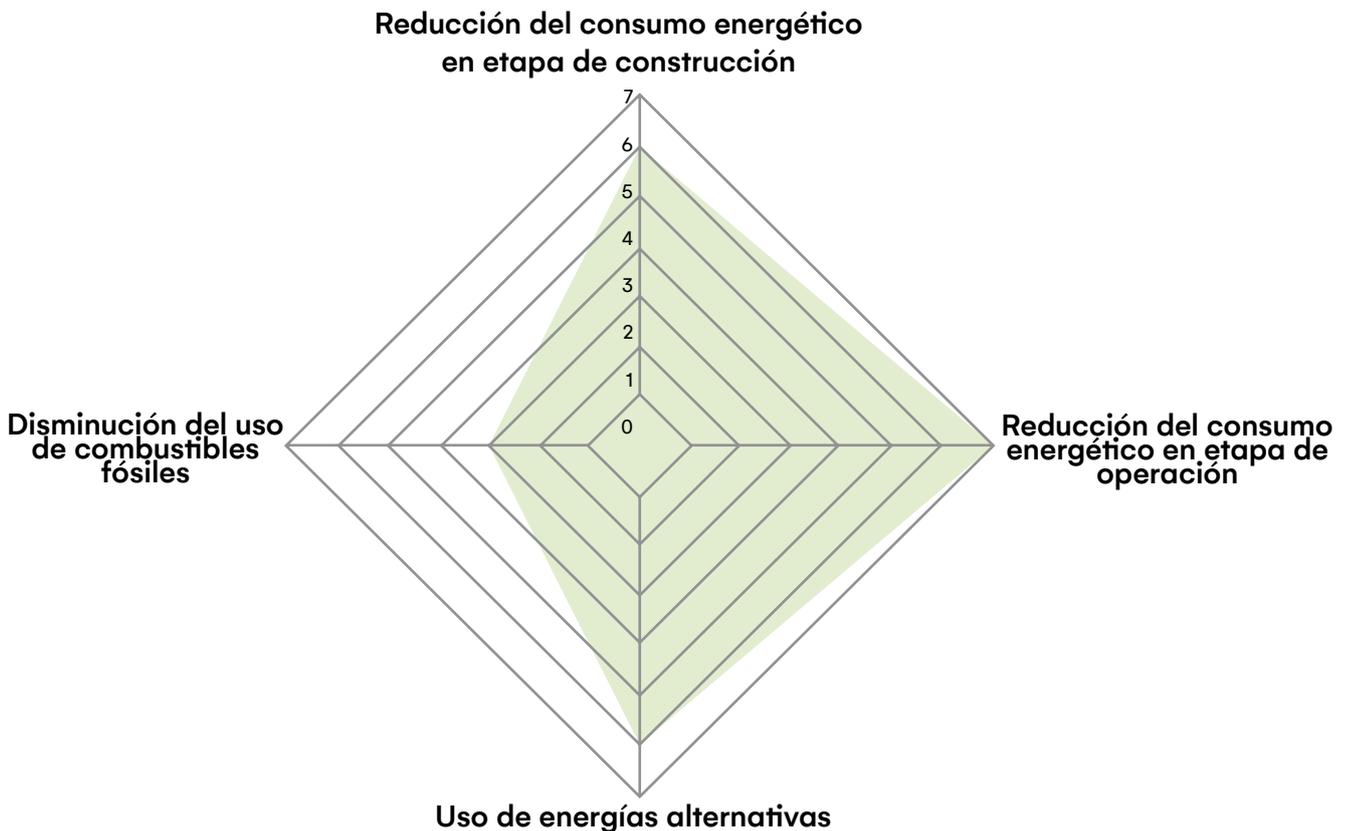
% INVEST requiere la implementación de estrategias de reducción, la adopción de medidas de desempeño, la realización de inventarios, el desarrollo de procesos de planeación del transporte y la aplicación de tecnologías de ahorro de energía.

Envision, Greenroads e INVEST otorgan puntos por el uso de combustibles alternativos como el biodiésel, biomasa, bioalcohol, celdas de hidrógeno, gas natural y biocombustibles en general. INVEST es la que más profundiza en esta categoría, además de establecer tipos de combustibles fósiles, solicita estrategias de reducción, medidas de desempeño, inventarios, proceso de planeación del transporte y tecnologías de ahorro de combustible para producir los diferentes materiales.

Las certificaciones SURE y FAST-Infra no abordan temas relacionados con energía, aunque mencionan esporádicamente la importancia de la reducción en consumo, eficiencia energética, y energías alternativas, pero no se evidencia la evaluación directa de esta área.

Una vez analizados los diferentes temas que componen el ámbito de energía y combustibles, ilustramos en la figura 21 presencia en las certificaciones. El eje hace referencia al número de certificaciones que de forma explícita aborda los cuatro aspectos considerados en este tema.

**Figura 21.** Cantidad de certificaciones que considera los componentes de energía y combustible



**Fuente:** elaboración propia.

En general, las certificaciones examinadas abordan de manera destacada la reducción del consumo energético en la etapa de operación del proyecto de infraestructura, la disminución del consumo energético en la fase de construcción y la incorporación de energías alternativas. Sin embargo, se nota una diferencia significativa en cuanto a la atención otorgada al tema de la reducción del uso de combustibles fósiles, el cual es abordado de manera más limitada en la mayoría de las certificaciones. La disminución del uso de combustibles fósiles puede considerarse un objetivo más amplio y complejo, con cambios estructurales en la economía y en la sociedad. Esto puede explicar que su inclusión en las certificaciones sea menos evidente, especialmente si se considera que la adopción de energías alternativas puede ser una solución más inmediata y práctica para reducir las emisiones contaminantes a la atmósfera.

### c) Entorno natural

El ámbito natural hace referencia a la conservación de los recursos hídricos y la reducción del consumo de agua durante la construcción y la operación del proyecto, así como la gestión de los recursos hídricos, la preservación de áreas de alto valor ecológico y preservación del suelo. Blue Dot Network desarrolla aspectos de biodiversidad y eficiencia de recursos, pero dada la poca información disponible no es posible profundizar en los temas que cubre esta característica. En caso, el análisis de esta sección se concentra en las nueve certificaciones restantes.

Las certificaciones examinadas destacan la importancia de la conservación de los recursos hídricos, la necesidad de prevenir y minimizar los impactos sobre los mismos y el deber de mantener, restaurar y compensar la calidad de los ecosistemas acuáticos. No obstante, cada certificación aborda el tema con diferentes niveles de profundidad.

Envision hace énfasis en la promoción de la educación sobre las cuencas hidrográficas para identificar oportunidades de conservación, incentiva la supervisión detallada del rendimiento del uso del agua a través de *software* y equipos especializados, y promueve la identificación de áreas de humedales y aguas superficiales susceptibles de verse afectadas por el proyecto para establecer áreas de amortiguación con dimensiones mínimas definidas de acuerdo con el tipo de proyecto de infraestructura. Esto último para desacelerar la escorrentía, atrapar sedimentos y otros contaminantes en cercanías del proyecto.

Greenroads e INVEST establecen acciones específicas, como la selección de vegetación que no requiera grandes cantidades de riego, la reducción de la escorrentía de las aguas pluviales para evitar afectar los cuerpos receptores de agua, la preservación de los receptores, incluyendo su conexión hidrológica, la calidad del agua y el transporte de sedimentos.

BREEAM Infrastructure, IS-SCHEME, Greenpave, INVEST, GreenLITES, SURE y FAST-Infra reconocen la importancia de la conservación de los recursos hídricos, pero se centran en el tratamiento de contaminantes y en la gestión del agua. Estos aspectos se abordarán más adelante en el documento.

Envision, Greenroads, BREEAM Infrastructure, IS-SCHEME y SURE consideran la reducción del consumo hídrico en la etapa de construcción, establecen acciones concretas como la identificación de prácticas de consumo y estrategias para la reducción del consumo, junto con el desarrollo de planes y políticas para el efecto, pero no fijan valores específicos de la reducción.

Envision, Greenroads, IS-SCHEME y SURE incentivan el no uso de agua potable durante la construcción, fomentando alternativas como el uso de agua no potable, reutilizada, reciclada y aguas pluviales. IS-SCHEME es la única certificación que establece valores de referencia, en donde menciona como máximo puntaje una reducción del consumo de al menos un 30 % en comparación con el caso base establecido por los equipos del proyecto. El caso base es aquel utilizado como referencia para medir la mejora del rendimiento que se quiere alcanzar, con lo cual se puede tomar como caso base bien sea el sistema existente que el proyecto sustituirá, o un proyecto de alcance y tamaño similar, o códigos, estándares o requisitos existentes.

La reducción del consumo de recursos hídricos durante la etapa de operación es considerada por Envision, Greenroads, BREEAM Infrastructure, IS-SCHEME, SURE, e INVEST. Envision y Greenroads establecen la reducción de agua potable entre el 25 % y el 30 % con respecto al caso base establecido por los equipos del proyecto. Greenroads exige para alcanzar la puntuación máxima una reducción del consumo de agua potable de por lo menos el 90 %, mientras que Envision solicita que se purifique el agua desechada. IS-SCHEME no contempla puntos por reducción en el consumo de agua potable, sino del uso del agua en general, estableciendo un mínimo de reducción del 30 % con respecto a un proyecto que usa prácticas convencionales. BREEAM Infrastructure, IS-SCHEME y SURE se centran en incentivar el desarrollo de políticas, planes y objetivos que contribuyan a la disminución del consumo de agua. INVEST establece acciones específicas como el uso de agua no potable para el riego de la vegetación, considerando opciones como el aprovechamiento de agua de lluvia, aguas grises o agua no potable suministrada por agencias públicas. Estas medidas ilustran un enfoque integral hacia la reducción del consumo de recursos hídricos.

Las nueve certificaciones examinadas consideran la gestión de recursos hídricos con diferentes enfoques. Envision requiere no exceder la intensidad ni la cantidad de escorrentía durante eventos de lluvia y requiere estrategias generales para abordar este desafío, como la infiltración, la evapotranspiración y la reutilización del agua. Sin embargo, no especifica técnicas concretas para el efecto.

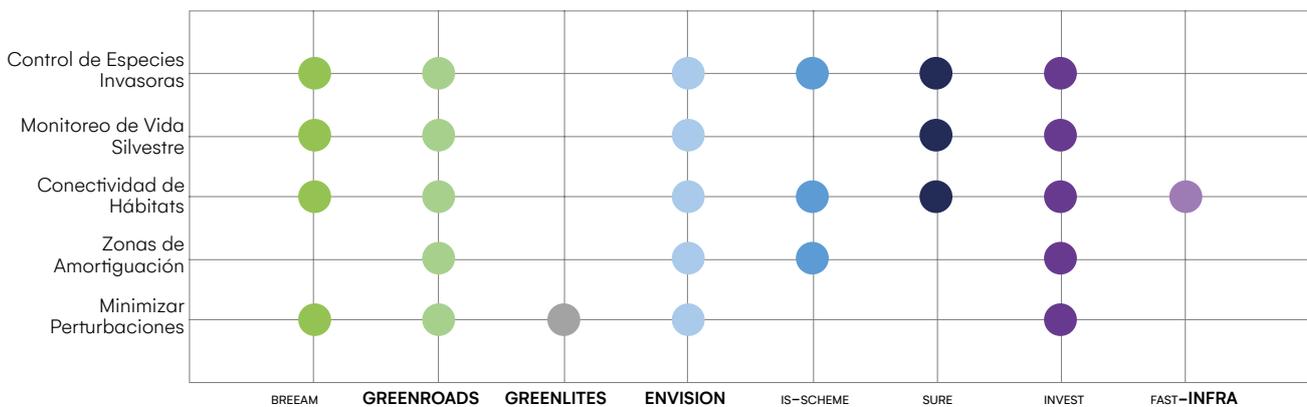
Greenpave y GreenLITES recomiendan implementar pavimentos permeables, celdas de bioretención o jardines de lluvia para reducir los volúmenes de escorrentía. Greenroads establecen acciones específicas para reducir el volumen de descarga de agua, con reducciones que varían entre el 25 % y el 75 %, mientras que INVEST requiere que se gestione al menos el 80 % del volumen total de escorrentía anual.

FAST-Infra, IS-SCHEME, SURE y BREEAM Infrastructure proponen acciones más generales, como la identificación de los recursos hídricos, consideraciones para una extracción responsable del agua y el desarrollo de métodos y estrategias para su gestión.

De las ocho certificaciones solamente Greenpave no considera el contexto de la preservación de áreas de

alto valor ecológico. Estas certificaciones resaltan la importancia de evitar, minimizar, restaurar y compensar los impactos generados por los proyectos en estas áreas y cada una de ellas evalúa distintas actividades para alcanzar el objetivo de preservación de estas zonas. En primer lugar, se destaca la identificación de las áreas de alto valor ecológico y la posterior selección de las ubicaciones del proyecto de manera que se minimice cualquier perturbación en dichas zonas. En segundo lugar, se propone el desarrollo de zonas de amortiguación alrededor de las áreas de alto valor ecológico para su protección. La tercera acción consiste en promover la conexión entre hábitats fragmentados, para fomentar la diversidad genética y preservar los procesos y componentes naturales básicos. La cuarta acción se refiere a la implementación de planes de monitoreo de la vida silvestre, subrayando la importancia de prevenir la pérdida de biodiversidad. Finalmente, la quinta acción se enfoca en el control de especies invasoras, proponiendo medidas como la prevención de la introducción de estas especies y el desarrollo de estrategias de protección y control durante la operación del proyecto, incluyendo la plantación de especies nativas. La figura 22 ilustra las actividades previamente descritas que son llevadas a cabo por ocho de las certificaciones analizadas.

**Figura 22.** Actividades relacionadas con las áreas de alto valor ecológico desarrolladas por las certificaciones



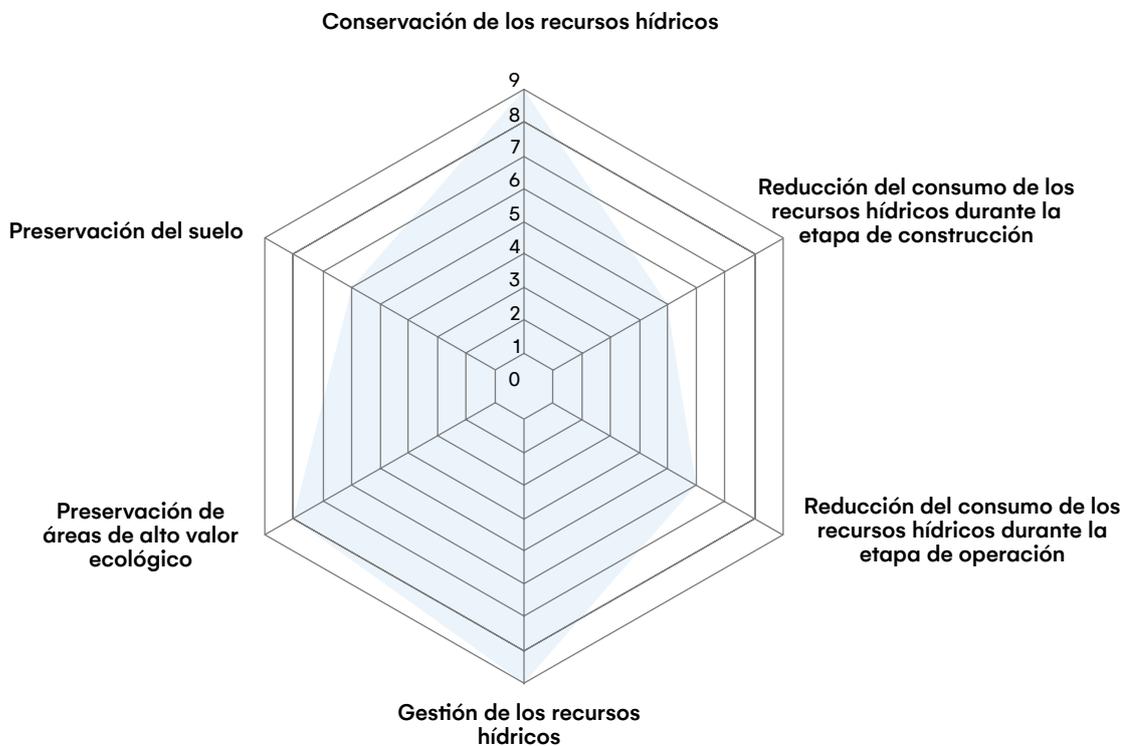
**Fuente:** elaboración propia.

En el ámbito de la preservación de suelos, con excepción de Greenpave, IS-SCHEME e INVEST, las restantes seis certificaciones, consideran este aspecto. Estas certificaciones enfatizan la importancia de conservar tanto los terrenos de alta capacidad agrícola como aquellos que no han sido desarrollados, y proponen criterios para una gestión sostenible del suelo. Envision, en particular, se destaca por incentivar la recuperación de terrenos industriales en desuso, además de desarrollar acciones generales como la formulación de planes y políticas de protección del suelo. Además, Envision, Greenroads y BREEM

Infraestructure otorgan puntaje para acciones concretas, como la restauración integral de las áreas vegetales afectadas después de la construcción, con el objetivo de que recuperen su funcionalidad previa al proyecto.

La figura 23 muestra los temas cubiertos por el entorno natural en las certificaciones analizadas. Los ejes simbolizan las nueve certificaciones evaluadas y la gráfica muestra cuántas de estas abarcan en sus modelos los seis aspectos considerados.

**Figura 23.** Cantidad de certificaciones que considera los componentes de entorno natural



**Fuente:** elaboración propia.

A diferencia de los temas de conservación y gestión de los recursos hídricos y de preservación de áreas de alto valor ecológico, que han sido abordados en gran profundidad en el análisis del entorno natural, los aspectos relacionados con la reducción del consumo de los recursos hídricos durante la etapa de construcción y operación, así como la preservación del suelo, han

recibido menos atención por los sistemas de certificación. Esto puede ser el resultado de la importancia dada por las certificaciones a aspectos más visibles y directamente relacionados con la construcción y operación de carreteras, como la conservación de recursos hídricos y la preservación de áreas ecológicamente valiosas.

## d) Contaminación

Las certificaciones examinadas incluyen la contaminación de los recursos hídricos, la acústica, la lumínica, la contaminación de la atmósfera y del suelo. Dada la limitada información de Blue Dot Network en los aspectos relacionados con la contaminación, el siguiente análisis se concentra en las nueve certificaciones restantes.

Las certificaciones analizadas, excepto Greenpave, abordan de forma explícita la contaminación de los recursos hídricos.

Greenroads establece acciones específicas para prevenir y tratar las aguas contaminadas, como el empleo de tratamientos químicos, mecanismos de eliminación biológica y procesos de filtración, dirigidos a eliminar sólidos y metales suspendidos, incluyendo plomo, calcio, cobre, zinc y otros contaminantes como aceites y metales pesados encontrados en la escorrentía del proyecto, considera la eliminación de aceites, y ofrece datos sobre la eficacia de estas medidas.

BREEAM Infrastructure y GreenLITES adoptan un enfoque más general, que consiste en la formulación y desarrollo de planes y estrategias para prevenir la contaminación y mejorar la calidad del agua subterránea y superficial de las proximidades del proyecto. INVEST establece requisitos específicos, como tratar al menos el 80 % del volumen de escorrentía para eliminar cualquier contaminante presente, mientras que SURE se enfoca en minimizar la contaminación del agua en un 20 % mediante tratamientos específicos. Envision e IS-SCHEME reconocen la importancia del tratamiento de los recursos hídricos, aunque no profundizan ni especifican acciones concretas al respecto.

Las nueve certificaciones examinadas consideran de manera integral la contaminación acústica, tanto en la construcción como en la operación del proyecto. Las acciones para mitigar la contaminación acústica incluyen la medición y evaluación del ruido durante la operación, y la implementación de estrategias y controles específicos.

Para la etapa de construcción Greenroads, BREEAM Infrastructure, IS-SCHEME, SURE e INVEST toman en cuenta aspectos relacionados con la contaminación acústica. Envision, Greenroads (que establece una reducción de decibeles de entre 3dBA y 9dBA), BREEAM Infrastructure,

GreenLITES, IS-SCHEME, SURE e INVEST incorporan medidas destinadas a reducir el impacto acústico en la etapa de operación.

Greenpave propone soluciones específicas, como la implementación de pavimentos “silenciosos” para lo cual sugiere pavimentos flexibles, el uso de mezclas de gradación abierta o modificadas con caucho o polímeros, lo que puede llevar a reducciones de entre 2dBA y 7dBA. En el caso de pavimentos rígidos, se recomienda la texturización mediante técnicas como el pulido longitudinal o el pulido de diamante, que pueden resultar en reducciones de entre 3dBA y 5dBA.

INVEST y GreenLITES proponen soluciones adicionales para infraestructura vial, como la construcción de barreras acústicas especializadas y bermas diseñadas específicamente para reducir el ruido, así como la promoción de pavimentos para mitigar la contaminación acústica en el entorno urbano.

Envision, Greenroads, BREEAM Infrastructure, FAST-Infra, IS-SCHEME, SURE e INVEST consideran la contaminación lumínica. Para el otorgamiento de puntos, estas certificaciones requieren la implementar estrategias, como el desarrollo de planes y metodologías dirigidas a mitigar dicha contaminación. La certificación Greenroads se destaca en este grupo porque establece objetivos cuantificables al fijar porcentajes de reducción de la potencia lumínica, que van desde un mínimo del 25 % hasta un máximo del 75 % con a la potencia lumínica sistema existente.

Las nueve certificaciones analizadas abordan de manera exhaustiva la contaminación atmosférica. Envision se destaca al establecer objetivos de reducción del carbono neto incorporado a los materiales, especificando un rango que va desde 5 % hasta 50 % en comparación con la línea base establecida por los equipos del proyecto. También enfoca sus esfuerzos en reducir las emisiones de gases de efecto invernadero durante la fase operativa del proyecto, fijando límites mínimos de reducción del 10 % e incentivando la consecución de una huella de carbono “negativa”.

SURE, Greenroads y GreenLITES también hacen hincapié en la reducción de emisiones durante la operación del proyecto. Greenroads, realiza una evaluación exhaustiva de las emisiones asociadas a cada etapa de la

construcción, mientras que GreenLITES promueve el diseño de soluciones innovadoras para mejorar el flujo del tráfico, para reducir las emisiones contaminantes. En cuanto a las emisiones durante la etapa de construcción, Greenroads establece porcentajes específicos de reducción que van desde el 20 % hasta el 60 % con respecto a escenarios tradicionales establecido por los equipos del proyecto.

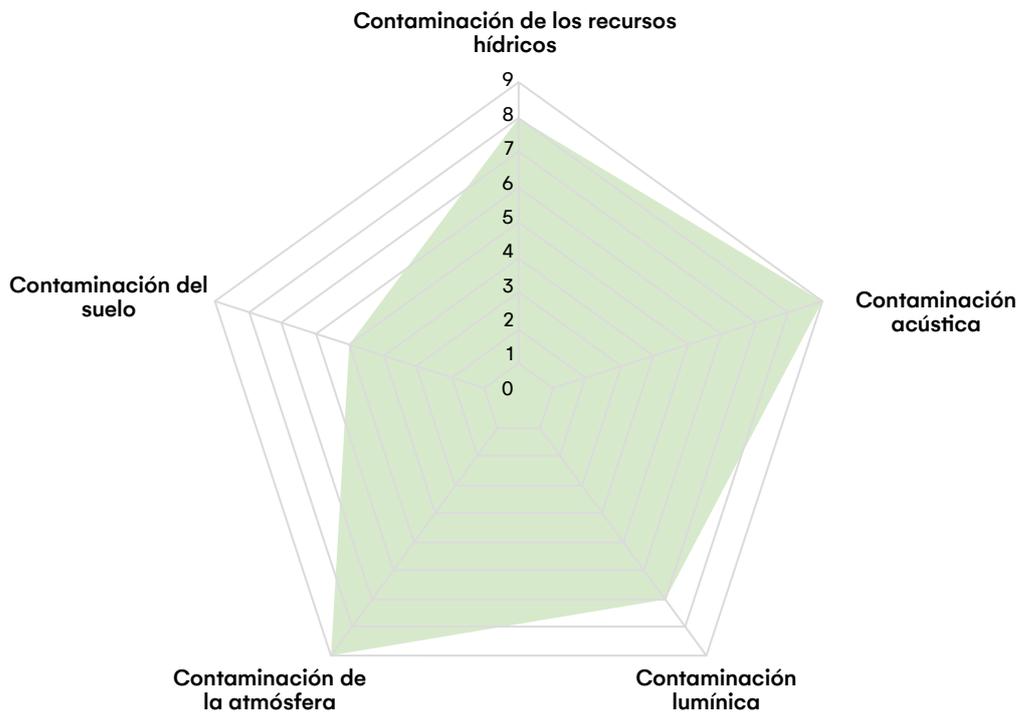
A pesar de sus diferentes metodologías, todas las certificaciones resaltan la importancia de desarrollar estrategias y controles efectivos para reducir los contaminantes atmosféricos, así como identificar y eliminar las fuentes de contaminación del aire.

La evaluación de la contaminación del suelo se aborda en cinco de las certificaciones examinadas: Envision, BREEAM Infrastructure, SURE, INVEST y FAST-Infra. BREEAM Infrastructure y SURE solicitan estudios detallados,

implementación de procedimientos de gestión, evaluación de opciones de remediación y ejecución de acciones correctivas para el control de la contaminación del suelo. Además, se observa una preocupación significativa por la contaminación derivada de fertilizantes y pesticidas, aspecto que Envision aborda incentivando el otorgamiento de puntaje si existe una formulación de políticas y programas destinados a regular las cantidades aplicadas de estos productos químicos. SURE, INVEST y Envision proponen estrategias que incluyen la selección de paisajismo que no requiera la aplicación de pesticidas y fertilizantes, así como la reducción general del uso de estos productos.

La figura 24 resume la cantidad de certificaciones que incluye en sus modelos los cinco componentes del aspecto de contaminación revisados: recursos hídricos, la acústica, la lumínica, la contaminación de la atmósfera y del suelo.

**Figura 24.** Cantidad de certificaciones que considera los componentes de contaminación



**Fuente:** elaboración propia.

La contaminación acústica, la contaminación atmosférica y la contaminación de los recursos hídricos son abordadas con mayor frecuencia, mientras que la contaminación del suelo y la contaminación lumínica no son temas atendidos por la mayoría de las certificaciones.

## e) Circularidad

La economía circular (EC) es una alternativa sistémica centrada en transformar el modelo de producción, cerrando, acotando y reemplazando la forma de crear valor en la producción de bienes y servicios. El componente de circularidad busca incluir en el modelo de negocio la gestión de residuos, el uso de materiales locales, la innovación y el uso de plataformas tecnológicas.

La certificación BREEAM Infraestructura se destaca debido a que es exhaustiva en criterios y detalle, pues hace referencia explícita a los modelos de EC, exige la implementación de al menos uno de estos modelos, es exigente en la recuperación de residuos de construcción y demolición, lo que la convierte en una opción completa para proyectos comprometidos con la EC.

FAST-Infra incluye el criterio “Residuos y apoyo a la transición a una economía circular”, marcando una diferencia con las otras certificaciones, propone usar los indicadores de EC del World Building Council for Sustainable Development (WBCSD), en los cuales hay una consideración directa de la EC en sus procesos y objetivos.

Las certificaciones tienen un componente de gestión y optimización de recursos, donde la valoración de residuos, el aprovechamiento y la disposición de residuos de construcción y demolición son factores que otorgan

puntos. En particular, algunas como SURE, Greenpave y Envision presentan aspectos de la EC como criterios no negociables.

Envision nombra explícitamente la EC y otorga puntos adicionales si esta se implementa en la categoría de innovación, lo cual demuestra un reconocimiento y valoración de la EC en el contexto de la certificación de infraestructura.

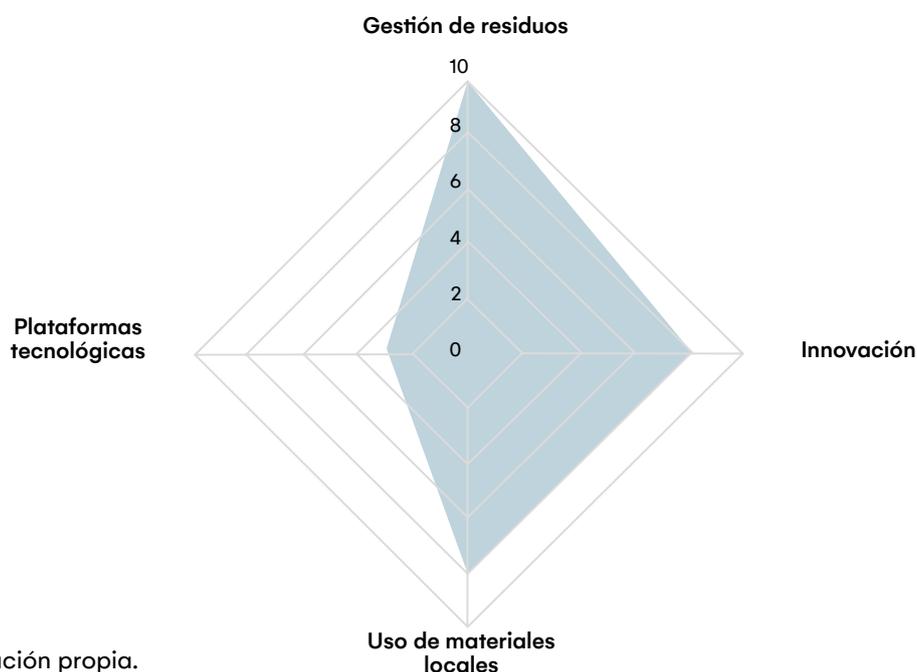
En cuanto a las plataformas de tecnologías, es importante destacar que las certificaciones no imponen el uso de un *software* específico. BREEAM Infraestructura se diferencia al facilitar la implementación de Building Information Modeling (BIM), una tecnología fundamental en la gestión de proyectos sostenibles.

Aunque Blue Dot Network no hace referencia explícita a la EC, tiene un enfoque en la gestión de recursos y coloca la eficiencia en el uso de recursos en el pilar 8 que es sobre prácticas ambientales y sociales.

La innovación en el empleo de modelos circulares y el uso de materiales locales son criterios que también son evaluados por la mayoría de las certificaciones.

La figura 25 resume la cantidad de certificaciones que incluye en sus modelos cada uno de los cuatro componentes del criterio de EC.

**Figura 25.** Cantidad de certificaciones que considera los componentes de economía circular



Fuente: elaboración propia.

## f) Mitigación del cambio climático

El cambio climático tiene una importancia creciente por la crisis y la alarma que existe y que ha llevado a responsabilizarlo de las crisis y desastres vividas en el planeta en los últimos años. El aumento de la temperatura registrado de forma alarmante para el período 2015 al 2022 (Perrin, 2023), genera una preocupación a nivel mundial y lleva a considerar la mitigación y adaptación al cambio climático en la infraestructura sostenible.

Algunas certificaciones de infraestructura sostenible han incorporado criterios destinados a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y están comprometidas con el cumplimiento de los acuerdos internacionales hacia una economía baja en carbono.

BREEAM Infrastructure tiene como objetivo general crear conciencia climática y sostenible, por lo cual incluye en su evaluación criterios para la reducción de emisiones de carbono a lo largo de la vida útil del proyecto. Para cumplir este criterio, la certificación solicita cuantificar las emisiones de GEI, establecer objetivos y metas de reducción, reportar las emisiones y el cumplimiento de objetivos establecidos. También, requieren que el plan de reducción de GEI sea certificado por un tercero independiente, que busque cumplir o mejorar las metas de reducción y en caso de ser posible alcanzar la meta de cero carbonos netos. Esta certificación también promueve el ahorro de energía para reducir las emisiones para lo cual requiere que el proyecto reduzca el consumo de energía y las emisiones asociadas a sus procesos, para lo cual se enfoca en la incorporación de fuentes de energía renovable, opciones de baja emisión de carbono y aquellas que son carbono neutral en los esquemas de construcción y operación del proyecto.

La certificación Greenpave, desde sus componentes técnicos incluye el desafío global de reducir las emisiones GEI, el cual se centra en la selección cuidadosa de materiales, procesos de producción y métodos de construcción y rehabilitación que minimizan las emisiones de GEI. Una característica clave de Greenpave es la evaluación de cada capa de la estructura del pavimento de manera individual para determinar la puntuación general en función de las emisiones de GEI asociadas a estas. Esto permite a las organizaciones y profesionales de la construcción tomar decisiones informadas para reducir su huella de carbono y contribuir a un entorno más sostenible.

GreenLITES incluye un pilar fundamental “Energía y atmósfera”, en el cual se promueve la comprensión de los impactos del cambio climático y se establecen objetivos de conservación y eficiencia energética. Esta certificación respalda proyectos que contribuyen a mejorar la calidad del aire, fomenta el uso compartido de automóviles, el transporte público y el transporte no motorizado. Para lograr estos objetivos, se han definido subcategorías que abordan aspectos específicos, como mejorar el flujo de tráfico, reducir el consumo eléctrico, disminuir el consumo de petróleo, mejorar las instalaciones para bicicletas y peatones, reducir el ruido y minimizar la luz. Estas medidas buscan no solo reducir la huella ambiental, sino también promover un entorno más sostenible y saludable para las comunidades locales.

La subcategoría “emisiones” de Envision se centra en la comprensión y reducción de emisiones peligrosas y el carbono incorporado en todas las etapas del ciclo de vida del proyecto. Aunque estas acciones pueden no tener un impacto inmediato en un proyecto específico, desempeñan un papel importante en la reducción del riesgo global y pueden beneficiar más allá de las fronteras del sitio. Esto incluye reducir el carbono neto incorporado mediante prácticas de abastecimiento de materiales sostenibles, la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero durante el proyecto y la reducción de contaminantes del aire, contribuyendo a la salud pública y al medio ambiente.

IS-SCHEME busca promover comportamientos y resultados que coloquen la reducción de la demanda de energía y las emisiones de GEI como prioridad antes de considerar la adquisición de compensaciones de carbono. En este sentido, su estructura crediticia se ajusta a una jerarquía bien definida. Primero, se enfoca en reducir la demanda de energía y las emisiones de GEI a través del diseño y la construcción, evitando la necesidad de actividades que consuman energía o generen GEI. Luego, se prioriza la realización de cualquier actividad necesaria de la manera más eficiente posible, maximizando la eficiencia energética. Cuando sea posible, se fomenta el uso de fuentes de energía renovable en lugar de fuentes no renovables. Solo como último recurso, se considera la compensación de carbono. Esta jerarquía refleja el enfoque del esquema en la reducción activa de la demanda de energía y las emisiones de GEI en lugar de depender en gran medida de compensaciones para mitigar el impacto ambiental.

SURE contempla el clima como un criterio de cumplimiento obligatorio, priorizando la mitigación y la adaptación al cambio climático, buscando que los proyectos se diseñen y operen para evitar impactos negativos en el clima y, siempre que se puedan, generen resultados netos positivos. SURE promueve la reducción de emisiones de GEI relacionadas con el proyecto, mediante la evaluación y aplicación de soluciones alternativas técnicamente factibles y financieramente viables a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Estas medidas abarcan la adopción de fuentes de energía renovable, mejoras en la eficiencia energética, reducción de emisiones fugitivas, reducción de la energía incorporada, actividades de reforestación y la reducción de la deforestación, entre otras, con el objetivo de reducir las emisiones de GEI asociadas con la prestación del servicio. Por otro lado, en el criterio de adaptación al cambio climático, se requiere que el proyecto demuestre su capacidad para resistir los riesgos y peligros identificados en escenarios realistas a lo largo de su ciclo de vida. Esto implica una evaluación basada en la mejor información disponible y la garantía de que el proyecto esté diseñado y construido para resistir las condiciones climáticas cambiantes, contribuyendo a la resiliencia frente a los impactos del cambio climático.

GRESB se enfoca en medir el desempeño de activos en términos de optimización energética por parte de las entidades. El uso de energía no solo es un costo directo, sino también una fuente crítica de impactos ambientales a nivel local, regional y global. Este indicador abarca, de manera inherente, la adopción de energías alternativas para reducir las emisiones de GEI. Asimismo, evalúa la medición de las emisiones de GEI realizada por la entidad, incluyendo las emisiones directas e indirectas (alcance 1 y 2), que se ha convertido en una práctica estándar para las organizaciones, se considera el análisis de las emisiones a lo largo de las cadenas de valor (alcance 3), y abarca el establecimiento de objetivos de emisiones de GEI, incluyendo metas para el año actual, años futuros y objetivos Net Zero, que son esenciales para la estrategia de descarbonización de una entidad (GRESB, s. f.)

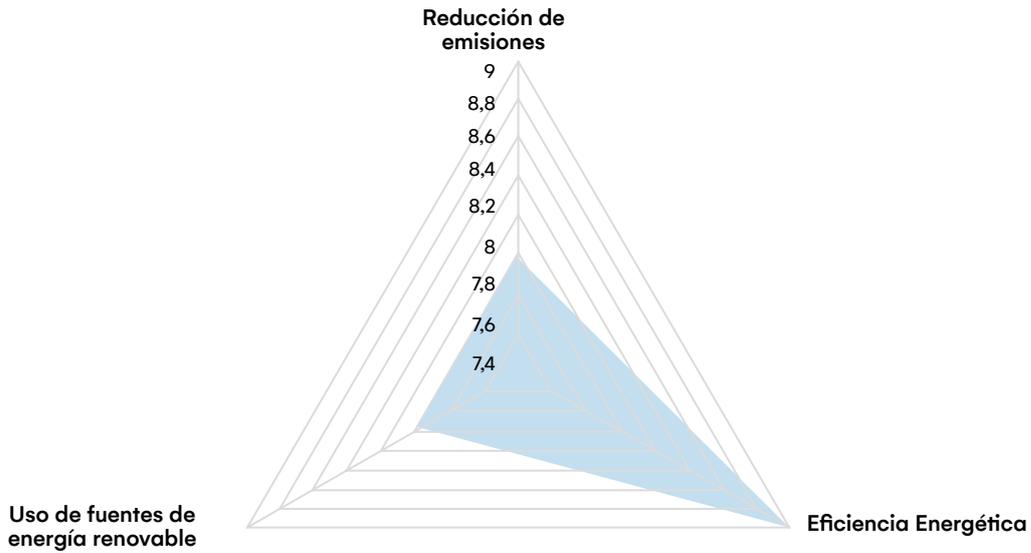
INVEST incluye una herramienta integral de autoevaluación, que busca planear, implementar y monitorear estrategias multimodales para reducir emisiones y establecer un proceso para documentar las reducciones de emisiones generadas por el proyecto, generando un triple resultado de reducir las emisiones, mejorar la calidad del aire, e influir en mejorar la calidad de vida. Por otro lado, dentro de otro de los criterios que evalúa, incluye la reducción del consumo de energía y combustibles fósiles del sector transporte, lo cual generará múltiples beneficios de sostenibilidad y respalda los principios del triple resultado al reducir el gasto en combustible, las emisiones de GEI y la dependencia energética.

Finalmente, es relevante destacar que FAST-Infra incorpora el criterio 'Mitigación del cambio climático y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)'. Este criterio busca que el proyecto contribuya positivamente demostrando la forma como evita las emisiones de GEI en comparación con una base de referencia. Hay que subrayar que la forma de evitar emisiones de GEI no debe incluir compensación de carbono adquirido.

La certificación Blue Dot Network no incluye en sus principios la reducción de emisiones de GEI, pero sí menciona la reducción de emisiones neto cero para el 2050 como parte de su objetivo global. Por otro lado, es importante mencionar que los principios no están detallados en los documentos guía actualmente disponibles.

La figura 26 muestra que nueve de las certificaciones analizadas abordan temas relacionados con la eficiencia energética, y ocho evalúan la reducción de emisiones y el uso de fuentes alternativas de energía. Es notable que, para la mayoría de las certificaciones, la mitigación del cambio climático es de gran relevancia para garantizar la sostenibilidad ambiental.

**Figura 26.** Cantidad de certificaciones que considera los componentes de sostenibilidad social



**Fuente:** elaboración propia.

*\*Nota: la figura presenta números ampliados con decimales para mayor visibilidad.*

### 6.3.2. Criterio de sostenibilidad social

La figura 27 muestra los nueve temas que en el criterio de sostenibilidad social cubren las certificaciones examinadas.

**Figura 27.** Temas identificados en las certificaciones en la categoría de sostenibilidad social



**Fuente:** elaboración propia.

Las certificaciones Greenroads y GreenLITES abordan únicamente un criterio social dentro de sus estándares, y Greenpave no incluye en absoluto criterios relacionados con aspectos sociales. Las siete certificaciones restantes por el contrario coinciden en la importancia de la participación y consulta comunitaria, reconocen el papel fundamental de la comunidad en la toma de decisiones relacionadas con proyectos de infraestructura y enfatizan en la necesidad de involucrar a diversos grupos de interés. Entre estos criterios, cabe destacar la atención en el desarrollo socioeconómico como uno de los principales impactos de los proyectos, destacándose el fortalecimiento de las capacidades locales como uno de los beneficios más significativos. De otra parte, la equidad de género y la inclusión social son aspectos relevantes abordados en seis de las certificaciones evaluadas.

REEAM Infrastructure evalúa los impactos sociales y económicos del proyecto en las comunidades locales y en otras partes interesadas, la participación y la consulta del proyecto desde sus inicios hasta su conclusión para buscar maximizar los beneficios sociales y económicos del proyecto.

Envision verifica que el proyecto se dedique a comprender y abordar las necesidades de la comunidad, centrándose en la planeación comunitaria y busca asegurar la alineación del proyecto con las necesidades y objetivos de la comunidad, garantizando así su respaldo y satisfacción.

INVEST reconoce y valora el compromiso de las agencias de transporte con la sostenibilidad y la integración de planes que respalden la visión y los objetivos de la comunidad a largo plazo, como el Plan de Transporte a Largo Plazo (L RTP). Al considerar de manera integrada estos planes, metas y visiones se promueven principios de sostenibilidad que guían el proceso de planeación. INVEST aplica estrategias sensibles al contexto, buscando alcanzar soluciones equilibradas que satisfagan las necesidades de todas las partes interesadas involucradas en el desarrollo y ejecución de los proyectos de transporte. Este enfoque holístico garantiza que las decisiones tomadas estén alineadas con los objetivos de desarrollo sostenible y contribuyan al bienestar general de la comunidad.

IS-SCHEME brinda orientación para el desarrollo de un sistema de participación de partes interesadas, considerando la identificación y análisis de su influencia en el proyecto. En el mismo pilar social, se incluye la preservación del patrimonio cultural y natural, así como la evaluación del legado positivo del proyecto en la comunidad, y destaca la importancia de definir un plan de fuerza laboral que promueva el bienestar de los trabajadores, contribuyendo al desarrollo sostenible y a la mejora de las condiciones laborales.

SURE cubre una amplia gama de criterios sociales: la participación de las partes interesadas, la protección de la fuerza laboral, los derechos humanos y el desarrollo socioeconómico. Esta certificación hace énfasis en el respeto por parte de los proyectos de la Declaración Universal de Derechos Humanos y en los mecanismos para evitar impactos negativos en la cultura y la comunidad circundante, incluidos los pueblos indígenas y grupos históricamente desfavorecidos. Se implementa la jerarquía de mitigación cuando sea necesario, abarcando la minimización, restauración y compensación, junto con la consideración del patrimonio y legado. SURE evalúa el desarrollo socioeconómico para garantizar beneficios a largo plazo en la calidad de vida de las comunidades locales, promoviendo la igualdad de género y el empoderamiento de las minorías.

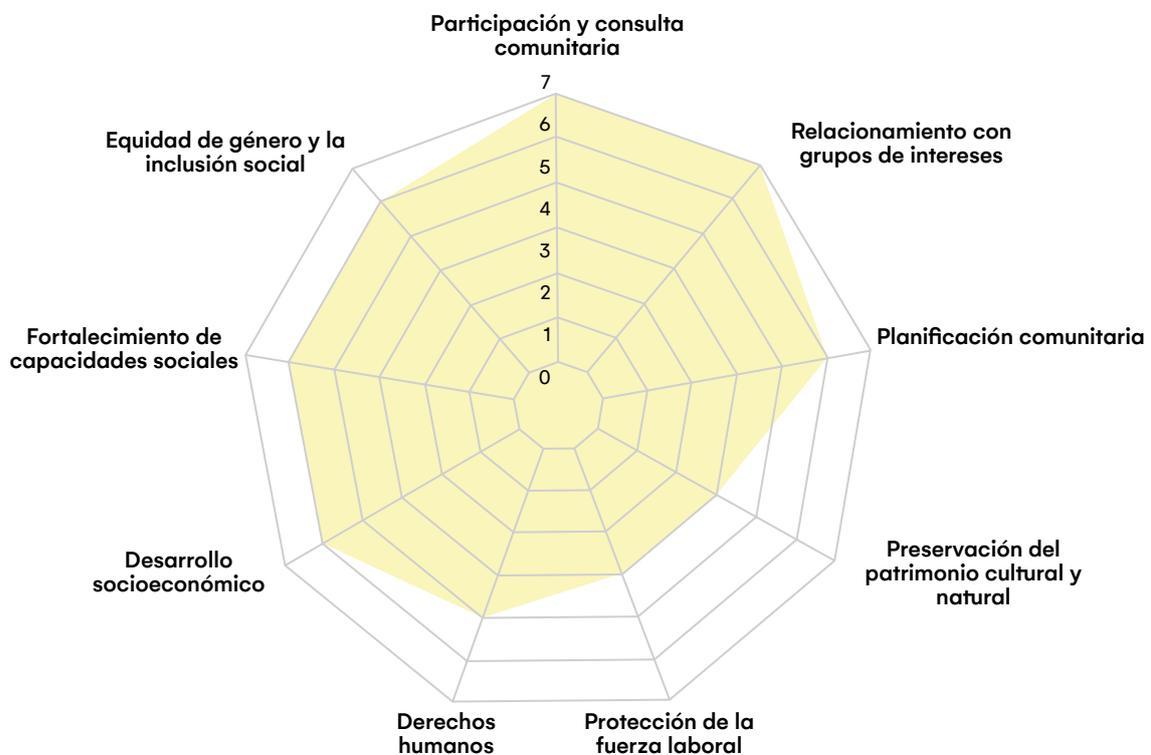
FAST-Infra tiene un enfoque integral en la equidad de género y la inclusión social en proyectos de infraestructura. Prioriza la creación de entornos laborales y comunitarios seguros y saludables, promoviendo el bienestar de los trabajadores y residentes locales, garantiza el respeto y la protección de los derechos humanos y laborales en todas las etapas del proyecto, contribuyendo a un desarrollo más justo y sostenible. Exige compromisos para mitigar impactos negativos y una transición justa en la adquisición de predios y el reasentamiento de comunidades. Fomenta la participación de todas las partes interesadas, incluidas las comunidades locales, en la toma de decisiones relacionadas con la infraestructura, asegurando mayor legitimidad y aceptación de los proyectos.

El compromiso de Blue Dot Network va más allá de la construcción de infraestructura, pues se enfoca en fortalecer las capacidades locales mediante la transferencia

de habilidades y conocimientos, impulsando el desarrollo de los mercados de capitales locales. Promueve el cumplimiento de las mejores prácticas internacionales en temas ambientales y sociales, asegurando que los proyectos cumplan con estándares rigurosos en estos aspectos. Aboga por el uso no discriminatorio de los servicios de infraestructura para promover la igualdad de acceso para todos los ciudadanos, e impulsa

activamente la inclusión de la mujer en todos los niveles de planeación y ejecución de proyectos como parte de sus esfuerzos por promover la equidad de género. La figura 28 presenta un resumen de los criterios de sostenibilidad social más relevantes identificados en las certificaciones evaluadas, junto con la cantidad de certificaciones que incluyen estos componentes destacados.

**Figura 28.** Cantidad de certificaciones que considera los componentes de sostenibilidad social



**Fuente:** elaboración propia.

### 6.3.3. Criterio de gobernanza

La gobernanza en la infraestructura hace referencia a los procesos y procedimientos para la toma de decisiones y su ejecución en este ámbito (Jaimurzina y Sánchez, 2017). Estos procesos involucran mecanismos, procedimientos, reglas y parámetros establecidos de manera formal e informal por las instituciones y los distintos agentes o actores a los que hace referencia la sección 5 de este documento, que se aplican a las acciones y a la interacción entre los actores sin importar si esta es vertical, horizontal o multinivel.

La Guía de Desarrollo de Proyectos para Proyectos de Infraestructura Módulo para Colombia desarrollada por la Embajada Británica y el DNP (DNP y Gobierno de Inglaterra, 2022), establece cuatro pilares para la gobernanza eficaz:

1. Rendición de cuentas
2. Delegación de competencias
3. Alineación
4. Divulgación

El BID, en su informe “Atributos y marco para la infraestructura sostenible”, contempla dos pilares en la gobernanza:

1. Estructura de gobierno corporativo
2. Marco integridad y de transparencia

Es claro que la gobernanza debe contemplarse de manera transversal en todas las fases y actividades que comprenden el ciclo de vida del proyecto. La figura 29 muestra los temas mencionados en la característica de gobernanza en las certificaciones analizadas.

**Figura 29.** Distribución de temas identificados en el análisis de gobernanza



**Fuente:** elaboración propia.

BREEAM Infrastructure aborda en sus criterios de gobernanza el liderazgo en sostenibilidad, la gestión responsable de la obra, la gobernanza social del personal y de la cadena de suministro, así como los costos del ciclo de vida. En estos criterios se destaca la necesidad de considerar los principios de desarrollo sostenible en la planeación, diseño y etapa de construcción del proyecto, y subraya la necesidad de integrar estos principios en los procesos de selección de diseñadores y contratistas, quienes deben incorporar mejoras en criterios sociales y ambientales. En este mismo sentido, el proyecto debe designar un coordinador y un equipo encargado de liderar el área ambiental y social, realizar el seguimiento de las estrategias y mecanismos formulados por el proyecto. Adicionalmente, esta certificación destaca la importancia de la comunicación con la comunidad, establece un código de buena conducta que exige mantener buenas relaciones con los vecinos, comunicación transparente, cuidado adecuado de las propiedades, presentación adecuada del sitio y relaciones positivas con otras partes interesadas. Por último, la organización del equipo del proyecto (cliente, equipo de diseño, contratista principal) tiene planes y políticas corporativas con respecto a las prácticas éticas y transparentes.

Envision establece que los proyectos deben involucrar una amplia variedad de partes interesadas para captar plenamente sinergias, ahorros y oportunidades para la innovación. Esta colaboración demanda un nuevo

nivel de liderazgo y compromiso por parte del equipo del proyecto, así como nuevas formas de gestionar el proceso. Por lo cual, establece un criterio denominado ‘Proporcionar un liderazgo y compromisos eficaces’. Además, Envision prioriza la planificación, para lo cual es necesario desarrollar una visión a largo plazo del proyecto para garantizar la sostenibilidad del proyecto a lo largo del tiempo, considerando aspectos como las futuras tendencias de crecimiento y los impactos del proyecto en la etapa final de su vida, entre otros. Envision enfatiza el estímulo a la prosperidad económica y el desarrollo sostenible, el desarrollo de habilidades y capacidades locales, y la realización de una evaluación económica del ciclo de vida como aspectos cruciales para asegurar el impacto positivo y duradero del proyecto en el entorno.

IS-SCHEME incorpora un capítulo dedicado a la gobernanza, subdividido en liderazgo y gestión, adquisición sostenible, resiliencia e innovación. En este capítulo, se resalta la importancia de integrar un enfoque holístico de la sostenibilidad en el proyecto o activo mediante estructuras de gobernanza y objetivos de desempeño. La creación de una cultura de sostenibilidad en toda la organización se considera prioritaria para mejorar la eficiencia y eficacia de las prácticas sostenibles implementadas, contribuyendo en última instancia a obtener mejores resultados en términos de sostenibilidad. Para poder asegurar la gobernanza de los proyectos, IS-SCHEME contempla las siguientes estrategias:

**Figura 30.** Estrategias de gobernanza del certificado IS-SCHEME



**Fuente:** adaptación de Infrastructure Sustainability Council of Australia (ISCA) (2018).

I-SCHEME también incluye la innovación y reconoce su papel clave en la economía, el desarrollo sociedad y la gestión medio ambiental. Por esto, respalda y reconoce los esfuerzos de la industria para encontrar formas innovadoras de lograr resultados sostenibles en el triple resultado y mejorar la prosperidad de la sociedad.

SURE tiene un capítulo de gobernanza en el cual promueve el uso de procesos de gestión y supervisión para mejorar los resultados de sostenibilidad y resiliencia del proyecto, incluida una mayor participación de las partes interesadas, la lucha contra la corrupción y la transparencia. Los temas prioritarios que aborda SURE son: i) la gestión y supervisión; ii) la gestión de la sostenibilidad y la resiliencia; iii) la participación de las partes interesadas; y iv) la anticorrupción y la transparencia.

En relación con el primer tema de ‘Gestión y supervisión’, la inclusión de criterios por parte de SURE en la gobernanza de un proyecto de infraestructura refleja la necesidad de una estrategia integral para garantizar su éxito y sostenibilidad. Los criterios identificados por SURE abordan la eficiencia organizacional, la competencia del equipo, el cumplimiento legal, la orientación a resultados, la gestión de riesgos, la interconectividad, la divulgación pública y la sostenibilidad financiera. La gobernanza, según SURE, se orienta hacia la creación de estructuras organizacionales sólidas, la competencia del equipo, el cumplimiento normativo, la transparencia, la gestión proactiva de riesgos y la integración efectiva de la infraestructura en un marco que garantice resultados exitosos y una base financiera sostenible a lo largo del tiempo. Estos elementos son fundamentales para la gestión y supervisión eficientes de proyectos de infraestructura, destacando la importancia de un enfoque integral para asegurar el éxito y la sostenibilidad a largo plazo.

El último tema que incluye la certificación es ‘Anticorrupción y transparencia’, reflejando un compromiso prioritario con la integridad y la rendición de cuentas en los proyectos. El criterio ‘Sistema de gestión antisoborno y corrupción’, marcado como crítico, destaca la importancia de una firme postura contra prácticas corruptas. El enfoque se centra en establecer procesos sólidos para prevenir y mitigar cualquier forma de corrupción. Además, el criterio ‘Transparencia financiera en impuestos y donaciones’ busca promover la divulgación clara de información financiera para reforzar

la confianza de las partes interesadas. Estos criterios juntos indican un compromiso integral con la ética, la transparencia y la prevención de la corrupción, fortaleciendo la integridad y confiabilidad en la gestión financiera y operativa del proyecto.

GRESB define la estructura de gobernanza como el máximo órgano de gobierno en apoyo del propósito de la organización, y cómo este propósito se relaciona con las dimensiones económica, ambiental y social. Para esto, incluye criterios de liderazgo de la dirección, gestión de políticas, gestión de informes, gestión de riesgos y la participación de las partes interesadas.

En el criterio ‘Liderazgo’ se evalúa cómo se integran los criterios ESG en su estrategia general, sus compromisos y objetivos ESG, y cómo se han asignado dentro de la entidad las responsabilidades para la toma de decisiones relacionadas con estos. Por otro lado, dentro de la gestión de políticas, se busca identificar la existencia y alcance de políticas que aborden cuestiones ambientales. Las políticas sobre cuestiones ambientales ayudan a las organizaciones a incorporar criterios ambientales en sus prácticas comerciales y a gestionar los riesgos ambientales.

La gestión de reportes es otro criterio para considerar de GRESB, pues lo que se busca es que los inversionistas institucionales y otros accionistas tengan acceso a información clara y veraz, generando mecanismos formales de divulgación. Este aspecto ayuda a evaluar cómo la entidad comunica sus acciones y su desempeño ESG.

INVEST se distingue por su enfoque exhaustivo en el análisis económico de los proyectos, lo que implica una evaluación detallada para comprender y optimizar su rendimiento financiero. Se considera esencial llevar a cabo un análisis de costos del ciclo de vida para evaluar la viabilidad a largo plazo y los impactos económicos a lo largo de la vida útil del proyecto.

Además, enfatiza en el seguimiento de los compromisos medioambientales como una práctica crucial para garantizar el cumplimiento de los estándares ambientales y la reducción de impactos negativos. La planeación integrada es otro aspecto clave abordado por esta certificación, bien sea en términos de planeación económica, desarrollo y uso de la tierra, o en la consideración del entorno natural y social. Este enfoque holístico asegura que los proyectos certificados por

INVEST no solo sean financieramente viables, sino también ambientalmente responsables y socialmente sostenibles.

FAST-Infra incorpora políticas y procedimientos anti-corrupción durante todo el ciclo de vida del proyecto, así como políticas y procedimientos de transparencia y rendición de cuentas. También aborda políticas gubernamentales para proyectos de transparencia fiscal y procedimientos, y finalmente, incluye la incorporación de políticas y procedimientos de sostenibilidad y cumplimiento. La integración de estos elementos en su enfoque de gobernanza demuestra un compromiso integral con la transparencia, la ética y la sostenibilidad en todas las fases del proyecto, fortaleciendo así su gestión y contribuyendo a resultados exitosos a largo plazo.

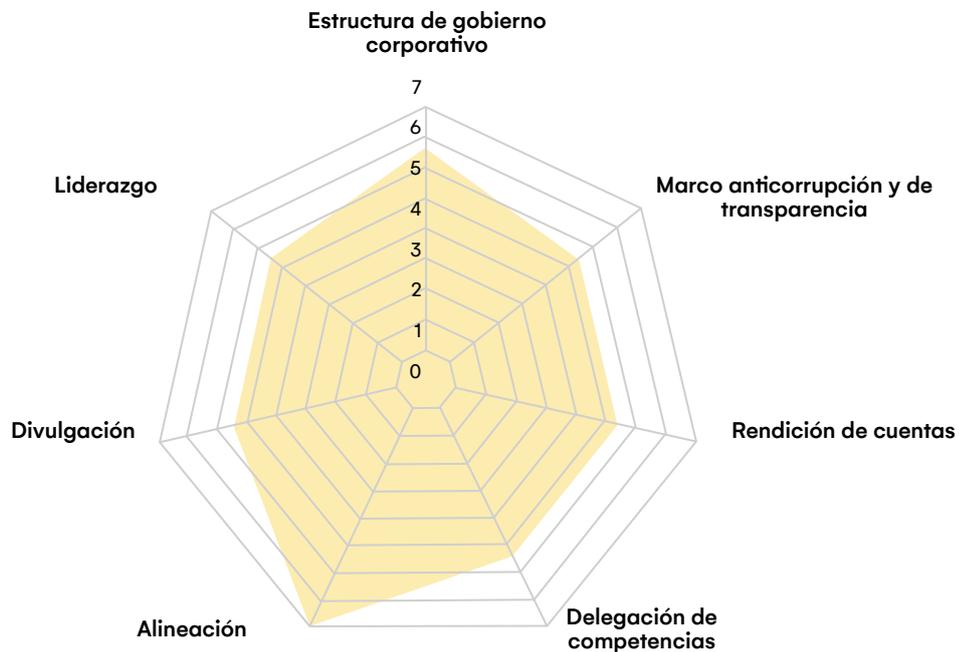
Blue Dot Network incluye criterios de liderazgo, manejo de riesgos, ética del negocio, importancia de la divulgación, cumplimiento de normativa y aseguramiento del

valor por dinero a lo largo del ciclo de vida del activo. Estos elementos, integrados en sus criterios de evaluación, reflejan un enfoque holístico que aborda aspectos clave de gobernanza y sostenibilidad. La consideración de liderazgo ético, gestión proactiva de riesgos y cumplimiento normativo contribuye a la robustez de la gobernanza del proyecto, promoviendo la transparencia y la responsabilidad en todas las etapas de desarrollo y operación.

Greenroads, GreenLITES y Greenpave no incorporan criterios de gobernanza en su desarrollo. Como se mencionó anteriormente, estas certificaciones tienen un enfoque más técnico, centrándose en el uso sostenible de materiales y el diseño de estructuras.

La figura 31 resume los criterios de gobernanza identificados y el número de certificaciones que incluyen la gobernanza en su evaluación.

**Figura 31.** Cantidad de certificaciones que considera los componentes de gobernanza



**Fuente:** elaboración propia.

En resumen, siete de las certificaciones evaluadas incluyen componentes de gobernanza en las cuales identifican estructuras de gobierno corporativo en los distintos procesos de infraestructura, así como la planeación para garantizar el desarrollo adecuado del proyecto, asegurando recursos financieros para su ejecución, mantenimiento y desmantelamiento. Además, se contempla, en gran medida, la rendición de cuentas y la implementación de marcos éticos y anticorrupción.

### 6.3.4. Criterio de resiliencia

La figura 32 ilustra los temas mencionados en relación con resiliencia y los aspectos relevantes encontrados en las certificaciones analizadas.

**Figura 32.** Distribución de temas identificados en el análisis de resiliencia



**Fuente:** elaboración propia.

BREEAM Infrastructure se enfoca en que los activos evalúen y mitiguen los riesgos a los que pueden estar expuestos. Para lograr esto, promueve que los usuarios analicen los impactos negativos relacionados con desastres naturales y el cambio climático durante la etapa de diseño. Además, insta a identificar los requisitos relevantes de resiliencia y enfatiza la importancia de desarrollar un plan de resiliencia sólido. Por otro lado, establece criterios de evaluación específicos que se centran en el control y manejo de aguas de escorrentía, lo que es fundamental para minimizar los riesgos de inundaciones. Asimismo, se preocupa por la adaptación resiliente a largo plazo frente a posibles inundaciones, lo que implica tomar medidas para garantizar la seguridad y la funcionalidad de los activos incluso en situaciones de inundación. En resumen, BREEAM Infrastructure aborda de manera integral la resiliencia en la construcción y el diseño de activos, fomentando prácticas que ayuden a reducir los riesgos y a garantizar la capacidad de resistir y recuperarse de eventos adversos, como desastres naturales y cambios climáticos.

Greenroads se enfoca en la resiliencia desde una perspectiva técnica. Evalúa aspectos específicos relacionados con el diseño de estructuras, como pavimentos y mezclas asfálticas para mejorar la resistencia y durabilidad de la infraestructura vial. Sus criterios de resiliencia incluyen la búsqueda de una vida útil más prolongada, la promoción de la permeabilidad para una mejor gestión del agua de lluvia, la minimización de la retención de calor en la superficie de las carreteras, la reducción de la contaminación acústica y el mejor desempeño en términos de durabilidad y resistencia a condiciones climáticas adversas.

Greenpave también promueve pavimentos de larga duración para reducir el impacto de la rehabilitación y reconstrucción frecuente, disminuir el consumo de energía a lo largo del ciclo de vida y mitigar las emisiones de GEI. Greenpave fomenta la utilización de pavimentos permeables y diseñados para la reducción de ruido, contribuyendo a mejorar la sostenibilidad y la resiliencia de la infraestructura vial.

Envision tiene como objetivo principal fomentar una mejora total y necesaria del rendimiento sostenible y la resiliencia de la infraestructura física, define la resiliencia como la capacidad de resistir riesgos a corto plazo, como inundaciones o incendios y la capacidad de adaptarse a condiciones cambiantes a largo plazo (Institute for Sustainable Infrastructure, 2018a). Es por lo anterior, que identifica o evalúa varios criterios como: proporcionar zonas de amortiguación de humedales y aguas superficiales, preservar las funciones de los humedales y las aguas superficiales, evaluar los riesgos y la resiliencia, maximizar la resiliencia y mejorar la integración de la infraestructura.

IS-SCHEME contempla la resiliencia dentro del criterio de gobernanza, como la mejora de la respuesta del activo ante un shock o evento de estrés, y explora el papel que desempeñan los activos de infraestructura para contribuir a la resiliencia de una ciudad, pueblo o comunidad al considerar los sistemas complejos e interdependientes que los unen (Infrastructure Sustainability Council of Australia (ISCA), 2018).

SURE nombra la resiliencia en primera instancia en el criterio de gestión y supervisión, donde el proyecto debe proporcionar evidencia de contar con un miembro de la alta dirección responsable de sostenibilidad y resiliencia. Por otro lado, en esta misma categorización incluyen el criterio “manejo del riesgo”, la necesidad de que el proyecto haga evaluaciones y gestión regulares e integrales de los riesgos actuales y futuros; incluyendo peligros naturales, riesgos ambientales, sociales, de gobernanza, políticos, tecnológicos y económicos relacionados con las fases de construcción y operación del proyecto.

SURE no solo incorpora el criterio de resiliencia en el capítulo de gobernanza, sino que también incluye un capítulo “Gestión de la sostenibilidad y la resiliencia”, donde integra estos criterios desde el núcleo de la gestión del proyecto de infraestructura. La resiliencia se integra en la gestión del activo en todas las fases una vez que se han evaluado los riesgos y la vulnerabilidad, lo que permite definir e incorporar medidas de adaptación a corto y largo plazo en el diseño del proyecto. Incluyendo, también, un sistema de monitoreo. Para SURE se requiere desarrollar un plan de emergencias que cumpla con las leyes nacionales y estándares internacionales. Los planes y medidas de respuesta deben coordinarse con las autoridades locales pertinentes.

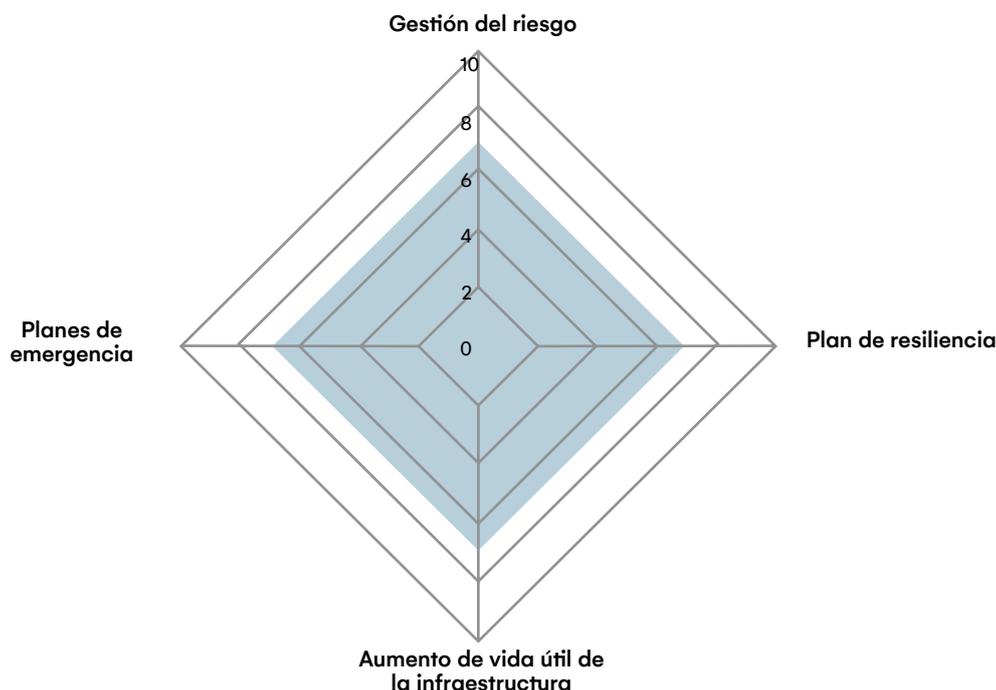
GRESB no otorga certificaciones de activos, sino que evalúa el desempeño de los activos evaluados. En cuanto al criterio de resiliencia, GRESB evalúa la “resiliencia de la estrategia ante los riesgos relacionados con el clima” como parte de su criterio de gobernanza. Integrar una comprensión de la resiliencia ante los riesgos y oportunidades relacionados con el clima en la estrategia empresarial promueve la alineación entre la gestión de cuestiones climáticas y la estrategia general de la entidad. Aunque no otorga puntajes específicos para esto en su evaluación, GRESB evalúa si los proyectos identifican y gestionan los riesgos físicos.

INVEST incorpora el criterio ‘Infraestructura resiliente en la planificación y desarrollo de proyectos’, priorizando la planificación y diseño de la resiliencia de la infraestructura. Desde una perspectiva más técnica, esto incluye el control del flujo y la calidad de las aguas pluviales, así como la implementación de pavimento permeable.

Blue Dot Network también se enfoca en la construcción de proyectos resilientes, pero su certificación se centra en el cambio climático y los desastres que resultan de él. FAST-Infra busca que los proyectos identifiquen y gestionen los riesgos naturales, los relacionados con el clima, así como los riesgos provocados por el ser humano y posibles fuentes de estrés a lo largo de su ciclo de vida. Además, promueve la incorporación de medidas adecuadas de adaptación a corto y largo plazo, y la reducción del riesgo de desastres, para disminuir la vulnerabilidad, fomentar la resiliencia y prevenir adaptaciones deficientes en la vida del proyecto en respuesta a estos riesgos. Esto incluye los cambios reales o previstos en las condiciones climáticas. La certificación también busca demostrar coherencia con las políticas, estrategias y planes de resiliencia climática a nivel nacional, sectorial, paisajístico o urbano.

La resiliencia está incluida en siete de las certificaciones evaluadas y criterios relacionados con gestión del riesgo y la búsqueda del aumento de la vida útil de estructuras son los temas que más se incluyen dentro de este aspecto. Así mismo, se da mucha relevancia a la exigencia de que los proyectos de infraestructura incluyan planes de acción dirigidos a la atención de emergencias. La figura 33 resume la cantidad de certificaciones que incluye en sus modelos cada uno de los cuatro componentes del aspecto de contaminación.

**Figura 33.** Cantidad de certificaciones que considera los componentes de resiliencia



**Fuente:** elaboración propia.

## 6.4. Análisis de certificaciones y su estado con los lineamientos de infraestructura verde vial para Colombia

En este capítulo, se llevará a cabo un análisis del estado actual de las certificaciones en relación con los lineamientos de infraestructura verde vial para Colombia (LIVV), que es el marco de referencia nacional. La revisión busca determinar el nivel de cumplimiento de las certificaciones respecto a los criterios de sostenibilidad establecidos en estos lineamientos.

La metodología empleada para este análisis se basó en un enfoque cualitativo, utilizando la herramienta comparativa contenida en el anexo 2. A través de la comparación de las diez certificaciones con los LIVV, se determinó qué criterios de las certificaciones podrían evaluar cada uno de los lineamientos. Esto permitió identificar oportunidades tanto para este documento como para las certificaciones en un contexto de un componente natural adaptado a las características de Colombia.

Los LIVV tienen como objetivo principal orientar la elaboración de planes, programas y proyectos relacionados

con la infraestructura vial, asegurando que desde las fases iniciales de su planeación se consideren aspectos ambientales y de sostenibilidad. Esto implica la inclusión de medidas en cuanto a la ubicación, trazado, diseño, ingeniería y gestión, para asegurar que la ejecución de los proyectos tenga un beneficio ambiental neto positivo. Los lineamientos establecidos, se han clasificado de acuerdo con la etapa del proceso de desarrollo de la infraestructura vial en la cual deben ser aplicados:

- Planeación estratégica sectorial
- Planeación de proyectos a nivel de prefactibilidad
- Planeación de proyectos a nivel de factibilidad y diseños definitivos
- Construcción
- Operación
- Intervención (mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento)
- Desmantelamiento

La comparación entre el alcance de las diez certificaciones en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto y los LIVV permitió crear un semáforo que indica la mayor o menor coincidencia.

Los LIVV buscan reconocer el ordenamiento territorial, los ecosistemas estratégicos y/o las áreas de interés especial, así como los componentes bióticos y de biodiversidad que actúan como restricciones para el desarrollo de los proyectos. Esto implica la integración de directrices de políticas ambientales tanto a nivel nacional como internacional para la gestión de hábitats y biodiversidad.

Los LIVV establecen la necesidad de utilizar herramientas como la evaluación ambiental estratégica (EAE), la cual es un instrumento de apoyo para la incorporación de la dimensión ambiental en la toma de decisiones estratégicas, brindando recomendaciones para que las políticas, planes, programas y el desarrollo regional, incorporen consideraciones ambientales alineadas con la visión de sostenibilidad y el desarrollo sostenible (Gómez y Gómez, 2011). También incluyen medidas de mitigación, restauración y compensación para preservar la conectividad y el adecuado funcionamiento de los servicios ecosistémicos inherentes a los ecosistemas. Estas acciones se implementan en cada una de las etapas definidas en el documento, asegurando un enfoque holístico en el desarrollo de la infraestructura vial.

Sin embargo, el enfoque del documento LIVV se centra en aspectos ecosistémicos y de biodiversidad, y no ahonda en criterios de sostenibilidad social, de gobernanza y ambiental relacionada con la optimización y gestión de recursos, la circularidad y la resiliencia, entre otros. La comparación muestra eficiencias existentes en cuanto a la gestión de la biodiversidad y los ecosistemas por parte de las certificaciones. Lo cual resalta la importancia de incluir, entre estas certificaciones, un análisis exhaustivo del territorio y las características particulares de los ecosistemas como base fundamental para planear, diseñar, construir, operar, mantener y dismantelar los proyectos de infraestructura de transporte. Integrar este enfoque holístico en las certificaciones garantiza no solo la sostenibilidad ambiental, sino también la inclusión social y una gestión eficaz, promoviendo así un desarrollo equilibrado y sostenible en el largo plazo. Los hallazgos más importantes son:

- Las certificaciones más completas en relación con los LIVV son BREEAM Infrastructure, Envision, IS-SSHEME, SURE y FAST-Infra. Estas certificaciones abarcan más de

cuarenta criterios establecidos por los LIVV. Además, se destacan por incluir criterios en todas las etapas de los proyectos, lo que garantiza una evaluación integral y exhaustiva de la sostenibilidad ambiental, social y económica a lo largo de todo el ciclo de vida de la infraestructura vial.

- Para la etapa identificada en el documento como 'planeación estratégica sectorial', cuyo objetivo es integrar consideraciones ambientales de manera holística en las políticas, planes y programas sectoriales de transporte mediante la realización de evaluaciones Ambientales Estratégicas y/o Evaluaciones Ambientales Estratégicas Regionales, la mayoría de las certificaciones no incluyen criterios específicos que aborden este aspecto. Es decir, muchas de estas certificaciones no evalúan ni contemplan el cumplimiento de estas prácticas en la fase de planeación estratégica, lo que podría representar una limitación de las certificaciones en la evaluación integral de la sostenibilidad ambiental en el sector del transporte.
- Este análisis reitera la observación sobre las certificaciones Greenroads, Greenpave y GreenLITES, pues se enfocan principalmente en aspectos específicos de la construcción y el diseño de infraestructuras viales, dejando de lado consideraciones más amplias relacionadas con la sostenibilidad ambiental, social y económica a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto.
- En los LIVV la minimización de la fragmentación de ecosistemas es un aspecto de gran importancia. Las medidas establecidas en la materia buscan garantizar la conectividad ecológica, y se incluyen mecanismos como los pasos de fauna tanto terrestres como acuáticos. Estas medidas tienen como objetivo reducir la exposición de la fauna local a impactos derivados de la fragmentación generada por proyectos de infraestructura. Es relevante destacar que, con relación a este aspecto, el 70 % de las certificaciones evaluadas incorpora este tipo de medidas en sus criterios de evaluación. Esto indica un reconocimiento generalizado de la importancia de mitigar los efectos de la fragmentación de hábitats en los proyectos de infraestructura, lo que contribuye a promover una planificación y ejecución más sostenible de los mismos.
- Esta comparación también revela que la gobernanza es un criterio débil en la mayoría de las certificaciones evaluadas. Sin embargo, es importante destacar que

este factor tampoco es fuerte en los LIVV, pues solo se aborda en dos lineamientos a lo largo de todas las etapas del proyecto: ‘Verificar la aplicación de los requisitos de gobernanza en el proceso de elaboración de estudios y diseños para la ejecución de proyectos de construcción o intervención de infraestructura carretera’ y ‘Verificar el cumplimiento de requisitos de gobernanza para la ejecución de proyectos de construcción de infraestructura carretera’. Esta observación sugiere la necesidad de concentrar esfuerzos en mejorar y profundizar el enfoque de gobernanza en el sector de infraestructura a nivel nacional. Es crucial comprender que una gobernanza sólida es fundamental para implementar y establecer de manera efectiva mecanismos y mejores prácticas en el desarrollo de proyectos de infraestructura. Por lo tanto, es imperativo trabajar en el fortalecimiento de este aspecto para garantizar una gestión más transparente, participativa y eficiente en el ámbito de la infraestructura.

- Los LIVV consideran crucial el análisis de los conglomerados viales, tanto la evaluación de las vías existentes como sus impactos directos sobre las

poblaciones humanas y el entorno físico circundante. Es fundamental evaluar los cambios que ocurren en el territorio por la construcción de estas vías y las diversas circunstancias que resultan de su desarrollo. Sin embargo, es importante destacar que este tipo de análisis detallado no está contemplado en las certificaciones analizadas. Esta brecha resalta la necesidad de ampliar el alcance de las certificaciones para abordar de manera más completa y efectiva los impactos de los conglomerados viales en el entorno y en las comunidades locales.

- La mayoría de las certificaciones no incluyen la evaluación ambiental estratégica (EAE) como parte integral del proceso de estructuración y formulación de políticas, planes y programas sectoriales. La EAE es un instrumento fundamental para la integración de la dimensión ambiental en la toma de decisiones estratégicas. Su ausencia en las certificaciones sugiere una brecha significativa en cuanto a la consideración y la gestión adecuada de los aspectos ambientales en la planificación y desarrollo de proyectos de infraestructura.

## 6.5. Comparación de la certificación Envision y los requisitos mínimos de la ANI para concesiones viales

Envision es un marco de evaluación desarrollado por el Institute for Sustainable Infrastructure (ISI) y la American Society of Civil Engineers (ASCE) para medir y promover la sostenibilidad en sus diferentes aspectos (ambiental, social, financiero) en proyectos de infraestructura. Proporciona una serie de criterios clasificados en cinco categorías distintas: i) calidad de vida (QL), que incluye las áreas de bienestar, movilidad y comunidad; ii) liderazgo (LD), que abarca las áreas de colaboración, planeación y economía; iii) asignación de recursos (RA), que incluye las áreas de materiales, energía y agua; iv) entorno natural (NW), que comprende las áreas de ubicación, conservación y ecología; y v) clima y resiliencia (CR), que incluye dos áreas correspondientes a emisiones y resiliencia (Institute for Sustainable Infrastructure, 2018). Las categorías tienen catorce áreas: bienestar, movilidad,

comunidad, colaboración, planeación o planificación, economía, materiales, energía, agua, ubicación, conservación, ecología, emisiones y resiliencia.

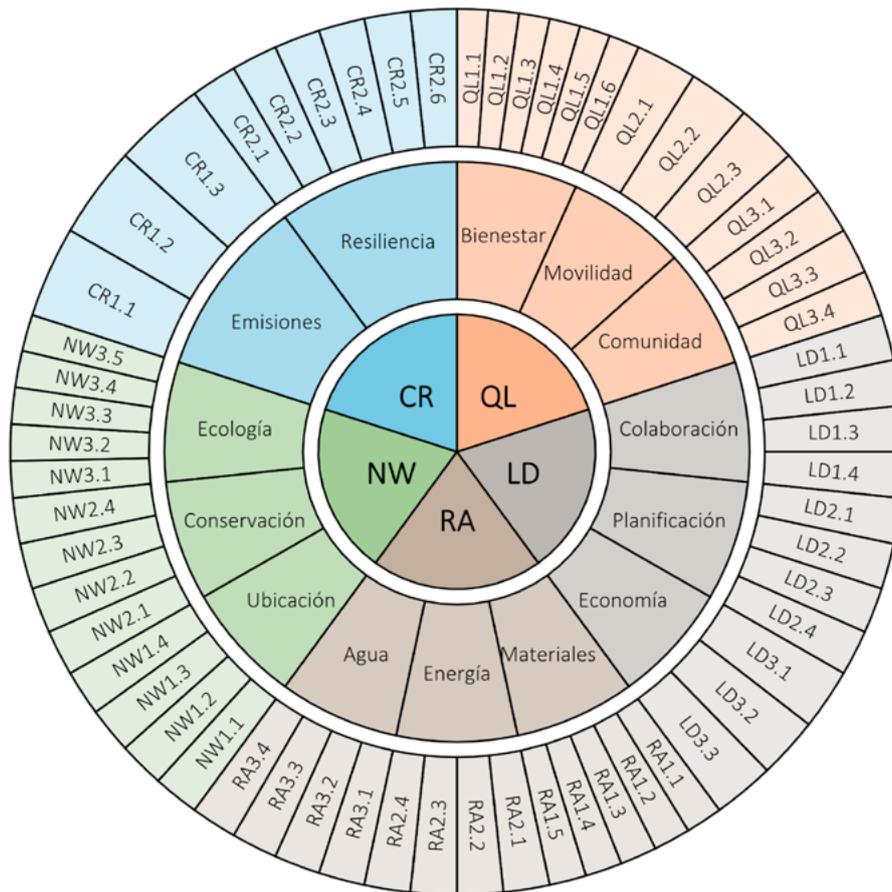
Las áreas suman 64 créditos y cada uno puede dar un número diferente de puntos, dependiendo del cumplimiento de los requisitos. Los créditos corresponden a subcategorías.

El significado de cada uno de los créditos puede ser consultado en el documento base del Institute for Sustainable Infrastructure (2018). Cada crédito puede tener un nivel distinto de cumplimiento dependiendo del puntaje obtenido. Existen proyectos en los que algunos créditos pueden tener o no tener aplicación. Los niveles que se pueden alcanzar en los créditos en Envision son:

- Mejorado: cuando hay un esfuerzo por superar ligeramente las especificaciones obligatorias.
- Reforzado: cuando se tienen elementos que pueden llevar a un nivel de sostenibilidad elevado.
- Superior: cuando se alcanza un nivel de sostenibilidad elevado.
- Conservado: cuando el crédito alcanza un impacto casi nulo.
- Restaurado: cuando se logra restaurar los sistemas naturales o sociales. Es importante mencionar que este nivel no se aplica en todos los créditos del marco.

Adicionalmente, el proyecto puede obtener puntos adicionales en cada una de las categorías mediante el crédito “Innovación” por medio de tres opciones: i) innovación, que hace referencia a la solución de problemas, barreras y/o limitaciones por medio de soluciones escalables y/o transferibles a la industria; ii) rendimiento excepcional, en el cual uno o más créditos logra superar el nivel de cumplimiento más alto; y iii) aspectos adicionales de sostenibilidad, que hacen referencia a otros indicadores que no estén incluidos en el marco.

**Figura 34.** Categorías del marco Envision



**Fuente:** elaboración propia con base en la información del Institute for Sustainable Infrastructure (2018a).

Los proyectos que cumplen con la puntuación establecida por Envision, reciben un reconocimiento por sus prácticas y su contribución al desarrollo sostenible. Este reconocimiento puede ser:

- Verificado si se logra 20 % de los puntos totales que apliquen al proyecto.
- Plata si se logra 30 % de los puntos totales que apliquen al proyecto.
- Oro si se logra 40 % de los puntos totales que apliquen al proyecto.
- Platino si se logra 50 % de los puntos totales que apliquen al proyecto.

Para establecer un marco de referencia para los proyectos viales desarrollados en Colombia mediante la modalidad de contrato de concesión bajo el esquema de APP, el equipo llevó a cabo una evaluación preliminar de la certificación Envision. Esta evaluación se basó en el contrato tipo de una concesión del 2022 y en los documentos tipo de apéndices técnicos proporcionados por la ANI en relación con contratos de APP de quinta generación. Es importante insistir que el análisis fue efectuado sobre documentos tipo y no sobre el pliego, el contrato y los anexos de un proyecto específico.

La certificación Envision fue seleccionada para este ejercicio por las siguientes razones: i) es aplicable de forma “universal”, es decir, a todos los tipos y tamaños de infraestructura; ii) abarca todas las fases del proyecto; iii) es la certificación que muestra más compatibilidad con los LIVV (ver anexo 2); iv) el valor de los activos certificados es considerable; v) es reconocida internacionalmente; y vi) la modalidad de cálculo del puntaje facilita su aplicación para el ejemplo propuesto.

Para crear el marco de referencia se evaluaron dos escenarios diferentes:

- Escenario flexible: en el cual se responde el formulario de Envision bajo la premisa de que las empresas harán un esfuerzo para incluir los entregables que no están mencionados literalmente en las obligaciones contractuales. Además, este escenario valora positivamente aspectos que no son obligatorios, pero que significan un esfuerzo reducido para los concesionarios. Aunque este escenario se puede considerar optimista, este es factible en la medida en que las experiencias registradas en las entrevistas realizadas a las empresas participantes en el proyecto dan muestra de que varias de las medidas solicitadas son realizables.
- Escenario estricto: en el cual, si los entregables no están explícitamente definidos en los documentos del contrato, no se considerarán válidos para sumar a los puntos del marco de certificación.

Para realizar esta evaluación se omitieron todos los puntos del ítem ‘Innovación’, los cuales son adicionales al puntaje general, lo cual significa que los contratistas cuentan con un margen adicional para lograr puntos adicionales a los reportados en este ejercicio. En la categoría ‘Entorno natural’ se omitieron los créditos correspondientes a ‘Recuperar terrenos industriales en desuso’, ‘Reducir el impacto de los pesticidas y los fertilizantes’ y ‘Controlar las especies invasoras’, teniendo en cuenta que estos no aplican en la generalidad de los proyectos de infraestructura vial. La evaluación se realizó con 56 créditos equivalentes a un máximo de 954 puntos. Dadas estas condiciones, el número de puntos requeridos para alcanzar cada uno de los niveles de certificación para este tipo de proyectos se presenta en la tabla 3.

**Tabla 3.** Número de puntos requeridos para alcanzar los diferentes niveles de certificación de Envision para un proyecto de concesión vial tipo APP-5G

Reconocimiento	Rango de puntaje
Verificado	$191 \leq \text{Puntaje} < 286$
Plata	$286 \leq \text{Puntaje} < 382$
Oro	$382 \leq \text{Puntaje} < 477$
Platino	$\text{Puntaje} \geq 477$

Fuente: elaboración propia.

Los resultados obtenidos para los dos escenarios se resumen en la tabla 4.

**Tabla 4.** Resultados de evaluación del marco Envision para un proyecto de concesión vial tipo APP-5G

Escenario	Puntaje obtenido/ puntaje máximo	Reconocimiento
Flexible	378/954	Plata
Estricto	138/954	Ninguno

**Fuente:** elaboración propia.

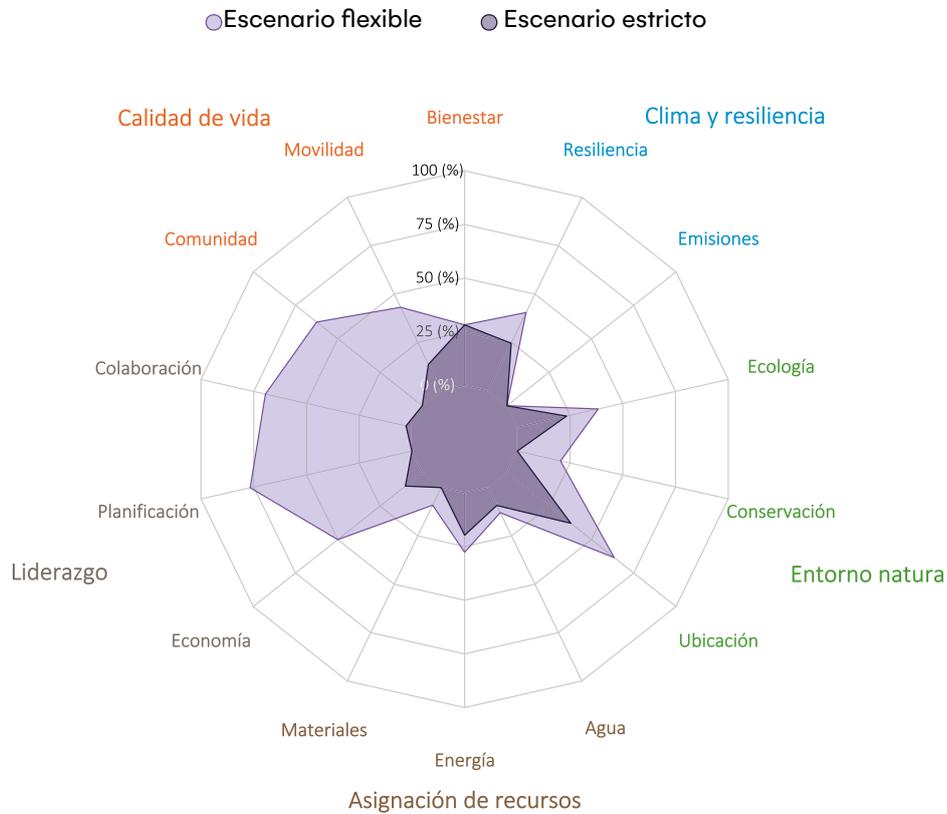
En el escenario estricto se logran 138 puntos, lo que no permite alcanzar ningún nivel de certificación en este marco y se encuentra 148 puntos por debajo de alcanzar el reconocimiento *verificado*. En el escenario flexible, por el contrario, se alcanza un total de 378 puntos, logrando el reconocimiento *plata*. Este segundo puntaje es aproximadamente 2,7 veces más que el puntaje obtenido en el escenario estricto y es de destacar que este escenario estuvo a tan solo 4 puntos de alcanzar el reconocimiento *oro*. Es importante mencionar que este último escenario se considera como el “optimista”; sin embargo, es necesario realizar un esfuerzo significativo y ejecutarlo de manera precisa para lograr este reconocimiento al final del proceso.

Los resultados del escenario optimista son alentadores y muestran que, en la actualidad, los contratistas de este tipo de proyectos de infraestructura vial en el país

se encuentran en capacidad de alcanzar estándares deseables de sostenibilidad, de acuerdo con lo establecido en el marco Envision. Sin embargo, el contraste entre el escenario flexible y el estricto evidencia la oportunidad que existe para incluir requerimientos específicos en los contratos de infraestructura que, bajo un escenario estricto, permitan que los proyectos alcancen un mínimo reconocimiento en esta u otras certificaciones.

Con el objetivo de analizar la distribución de los puntos obtenidos por áreas y por categorías, la figura 35 presenta el puntaje relativo al total obtenido en cada área. De manera general, se observa que el escenario estricto obtiene un puntaje inferior al escenario flexible en todos los ítems, con la excepción de la categoría ‘Bienestar’. Cabe destacar que en ningún ítem se alcanza el 100 % de los puntos para ninguno de los dos escenarios.

**Figura 35.** Resultado evaluación Envision por categorías y por áreas



**Fuente:** elaboración propia.

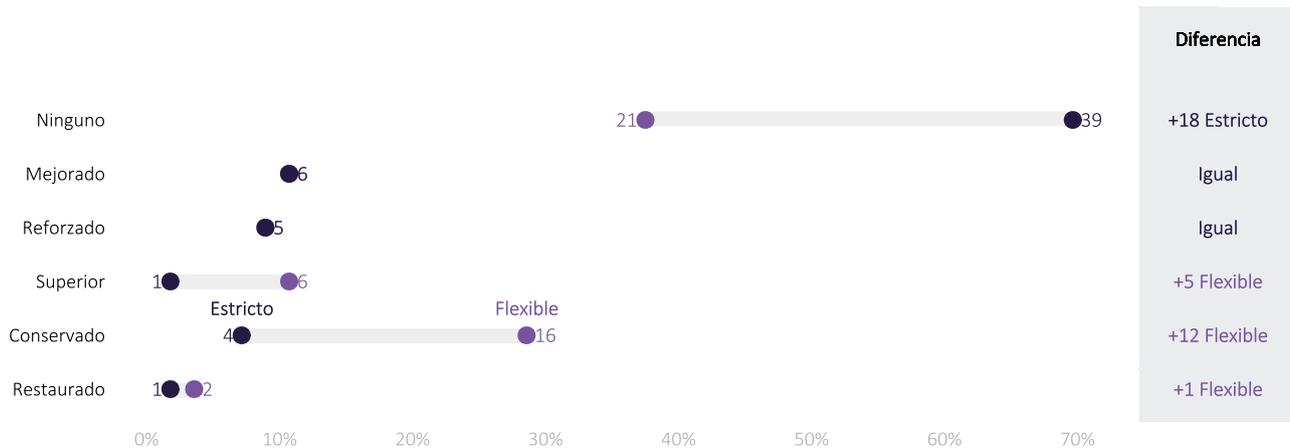
En el escenario flexible, se observa una tendencia a alcanzar altos puntajes en las categorías ‘Calidad de vida’ y ‘Liderazgo’. No obstante, esta tendencia cambia significativamente al evaluar el escenario estricto. En este último, se evidencia una disminución en el porcentaje de puntos alcanzado en todas las áreas, pero con un énfasis muy claro en aquellas de la categoría ‘Liderazgo’.

En la evaluación de los dos escenarios, se destaca que la única área común que alcanza un valor de 0 es la referente a ‘Emisiones’. Esto se debe a que en la normativa revisada no se incluyen métricas o índices específicos para tener un seguimiento detallado en el tema (en el anexo 9 se presenta el análisis por créditos). Existen iniciativas en el sector privado que pretenden abordar estos temas de manera más detallada, como es el caso del proyecto APP de iniciativa privada “El Dorado Máximo Desarrollo-IP EDMAX”, donde se propone incluir este tipo de métricas para tener una meta más clara y estar en línea

con las certificaciones internacionales. No obstante, en el caso del escenario estricto, se observa una particularidad adicional. Las áreas ‘Comunidad’, ‘Planificación’, ‘Materiales’ y ‘Conservación’ también llegan a un puntaje de 0. Esta situación se atribuye a la presencia de actividades obligatorias necesarias para obtener puntos en cada uno de los créditos, las cuales pueden no estar explícitamente detalladas en los términos del contrato.

En la figura 36, se presenta una comparación del conteo de créditos por nivel de cumplimiento, proporcionando una visión más amplia de las diferencias entre los escenarios evaluados. Este análisis permite identificar visualmente, de manera clara y detallada, cómo se distribuyen los créditos en cada nivel de cumplimiento para ambos escenarios.

**Figura 36.** Resultado evaluación de créditos totales de Envision por niveles



**Fuente:** elaboración propia.

En el escenario flexible, se evidencia que el 38 % de los créditos no alcanza ningún nivel de cumplimiento, una proporción que aumenta considerablemente en el escenario estricto, el cual es 1,86 veces mayor. Esto se traduce en una diferencia de 18 créditos, como se ilustra en la figura 36. Este resultado se explica por la falta de cumplimiento de los ítems mínimos requeridos en algunos créditos, los cuales no están expresamente incluidos en las obligaciones contractuales, por lo que no es posible obtener puntos. Además, la ausencia de incentivos para abordar estos aspectos adicionales a lo estipulado contractualmente contribuye a que un mayor número de créditos no alcance ningún nivel en el escenario estricto. De nuevo, este resultado muestra la oportunidad de fortalecer algunos aspectos contractuales y diseñar un sistema de incentivos para asegurar una mayor adhesión de los proyectos a los estándares de sostenibilidad. Por otra parte, menos del 5 % del total de créditos alcanzan el nivel “restaurado” para ambos escenarios. Específicamente, se registran 2 créditos para el escenario flexible y 1 crédito para el escenario estricto en este nivel, del total de 56 créditos evaluados en el ejercicio. Esto pone de manifiesto la falta de incentivos en la normativa del país para que los contratistas lleven a cabo labores de restauración en los proyectos. Es importante destacar que esta restauración no se debe confundir con los requisitos de corrección o de compensación establecidos en el estudio de impacto ambiental (EIA) o en los criterios para obtener la licencia ambiental. En el contexto de Envision, la restauración implica que por medio del proyecto se restauren recursos, sitios y otros

elementos existentes en beneficio de todas las partes involucradas en el entorno, los cuales no son afectados por el proyecto.

Aunque esta restauración beneficia en el mediano y largo plazo al entorno y la comunidad circundante conlleva un aumento en los costos del proyecto, lo que puede desincentivar a los contratistas y otros participantes en su implementación. En este sentido, parece conveniente contar con lineamientos específicos para implementar estas medidas en el contexto colombiano.

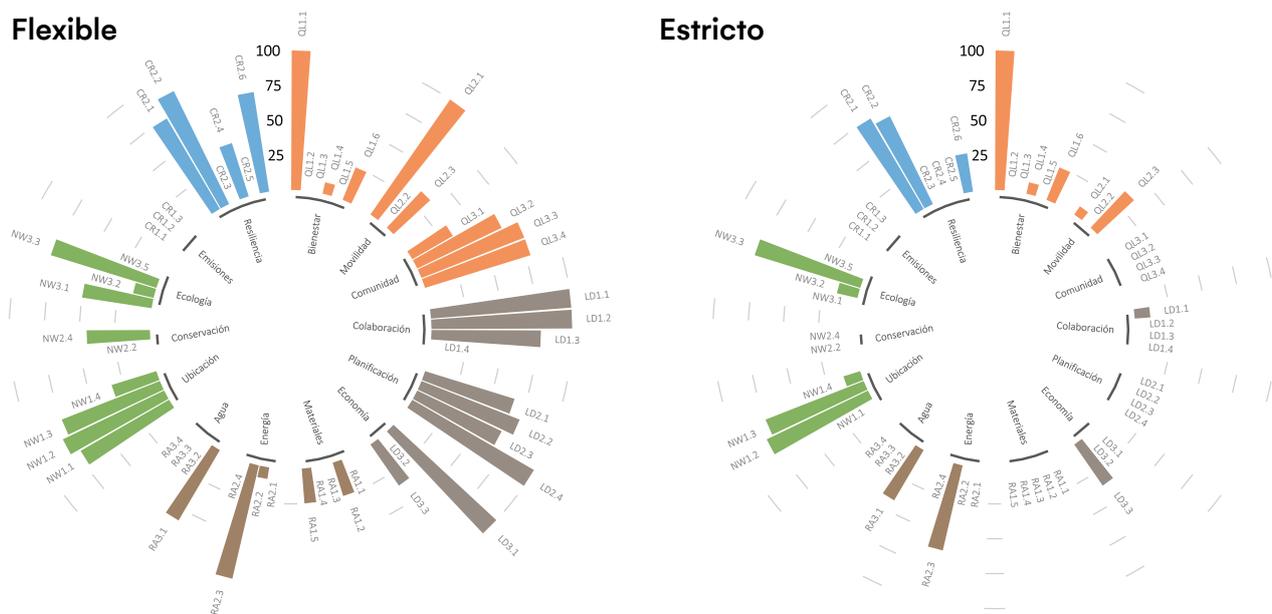
Los ítems que logran alcanzar el nivel “restaurado” son “QL1.1 Mejorar la calidad de vida de la comunidad” y “QL2.3 Mejorar la accesibilidad y la señalización”. Sin embargo, es importante señalar que el segundo ítem solo se logra en el escenario flexible. La mejora en la calidad de vida de la comunidad, contemplada en el primer ítem, se logra mediante el cumplimiento de los requerimientos del Estudio de Impacto Ambiental (EIA), que exige considerar la totalidad de la vida del proyecto y sus efectos en la calidad de vida de la comunidad. En cuanto a “QL2.3 Mejorar la accesibilidad y la señalización”, uno de los escenarios se logra cumplir con las normas de seguridad y salud en el trabajo (SST), los planes de manejo de tránsito (PMT) y la intervención per se. La diferencia principal entre los dos escenarios radica en que, en los documentos revisados, no existe obligatoriedad en asegurar el acceso para todos los tipos de usuarios (movilidad en medios alternativos como bicicletas, etc.).

Los niveles superior y conservado son los que presentan mayor diferencia entre los dos escenarios evaluados, presentando una diferencia de 5 y 12 créditos, respectivamente. Esta diferencia se debe a que Envision requiere documentos, mapas y otros entregables para alcanzar los puntos que otorgan estos créditos, que no están detallados en los términos de los contratos, aunque es probable que el contratista desarrolle en la práctica algunos de ellos o todos estos.

Para visualizar mejor la distribución de porcentajes de puntos obtenidos por créditos, en la figura 37 se presenta

la puntuación dividida por categorías, áreas y créditos para cada escenario evaluado. Se puede observar el impacto significativo que el escenario estricto tiene en ciertas categorías, como ‘Liderazgo’ y ‘Calidad de vida’, donde la cantidad de puntos por área disminuye considerablemente. En general, se nota una reducción en el número de puntos obtenidos en todos los créditos, excepto el QL1.1. Mejorar la calidad de vida de la comunidad.

**Figura 37.** Resultado evaluación Envision por categorías, áreas y créditos



**Fuente:** elaboración propia.

Como complemento al ejercicio, se realizó un análisis detallado para cada categoría, presentando los esfuerzos que deberían realizarse con el fin de mejorar la puntuación general y acercar el caso estricto al nivel del flexible en cada una de las áreas del marco Envision. Este análisis tendrá como objetivo proporcionar comentarios específicos para fortalecer la implementación de prácticas sostenibles en proyectos de infraestructura e identificar las áreas específicas que requieren atención

y mejoras para alcanzar un mejor reconocimiento en el marco Envision. Cabe destacar que cumplir las actividades requeridas para alcanzar puntos adicionales en algunos créditos conlleva un aumento de recursos para el proyecto, cuyo impacto tendría que considerarse parte del análisis de su implementación. Este análisis detallado se presenta en el anexo 18 para las categorías ‘Calidad de vida’, ‘Liderazgo’, ‘Asignación de recursos’, ‘Entorno natural’ y ‘Clima y resiliencia’, respectivamente.

Con base en el análisis realizado a la luz de los documentos proporcionados por la ANI, a la normativa a la que se refieren los mismos y a los requerimientos del marco de certificación Envision, se encuentra de manera resumida que:

- En el marco Envision es usual que se solicite cuantificar algunas actividades específicas para alcanzar el puntaje de algunos créditos. Esta cuantificación se solicita en el marco por medio del uso de índices, como el “índice de mejoras en materia de salud y seguridad”, el “índice de todas las fuentes potenciales de generación de ruido”, el “índice de accidentes”, el “índice de impactos del proyecto”, el “índice de desviación de residuos de la construcción”, el “índice de áreas de alto valor ecológico”, el “índice de los cálculos del carbono incorporado”, entre otros. En la normativa actual de Colombia no es obligatorio usar estas métricas en los aspectos evaluados en el marco, lo que representa una oportunidad de mejora para facilitar la cuantificación y caracterización de aspectos útiles para promover la sostenibilidad de la infraestructura del país.
- Debido a la complejidad del tipo de actividades que requiere alcanzar el nivel restaurado en algunos créditos, se identificó que es retador alcanzar los puntos máximos. Esto es cierto en la categoría de entorno natural.
- La ausencia de incentivos para que las empresas elaboren los documentos solicitados por el marco impide que en el escenario estricto se logren algunas puntuaciones. Solicitar este tipo de documentación, en especial cuando corresponde a actividades que ocurren en la práctica porque son exigidas en la normativa actual, permitiría avanzar en el cumplimiento de los requerimientos del marco.
- La falta de actividades de medición, recolección y seguimiento de datos u objetivos por parte del contratista constituye un desafío significativo en el control y aseguramiento de la sostenibilidad de los proyectos, especialmente en el contexto de infraestructura. Durante el ejercicio, se observó que la obtención de créditos asociados a sistemas de monitoreo, tales como el seguimiento de la calidad del agua, la calidad del aire, créditos asociados al cumplimiento de objetivos vinculados a la resiliencia, seguimiento de rendimiento, entre otros, no se exige en la normativa vigente.
- La evaluación de los requisitos del marco de certificación muestra que la normativa actual no incluye detalles respecto a cómo integrar los aspectos de resiliencia en los proyectos viales. Esto puede repercutir directamente en la capacidad de obtener puntos en relación con estos aspectos.

## 6.6. El Modelo 3+ y la comparación con las certificaciones

La sostenibilidad y la resiliencia son conceptos intrínsecamente importantes en el ámbito de la infraestructura y el desarrollo humano, y aunque comparten aspectos, cada uno hace referencia a criterios y desafíos específicos.

La sostenibilidad, en su sentido más amplio, se enfoca en la responsabilidad intergeneracional y la manera en que consumimos recursos para garantizar el bienestar de las generaciones futuras. Se trata de una estrategia que debe estar integrada en la planeación y desarrollo de infraestructuras, buscando reducir el impacto ambiental,

mantener niveles de endeudamiento aceptables, promover el desarrollo social y el bienestar, promover la transparencia y la rendición de cuentas en las decisiones, inversiones y operaciones de la infraestructura de transporte, los usuarios, las comunidades y los operadores. Por otro lado, la resiliencia se refiere a la capacidad de un sistema, ya sea una persona, una sociedad o una infraestructura, para recuperarse después de enfrentarse a un evento disruptivo. Aunque sus raíces se encuentran en la psicología y la ingeniería, su relevancia se extiende a la capacidad de adaptación y supervivencia frente a desafíos y cambios en el entorno.

Si bien la urgencia del cambio climático ha elevado la importancia de la sostenibilidad y la resiliencia, es importante reconocer que ambos conceptos tienen un alcance más amplio y no se limitan exclusivamente a este tema. La resiliencia puede estar asociada a causas diferentes a los asuntos ambientales y hacer referencia a otras circunstancias como los ataques terroristas y la violencia en general.

En este documento se propone una integración entre la resiliencia y la sostenibilidad dentro de un enfoque holístico que permita garantizar la calidad de la infraestructura. La integración entre resiliencia y sostenibilidad

no siempre es fácil de modelar y de justificar. Sin embargo, puesto que estos dos conceptos son esenciales para alcanzar la meta de una infraestructura de calidad, un número importante de certificaciones internacionales incluyen la resiliencia como parte de la sostenibilidad. El Modelo 3+ que se propone reconoce que la resiliencia y la sostenibilidad son importantes y deben hacer parte de una evaluación de la calidad de la infraestructura. El número tres significa las tres dimensiones principales de sostenibilidad, y el signo más (+) representa la inclusión de la resiliencia dentro del análisis. La gobernanza es vista como un aspecto transversal dentro del modelo. Los componentes del Modelo 3+ se evidencian en la tabla 5.

**Tabla 5.** Temas y subtemas del Modelo 3+

Componente	Temas	Subtemas
Sostenibilidad ambiental	Protección del hábitat y la biodiversidad	1. Gestión de la biodiversidad
		2. Conectividad ecológica
		3. Estrategia para el manejo del paisaje
	Flujo de recursos (circularidad)	1. Uso eficiente de recursos (materiales, agua, energía)
		2. Uso de fuentes renovables (energía)
		3. Gestión de residuos
		4. Gestión de la cadena de valor (colaboración con diferentes actores para el aprovechamiento de RCD)
	Reducción de emisiones	1. Gestión de las emisiones GEI en la cadena de valor
		2. Estrategia para mantener la calidad del aire y del ruido en límites aceptables
	Innovación en sostenibilidad Ambiental	

Componente	Temas	Subtemas	
Sostenibilidad financiera	Rentabilidad económica	1. Mediciones del crecimiento económico de la zona afectada	
		2. Análisis de valor por dinero (análisis de costo-beneficio, medición de la eficiencia y eficacia del proyecto)	
		3. Medición del impacto del proyecto en otros sectores productivos (turismo)	
		4. Creación de empleo	
		5. Crecimiento y productividad	
	Sostenibilidad financiera	1. Rentabilidad operativa y del activo a lo largo del ciclo de vida	
		2. Implementación de medidas de evaluación financiera (valor presente neto)	
	Gestión del riesgo	1. Gestión financiera	
		2. Mantenimiento y uso óptimo del activo	
		3. Operación del activo	
	Innovación en sostenibilidad financiera		
	Sostenibilidad social	Equidad y justicia social	1. Discapacidad y accesibilidad
			2. Desplazamiento y reasentamiento económico
3. Diseño del proyecto con perspectiva de género			
Salud, seguridad y empleo		1. Salud y seguridad ocupacional	
		2. Salud y seguridad de la comunidad en la zona de influencia	
		3. Cumplimiento de la legislación laboral	
Participación democrática		1. Consultas con la comunidad para evaluar el impacto social del proyecto	
		2. Preservación de los derechos humanos	
		3. Garantías para la movilidad y conectividad de la comunidad	
Preservación cultural		1. Exploración arqueológica	
		2. Protección de pueblos indígenas y tradicionales	
Innovación en sostenibilidad social			

Componente	Temas	Subtemas
<b>Gobernanza y transición justa</b>	Gobernanza y liderazgo	1. Sistema de gobernanza multinivel
		2. Gestión de las amenazas a la integridad del proyecto
		3. Asegurar una regulación clara y estable
		4. Integración de los procesos de consulta y diálogo desde el diseño del proyecto
	Mantener el propósito de la inversión y lograr su aceptación social y ambiental	1. Desarrollo de una visión de largo plazo
		2. Incorporación en el diseño del proyecto la información disponible de hábitat y diversidad en el área de influencia
	Valor social y valor por dinero	1. Inventario de los beneficios sociales del proyecto y determinación de indicadores para evaluar de forma periódica del valor social
		2. Honrar los compromisos fiscales y defender las fuentes de financiación de los proyectos
		3. Generación de las capacidades necesarias que requiere la infraestructura sostenible y resiliente
		4. Generación, procesamiento y difusión de información útil en cada etapa del proyecto en formatos adecuados para las distintas audiencias
		5. Flexibilidad en los documentos que rigen el proyecto para proteger el activo y garantizar la continuidad del acceso en condiciones de seguridad
	Planeación estratégica del Proyecto	1. Elección del modelo de contratación
		2. Revisión de los sistemas de seguimiento de los contratos
		3. Revisión de los sistemas de seguimiento de los contratos
		4. Mirada a los riesgos desde la perspectiva de la sostenibilidad y la resiliencia
		5. Revisión de los textos de los contratos del proyecto para asegurar la inclusión del Modelo 3+

Componente	Temas	Subtemas
Resiliencia	Robustez-Resistencia	1. Resistencia
		2. Flexibilidad en la respuesta
		3. Confiabilidad en la operación
	Redundancia - integración con otros sistemas	1. Redundancia: respaldo en funcionalidad
		2. Colaboración: interacción con el entorno
	Flexibilidad y adaptación	1. Adaptabilidad
		2. Disponibilidad de recursos
		3. Capacidad de respuesta
	Planeación y gestión de emergencias	1. Identificación de riesgos
		2. Evaluación y priorización de riesgos
		3. Desarrollo de estrategias de mitigación y respuesta
	Innovación en resiliencia	

**Fuente:** elaboración propia.

El Modelo 3+ que se propone es flexible y se puede adaptar a las características físicas y operacionales del tipo de infraestructura que se está evaluando. En el modelo se propone que cada dimensión de evaluación se divida en atributos con indicadores particulares para el proyecto considerado.

A continuación, se llevará a cabo un análisis comparativo de las certificaciones identificadas en contraste con el Modelo 3+. Este ejercicio pretende dar una visión detallada de cada certificado en relación con los estándares de sostenibilidad en la infraestructura reflejados en el Modelo 3+. Para este análisis se establecieron tres categorías para evaluar la correspondencia de la certificación con el Modelo 3+:

- **Verde:** cuando en los documentos analizados se abordan de manera específica y reiterativa los aspectos relacionados con la definición del ítem del Modelo 3+.
- **Amarillo:** cuando se mencionan los aspectos relacionados con la definición del ítem en los documentos analizados, pero no se hace de manera reiterativa ni específica.
- **Rojo:** cuando no se mencionan o se mencionan muy poco los aspectos relacionados con la definición del ítem en los documentos analizados.

El análisis de este ejercicio permite resaltar las fortalezas y debilidades de cada certificación y ver gráficamente cómo se evalúa cada una en los diferentes componentes de sostenibilidad.

**Tabla 6.** Comparación Modelo 3+ con certificaciones

Componente	Temas	Subtemas	BREEAM Infraestructure	Greenroads ROADS	Green Pavé	GreenLITES	Envision	IS-SCHEME	SURE	INVEST	Blue Dot Network	FAST – Infra	
Sostenibilidad ambiental	Protección del hábitat y la biodiversidad	1. Gestión de la biodiversidad	Orange	Orange	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Orange	Green
		2. Conectividad ecológica	Green	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green
		3. Manejo del paisaje	Green	Green	Red	Orange	Green	Green	Green	Green	Green	Orange	Green
	Flujo de recursos (circularidad)	1. Uso eficiente de recursos (materiales, agua, energía)	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Orange	Green
		2. Uso de fuentes renovables (energía)	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Orange	Red	Green
		3. Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD)	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
		4. Gestión de la cadena de valor (colaboración con diferentes actores para el aprovechamiento de RCD)	Green	Orange	Orange	Red	Green	Green	Green	Green	Orange	Red	Green
	Reducción de emisiones	1. Gestión de las emisiones GEI en la cadena de valor	Green	Red	Green	Orange	Green	Green	Green	Green	Red	Orange	Green
		2. Estrategia para mantener la calidad del aire y del ruido en límites aceptables (EPA)	Green	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Sostenibilidad financiera	Rentabilidad económica	1. Mediciones del crecimiento económico de la zona afectada	Green	Orange	Orange	Orange	Green	Green	Green	Green	Orange	Red	Green
		2. Análisis de valor por dinero (análisis de costo-beneficio, medición de la eficiencia y eficacia del proyecto)	Green	Red	Orange	Red	Green	Green	Red	Red	Green	Red	Green
		3. Medición del impacto del proyecto en otros sectores productivos (turismo)	Green	Orange	Green	Red	Green	Red	Red	Red	Red	Red	Green
		4. Creación de empleo	Orange	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
		5. Crecimiento y productividad	Orange	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Orange	Green	Green
	Sostenibilidad financiera	1. Rentabilidad operativa y del activo a lo largo del ciclo de vida	Green	Orange	Orange	Orange	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
		2. Implementación de medidas de evaluación financiera (Valor presente neto)	Red	Red	Red	Red	Orange	Green	Orange	Green	Green	Green	Green
	Gestión del riesgo	1. Gestión financiera	Green	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
		2. Mantenimiento del activo	Red	Green	Orange	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
		3. Operación del activo	Red	Orange	Red	Red	Orange	Green	Orange	Green	Orange	Orange	Green

Componente	Temas	Subtemas	BREEAM Infraestructure	Greenroads ROADS	Green Pavé	GreenLITES	Envision	IS-SCHEME	SURE	INVEST	Blue Dot Network	FAST – Infra	
Sostenibilidad social	Equidad y justicia social	1. Discapacidad y accesibilidad	Orange	Green	Red	Orange	Green	Green	Green	Red	Orange	Green	
		2. Desplazamiento y reasentamiento económico	Green	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	
		3. Diseño del proyecto con perspectiva de género	Orange	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	
	Salud, seguridad y empleo	1. Salud y seguridad ocupacional	Orange	Orange	Red	Orange	Green	Green	Green	Green	Red	Orange	Green
		2. Salud y seguridad de la comunidad en la zona de influencia	Green	Green	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
		3. Cumplimiento de la legislación laboral	Green	Green	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
	Participación democrática	1. Consultas con la comunidad para evaluar el impacto social del proyecto	Green	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green
		2. Preservación de los derechos humanos	Red	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green
		3. Garantías para la movilidad y conectividad de la comunidad	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red
	Preservación cultural	1. Exploración arqueológica	Orange	Red	Red	Red	Orange	Green	Red	Red	Red	Red	Red
		2. Protección de pueblos indígenas y tradicionales	Red	Red	Red	Red	Orange	Green	Green	Red	Red	Red	Green

Componente	Temas	Subtemas	BREEM Infraestructure	Greenroads ROADS	Green Pavé	GreenLITES	Envision	IS-SCHEME	SURE	INVEST	Blue Dot Network	FAST - Infra	
Sostenibilidad institucional (gobernanza)	Alineación con estrategias nacionales y globales	1. Compromisos nacionales e internacionales	Red	Red	Red	Red	Orange	Orange	Green	Orange	Green	Green	
		2. Integración sectorial del uso del suelo y de la planeación urbana	Green	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
	Gobernanza y cambio sistémico	1. Estructuras de gobierno corporativo	Green	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green
		2. Protocolos de integridad y transparencia	Red	Red	Red	Red	Orange	Green	Green	Green	Red	Green	Green
	Sistemas eficaces de gestión e integración de avances	1. Diseño y viabilidad del proyecto	Green	Red	Orange	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
		2. Sistemas de contratación integral y transparente	Red	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
		3. Evaluación de impacto ambiental y social	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
		4. Innovación tecnológica en los procesos constructivos, la operación y el mantenimiento	Green	Red	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
	Generación y fortalecimiento de capacidades	1. Transferencia de conocimiento y colaboración	Green	Red	Red	Red	Orange	Green	Green	Green	Red	Green	Red
		2. Recolección de datos, monitoreo y evaluación	Green	Red	Red	Red	Green	Green	Orange	Green	Green	Green	Green
		3. Capacidades para la implementación	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Green	Red	Orange	Green	Green

Componente	Temas	Subtemas	BREEM Infraestructure	Greenroads ROADS	Green Pavé	GreenLITES	Envision	IS-SCHEME	SURE	INVEST	Blue Dot Network	FAST - Infra	
Resiliencia	1. Robustez - Resistencia	1. Resistencia o baja sensibilidad	Green	Green	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Orange	Green	
		2. Capacidad de supervivencia	Green	Red	Orange	Red	Green	Green	Orange	Red	Red	Green	
		3. Confiabilidad y baja variabilidad	Green	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	
		4. Respaldo en funcionalidad	Green	Green	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	
	2. Redundancia. Integración con otros sistemas	1. Respaldo en funcionalidad	Green	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red
		2. Diversidad	Green	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Red
		3. Colaboración - Componentes autónomos	Green	Red	Red	Red	Green	Orange	Green	Green	Green	Red	Red
	3. Flexibilidad y adaptación	1. Adaptabilidad	Green	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Red	Green
		2. Recursividad	Green	Red	Red	Red	Orange	Green	Green	Green	Red	Red	Green
		3. Capacidad de respuesta	Green	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Red	Green
	4. Planeación y gestión de emergencias	1. Estructuración de un plan de gestión del riesgo de desastres	Green	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green

Fuente: elaboración propia.

Esta comparación nos permite concluir que las certificaciones más completas y alineadas con el Modelo 3+ propuesto en esta investigación son Envision, IS-sschme y SURE. Como también destacamos en análisis previos, estas certificaciones son aplicables a todas las etapas de los proyectos e integran varios criterios de sostenibilidad dentro de su evaluación.

Greenpave, Greenlites y Greenroads se centran en elevar el estándar de sostenibilidad en aspectos más técnicos, como la optimización de recursos o el uso de materiales reciclados en las estructuras viales. Sin embargo, dejan de lado temas sociales, de biodiversidad y de gobernanza. Esto presenta tanto ventajas como desventajas. Por un lado, revisan a un nivel de detalle técnico un componente fundamental en la construcción de infraestructura que son los pavimentos. Aun así, no

les asignan puntuaciones a otros criterios necesarios dentro de la infraestructura sostenible. Por tanto, mientras estas certificaciones pueden contribuir a mejorar aspectos específicos de sostenibilidad en la infraestructura, pueden abordar los desafíos ambientales, sociales y de gobernanza importantes en el desarrollo sostenible de la construcción.

Es importante resaltar que la mayoría de las certificaciones evalúan los componentes sociales y ambientales, pero solo los más actualizados incorporan también los componentes de gobernanza y resiliencia en sus criterios de evaluación. En cuanto al componente ambiental, hay mayor consenso en los temas y subtemas abordados por las certificaciones. La mayoría de ellas evalúan los impactos y la gestión relacionados con la biodiversidad y la conectividad ecológica. Así como el uso eficiente de

recursos, el empleo de fuentes renovables y el manejo de RCD, estas últimas temáticas estas presentes en todas certificaciones. Dentro de los requisitos innovadores del componente ambiental, se destaca la incorporación de principios de economía circular y la articulación con diversos actores a lo largo de la cadena de valor. Esto refleja una evolución hacia prácticas más sostenibles y colaborativas en la planificación y ejecución de proyectos de infraestructura, lo cual permite para abordar los desafíos ambientales de manera integral.

En el componente social la mayoría de los certificados evalúa la consulta previa a la comunidad, garantía de movilidad y conectividad a las comunidades y el cumplimiento de la seguridad y salud en el trabajo. Dentro este componente los más completos evalúan temas de equidad y justicia social como el acceso a personas con discapacidades, el diseño del proyecto con perspectiva de género y el cumplimiento de los derechos humanos. Dentro de la temática de preservación cultural el único

certificado que de manera explícita evalúa el manejo arqueológico y la protección de los pueblos indígenas y tradicionales es IS-SCHEME, esto se debe a que esta certificación se evalúa en Australia y Nueva Zelanda, donde estos países cuentan con una importante población de pueblos indígenas (Maorie) que llega alrededor de los 4,7 millones de habitantes en Nueva Zelanda y 800.000 en Australia.

Envision, IS-SCHEME, SURE y FAST-Infra tienen a la resiliencia como un componente adicional; también la evalúan en términos de robustez, redundancia, adaptación, planeación y gestión de desastres que se alinea con la visión de resiliencia que plantea modelo. A parte de estas certificaciones, en varios certificados se evalúa el componente de resiliencia dentro de la dimensión ambiental y esto no permite una evaluación a profundidad, además diluyen bastante el promedio ponderado de la resiliencia. Las certificaciones Greenpave, Greenroads y Greenlites no evalúan criterios de resiliencia.

## 6.7. Comparación del Modelo 3+ y los requisitos mínimos de la ANI para las concesiones viales

La comparación del Modelo 3+ con los documentos tipo de APP de quinta generación utilizados en el ejercicio al que se refiere la sección 6.5 fue efectuada y se establecieron tres categorías para cada uno de los ítems definidos en el modelo. Estas categorías son:

- **Verde:** cuando en los documentos analizados se abordan de manera específica y reiterativa los aspectos relacionados con la definición del ítem del modelo 3+.
- **Amarillo:** cuando se mencionan los aspectos relacionados con la definición del ítem en los documentos analizados, pero no se hace de manera reiterativa ni específica.
- **Rojo:** cuando no se mencionan o se mencionan muy poco los aspectos relacionados con la definición del ítem en los documentos analizados.

En este contexto, una especificidad alta se refiere a la solicitud de documentos, métricas y acciones que permiten verificar eficazmente cada tema definido en el modelo en la normativa revisada.

Es importante mencionar que este análisis se realiza con los documentos tipo, por lo cual los resultados del análisis pueden variar frente a un proyecto en particular. En este sentido, el objetivo del ejercicio es generar una visión aproximada del estado actual frente al Modelo 3+. Los resultados de esta evaluación se presentan en la tabla 7 para los temas y subtemas del Modelo 3+ y en la tabla 8 para los temas y subtemas de gobernanza, en este ejercicio no se incluyeron los ítems de innovación.

**Tabla 7.** Ejemplo de comparación de los documentos base de proyectos de concesiones viales de 5G con el Modelo 3+

Componente	Temas	Subtemas	
Sostenibilidad ambiental	Protección del hábitat y la biodiversidad	1. Gestión de la biodiversidad	
		2. Conectividad ecológica	
		3. Manejo del paisaje	●
	Flujo de recursos (circularidad)	1. Uso eficiente de recursos (materiales, agua, energía)	
		2. Uso de fuentes renovables (materiales, energía)	●
		3. Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD)	●
		4. Gestión de la cadena de valor (colaboración con diferentes actores para el aprovechamiento de RCD)	●
	Reducción de emisiones	1. Gestión de las emisiones GEI en la cadena de valor	
		2. Articulación con la meta de emisiones del país (ndc)	
		3. Estrategia para mantener la calidad del aire y del ruido en límites aceptables (EPA)	●
Sostenibilidad financiera	Rentabilidad económica	1. Mediciones del crecimiento económico de la zona afectada	
		2. Análisis de valor por dinero (análisis de costo-beneficio, medición de la eficiencia y eficacia del proyecto)	●
		3. Medición del impacto del proyecto en otros sectores productivos (turismo)	●
		4. Creación de empleo	
		5. Crecimiento y productividad	●
	Sostenibilidad financiera	1. Rentabilidad operativa y del activo a lo largo del ciclo de vida	●
		2. Implementación de medidas de evaluación financiera (p. e., valor presente neto)	●
	Gestión del riesgo	1. Gestión del riesgo financiero	●
		2. Mantenimiento del activo	●
		3. Operación del activo	

Componente	Temas	Subtemas	
Sostenibilidad social	Equidad y justicia social	1. Discapacidad y accesibilidad	
		2. Desplazamiento y reasentamiento económico	
		3. Diseño del proyecto con perspectiva de género	
	Salud, seguridad y empleo	1. Salud y seguridad ocupacional	
		2. Salud y seguridad de la comunidad en la zona de influencia	
		3. Cumplimiento de la legislación laboral	●
	Participación democrática	1. Consultas con la comunidad para evaluar el impacto social del proyecto	●
		2. Preservación de los derechos humanos	●
		3. Garantías para la movilidad y conectividad de la comunidad	
	Preservación cultural	1. Programa de exploración arqueológica	●
		2. Protección de pueblos indígenas y tradicionales	
	Resiliencia	Robustez y resistencia	1. Resistencia
2. Flexibilidad en la respuesta			●
3. Confiabilidad en la operación			
Redundancia e integración con otros sistemas		1. Redundancia: respaldo en funcionalidad	
		2. Colaboración: Interacción con el entorno	
Flexibilidad y adaptación		1. Adaptabilidad	
		2. Disponibilidad de recursos	
		3. Capacidad de respuesta	●
Planeación y gestión de emergencias		1. Identificación de riesgos	
		2. Evaluación y priorización de riesgos	●
		3. Desarrollo de estrategias de mitigación y respuesta	

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 8.** Ejemplo de comparación de los documentos base de proyectos de concesiones viales de 5G con la gobernanza y la transición justa

Componente	Temas	Subtemas
Gobernanza y transición justa	Gobernanza y liderazgo	1. Sistema de gobernanza multinivel
		2. Gestión de las amenazas a la integridad del proyecto
		3. Asegurar una regulación clara y estable
		4. Integración de los procesos de consulta y diálogo desde el diseño del proyecto
	Mantener el propósito de la inversión y lograr su aceptación social y ambiental	1. Desarrollo de una visión de largo plazo
		2. Incorporación en el diseño del proyecto la información disponible de hábitat y diversidad en el área de influencia
	Valor social y valor por dinero	1. Inventario de los beneficios sociales del proyecto y determinación de indicadores para evaluar de forma periódica del valor social
		2. Honrar los compromisos fiscales y defender las fuentes de financiación de los proyecto
		3. Generación de las capacidades necesarias que requiere la infraestructura sostenible y resiliente
		4. Generación, procesamiento y difusión de información útil en cada etapa del proyecto en formatos adecuados para las distintas audiencias
		5. Flexibilidad en los documentos que rigen el proyecto para proteger el activo y garantizar la continuidad del acceso en condiciones de seguridad.
	Planeación estratégica del proyecto	1. Elección del modelo de contratación
		2. Revisión de los sistemas de seguimiento de los contratos
		3. Revisión de los sistemas de seguimiento de los contratos
		4. Mirada a los riesgos desde la perspectiva de la sostenibilidad y la resiliencia
		5. Revisión de los textos de los contratos del proyecto para asegurar la inclusión del Modelo 3+

**Fuente:** elaboración propia.

Esta comparación muestra en el tema de sostenibilidad ambiental una ausencia en los pliegos de información para la protección del hábitat y la biodiversidad, así como con en el tema de emisiones. La carencia se debe a la falta de métricas y a la falta de especificidad en las actividades relacionadas con la definición de estos temas en los documentos evaluados y las prácticas solicitadas en certificaciones internacionales. Por ejemplo, aunque le redacción de emisiones se menciona y existen los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Sectoriales (PIGCCS), Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales (PIGCCT), estos varían por departamento y en la mayoría no se mencionan cifras concretas o indicadores que permitan cuantificar las acciones con respecto a las categorías del modelo. Esta situación sugiere la importancia de incluir acciones más concretas en la normativa actual para los aspectos mencionados.

También se identificó la necesidad de incluir en la normativa elementos relacionados con la circularidad, término que no se encuentra mencionado en los documentos revisados, aunque existen aspectos y exigencias que están alineados con los principios de la circularidad. Incluir de forma explícita el concepto en los documentos, reconociendo la relevancia de estas prácticas para promover la sostenibilidad y la eficiencia en los proyectos es recomendable.

En relación con el componente de sostenibilidad financiera, se observa que, debido al tipo de contrato, los temas de gestión del riesgo y sostenibilidad financiera están abordados conforme a la normativa vigente. Sin embargo, al no contar con el anexo técnico financiero, la ausencia de información detallada dificulta realizar un análisis exhaustivo sobre cómo se contemplan estos aspectos en los contratos de APP. Se identifican oportunidades de mejora en el área de rentabilidad económica, ya que la normativa no menciona aspectos cruciales como la medición del impacto en otros sectores, el crecimiento económico del sector, ni exige un análisis de costo-beneficio. Por lo tanto, puede robustecer la normativa actual para que las medidas económicas se cuantifiquen y que los contratistas realicen este tipo de análisis.

Aunque la limitación en la obtención de información detallada puede afectar la evaluación precisa de estos aspectos, existe una oportunidad de mejora a nivel nacional. Empezar a cuantificar los impactos positivos generados por los proyectos, tales como el crecimiento económico, la creación de empleo, la productividad, entre otros, constituiría un avance significativo. Esto no solo proporcionaría una visión más completa del impacto social y económico de estos proyectos de infraestructura, sino que también permitiría tomar decisiones más informadas para mejorar la sostenibilidad a largo plazo.

En el componente de la sostenibilidad social, se destaca la falta de cobertura en el tema de equidad y justicia en la normativa vigente. Esto se evidencia en la falta de requisitos que exijan el diseño desde la perspectiva de género, la consideración de la discapacidad y accesibilidad en todos los casos, así como el análisis del desplazamiento y reasentamiento económico al estructurar los proyectos.

Existe una oportunidad para incluir aspectos relacionados con la “Recolección de datos, monitoreo y evaluación” en la normativa actual. Este vacío se hizo evidente durante la evaluación del marco Envision (ver sección 6.5) y se reafirma en este ejercicio con el Modelo 3+.

Existe debilidad frente al criterio de gobernanza, lo cual fue claro en los resultados de la evaluación de los documentos tipo con Envision, pues no se alcanzó un nivel de certificación en el escenario más estricto. La inclusión de estas medidas específicas para fortalecer la gobernanza y transición justa constituiría un paso hacia la implementación exitosa de prácticas más sostenibles en los proyectos.

Los documentos tipo tampoco contemplan la resiliencia, en especial en lo que se refiere a las estrategias para su implementación. Aunque esta situación podría repercutir en la sostenibilidad de los proyectos, es de destacar los esfuerzos recientes realizados por diferentes agencias y organizaciones para desarrollar metodologías y estrategias relacionadas con este tema. Estos esfuerzos podrían, eventualmente, servir para incluir mejoras en la normativa actual.

## 7. Experiencias nacionales

En el marco del proyecto se desarrollaron tres ejercicios destinados a recopilar, analizar experiencias nacionales en el ámbito de la sostenibilidad y evaluar de manera integral y práctica las acciones sostenibles implementadas en diferentes proyectos del país. En primer término, se aplicó una encuesta sobre unos activos de infraestructura seleccionados para realizar un piloto utilizando

el Modelo 3+. Luego, se realizaron visitas de campo a estos mismos activos. Finalmente, se llevó a cabo un ejercicio de aplicación de dos marcos de evaluación de sostenibilidad reconocidos internacionalmente (Envision y BREEAM Infrastructure) a un activo seleccionado. Estos ejercicios se describen a continuación.

### 7.1. Piloto con activos sostenibles

Los activos seleccionados fueron: i) Ruta Costera; ii) concesión Pacífico 2-La Pintada; y iii) el Aeropuerto Internacional El Dorado. Estos activos fueron seleccionados por su interés en participar en el proyecto y mostrar los esfuerzos adicionales que realizan en materia de sostenibilidad. Este piloto tuvo como objetivo evaluar la implementación de prácticas sostenibles de los activos en el marco del Modelo 3+. Por lo tanto, se describirá la metodología utilizada, que incluyó la selección de los activos, el diseño y la administración de la encuesta, así como el análisis de los datos obtenidos. Adicionalmente, se proporciona una descripción de cada uno de los activos seleccionados, los sitios visitados y los resultados obtenidos, destacando las buenas prácticas identificadas y las áreas donde existen oportunidades de mejora.

#### 7.1. Metodología piloto

El enfoque metodológico cuenta con dos partes: i) el diseño de una encuesta y ii) visitas de campo a cada uno de los activos sostenibles. La encuesta está diseñada para levantar información acerca de los cuatro componentes propuestos en el Modelo 3+ en cada uno de los activos, los cuales son: sostenibilidad ambiental, económica, social, y resiliencia, así como el eje transversal de gobernanza.

Esta encuesta se estructura en preguntas tipo a y tipo b:

- Las preguntas tipo a requieren una calificación de 1 a 10 sobre la contribución de cada uno de los subtemas específicos al tema del modelo. Por ejemplo, la contribución del subtema de gestión de la biodiversidad para el tema la protección del hábitat y la biodiversidad.
- Las preguntas tipo b solicitan dar una calificación de 1 a 10 sobre la implementación por parte de la concesión de acciones o estrategias específicas relacionadas con cada subtema evaluado. Por ejemplo, la implementación de medidas para mitigar impactos negativos en la biodiversidad.

Esto se aplica para cada una de las categorías, temas y subtemas del Modelo 3+ y se incluyó un componente de innovación, con el fin de considerar acciones o estrategias que no se tenían en cuenta en los temas propuestos del modelo. La encuesta fue realizada a el concesionario y busca calificar los esfuerzos sostenibles realizados por cada activo, lo que permite una evaluación de su desempeño en términos de sostenibilidad en el marco del Modelo 3+.

Las visitas de campo se planearon para recoger información adicional y complementaria a la obtenida

mediante la encuesta. Durante las visitas, se observaron las prácticas, estrategias y actividades específicas implementadas por cada activo para promover la sostenibilidad en su operación. Se prestó especial atención a las iniciativas concretas que van más allá de lo que requerido por el contrato, los proyectos en curso y cualquier innovación o enfoque particular adoptado por los activos para abordar los diferentes desafíos en sostenibilidad. Adicionalmente, estas visitas brindaron la oportunidad de interactuar directamente con el personal involucrado, proporcionando así información más detallada y contextualizada acerca de los esfuerzos que se están realizando.

La encuesta aplicada y las visitas de campo buscan ofrecer una perspectiva completa de los esfuerzos sostenibles llevados a cabo por los activos participantes en el piloto. Esto incluye la identificación de áreas de fortaleza y oportunidad en términos de sostenibilidad, la comprensión de los desafíos y obstáculos específicos que enfrentan los activos en su camino hacia la sostenibilidad, y servir como base para la implementación de acciones y estrategias futuras destinadas a mejorar el desempeño sostenible de los activos. Lo anterior, para fomentar prácticas cada vez más responsables y conscientes del medio ambiente y la sociedad en la normativa colombiana.

### 7.1.2 Activos sostenibles seleccionados

Los proyectos seleccionados han demostrado un enfoque sólido hacia la sostenibilidad, integrando consideraciones ambientales, sociales y de gobernanza en sus operaciones y desarrollo como se logró evidenciar en las visitas de campo. La elección de estos activos busca aprovechar la experiencia y el liderazgo de estas concesiones como ejemplos a seguir en el sector

- **Concesión Ruta Costera (contrato de asociación público-privada 004 de septiembre del 2014)**

La concesión de Ruta Costera tiene una longitud total de 146,6 km que comprenden dos tramos principales: i) 109,9 km que conectan Cartagena y Barranquilla y (ii) 36,7 km de la circunvalar de La Prosperidad entre Malambo y Barranquilla. El concesionario pertenece al

grupo ISA. La concesión tiene seis unidades funcionales (figura 38), las cuales se describen a continuación:

- Unidad funcional 1: este tramo abarca desde la abscisa K0+000 hasta la abscisa K7+500, correspondiente al tramo entre el anillo vial de Crespo y La Boquilla, con una longitud total de 7,5 km.
- Unidad funcional 2: comprende desde la abscisa K1+905 hasta la abscisa K7+500, abarcando el tramo del viaducto el Gran Manglar sobre la Ciénaga de la Virgen, con una longitud total de 5,4 km.
- Unidad funcional 3: con una longitud total de 90,6 km, esta unidad incluye el tramo entre Cartagena y Puerto Colombia, correspondiente al abscisado entre K7+500 y K97+150.
- Unidad funcional 4: este tramo se extiende desde la abscisa K97+750 a la abscisa K109+133, cubriendo el trayecto entre Puerto Colombia y Barranquilla, con una longitud total de 12 km.
- Unidad funcional 5: abarcando desde la abscisa K0+000 a la abscisa K16+500, este tramo conecta Malambo y Galapa, con una longitud total de 16,5 km.
- Unidad funcional 6: con una longitud total de 20,1 km, esta unidad corresponde al segundo tramo de la Circunvalar de la Prosperidad, que va de Galapa a la Vía al Mar y a Las Flores, abarcando el abscisado entre K16+500 y K36+700.

**Figura 38.** Unidades funcionales de la concesión Ruta Costera



**Fuente:** elaboración propia.

• **Concesión Pacífico 2–La Pintada (contrato de asociación público–privada 006 de septiembre del 2014)**

La concesión Pacífico 2–La Pintada tiene una longitud total de 96,5 km que comprenden dos tramos principales: i) 42,5 km del tramo que conecta La Pintada y Bolombolo, y ii) 54 km del tramo que conecta La Pintada y Primavera. En el concesionario participan Odinsa y John Laing (80 % y 20 % de participación, respectivamente). La concesión se divide en cinco unidades funcionales (figura 39):

• Unidad funcional 1: este tramo abarca el tramo entre La Pintada y Puente Iglesias, con una longitud total de 17,93 km.

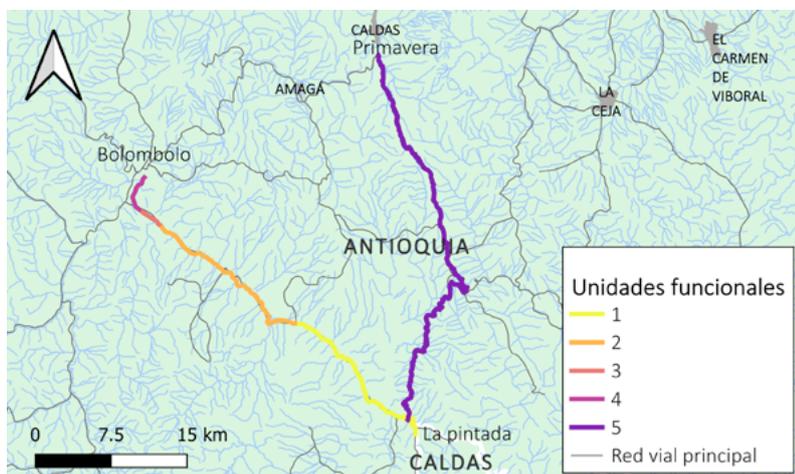
• Unidad funcional 2: comprende el tramo entre Puente Iglesias y Puente Mulatos, con una longitud total de 19,11 km.

• Unidad funcional 3: con una longitud total de 2,42 km, esta unidad corresponde al túnel Mulatos.

• Unidad funcional 4: este tramo se extiende desde Puente Cauca a Bolombolo, con una longitud total de 3,09 km.

• Unidad funcional 5: abarca el tramo que conecta La Pintada con Primavera, con una longitud total de 54 km.

**Figura 39.** Unidades funcionales de la concesión Pacífico 2–La Pintada



**Fuente:** elaboración propia.

- **Aeropuerto internacional El Dorado (contrato No. 6000169 OK, del 12 de septiembre del 2006)**

El Aeropuerto Internacional El Dorado Luis Carlos Galán Sarmiento más conocido como Aeropuerto El Dorado, concesionado por el Gobierno Nacional a Opain S.A., se encuentra ubicado en Bogotá, a 13,35 kilómetros al occidente del centro (Plaza de Bolívar), entre las localidades de Fontibón y Engativá. Este fue concebido durante la administración del general Gustavo Rojas Pinilla para reemplazar al Aeropuerto de Techo y representa un hito significativo en la historia de la aviación colombiana. Su construcción, que se inició en 1955 y finalizó en 1959, marcó un punto de inflexión en el desarrollo aeroportuario del país (Cedeño, 2022).

El aeropuerto El Dorado ocupa un área de 1.000 hectáreas y se encuentra compuesto por dos terminales de pasajeros y una terminal de carga. La última terminal de pasajeros se inauguró en el 2012, cuenta con dos muelles domésticos y dos muelles internacionales, 56 salas de espera, 136 módulos de registro (*check-in*) y 7 salas VIP. Por otro lado, la terminal 2 se enfoca únicamente en atender vuelos domésticos, permitiendo la conectividad con más de 30 destinos nacionales. La terminal de carga fue inaugurada en el 2010 y atiende el mayor movimiento de carga aérea en Latinoamérica con más de 760.000 toneladas anualmente.

En el aeropuerto operan 28 aerolíneas de pasajeros y 21 aerolíneas de carga, las cuales permiten la conectividad con 55 destinos internacionales y 42 destinos domésticos, movilizando a más de cuarenta millones de pasajeros anualmente. Y cabe resaltar que gracias a su ubicación a las afueras de la ciudad lo convierte en uno de los *hubs* más importantes de Latinoamérica.

En el interior del aeropuerto, 69 arrendatarios de espacios operativos dan vida a una compleja red de actividades, aprovechando los recursos proporcionados, como los 10 cuartos fríos, 16 bodegas y 214 muelles para vehículos. La alta demanda por estos espacios, reflejada en la ocupación total de las bodegas y el 80 % de las áreas de oficina, subraya la importancia estratégica de este aeropuerto para la economía nacional. Además, con dos pistas de 3.800 metros por 45 metros cada una (Clúster de Logística, 2022), El Dorado no solo representa

un avance en términos de infraestructura, sino también un símbolo de eficiencia y conectividad en el panorama aeroportuario latinoamericano.

A partir del momento en que Opain S.A. gana la licitación para operar y administrar el aeropuerto, este se ha destacado por sus importantes esfuerzos en términos de experiencia del usuario, nivel de servicio y sostenibilidad, los cuales serán descritos más adelante. Gracias a estos esfuerzos, el aeropuerto ha recibido múltiples reconocimientos a lo largo del tiempo; por ejemplo, el premio Skytrax como mejor aeropuerto de Suramérica en diferentes años (2016, 2017, 2018, 2021, 2022 y 2023), y la máxima certificación LEED platino en el 2021. Dado lo anterior, el aeropuerto El Dorado resulta ser de alto interés en el presente ejercicio.

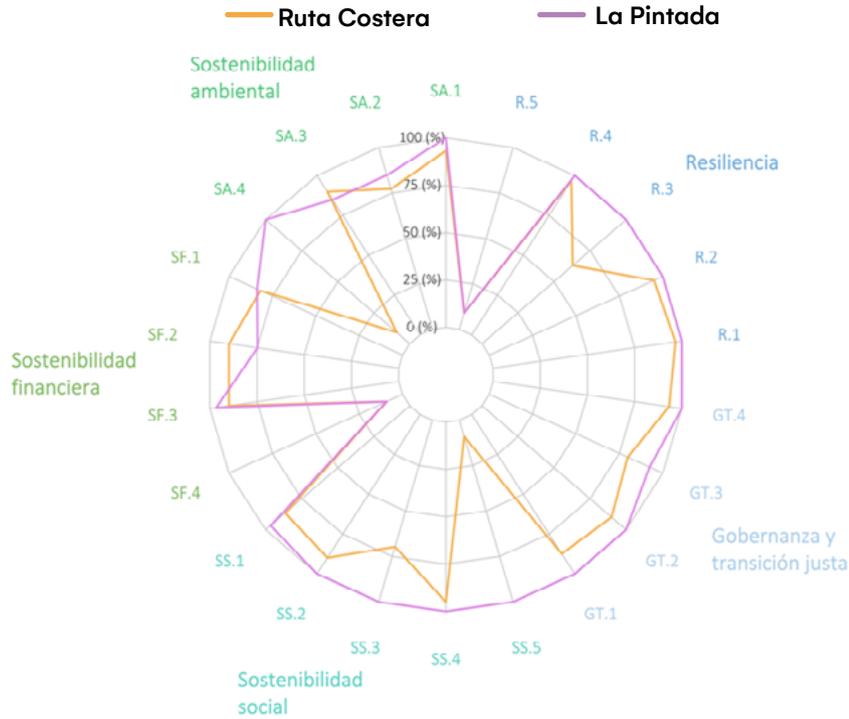
### 7.1.3. Resultados piloto

Los resultados presentados a continuación son para la concesión Ruta Costera y la concesión Pacífico 2-La Pintada, pues por limitaciones logísticas no fue posible recibir las respuestas a la encuesta complementaria por parte del Aeropuerto Internacional El Dorado.

La encuesta fue diligenciada teniendo en cuenta las prácticas y acciones llevadas a cabo en los activos seleccionados, es decir, reflejan específicamente las acciones y esfuerzos sostenibles realizados por cada activo en particular, en línea con sus prácticas y enfoques operativos individuales y no representan necesariamente una evaluación en conformidad con la normativa colombiana actual.

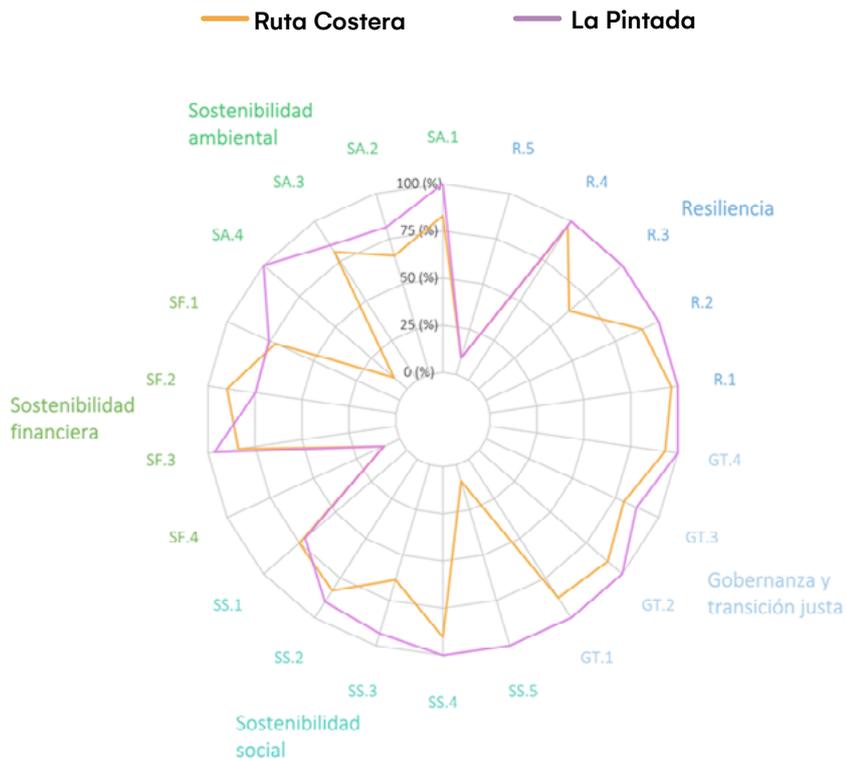
Los resultados de la encuesta son presentados así: i) las respuestas de las preguntas tipo b normalizadas por cada uno de los temas en el Modelo 3+, para evaluar las acciones que realizan las concesiones en cada uno de los subtemas del modelo; y ii) se multiplican las preguntas tipo b con las preguntas tipo a y se normalizan los resultados por cada uno de los subtemas en el modelo, para comparar usando como base la importancia de cada uno de los subtemas en los temas del Modelo 3+ que definió cada activo. Los resultados del caso i y del caso ii se presentan en las figuras 40 y 41. Es importante mencionar que los porcentajes de la encuesta se dividen por igual para cada uno de los ítems del modelo.

**Figura 40.** Resultados caso I encuesta activos sostenibles (encuesta disponible en <https://forms.office.com/r/if-CwP8Maj8>)



Fuente: elaboración propia.

**Figura 41.** Resultados caso II encuesta activos sostenibles (encuesta disponible en <https://forms.office.com/r/if-CwP8Maj8>)



Fuente: elaboración propia.

Las figuras anteriores destacan que los componentes de innovación de la sostenibilidad financiera (SF.4), social (SS.5), resiliencia (R.5) y sostenibilidad ambiental (SA.4) obtuvieron el puntaje mínimo (10 %) en el activo de Ruta Costera. Es importante aclarar que este resultado no sugiere ausencia de innovación de las concesiones analizadas en sus procesos operativos o que no haya innovación en la concepción, diseño y construcción del proyecto. El resultado indica que los temas y subtemas del Modelo 3+ abordan adecuadamente los esfuerzos en materia de sostenibilidad realizados por el activo y en consecuencia no hubo respuestas adicionales en la pregunta de la encuesta sobre innovación.

El activo de Pacífico 2-La Pintada obtiene puntajes mínimos en las categorías de innovación de la sostenibilidad financiera (SF.4) y resiliencia (R.5). Esto muestra que, bajo el concepto del activo, se realizan actividades adicionales que no se enmarcan en los subtemas definidos del Modelo 3+. El activo de Pacífico 2-La Pintada obtiene puntajes mínimos en las categorías de innovación de la sostenibilidad financiera (SF.4) y resiliencia (R.5). Esto muestra que, bajo el concepto del activo, se realizan actividades adicionales que no se enmarcan en los subtemas definidos del Modelo 3+. Las actividades descritas incluyen actuaciones con grupos de interés en temáticas y actividades ambientales en el caso de sostenibilidad ambiental, así como planes de desarrollo y participación de niños, niñas y jóvenes para vincularlos a la educación superior, rescate cultural, espacios de consulta especial para adultos mayores, y el trabajo con organizaciones productivas. También se promueve la inclusión de proveedores locales y comunitarios, así como la promoción de productos locales, en el caso de sostenibilidad social.

Los resultados de la encuesta muestran que, a excepción del componente de innovación previamente mencionado, los subtemas evaluados alcanzan un porcentaje mayor al 70 % para ambos activos en ambos casos. Este resultado muestra los esfuerzos en materia de sostenibilidad realizados por ambos activos en relación con el Modelo 3+. Es importante resaltar que este alto puntaje se observa consistentemente en todas las dimensiones del modelo, lo que indica que los activos están dedicando esfuerzos considerables en sostenibilidad en cada aspecto evaluado.

Al observar los resultados de la dimensión de sostenibilidad ambiental se observa que el tema de circularidad se destaca como uno de los más bajos para ambos activos en ambos casos de análisis dentro de toda la dimensión. Esto presenta una oportunidad de mejora, ya que refleja un área en la que el activo puede enfocarse para fortalecer sus prácticas y estrategias ambientales. Es importante destacar que este bajo puntaje puede atribuirse al hecho de que el concepto de circularidad es relativamente nuevo y no se ha abordado ampliamente desde la estructuración inicial de los proyectos. Como resultado, se identifica una necesidad de incorporar consideraciones de flujo de recursos (circularidad) desde las etapas iniciales de planificación y diseño de proyectos, lo que permitirá al activo mejorar su desempeño ambiental y avanzar hacia prácticas más sostenibles y responsables en términos de economía circular.

Adicionalmente, se presenta un puntaje bajo en reducción de emisiones (SA.3) para la dimensión de sostenibilidad ambiental. Esto se debe a que, en la normativa vigente, no se exigen métricas, índices o metas que les permitan cuantificar si sus esfuerzos en materia de sostenibilidad efectivamente permiten esa reducción de emisiones que enmarca el Modelo 3+.

En el análisis de la dimensión “sostenibilidad financiera” se observa que los tres subtemas, a excepción del componente de innovación en el caso de ambos activos, obtienen un porcentaje alto en general. Sin embargo, el subtema de sostenibilidad financiera (SF.2) muestra un puntaje más bajo en comparación con los demás de la misma dimensión (SF.1, SF.3 y SF.4), lo que señala una oportunidad de mejora para los activos. Este resultado puede atribuirse a la falta de ciertos aspectos clave en la gestión financiera del proyecto. Por ejemplo, se identificó un puntaje bajo en la implementación de medidas de evaluación financiera, que incluye la evaluación del costo-beneficio, análisis de ciclo de vida, entre otros. Adicionalmente, se identifica una falta de medición del impacto del proyecto en otros sectores productivos, como el turismo. Es importante tener en cuenta que los resultados obtenidos son en parte esperados, teniendo en cuenta que tema de riesgos y financiación se define desde el inicio con el contrato, limitando así la flexibilidad para incorporar análisis adicionales o ajustes financieros a lo largo del proyecto.

La sostenibilidad social resulta ser un aspecto esencial para los activos, evidenciado por los altos puntajes obtenidos en esta dimensión, a excepción del componente de innovación en el activo de Ruta Costera. Sin embargo, se destaca que el subtema de equidad y justicia social (SS.1) para el activo de Pacífico 2–La Pintada y participación democrática (SS.3) para el activo Ruta Costera presentan el puntaje más bajo en comparación con los demás como se evidencia en la figura 3 y la figura 4. Esto destaca la importancia de fortalecer la participación democrática de las comunidades y grupos de interés en todas las etapas del proyecto, así como de abordar de manera más efectiva la equidad y la justicia social. Aunque el activo mantiene contacto con las comunidades afectadas, como se observó en la visita de campo, se subraya la necesidad de mejorar en la identificación efectiva de estos grupos y en su involucramiento a través de consultas públicas. Estas consultas son fundamentales para evitar conflictos, garantizar el apoyo popular y asegurar que las decisiones tomadas sean inclusivas y representativas de los intereses de todas las partes involucradas.

Como ya se había mencionado antes la dimensión de gobernanza y transición justa es un componente transversal y fundamental en todas las demás dimensiones del modelo 3+, lo que se evidencia especialmente en que todos los subtemas tienen puntaje mayor al 80 % para los dos activos evaluados. Esta alta calificación subraya la importancia de contar con una gobernanza efectiva y una transición justa en el contexto de proyectos de infraestructura sostenible. Sin embargo, se identifican oportunidades de mejora en gobernanza y liderazgo (GT1), particularmente en lo que respecta al asegurar una regulación clara y estable, y en valor social y valor por dinero en lo que respecta a la flexibilidad en los documentos que rigen el proyecto para proteger el activo y garantizar la continuidad del acceso en condiciones de seguridad. La capacidad de adaptar y ajustar los términos del contrato para proteger el activo y garantizar la continuidad del acceso en condiciones de seguridad es crucial para enfrentar los desafíos que pueden surgir y asegurar la sostenibilidad a largo plazo del proyecto.

La “continuidad del acceso en condiciones de seguridad” hace referencia a la capacidad del activo para que los usuarios puedan seguir utilizándolo de manera

segura a lo largo del tiempo. Esto implica que la infraestructura debe ser estructurada, diseñada, construida y mantenida de tal manera que se minimicen los riesgos y peligros para los usuarios y el entorno. Algunos ejemplos de condiciones inseguras podrían incluir deficiencias estructurales, desastres naturales, vandalismo, actos de terrorismo, entre otros. Por lo tanto, se debe garantizar que los contratos sean lo suficientemente flexibles y adaptables para enfrentar estos desafíos, permitiendo ajustes y mejoras de situaciones imprevistas.

La evaluación de la resiliencia en el activo revela un puntaje notablemente alto en el subtema de planeación y gestión de emergencias (R.4) para ambos activos, indicando una adecuada preparación para hacer frente a situaciones de emergencia y eventos imprevistos. Sin embargo, se identifica una oportunidad de mejora en los otros subtemas relacionados con robustez y resistencia (R.1), redundancia e integración con otros sistemas (R.2), y flexibilidad y adaptación (R.3) para el activo Ruta Costera. Esta carencia puede explicarse en parte a la tendencia generalizada de incluir la resiliencia como un componente implícito en los aspectos de sostenibilidad ambiental, económica y social, lo que podría restar énfasis en aspectos específicos de la resiliencia que sí tiene en cuenta el Modelo 3+. Además, ciertos aspectos contractuales pueden dificultar el desarrollo de la resiliencia, especialmente en términos de flexibilidad en la respuesta, colaboración y adaptabilidad.

El anexo 3 presenta la información recogida en la encuesta para mostrar los esfuerzos de sostenibilidad de los concesionarios en los tres activos analizados en visita de campo. Presenta una descripción de las acciones y prácticas implementadas para promover la sostenibilidad en diversas áreas de su operación, e incluye fotografías que ilustran las actividades realizadas. Además, se presenta un mapa (figura 42) que indica la ubicación de algunos de los esfuerzos visitados en campo, permitiendo una mejor comprensión de la distribución geográfica de las iniciativas sostenibles implementadas por el activo a lo largo de su área de operación.

**Figura 42.** Ubicación sitios visitados en Ruta Costera



**Fuente:** elaboración propia.

De acuerdo con la visita de campo el activo de la Ruta Costera ha demostrado un alto compromiso con la sostenibilidad a través de una variedad de iniciativas y proyectos. Desde la construcción de canales para mitigar inundaciones hasta la implementación de medidas para preservar la fauna local, pasando por la promoción de la seguridad vial y la generación de ingresos adicionales para las comunidades locales a través de la agricultura sostenible, la adopción de tecnologías renovables como la energía solar en la iluminación de la vía, cada acción realizada refleja un enfoque integral hacia la sostenibilidad enmarcada en el Modelo 3+.

Es importante destacar que la concesión indicó que todas estas acciones se hacen por fuera de lo estipulado contractualmente, lo que demuestra un compromiso institucional por parte del activo para contribuir de manera significativa a la sostenibilidad. Estos esfuerzos adicionales reflejan la voluntad de la concesión de superar las expectativas y generar un impacto positivo duradero en las comunidades y el entorno circundante, así como la necesidad de que contractualmente se tengan en cuenta estas acciones realizadas por los activos.

La implementación de la economía circular en Ruta Costera se evidencia en varias de las iniciativas que aplican; por ejemplo, la concesión cuenta con acciones relevantes en cada uno de sus flujos de recursos (agua,

energía y materiales) para este tipo de infraestructura, como se presenta a continuación:

- Agua: la concesión cuenta con la implementación de sistemas de recolección de agua lluvia, un estudio de caso de factibilidad de suministro de agua a la red local y además ha tenido un manejo de los recursos hídricos y ecosistemas clave circundantes a la vía como lo son la ciénagas, pantanos y bosques de manglar.
- Energía: se ha realizado el reemplazo de iluminación convencional por fotovoltaica en las intersecciones Salgar y Puerto Colombia.
- Materiales: se han realizado distintas actividades como i) la implementación de asfalto modificado con polímeros y aditivos convencionales para mantenimiento rutinario y periódico, el cual alarga la vida útil del pavimento; ii) transformación de madera plástica posconsumo para su posterior uso en la fabricación de señalizaciones, cercados, bancas, paraderos; y iii) investigación y desarrollo en cementos no convencionales en convenio con Ecopetrol y la Universidad Nacional de Colombia (UNal), para buscar sinergias con los residuos, además de ser pioneros en la implementación de estos pilotos.

Estos avances dentro de la concesión son relevantes,

ya que demuestran acciones en cada uno de los frentes mencionados, adicionalmente, se implementan acciones de economía circular en varios eslabones de la cadena de valor; por ejemplo, la transformación de materias primas con proveedores para obtener materiales bajos en carbono, reciclables y con una mayor extensión de la vida útil como es el caso la mezcla asfáltica de grano caucho reciclado y la madera plástica. Otro ejemplo, es la aplicación de la metodología de construcción *top-down* en el viaducto el Gran Manglar que se pensó desde el diseño para reducir el impacto ambiental significativamente. Sin embargo, uno de los retos y, a su vez, oportunidades para mejorar dentro de Ruta Costera en términos de circularidad, es la escalabilidad de estas propuestas. Lo anterior, puede ser consecuencia de la curva de aprendizaje que ha tenido Ruta Costera sobre el caso de negocio de la sostenibilidad en los proyectos, o de la falta de incentivos y claridad normativa para la implementación de actividades de economía circular, que constituye una barrera significativa para la adopción de estas iniciativas a gran escala en el proyecto. Este hallazgo es coherente con los resultados de la encuesta realizada, donde se obtuvo un 66 % del total de puntos en el subtema de circularidad (sa.2) en el caso II (figura 41), siendo uno de los puntajes más bajos de este activo.

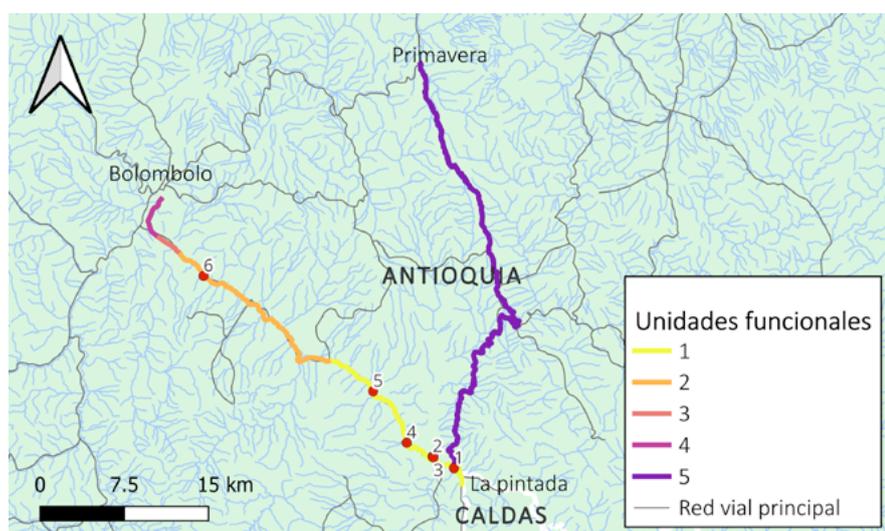
Durante la visita de campo, se pudo evidenciar que en el tema de reducción de emisiones (sa.3), no existe una métrica o meta establecida por parte de la concesión para medir el impacto de sus acciones en este subtema. A pesar de la implementación de actividades dirigidas a la reducción de emisiones, como la iluminación con energía solar, estas no se cuantifican adecuadamente y representan una proporción muy pequeña de las emisiones totales generadas por el proyecto. Este hallazgo es crucial para entender la diferencia de puntaje en la encuesta con respecto al activo Pacífico 2-La Pintada. La falta de una medición clara y cuantitativa del impacto de las acciones de reducción de emisiones dificulta la evaluación precisa de la sostenibilidad ambiental de los proyectos.

Las acciones y proyectos implementados por el activo son reflejo de los esfuerzos sostenibles que se llevan a cabo en el marco del Modelo 3+. Cada iniciativa aborda aspectos específicos del modelo; por ejemplo, la construcción del canal para mitigar inundaciones y

la implementación de pasos de fauna se alinean con la sostenibilidad ambiental, mientras que la promoción de la seguridad vial y la generación de ingresos a través de la agricultura sostenible se relacionan con la sostenibilidad económica y social, respectivamente. En resumen, las acciones y proyectos llevados a cabo por el activo de la Ruta Costera reflejan un compromiso activo con la sostenibilidad en la mayoría de las dimensiones, presentando oportunidades de mejora importantes en el tema de circularidad, tal como se evaluó en la encuesta y se evidenció en la visita.

Para el activo Pacífico 2-La Pintada se repite el ejercicio con el objetivo de obtener una visión de los esfuerzos en materia de sostenibilidad. De manera similar, se recopiló información sobre las acciones y prácticas implementadas por este activo para promover la sostenibilidad en sus operaciones. Esta evaluación se realizó en una visita de campo para observar de primera mano las iniciativas sostenibles. Los resultados obtenidos de la visita se presentan en el anexo 3 y la ubicación de algunos de estos en la figura 43.

**Figura 43.** Ubicación sitios visitados en Pacífico 2–La Pintada



**Fuente:** elaboración propia.

La visita de campo realizada al activo Pacífico 2–La Pintada evidenció un alto compromiso con la sostenibilidad a través de los proyectos e iniciativas con los que cuentan. Desde el Centro de Control de Operaciones (cco) que permite atender de manera eficiente emergencias hasta la creación del Circa, pasando por los resultados obtenidos en la reforestación del bosque seco tropical, entre otras actividades ya mencionadas, el activo refleja un compromiso integral hacia la sostenibilidad, en línea con el Modelo 3+.

El proyecto Pacífico 2–La Pintada presenta una oportunidad en EC que se asemeja a la observada en la Ruta Costera. Esta oportunidad radica en la posibilidad de expandir las prácticas de EC, dado que muchas de las actividades e innovaciones en la concesión aún se encuentran en fase piloto. Esta situación puede atribuirse tanto a la curva de aprendizaje como a restricciones normativas. Así mismo, las acciones con alcance puntual que implementa la concesión Pacífico 2–La Pintada, como el reciclaje de tapas y el uso de materiales reutilizables en el Centro de Investigación y Conservación de los Bosques del Río Cauca (Circa), permiten generar aprendizajes valiosos a los diferentes actores del ecosistema, brindando conocimiento a la industria y al sector público.

En el ejercicio con este activo es importante mencionar que todas las acciones mencionadas corresponden a esfuerzos para ir más allá de lo estipulado

contractualmente, demostrando un gran compromiso institucional para contribuir significativamente a la sostenibilidad y generar un impacto positivo en las comunidades y el entorno circundante. Se hace énfasis nuevamente en que se deberían considerar estas acciones en el marco contractual como se describe en la sección nueve de recomendaciones.

En ninguna de las dos concesiones es evidente la forma en que se mide el impacto en la huella de carbono de las acciones llevadas a cabo. Esta falta de claridad se debe, en parte, al carácter voluntario de dichas acciones, las cuales no están incluidas en la normativa actual. Por consiguiente, es importante establecer un método concreto para medir el impacto, permitiendo así cuantificar las diferentes acciones realizadas. Este proceso de medición debe ser incorporado en la normativa vigente, garantizando así una evaluación precisa y más consistente del impacto ambiental de las actividades sostenibles desarrolladas en los diferentes proyectos.

Con relación al Aeropuerto Internacional El Dorado, de manera similar, se recopiló información sobre las acciones y buenas prácticas implementadas por este activo para promover la sostenibilidad en sus operaciones. Este análisis se realizó mediante una visita de campo a sus instalaciones para observar de primera mano las iniciativas sostenibles. Los resultados obtenidos de la visita se presentan en el anexo 3.

El Aeropuerto Internacional El Dorado ha establecido una estrategia de sostenibilidad que se enmarca en un propósito superior: “Creamos conexiones sorprendentes para ofrecer experiencias memorables”. Esta estrategia se sustenta en cuatro pilares fundamentales: “Lideramos hoy para asegurar el mañana”; “Nos hacemos cargo y gestionamos en equipo”, “Cuidamos lo que es importante para todos”; y “Ofrecemos experiencias memorables”. Dentro de esta estrategia, se han identificado y priorizado doce asuntos materiales clave que guían las acciones y decisiones del aeropuerto. Estos incluyen: i) infraestructura (capacidad/eficiencia operacional); ii) relacionamiento estratégico; iii) competitividad (desempeño económico); iv) experiencia de usuarios y clientes (aeropuerto inteligente); v) seguridad y salud en la operación aeroportuaria; vi) ética, cumplimiento y transparencia; vii) cambio climático; viii) biodiversidad; ix) talento humano; x) circularidad; xi) cadena de abastecimiento; y xii) agua. Estos aspectos materiales fundamentales reflejan el compromiso del aeropuerto con la sostenibilidad en todas sus operaciones y decisiones.

El Dorado ha implementado una serie de medidas de economía circular haciendo un análisis del flujo de recursos del aeropuerto, permitiendo encontrar puntos de incidencia clave para aplicar metodologías de EC. En cuanto al asunto material del agua y la economía circular, el Aeropuerto El Dorado dispone de una planta de tratamiento de aguas residuales que tiene la capacidad de procesar 57,1 litros de agua por segundo. Esto posibilita la descarga de agua tratada y de mejor calidad en el río Bogotá. Asimismo, como parte de sus procesos de optimización y reducción del recurso hídrico, el aeropuerto reutiliza el 100 % de las aguas pluviales.

En relación con la eficiencia energética, el Aeropuerto ha logrado un notable avance al reemplazar 14300 luminarias convencionales por tecnología led. Este cambio ha generado un ahorro del 51 % en el consumo de energía. Además, se ha llevado a cabo la instalación de 10.400 paneles solares en una de las terminales, lo que ha contribuido tanto a reducir los costos de consumo de energía como a disminuir significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero en el alcance 2. Asimismo, como parte de su compromiso con la reducción de emisiones directas derivadas del uso de combustibles fósiles, el Aeropuerto ha realizado esfuerzos para reemplazar

dieciocho vehículos de plataforma por una flota vehicular completamente eléctrica.

Por otro lado, el Aeropuerto El Dorado también alberga una estación de clasificación y aprovechamiento de residuos, donde se procesan 7.200 toneladas de residuos al año. De estas, se aprovecha el 80 %, lo que ha llevado al Aeropuerto a obtener la Certificación Basura Cero por quinto año consecutivo. Esta distinción destaca el compromiso y el rendimiento sobresaliente en programas de gestión integral de residuos sólidos. Estas iniciativas no solo contribuyen a la eficiencia operativa del aeropuerto, sino que también apuntan directamente a estrategias de cambio climático al reducir las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas con la eliminación de residuos y al promover prácticas más sostenibles en la gestión de recursos.

Además, como parte de su compromiso con la reducción del consumo de plástico por parte de los usuarios, el Aeropuerto ha implementado puntos de recarga de botellas en todo su recinto. Esta iniciativa tiene como objetivo fomentar el uso de botellas reutilizables y reducir la compra de agua embotellada, lo que a su vez contribuye significativamente a la disminución de la cantidad de plástico consumido dentro de las instalaciones aeroportuarias. Este enfoque no solo promueve prácticas más sostenibles entre los pasajeros, sino que también tiene un impacto positivo en la reducción de residuos plásticos y, por ende, en la mitigación del impacto ambiental asociado con su producción y disposición final.

El Aeropuerto El Dorado ha marcado un hito en la gestión sostenible de recursos al implementar una innovadora práctica ambiental: la utilización de asfalto con plástico posconsumo reciclado en la calle 26, una vía crucial que conecta el aeropuerto con la ciudad. Esta iniciativa, desarrollada en colaboración con Ecopetrol, no solo demuestra un compromiso con la economía circular y la mitigación de la contaminación ambiental, sino que también contribuye significativamente a la reducción de la huella ambiental. Al reemplazar el asfalto convencional con plástico reciclado, se reduce la dependencia de materiales derivados del petróleo y se evita la liberación de gases de efecto invernadero asociados con su producción. Además, este asfalto modificado puede ofrecer una mayor durabilidad y resistencia, lo que implica una menor necesidad de mantenimiento y reparación de la

carretera, reduciendo así las emisiones de co2 asociadas con estas actividades. En resumen, esta innovadora práctica no solo contribuye a la gestión de residuos plásticos, sino que también tiene un impacto positivo en la reducción de emisiones de co2 a lo largo del ciclo de vida de la carretera.

Por este portafolio de acciones ambientales El Dorado, en el 2021, fue reconocido por la aci (Airport Council International) entre los aeropuertos de la región que combaten el cambio climático cumpliendo los objetivos del Acuerdo de París; otras terminales aéreas que recibieron la distinción fueron las de Ámsterdam, Melbourne y San Francisco.

El caso de negocio de la economía circular en El Dorado demuestra que la EC es un modelo con aplicaciones sistémicas, donde se revisan los puntos clave de incidencia en el flujo de recursos y materiales y donde se pretende tener unos modelos industriales regenerativos. Cabe resaltar que la aplicación de estos modelos de negocio genera costos operacionales y pueden incrementar el Capex, pero, en general, se plantean para generar algún tipo de rentabilidad a través del ahorro, la eficiencia o la generación de nuevas fuentes de ingreso o por lo menos que no generen pérdida. Además, la economía circular puede ayudar a las empresas a mejorar su imagen pública, reduciendo riesgos reputacionales y externalidades negativas creando una sostenibilidad en el tiempo por su buen manejo de *stakeholders*.

Respecto al Modelo 3+, el Aeropuerto El Dorado se destaca por sus acciones en sostenibilidad. A continuación, se detallarán las dimensiones sobre las cuales se soporta el cumplimiento o aplicación de iniciativas ambientales, sociales y de resiliencia.

El Aeropuerto El Dorado está implementando medidas sólidas para gestionar los recursos de manera más eficiente y sostenible. Este compromiso se refleja en la adopción de la economía circular en áreas clave como agua, energía y residuos, como se detalla anteriormente. Además, en la gestión del paisaje, se han implementado

diversas iniciativas, incluida la siembra de árboles en diversas zonas de protección de Bogotá y de las cuencas que abastecen de agua al aeropuerto y el monitoreo continuo de la avifauna circundante. En lo que respecta a las emisiones, el aeropuerto se ha fijado metas ambiciosas de emisiones cero para los alcances 1 y 2, y está evaluando y midiendo el alcance 3 para abordarlo en el futuro.

En cuanto al componente social, el aeropuerto mantiene un diálogo constante con las comunidades vecinas para comprender y evaluar el impacto social, especialmente en áreas como la generación de empleo y los efectos ambientales. Un ejemplo reciente de esta colaboración es la iniciativa conjunta con la comunidad de Fontibón y las autoridades locales, que resultó en la transformación de residuos plásticos en espacios de recreación públicos, demostrando un compromiso efectivo con la comunidad y el medio ambiente.

En el análisis comparativo de las prácticas de sostenibilidad entre los activos viales y el activo aeroportuario, se evidencia una brecha importante. El Aeropuerto El Dorado destaca por su adecuada medición de emisiones y la implementación de acciones basadas en la economía circular, beneficiándose de un entorno más controlado y una regulación aeroportuaria internacional robusta y estandarizada. En contraste, los activos viales del país muestran rezagos en estos aspectos, indicando una oportunidad significativa para mejorar. Fortalecer la estandarización en la medición de emisiones y adoptar principios de economía circular en la regulación vial podría cerrar esta brecha, elevando las prácticas de sostenibilidad en los activos viales a niveles comparables con los del activo aeroportuario evaluado en el ejercicio.

A partir de esta comparación, es pertinente analizar las acciones sostenibles de activos nacionales a través de certificaciones de infraestructura sostenible reconocidas a nivel internacional. En la siguiente sección se presenta la evaluación de una concesión vial de cuarta generación (4G) a través de dos certificaciones de infraestructura sostenible.

## 7.2. Evaluación de concesión vial 4G por medio de las certificaciones de infraestructura sostenible Envision y BREEAM Infrastructure

El equipo aplicó la metodología de Envision y BREEAM Infrastructure en un proyecto de una concesión de cuarta generación para estudiar su viabilidad. La selección de las certificaciones Envision y BREEAM Infrastructure para evaluar la sostenibilidad de la concesión se fundamenta en: i) su aplicabilidad “universal” en todos los tipos y tamaños de infraestructura; ii) el cubrimiento de las diferentes fases del proyecto; iii) su alta compatibilidad con LUVV; iv) el valor significativo de los activos certificados; y v) el reconocimiento internacional de las dos certificaciones.

Los detalles de la certificación Envision ya fueron abordados en la sección 6.5.

### 7.2.1. Introducción de la certificación BREEAM Infrastructure

BREEAM Infrastructure (anteriormente conocida como CEEQUAL) es una certificación de evaluación de infraestructura sostenible desarrollada por BRE Global promovida por la Institución de Ingenieros Civiles de Reino Unido (ICE). Esta certificación tiene como fin evaluar todo tipo de proyectos de ingeniería civil, infraestructura, paisajismo y espacio público (BRE Global, 2022). Su primera versión se publicó en el 2003 y se ha ido actualizando progresivamente. Para el presente ejercicio, se empleó la última versión que corresponde a la 6.0.3. para proyectos internacionales.

El marco de BREEAM Infrastructure cuenta con dos enfoques: i) BREEAM Infrastructure: proyectos, que se encuentra dirigida a las fases de estrategia, diseño y construcción

de nuevos activos o renovación de activos existentes; y ii) BREEAM Infrastructure: contratos, que se enfoca en la fase de operación. Debido a las condiciones del proyecto evaluado, se utilizó el primer enfoque, pues permite realizar la evaluación de una combinación de las fases del proyecto o una evaluación individual de la fase de diseño o de construcción (la fase de estrategia no se puede evaluar de forma independiente). Las combinaciones posibles son: fase de estrategia con diseño, fase de diseño con construcción o las tres fases juntas, siendo esta última la evaluación del proyecto completo. Cada una de las fases se encuentra relacionada con la participación específica de diferentes actores, entre los cuales se identifica el cliente (para la fase de estrategia), equipo de diseño (para la fase de diseño) y contratistas principales (para la fase de construcción).

La certificación consta de ocho categorías con un total de 30 requisitos de evaluación. Las categorías son: i) gestión (GS); ii) resiliencia (RS); iii) comunidades y partes interesadas (CPI); iv) uso del suelo y ecología (USE); v) paisaje y entorno histórico (PEH); vi) contaminación (CN); vii) recursos (RC); y (viii) transporte (TR). La figura 44 muestra la categorización de BREEAM Infrastructure. Los valores de la rueda intermedia corresponden al número identificador del requisito de cada categoría. La rueda externa muestra el número total de criterios de evaluación que hay dentro de cada categoría.

**Figura 44.** Clasificación de la certificación BREEAM Infrastructure



**Fuente:** elaboración propia.

En cada requisito de evaluación hay varios criterios de evaluación como lo muestra la figura anterior, los cuales tienen asignado un puntaje específico que se aplica dependiendo de la fase (estrategia, diseño o construcción) hacia la cual se encuentra dirigida la pregunta. En el documento base de BREEAM Infrastructure: “Proyecto internacional” (BRE Global, 2022) se pueden consultar en detalle los diferentes criterios de evaluación. Esta certificación cuenta con unos prerequisites de obligatorio cumplimiento que no aportan puntaje, pero su cumplimiento es necesario para poder obtener puntaje en el requisito de evaluación. Adicionalmente, los puntos por innovación valoran esfuerzos adicionales que se desarrollan en el proyecto y que no se abordan de forma explícita en la certificación. En innovación es posible obtener puntos por dos caminos: i) mostrar un comportamiento ejemplar en el requisito de evaluación 7.2, correspondiente a la reducción de las emisiones de carbono a lo largo del ciclo de vida; o ii) innovaciones aprobadas por medio de solicitud de innovación a BRE Global.

BRE Global certifica proyectos en función del porcentaje de puntos obtenidos de acuerdo con el cumplimiento de prácticas de BREEAM Infrastructure, otorgando el reconocimiento correspondiente según el rango específico alcanzado:

- Correcto: se alcanza el 30 % de los puntos totales que apliquen al proyecto.
- Bueno: se alcanza el 45 % de los puntos totales que apliquen al proyecto.
- Muy bueno: se alcanza el 60 % de los puntos totales que apliquen al proyecto.
- Excelente: se alcanza el 75 % de los puntos totales que apliquen al proyecto.
- Excepcional: se alcanza el 90 % de los puntos totales que apliquen al proyecto

## 7.2.2. Metodología del estudio de la concesión vial 4G por medio de las certificaciones Envision y BREEAM Infrastructure

La evaluación se realizó a una concesión 4G que tiene cuatro unidades funcionales y está finalizando la fase construcción. Para desarrollar el ejercicio, se llevaron a cabo varias reuniones con el equipo de sostenibilidad del proyecto en las cuales se revisaron todos los criterios de

evaluación y créditos de las respectivas certificaciones, junto con la documentación que sirve como evidencia del cumplimiento de las prácticas. No se realizó una verificación física de las prácticas y la documentación.

Para estudiar la sostenibilidad del proyecto se desarrollaron tres diferentes escenarios de evaluación:

- **Escenario estricto:** los puntos se otorgan si el equipo a cargo del proyecto afirma que se tienen todos los documentos de evidencia solicitados por las certificaciones. En este escenario se otorgan los puntos siguiendo exactamente las reglas de la certificación.
- **Escenario flexible:** se otorgan puntos por prácticas que se han implementado, pero de las cuales no se tiene toda la evidencia exigida por la certificación. Adicionalmente, en este escenario para la certificación BREEAM Infrastructure se tuvieron en cuenta puntos parciales proporcionales al número de prácticas cumplidas del requisito en cuestión. Esto no fue aplicado a Envision, pues certificación por sí sola especifica que puntos parciales se deben asignar con base en el cumplimiento de las prácticas.
- **Escenario flexible plus:** se aplican las mismas condiciones del escenario flexible con la adición de que se otorgan puntos por acciones que aún no se han ejecutado, pero que el equipo a cargo del proyecto afirma que están planeadas para el futuro.

En Envision, en la categoría “Entorno natural” se omitieron los créditos “NW 1.1. Preservar las áreas de alto valor ecológico” y “NW 2.1. Recuperar terrenos industriales en desuso”, pues en las proximidades de este proyecto específico no se identificaron áreas de alto valor ecológico ni terrenos industriales en desuso. Por otro lado,

en BREEAM Infrastructure en la categoría “Uso del suelo y ecología” se omitieron los criterios de evaluación 4.2.3, 4.2.7, 4.2.8 y 4.2.9 pertenecientes al requisito de evaluación “4.2. Contaminación del suelo y recuperación” debido a que son medidas que aplican solo si se presentó contaminación del suelo, lo cual no ocurrió en el proyecto. En la categoría “Paisaje y entorno histórico” se omitieron los criterios de evaluación 5.2.10 y 5.2.11 pertenecientes al requisito “5.2. Bienes patrimoniales”, ya que solo aplican si el proyecto demolió bienes del entorno histórico, lo cual no ocurrió en este proyecto. En la categoría “Recursos” se omitió el criterio de evaluación 7.6.2 perteneciente al requisito de evaluación “7.6. Gestión de residuos de la construcción”, ya que aplica a proyectos que tratan los residuos *in situ*, lo cual no ocurre en el proyecto. Finalmente, en la categoría “Transporte” se omitió el criterio de evaluación 8.1.4 perteneciente al requisito de evaluación “Redes de transporte”, ya que aplica a proyectos que no creen nuevos elementos de infraestructura de transporte.

Por último, el cálculo del resultado final para cada una de las certificaciones se hace de manera diferente. En Envision este resultado se obtiene a partir de la sumatoria de los puntos, mientras que en BREEAM es necesario tener en cuenta la ponderación de cada categoría.

### 7.2.3. Resultados del estudio de la concesión vial 4G con Envision y BREEAM Infrastructure

Los resultados de la clasificación final en los tres escenarios para cada una de las certificaciones se encuentran en las siguientes tablas:

**Tabla 9.** Resultados de la certificación Envision para el proyecto de concesión vial 4G

Escenario	Puntos obtenidos (%)	Reconocimiento
Estricto	32 %	Plata
Flexible	56 %	Platino
Flexible plus	59 %	Platino

**Fuente:** elaboración propia.

**Tabla 10.** Resultados de la certificación BREEAM Infraestructure para el proyecto de concesión vial 4G.

Escenario	Puntos obtenidos (%)	Reconocimiento
Estricto	56 %	Bueno
Flexible	66 %	Muy bueno
Flexible plus	68 %	Muy bueno

**Fuente:** elaboración propia.

Los estos resultados son positivos y reflejan los esfuerzos en materia de sostenibilidad que se han realizado en esta concesión, puesto que en las dos certificaciones recibe un reconocimiento en todos los escenarios analizados. En la certificación Envision, en los escenarios flexibles, se alcanza el nivel más alto de reconocimiento correspondiente a *platino*. Por otro lado, respecto al escenario estricto, se recibe el reconocimiento *plata* y se encuentra a una diferencia de 8 % en puntos por debajo del reconocimiento *oro*. Se destaca que, si se realiza un esfuerzo para recopilar la documentación faltante, podría elevarse el nivel de reconocimiento en el escenario estricto, llegando incluso a obtener el reconocimiento *platino*, tal cual como se muestra en los dos escenarios optimistas, correspondientes al flexible y al flexible plus. Por otro lado, se evidencia que las prácticas que la concesión afirmó que se implementarán en el futuro podrían contribuir a un aumento del 3 % en puntos con respecto al escenario flexible. Es importante destacar que este incremento podría ser aún mayor, dado que se otorgó la puntuación más baja en los créditos correspondientes a las futuras prácticas.

En la certificación de BREEAM Infraestructure se evidencia que el escenario estricto recibe el reconocimiento *bueno* y se encuentra a una diferencia de 4 % en puntos por debajo para recibir el reconocimiento *muy bueno*. Por otro lado, el escenario flexible y el escenario flexible plus recibieron el reconocimiento *muy bueno* y se encuentran a una diferencia de 9 % y 7 % respectivamente, para alcanzar el reconocimiento *excelente*. Por otro lado,

en el escenario flexible, se observa una diferencia de 2 % en puntos con respecto al escenario flexible plus. Al igual que en el caso de Envision, es importante señalar que el porcentaje de puntos en el escenario flexible plus podría aumentar según las prácticas que finalmente se implementen.

Por otro lado, se evidencia que los reconocimientos de BREEAM Infraestructure son más exigentes que los de Envision, pues dos de los escenarios se ubican en el reconocimiento más alto, mientras que en BREEAM Infraestructure los mismos dos escenarios se ubican dentro del tercer reconocimiento más alto.

Es necesario aclarar que los resultados de este ejercicio corresponden a una actividad preliminar básica de revisión de cada uno de los criterios solicitados por las certificaciones. Un proceso de certificación formal exige procedimientos y procesos más avanzados y rigurosos que implican, por ejemplo, una revisión detallada de los documentos de soporte de las diferentes acciones. En este sentido, es común que los contratistas tiendan a sobre estimar algunas de las acciones y que los puntos reales reconocidos por las certificadoras sean menores a los puntos reales otorgados. Esto significa que los resultados mostrados en las tablas anteriores para los diferentes escenarios son una guía inicial de un proceso de acreditación, pero que es probable que en un proceso de acreditación formal los resultados sean un poco menos positivos que los acá reportados.

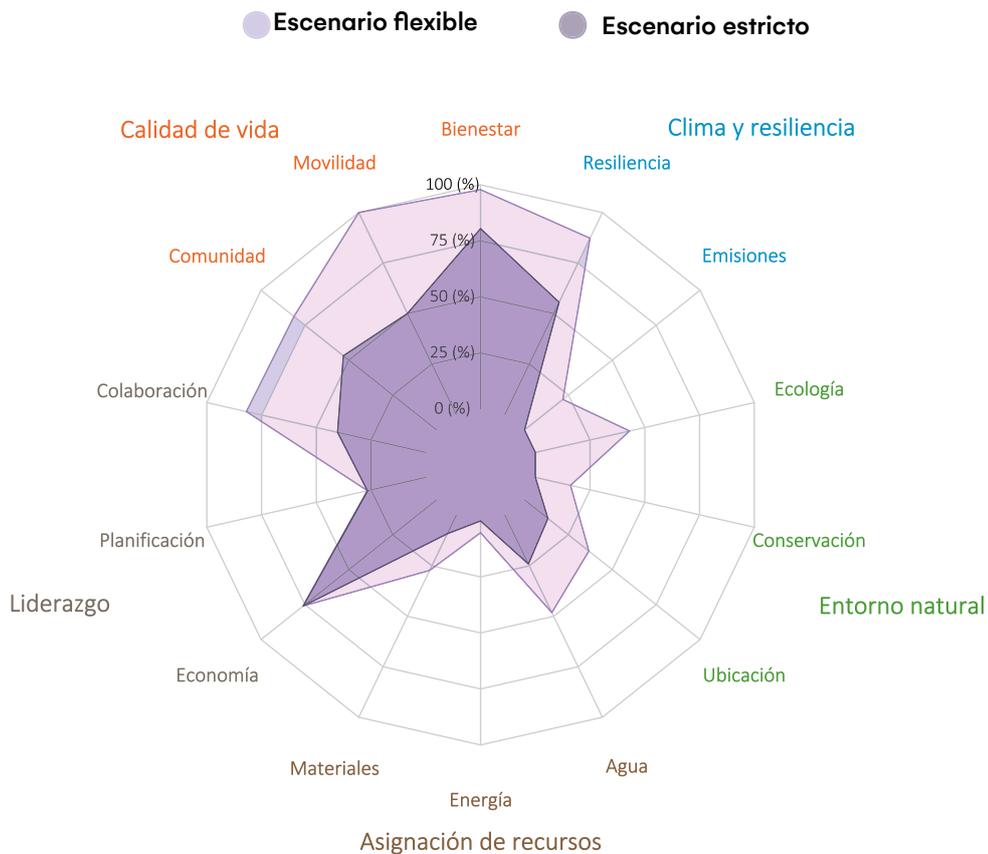
### 7.2.4. Análisis de los resultados del estudio de la concesión vial 4G por medio de las certificaciones Envision y BREEAM Infraestructure

Para visualizar la distribución de los escenarios de acuerdo con cada categoría, en las figuras 70 y 71 se presenta el puntaje relativo al total obtenido en cada área para Envision y para BREEAM Infraestructure, respectivamente. Se resalta que el escenario flexible plus no se graficó debido a que no se tiene una diferencia significativa frente al escenario flexible.

En la figura 45, correspondiente a los resultados de Envision, se observa que el escenario flexible obtiene mayor puntaje que el escenario estricto, con excepción en las categorías “Economía” y “Planificación”.

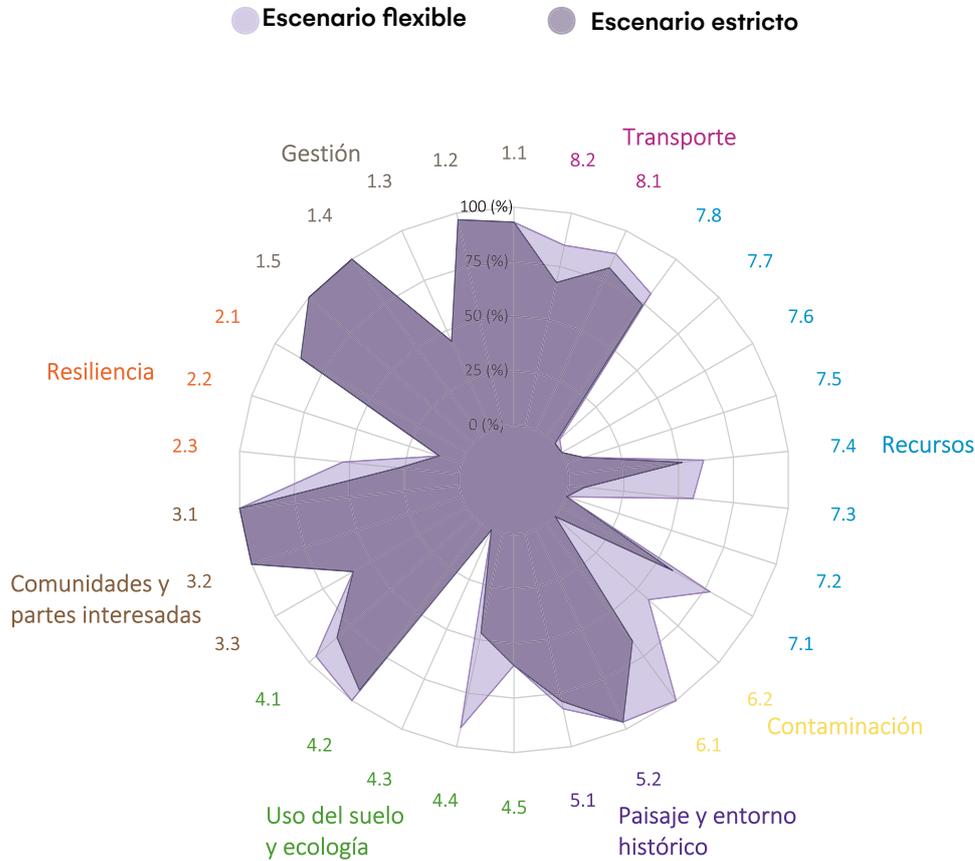
Esto indica que estas son las categorías en las que el concesionario afirmó que cuenta con toda la documentación solicitada, mientras que en las demás categorías es necesario realizar esfuerzos adicionales para obtenerla. Por otro lado, se evidencia que la categoría donde se encuentran los mayores esfuerzos es la “Calidad de vida”. Esto significa que el trabajo realizado en temas de sostenibilidad social es una de las principales fortalezas de esta concesión. Además, se evidencia que las categorías “Asignación de recursos” y “Entorno natural”, ambas relacionadas con la sostenibilidad ambiental, son las que muestran mayores oportunidades de mejora. Finalmente, se evidencia que en el escenario estricto las áreas que requieren mayores esfuerzos son “Energía”, “Conservación”, “Ecología” y “Emisiones”.

**Figura 45.** Resultado de evaluación Envision por categorías y áreas en la evaluación de la concesión 4G



**Fuente:** elaboración propia.

**Figura 46.** Resultado de evaluación BREEAM Infrastructure por categorías y áreas en la evaluación de la concesión 4G



**Fuente:** elaboración propia.

Los resultados de la certificación BREEAM Infrastructure confirman que el escenario flexible tiene puntajes más altos que el escenario estricto, como era de esperarse. Sin embargo, la diferencia en el caso de esta certificación es menor si se compara con los resultados de Envision. Esto se debe a que en BREEAM Infrastructure el tipo de documentación que se exige es más flexible que la solicitada por Envision. Por otro lado, se evidencia que las categorías en las cuales se obtiene mayor puntaje son “Transporte”, “Gestión”, “Paisaje y entorno histórico” y “Comunidades y partes interesadas”. Además, se observa que la categoría en la cual se presenta mayores oportunidades de mejora es en “Recursos”. Finalmente, se evidencia que en el escenario estricto los requisitos de evaluación que requieren mayores esfuerzos son “4.3. Protección de la biodiversidad”, “6.2. Contaminación

atmosférica, acústica y lumínica”, “7.2. Reducción de las emisiones de carbono a lo largo de toda la vida”, “7.6. Gestión de residuos de construcción”, y “7.7 Consumo de energía”. Se aclara que el requisito de evaluación 4.3 tiene un puntaje de 0 % debido a que la concesión no cumple con un prerrequisito correspondiente al control y gestión de especies invasoras existentes en la zona. Si se hubiera cumplido este prerrequisito, se habría obtenido el 100 % de los puntos, ya que, según la evaluación realizada, todos los criterios incluidos en ese requisito alcanzaron el puntaje máximo en todos los casos. De manera similar, en el requisito 7.6 se establece dentro del prerrequisito que se debe revisar los sitios de transferencia o eliminación de residuos de los gestores a los cuales la concesión accede para procesar el material. Sin embargo, esto no se lleva a cabo en el proyecto. Si

se hubiera cumplido con este prerrequisito, se habría alcanzado el 80 % de los puntos posibles del criterio de evaluación.

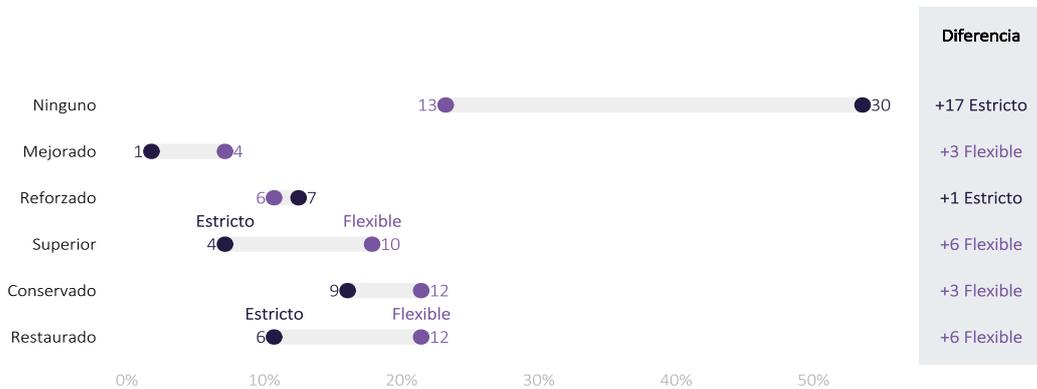
La figura 47 muestra el conteo de puntos obtenidos por el proyecto con la certificación Envision en el escenario flexible y en el escenario estricto.

Esta figura muestra que en el 23 % de los créditos del escenario flexible no se alcanza ninguno de los niveles de cumplimiento y que para el escenario estricto este valor aumenta en aproximadamente un 30 %. Además, se evidencia que 34 de los 57 créditos del escenario flexible se encuentran en los niveles más altos de calificación

(superior, conservado y restaurado). Esto significa que, en el escenario flexible, más de la mitad de los créditos reflejan esfuerzos significativos de sostenibilidad que superan el rendimiento convencional, generando un impacto casi nulo, o en algunos casos, un impacto positivo.

Los valores son el número de créditos en los diferentes niveles de la certificación. El color morado corresponde a los créditos en el escenario flexible y el azul oscuro a los del escenario estricto. El eje horizontal hace referencia al porcentaje de créditos que se encuentran en el nivel respectivo.

**Figura 47.** Créditos totales en cada nivel obtenidos por la concesión de acuerdo con la metodología de Envision



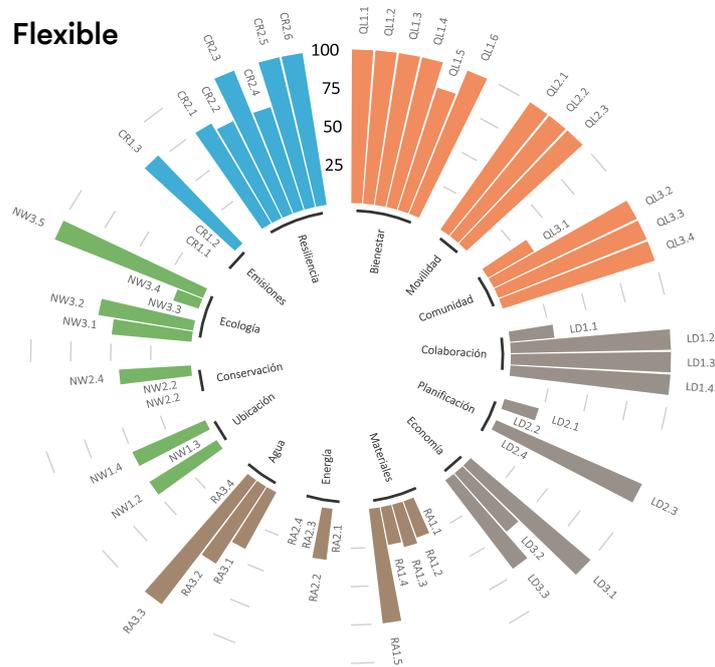
Fuente: elaboración propia.

Las siguientes figuras desglosan la información por áreas y créditos para el caso de Envision, y BREEAM Infraestructura, por requisito de evaluación y crédito de evaluación para el caso de BREEAM Infraestructura. En las dos gráficas se evidencia la reducción de puntos del escenario flexible al escenario estricto. En el caso de Envision esta diferencia es más clara debido a que, como ya se mencionó anteriormente, la evidencia exigida por Envision es más estricta con respecto a la que exige BREEAM Infraestructura. En el caso de Envision, se vieron altamente afectados los créditos de la categoría “Entorno natural”, puesto que de los 7 créditos que obtuvieron puntaje en el escenario flexible, únicamente el crédito “nw1.4. Preservar los terrenos no desarrollados” logró obtener puntaje en el escenario estricto. De forma similar se presenta en el resto de las categorías. Por otro lado, en BREEAM

Infraestructura la diferencia es menos notoria entre los dos escenarios. Sin embargo, se resalta el requisito de evaluación “6.2. Contaminación atmosférica, acústica y lumínica”. En este requisito no se obtuvo ningún puntaje en el escenario estricto. En este caso, además de la documentación, se perdieron puntos porque el proyecto no está realizando esfuerzos relacionados con la contaminación lumínica en ninguno de los casos.

Las barras del disco representan los créditos empleando la nomenclatura que emplea la certificación para cada una de las áreas. El eje corresponde al porcentaje de puntos que se obtuvieron (100 % significa que se obtuvieron todos los puntos posibles para ese crédito).

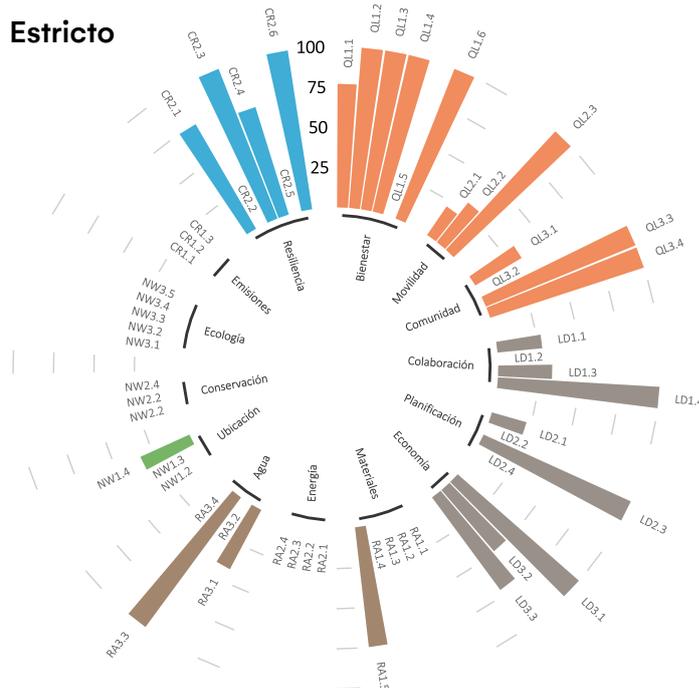
**Figura 48.** Resultados de Envision por áreas y créditos en el escenario flexible



Fuente: elaboración propia.

Las barras del disco representan los créditos en la nomenclatura que emplea la certificación para cada una de las áreas. El eje corresponde al porcentaje de puntos obtenidos, 100 % significa que la certificación otorga todos los puntos posibles para ese crédito.

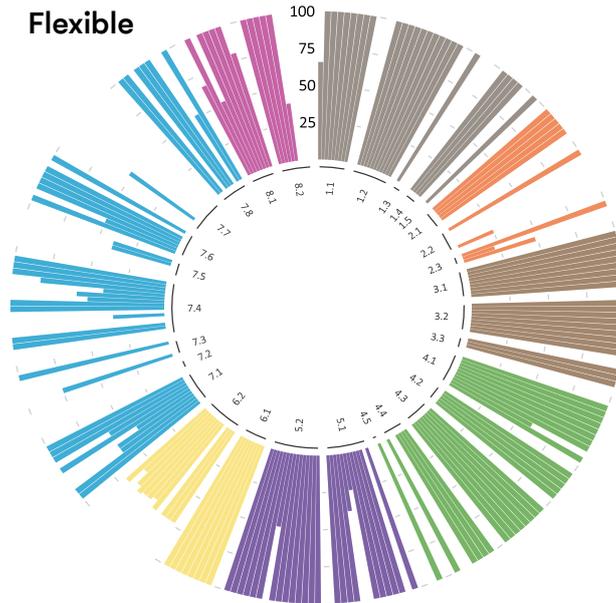
**Figura 49.** Resultados de Envision por áreas y créditos en el escenario estricto



Fuente: elaboración propia.

Nota: la zona interna emplea los códigos de los requisitos de evaluación de la certificación. Las barras del disco representan los criterios de evaluación. El eje hace referencia al porcentaje de puntos que se obtuvieron (100 %: se obtuvieron todos los puntos posibles para el crédito).

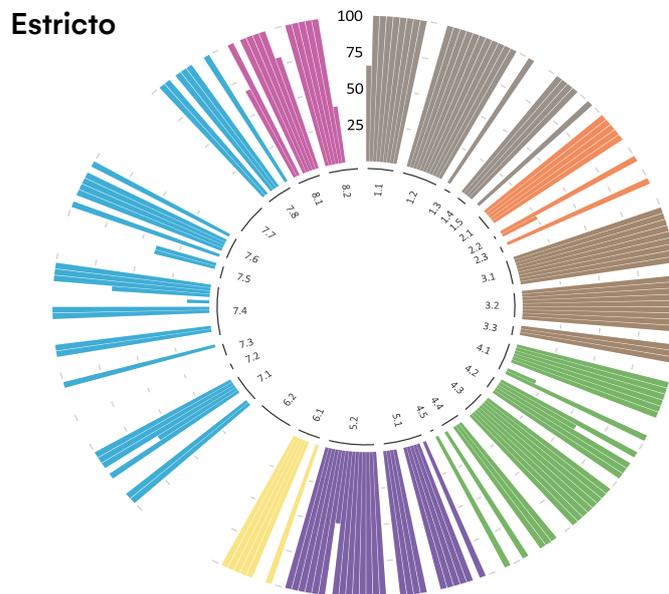
Figura 50. Resultados de BREEAM Infrastructure por requisito de evaluación y crédito para el escenario flexible



Fuente: elaboración propia.

La zona interna emplea los códigos de los requisitos de evaluación de la certificación. Las barras del disco representan los criterios de evaluación. El eje hace referencia al porcentaje de puntos que se obtuvieron (100 %: se obtuvieron todos los puntos posibles para el crédito).

Figura 50. Resultados de BREEAM Infrastructure por requisito de evaluación y crédito para el escenario estricto



Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, en el anexo 6 se muestran las prácticas que la concesión mencionó pretenden acometer en el futuro y por las cuales se proporcionaron puntos adicionales en el escenario flexible plus. Así mismo, en el anexo 3 se muestran las prácticas positivas desarrolladas por la concesión que se consideran de gran valor para aumentar la sostenibilidad de los proyectos de infraestructura vial.

Adicionalmente, se realizó un análisis de cada crédito (en el caso de Envision) y de cada requisito de evaluación (en el caso de BREEAM) en los que se evidencia oportunidades de mejora. En este análisis se recomiendan prácticas que

se podrían desarrollar para mejorar el puntaje y, por lo tanto, el reconocimiento otorgado por cada certificación. Se resalta que las recomendaciones se realizaron con base en lo exigido en cada crédito o requisito, y que no se implementaron en la concesión. Así mismo, es relevante señalar que el cumplimiento de las actividades necesarias para obtener puntos adicionales en ciertos créditos/requisitos implica una asignación adicional de recursos. Este incremento de recursos debe ser considerado como parte integral del análisis para su implementación. El respectivo análisis se encuentra en el anexo 7 y en el anexo 8.

## 7.3. Conclusiones experiencias nacionales

Las siguientes son las conclusiones del análisis de las experiencias nacionales analizadas:

- A pesar de las diferentes oportunidades y retos encontrados en cada uno de los proyectos evaluados, los esfuerzos realizados en términos de sostenibilidad en cada uno de sus pilares y en los temas planteados en el Modelo 3+ son evidentes.
- Es recomendable implementar métricas, monitoreos y registros constantes, por medio de los cuales se puedan establecer metas y seguimientos cuantificables desde etapas tempranas del ciclo de vida de los proyectos, relacionadas con factores de sostenibilidad como calidad del aire, huella de carbono, consumo de recursos, entre otros. Cabe resaltar que esta estrategia es aplicable para cada uno de los esfuerzos de en las iniciativas que fomenten la sostenibilidad y resiliencia del activo.
- El aprendizaje a partir de experiencias destacables en términos de sostenibilidad como lo es el caso del Aeropuerto El Dorado resulta ser un aspecto importante a la hora de estructurar y ejecutar proyectos de infraestructura. De esta manera se pueden tener ejemplos y modelos a seguir con base en los que se fomenta la elevación de estándares en la implementación de prácticas sostenibles.

En particular, del piloto con los tres activos sostenibles analizados es posible concluir lo siguiente:

- Los tres activos están realizando esfuerzos significativos alineados con los principios establecidos por este modelo.
- Se han implementado una variedad de iniciativas en las dos concesiones viales analizadas, desde medidas para mitigar impactos ambientales hasta acciones para promover el desarrollo comunitario, evidenciando un alto compromiso con la sostenibilidad.
- Las dos concesiones han resaltado la existencia de un vacío normativo en cuanto a los incentivos contractuales de realizar actividades sostenibles por iniciativa propia. La falta de un marco regulatorio claro y específico para respaldar estas iniciativas podría obstaculizar su continuidad, aplicabilidad en otros proyectos y expansión en el futuro.
- Para las concesiones analizadas, se destaca la necesidad de promover incentivos a la circularidad en todas las etapas del proyecto, adicionalmente, es necesario encontrar mecanismos para implementar estas acciones en concesiones con contratos en ejecución teniendo en cuenta el impacto positivo que puede llegar a tener en temas ambientales, sociales y productivos. Uno de los instrumentos que tiene el

potencial de solucionar esta problemática es el de obras adjuntas enfocadas en sostenibilidad-circularidad, ya que así no se incumplen los términos de referencia de los contratos y se contribuye a la adaptación de los proyectos de infraestructura. Así mismo, se encuentra una ausencia de incentivos normativos específicos que respalden estas prácticas para su adopción y continuidad. Es esencial que se establezcan políticas claras que fomenten el uso de materiales sostenibles y la incorporación de principios de circularidad en las actividades de construcción y operación de la infraestructura

- En relación con la medición de la huella de carbono, para las concesiones es importante establecer un método concreto y estandarizado para evaluar el impacto ambiental de las acciones realizadas en los activos sostenibles. La falta de claridad en este aspecto dificulta la cuantificación precisa de los beneficios ambientales, la comparación y el seguimiento del progreso a lo largo del tiempo. Es fundamental que se incorporen criterios de medición de la huella de carbono en la normativa pertinente, garantizando una evaluación transparente y coherente de las actividades sostenibles implementadas en los proyectos.
- Los resultados de la encuesta realizada muestran que las diferentes dimensiones del Modelo 3+ están relacionadas, ya que no se observan grandes diferencias en el desempeño de los distintos temas evaluados. Esto sugiere que las dimensiones del modelo están interconectadas y que los esfuerzos realizados en una dimensión pueden influir en otras áreas de sostenibilidad.
- El Aeropuerto Internacional El Dorado ha demostrado un compromiso firme con la sostenibilidad a través de una estrategia integral que abarca desde la eficiencia operativa hasta la gestión de recursos y la reducción de impacto ambiental. Este compromiso se refleja en acciones concretas, como la implementación de tecnologías innovadoras, la gestión eficiente del agua y la energía, y la adopción de prácticas de economía circular. La infraestructura sostenible, como la planta de tratamiento de aguas residuales y la estación de clasificación de residuos, no solo refleja un compromiso con la gestión responsable de recursos, sino que también contribuye a la reducción de emisiones de

gases de efecto invernadero y al fomento de prácticas más sostenibles.

- La experiencia del Aeropuerto Internacional El Dorado sirve como un ejemplo inspirador de cómo las organizaciones pueden integrar la sostenibilidad en todas sus operaciones, no solo como una responsabilidad ambiental, sino también como una oportunidad para mejorar la eficiencia, reducir costos y fortalecer su reputación y relaciones con sus stakeholders. Su enfoque holístico hacia la sostenibilidad establece un estándar elevado para otras empresas e instituciones que buscan seguir su ejemplo en la construcción de un futuro más sostenible. Por último, los subtemas establecidos en el modelo 3+ parecen cubrir adecuadamente los esfuerzos de los pilotos realizados. Esto indica que los activos están abordando eficazmente los aspectos de sostenibilidad contemplados en el modelo.

Por otro lado, en particular del estudio de la concesión vial 4G por medio de las certificaciones Envision y BREEAM Infrastructure es posible concluir lo siguiente:

- En su enfoque de sostenibilidad, la concesión se destaca principalmente en su compromiso con los aspectos sociales y en mejorar las condiciones de vida de las comunidades cercanas al proyecto y de sus empleados.
- Los aspectos de sostenibilidad ambiental obtuvieron los puntajes más bajos en las dos certificaciones. Esto se debe en parte a la complejidad de los criterios de evaluación, que requieren diversos cálculos para demostrar la efectividad de los esfuerzos realizados en función de las características específicas de cada proyecto. Por lo tanto, es crucial establecer metas cuantificables desde el inicio del proyecto. Al fijar objetivos medibles para reducir el consumo de recursos y fomentar prácticas ambientales sostenibles, se puede mejorar el desempeño ambiental. Por otro lado, es importante destacar que, en cuanto al uso de materiales, la incorporación de materiales reciclados y reutilizados es limitada, con excepción de los agregados, lo cual se reflejó en la pérdida de puntos en varios criterios evaluados. Esta situación se debe principalmente a las condiciones de materiales que se establecieron por parte del cliente al entregar los

requerimientos de diseño, lo que dificulta el proceso para la concesión si desea utilizar otro tipo de materiales. También se evidenció que hay oportunidades para implementar prácticas sostenibles con materiales reciclados que existen en las especificaciones técnicas vigentes, tal como se muestra en el análisis de las especificaciones del Invías y del idu realizado como parte de este proyecto (sección 8).

- Se destaca que, aunque la atención a los temas de resiliencia y cambio climático no son los aspectos más sobresalientes de la concesión, se están realizando importantes esfuerzos para abordarlos. Este compromiso es especialmente valioso considerando que en el país la atención hacia estos temas es relativamente reciente, y los esfuerzos de la concesión son completamente voluntarios.
- En relación con los aspectos de gestión y liderazgo, tanto en Envision como en BREEAM Infrastructure, se hace evidente que para llevar a cabo un proyecto sostenible es fundamental que exista una total articulación entre el cliente, los diseñadores y los contratistas, quienes deben compartir las mismas metas en cuanto a su visión de sostenibilidad. Esto implica una colaboración estrecha y una comunicación clara desde las etapas iniciales hasta la finalización del proyecto, garantizando una implementación efectiva de prácticas sostenibles y una coordinación eficiente en todas las fases del proceso de construcción.
- Se evidenció que uno de los principales obstáculos para obtener algunos de los puntajes radicó en la falta de documentación exigida por la certificación. Este hallazgo representa una valiosa oportunidad de mejora para la concesión, ya que un seguimiento riguroso de sus prácticas, procedimientos y esfuerzos en general para promover la sostenibilidad podría ayudarles a identificar áreas de mejora continua y demostrar de manera más efectiva su compromiso con la sostenibilidad ante los diferentes interesados.
- En cuanto a las certificaciones, se evidenció que Envision es más sencilla de abordar en términos de la formulación de las preguntas, mientras que BREEAM Infrastructure presenta preguntas más extensas y, en algunos casos, más complejas de entender. No obstante, los documentos de evidencia exigidos por Envision son más rigurosos que los requeridos por BREEAM, ya que ofrece diversas opciones para justificar las prácticas. Aunque las dos certificaciones comparten categorías muy similares, los créditos y requisitos difieren en su esencia, y cada una aborda ciertos puntos con más detalle que la otra. Por lo tanto, podrían funcionar de manera complementaria.

# 8. Especificaciones técnicas

## 8.1. Especificaciones técnicas nacionales

Esta sección presenta un análisis de las especificaciones técnicas de construcción de carreteras nacionales con el fin de identificar aquellas que incorporan prácticas sostenibles. Para esto, se examinaron las especificaciones técnicas de dos instituciones clave en el ámbito de la infraestructura vial del país: el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) y el Instituto Nacional de Vías (Invías).

Específicamente, se revisaron 91 especificaciones técnicas emitidas por el IDU publicadas el 2019 (Instituto de Desarrollo Urbano, 2019) y 121 artículos correspondientes a las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Invías del 2022 (Instituto Nacional de Vías, 2022), para un total de 212 especificaciones. En el proceso, se identificó que 66 de estas especificaciones incorporan prácticas o consideraciones relacionadas con la sostenibilidad. En este contexto, el análisis presentado a continuación se concentra exclusivamente en estas 66 especificaciones.

En el proceso de revisión, se identificaron dos aspectos principales en el que se pueden enmarcar estas especificaciones: materiales y entorno natural. Cada uno de estos temas se dividió en subtemas, tal como se muestra en el anexo 9. En el aspecto de materiales se abordan los siguientes temas o procesos: i) estabilización y mejoramiento, ii) reciclaje de materiales, iii) materiales asfálticos sostenibles, iv) uso de geosintéticos, v) preservación y mantenimiento, y vi) herramientas para evaluar impacto ambiental. En el aspecto de entorno natural se identificaron los siguientes subtemas: i) conservación del suelo, ii) recursos hídricos, iii) protección de fauna, iv) protección de flora. A continuación, se presenta un resumen de cada uno de estos temas y subtemas.

### 8.1.1. Materiales

El tema de materiales consta de seis subtemas. A continuación, se presentan los principales resultados en cada uno de los subtemas relacionados.

#### i) Estabilización y mejoramiento

Un total de 20 de las especificaciones técnicas que incorporan prácticas sostenibles se centran en la estabilización o mejoramiento de materiales. Estas estrategias fomentan el uso de materiales locales, así como el aprovechamiento de aquellos con propiedades mecánicas deficientes, lo que facilita la utilización de una variedad de recursos disponibles en la zona. Además, el empleo de estas técnicas contribuye a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero al minimizar el transporte de nuevos materiales. Del total de las especificaciones relacionadas con la estabilización o mejoramiento, el IDU cuenta con 9, mientras que el Invías posee 11. Los materiales empleados para estabilizar incluyen emulsión asfáltica, cal, mezcla asfáltica, geotextil, material de demolición de losas de concreto hidráulico, material bituminoso reciclado (MBR o RAP en inglés), asfalto espumado, cemento hidráulico, cemento asfáltico y mezcla asfáltica natural. En el anexo 11 se presentan los agentes permitidos por cada agencia para estabilizar o mejorar materiales de carreteras.

#### ii) Reciclaje de materiales

En el análisis realizado, se identificaron 30 especificaciones técnicas que regulan prácticas relacionadas con reciclaje de materiales. Específicamente, 17 de estas especificaciones son del IDU y 13 del Invías. En

algunos casos se menciona que la especificación técnica puede ser utilizada para materiales reciclados, pero la norma no ofrece mayores detalles (p. ej., cuáles serían los posibles materiales que se podrían reciclar). En esta categoría se enmarcan especificaciones como la 202-18 (emulsión asfáltica) del IDU o la 411-22 del Invías (suministro de emulsión asfáltica catiónica). Por el contrario, algunas de las especificaciones profundizan en las técnicas y el tipo de materiales reciclados. En estas últimas, se identificó el uso permitido de materiales como el grano de caucho reciclado (GCR), residuos de construcción y demolición (RCD), materiales de demolición de losas de concreto hidráulico, material bituminoso reciclado (MBR o RAP), escorias siderúrgicas u otros productos inertes de desecho industrial, cenizas volantes, residuos de concreto hidráulico y, finalmente, plásticos.

En el anexo 12 se listan los diferentes materiales reciclados que desarrollan ambas entidades. Por otra parte, en el anexo 13 se muestran detalles para tener en cuenta de algunos de los materiales mencionados.

### iii) Materiales asfálticos sostenibles

Un total de 19 especificaciones, 11 del IDU y 8 del Invías, incorporan el uso de materiales asfálticos que se podrían considerar como sostenibles. En este análisis se consideraron exclusivamente los materiales asfálticos que contribuyen a la sostenibilidad, como las emulsiones asfálticas y las mezclas tibias. Los dos materiales desempeñan un papel crucial en la reducción del consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero, debido a que las emulsiones se relacionan con tecnología de aplicación en frío (p. e., no es necesario calentar la mezcla), mientras que las mezclas tibias tienen un rango de temperatura de producción y colocación entre 20 y 35°C más bajo que las mezclas asfálticas convencionales. En total, se identificaron 10 especificaciones del IDU y 7 del Invías en el uso de emulsiones asfálticas. Por otro lado, las mezclas tibias cuentan únicamente con 1 especificación técnica y esta corresponde al IDU. No obstante, es relevante mencionar las técnicas “tibias” también se consideran de manera indirecta en las especificaciones de ambas entidades, ya que se permite el uso de asfalto espumado, una variante que implica temperaturas más bajas que el asfalto convencional y, por lo tanto, se clasifica como en esta clase de tecnologías. Es de destacar que las mezclas tibias resultan en materiales

de primera calidad para la ejecución de proyectos viales, pues el desempeño de estos materiales es equivalente al de mezclas asfálticas en caliente convencionales (p. e., mezclas asfálticas que emplean cemento asfáltico regular). Debido a sus beneficios ambientales, en Estados Unidos y en diferentes países europeos se ha reportado un uso creciente de mezclas tibias en proyectos viales en las últimas dos décadas.

### iv) Materiales geosintéticos

En total, se identificaron 6 especificaciones del Invías y 1 del IDU que se relacionan con el uso de materiales geosintéticos (p. e., materiales fabricados industrialmente para uso en obras geotécnicas, tales como geotextiles, geomallas, geomembranas, etc.). La aplicación de algunos de estos materiales en el ámbito de la ingeniería civil y ambiental puede tener un impacto significativo en la sostenibilidad durante las fases de planificación y diseño de proyectos de infraestructura. Existen estudios que han evaluado los beneficios derivados de algunos de sus usos, destacando la reducción de la huella de carbono y la emisión de gases de efecto invernadero debido a la reducción en la cantidad de material de relleno transportado, así como el ahorro de agua y otros recursos naturales (Dąbrowska et al., 2023; Dixon et al., 2016).

La especificación 412-18 del IDU permite el uso de geoceldas para estabilizar la subrasante y la normativa abre la posibilidad de utilizar materiales como RAP y residuos de construcción y demolición (RCD) para material de relleno. Por otro lado, en las especificaciones del Invías se incluyen geotextiles o geomallas para estabilizar muros de tierra y subrasantes repavimentación, separación de suelos y reforzamiento de terraplenes.

### v) Preservación y mantenimiento

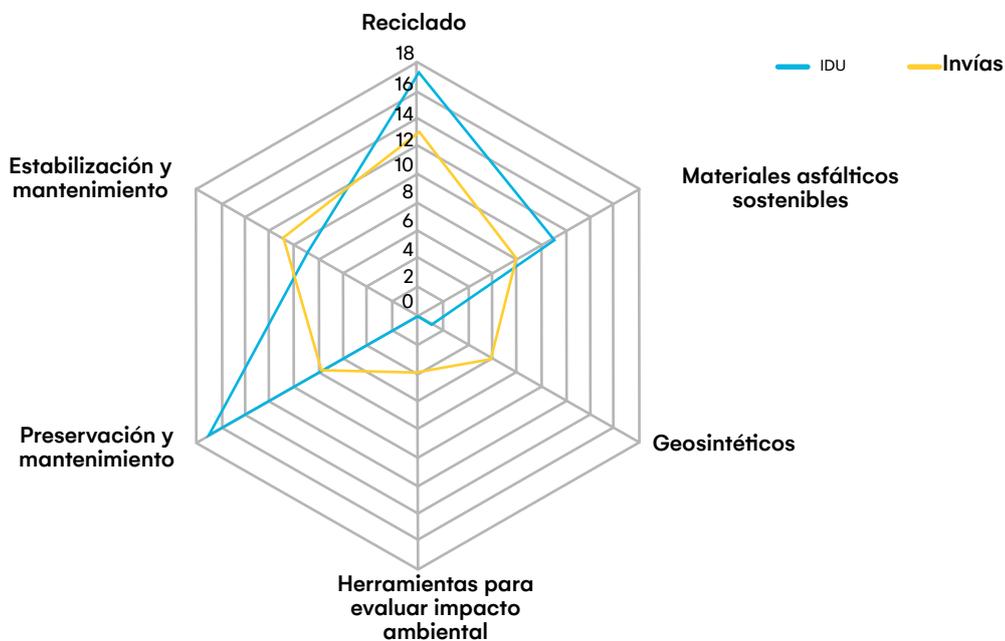
En 25 de las 66 especificaciones evaluadas se consideran acciones de preservación y mantenimiento. De estas, 17 son especificaciones del IDU y 8 del Invías. Algunas de estas especificaciones establecen tanto materiales como técnicas destinadas a prolongar la vida útil del activo. En el anexo se presentan las acciones y materiales identificados en ambas entidades.

## vi) Herramientas para evaluar impacto ambiental

En el análisis realizado se identificaron 4 especificaciones del Invías que incluyen herramientas para evaluar el impacto ambiental de los distintos materiales utilizados. El IDU, por su parte, no incluye ninguna de estas herramientas. En las 4 especificaciones identificadas se incluye exclusivamente el análisis de ciclo de vida (ACV) del material de relleno.

Después de completar el análisis del tema de *materiales*, se resumen los hallazgos en la figura 52. Los ejes radiales, que tienen una escala de 0 a 18, hacen referencia al número de especificaciones técnicas sostenibles que abarca cada subtema:

**Figura 52.** Número de especificaciones técnicas del IDU e Invías que abordan aspectos de sostenibilidad ambiental en los diferentes subtemas de “materiales”



**Fuente:** elaboración propia.

En resumen, el análisis de las 66 especificaciones consideradas como sostenibles en el tema de materiales muestra un liderazgo notable del IDU en áreas como el reciclaje, el uso de materiales asfálticos sostenibles y acciones orientadas a la preservación y mantenimiento. Por otro lado, el Invías sobresale en temas relacionados con la estabilización y mejoramiento de materiales, la utilización de geosintéticos y herramientas para la evaluación del impacto ambiental. Es importante destacar que las dos entidades presentan oportunidades

significativas para incorporar de manera más amplia en sus especificaciones técnicas herramientas para evaluar el impacto ambiental, como el análisis del ciclo de vida o, incluso, declaraciones ambientales de productos. Estas evaluaciones promueven una selección de materiales más consciente por parte de los contratistas, pues ofrece información sobre su impacto ambiental.

## 8.1.2. Entorno natural

Con respecto al entorno natural, se identificaron cuatro subtemas. Los hallazgos se describen a continuación:

### i) Conservación del suelo

En 3 especificaciones técnicas del IDU y 7 del Invías resaltan la importancia de asegurar la conservación del suelo. En el caso específico del IDU, la especificación 413-18 (mejoramiento de la subrasante con material proveniente de la demolición de losas de concreto hidráulico), establece la obligación de evitar cualquier afectación al suelo. Además, las especificaciones 511-18 y 513-18 del IDU prohíben el uso de RCD proveniente de industrias que hayan realizado actividades potencialmente contaminantes del suelo o que contengan asbesto. Por otro lado, en 4 de las especificaciones del Invías se enfatiza la prohibición del uso de insecticidas para prevenir afectaciones al suelo. Asimismo, entre otras medidas requeridas por el Invías, se destaca la conservación de los suelos orgánicos y la utilización del material de descapote del proyecto para su aprovechamiento.

### ii) Recursos hídricos

Un total de 23 especificaciones técnicas de las 66 evaluadas consideran aspectos relacionados con recursos hídricos, de las cuales una es del IDU y 22 del Invías. En este ámbito se identifican aspectos para controlar la contaminación de los recursos hídricos y también para promover su gestión. Respecto al aspecto de contaminación, la especificación técnica 413-18 del IDU, denominada “mejoramiento de la subrasante con material proveniente de la demolición de losas de concreto hidráulico”, exige asegurar que no se produzcan afectaciones a cuerpos de agua. Por otro lado, en el caso del Invías, se establecen medidas para evitar el uso de insecticidas que puedan contaminar los sistemas hídricos, así como prevenir que los residuos y el agua utilizada contaminen cuerpos de agua (artículos 200-22, 201-22, 203-22, entre otros). Asimismo, se toman acciones para evitar que los agregados generen disoluciones que puedan contaminar las corrientes de agua (artículo 341-22 y 442-22).

El Invías promueve el aprovechamiento del agua de lluvia y de fuentes no potables, siempre y cuando estén libres de elementos extraños y contaminación química (artículos 201-22, 340-22, 820-22, entre otros). Además, se

hace hincapié en implementar acciones que faciliten el flujo del agua, la mejora en el drenaje en las zonas intervenidas y la reducción en la energía de escorrentía superficial y subsuperficial. Esto se consigue a través de la instalación de geotextiles y otras infraestructuras de ingeniería verde, como filtros diseñados para drenar el agua de los taludes, zanjas de drenaje, gusanillos o bordillos, así como trincheras vivas (artículos 231-22, 232-22, 840-22, entre otros). De las anteriores técnicas, el principal material utilizado es la guadua rolliza o tolete de longitudes variables. Por otro lado, para los gusanillos, se emplean principalmente materiales biodegradables como el fique, el yute u otros, mientras que para las trincheras vivas es común el uso de guadua (artículo 840-22).

### iii) Protección de fauna

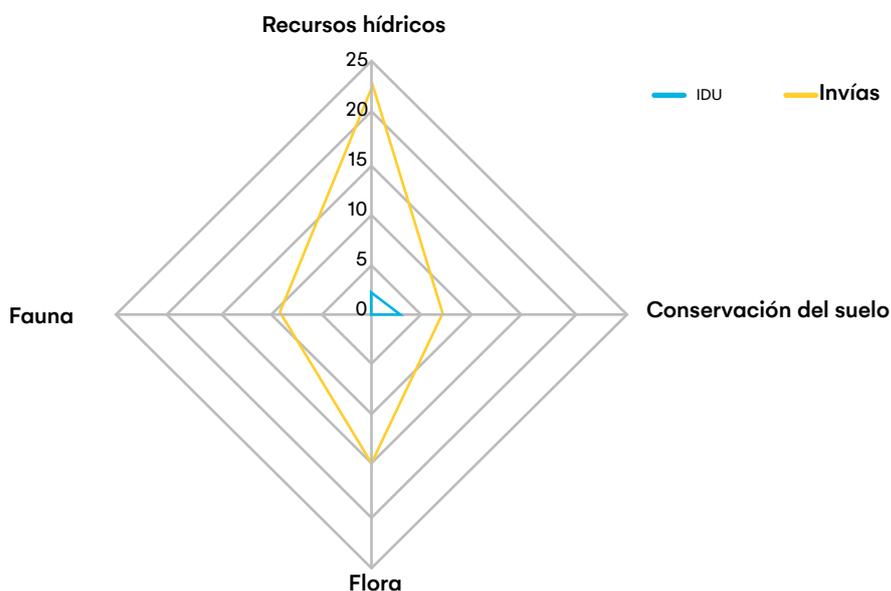
Nueve especificaciones técnicas del Invías abordan la protección de la fauna en el sector del proyecto, las cuales contemplan medidas para prevenir el uso de insecticidas que puedan afectar a la fauna y a los ecosistemas estratégicos (artículos 200-22, 203-22, 802-22, entre otros). Además, se promueve la protección de la fauna silvestre, haciendo referencia en este aspecto a la guía ambiental correspondiente (artículos 200-22 y 820-22).

### iv) Protección de flora

Quince especificaciones técnicas del Invías abordan aspectos relacionados con la protección de la flora en la zona del proyecto. Similar al numeral anterior, en estas especificaciones se reconoce la importancia de controlar el uso de insecticidas que puedan afectar la flora. Además de estas medidas, se destacan acciones adicionales, como el cuidado y la protección de la vegetación en los taludes, así como la conservación y recuperación de la vegetación nativa en la zona (artículos 223-22, 442-22, 810-22, entre otros). Asimismo, se establecen pautas para el manejo de los residuos vegetales derivados de la poda, que incluyen la reducción de su tamaño y su disposición en lugares donde puedan iniciar un proceso de descomposición natural, como unidades productivas, granjas o incluso fragmentos de bosque (artículo 802-22).

Después de completar el análisis de entorno natural, se resumen los hallazgos en la figura 53. El eje de 0 a 25 hace referencia al número de especificaciones técnicas sostenibles que abarca cada subtema:

**Figura 53.** Número de especificaciones técnicas del IDU e Invías que abordan aspectos de sostenibilidad ambiental en los diferentes subtemas de “entorno natural”



**Fuente:** elaboración propia.

En resumen, el Invías se destaca en el número de especificaciones relacionados con el cuidado del entorno natural, los recursos hídricos, la fauna, la flora y la conservación del suelo. Se destaca particularmente el liderazgo de esta institución en temas de recursos hídricos y flora, mientras que se identifican áreas de oportunidad en los aspectos relacionados con la fauna y la conservación del suelo. Por otro lado, el IDU solo

cuenta con una especificación relacionada con la conservación del suelo, lo que sugiere que existen oportunidades para incluir más especificaciones en estos temas, en caso de que estos no existan en la actualidad en otro tipo de normativa del distrito.

## 8.2. Estudio de nivel de sostenibilidad de las especificaciones técnicas

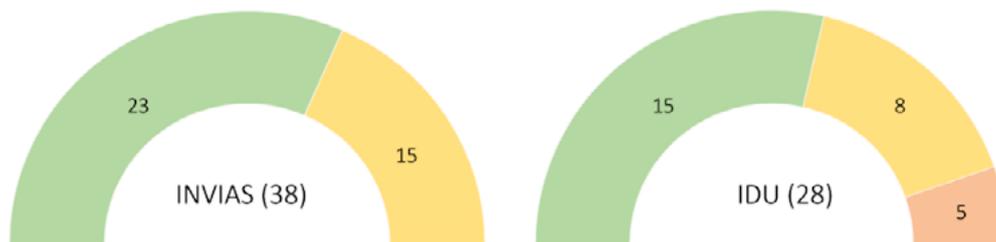
Para facilitar el potencial empleo de los resultados, las 66 especificaciones sostenibles se clasificaron en tres grupos: “verde”, “amarillo” y “naranja”. Las especificaciones “verdes” incluyen técnicas que promueven de forma explícita prácticas de sostenibilidad ambiental, como el artículo 840-22 del Invías: “Obras de ingeniería verde”. Las especificaciones “amarillas” incluyen técnicas que, aunque su intención principal no es promover sostenibilidad, dejan abierta la posibilidad de usar dichas prácticas. Un ejemplo es la especificación 710-18 del IDU de “Parcheos y bacheos” que permite el

uso de emulsiones, residuos de construcción y demolición y material bituminoso reciclado. Finalmente, las especificaciones “naranjas” son técnicas que permiten el uso de prácticas sostenibles, pero cuya implementación requiere el uso de especificaciones particulares. Un ejemplo es la especificación 627-18 del IDU, que permite el uso de mezclas asfálticas tibias siempre y cuando “el ligante asfáltico sea establecido en los documentos técnicos del proyecto en función de las condiciones de operación de la vía, la composición de la estructura del pavimento y la posición de la capa asfáltica”.

La figura 54 muestra un resumen de la clasificación realizada. Las 66 especificaciones que incorporan aspectos de sostenibilidad corresponden al 31,1 % del total de especificaciones evaluadas (212 en total). De este porcentaje, el 18,4 %, 10,4 % y 2,3 % corresponden a los grupos “verde”, “amarillo”, y “naranja”, respectivamente. Estos hallazgos permiten identificar prácticas sostenibles

que se podrían implementar en los proyectos aprovechando, por ejemplo, el potencial de uso de materiales reciclados y técnicas innovadoras que, posiblemente, no se han considerado previamente. En los anexos 15, 16 y 17 se encuentran listadas las 66 prácticas sostenibles, cada una ubicada en su respectivo grupo de “verde”, “amarillo” y “naranja”.

**Figura 54.** Número de especificaciones técnicas del IDU e Invias que abordan aspectos de sostenibilidad ambiental en los diferentes subtemas de “entorno natural”



**Fuente:** elaboración propia.

### 8.3. Especificaciones técnicas internacionales

Esta sección presenta un análisis de algunas especificaciones técnicas para carreteras internacionales, con el fin de identificar directrices que incorporan prácticas sostenibles y que podrían ser de aporte para integrar en las prácticas de Colombia. Para este estudio se recalca que las especificaciones técnicas se revisaron con un menor nivel de detalle en comparación al análisis realizado en las especificaciones técnicas nacionales.

Se revisaron las especificaciones técnicas de agencias viales de Estados Unidos y Europa. Específicamente, se estudiaron las emitidas por el Departamento de Transporte de Texas (txdot) publicadas el 2024 (Texas

Department of Transportation, 2024), el Departamento de Transporte de California (Caltrans) publicadas el 2023 (California Department of Transportation, 2023) y el Departamento de Transporte de Florida (FDOT) publicadas el 2024 (Florida Department of Transportation, 2024). Por otro lado, también se estudió las especificaciones técnicas de la Asociación Española de Normalización (UNE), las cuales tienen diferentes fechas de publicación dependiendo de la especificación (Asociación Española de Normalización, s. f.). A manera de resumen, en la tabla 11 se muestran las especificaciones identificadas en este estudio preliminar que podrían contribuir a desarrollar aspectos sostenibles en proyectos viales en el país:

**Tabla 11.** Especificaciones técnicas sostenibles internacionales que pueden aportar en el desarrollo de las especificaciones técnicas nacionales

Entidad	Identificación	Nombre de la especificación	Descripción
TXDOT	479	Ajuste de entradas y accesos	Especifica la manera para ajustar o tapar las bocas de alcantarillas o sumideros existentes en una obra. Promueve la reutilización de materiales existentes y de materiales reciclados.
	528	Reciclaje de adoquín	Se centra en la provisión e instalación de adoquines. Los adoquines retirados pueden ser reutilizados y reciclados.
	780	Reparación de concreto fisurado	Establece los requisitos para reparar grietas en elementos de concreto utilizando varias técnicas. Fomenta prácticas eficientes y respetuosas con el medio ambiente.
	786	Polímero reforzado con fibra de carbono	Se describen los requisitos para el suministro e instalación de un sistema de polímero reforzado con fibra de carbono (CFRP) para proteger elementos de concreto. Fomenta el uso eficiente de materiales y prácticas que previenen daños a futuro y que reducen el impacto en el entorno.

Entidad	Identificación	Nombre de la especificación	Descripción
Caltrans	10-4	Uso del agua	Se centra en el uso del agua para actividades de construcción y promueve la conservación de los recursos hídricos por medio de prácticas de conservación de agua en la construcción.
	13-2	Programa para el control de contaminación del agua	Aborda la implementación del Programa para el Control de Polución del Agua (WPCP) en proyectos de construcción. El programa busca fomentar prácticas sostenibles y responsables para el manejo del agua y control de su contaminación.
	13-3	Plan de prevención para la contaminación de aguas pluviales	Se establecen requisitos y procedimientos para la prevención de la contaminación del agua pluvial en proyectos. Este plan es el Plan de Prevención para la Contaminación de Aguas Pluviales (SWPPP).
	13-5	Estabilización temporal del suelo	Se describen los requisitos para la colocación de materiales de estabilización del suelo para el control de la erosión en proyectos de construcción. Algunos materiales que se mencionan son la fibra, la semilla y la paja, y su implementación contribuye a la protección ambiental.
	13-6	Control de sedimentos	Se especifica la instalación de controles de sedimentos en proyectos de construcción. Algunos de los materiales que se mencionan son la fibra, compost, cuerdas, estacas, bolsas llenas de grava, que además de contribuir a la prevención de la erosión, son materiales que se pueden reciclar o que son orgánicos.
	14-10	Disposición y reciclaje de residuos sólidos	Trata la gestión de residuos sólidos en los proyectos de construcción.
	90-9	Concreto plástico reciclado	Se especifica la incorporación de concreto plástico reciclado (RPC) en el concreto.

Entidad	Identificación	Nombre de la especificación	Descripción
FDOOT	104	Prevención, control y mitigación de la erosión y polución del agua	Se centra en la prevención, control y mitigación de la erosión y polución del agua en proyectos de construcción. Esto con el fin de proteger las propiedades públicas y privadas cercanas a las áreas del proyecto. Se prohíbe la salida de contaminantes, productos químicos peligrosos y sedimentos fuera del sitio de trabajo para evitar la contaminación en las aguas superficiales, humedales y aguas subterráneas.
	121	Material de baja resistencia controlada (CLSM)	Especifica el uso del material de baja resistencia controlada o de relleno fluido (flowable fill, CLSM) que se puede emplear como alternativa al suelo compactado. Puede ser convencional o de concreto celular. Este relleno promueve el uso de materiales alternativos, la reducción de cemento y la conservación de los recursos.
	470	Estructuras en madera	Se describen los requisitos y procedimientos para el uso de madera tratada para garantizar la durabilidad, seguridad y sostenibilidad de las estructuras de madera en el tiempo.
	911	Materiales para la base y para la estabilización de la subrasante	Se incluyen los requisitos para el uso de materiales en la construcción de bases y estabilización de la subrasante. Se permiten materiales naturales como conchas y calizas, y también materiales reciclados como agregados de concreto reciclado (RCA).
	923	Agua para concreto	Detalla los requisitos para el uso de agua en la producción del concreto y se especifica que es permitido utilizar agua recuperada y reciclada.
	972	Productos de plástico reciclado	Establece los requisitos para la fabricación y certificación de productos hechos en plástico reciclado.

Fuente: elaboración propia.

## 9. Recomendaciones

La recomendación de este trabajo es adoptar el Modelo 3+ en los grandes proyectos de infraestructura de transporte de capital público. Por esto, esta sección recomienda incorporar los componentes, temas y subtemas del Modelo 3+ en cada una de las etapas de los proyectos de contratación de infraestructura de transporte.

La propuesta general es i) contar con políticas, planes y programas claros de infraestructura de transporte que faciliten la identificación de nuevos proyectos sostenibles y resilientes; ii) asegurar la sostenibilidad y resiliencia de la infraestructura existente y en operación; iii) generar una transición justa de los proyectos de infraestructura existentes y en operación; iv) planear los nuevos proyectos teniendo en cuenta los criterios de sostenibilidad y resiliencia; y v) generar y mantener las capacidades en el sector público y privado, para poder desarrollar los puntos i, ii, iii y iv.

Las recomendaciones están agrupadas en tres grandes líneas a) marco normativo, políticas, planes y programas; b) generación de capacidades en el sector público y en el privado, incluyendo a los organismos de control; y c) inclusión del Modelo 3+ en la planeación de los nuevos proyectos y en las etapas del proceso de contratación de nuevos proyectos, y en los proyectos existentes y en operación.

La primera línea de recomendaciones a la que hace referencia el literal a) está dirigida al gobierno nacional y a los gobiernos locales. La del literal b) a los gobiernos nacional y local, a las entidades de control, al sector privado y a la sociedad civil. La recomendación de la inclusión del Modelo 3+ está dirigida tanto a quienes diseñan y planean los procesos de contratación, como a quienes gestionan los contratos.

### 9.1. Políticas, planes y programas de infraestructura de transporte

La política pública de infraestructura de transporte para ser sostenible y resiliente debe tener una aproximación de largo plazo, con metas generales para la infraestructura de transporte y metas por proyectos que apunten a cumplir los objetivos de reducción de emisiones para ser carbono neutro en el 2050.

Esta política pública debe incorporar una mirada a la información de la infraestructura de transporte existente y a la planeada de acuerdo con el Plan Maestro de Transporte Intermodal 2021-2051, proponer una forma de estandarizar la información (terminología, clasificación,

fuentes), la forma de reportarla y de actualizarla. Es importante tener en cuenta que hay múltiples aproximaciones a la información clave de la infraestructura de transporte y sus activos, y que para que esta tenga valor en términos de sostenibilidad y resiliencia debe ser información que apoye las decisiones de política pública, de inversión y financiación, y que permita al público en general la consulta oportuna en términos de impacto y beneficios.

Las fuentes de esta información son de distinto origen, pues hay datos que pueden ser extraídos de estados financieros y balances de la nación y de los

concesionarios, como el valor de las inversiones, y su depreciación, aunque actualmente los mecanismos de APP no obligan a los privados a entregar esta información. Otros datos requieren análisis y estudios técnicos, tales como la esperanza de vida del activo (*lifespan*) o la vida del activo (*length life*), así como los indicadores de calidad y estado de la infraestructura, sobre los cuales puede haber diferencias de perspectivas entre los grupos de interés. La información clave de la infraestructura está generalmente dispersa y requiere organización, depuración y clasificación, en ocasiones no ha sido recogida de forma sistemática. Hay información sobre el ciclo de vida de los proyectos que debe ser incorporada, particularmente la información relativa a los impactos del proyecto en su construcción, operación y mantenimiento que se propone recoger en el Modelo 3+ y que debe empezar a hacer parte de los activos de información de los proyectos. En consecuencia, es necesario que la política pública incorpore un plan de acción claro para recoger y mantener información estructurada de los activos de infraestructura y la metodología aplicable para recogerla y mantenerla al día.

El gobierno nacional debe liderar la organización de los datos que requiere el enfoque de una infraestructura de transporte sostenible y resiliente. Para el efecto, es necesario desarrollar las recomendaciones del Conpes 3920 del 2018, para asegurar una estandarización y clasificación de los datos que deben alimentar la planeación y desarrollo de proyectos, ofrecer información a inversionistas y financiadores, y diseñar los modelos de desarrollo de los proyectos priorizados.

El Plan Maestro de Transporte Intermodal amplió la mirada de los grupos de interés y definió una hoja de ruta y una visión de largo plazo, el cual tiene una identificación de proyectos, con una descripción de la intervención, el costo estimado y si debe ser una prioridad a partir de criterios de eficiencia, resiliencia y convergencia. Es necesario a partir de esta hoja de ruta bajar al nivel de disponibilidades presupuestales, acuerdos con las entidades territoriales, mirada a las iniciativas privadas para cada uno de los proyectos priorizados, una revisión de los proyectos posibles para los próximos diez años y su impacto en la meta de carbono neutro para el 2050.

El gobierno nacional debe hacer una revisión de la infraestructura existente desde el punto de vista de su

sostenibilidad y resiliencia. Identificar qué cambios requieren los proyectos para enfrentar los desafíos de desastres, teniendo en cuenta el bienestar de las comunidades y el valor del activo.

En relación con la infraestructura de transporte que está en proceso de planeación es necesario desde el inicio del proyecto incluir los criterios de sostenibilidad y resiliencia.

La política, los planes y el sistema de información deben apoyar las decisiones de gasto las cuales deben pasar de la simple reducción del valor del capital y el mejor precio en un proceso de licitación, a una mirada más holística de valor para las partes interesadas en el activo de infraestructura (Crudgington, 2017).

En relación con la mirada al cambio climático es importante tener cautela, pues estamos frente a un conocimiento muy limitado de sus impactos reales y a un alto grado de incertidumbre de sus efectos futuros. Ante la poca evidencia de variaciones del clima en las zonas de montaña en Colombia, el aumento de los deslizamientos o de los caudales de los ríos puede asociarse a efectos diferentes al cambio climático como el cambio puntual en el uso del suelo en zonas de montaña (deforestación). En consecuencia, se deben implementar como primera etapa acciones de mitigación, así como acciones de observación y monitoreo acompañadas de análisis y sistemas de alarma para un horizonte de mediano plazo (próximos diez años).

Las recomendaciones concretas dirigidas a las autoridades que diseñan los proyectos de infraestructura de transporte son:

- Diseñar las obras nuevas en un contexto de evaluación completa del riesgo, para lo cual es necesario recoger eventos de lluvias o sismos con diferentes períodos de retorno y analizar la probabilidad de falla total en función del tiempo de exposición de la obra. El ejemplo del análisis del proyecto de navegabilidad del río Magdalena, que incluyó el comportamiento del río en cincuenta años, la mirada a su caudal, el comportamiento en épocas de lluvia es un precedente muy importante.
- Diseñar las nuevas obras de manera óptima, de forma tal que incluyan los costos de construcción y los costos

derivados de las posibles fallas por su probabilidad de ocurrencia, y el impacto de la falla en la operación en la respectiva unidad funcional y en el activo.

- Incorporar en los planes y programas del sector el concepto de capas de información social, ambiental y económica disponible a la que hace referencia el Modelo 3+.
- Conformar una mesa nacional de sostenibilidad de la infraestructura: crear una instancia de discusión conformada por el Gobierno, el sector privado y la academia que defina los lineamientos y la estrategia de implementación, y hacer el seguimiento en el tiempo

Las recomendaciones para incluir en las obligaciones del concesionario en el marco de los documentos del proceso de contratación son:

- Implementar sistemas de monitoreo de lluvias y caudales en las zonas de la obra, incluidas las cuencas hidrográficas que la pueden afectar la obra.

- Usar imágenes satelitales para inferir evoluciones de las condiciones del terreno en la zona de la obra, incluidas las cuencas hidrográficas que pueden afectar la obra. Incluir este análisis en el estudio de impacto ambiental (EIA) y tomar como áreas prioritarias de reforestación/conservación las cuencas aguas arriba y aguas abajo.
- Implementar sistemas de monitoreo en tiempo real de las zonas inestables de la obra y analizar su evolución esto en conjunto con los vigilantes/inspectores viales que diariamente recorren la vía.
- Implementar sistemas de alarma en las zonas inestables para evitar pérdidas de vidas humanas ante la eventualidad de una falla.
- Diseñar mecanismos de recuperación de la obra ante la eventualidad de la ocurrencia de eventos catastróficos.
- Construir los activos de información del proyecto de acuerdo con los datos a los que hace referencia el Modelo 3+.

## 9.2. Generación de capacidades

La generación de capacidades en los ministerios de Hacienda y de Transporte, el DNP, la Financiera de Desarrollo Nacional, en la ANI, en Colombia Compra Eficiente, y en las entidades territoriales que pueden acompañar los proyectos que están en la lista de prioridades del el Plan Maestro de Transporte Multimodal 2021-2031. El Departamento Administrativo de la Función Pública, las universidades, centros de investigación y los organismos multilaterales son fundamentales en la generación de capacidades.

Las organizaciones del sector privado también deben generar capacidades para el manejo de la sostenibilidad y la resiliencia, para capturar información, depurarla, administrarla y usarla en beneficio del activo y de su negocio.

Las actividades que requieren estas capacidades son:

1. Desarrollar capacidades necesarias para planear los proyectos, elaborar los estudios y documentos previos, los pliegos de licitación, los contratos, la evaluación de ofertas y la gestión de los contratos considerando el propósito de la infraestructura de transporte sostenible y resiliente. Estas capacidades son necesarias en el Ministerio de Transporte, la UPIT, DNP, FDN y en la ANI.
2. Conocimiento y manejo de la regulación para definir las reglas que deben ser estables para garantizar la viabilidad de los proyectos desde su diseño hasta la amortización de los gastos de capital, de operación y mantenimiento. Estas capacidades son necesarias en DNP, FDN y en la ANI, en los organismos de control, y en el sector privado.
3. Competencias para actualizar los cálculos de la vida útil de los activos y sus condiciones mínimas, así como el tratamiento que deba dársele a la terminación de su vida útil. Estas capacidades son necesarias en la UPIT, DNP, FDN y en la ANI, en los organismos de control y en el sector privado.

4. Fortalecer los sistemas de información –como Aniscopio o Hermes– en sostenibilidad e identificación de indicadores (KPI) para seguimiento y evaluación continua.
  5. Desarrollar las capacidades necesarias para la planeación estratégica de los proyectos, la elaboración de los estudios y documentos previos, los pliegos de licitación, los contratos, la evaluación de ofertas y la gestión de los contratos, teniendo en cuenta el propósito de la infraestructura de transporte sostenible y resiliente.
  6. Generar conocimiento en las nuevas tecnologías cleantech y modelos de economía circular que pueden acelerar la transición en especial en el componente de materiales, gestión del agua y la energía, para fortalecer la resiliencia de los proyectos.
  7. Desarrollar la capacidad para asumir el liderazgo de los proyectos de infraestructura de transporte y de la voz para hacer respetar los compromisos de largo plazo.
  8. Diseñar, mantener y actualizar un sistema de gobernanza multinivel que acompañe el proyecto, apoye en la superación de los obstáculos y asegure la articulación entre diferentes instancias públicas y privadas.
  9. Generar el conocimiento y las habilidades para incorporar los criterios de sostenibilidad en los requisitos habilitantes que deben acreditar quienes participan en la licitación, así como lo que pueden ofrecer, y los criterios de evaluación de tales ofertas.
  10. Desarrollar las capacidades necesarias para utilizar datos y modelos de cambio climático, régimen de lluvias, actividad sísmica, entre otras, y gestionar el conocimiento entre entidades estatales y sector privado.
  11. Implementar programas de capacitación tendientes a establecer metodologías estandarizadas de análisis de ciclo de vida de los proyectos y análisis de resiliencia de los proyectos.
  12. Implementar un programa de capacitación que permita que las entidades del Estado implementen el Modelo 3+ propuesto en los proyectos de infraestructura de transporte.
- Las recomendaciones son:
- Incentivar alianzas sector público, sector privado, academia, como las que existen en otros países de Latinoamérica y que generan círculos virtuosos de capacidad y conocimiento.
  - Diseñar un modelo de formación para el diseño, estructuración y seguimiento de los proyectos de infraestructura sostenible de transporte con módulos ambientales, sociales, económicos, de resiliencia y de gobernanza, que cubran la información, las acciones y mejores prácticas durante el ciclo de vida del proyecto.
  - Utilizar los planes de institucionales de capacitación de las entidades y el presupuesto asignado para el diseño del modelo de formación, así como las alianzas con la academia para el diseño y la entrega de los programas de formación.
  - Diseñar indicadores de la entrega del modelo de formación, del aprendizaje y de la organización de los activos de información para la generación de capacidades.
  - Revisar el sistema de formación cada dos años con base en los indicadores de entrega y del aprendizaje.
  - Evaluar el costo y el impacto socioeconómico que tendría la implementación de una infraestructura sostenible en el sector, además de las implicaciones en términos del acceso a financiación (plazos, productos nuevos, otro tipo de financiadores)

### 9.3. Inclusión del Modelo 3+ en los documentos del proceso de contratación del proyecto

En la planeación del proyecto sus promotores deben considerar cada componente, tema y subtemas del Modelo 3+, para que en los estudios y documentos previos haya una sección que dé cuenta de cada componente y de sus temas, y que estos sean reflejados en los pliegos o términos de referencia para la selección de contratistas, y en los

contratos. En consecuencia, esta recomendación está, en principio, dirigida a las entidades públicas mencionadas anteriormente, pero hay aspectos dirigidos a los demás actores o partes interesadas mencionadas en la

sección 5 del presente documento.

Es importante recordar que la mayor inversión en la fase planeación es eficiente, pues minimiza problemas más costosos en la selección de los contratistas y en la ejecución de los proyectos. Sin embargo, esa mayor inversión en el diseño de proyecto debe estar acompañada del desarrollo de protocolos en el sector privado y disposiciones en los procesos de contratación para mejorar las capacidades de las partes interesadas y reconocer y premiar los avances del sector privado en la sostenibilidad de los activos de infraestructura.

### 9.3.1. Protección del hábitat y la biodiversidad

En la planeación del proyecto, es importante hacer una primera identificación de la biodiversidad presente en el área del proyecto, un primer análisis del impacto y contrastarlo con el tipo de licencias ambientales, permisos y autorizaciones requeridas para el proyecto.

Lo anterior requiere de la participación de profesionales especializados en el tema, cuya experiencia y conocimientos sean fundamentales para desarrollar estrategias adecuadas y generar información detallada sobre los índices o indicadores de biodiversidad, los cuales deben ser de acceso público para garantizar la transparencia y la rendición de cuentas. Asimismo, se debe enfatizar la importancia de elaborar mapas y otros documentos que faciliten la gestión de la biodiversidad y sirvan como referencia para la estructuración de proyectos futuros en el área intervenida.

#### (a) Gestión de la biodiversidad

En la planeación del proyecto es necesario: i) identificar las áreas de alto valor ecológico y seleccionar las ubicaciones del proyecto de manera que se minimice cualquier perturbación en dichas zonas; ii) desarrollar zonas de amortiguación alrededor de las áreas de alto valor ecológico para su protección; iii) implementar planes de monitoreo de la vida silvestre, subrayando la

importancia de prevenir la pérdida de biodiversidad; y iv) controlar las especies invasoras y promover la plantación de especies nativas.

El contrato debe tener estipulaciones claras orientadas a la forma como el contratista (constructor y operador) debe gestionar la biodiversidad, entendida como la variedad de seres vivos, fauna y flora, presentes en el área a intervenir.

El contrato debe exigir planes de monitoreo de la vida silvestre, subrayando la importancia de prevenir la pérdida de biodiversidad y de control de especies invasoras, proponiendo medidas como prevenir la introducción y desarrollar estrategias de protección y control durante el proyecto, incluyendo la promoción de la plantación de especies nativas. Adicionalmente, monitorear el impacto de las áreas compensadas por los activos en la recuperación de la biodiversidad en las zonas de interés. En el caso de los aeropuertos, se debe exigir la implementación de sistemas de prevención, identificación, control y mitigación del comercio ilícito de fauna.

Los equipos del contratante y el contratista deben tener las capacidades para hacer el seguimiento de estos planes en la ejecución del proyecto, tanto en la construcción como en la operación, y para recoger la información sobre la gestión de la biodiversidad durante la construcción y la operación del activo.

#### (b) Conectividad ecológica

La revisión de la conectividad ecológica de los ecosistemas que el proyecto pretende intervenir es fundamental para anticipar y mitigar impactos ambientales. Esta revisión debe hacerse temprano en el proyecto para poder identificar opciones de intervención e incidir en la primera aproximación a los términos de referencia del estudio de impacto ambiental.

El diseño del proyecto debe incorporar los pasos de fauna y puentes verdes para permitir que la vida silvestre cruce de manera segura las carreteras, reduciendo el riesgo de colisiones vehiculares y conservando la diversidad biológica. Además, se debe incluir un plan de monitoreo de fauna que incluya la efectividad de los pasos y la creación de nuevos pasos hasta determinado periodo posterior al inicio de la fase de operación, para adaptarse a las dinámicas del territorio.

Los estudios y documentos previos deben incluir la información recogida en la planeación sobre la conectividad ecológica para sustentar la inclusión en el contrato de las obligaciones relativas a la creación de puentes durante la construcción y su mantenimiento durante la operación, así como exigir el uso de vegetación nativa para las áreas adyacentes a las carreteras para restaurar hábitats y promover la conectividad entre ecosistemas fragmentados.

En el análisis de la experiencia, el equipo encontró ejemplos interesantes de obras encaminadas a garantizar esta conectividad.

### (c) Estrategia para el manejo del paisaje

La estrategia de manejo del paisaje es fundamental para el diseño de las intervenciones, tipo de puentes, viaductos, túneles, peajes, edificaciones, entre otros. Las soluciones basadas en la naturaleza (SbN) son una fuente muy importante de acciones con amplios cobeneficios en su implementación. Este análisis y sus recomendaciones debe alimentar los diseños de la infraestructura.

Los términos de referencia de los estudios de impacto ambiental deben incluir la restauración de los suelos perturbados durante la construcción, la conservación de terrenos de alta capacidad agrícola como aquellos que no han sido desarrollados, restauración integral de áreas vegetales afectadas en la construcción para recuperar su funcionalidad antes del proyecto y proponer criterios que demuestren una gestión de estos.

### 9.3.2. Flujo de recursos (circularidad)

Los estudios y documentos previos deben dar cuenta del uso de los recursos y de la gestión de residuos, y el contrato reflejar las obligaciones de las partes para hacer efectiva la circularidad.

#### a) Uso eficiente de recursos

Los estudios y documentos previos deben sugerir los métodos de manejo eficiente de recursos, estableciendo unos criterios mínimos para materiales, agua y energía que deben ser revisados de forma constante durante la ejecución del proyecto.

Los materiales y la composición de las superficies de las vías pueden ofrecer ventajas frente a los riesgos del cambio climático, y estas especificaciones pueden ser exigidas o solicitadas como posibilidades puntuables en la oferta.

El diseño del proyecto debe:

- Promover el uso de materiales locales, buscando que para aquellos que tengan propiedades mecánicas deficientes, se opte por implementar técnicas de estabilización químicas y mecánicas, de tal forma que el material se pueda aprovechar al máximo sin comprometer la integridad de la estructura.
- Promover los modelos de simbiosis industrial con empresas locales en donde se pueda medir el grado de circularidad del material, ejemplo, porcentaje de reutilización de RCD de otra industria para agregados y concretos.
- Promover el reciclaje y la reutilización en postes, pavimentos, taludes, y otras estructuras donde no se comprometa su integridad, y establecer metas de porcentaje de contenido de material reciclado. Así mismo, promover el uso de materiales alternativos durante las diferentes fases del ciclo de vida del proyecto (madera plástica o pavimentos alternativos). Por último, se propone incluir a las comunidades, organizaciones locales (mipymes), alcaldías locales en el procesamiento del material reciclado para mejorar las tasas de aprovechamiento y su efectividad en el territorio.
- Integrar sistemas de captación de agua de lluvia en el diseño para recolectar y almacenar agua que pueda ser utilizada para riego de paisajes cercanos y otros fines no potables.
- Exigir herramientas para evaluar el impacto ambiental de los materiales, tales como Declaraciones Ambientales de Productos (EPD, ISO 14025, etiqueta ambiental tipo iii), análisis del ciclo de vida (LCA) o etiquetas ambientales tipo I (ISO 14024).
- Evaluar el destino de los materiales una vez finalizado el proyecto, es decir, promover una evaluación exhaustiva sobre el reciclaje o reutilización de los materiales implementados en el proyecto o la disposición ambientalmente responsable de estos para asegurar la continuidad de los ciclos de reciclaje.

La promoción del uso de estos materiales puede hacerse estableciendo en el contrato unos mínimos que el contratista debe cumplir, la capacidad de este para monitorear y asegurar el cumplimiento, y también premiando durante la competencia las ofertas a las que tengan una oferta por encima de los mínimos establecidos en la normativa en los anteriores aspectos.

### **b) Uso de fuentes renovables**

Los documentos del proceso de contratación deben establecer los mínimos requeridos para el uso de fuentes renovables de energía durante la construcción y la operación del proyecto, y estos mínimos deben estar contemplados en el contrato. El diseño de los procesos de selección puede incentivar el uso de renovables, la posibilidad de presentar opciones de uso de fuentes renovables adicionales al mínimo exigido y que la oferta reciba puntaje por esto. En este caso, además de incluir esta opción en la oferta es necesario indicar la forma de evaluar y asignar el puntaje, y en el contrato el mecanismo para la verificación del cumplimiento o las deducciones de valor por el incumplimiento.

Es posible también solicitar sistemas de consumo adaptables a las condiciones particulares de demanda y oferta de energía, o al régimen de lluvias en la construcción y en la operación del activo. Para el efecto es importante considerar la inclusión de energía fotovoltaica, eólica u otras energías limpias de baja escala para alimentar los sistemas de iluminación vial, señalización electrónica, cámaras de seguimiento, y en el caso de aeropuertos para los sistemas de acondicionamiento de aire, iluminación, equipos eléctricos y electrónicos utilizados en su operación.

### **c) Gestión de residuos**

Los estudios y documentos previos deben sugerir criterios mínimos para la gestión de residuos y reflejarlos en el contrato. Adicionalmente, los documentos del proceso deben dar la posibilidad para que el oferente proponga en su oferta mecanismos adicionales o alternativos y permitir espacio para la innovación. En cualquier caso, estas opciones deben estar reflejadas en las reglas de evaluación y en el contrato.

Para el efecto es necesario: i) integrar la gestión de residuos en todas las etapas del proyecto, diseño, proceso

de selección, construcción y operación; ii) incluir en los términos de la oferta los esfuerzos de reducción de residuos en conjunto con las organizaciones locales; y iii) establecer indicadores en el contrato que permitan medir la generación de residuos y su reutilización y el desvío de residuos de los vertederos o la circularidad de los residuos en la operación y mantenimiento de la vía.

### **d) Gestión de recursos y residuos en la cadena de valor**

La incorporación de la gestión de recursos y residuos en la cadena de valor es clave en el crecimiento sostenible. La recomendación es incluir la gestión de residuos en la cadena de valor como un elemento que recibe puntaje en la oferta y establecer en el contrato un sistema de seguimiento del cumplimiento de lo ofrecido y un sistema de penalización en caso de incumplimiento.

## **9.3.3. Reducción de emisiones**

### **a) Gestión de GEI en la cadena de valor**

Los interesados en los procesos de selección deben poder presentar opciones para gestionar las emisiones en el diseño, construcción, operación y mantenimiento. Es posible que la literatura universal ofrezca referentes para tener en cuenta, pero si no están disponibles la recomendación es permitir opciones en la oferta y la posibilidad de incluirlas durante la vida del proyecto, estableciendo el sistema de reconocimiento de las inversiones requeridas asociadas a la reducción real de GEI en la cadena de valor.

La gestión integral de las emisiones debe empezar por la medición de la huella de carbono que proporciona una evaluación cuantitativa de las emisiones de gases efecto invernadero de las actividades del proyecto.

Para la reducción de las emisiones es importante promover: i) el uso de tecnologías en frío y tibias, las cuales tienen un rango de temperatura de producción y colocación más bajo que las mezclas asfálticas convencionales, llevando a la reducción de emisiones; y ii) priorizar el uso de materiales locales, lo cual contribuye significativamente a reducir los impactos asociados al transporte.

Estas recomendaciones deben ser reflejadas en los términos de la oferta y en el contrato, establecer un mínimo obligatorio que el contratista debe cumplir en términos del i y ii anteriores, y la forma de hacer seguimiento al cumplimiento a esos mínimos, así como la posibilidad de ofrecer un mayor uso de las tecnologías en frío y el uso de materiales locales, y para que en el puntaje esa mayor oferta sea premiada.

b) Estrategia para mantener la calidad del aire y del ruido en la construcción, operación y disposición final de elementos

Los estudios y documentos previos deben establecer con claridad los mínimos de ley que en la construcción y en la operación deben cumplirse, la frecuencia de su monitoreo y los lineamientos para su manejo. Estas reflexiones deben hacer parte de los términos de referencia para el estudio de impacto ambiental.

En el proceso de selección los interesados deben poder ofrecer estrategias adicionales para mejorar la calidad del aire y del ruido durante la construcción y la operación, y los mecanismos de verificación del cumplimiento de los mínimos de emisión permitidos.

Los contratos deben exigir a los constructores y operadores los siguientes protocolos y procesos:

- Protocolos de mantenimiento y operación de vehículos y maquinaria utilizados en la construcción y en la operación del activo para reducir las emisiones de gases contaminantes.
- Protocolos para mantener la calidad de aire durante la disposición final de elementos para reducir las emisiones de gases contaminantes, así como en la operación de los activos en el caso del sector aeroportuario.
- Prácticas de control de polvo y emisiones.
- Programas de monitoreo continuo de la calidad del aire y del ruido en áreas cercanas al proyecto el impacto de las emisiones y tomar medidas correctivas.

### 9.3.4. Preservación cultural

#### a) Exploración arqueológica

Los estudios y documentos previos deben incorporar el protocolo de manejo de los hallazgos arqueológicos, buscando minimizar la suspensión de actividades en la construcción y en la operación del proyecto. Por ello, incluir al ICANH en el estudio de impacto ambiental (EIA) contemplando un análisis documental y sus recomendaciones sobre el potencial arqueológico del área delimitada. Incorporar la mirada arqueológica desde la planeación del proyecto, junto con estrategias de gestión en caso de que el trazado atravesase áreas de alto valor arqueológico, o que haya descubrimientos durante la construcción.

#### b) Protección de pueblos indígenas y tradicionales

Los estudios y documentos previos deben incluir la información registrada ante las autoridades competentes de comunidades indígenas y tradicionales en el área de influencia del proyecto las cuales deben ser invitadas a las sesiones de consulta del proyecto. Estos documentos también deben incluir las solicitudes en curso que hay al Ministerio del Interior, así como las medidas de manejo en caso de surgir comunidades luego del inicio de los proyectos.

Realizar una evaluación exhaustiva de los posibles impactos y riesgos de sus actividades en la consulta previa, con el consentimiento de los pueblos indígenas y comunidades tradicionales impactadas. Adicionalmente, la participación de las partes interesadas se lleva a cabo desde el inicio del proyecto y se basa en el contexto histórico de la equidad, la justicia social y la justicia medioambiental. Cuando los proyectos afectan, o pueden afectar, a las comunidades indígenas, se presta especial atención al desarrollo de una relación de respeto y entendimiento mutuo que apoye la autonomía, la autoridad y los derechos de estas comunidades.

### 9.3.5. Innovación en sostenibilidad ambiental y social

Los criterios para la evaluación de ofertas deben permitir y premiar la innovación en la sostenibilidad ambiental, estableciendo con claridad el puntaje que puede recibir una propuesta innovadora en materia ambiental y el sistema de valoración de sus beneficios.

Revisar los marcos de conciliación de innovación frente a la regulación, esto es necesario para los casos en que

la innovación puede bloquearse por normativa desactualizada o poco contextualizada, esto es crucial para distintos tipos de infraestructura para desbloquear la innovación.

Los grandes proyectos de infraestructura toman un tiempo considerable, por lo cual es importante dejar en los contratos abierta la posibilidad de incorporar nuevos sistemas y mecanismos e incentivos encaminados a mejorar la gestión ambiental y los lineamientos generales para su valoración.

## 9.4. Gobernanza y transición justa

### 9.4.1. Gobernanza y liderazgo

#### a) Sistema de gobernanza multinivel con la definición de un líder del proyecto y un *champion* por cada frente en cada entidad estatal

Los proyectos de infraestructura de transporte de gran escala exigen coordinación de agentes públicos independientes, de diferentes niveles de autoridad, sectores y cobertura regional, y de agentes privados, durante la vida del proyecto. La identificación del proyecto, la selección del proyecto como viable, su estructuración, su contratación en implementación requieren de un liderazgo que permita promover soluciones a los problemas que surjan durante todas las etapas de maduración e implementación del proyecto.

La claridad en el papel del líder y de los *champions* genera apropiación del proyecto para facilitar la toma de decisiones. Los *champions* deben ayudar a solucionar contratiempos.

En la planeación del proyecto, antes incluso de definir la forma de entrega, quien lo promueve debe definir con claridad el sistema de gobernanza, quién es el líder y quiénes son los *champions* para cada frente de trabajo y en las diferentes entidades estatales. La Comisión Intersectorial de Infraestructura y Proyectos Estratégicos, creada por el decreto 2445 del 2013, modificada de

acuerdo con la mirada particular del gobierno nacional en cada momento y de los responsables de los proyectos, es una buena práctica con éxitos significativos. Por lo cual, recomendamos activar de nuevo esta comisión.

En los estudios y documentos previos debe haber claridad de cómo ese sistema de gobernanza debe funcionar durante la selección del contratista, la construcción y la operación del proyecto.

#### b) Gestión de las amenazas a la integridad del proyecto

La infraestructura es un sector históricamente vulnerable a la corrupción, la cual puede presentarse en cualquier etapa del proyecto y afectar su aceptación y su costo-efectividad.

Al inicio del proyecto, los estructuradores deben reflexionar sobre el particular y proponer un sistema de alertas, línea ética del proyecto, responsables de su manejo, procedimiento para analizar y registrar quejas, mecanismos de revisión y manejo de conflictos de interés, y acoger recomendaciones internacionales para la transparencia en el manejo de proyectos de infraestructura.

Es conveniente diseñar e implementar un plan de difusión de información y transparencia en la toma de decisiones en formatos simples, que comuniquen la importancia y el valor social del proyecto, y la inversión requerida. Esto debe quedar consignado en los contratos.

### c) Asegurar una regulación clara y estable

El líder del proyecto debe tener una voz clara y firme frente a la regulación que afecte las reglas del juego de este y promover que las relaciones y las acciones consolidadas sean respetadas. Para el efecto debe organizar el sistema de información del proyecto para efectos de analizar el impacto de cambio en las reglas de juego en el proyecto, sus impactos y beneficios. También debe poder contar con los datos del sistema de información del activo. Las facultades del líder del proyecto deben estar reflejadas en el contrato.

### d) Integrar los procesos de consulta y dialogo desde el diseño del proyecto

El proceso de consulta debe considerar el tamaño del proceso, ofrecer participación a los actores y tener siempre presente el interés general. Las primeras consultas deben hacerse en los momentos iniciales del proyecto para incorporar la información de la consulta inicial en el proceso de diseño, asegurar la participación de las comunidades indígenas y tradicionales presentes en el área de influencia del proyecto, describir la ruta de licenciamiento y autorizaciones, y comprender las expectativas de los actores y su necesidad de información.

El proyecto debe garantizar un diálogo frecuente con los actores interesados o grupos de interés en el proyecto.

Es importante tener en cuenta que estas recomendaciones son generales y que cualquier forma en la que se garantice la participación y la transición justa es válida para consultar y mantener el diálogo.

## 9.4.2. Mantener el propósito de la inversión y lograr su aceptación social y ambiental

### a) Desarrollo de una visión de largo plazo

Los proyectos de infraestructura de transporte de gran escala deben ser parte de la visión de largo plazo del desarrollo del país que cuentan con el respaldo político y social, pues son planeados y ejecutados en más de un período de gobierno. Este apoyo es lo que permite que el proyecto en particular sea incluido en el orden de prioridades de inversión. La decisión de acometer un proyecto debe ser el producto de un balance de las necesidades y las restricciones, de los planes sectoriales, y de la concertación con los grupos de interés y las autoridades ambientales.

Tener en cuenta la visión de largo plazo es fundamental para la sostenibilidad del proyecto, y para el efecto los líderes y los *champions* deben una y otra vez volver al balance de las necesidades y las restricciones y asegurar la mirada del largo plazo. La visión de largo plazo requiere que los proyectos se mantengan vigentes en la agenda pública nacional, para lo cual hay que lograr acuerdos de mayor duración a los periodos del presidente, los alcaldes y gobernadores, y el de los parlamentarios, atendiendo al hecho de que los proyectos de infraestructura son intergeneracionales. Si bien los documentos Conpes buscan un acuerdo con compromisos presupuestales y con participación de entidades del gobierno nacional y de organismos externos como la Procuraduría General de la Nación, es recomendable tener un acuerdo más amplio que incluya la mirada política, además de la mirada de política pública, en la cual estén vinculados los partidos y movimientos políticos y sus voceros o representantes. El Reino Unido ofrece una buena práctica a través del apoyo que los parlamentarios le dan a la Estrategia Nacional de Infraestructura.

El análisis de largo plazo debe incluir el análisis de la resiliencia de la red vial y no solo el análisis de la resiliencia del proyecto. Este análisis debe incluir consideraciones sobre la redundancia de la red.

### **b) Incorporar en el diseño del proyecto la información disponible de hábitat y diversidad en el área de influencia**

Los estudios previos deben tener en cuenta la información disponible de hábitat y diversidad, comunidades, de las zonas en las que se realiza el proyecto, así como las preocupaciones de las comunidades y de los demás actores. La siguiente información es importante para lograr la aceptación social y ambiental del proyecto: información relativa a los cuerpos de agua y la forma como el proyecto los protegerá y los usará si lo hace, es sustancial para la comunidad; datos del régimen de lluvias y sequía, y como el proyecto buscará adaptarse al cambio de condiciones; antecedentes de crecientes y derrumbes, y la forma de monitorear las zonas en las que se presentaron; historia de desplazamiento humano en el área, la forma de verificar condiciones y dar aviso en caso de alguna eventualidad; antecedentes arqueológicos en las áreas de influencia del proyecto y el protocolo de aviso a las autoridades competentes.

Los sistemas de información y monitoreo del proyecto deben incorporar información de la evolución de estos aspectos, y hacer énfasis en aquellos aspectos identificados como de mayor relevancia para los actores en las consultas.

## **9.4.3. Valor social y valor por dinero**

### **a) Inventario de los beneficios sociales del proyecto y determinación de indicadores para evaluar de forma periódica su valor social**

Implementar un plan de difusión de información y transparencia en la toma de decisiones en formatos simples, que comuniquen la importancia y el valor social del proyecto, y de la inversión requerida. Este plan beneficia, además, la integridad del proyecto.

El valor social derivado de los proyectos debe medirse en beneficios netos positivos para la sociedad. El valor por

dinero del proyecto es la materialización monetaria de la comparación de costos y riesgos (retenidos y transferidos) entre el modelo tradicional de contratación de obra pública y APP. De otro lado, es importante reconocer el valor que la competencia en la selección de contratistas y el modelo de contratación, la gestión del proyecto y de sus riesgos, la calidad y la continuidad al menor costo posible puede generar.

El agente que desarrolla el proyecto debe mostrar, en cada etapa del proyecto, el valor generado y distribuido por el activo de infraestructura en términos de i) empleo; ii) compras de bienes y servicios; iii) impuestos; iv) competitividad; v) tiempo de traslado; vi) seguridad de las personas; y v) ciclo de vida ambiental del proyecto. Para el efecto, el contrato puede establecer esta obligación, pero creemos más efectivo promover que los concesionarios diseñen indicadores y los expliquen de forma clara a las diferentes audiencias como parte del ejercicio de construcción de la licencia social.

La teoría es que la comunicación de los beneficios del proyecto reduce la probabilidad de interrupciones operacionales (Plan Maestro Transporte Multimodal).

### **b) Honrar los compromisos fiscales y defender las fuentes de financiación del proyecto**

Esta recomendación está asociada al numeral 4 de la sección 8.2 relativa al papel del líder y la necesidad de tener una voz activa para recordar la importancia de los compromisos fiscales y las fuentes de financiación para la sostenibilidad del proyecto. Esta es una tarea constante que requiere mostrar como los compromisos del capital público en infraestructura de transporte son de largo plazo y son vitales para el crecimiento económico, impactan de forma directa la productividad y el costo de los insumos de producción, y tienen encadenamientos importantes relacionados con el conocimiento, los nuevos productos y la innovación.

Es muy importante que el líder y los *champions*, y el concesionario, constructores e interventores hagan reflexiones constantes sobre la economía política del proyecto, y busquen una mirada objetiva sobre el proyecto en todas sus etapas, independientemente de la mirada de las comunidades y la respuesta de la política, los momentos electorales, y la búsqueda de visibilidad.

Finalmente, es necesario señalar la importancia de que el gobierno i) registre con rigor los pasivos firmes (vigencias futuras) y contingentes, e ii) informe periódicamente los compromisos fiscales asociados a los proyectos de infraestructura de transporte para garantizar la factibilidad y asequibilidad de los proyectos.

### **c) Generar las capacidades que requiere la infraestructura sostenible y resiliente**

Ver la recomendación 9.2.

### **d) Generar, procesar y difundir información útil en cada etapa del proyecto en formatos adecuados para las distintas audiencias**

El concesionario debe tener un sistema de información que permita recoger datos con método y formato estandarizado para ofrecer información oportuna y clara sobre:

- Oportunidades de trabajo y de encadenamiento productivo asociado a las obras de construcción del activo.
- Riesgos de desastres en la construcción asociados al cambio climático y a las actividades humanas, y los planes de mitigación y adaptación.
- Datos comprensibles y de libre acceso sobre las amenazas naturales y de cambio climático que pueden afectar la construcción, mantenimiento y operación del activo.
- Datos de tránsito, tiempos de espera, afectaciones y opciones disponibles, clima y mantenimiento.
- Información de interés sobre la ocurrencia de eventos adversos que causan interrupción en el funcionamiento de cada elemento del proyecto (localización exacta del evento, su naturaleza, tipo de interrupción, duración de la interrupción —fecha de inicio o de cierre, y fecha final o de apertura—, tipo de evento, descripción de los daños, tipo de elemento del proyecto en el que ocurrió). Para el efecto hay que incluir y utilizar periódicamente métricas de evaluación de la resiliencia de cada tramo o elemento del proyecto, basadas en tiempos de recuperación, importancia en

el desempeño del proyecto y nivel de utilización. Según estas métricas, se priorizarán riesgos, estrategias de intervención y toma de decisiones estratégicamente.

Los pliegos deben establecer los mínimos de la información que el proyecto debe ofrecer al público en la construcción y en la operación del proyecto, y la posibilidad de que ofrezcan sistemas de información adicionales.

### **e) Flexibilidad en los documentos que rigen el proyecto para proteger el activo y garantizar la continuidad del acceso en condiciones de seguridad**

El criterio de resiliencia necesita estar reflejado en los contratos de concesión y en los de interventoría, fundamentado en permitir y promover estrategias y mecanismos orientados a mejorar la respuesta de los proyectos ante eventos adversos, particularmente en la resistencia física y operacional, flexibilidad en la respuesta ante eventos no planeados, garantizando confiabilidad en la operación, elementos de respaldo como vías alternas (y demás elementos de la infraestructura), y cualquier tipo de estrategia de gestión que minimice el tiempo fuera de operación debido a eventos adversos. Los contratos deben incluir las métricas de resiliencia anteriormente mencionadas en dos niveles: i) evaluación previa por medio de datos recogidos en proyectos aleatorios, y ii) evaluación periódica y constante a lo largo del ciclo de vida del proyecto por medio de los datos recogidos en este.

El contrato debe establecer mecanismos de ajuste del proyecto para que el operador gestione las adversidades, garantizando el servicio en condiciones de seguridad. Mecanismos como vías alternas, o puesta en marcha de forma parcial de unidades funcionales son necesarias para garantizar el interés del usuario y proteger el valor por dinero, esto se puede hacer a través del EIA para establecer los impactos y medidas de mitigación. Para esto es indispensable establecer criterios para el pago de las intervenciones que hacen al activo resiliente. La capacidad de la infraestructura requiere presupuesto, por eso la recomendación es incluir un porcentaje del valor del contrato como contingente para manejar eventualidades, según el análisis de riesgo del área del proyecto y exigir al contratista usar de forma eficiente esos recursos para garantizar la no interrupción

del servicio. El valor contingente disponible debe ser revisado periódicamente por las partes, para asegurar la disponibilidad de recursos y la operación del activo. El periodo de la revisión debe estar atado a los periodos de lluvia y sequía, y asegurar valores para otro tipo de eventos naturales. El contrato debe establecer protocolos para el diseño de las respuestas, los valores de mercado para su contratación y disposición (materiales, mano de obra y diseños), y el criterio de emergencia.

Es común la mención de que el diseño de los contratos de interventoría no promueve la protección del activo ni la resiliencia de infraestructura. Luego de escándalos de corrupción en el país, la Ley 1474 del 2011 asignó a los interventores la responsabilidad de proteger la moralidad administrativa.

“Y de responder civil, fiscal, penal y disciplinariamente, tanto por el cumplimiento de las obligaciones derivadas del contrato de interventoría, como por los hechos u omisiones que les sean imputables y causen daño o perjuicio a las entidades, derivados de la celebración y ejecución de los contratos respecto de los cuales hayan ejercido o ejerzan las funciones de interventoría” (artículo 53 de la Ley 80 de 1993, modificado por la Ley 1474 del 2011).

Puede que esta disposición haya generado un cambio en el comportamiento de los interventores, pues dejaron de orientar su trabajo al seguimiento del avance de las obras (calidades y cantidades) y del pago oportuno según el contrato. Se convirtió en un auditor que desconfía de las partes y de la forma como ellas gestionan el cumplimiento del contrato. En consecuencia, recomendamos revisar la responsabilidad del interventor (norma citada), pues el criterio de resiliencia requiere un marco de flexibilidad y confianza, con principios claros que orienten las decisiones de las partes para proteger el activo y su operación.

#### 9.4.4. Planeación estratégica del proyecto

##### a) Elección del modelo de contratación

La elección del modelo de contratación debe estar a cargo de entidades diferentes a quienes ejecutan el proyecto y deben considerar los riesgos y el valor por

dinero, claros en la normativa colombiana. Por ejemplo, en Chile los contratos de concesión de transporte los firma el ministro de Hacienda (que maneja la restricción presupuestal pública) y el ministro de Transporte y Telecomunicaciones (entidad a cargo de la ejecución), la elección del modelo de contratación es de Hacienda y quien ejecuta el proyecto es Transporte. En primer término, comparar los riesgos del sector público en la obra pública versus los riesgos del sector público en la asociación público-privada (World Bank Group, 2023). En segundo, el análisis del valor por dinero permite saber si la APP añade un valor adicional al de la estructura de riesgos, para ello la legislación colombiana tiene el comparador del sector público. El análisis debe incorporar, además de los costos explícitos de los riesgos, la comparación del costo de construir y operar el activo a través de una obra pública y de una APP. Benavides y Fonseca (2023) argumentan que la estimación de costos debe incluir el costo del capital asumido, además las ventajas y desventajas comparativas del sector público como propietario del proyecto en el caso de la obra pública.

##### b) Revisión del método de selección de contratistas

Es posible que la figura de los métodos de selección competitivos, con precalificación y una posterior negociación o un diálogo competitivo, del tipo previsto en la Directiva Europea de contratación pública (Procedimiento de licitación con negociación, artículo 29 y Diálogo competitivo artículo 30 de la Directiva Europea 2014/24), y en las reglas de contratación de las agencias multilaterales sea un buen método para incorporar en la selección de contratistas los criterios de sostenibilidad y resiliencia.

La precalificación de interesados a partir de la capacidad técnica y financiera, la experiencia en consecución de financiación para grandes proyectos, con criterios establecidos de acuerdo con el tamaño y la complejidad, ha sido una práctica conveniente y eficiente. La presentación de ofertas con opciones de materiales alternativos o de manejo diferente de residuos, o sistemas de seguimiento de la calidad del aire y control de emisiones. Por ejemplo, con opciones de sostenibilidad adicional requieren una evaluación que permita una comparación objetiva de la oferta y posiblemente una negociación sobre la oportunidad y la forma de cumplirla. Estas fases

sucesivas permiten tener certeza sobre la oferta adicional y mejorar las posibilidades de la innovación.

El sistema de competencia debe estar basado en la reducción de costos, la eficiencia y eficacia del servicio, la sostenibilidad y la gestión de adversidades.

### **c) Revisión de los sistemas de seguimiento de los contratos**

Los contratos de interventoría deben revisarse para permitir los mecanismos de ajuste y protocolos para gestionar las adversidades en el marco de unos lineamientos responsables financieramente, que garanticen el acceso a la infraestructura de forma segura.

### **d) Mirada a los riesgos desde la perspectiva de la sostenibilidad y la resiliencia**

Los protocolos y la flexibilidad en el manejo de recursos, con lineamientos y protocolos claros es una forma para manejar riesgos desde la perspectiva de la sostenibilidad y que permiten responder con resiliencia. Para el efecto es indispensable contar con una fuente de pago de las

inversiones necesarias para garantizar la resiliencia de la infraestructura, a través de la operación del activo en condiciones de seguridad, lo cual requiere respuestas rápidas y unos lineamientos claros del gasto permitido.

Desarrollar modelos de toma de decisiones basados en el análisis de la resiliencia y la sostenibilidad de los proyectos, considerando el ciclo de vida es fundamental para la toma de decisiones.

e) Revisión de los textos de los contratos del proyecto para asegurar la inclusión del Modelo 3+

Los textos de los contratos para la construcción y operación de los activos de infraestructura de transporte deben ser ajustados para garantizar la inclusión de los criterios de sostenibilidad y resiliencia.

En los procesos de precalificación es importante solicitar a los interesados los protocolos de gobernanza interna con los que cuentan, para el efecto pueden informar el proceso GRI o de las certificaciones de sostenibilidad y los que proponen para el proyecto.



## 10. Conclusiones y pasos a seguir

Este informe representa un esfuerzo importante de compilación de información, lo que es esencial para comprender los desafíos y oportunidades que enfrenta Colombia en el desarrollo de infraestructura sostenible y resiliente. En este contexto, es fundamental que el país adopte un enfoque integral y holístico, donde la sostenibilidad y la resiliencia sean pilares clave. Este enfoque no solo garantizará la rentabilidad de los proyectos, sino también su accesibilidad, inclusión y sostenibilidad a largo plazo.

Además, el sector infraestructura desempeña un rol estratégico tanto en la mitigación como en la adaptación al cambio climático. Por un lado, puede contribuir significativamente a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero mediante el diseño y construcción de proyectos más eficientes, con un uso de materiales con visión de economía circular, con facilidades que incentiven un transporte bajo en emisiones y con menores impactos ambientales. Por otro lado, una infraestructura bien planificada y resiliente es esencial para proteger a las comunidades y los ecosistemas frente a los efectos adversos del cambio climático, como eventos climáticos extremos o el deterioro de recursos naturales clave. En este sentido, la infraestructura sostenible no solo es un motor para el desarrollo económico, sino también una herramienta crucial para una economía baja en carbono, adaptada y resiliente en línea con la ambición de largo plazo del país.

Una de las preguntas principales que surge es: ¿cuál debe ser la decisión empresarial? Para responder a esto, se debe trabajar intensamente en enfocar las acciones, estableciendo prioridades claras, basadas en los aspectos que representan mayores riesgos y un análisis robusto de costos y beneficios. La adopción del Modelo 3+, que integra las dimensiones social, ambiental y económica de la sostenibilidad con un enfoque adicional en la resiliencia, es clave para evaluar y priorizar los proyectos. Este modelo, que puede adaptarse a distintos tipos de infraestructuras, permite una evaluación flexible y holística.

Además, se necesita continuar el trabajo hacia el cómo implementar estas recomendaciones. No basta con identificar las áreas de mejora; es imperativo desarrollar un plan concreto que facilite la ejecución de las acciones propuestas, teniendo en cuenta las recomendaciones de política pública que sugieren la adaptación de las infraestructuras existentes y la planificación de nuevas, preparadas para enfrentar los desafíos climáticos y sociales.

Otro aspecto crítico es hacer más visible la necesidad de trabajar en los activos de infraestructura actuales. Es fundamental identificar qué cambios e incentivos son necesarios para que estos proyectos puedan enfrentar los desafíos relacionados con la sostenibilidad y la resiliencia, manteniendo como prioridad el bienestar de las comunidades afectadas y preservando el valor de los activos. La flexibilidad en las fases de diseño y contratación será crucial para incorporar criterios de sostenibilidad y resiliencia, garantizando un desarrollo equitativo y sostenible para las generaciones futuras.

Por último, resulta indispensable fortalecer la capacidad técnica y operativa de los equipos responsables y optimizar la coordinación entre los actores gubernamentales, privados, académicos y sociales. En este contexto, la creación y/o activación de una mesa de trabajo intersectorial se presenta como una herramienta esencial para articular las diversas visiones y acciones en el ámbito de la infraestructura sostenible en el país. Este ente facilitaría el establecimiento de canales directos de comunicación y cooperación, permitiendo no solo el intercambio de conocimiento emergente y experiencias prácticas innovadoras en el campo, sino también la definición de elementos clave para consolidar políticas públicas y sus especificaciones técnicas. Además, esta mesa desempeñaría un rol crítico en el acompañamiento y análisis de los avances, garantizando un enfoque integral y coordinado que potencie el desarrollo sostenible y la confianza en las iniciativas del sector.

## Futuras investigaciones para la implementación de las recomendaciones

Este estudio ha dado luces sobre algunos puntos fundamentales de la infraestructura sostenible en Colombia. Sin embargo, es necesario continuar investigando y desarrollando iniciativas para implementar las recomendaciones de este proyecto, que confluyen formas de construir la infraestructura sostenible en el país y la región. Por ello, la inversión en investigación y desarrollo de nuevo conocimiento promueven el desarrollo y la implementación de soluciones tecnológicas que mejoren continuamente la infraestructura.

A continuación, se mencionan algunas ideas para futuras investigaciones y trabajos a desarrollar:

1. Construcción de una línea base que ayude a determinar dónde está el sector en la actualidad con relación a los estándares deseables de sostenibilidad propuestos con el Modelo 3+, empezando con los activos de concesión que actualmente incorporan las mejores prácticas en el sector como son las de la 4G y 5G.
2. Diseño de una hoja de ruta para la elevación gradual de esta línea base en el tiempo, apoyados con estudios costo-beneficio del impacto de las acciones (comparaciones entre CAPEX y OPEX de los proyectos).
3. Apoyar el proceso de priorización, a través del uso de algunos KPI, que permita monitorear el avance en la implementación de la hoja de ruta.
4. Llevar o adaptar este marco a proyectos más pequeños nacionales y regionales, garantizando soluciones que involucren a las comunidades.
5. Identificar, analizar y pilotear el potencial del uso de soluciones basadas en la naturaleza (SbN) para mejorar el desempeño ambiental, social y la resiliencia de la infraestructura en el país. Así mismo, la forma de cómo se pueden integrar estas soluciones en el ciclo de los proyectos de infraestructura actual y futura.

Este informe resalta la importancia de la infraestructura sostenible como pieza clave para transformar a Colombia en un país más resiliente y bajo en emisiones. Un enfoque integral y coordinado permitirá reducir riesgos climáticos, maximizar beneficios sociales y económicos, y garantizar una transición justa hacia una economía baja en carbono.

La adopción del Modelo 3+ será esencial para transformar recomendaciones en acciones concretas, y así lograr una infraestructura que impulse la competitividad y fortalezca al país frente a los desafíos del cambio climático.

# 11. Referencias

- Asociación Española de Normalización. (s.f.). UNE. Normalización Española: busca tu norma. <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma>
- B. Van Hoof, G. Núñez, y C. de Miguel. (2022). *Metodología para la evaluación de avances en la economía circular en los sectores productivos de América Latina y el Caribe*.
- Banco Mundial. (2012). *Disaster Risk Management in Latin America and the Caribbean Region: GFDRR Country Notes*.
- Bankes, S. (2010). Robustness, Adaptivity, and Resiliency Analysis. *Complex Adaptive Systems. Resilience, Robustness, and Evolvability: Papers from the AAAI Fall Symposium (FS-10-03)*.
- Barkemeyer, R., Preuss, L., y Lee, L. (2015). On the effectiveness of private transnational governance regimes. Evaluating corporate sustainability reporting according to the Global Reporting Initiative. *Journal of World Business*, 50(2), 312–325. <https://doi.org/10.1016/j.jwb.2014.10.008>
- Barth, M. E., Cahan, S. F., Chen, L., y Venter, E. R. (2017). The economic consequences associated with integrated report quality: Capital market and real effects. *Accounting, Organizations and Society*, 62, 43–64. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2017.08.005>
- Benavides, J., y Fonseca, A. (2023). *Importancia e impacto económico de la preparación estratégica de proyectos de capital público en Colombia*.
- Benavides, J., Pabón, C., y González, P. A. (2023). El aporte de las concesiones mediante APP en infraestructura de transporte al crecimiento y el bienestar de Colombia. *Coyuntura Económica: Investigación Económica y Social*, 53, p. 113–149.
- Bhattacharya, A., Contreras Casado, C., Jeong, M., Amin, A.-L., Watkins, G., y Silva Zuniga, M. (2019a). *Attributes and Framework for Sustainable Infrastructure*. <https://doi.org/10.18235/0001723>
- Bhattacharya, A., Contreras Casado, C., Jeong, M., Amin, A.-L., Watkins, G., y Silva Zuniga, M. (2019b). *Attributes and Framework for Sustainable Infrastructure*. <https://doi.org/10.18235/0001723>
- Bhattacharya, A., Meltzer, J., Oppenheim, J., Qureshi, Z., y Stern, N. (2016). *Delivering on sustainable infrastructure for better development and better climate*.
- BID. (2018). *What is Sustainable Infrastructure? A Framework to Guide Sustainability Across the Project Cycle*. <https://doi.org/10.18235/0001043>
- BID, Bhattacharya, A., Contreras, C., Minji, J., Amin, A.-L., Watkins, G., y Zuniga, M. S. (2019). Atributos y marco para la infraestructura sostenible. *Banco de Interamericano de Desarrollo*, 53.
- Boffo, R., y Patalano, R. (2020). *ESG Investing: Practices, Progress and Challenge*.
- Bonilla, M., y Zapparoli, I. (2017). *The Challenge of Financing Urban Infrastructure for Sustainable Cities*.

- BRE Global. (2022). *BREEAM Infrastructure*. [www.breeam.com](http://www.breeam.com)
- Calderón, C., y Servén, L. (2004). *The Effects of Infrastructure Development on Growth and Income Distribution*. The World Bank. <https://doi.org/10.1596/1813-9450-3400>
- California Department of Transportation. (2023). *Standard specifications state of California. California state transportation agency department of transportation 2023. Edition published by Department of Transportation*.
- Cambridge Centre for Risk Studies. (2015). *World Cities Risk 2015–2015: Part I: Overview and Results*. <http://www.risk.jbs.cam.ac.uk/>
- Clúster de Logística. (2022). *Colombia El Dorado Aeropuerto Internacional*.
- Congreso de la República. (2012). Ley 1508 de 2012. En *Régimen jurídico de las Asociaciones Público-Privadas*.
- Conoce La Ruta-Ruta Costera. (s.f.). <https://www.rutacostera.co/conoce-la-ruta/>
- Crudgington, A. (2017). *Project 13: from Transactions to Enterprises. A new approach to delivering high performing infrastructure*.
- Dąbrowska, J., Kiersnowska, A., Zięba, Z., y Trach, Y. (2023). Sustainability of Geosynthetics-Based Solutions. En *Environments*. MDPI. Vol. 10, 4. MDPI. <https://doi.org/10.3390/environments10040064>
- Pearce, D., y Turner, K. (1989). *Economics of Natural Resources and the Environment*. Johns Hopkins University Press.
- Departamento Nacional de Planeación. (1999). Bases para la política de concesiones viales 1998–2000. Documento Conpes 3045. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3045.pdf>
- Dilley, M., Chen, R. S., Deichmann, U., Lerner-Lam, A. L., y Arnold, M. (2005). *Natural Disaster Hotspots*. The World Bank. <https://doi.org/10.1596/0-8213-5930-4>
- Dixon, N., Raja, J., Fowmes, G., y Frost, M. (2016). Sustainability aspects of using geotextiles. En *Geotextiles*, pp. 577–596. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100221-6.00026-7>
- DNP y Gobierno de Inglaterra. (2022). *Guía de desarrollo de proyectos para proyectos de infraestructura*.
- Docherty, I., Greg, M., y Jillian, A. (2018). The governance of smart mobility. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 115, pp. 114–125.
- Durand, R., Pugam, L., y Stolowy, H. (2019). Do investors actually value sustainability indices? Replication, development, and new evidence on CSR visibility. *Strategic Management Journal*, pp. 1471–1490.
- Ellen MacArthur Foundation. (2013). *Towards the circular economy Vol. 1: an economic and business rationale for an accelerated transition*. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/towards-the-circular-economy-vol-1-an-economic-and-business-rationale-for-an>
- EM-DAT. (2020). No Title.
- Cérda, E. y Khalilova, A. (2016). *Economía circular, estrategia y competitividad empresarial*. <https://www.mintur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/401/CERD%C3%81%20y%20KHALILOVA.pdf>

- Environmental Protection Agency. (2024). *Energy Star*. <https://www.energystar.gov/>
- Fay, M., Andres, L., Fox, C., Narloch, U., Straub, S., y Slawson, M. (2017). *Rethinking Infrastructure in Latin America and the Caribbean: Spending Better to Achieve More*.
- Florida Department of Transportation. (2024). *Florida Department of Transportation Standard Specifications for Road and Bridge Construction FY 2024–25*.
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., y Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy. A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, pp. 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Global Infrastructure Hub. (2019). *Innovative Funding and Financing*.
- Global Infrastructure Hub. (2022). *Infrastructure Monitor 2022 Global trends in private investment in infrastructure*. Global Infrastructure Hub. <https://cdn.gihub.org/umbraco/media/4808/executive-summary.pdf>
- Gómez, D., y Gómez, M. (2011). Evaluación ambiental estratégica (EAE): un instrumento preventivo de gestión ambiental. Congreso Español e Iberoamericano de Sanidad Ambiental.
- GRESB. (s.f.). GRESB. [https://documents.GRESB.com/generated\\_files/infrastructure/2023/asset/reference\\_guide/complete.html](https://documents.GRESB.com/generated_files/infrastructure/2023/asset/reference_guide/complete.html)
- Hurtado, J., y Hinestroza, L. (2017). La participación democrática en Colombia: un derecho en evolución 1. *Justicia Juris*, 12(2), p. 59. <https://doi.org/10.15665/rj.v12i2.1011>
- IEA. (2021). *World Energy Outlook 2021*. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021>
- Infrastructure Sustainability Council of Australia (ISCA). (2018). *Infrastructure Sustainability rating tool V2*.
- Institute for Sustainable Infrastructure. (2018). *Envision: marco de infraestructura sostenible*. [www.sustainableinfrastructure.org](http://www.sustainableinfrastructure.org)
- Instituto de Desarrollo Urbano. (2019). *Especificaciones técnicas generales de materiales*. <https://www.idu.gov.co/page/especificaciones-tecnicas-generales-de-materiales>
- Instituto Nacional de Vías. (2022). *Especificaciones generales de construcción de carreteras 2022*.
- ISGAN. (2022). *Flexibility for Resilience: How can flexibility support power grids resilience?*
- ITF. (2021). *Developing Strategic Approaches to Infrastructure Planning*.
- Jaimurzina, A. (2018). *Gobernanza del transporte: perspectivas teóricas y de políticas*.
- Jaimurzina, A., y Sánchez, R. (2017). *Gobernanza de la infraestructura para el desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe: una apuesta inicial*. *Boletín FAL*.
- Kibert, C. J. (2016). *Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery* (4th ed.). John Wiley & Sons Inc.
- León, K. (2018). *Análisis de los diferentes sistemas de certificación en construcción sostenible a nivel mundial y sus perspectivas de aplicación y cumplimiento en Colombia*. Universidad Militar Nueva Granada.
- Losos, E., y Fetter, R. (2022). *Building a Common Approach: Global Infrastructure Standards*. *Nicholas Institute for Environmental Policy Solutions, Duke University*.

- Cedeño, M. F. (2022). *¿Por qué el aeropuerto internacional de Colombia se llama El Dorado?: historia y origen del nombre*. *Diario AS S.L.*
- Matsumura, E. M., Prakash, R., y Vera-Muñoz, S. C. (2014). Firm-Value Effects of Carbon Emissions and Carbon Disclosures. *The Accounting Review*, 89(2), 695–724. <https://doi.org/10.2308/accr-50629>
- McDonough, W., y Braungart, M. (2002). *Cradle to cradle: remaking the way we make things*.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2022). *Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. <https://www.minambiente.gov.co/planeacion-y-seguimiento/sistema-de-gestion-de-seguridad-y-salud-en-el-trabajo/>
- Mizutori, M. (2018, agosto 8). Economic losses and displacement should drive disaster risk reduction efforts. *United Nations News Centre*. <https://www.undrr.org/news/economic-losses-and-displacement-should-drive-disaster-risk-reduction-efforts>
- Mokate, K. M. (2001). *Eficacia, eficiencia, equidad y sostenibilidad: ¿qué queremos decir?*
- Naqvi, M. (2019). *The Benchmark that Changed the World: Celebrating 20 Years of the Dow Jones Sustainability Indices*. S&P Dow Jones Indices.
- Muller, L. N. P. e S., Delai, I., y Alcantara, R. L. C. (2022). Circular value chain practices for developing resource value retention options. *Journal of Cleaner Production*, 359, pp. 131–925. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131925>
- Naciones Unidas. (2015). *Acuerdo de París Naciones Unidas 2015*. [https://unfccc.int/sites/default/files/spanish\\_paris\\_agreement.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf)
- Naciones Unidas. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/cb30a4de-7d87-4e79-8e7a-ad5279038718/content>
- National Infrastructure Commission. (2020). *Anticipate, react, recover* (Issue May).
- National Research Council. (2012). *Disaster Resilience: A National Imperative*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13457>
- Neumann, J., y Morgenstern, O. (1953). *Theory of games and economic behavior*. Princeton University Press.
- OECD. (2014). *Boosting Resilience through Innovative Risk Governance*. <https://doi.org/https://doi.org/https://doi.org/10.1787/9789264209114-en>
- OECD. (2017). *Getting Infrastructure Right*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264272453-en>
- OECD. (2021). *Building resilience: New strategies for strengthening infrastructure resilience and maintenance*. <https://doi.org/https://doi.org/https://doi.org/10.1787/354aa2aa-en>
- OIT. (2018). *Panorama Laboral 2018. América Latina y el Caribe*.
- Parlamento Europeo. (2023). *Economía circular: definición, importancia y beneficios*. <https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20151201STO05603/economia-circular-definicion-importancia-y-beneficios>
- Pérez, C. (2019). ¿Qué es justicia social? Una nueva historia de su significado en el discurso jurídico transnacional. *Revista Derecho Del Estado*, 43, pp. 67–106. <https://doi.org/10.18601/01229893.n43.04>

- Perrin, B. (2023). *Los últimos ocho años han sido los más cálidos jamás registrados a nivel mundial*. Organización Meteorológica Mundial.
- Pons, J., y Sivardiere, P. (2002). *Latina*. Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe.
- Sánchez, L., y Reyes, O. (2015). Medidas de adaptación y mitigación frente al cambio climático en América Latina y el Caribe. Comisión Económica Para América Latina y El Caribe (Cepal), 75. [http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39781/S1501265\\_es.pdf?sequence=1](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39781/S1501265_es.pdf?sequence=1)
- Sanchez, P. (2021). *Certificaciones sostenibles; soluciones locales a un reto global*. Universidad Politécnica de Madrid.
- Serebrisky, T. (2014). *Infraestructura sostenible para la competitividad y el crecimiento inclusivo*. Inter-American Development Bank. <https://publications.iadb.org/es/publicacion/16832/infraestructura-sostenible-para-la-competitividad-y-el-crecimiento-inclusivo>
- Serebrisky, T., Suárez-Alemán, A., Margot, D., y Ramírez, M. C. (2015). *Financing Infrastructure in Latin America and the Caribbean: How, How Much and by Whom?* Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0000212>
- Sharma, S., y Henriques, I. (2005). Stakeholder influences on sustainability practices in the Canadian forest products industry. *Strategic Management Journal*, 26(2), pp. 159-180. <https://doi.org/10.1002/smj.439>
- Solano, J., Viloria, M., Camacho, Y., Hernández, L., Aguilaro, A., Morales, G., De la Hoz, C., Pinedo, D., y Larios, P. (2018). *Patrimonios Culturales del Caribe colombiano*.
- Stoker, G. (1998). Governance as theory: five propositions. *International Social Science Journal*, 50(155), pp. 17-28.
- Texas Department of Transportation. (2024). *2024 Standard Specifications resources*. <https://www.txdot.gov/business/resources/txdot-specifications/2024-standard-specification-updates.html>
- The New Climate Economy. (2016). *The Sustainable Infrastructure Imperative: Financing for Better Growth and Development*.
- Treib, O., Bähr, H., y Falkner, G. (2007). Modes of governance: towards a conceptual clarification. *Journal of European Public Policy*, 14.
- UNDRR. (2020). *Handbook for Implementing the Principles for Resilient Infrastructure*. <https://www.undrr.org/media/87213/download?startDownload=true>
- Unesco. (2010). *Servicios de los ecosistemas y bienestar humano. La contribución de la evaluación de los ecosistemas del milenio*. [www.unescoetxea.org](http://www.unescoetxea.org)
- WECD. (1987). *Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development*.
- Willis, C. A., A. (2003). The role of the global reporting initiative's sustainability reporting guidelines in the social screening of investments. *Journal of Business Ethics*, 43(3), pp. 233-237. <https://doi.org/10.1023/A:1022958618391>
- World Bank. (2008). *Sustainable Infrastructure Action Plan FY 2009-2011*.
- World Green Building Council. (2023). *The Circular Built Environment*.
- wwf. (2024). *Por qué la conectividad es tan importante para la vida silvestre y las personas*.

# 11. Anexos

## Anexo 1. Casos de estudio y profundización

En esta sección se destacan casos en el sector de infraestructura de transporte resaltando innovación en materiales, gobernanza, circularidad, uso de plataformas, e incentivos en políticas, lo que permite explorar nuevas perspectivas y enfoques en la construcción y gestión de la infraestructura vial en Colombia. Estos casos ofrecen ejemplos concretos de cómo la adopción de prácticas circulares, la integración de tecnologías de plataforma, la selección adecuada de materiales y la implementación de políticas de gobernanza e incentivos pueden generar impactos positivos en términos de sostenibilidad, eficiencia y resiliencia. Además, subrayan la necesidad urgente de fomentar la innovación en este ámbito para abordar los desafíos específicos del país, promoviendo así un desarrollo más equitativo, inclusivo y ambientalmente responsable.

### Dura Vermeer

La empresa de construcción Dura Veermer ha desarrollado una tecnología que permite prolongar la duración del pavimento de carreteras en quince años. Esta innovación muy útil desde el punto de vista de la sostenibilidad tiene una consecuencia en materia de costos pues los incrementa en un 10 % frente a los métodos tradicionales. Por lo que, la empresa enfrenta desafíos en su competitividad en licitaciones, aunque representa una solución más sostenible a largo plazo.

Dura Veermer, en colaboración con el gobierno provincial de Oversijssel, Holanda, ha implementado una estrategia conocida como “Carretera como Servicio” (RaaS), en la cual a través de un contrato de servicio circular de carretera (csc), Dura Veermer es responsable de la construcción, el mantenimiento y la operación de

la vía, dando espacio a que la inversión en el pavimento de mayor duración que implica una mayor inversión en Capex, represente un menor gasto en Opex, pues se reducen las necesidades de mantenimiento y hay lugar a amortización de esa mayor inversión en el ciclo de vida del activo.

En el modelo de la carretera como servicio el esquema de propiedad de la inversión es compartido entre el gobierno provincial de Overijssel y la empresa, que permite mantener un activo en el balance general de Dura Veermer, y el gobierno de Overijssel paga una tarifa trimestral recurrente por el uso de la carretera, además de ofrecer un pago por el valor residual de la carretera al final de su vida útil, lo que diversifica los ingresos de la vía y mejora la sostenibilidad financiera de la misma. El contrato no tiene una fecha de vencimiento establecida, lo que significa que Dura Veermer trabajará para maximizar la duración de la vida útil de la carretera.

Este caso es un ejemplo de la extensión de la vida útil de las carreteras y la adopción de un modelo de negocio basado en el “Producto como servicio”. El esquema permite incluir la innovación y remunerarla, colaborar con el gobierno para garantizar la construcción de carreteras de mayor calidad, crear incentivos financieros para promover la EC y la combinación de mecanismos financieros para garantizar la sostenibilidad del proyecto, así como incentivos de sostenibilidad desde la estructuración de proyectos.

### BIM (Modelación Digital de la Infraestructura)

El Building Information Modeling (BIM) es un sistema de gestión de activos que abarca el ciclo de vida de activos de infraestructura. El BIM posee un inmenso potencial para la gestión en tiempo real de activos, lo que se traduce en la posibilidad de reducir hasta en un 10 % los

costos de los proyectos de infraestructura, tanto en la fase de inversión (Capex) como en la de operación y mantenimiento (Opex). Esta plataforma permite crear digitalmente los activos de infraestructura, con la recopilación de datos en tiempo real a través de sensores que proporcionan información para modelar situaciones futuras. Este enfoque optimiza la toma de decisiones en tiempo real, lo cual permite una gestión eficaz y efectiva de los activos.

La aplicación de BIM ofrece herramientas para el mantenimiento predictivo (PdM) y la modelación de procesos eficientes en el desarrollo de obras. La facilidad para coordinar y compartir información entre los diferentes agentes y fases del ciclo de vida de los proyectos permite una planeación más precisa, la minimización de errores y cambios, una mayor precisión en la asignación de recursos y una reducción de GEI gracias a la disminución de residuos, lo que, en última instancia, se traduce en menores costos y tiempos de ejecución de los proyectos.

En Colombia, el Ministerio de Vivienda lidera una estrategia para la implementación de la metodología BIM. El objetivo de esta estrategia es generar ahorros económicos, mejorar la eficiencia en la ejecución de obras y ampliar la adopción de esta herramienta en el país, con la meta de que el uso de BIM alcance entre el 85 % y el 100 % de los proyectos para el 2026. Esta estrategia tuvo el apoyo del Programa Global de Infraestructura del Gobierno del Reino Unido (gip, por sus siglas en inglés) que seleccionó a la Financiera de Desarrollo Nacional (FDN), como socioestratégico, y a otras catorce entidades del gobierno para facilitar el intercambio de conocimiento técnico, herramientas y experiencias en materia de infraestructura, específicamente en la adaptación e implementación de tres metodologías: Five Case Model, Project Development Routemap y Building Information Modeling (BIM). A 2022 había alrededor de 350 personas certificadas en el uso de BIM en Colombia.

Las principales innovaciones e incentivos identificados de este caso incluyen el aprovechamiento de la metodología BIM para reforzar la toma de decisiones y la

necesidad de proporcionar capacitación adecuada a los profesionales involucrados en el uso de estas herramientas. También permite generar ahorros en económicos y reducir el consumo de materiales a lo largo del ciclo de vida del proyecto de infraestructura, esto se debe a la optimización que realiza en las diferentes etapas del ciclo de vida del activo (planeación, construcción, operación y mantenimiento).

### Smart Crusher

Esta tecnología permite descomponer los residuos de concreto en sus componentes fundamentales, como arena, grava y cemento. La ventaja radica en que la arena y la grava se pueden emplear de inmediato, lo que resulta en notables ahorros logísticos y, por tanto, en una reducción significativa del impacto ambiental. Además, el cemento recuperado puede utilizarse tanto en la fabricación de nuevo cemento como para mejorar las características del concreto existente.

La innovación central de este caso está en la aplicación de nuevas tecnologías para aprovechar residuos de construcción y demolición, con un enfoque concreto, el material de construcción más utilizado en el mundo. Este enfoque no solo es económico, sino que también tiene un impacto positivo en la sostenibilidad y el medio ambiente.

### Pasaporte de materiales

Los pasaportes de materiales se refieren a una base de datos digital que registra minuciosamente la composición de los materiales utilizados en edificios o infraestructuras. Los registros incluyen aspectos cualitativos y cuantitativos, detallando los componentes y sus cantidades, la calidad de construcción, ubicación y titularidad de los materiales y de sus partes individuales.

El propósito fundamental de los pasaportes de materiales es impulsar la reutilización de los materiales a niveles diversos, ya sea a nivel de material en sí, de productos, elementos o incluso edificaciones completas.

En los Países Bajos, se han obtenido valiosas experiencias prácticas en el ámbito de la infraestructura gracias a iniciativas como la expedición de materiales (Materialenexpeditie) y Madaster.

La importancia del uso de este tipo de plataformas tecnológicas radica en el acceso a información sobre materiales reciclados, la creación de una fuente confiable y centralizada para la utilización de estos materiales, lo que fomenta la sostenibilidad y la economía circular.

El Banco Mundial recogió tres ejemplos de buenas prácticas del proceso de reconstrucción que siguió al Great East Japan Earthquake: i) la importancia de la planeación pues a pesar de que los desastres son inesperados es necesario planeación para enfrentarlos; ii) la resiliencia se fortalece cuando hay trabajo colaborativo entre gobierno nacional y local, desarrolladores y operadores, empresas, comunidades y hogares; y iii) la conciencia de que la resiliencia es un proceso iterativo que requiere ajustes constantes a marcos políticos y regulatorios que debe mantenerse en el tiempo.

### Fenómeno de la Niña en Colombia 2010–2011

La ola invernal vinculada al Fenómeno de La Niña 2010–2011 se ha considerado como uno de los peores desastres naturales en la historia de Colombia. La Niña es un fenómeno climático caracterizado por un enfriamiento anormal de las aguas del océano Pacífico tropical central y oriental, cerca de las costas de Perú, Ecuador y el sur de Colombia. Este fenómeno perturba los patrones de viento y lluvia, lo que incrementa las precipitaciones en muchas zonas del país; especialmente en las regiones Caribe y Andina. Cada episodio de La Niña es variado y su influencia en el clima nacional depende de su nivel de intensidad y de sus interacciones con otros fenómenos océano-atmosféricos, especialmente en el Atlántico y el mar Caribe (Cepal, 2012). En este sentido, el aumento de las precipitaciones aumenta el riesgo de inundaciones en varias zonas del país y puede provocar deslizamientos de tierra, dada la saturación del agua en el suelo.

Durante el 2010, hubo una transición rápida entre los fenómenos de El Niño –calentamiento anormal de las aguas del océano Pacífico tropical que puede desembocar en sequías prolongadas e incendios forestales– y La Niña. Lo anterior, generó cambios climáticos severos en las regiones Andina, Pacífica y Caribe (Cepal, 2012). Esta transición ocasionó fluctuaciones extremas en los niveles de precipitación, desde mínimos históricos durante la estación seca hasta máximos sin precedentes durante el periodo de lluvias.

La Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de Estados Unidos (noaa, por sus siglas en inglés) clasificó el fenómeno de La Niña durante el periodo de julio–agosto del 2010 a marzo–abril del 2011 dentro de los seis eventos más significativos de este tipo desde 1950 (Cepal, 2012). Se identificaron 1.016 personas desaparecidas y 1.374 fallecidas en el Registro Único de Damnificados (rud). Los departamentos de Atlántico, Bolívar y Magdalena registraron cerca de 300 muertos y desaparecidos. En Antioquia, Cesar, Chocó, Córdoba, Norte de Santander y Santander se reportaron entre 100 y 200 muertes o desapariciones en cada uno, sumando el 31,3 % del total. De los 21 municipios con 20 o más personas en esa situación, 6 están en Magdalena. Uribia (La Guajira) es el municipio con más desaparecidos y Bello (Antioquia) donde hubo más muertes. El número de lesionados alcanzó los 56.393, y el 11,3 % de estos correspondieron a hospitalizados. Como era de esperarse, los grupos con mayor proporción de lesionados fueron los mayores de 60 años (37 %), seguidos por los que se sitúan entre 40 y 60 años (2 %) y los menores de 5 años (2 %) (Sánchez, 2014).

El concepto de daños abarca los impactos que un desastre causa en los activos físicos de la sociedad y su conjunto de recursos económicos. Esta perspectiva es estática. Desde un enfoque dinámico, la disminución en el capital disponible afecta la capacidad de producción potencial de la economía. La valoración total de los daños incluye tanto los activos de los hogares como los impactos en la capacidad productiva.

El valor total de los daños evaluados alcanza los 11,2 billones de pesos, lo que equivale a 6.052 millones de dólares. De esta cifra, 6,9 billones de pesos (61 %) corresponden a una afectación en el conjunto de activos productivos. Los daños representan alrededor de un 5,7 % de la formación bruta de capital fijo anual del país.

Los sectores con mayor participación en los daños son hábitat (44 %) e infraestructura (38 %); seguidos por los sectores de servicios sociales y administración pública (11 %), y los sectores productivos (7 %). En el sector hábitat, la vivienda representa la parte más significativa (38 % del total de daños), y dentro de esta categoría, las viviendas con pérdida total (24 % del total de daños). Este indicador refleja la magnitud de la tragedia social provocada por el período de lluvias, dado el número de personas que quedaron sin hogar.

### Ruta Costera

La concesión de Ruta Costera tiene una longitud total de 146,6 km que comprenden dos tramos principales: i) 109,9 km que conectan Cartagena y Barranquilla y ii) 36,7 km de la circunvalar de La Prosperidad entre Malambo y Barranquilla (Conoce La Ruta–Ruta Costera, s.f.). Esta concesión es financiada por ISA y se divide en 6 unidades funcionales (figura 3), las cuales se describen a continuación:

- Unidad funcional 1: este tramo abarca desde la abscisa K0+000 hasta la abscisa K7+500, correspondiente al tramo entre el anillo vial de Crespo y la La Boquilla, con una longitud total de 7,5 km.
- Unidad funcional 2: comprende desde la abscisa K1+905 hasta la abscisa K7+500, abarcando el tramo del Viaducto el Gran Manglar sobre la Ciénaga de la Virgen, con una longitud total de 5,4 km.
- Unidad funcional 3: con una longitud total de 90,6 km, esta unidad incluye el tramo entre Cartagena y Puerto Colombia, correspondiente al abscisado entre K7+500 y K97+150.

- Unidad funcional 4: este tramo se extiende desde la abscisa K97+750 a la abscisa K109+133, cubriendo el trayecto entre Puerto Colombia y Barranquilla, con una longitud total de 12 km.
- Unidad funcional 5: abarcando desde la abscisa K0+000 a la abscisa K16+500, este tramo conecta Malambo y Galapa, con una longitud total de 16,5 km.
- Unidad funcional 6: con una longitud total de 20,1 km, esta unidad corresponde al segundo tramo de la Circunvalar de la Prosperidad, que va de Galapa a la Vía al Mar y a Las Flores, abarcando el abscisado entre K16+500 y K36+700.

El propósito fundamental de este proyecto es de conectar a personas y empresas a través de este trazado estratégico. Aunque la construcción y el trazado de esta vía no contemplaban sostenibilidad y resiliencia, desde el 2015 se adelantan actualizaciones para generar impactos triple resultado.

Algunos ejemplos de estas actualizaciones son la implementación de acciones orientadas a la sostenibilidad ambiental: la primera de ellas es la restauración de los sistemas ambientales circundantes, priorizando ecosistemas de manglar y de bosque seco tropical (bst); la protección de la biodiversidad a través de pasos de fauna y compensaciones ambientales por los impactos del proyecto, esta cuenta con siembra de especies nativas; la implementación de modelos constructivos que minimizan los impactos ambientales negativos y priorizan el uso de materiales reciclados, como lo es el asfalto con grano-caucho; en la operación de la carretera usan energías renovables y luminarias eficientes.

Desde la perspectiva social, Ruta Costera ha generado actividades de desarrollo con las comunidades circundantes al proyecto. Esto lo ha hecho a través canales de comunicación que requieren unos diálogos directos e indirectos con la comunidad y una retroalimentación constante con este grupo de interés. Dentro de los

impactos que ha tenido el proyecto está la construcción y entrega de seis viveros de manglar a las comunidades, adicionalmente, el proyecto contempla el fortalecimiento de capacidades en ecoturismo para la dinamización económica de las comunidades.

En términos de resiliencia, la concesión ha hecho esfuerzos por mitigar riesgos e implementar actividades de respuesta en caso de una emergencia. Entre ellos se encuentra el manual de gestión integral del riesgo, la identificación de zonas con mayor ocurrencia de emergencias en el tramo, planes de integración con entidades como defensa civil, ambulancia, policía, entre otros. Esto permite tener respuestas efectivas a las diferentes emergencias que se pueden presentar en la vía, garantizando un servicio continuo y de calidad preparado para eventualidades.

La construcción del viaducto el Gran Manglar contó con varios esfuerzos en sostenibilidad. En principio se construyó empleando la tecnología *Top-down*, una metodología que minimiza el impacto ambiental del proyecto, además, para proteger el manglar circundante se

construyó el viaducto fuera de sitio y luego se ensambló para garantizar el paso de las aguas y tala del mangle únicamente donde se hince el pilote. Asimismo, como medida adicional para preservar el entorno natural, se monitoreo el nivel de agua de la ciénaga y se utilizó grano de caucho reciclado en el pavimento del viaducto, lo que contribuyó a mitigar el impacto sobre la biodiversidad de la zona (avifauna y fauna silvestre). Para gestionar de manera eficaz los desechos y proteger aún más el ecosistema del manglar, se instaló un desarenador debajo del puente, reduciendo la deposición de sólidos en esta área. Además, el viaducto se ilumina utilizando energía solar, lo que no solo minimiza el consumo de energía convencional, sino que también disminuye la huella ambiental asociada con la infraestructura.

Para concluir, este caso nos permite reconocer que, aunque muchas vías del país no tienen en su trazado componentes en sostenibilidad y resiliencia, si se puede generar impactos económicos, sociales y ambientales positivos. También nos deja ver que con procesos de articulación y planeación podemos mitigar y adaptar el stock de infraestructura construido en el país.

## Anexo 2. Comparación de las certificaciones internacionales con los LIVV

Criterios de sostenibilidad		Certificaciones internacionales de infraestructura sostenible									
Etapas	Lineamientos de infraestructura verde vial para Colombia	BREEAM Infra	Green Roads	Green Pave	Green LITES	Envision	IS-SCHEME	SURE	INVEST	Blue Dot Network	FAST-Infra
Enfoque de Intervención Temprana (EIT)	Arreglos agroecológicos en el marco de la ejecución de proyectos de construcción o intervención vial.	Yellow	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
	Buenas prácticas ambientales y de ingeniería encaminadas a que los proyectos minimicen los impactos negativos que generan.	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Yellow	Red	Green
Lineamientos para la planeación estratégica sectorial	Elaborar evaluaciones ambientales estratégicas (EAE) como parte del proceso de estructuración y expedición de políticas, planes y programas sectoriales	Yellow	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Green	Red	Red	Green
	Contribuir al cumplimiento de los obs 15 y 13: durante la formulación de las políticas e instrumentos	Red	Red	Red	Red	Green	Green	Red	Red	Green	Green
	Acoger las determinantes del ordenamiento territorial en el proceso de estructuración y expedición de políticas, planes y programas sectoriales.	Yellow	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
	Definir como política la incorporación de análisis de prefactibilidad y factibilidad para la estructuración de proyectos.	Red	Red	Red	Red	Red	Yellow	Red	Green	Red	Red

Criterios de sostenibilidad		Certificaciones internacionales de infraestructura sostenible										
Lineamientos para la planeación de proyectos a nivel de prefactibilidad	Soluciones a las necesidades de conectividad de transporte que apliquen la jerarquía de la mitigación de impactos.	Green	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Yellow	Red	Green	
	Aplicación de criterios ambientales y análisis de conglomerados viales.	Yellow	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Green	
	Identificar elementos y condiciones que favorezcan el transporte por modos alternativos al carretero.	Yellow	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Red	
	Identificar y valorar las restricciones que impone el territorio y la normativa.	Green	Red	Red	Yellow	Green	Green	Green	Green	Red	Green	
	Consultar a los diferentes actores beneficiados o perjudicados.	Green	Red	Red	Green							
	Cuantificar de forma preliminar los costos de alternativas sostenibles.	Green	Red	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	
	Incorporar análisis de costo-beneficio.	Green	Red	Yellow	Red	Green	Green	Red	Green	Red	Green	
	Identificar y seleccionar alternativas de ejecución de proyectos que no afecten Áreas de Especial Interés Ambiental (AEIA).	Green	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green	
	Identificar y seleccionar alternativas de ejecución de proyectos que no afecten o minimicen corredores de conectividad ecológica a escala regional, subregional y local.	Green	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green	
	Identificar y seleccionar alternativas de ejecución de proyectos que no afecten o minimicen áreas de distribución de fauna endémica, migratoria y/o en condición de amenaza o vulnerabilidad.	Green	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green	
	Verificar el cumplimiento de requisitos de gobernabilidad que legitimen el proceso de formulación de proyectos.	Yellow	Red	Red	Red	Yellow	Green	Green	Red	Green	Yellow	
	Cuantificar costos aproximados de planeación y ejecución de proyectos de construcción o intervención de infraestructura carretera para todas sus etapas y asegurar la disponibilidad de los respectivos recursos.	Green	Red	Red	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green	Green	
	Lineamientos para la planeación de proyectos a nivel de factibilidad y diseños definitivos	Elaborar estudios ambientales para proyectos de construcción de infraestructura de transporte que no requieren licencia ambiental	Green	Green	Red	Red	Green	Red	Red	Green	Red	Yellow
		Elaborar estudios y diseños para la ejecución de proyectos que no afecten o minimicen la afectación de Áreas de Especial Interés Ambiental (AEIA).	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green
Elaborar estudios y diseños para la ejecución de proyectos que no afecten o minimicen corredores de conectividad ecológica a escala regional, subregional y local.		Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green	
Elaborar estudios y diseños para la ejecución de proyectos que no afecten o minimicen la afectación de cuerpos de agua y sus rindas.		Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green	
Optar por trazados que eviten o minimicen la afectación a la movilidad de la fauna silvestre		Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green	
Considerar soluciones tecnológicas y de ingeniería que beneficien la permeabilidad de la infraestructura carretera.		Yellow	Green	Red	Red							
Considerar medidas de conservación y restablecimiento de coberturas vegetales.		Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green	
Diseñar el sistema de pasos de fauna del proyecto vial.		Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green	
Incluir diseños orientados a reducir la velocidad en la vía.		Red	Yellow	Green	Green	Red	Red	Red	Green	Red	Red	
Incluir consideraciones de diseño dirigidas al control de la contaminación sonora y/o lumínica.		Green	Yellow	Green								
Formular medidas de compensación de impactos ambientales que complementen otros proyectos.		Green	Green	Red	Green	Yellow	Green	Green	Green	Red	Green	
Incorporar consideraciones de diseño para la generación de impactos ambientales netos positivos en la flora y la fauna.		Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Red	Green	
Verificar la aplicación de los requisitos de gobernanza en el proceso de elaboración de estudios y diseños para la ejecución de proyectos.		Green	Red	Red	Red	Yellow	Green	Green	Red	Green	Green	
Cuantificar detalladamente los costos de la elaboración de estudios y diseños.		Green	Green	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Red	

Criterios de sostenibilidad		Certificaciones internacionales de infraestructura sostenible									
<b>Lineamientos para la construcción</b>	Contemplar estrategias y emprender acciones para preservar y consolidar corredores de conectividad ecológica.	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green
	Ejecutar obras de drenaje que no afecten o minimicen la afectación de cuerpos de agua y sus rondas.	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Red
	Generar infraestructura de mitigación de impactos negativos sobre la cobertura vegetal y la flora silvestre.	Green	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green
	Optimizar el manejo de materiales durante la ejecución de proyectos de construcción de infraestructura carretera.	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
	Realizar acciones para recuperar la morfología de las áreas.	Yellow	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green
	Reutilizar el suelo orgánico para la reconformación de áreas.	Green	Green	Red	Green	Green	Yellow	Green	Green	Red	Red
	Utilizar materiales e insumos desprovistos de sustancias peligrosas.	Green	Green	Red	Green	Green	Yellow	Green	Green	Green	Yellow
	Emplear materiales de construcción provenientes de fuentes que cuenten con título minero o autorización.	Green	Yellow	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green
	Verificar el cumplimiento de requisitos de gobernanza.	Green	Red	Red	Red	Yellow	Green	Green	Green	Red	Green
	Garantizar la disponibilidad de recursos de financiación para la construcción de infraestructura carretera.	Green	Yellow	Yellow	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green
<b>Lineamientos para la operación</b>	Caracterizar la infraestructura carretera existente.	Green	Red	Red	Red	Yellow	Green	Green	Red	Green	
	Realizar inventario de cruces con cuerpos de agua y sus rondas, y de obras de drenaje	Green	Red	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Red	
	Realizar el monitoreo a la movilidad de la fauna silvestre.	Green	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Red	Green	
	Realizar el monitoreo a las coberturas naturales.	Green	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Red	Green	
	Preservar y mantener la infraestructura de mitigación de impactos negativos sobre la fauna silvestre.	Green	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Red	
	Preservar y mantener la infraestructura de mitigación de impactos negativos sobre la cobertura vegetal y la flora silvestre.	Green	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Red	
<b>Lineamientos para la intervención (mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento)</b>	Realizar un diagnóstico de las características del alineamiento y la estructura vial de forma previa a la intervención.	Green	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Red	Green	
	Realizar adecuaciones en las obras de drenaje para restablecer la movilidad de la fauna en cuerpos de agua y rondas hídricas.	Green	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Red	
	Identificar potenciales corredores de conectividad ecológica de forma previa a la intervención.	Green	Red	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Red	
<b>Lineamientos para el desmantelamiento</b>	Realizar el retiro de la infraestructura existente para el desmantelamiento.	Green	Green	Red	Red	Green	Red	Green	Red	Green	
	Realizar la restauración del área intervenida.	Green	Green	Red	Red	Green	Red	Green	Red	Green	

Fuente: elaboración propia.

### Anexo 3. Descripción esfuerzos de los activos sostenibles del piloto

En esta sección se presenta la descripción de los esfuerzos en sostenibilidad observados durante las visitas de campo a los activos seleccionados para el piloto. Durante estas visitas, se documentaron diversas prácticas y estrategias implementadas para promover la sostenibilidad en cada uno de los sitios. Las fotografías que ilustran estas iniciativas y hallazgos se encuentran en el anexo 4.

Esfuerzos del activo Ruta Costera evidenciados en la visita a campo			
Actividad	Descripción	Fotos	Ubicación mapa
<b>Construcción canal</b>	La concesión responsable de la construcción de la vía logró resolver el persistente problema de inundación en la zona mediante la creación de un canal paralelo a la carretera. Esta solución no estaba contemplada en el contrato original, pero demostró ser una medida eficaz para mitigar los efectos de las inundaciones que solían afectar gravemente a la comunidad. Uno de los principales beneficiarios de esta acción fue el Colegio Distrital San Vicente de Paul, que históricamente se veía obligado a cancelar clases debido a las inundaciones recurrentes. Ante esta problemática, la respuesta habitual había sido la reubicación del colegio. Sin embargo, gracias a la construcción del canal paralelo, el problema de inundación se abordó de raíz, permitiendo que las clases continuaran sin interrupciones y brindando un entorno más seguro y propicio para la educación de los estudiantes.	Fotografía 1	1
<b>Paso de fauna 1</b>	La concesión implementó medidas para preservar la fauna local, como la construcción de pasos de fauna, siendo uno de los más destacados el dedicado al cangrejo azul. Este proyecto, resultado de un exhaustivo estudio realizado durante dos años en colaboración con expertos, ha demostrado ser altamente efectivo. El paso de fauna diseñado específicamente para este cangrejo ha logrado reducir en 95 % las muertes de esta especie durante su migración. Este paso cuenta con estructuras especializadas en fibra de vidrio, cuidadosamente diseñadas para dirigir a los cangrejos hacia el paso seguro, ya que esta especie no puede escalar por dicho material.	Fotografías 2 y 3	2
<b>Zona de almacenamiento temporal de agua lluvia</b>	La concesión llevó a cabo la construcción de un tanque de almacenamiento temporal para el almacenamiento de aguas pluviales. Esta infraestructura ha sido fundamental para mitigar los riesgos de inundaciones en la zona, al permitir la captación y retención controlada de grandes volúmenes de agua durante temporadas de lluvia intensa.	Fotografía 4	3
<b>Campañas ambientales</b>	Se realizan campañas dedicadas a la preservación de los manglares y la prevención del atropellamiento de la fauna local. Estas iniciativas van más allá de los requisitos contractuales, mostrando un compromiso con la conservación de los ecosistemas circundantes y la fauna silvestre. Además, como una medida adicional de control y seguimiento, la concesión ha implementado informes trimestrales para evaluar y monitorear específicamente el impacto del atropellamiento de la fauna.	NA	NA

### Esfuerzos del activo Ruta Costera evidenciados en la visita a campo

Actividad	Descripción	Fotos	Ubicación mapa
<b>Campañas en seguridad vial</b>	Se ha implementado una estrategia integral de concientización en seguridad vial, llevando a cabo una campaña por unidad funcional cada mes. Estas campañas abordan una variedad de temas cruciales, como el exceso de velocidad y los microsueños, con el objetivo de promover conductas más seguras entre los usuarios de la vía. Además, dentro de esta iniciativa, destaca la campaña “Hazte visible”, que se enfoca específicamente en mejorar la visibilidad y la seguridad de los ciclistas y motociclistas que transitan por la ruta. Como parte de esta campaña, se distribuyen chalecos reflectivos a estos usuarios, teniendo en cuenta la considerable cantidad de ciclistas que utilizan la vía.	NA	NA
<b>Paso de fauna 2</b>	Se estableció otro paso de fauna de mayor tamaño. Este paso, diseñado en base a estudios exhaustivos generados del estudio de impacto ambiental (EIA), representa un avance significativo en la preservación del hábitat y la seguridad de la fauna en la zona. Al igual que otros pasos de fauna, este también cuenta con una malla direccionadora que guía a los animales hacia el paso establecido, garantizando que puedan atravesar la vía de manera segura y sin riesgos de colisión con los vehículos.	Fotografía 5	4
<b>Estudio de avifauna</b>	Se llevó a cabo un estudio exhaustivo de avifauna que abarcó un período de dos años, centrándose en el monitoreo e inventario de aves en la Ciénaga de la Virgen y de la Isla de Salamanca. Este estudio resultó en un hallazgo significativo, donde se identificaron más de 300 especies de aves en la región. Además de recopilar datos sobre la diversidad avícola, el estudio permitió identificar zonas de importancia crucial para la conservación y el fortalecimiento del avistamiento de aves. A partir de estos descubrimientos, la concesión elaboró dos documentos destinados a la transferencia de conocimientos: i) “Las aves VIPIS: guía de campo ilustrada de las aves de vía Parque Isla de Salamanca», que proporciona una guía visual sobre las aves presentes en la zona; y ii) “Aves de la Ciénaga de la Virgen: riqueza natural de Cartagena”, que destaca la riqueza natural de la región en términos de avifauna.	Fotografía 6	5
<b>Construcción de meliponarios</b>	Se construyeron dos meliponarios con el objetivo de generar actividades económicas sostenibles a las comunidades aledañas del corredor vial. Además, se ofreció un acompañamiento integral que incluyó capacitación y transferencia de conocimientos con el documento “Aprendiendo el manejo de las Abejas sin aguijón”, que proporciona una guía detallada sobre cómo manejar estas especies de abejas de forma segura y eficiente.	Fotografía 6	NA
<b>Estudio arqueológico</b>	Se generó transferencia de conocimiento a través del documento “Ofrendas fúnebres, alfarería y materiales utilitarios del periodo formativo temprano a la colonia en la circunvalar de la prosperidad. Atlántico, Colombia”. Este documento proporciona un valioso contexto histórico y arqueológico sobre los hallazgos en las unidades funcionales 5 y 6, ofreciendo una comprensión más profunda de la historia y la cultura de la región, y contribuyendo a la preservación y valoración del patrimonio cultural para las generaciones futuras.	Fotografía 6	NA

### Esfuerzos del activo Ruta Costera evidenciados en la visita a campo

Actividad	Descripción	Fotos	Ubicación mapa
<b>Huertas caseras</b>	La concesión ha implementado un programa destinado a promover la seguridad alimentaria y el desarrollo comunitario en Caracolí, mediante la creación de huertas caseras y la utilización de los terrenos disponibles en las comunidades locales. Este programa ha beneficiado a diferentes personas, brindándoles capacitaciones integrales sobre el manejo de huertas, el uso de biofertilizantes y biopesticidas, así como técnicas adecuadas de presentación de productos para la venta. Estas capacitaciones no solo han fortalecido las habilidades agrícolas de los participantes, sino que también han fomentado el emprendimiento local y la generación de ingresos. Con el éxito inicial del programa, se planea extender las capacitaciones a tres cursos más, con el objetivo de continuar con el proceso de empoderamiento y desarrollo sostenible en la región.	Fotografías 7 y 8	6
<b>Energía solar</b>	Se implementó un sistema de iluminación que abarca un total de 9 kilómetros de la vía mediante energía solar. Esta iniciativa representa una reducción del consumo de energía convencional y en la disminución de la huella de carbono asociada. Al aprovechar la energía solar, la concesión no solo garantiza una iluminación adecuada y segura a lo largo de la vía, sino que también contribuye al cuidado del medio ambiente al utilizar una fuente de energía limpia y renovable. Este sistema se encuentra en la zona funcional 2 y la unidad funcional 4 que corresponden al viaducto el Gran Manglar y a la vía entre Puerto Colombia y Barranquilla. Es importante mencionar que durante la visita no se proporcionó información sobre el tipo de medición de la huella de carbono que se realiza para cuantificar su impacto.	Fotografía 9	7
<b>Casetas de venta</b>	Se ha llevado a cabo una iniciativa para mejorar la seguridad vial y brindar apoyo a la comunidad en Arroyo Grande mediante la construcción de una bahía diseñada para alojar casetas de venta de personas que operan sobre el derecho de vía. Esta acción no solo busca garantizar la seguridad vial al separar las actividades comerciales de la vía principal, sino que también tiene como objetivo dignificar el trabajo de la comunidad local al proporcionar un espacio adecuado y seguro para llevar a cabo sus negocios. proyectos.	Fotografía 10	8
<b>Alfabetización digital</b>	Se ha establecido un programa en colaboración con Microsoft para promover la alfabetización digital en las comunidades y escuelas de Arroyo Grande. Esta alianza estratégica tiene como objetivo principal proporcionar acceso a la tecnología y capacitar a los residentes locales en habilidades digitales fundamentales. Como parte de este programa, se planea establecer dos puntos de conexión gratuitos a internet, lo que permitirá un acceso más equitativo y amplio a recursos en línea y oportunidades educativas. Además, se llevarán a cabo capacitaciones durante un período de un año, con el fin de transferir conocimientos y habilidades clave en el uso de herramientas digitales y tecnológicas.	NA	NA

### Esfuerzos del activo Ruta Costera evidenciados en la visita a campo

Actividad	Descripción	Fotos	Ubicación mapa
<b>Viveros de mangle</b>	En un esfuerzo por compensar los impactos ambientales de sus actividades, la concesión decidió construir un vivero de mangle en la comunidad de Villa Gloria. Este vivero fue entregado totalmente automatizado a la comunidad, junto con capacitación integral sobre su manejo y cuidado. Desde el inicio, las mujeres mostraron un gran interés en el programa y fueron las pioneras en participar activamente en el proyecto. Esta iniciativa no solo generó dependencia económica, sino que también promovió el empoderamiento de las mujeres en la comunidad. Con el tiempo, el proyecto se expandió por toda la comunidad, dando lugar a la creación de otros viveros. Actualmente, se ofrece el servicio de mangle junto con el asesoramiento para su siembra y cuidado en las zonas de compensación, lo que proporciona un ingreso económico adicional para los residentes locales. Es importante destacar que todo el proceso fue llevado a cabo con la supervisión y asistencia de expertos y generando transferencia de conocimiento, asegurando así su viabilidad y éxito a largo plazo.	Fotografías 11 y 12	9
<b>Viaducto el Gran Manglar</b>	El Viaducto el Gran Manglar se construyó empleando la tecnología <i>Top-down</i> , una metodología que minimiza el impacto ambiental en el manglar circundante durante su construcción. Además, como medida adicional para preservar el entorno natural, se utilizó grano de caucho reciclado en el pavimento del viaducto, lo que contribuyó a mitigar cualquier alteración en el avistamiento de aves en la zona. Para gestionar de manera eficaz los desechos y proteger aún más el ecosistema del manglar, se instaló un desarenador debajo del puente, reduciendo la deposición de sólidos en esta área. Además, el viaducto se ilumina utilizando energía solar, lo que no solo minimiza el consumo de energía convencional, sino que también disminuye la huella ambiental asociada con la infraestructura.	Fotografía 13	10
<b>Casetas para comerciantes</b>	Con el objetivo de mejorar las condiciones laborales de los comerciantes locales y reducir la accidentalidad en la vía, la concesión llevó a cabo la construcción de casetas destinadas a los comerciantes en La Pintada. Esta iniciativa busca ofrecer un espacio adecuado para que los comerciantes desarrollen sus actividades comerciales, sin ubicarse sobre el derecho de vía, lo que contribuye a mejorar la seguridad vial al evitar obstrucciones en la carretera. Además, estas casetas proporcionan un entorno más seguro y digno para los comerciantes, promoviendo su bienestar y fomentando un desarrollo económico sostenible en la comunidad local.	Fotografía 14	1
<b>Cruce de fauna</b>	Se llevó a cabo la implementación de un cruce de fauna específicamente diseñado para murciélagos, basado en estudios sobre el comportamiento y los hábitats de estas especies. Este proyecto tiene como objetivo facilitar el movimiento seguro de los murciélagos a través de la vía, minimizando así el riesgo de colisiones con vehículos y promoviendo la conservación de fauna.	Fotografía 15	2

### Esfuerzos del activo Ruta Costera evidenciados en la visita a campo

Actividad	Descripción	Fotos	Ubicación mapa
<p><b>Centro de Investigación y Conservación de los Bosques del Río Cauca (Circa)</b></p>	<p>El activo fundó el Centro de Investigación y Conservación de los Bosques del Río Cauca (Circa), estableciendo el primer centro de este tipo en Antioquia y el segundo en todo el país. Este centro es un pilar fundamental para la conservación y restauración del bosque seco tropical en la zona circundante al proyecto. Dentro de sus instalaciones, destaca un vivero equipado con alta tecnología, capaz de producir hasta 500.000 plántulas anuales para los procesos de restauración forestal. Además de servir como espacio para la investigación académica, el Circa también alberga un aula taller ambiental y proporciona empleo a personas locales, contribuyendo al desarrollo económico de la región. Todo el proceso de establecimiento y operación del centro fue guiado por expertos en la materia, garantizando su eficacia y sostenibilidad a largo plazo. El centro cuenta con infraestructuras especializadas, como áreas para el tratamiento de semillas y compostaje, así como una planta de tratamiento de agua dedicada al riego de las plantas en el vivero. Adicionalmente, como parte de su compromiso con la sostenibilidad, el centro utiliza dos tipos de envases para las plántulas, uno reutilizable y otro biodegradable, en consonancia con los principios de la economía circular.</p>	<p>Fotografías 16, 17, 18 y 19</p>	<p>3</p>
<p><b>Planta de prefabricados</b></p>	<p>Se estableció una planta de concreto prefabricado para la construcción, lo que generó una notable eficiencia en los tiempos de ejecución de los proyectos. Esta planta se diseñó con el propósito de agilizar y optimizar el proceso de producción de elementos prefabricados de concreto.</p>	<p>Fotografía 20</p>	<p>4</p>
<p><b>Centro de Control y Operaciones (cco)</b></p>	<p>El activo está equipado con un Centro de Control y Operaciones (cco) que despliega un sistema avanzado de vigilancia y monitoreo. Este centro cuenta con alrededor de 170 cámaras de alta definición distribuidas estratégicamente en toda la concesión, lo que permite una cobertura completa y una visualización detallada de cualquier área en tiempo real. Además, el cco está respaldado por un centro alternativo para garantizar la continuidad operativa en caso de falla del principal. Desde este centro, se puede supervisar y controlar todas las actividades y eventos en la concesión, lo que facilita una respuesta rápida y eficiente ante cualquier situación. Además, el equipo del cco está capacitado y equipado para gestionar emergencias de manera efectiva. Un ejemplo concreto de su eficacia fue un incendio de camión ocurrido en el tramo justo antes del inicio de una visita programada, donde el tiempo de respuesta del equipo fue tan rápido (menos de 2 horas) que no se produjeron congestiones significativas en la vía, demostrando así la efectividad del sistema de respuesta ante emergencias implementado en el activo. Adicionalmente, el cco es operado por personas locales quienes han sido capacitadas, generando oportunidades de empleo e ingresos adicionales a la comunidad.</p>	<p>Fotografía 21</p>	<p>5</p>

### Esfuerzos del activo Ruta Costera evidenciados en la visita a campo

Actividad	Descripción	Fotos	Ubicación mapa
<b>Punto de atención fauna silvestre Tayra</b>	Se ha establecido el primer punto de atención de fauna silvestre, lo que representa un avance importante en la conservación y protección de la vida silvestre en la zona. Para fortalecer esta iniciativa, se han llevado a cabo actividades de concientización dirigidas a las comunidades circundantes, con el objetivo de fomentar su participación en el uso del centro y en la identificación y reporte de emergencias relacionadas con la fauna. Estas actividades son lideradas por expertos en el campo, quienes brindan orientación y educación sobre la importancia de proteger y preservar la biodiversidad local.	Fotografía 22	5
<b>Reciclaje de tapas</b>	El activo ha implementado puntos de reciclaje de tapas como parte de sus iniciativas de sostenibilidad ambiental. Estos puntos de reciclaje brindan a los usuarios y empleados del proyecto la oportunidad de contribuir activamente al cuidado del medio ambiente al reciclar tapas de plástico. Esta medida no solo promueve la cultura del reciclaje dentro del activo, sino que también ayuda a reducir el impacto negativo de los desechos plásticos en el entorno natural.	Fotografía 23	16
<b>Punto de recarga de vehículo eléctricos</b>	El Centro de Control y Operaciones (cco) cuenta con un punto de recarga gratuita de vehículos eléctricos, que refleja su compromiso con la movilidad sostenible y el uso de tecnologías limpias. El punto proporciona una opción conveniente y accesible para los usuarios de vehículos eléctricos que visitan o trabajan en el activo, permitiéndoles recargar sus vehículos de manera gratuita mientras realizan sus actividades. Sin embargo, no se proporciona información sobre los planes que tienen para aumentar la capacidad de carga en el futuro	N/A	5
<b>Seguridad hídrica</b>	El activo ha llevado a cabo una importante iniciativa de responsabilidad social al entregar filtros de agua a seis municipios, entre los beneficiados se encuentran 24 instituciones educativas. Estos filtros de agua representan un paso significativo hacia el acceso a agua potable segura y limpia para las comunidades locales, mejorando así la calidad de vida y la salud de quienes se benefician de ellos.	N/A	N/A
<b>Retornando a mi territorio</b>	El programa “Retornando a mi territorio” es una destacada iniciativa del activo que busca incentivar el arte y promover el sentido de pertenencia de las comunidades locales con su entorno. A través de este programa, se han realizado murales utilizando tapas recicladas, una práctica que no solo fomenta la creatividad artística, sino también la conciencia ambiental y el reciclaje. Hasta la fecha, se han utilizado más de 20.000 tapas en la creación de estos murales, y se han recolectado alrededor de 40.000 tapas, lo que refleja el compromiso del activo con la sostenibilidad y la participación comunitaria.	N/A	N/A

### Esfuerzos del activo Ruta Costera evidenciados en la visita a campo

Actividad	Descripción	Fotos	Ubicación mapa
<p><b>Vitrinas de emprendimiento</b></p>	<p>En el cco el activo ha establecido un espacio dedicado a la promoción del emprendimiento local mediante la realización de ferias recurrentes. Estas ferias brindan una manera para que emprendedores de la región puedan exhibir y comercializar sus productos, contribuyendo al desarrollo económico y social de las comunidades circundantes. En el primer piso del cco, se han habilitado vitrinas especialmente designadas para este propósito, donde se exhiben los productos de los emprendedores participantes. Estas actividades han generado varios casos de éxito, entre los cuales destaca el emprendimiento relacionado con el cultivo y procesamiento del cacao.</p>	<p>Fotografía 24</p>	<p>5</p>
<p><b>Educación y pedagogía</b></p>	<p>El activo ha implementado una serie de programas educativos y pedagógicos con el objetivo de promover el desarrollo integral de las comunidades aledañas. Entre estos programas se encuentra “Aprendizajes que conectan”, una iniciativa dirigida a orientar y fomentar oportunidades para los jóvenes del sector, brindándoles herramientas para su formación académica y profesional. Además, se realizan ferias universitarias para facilitar el acceso a la educación superior y se lleva a cabo el programa “Pacificararte”, que incluye talleres de huertas y jornadas de alfabetización dirigidas a madres cabeza de familia en el corregimiento de Peñalisa. Estas actividades educativas y pedagógicas contribuyen al fortalecimiento de las capacidades y habilidades de las comunidades locales, promoviendo el acceso a la educación y generando oportunidades de crecimiento y desarrollo en la región.</p>	<p>NA</p>	<p>NA</p>
<p><b>Formación y capacitación</b></p>	<p>El activo ha establecido una serie de programas de formación y capacitación destinados a empoderar y fortalecer a las comunidades locales en diversas áreas. Entre estos programas se encuentra la Escuela de Emprendimiento, que proporciona herramientas y conocimientos para impulsar iniciativas empresariales y el desarrollo económico local. Asimismo, la Escuela de Huertas brinda formación en técnicas agrícolas sostenibles, promoviendo la seguridad alimentaria y el uso responsable de los recursos naturales. Además, el activo está comprometido con la promoción de la igualdad de género y el empoderamiento de mujeres y niñas a través de programas específicos que buscan eliminar barreras y promover la participación equitativa en todos los ámbitos de la sociedad. Por último, el programa “Aprendizajes que conectan” tiene como objetivo fomentar oportunidades educativas para todos, brindando acceso a recursos y herramientas que permitan el desarrollo personal y profesional de los miembros de la comunidad.</p>	<p>NA</p>	<p>NA</p>
<p><b>Protección y conservación de la biodiversidad</b></p>	<p>El activo ha llevado a cabo una labor de restauración ambiental, superando significativamente los compromisos establecidos en el contrato. Con la restauración de 50.000 árboles, superando 25 veces la meta inicialmente acordada por la regulación ambiental. Además, ha implementado 21 pasos de fauna subterráneos, donde destaca el uso de plástico reciclado en su construcción, lo que refleja un enfoque sostenible en la protección de la fauna local y la preservación de los ecosistemas circundantes.</p>	<p>NA</p>	<p>NA</p>

### Esfuerzos del activo Ruta Costera evidenciados en la visita a campo

Actividad	Descripción	Fotos	Ubicación mapa
<b>Conservación y cuidado del medio ambiente</b>	<p>El activo ha implementado varios programas destinados a la conservación y cuidado del medio ambiente en colaboración con las comunidades locales cercanas al proyecto. Estos programas incluyen iniciativas de reforestación, pasantías para técnicos ambientales, campañas de sensibilización ambiental, así como capacitaciones sobre prácticas sostenibles de uso de recursos naturales.</p> <p>A través de estas acciones, el activo busca no solo mitigar los impactos ambientales de sus operaciones, sino también promover una mayor conciencia ambiental y el involucramiento activo de las comunidades en la protección y conservación de su entorno natural.</p>	NA	NA

### Esfuerzos del activo Aeropuerto El Dorado en EC evidenciados en la visita a campo

Actividad	Descripción	Fotos
<b>Bussines Intelligence Center (BIC)</b>	<p>La concesión del Aeropuerto ha dado un paso significativo hacia la modernización y la eficiencia operativa con la implementación de un centro para el manejo de la iluminación y la operación eléctrica. Este centro está equipado con tecnología para monitorear y controlar todos los sistemas de iluminación del aeropuerto como lo son escaleras eléctricas, ascensores, luminaria del aeropuerto entre muchas otras. Además, la operación eléctrica centralizada permite una respuesta rápida ante cualquier eventualidad, mejorando la seguridad y la continuidad de los servicios aeroportuarios. Con esta mejora, el aeropuerto no solo aumenta su capacidad para gestionar eficientemente el consumo energético, sino que también refuerza su compromiso con la sostenibilidad y la innovación en la infraestructura aeroportuaria.</p>	NA
<b>Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR)</b>	<p>La concesión del aeropuerto ha dado un paso significativo hacia la sostenibilidad ambiental con la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR). Esta planta tiene la capacidad de filtrar 40 litros por segundo, asegurando que el agua utilizada para las operaciones del aeropuerto sea tratada adecuadamente antes de su descarga al río Bogotá. Más allá de su función primaria, la PTAR juega un rol crucial en la protección de los recursos naturales locales, ya que devuelve al río Bogotá agua limpia y tratada. Este proceso no solo cumple con las normativas ambientales, sino que también genera externalidades positivas cuenca abajo.</p>	Fotografía 25
<b>Estación de clasificación y aprovechamiento de residuos (ECA)</b>	<p>La concesión del Aeropuerto ha implementado una innovadora Estación de Clasificación y Aprovechamiento de Residuos (ECA), que destaca por su capacidad para gestionar de manera eficiente los residuos generados por los 150.000 pasajeros que transitan diariamente por sus instalaciones. Esta estación no solo facilita la recolección de residuos, sino que también promueve su reutilización y reciclaje. Gracias a la clasificación metódica, cada tipo de residuo es procesado y transformado por un gestor especializado, lo que resulta en la generación de incentivos económicos que contribuyen a la sostenibilidad y al cierre del ciclo de vida de los materiales.</p>	Fotografía 26

## Anexo 4. Fotografías visitas de campo de activos sostenibles

**Fotografía 1.** Canal construido por el activo Ruta Costera



**Fuente:** fotografía tomada durante la visita de campo.

**Fotografía 2.** Paso de fauna para cangrejo azul



**Fuente:** fotografía tomada durante la visita de campo.

**Fotografía 3.** Zonas de direccionamiento de fauna en paso de Cangrejo Azul



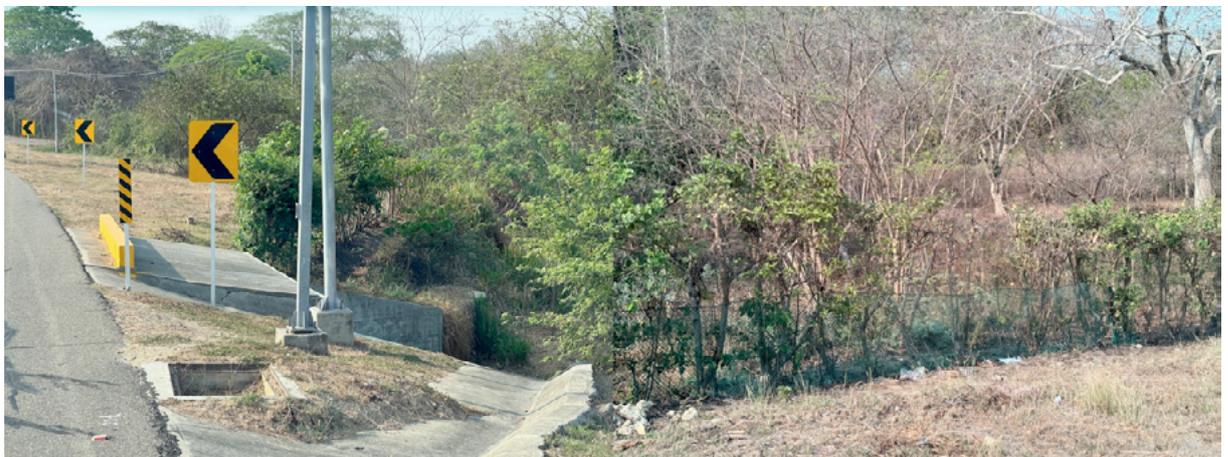
**Fuente:** fotografía tomada durante la visita de campo.

**Fotografía 4.** Zona de almacenamiento temporal de agua pluvial



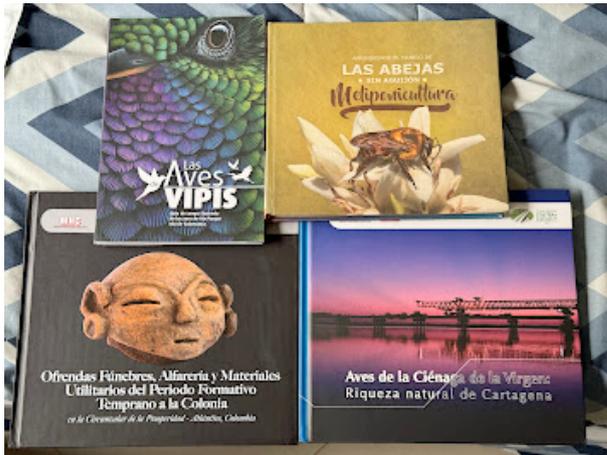
**Fuente:** fotografía tomada durante la visita de campo.

**Fotografía 5.** Paso de fauna 2 de la Ruta Costera



**Fuente:** fotografía tomada durante la visita de campo.

**Fotografía 6.** Documentos producto de la transferencia de conocimiento en Ruta Costera



**Fuente:** fotografía tomada durante la visita de campo.

**Fotografía 7.** Huertas caseras. A la derecha el biofertilizante usado por la comunidad



**Fuente:** fotografía tomada durante la visita de campo.

**Fotografía 8.** Huertas caseras. A la izquierda el biopesticida usado por la comunidad



**Fuente:** fotografía tomada durante la visita de campo.

**Fotografía 9.** Postes de luz alimentados por energía solar



**Fuente:** fotografía tomada durante la visita de campo.

**Fotografía 10.** Bahía con puestos de venta para vendedores en derecho de vía



**Fuente:** fotografía tomada durante la visita de campo.

**Fotografía 11.** Viveros con siembra de Mangle a la derecha y a la izquierda vista externa del vivero



**Fuente:** fotografía tomada durante la visita de campo.

**Fotografía 12.** Viveros con siembra de Mangle a la derecha y a la izquierda vista interna del vivero



**Fuente:** Fotografía tomada durante la visita de campo.

**Fotografía 13.** Viaducto el Gran Manglar. A la izquierda vista general del viaducto y a la derecha sistema desarenador de agua debajo del viaducto



**Fuente:** fotografía tomada durante la visita de campo.

**Fotografía 14.** Zona de casetas para comerciantes en La Pintada



**Fuente:** fotografía tomada durante la visita de campo.

**Fotografía 15.** Paso de fauna para murciélagos



**Fuente:** fotografía tomada durante la visita de campo.

**Fotografía 16.** Circa. A la izquierda entrada y a la derecha zona crecimiento fina.



**Fuente:** fotografía tomada durante la visita de campo.

**Fotografía 17.** Circa. A la izquierda vivero y a la derecha aula ambiental



**Fuente:** fotografía tomada durante la visita de campo.

**Fotografía 18.** Circa. A la izquierda bolsa biodegradable y a la derecha recipiente reutilizable



**Fuente:** fotografía tomada durante la visita de campo.

**Fotografía 19.** Circa. A la izquierda zona de compostaje y a la derecha plata de tratamiento de agua para riego



**Fuente:** fotografía tomada durante la visita de campo.

**Fotografía 20.** Planta de prefabricados.



**Fuente:** fotografía tomada durante la visita de campo.

**Fotografía 21.** Centro de Control de Operaciones del activo (cco)



**Fuente:** fotografía tomada durante la visita de campo.

**Fotografía 22.** Punto de atención fauna silvestre Tayra



**Fuente:** fotografía tomada durante la visita de campo.

**Fotografía 23.** Zona de recolección de tapas



**Fuente:** fotografía tomada durante la visita de campo.

**Fotografía 24.** Vitrinas de emprendimiento en el Centro de Control de Operaciones.



**Fuente:** fotografía tomada durante la visita de campo.

**Fotografía 25.** PTAR Aeropuerto el Dorado



**Fuente:** fotografía tomada durante la visita de campo.

**Fotografía 26.** Estación de clasificación y aprovechamiento de residuos.



**Fuente:** fotografía tomada durante la visita de campo.

## Anexo 5. Prácticas sostenibles que desarrolla actualmente la concesión vial 4G

Categoría	Prácticas positivas
Recursos y entorno natural	i) Se lleva a cabo un análisis del ciclo de vida de los servicios, que incluye la evaluación de la huella de carbono desde la entrega de los materiales por parte del proveedor hasta su llegada al lugar de trabajo. Durante este proceso, se determina la cantidad de emisiones generadas por el uso de combustibles, el transporte del personal, y otros aspectos relevantes.
	ii) Se optimiza el uso de agregados locales, priorizando la adquisición de materiales pétreos en canteras certificadas dentro del área de influencia. Además, se promueve su completa reutilización, incluyendo el uso de material extraído de la zona de los túneles.
	iii) Se promueve la máxima reutilización de todo el material no utilizado en los frentes de obra. El material sobrante o restante se gestiona en colaboración con la comunidad, buscando opciones para su reutilización o aprovechamiento.
	iv) Se han implementado estrategias para minimizar el consumo de energía operativa, incluyendo la actualización de la tecnología de iluminación a LED, el mantenimiento de los algoritmos de ventilación de los túneles y la transición de los vehículos de la operación al uso de gas.
	v) La madera talada, como resultado del desarrollo del proyecto, se aprovechó en diversas actividades de obras, como la construcción de trincheras, delimitaciones, estacas, acopios o campamentos temporales. Aquella madera que no cumplía con los requisitos necesarios para estas actividades fue transformada y empleada para mejorar el descapote en áreas que requerían revegetalización.
	vi) Se llevó a cabo un extenso trabajo de restauración ecológica en la zona de influencia del proyecto, abarcando un área que se extiende entre 15 km y 14 km de distancia con respecto al mismo.
	vii) Se han realizado grandes esfuerzos en compensación ambiental. La concesión ha adquirido predios anteriormente utilizados para la ganadería, el pastoreo y el monocultivo, y mediante procesos de reforestación se ha promovido el desarrollo de nuevas coberturas protectoras y bosques incipientes en estas áreas. Una vez completado este proceso, los predios se ceden gratuitamente a las administraciones municipales.
Social	viii) Se desarrollan e implementan medidas para evaluar las necesidades de la comunidad y atender sus preocupaciones, minimizando así los impactos negativos y mejorando su calidad de vida.
	ix) Se adoptan medidas para mejorar y proteger la salud y seguridad tanto de la comunidad como de los trabajadores, lo que incluye la minimización del ruido y las vibraciones durante la etapa de construcción mediante la reducción del número de acarreo y el tránsito a bajas velocidades.
	x) Se desarrollan planes de gestión de construcción para reducir las molestias que se le podrían causar a la comunidad.
	xi) Se diseña el proyecto de tal forma que se reducen los tiempos de desplazamiento y se mejora la accesibilidad, la señalización y el servicio de transporte ofrecido a la comunidad.
Resiliencia	xii) Se calcula el carbono incorporado a los materiales, lo que abarca las emisiones de carbono asociadas con la producción, el transporte, y la sustitución, reparación o renovación de dichos materiales.
	xiii) Se implementan medidas de mitigación para reducir los contaminantes en el aire. Estas incluyen la humectación de la vía, la reducción de la velocidad de los vehículos en los acarreo, la disminución del número de acarreo y la ubicación estratégica de las plantas y zonas de depósito para minimizar la necesidad de acarreo adicionales.
	xiv) Todas las iniciativas relacionadas con el cambio climático, como los análisis de vulnerabilidad del proyecto frente a amenazas climáticas, son iniciativas que provienen directamente de la casa matriz.

## Anexo 6. Acciones que serán implementadas a futuro por la concesión vial 4G

Las siguientes acciones que hacen parte del plan de acción de las concesiones y que se tuvieron en cuenta en el escenario flexible plus.

Área	Prácticas que se desarrollarán a futuro
<b>Recursos y entorno natural</b>	i) Realizar compras sostenibles o planes de adquisición sostenible.
	ii) Reconversión tecnológica de vehículos o equipos que actualmente funcionan con motores diésel o de gasolina, para convertirlos en vehículos híbridos, eléctricos o a gas. Además, se considerará la adquisición de nuevos vehículos y equipos, teniendo en cuenta los tres tipos de alternativas mencionados.
	iii) Calcular las reducciones de energía de acuerdo con las medidas usadas para reducir los consumos.
	iv) Instalar granjas de paneles fotovoltaicos para abastecer la energía del túneles e instalaciones administrativas adosados a la operación del corredor vial.
	v) Realizar mediciones para evaluar si se redujeron las emisiones de carbono.
<b>Social</b>	vi) Se desarrollará un plan de movilidad del personal para minimizar los impactos ambientales y sociales asociados a los viajes.
<b>Resiliencia</b>	vii) realizar monitoreo en tiempo real del corredor para medición de pluviometría.

## Anexo 7. Oportunidades de mejora de la concesión vial 4G frente a la certificación Envision

**Tabla 12.** Oportunidades de mejora de la concesión 4G frente a la certificación Envision

Categoría	Recomendaciones
Calidad de vida	QL1.1. Mejorar la calidad de vida de la comunidad: complementar con documentación que recopile las tendencias sociales, económicas y medioambientales a largo plazo. Así mismo, mostrar que le proyecto es una inversión inteligente para el futuro de la comunidad.
	QL1.5. Minimizar la contaminación lumínica: evaluar afecciones que se puede generar en la comunidad, flora y fauna debido a la contaminación lumínica generada por el proyecto y aplicar estrategias para reducirla. Así mismo, se podría desarrollar e implementar planes para eliminar o renovar la iluminación de tal forma que se reduzca la iluminación de forma global.
	QL2.1. Mejorar la movilidad y la accesibilidad de la comunidad: complementar con documentación que explique cómo el proyecto mejora las opciones de movilidad y accesibilidad, junto con una justificación para implementar o no cambios en los modos de transporte.
	QL2.2. Fomentar el transporte sostenible: incluir la construcción de ciclorrutas para mejorar la movilidad sostenible y fomentar el uso de medios de transporte no motorizados en la comunidad.
	QL3.1. Promover la equidad y la justicia social: asegurar una distribución justa de los efectos positivos y negativos del proyecto entre todas las comunidades involucradas.
	QL3.2. Preservar los recursos históricos y culturales: mostrar un índice de todos los recursos históricos y culturales que puedan verse afectados por el proyecto.
Liderazgo	LD1.1. Proporcionar un liderazgo y un compromiso eficaces: revisar periódicamente los compromisos de sostenibilidad.
	LD1.2. Favorecer la colaboración y el trabajo en equipo: incluir documentación que evidencie la participación de los representantes de construcción, explotación y mantenimiento en el proceso de diseño del proyecto.
	LD1.3. Favorecer la participación de las partes interesadas: complementar con documentación que demuestre cómo se ha incorporado la retroalimentación de las partes interesadas en los planes, el diseño y la toma de decisiones del proyecto.
	LD2.1. Establecer un plan de gestión de la sostenibilidad: complementar con documentación de controles de gestión que incluya procedimientos, diagramas de flujo, listas de comprobación, auditorías e informes de acciones correctivas. Asimismo, se podría implementar una metodología planificar-hacer-verificar-actuar para identificar prioridades, evaluar el progreso y mejorar continuamente el rendimiento sostenible del proyecto.
	LD2.2. Planificar comunidades sostenibles: incorporar los principios de sostenibilidad desde la concepción del proyecto donde se incluyan indicadores de sostenibilidad, análisis de alternativas en la selección del proyecto y evaluación del impacto potencial a la comunidad.
	LD2.4. Planificar el fin de la vida útil del proyecto: desarrollar un plan para el fin de la vida útil del proyecto, evaluar oportunidades para ampliar la vida útil, y estudiar todos los impactos sociales, ambientales y económicos que generaría el fin de la vida útil del proyecto.
	LD3.2. Desarrollar las habilidades y capacidades locales: continuar con programas de capacitación o educación posterior a la entrega del proyecto.
	LD3.3. Realizar una evaluación económica del ciclo de vida: hacer análisis de costo-beneficio para identificar impactos sociales y ambientales.

Categoría	Recomendaciones
Asignación de recursos	RA1.1 Apoyar las prácticas de compras sostenibles: seleccionar proveedores donde se verifique que tienen prácticas sostenibles a nivel ambiental, social y económico desde la etapa inicial del proyecto.
	RA1.2 Utilizar materiales reciclados: ampliar el uso de materiales reciclados, registrar las cantidades usadas y llevar inventario de los materiales.
	RA1.3 Reducir los residuos durante la explotación de la infraestructura: planificar y diseñar el proyecto de tal forma que se establezca una meta en porcentaje respecto a la desviación de desechos de los vertederos que se espera tener, donde se pueden considerar medidas para reducir la generación de desechos, o medidas de reciclado o reutilización.
	RA1.4 Reducir los residuos durante la construcción: establecer objetivos de desvío de residuos de construcción.
	RA1.5 Equilibrar el movimiento de tierras en la obra: intentar no eliminar ni importar material de excavación de la obra.
	RA2.1 Reducir el consumo energético durante la explotación: calcular las reducciones de energía de acuerdo con las medidas usadas para reducir los consumos energéticos durante la etapa de explotación.
	RA2.2 Reducir el consumo energético durante la construcción: desarrollar estrategias de reducción de consumo de energía durante la construcción e implementarlas.
	RA2.3 Utilizar energía renovable: certificar que la energía es renovable.
	RA2.4 Puesta en marcha y supervisión de los sistemas de energía: llevar a cabo una puesta en marcha inicial de por lo menos la mitad del uso o consumo de energía.
	RA3.1 Preservar los recursos hídricos: contribuir con el proyecto en planes regionales de agua o de cuencas hidrográficas. Así mismo, se podría desarrollar e implementar métodos para generar impacto neto cero e impacto neto positivo en los cuerpos de agua.
	RA3.2 Reducir el consumo de agua durante la explotación: realizar cálculos de valores de referencia de uso de agua potable y de agua general, así como cálculos del consumo anual estimado de agua potable y de agua general durante la vida útil del proyecto. Así mismo, se podría proporcionar agua que pueda utilizar la comunidad.
	RA3.4 Supervisar los sistemas de agua: incorporar sistemas de supervisión en tiempo real, como equipos y/o softwares para medir la cantidad y la calidad del agua.

Categoría	Recomendaciones
Entorno natural	NW1.2 Proporcionar zonas de amortiguación de humedales y aguas superficiales: complementar con documentación que demuestre que los anchos de las zonas de amortiguación son suficientes para proteger los cuerpos de agua frente a cualquier tipo de contaminación. Así mismo, se podría optar por trazar el proyecto de tal forma que se trate en lo posible de evitar el paso sobre cuerpos de agua. Por otro lado, se podría intentar retornar las zonas de amortiguación a un estado natural.
	NW1.3 Preservar los suelos de alta capacidad agrícola: desarrollar planes para proteger, preservar y mitigar suelos de alta capacidad agrícola.
	NW1.4 Preservar los terrenos no desarrollados: procurar que el trazado se encuentre en áreas previamente desarrolladas.
	NW2.2 Gestionar las aguas pluviales: promover la reutilización de aguas pluviales.
	NW2.3 Reducir el impacto de los pesticidas y los fertilizantes: desarrollar controles de escorrentía para reducir contaminación de agua superficial y subterránea. Por otro lado, se podrían tomar mediciones de toxicidad, persistencia y biodisponibilidad de fertilizantes utilizados.
	NW2.4 Proteger la calidad de las aguas superficiales y subterráneas: eliminar el uso de materiales fuentes potencialmente peligrosas. También se podría optar por aplicar medidas para mejorar la calidad del agua superficial y subterránea.
	NW3.1 Preservar los hábitats funcionales: considerar diferentes opciones de trazado para minimizar el impacto ambiental.
	NW3.2 Preservar las funciones de los humedales y las aguas superficiales: proteger el transporte de sedimentos y la sedimentación en los cuerpos de agua.
	NW3.3 Mantener las funciones de las llanuras aluviales: desarrollar y aplicar estrategias para evitar y proteger las llanuras aluviales.
	NW3.4 Controlar las especies invasoras: desarrollar planes de control continuo y políticas para evitar la introducción de especies invasoras a largo plazo, así como para erradicarles si ya se encuentran en la zona.
	NW3.5 Proteger la calidad del suelo: desarrollar planes de restauración de suelos que cuenten con el respaldo de un científico especializado en suelos.

Categoría	Recomendaciones
Resiliencia	CR1.1 Reducir el carbono neto incorporado: reducir el carbono total incorporado en los materiales utilizados en todo el ciclo de vida del proyecto.
	CR1.2 Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero: estimar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en la fase de operación del proyecto.
	CR1.3 Reducir las emisiones de contaminantes del aire: eliminar las fuentes contaminadoras del aire desde el diseño.
	CR2.2 Evaluar la vulnerabilidad al cambio climático: hacer revisiones de normas de diseño para ver si el proyecto se afectará por los cambios en las condiciones de la explotación debido al cambio climático.
	CR2.4 Establecer objetivos y estrategias de resiliencia: intentar apoyar la resiliencia de la comunidad y los objetivos de adaptación al cambio climático.
	CR2.5 Maximizar la resiliencia: maximizar la resiliencia desde la fase de diseño.

## Anexo 8. Oportunidades de mejora de la concesión vial 4G frente a la certificación BREEAM Infrastructure

**Tabla 13.** Oportunidades de mejora de la concesión 4G frente a la certificación BREEAM Infrastructure

Categoría	Recomendaciones
Gestión	1.1.1. Principios del desarrollo sostenible: considerar los principios de desarrollo sostenible en la fase de diseño.
	1.2.1. Evaluación de los impactos y beneficios medio ambientales: el cliente o el equipo de diseño deben realizar un estudio exhaustivo desde las fases de estrategia y diseño respecto a los impactos ambientales, considerando no solo los intereses del proyecto, sino también la mejora del entorno local, y lo adecuen a la naturaleza, escala y duración del proyecto.
	1.3.2. Evaluación independiente del comportamiento considerado: evaluar por medio de un tercero las políticas o códigos de buenas prácticas de comportamiento en el proyecto.
	1.3.3. Impacto visual del durante la construcción: tomar medidas en la fase de construcción para reducir el impacto visual por la obra.

<b>Resiliencia</b>	2.1.6. Plan de resiliencia: desarrollar y actualizar un plan de resiliencia basado en evaluaciones de riesgos actuales, distribuyéndolo a todas las partes interesadas, y asegurando su aplicación durante el diseño y construcción, justificando por escrito cualquier desviación y notificando a las autoridades pertinentes sobre cualquier evento de riesgo detectado.
	2.3.2. Oportunidades para tratar necesidades futuras: identificar y evaluar oportunidades de adaptación del diseño para necesidades futuras previstas. Adicionalmente, el cliente podría comunicar estas oportunidades y requisitos al equipo de diseño mediante un resumen del proyecto antes del inicio del diseño.
	2.3.3. Diseñar para las necesidades futuras: integrar soluciones para abordar y acomodar necesidades futuras en las áreas más críticas del sector o activo, asegurando así la sostenibilidad y funcionalidad a largo plazo.
<b>Comunidades y partes interesadas</b>	3.3.4. Participación de las empresas locales: desarrollo de planes por parte del cliente para fomentar la participación de empresas locales en la generación de empleo.
<b>Uso del suelo y ecología</b>	4.1.7. Selección de terrenos provisionales: complementar documentación con cálculos derivados de diseños alternativos del sitio, incluidas las limitaciones ambientales identificadas.
	4.1.8. Uso temporal del suelo: complementar documentación con cálculos derivados de diseños alternativos del sitio, incluidas las limitaciones ambientales identificadas.
	4.1.9. Uso anterior del emplazamiento: ubicar el proyecto en la mayor cantidad posible de áreas previamente construidas.
	4.3.2. Especies nocivas e invasoras: elaborar y aprobar una declaración de método para el control y gestión de especies invasoras antes del inicio de la construcción, asegurando su supervisión y ejecución durante el proceso constructivo.
	4.4.1. Cambio del valor ecológico: aumentar la ganancia neta de valor ecológico y obtener los cálculos por medio de un tercero.
	4.4.5. Mejora del medio acuático: identificar oportunidades desde el diseño para mejorar el medio acuático local.
	4.4.6. Mejora del medio acuático-aplicación: implementar las mejoras para el medio acuático
	4.5.2. Programa de control: establecer un programa postproyecto para monitorear el éxito de las medidas de gestión, creación de hábitat y conservación de especies, asegurando su seguimiento continuo en los años posteriores a la finalización del proyecto.

Paisaje y entorno histórico	5.1.2. Impacto en el carácter del paisaje: realizar una evaluación exhaustiva del impacto del proyecto en el carácter del paisaje, implementando medidas desde la estrategia y el diseño que aseguren que este impacto sea neutro o positivo.
	5.1.3. Políticas de ordenación del paisaje: alinear y cumplir con los objetivos de las políticas de desarrollo o mejora del paisaje establecidas por las autoridades locales, regionales o nacionales.
	5.1.4. Carácter local del paisaje: ajustar el diseño al carácter paisajístico local, alineándose con los elementos de forma del terreno, materiales, plantación, estilo y detalles, escala, y patrón paisajístico.
	5.1.7. Evaluación de la vegetación existente: evaluar el estado de la vegetación existente y asegurar que la conservación de la vegetación de valor alto o moderado influya significativamente en las propuestas de diseño.
	5.1.8. Conservación de la vegetación existente: aumentar desde la concepción del diseño, el porcentaje de vegetación a ser conservada.
	5.1.9. Elementos no vegetales: generar impacto neutro o evitado en los elementos no vegetativos. Así mismo, se podría evaluar el valor paisajístico y recreativo de todos los elementos no vegetativos, y asegurar que la conservación de elementos valiosos, distintivos o históricos influya en las propuestas de diseño.
	5.2.9. Estrategia de mitigación para la investigación arqueológica: mantener un elemento <i>in situ</i> de restos arqueológicos.
Contaminación	5.2.14. Uso de materiales adecuados: optar por restaurar y mejorar bienes patrimoniales utilizando materiales apropiados para restauración.
	6.1.2. Prevención de la contaminación durante la operación: complementar documentación con manuales de operación y mantenimiento, y actas de reuniones donde se muestre que se procura evitar la contaminación de las aguas subterráneas u otros cuerpos de agua.
	6.1.3. Control de las repercusiones del proyecto finalizado en el medio acuático: complementar documentación con estudios que muestren que se ha evaluado los impactos hidrológicos en aguas subterráneas.
	Todo el requisito de evaluación 6.2. Contaminación atmosférica, acústica y lumínica: minimizar, mitigar y gestionar los efectos adversos de la contaminación lumínica durante la entrega y operación del activo.

Fuente: elaboración propia.

## Anexo 9. Criterios de evaluación de las certificaciones internacionales de infraestructura sostenible

Certificación	Criterios de evaluación	Ambiental		Social	Gobernanza
		Economía circular	Resiliencia y cambio climático		
BREEAM Infra	Gerencia Resiliencia Comunidades y <i>stakeholders</i> Uso del suelo y ecología Paisaje e historia ambiental Contaminación Materiales, incluyendo residuos Energía y carbón operacional Energía y carbón construcción Uso del agua transporte	Materiales, incluyendo residuos:  Estrategia para la eficiencia de los recursos  Uso circular de productos de construcción.  Abastecimiento responsable de productos de construcción  Gestión de residuos de construcción  Energía usada  Uso del agua	Resiliencia:  Evaluación y mitigación de riesgos  Inundaciones y escorrentías superficiales  Necesidades futuras  Cambio climático  Reducir las emisiones de carbono durante toda la vida  Energía usada (reducción de energía y emisiones de carbono)	Comunidades y <i>stakeholders</i> :  Consulta y compromiso  Beneficios sociales más amplios	Gerencia:  Liderazgo en sostenibilidad  Gestión responsable de la obra  Gobernanza social del personal y de la cadena de suministro  Costos del ciclo de vida

<p>Green Roads</p>	<p>Obligatorios                  Proceso de revisión ambiental                  Análisis de costos del ciclo de vida (LCCA)                  Inventario del ciclo de vida (LCI)                  Plan de control de calidad                  Plan de Mitigación de Ruido                  Plan de Gestión de Residuos                  Plan de Prevención de la Contaminación                  Desarrollo de bajo impacto (LD)                  Sistema de Gestión de Pavimentos                  Plan de mantenimiento del sitio                  Alcance educativo                  Voluntarios                  Medio ambiente y agua (EW)                  Acceso y equidad (AE)                  Actividades de construcción (CA)                  Materiales y recursos (MR)                  Tecnologías de pavimento (PT)</p>	<p>Análisis de costos del ciclo de vida (LCCA)                  Inventario del ciclo de vida (LCI)                  Plan de Gestión de Residuos                  Materiales y recursos (MR)                  Medio ambiente y agua (EW)</p>	<p>Resiliencia:                  Sistema de Gestión de Pavimentos                  Plan de mantenimiento del sitio                  Tecnologías de pavimento (PT)</p>	<p>Voluntario:                  Acceso y Equidad (AE)</p>	<p>NA</p>
<p>Green Pave</p>	<p>Tecnologías de pavimento:                  Pavimentos de larga vida                  Pavimentos permeables                  Mitigación de ruido                  Pavimentos frescos                  Materiales y recursos:                  Contenido de reciclaje                  Estructura de pavimento intacta                  Materiales locales                  Energía y atmósfera:                  Reducción del consumo de energía                  Reducción de GEI                  Lisura del pavimento (aplica únicamente a pavimentos construidos)                  Reducción de contaminación (aplicable únicamente a pavimentos construidos)                  Proceso de innovación y diseño:                  Innovación en diseño                  Proceso ejemplar</p>	<p>Pavimentos de larga vida                  Contenido de reciclaje                  Materiales locales                  Reducción del consumo de energía</p>	<p>Resiliencia:                  Pavimentos de larga vida                  Pavimentos permeables                  Cambio climático                  Reducción del consumo de energía                  Reducción de GEI</p>	<p>NA</p>	<p>NA</p>

<p>GreenLITES</p>	<p>Lugares sostenibles                  Selección de alineación                  Soluciones sensibles al contexto                  Uso de la tierra/planificación comunitaria                  Proteger, mejorar o restaurar el hábitat de la vida silvestre                  Proteger, plantar o mitigar la eliminación de árboles y comunidades vegetales                  Calidad del agua                  Gestión de aguas pluviales (volumen y calidad)                  Reducir la escorrentía y los contaminantes asociados                  Materiales y recursos                  Reutilización de materiales                  Contenido reciclado                  Material proporcionado localmente                  Técnicas de bioingeniería                  Minimización de materiales peligrosos                  Energía y atmósfera                  Mejorar el flujo de tráfico                  Reducir el consumo eléctrico                  Reducir el consumo de petróleo                  Mejorar las instalaciones para bicicletas y peatones                  Reducción del ruido                  Reducción de luz parásita                  Innovación/No incluido en el listado</p>	<p>Reutilización de materiales                  Contenido reciclado                  Material proporcionado localmente                  Técnicas de bioingeniería                  Reducir el consumo de petróleo                  Reducir el consumo eléctrico</p>	<p>Cambio climático                  Reducir el consumo eléctrico                  Reducir el consumo de petróleo</p>	<p>Uso de la tierra/planificación comunitaria</p>	<p>NA</p>
-------------------	---	---	---	---	-----------

<p>Envision</p>	<p>Calidad de vida Liderazgo Asignación de recursos Entorno natural Clima y resiliencia</p> <p>(Los cinco temas principales tienen un total de 74 criterios)</p>	<p>Buscar las sinergias de subproductos Planificar el fin de la vida útil del proyecto Realizar una evaluación económica del ciclo de vida Innovar o superar los requisitos de los créditos Apoyar las prácticas de compras sostenibles Utilizar materiales reciclados Reducir los residuos durante la explotación de la infraestructura Reducir los residuos durante la construcción Reducir el consumo energético durante la explotación Reducir el consumo energético durante la construcción Reducir el consumo de agua durante la explotación Reducir el consumo de agua durante la construcción</p>	<p>Resiliencia:</p> <p>Proporcionar zonas de amortiguación de humedales y aguas superficiales Preservar los suelos de alta capacidad agrícola Preservar las funciones de los humedales y las aguas superficiales Mantener las funciones de las llanuras aluviales Proteger la calidad del suelo Evitar el desarrollo inadecuado Evaluar la vulnerabilidad al cambio climático Evaluar los riesgos y la resiliencia Establecer objetivos y estrategias de resiliencia Maximizar la resiliencia Mejorar la integración de la infraestructura</p> <p>Cambio climático</p> <p>Reducir el carbono neto incorporado</p> <p>Reducir las emisiones de GEI</p> <p>Reducir las emisiones GEI</p>	<p>Mejorar la calidad de vida de la comunidad Promover la equidad y la justicia social Preservar los recursos históricos culturales</p>	<p>Proporcionar un liderazgo y un compromiso eficaces Favorecer la colaboración y el trabajo en equipo Favorecer la participación de las partes interesadas Buscar las sinergias de subproductos Establecer un plan de gestión de la sostenibilidad Planificar comunidades sostenibles</p>
-----------------	--	---	--	---	--

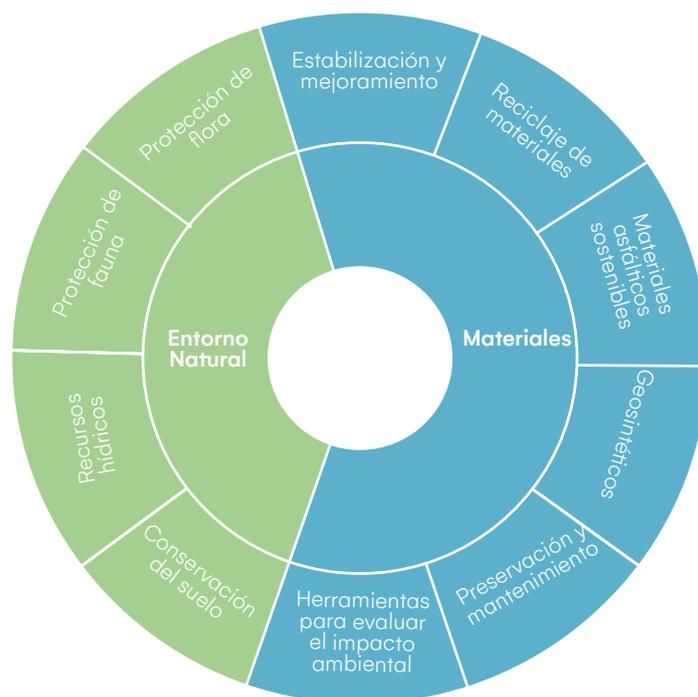
<p>IS-SCHEME</p>	<p>Gestión de liderazgo Obtención sostenible Resiliencia Innovación Evaluación de opciones y caso de negocio Beneficios Energía y carbono Infraestructura verde Impactos ambientales Eficiencia de recursos Agua Ecología Participación de los interesados Legado Herencia Sostenibilidad de la fuerza laboral</p>	<p>Eficiencia de recursos Infraestructura verde Agua</p>	<p>Resiliencia: Resiliencia Innovación Cambio climático Energía y carbono</p>	<p>Participación de los interesados Sostenibilidad de la fuerza laboral</p>	<p>Gestión de liderazgo</p>
<p>SURE</p>	<p>Gobernanza Gestión y supervisión Sostenibilidad y gestión de la resiliencia  compromiso de los grupos de interés anticorrupción y transparencia Sociedad Derechos Humanos Derechos laborales y condiciones de trabajo Protección de la comunidad Foco en el cliente y participación de la comunidad Desarrollo socioeconómico Medio ambiente Clima Biodiversidad y ecosistemas Gestión de recursos Contaminación Uso del suelo y paisaje</p>	<p>Gestión de recursos Contaminación</p>	<p>Resiliencia: Compromiso de los grupos de interés Cambio climático Clima: Mitigación del cambio climático Adaptación al cambio climático</p>	<p>Derechos Humanos Derechos laborales y condiciones de trabajo Protección de la Comunidad Foco en el cliente y participación de la comunidad Desarrollo socioeconómico</p>	<p>Gestión y supervisión Sostenibilidad y gestión de la resiliencia Compromiso de los grupos de interés Anticorrupción y transparencia</p>
<p>GRESB</p>	<p>Gerencia Liderazgo Políticas Forma de reportar Manejo del riesgo Involucramiento de las partes interesadas Operación Implementación impacto Energía Emisiones de GEI Contaminación del aire Agua Residuos Biodiversidad y hábitat Salud y seguridad Empleados Clientes Certificaciones y premios</p>	<p>Energía Agua Residuos</p>	<p>Cambio climático Energía Emisiones de GEI</p>	<p>Salud y seguridad Empleados Clientes</p>	<p>Liderazgo Políticas Forma de reportar Manejo del riesgo Involucramiento de las partes interesadas</p>

<p>INVEST</p>	<p>Planificación Integrada: Desarrollo económico y uso del suelo</p> <p>Planificación Integrada: Medio natural</p> <p>Planificación Integrada: Social</p> <p>Planificación Integrada: Bonificación</p> <p>Acceso y asequibilidad</p> <p>Planificación de seguridad</p> <p>Transporte multimodal y salud pública</p> <p>Gestión de la demanda de viajes</p> <p>Calidad del aire</p> <p>Energía y combustibles</p> <p>Sostenibilidad financiera</p> <p>Métodos de análisis</p> <p>Sistemas de transporte</p> <p>Gestión y operaciones</p> <p>Vincular la gestión de activos y la planificación</p> <p>Resiliencia de la infraestructura</p> <p>Vinculación de la planificación y la NEPA</p>	<p>Eficiencia energética</p> <p>Reducir, reutilizar y reutilizar materiales</p> <p>Materiales de reciclaje</p> <p>Pavimento de larga vida</p> <p>Gestión de residuos de la construcción</p>	<p>Resiliencia:</p> <p>Resiliencia de la infraestructura</p> <p>Desarrollo de proyectos sensibles al contexto</p> <p>Control de flujo y calidad de aguas pluviales</p> <p>Pavimento permeable</p> <p>Cambio climático</p> <p>Energía y combustibles</p>	<p>NA</p>	<p>NA</p>
---------------	--	---	---	-----------	-----------

<p>Blue Dot Network</p>	<p>Promover el desarrollo sostenible e inclusivo                  Promover la inversión del mercado y el sector privado apoyado del uso de recursos públicos                  Apoyar el uso de manejo financiero, transparencia en la deuda y la sostenibilidad de la deuda                  Construir proyectos que son resilientes al cambio climático, desastres y otro tipo de riesgos                  Asegurar valor por dinero a través del ciclo de vida del activo                  Construir capacidades locales con un foco en transferencia de habilidades locales y a los mercados de capitales                  Promover la protección contra la corrupción y permitir un proceso transparente y tener mecanismos de consulta                  Tener las mejores prácticas internacionales en temas ambientales y sociales                  Promover el uso no discriminatorio de los servicios de infraestructura                  Avanzar la inclusión de la mujer</p>	<p>Eficiencia de recursos                  Residuos y materiales peligrosos</p>	<p>Resiliencia:                  Construir proyectos que son resilientes al cambio climático, desastres y otro tipo de riesgos</p>	<p>Promover el desarrollo sostenible e inclusivo                  Construir capacidades locales con un foco en transferencia de habilidades locales y a los mercados de capitales                  Promover la protección contra la corrupción y permitir un proceso transparente y tener mecanismos de consulta                  Tener las mejores prácticas internacionales en temas ambientales y sociales                  Promover el uso no discriminatorio de los servicios de infraestructura                  Avanzar la inclusión de la mujer</p>	<p>Liderazgo                  Manejo del riesgo                  Ética del negocio                  Reporte                  Cumplimiento de normativa                  Asegurar valor por dinero a través del ciclo de vida del activo</p>
-------------------------	--	---	--	---	---

<p>FAST-linfa</p>	<p>Ambiental: Protección y mejora de la biodiversidad y el entorno natural Mitigación del cambio climático/Reducción de emisiones de GEI Promoción del uso eficiente de los recursos naturales/Reducción de residuos y apoyo a la transición a una economía circular integración de la prevención y el control de la contaminación Adaptación y resiliencia: Evaluación de riesgos y creación de resiliencia y capacidad de adaptación a escala del proyecto y del sistema Social: Promoción de género y capacidad de inclusión Promoción de la salud y la seguridad Protección y mejora de los derechos humanos y laborales Adquisición de predios y mitigación de reasentamiento Promoción de la participación de las partes interesadas Gobernanza: Incorporación de políticas y procedimientos anticorrupción Incorporación de políticas y procedimientos de transparencia y rendición de cuentas Incorporación de políticas gubernamentales para proyectos de transparencia fiscal y procedimientos Incorporación de políticas y procedimientos de sostenibilidad y cumplimiento</p>	<p>Promoción del uso eficiente de los recursos naturales/ Reducción de residuos y apoyo a la transición a una economía circular</p>	<p>Resiliencia: Evaluación de riesgos y creación de resiliencia y capacidad de adaptación a escala del proyecto y del sistema  Cambio climático  Mitigación del cambio climático/Reducción de emisiones de GEI</p>	<p>Promoción de género y capacidad de inclusión Promoción de la salud y la seguridad Protección y mejora de los derechos humanos y laborales Adquisición de predios y mitigación de reasentamiento Promoción de la participación de las partes interesadas</p>	<p>Incorporación de políticas y procedimientos anticorrupción Incorporación de políticas y procedimientos de transparencia y rendición de cuentas Incorporación de políticas gubernamentales para proyectos de transparencia fiscal y procedimientos Incorporación de políticas y procedimientos de sostenibilidad y cumplimiento.</p>
-------------------	---	---	--	--	--

Fuente: elaboración propia.



Fuente: elaboración propia.

## Anexo 11. Materiales para estabilizar o mejorar de acuerdo con las especificaciones técnicas consideradas sostenibles del IDU y del INVÍAS

Materiales para estabilizar o mejorar		
	IDU	INVÍAS
Emulsiones Asfálticas	✓	✓
Cal	✓	✓
Mezcla Asfálticas	✓	
Geosintéticos	✓	✓
Material de demolición de losas de concreto hidráulico	✓	
MBR	✓	
Asfálto Espumado	✓	
Cemento hidráulico	✓	✓
Cemento asfáltico	✓	
Mezcla asfáltica natural		✓

Fuente: elaboración propia.

## Anexo 12. Materiales para reciclar de acuerdo a las especificaciones técnicas consideradas sostenibles del IDU y del INVÍAS

Materiales para reciclar		
	IDU	INVÍAS
GCR	✓	✓
RCD	✓	✓
Material de demolición de losas de concreto hidráulico	✓	
MBR O RAP	✓	✓
Escorias siderúrgicas u otros productos inertes de desecho industrial	✓	✓
Cenizas volantes		✓
Residuos de concreto hidráulico		✓
Plásticos		✓

**Fuente:** elaboración propia.

## Anexo 13. Aspectos para considerar de algunos materiales para reciclar

Materiales para reciclar	Aspectos para considerar
<b>Grano de caucho reciclado (GCR)</b>	De acuerdo con la especificación 220-18 del IDU, este material debe provenir del tratamiento de llantas de camión o vehículos ligeros en desuso, a través de su trituración, pulverización o de otro proceso como el raspado de la banda de rodadura durante el reencauche.
<b>Residuos de construcción y demolición (RCD)</b>	De acuerdo con la especificación técnica 511-18 del IDU, los RCD incluyen materiales como concreto, productos de concreto, mortero y unidades de mampostería de concreto, agregados no tratados, áridos tratados con cementantes hidráulicos, unidades de mampostería de arcilla (ladrillos, tejas, materiales cerámicos), unidades de mampostería silicato cálcico, material bituminoso, vidrio, arcilla, acero metales ferrosos y no ferrosos, plástico, madera no flotante, caucho, yeso, partículas flotantes, maderas y elementos que flotan en el agua. Esta especificación establece porcentajes de uso de cada material dependiendo si se implementará en una base o subbase granular. En general, se permiten porcentajes más altos de uso para concreto, productos de concreto, mortero y unidades de mampostería de concreto, agregados no tratados y áridos tratados con cementantes hidráulicos en porcentajes de más de 65 % en masa de la fracción gruesa para bases granulares y más de 50 % en masa de la fracción gruesa para subbases granulares. Por otro lado, la especificación 511-18 del IDU también establecen porcentajes de uso de RCD, pero dirigidos a vías peatonales y ciclorrutas.

Materiales para reciclar	Aspectos para considerar
MBR ◉ RAP	Este es el material que con mayor frecuencia se menciona tanto en las especificaciones técnicas del IDU (diez especificaciones) como del Inviás (tres especificaciones). Según la especificación técnica 530-18 del IDU, se establece que el material reciclado no debe exceder el 40 % de la masa total de la mezcla. Por otro lado, tanto en la especificación 530-18 del IDU como en el artículo 462-22 del Inviás, se hace referencia al uso de agentes rejuvenecedores en caso de ser necesario.
Plásticos	De acuerdo con el artículo 812-22 del Inviás, se especifica el plástico reciclado para implementar en cercas y cerramientos con postes ecológicos en donde se use plásticos reciclados como PE (PEAD, PEBD), PP y PVC.

Fuente: elaboración propia.

## Anexo 14. Acciones de preservación y mantenimiento de las especificaciones técnicas consideradas sostenibles del IDU y del Inviás

Acciones de Preservación y mantenimiento	 IDU	 INVIAS
Riego de liga	✓	✓
Tratamientos superficiales	✓	✓
Sello de arena — asfalto	✓	✓
Lactadas asfálticas	✓	✓
Bacheo con RCD	✓	
Bacheo con MBR ◉ RAP	✓	
Bacheo con agregado siderúrgico		✓
Bacheo con mezcla asfáltica en frío	✓	✓
Parcheo con mezcla asfáltica en frío	✓	
Parcheo con MBR	✓	
Reposición parcial o total de IDEB de concreto hidráulico con RCD	✓	

Fuente: elaboración propia.

## Anexo 15. Técnicas que promueven de forma explícita la sostenibilidad (clasificación verde)

Entidad	Especificación técnica	Título
IDU	202-18	Emulsión asfáltica
	203-18	Emulsión asfáltica modificada con polímeros
	220-18	Grano de caucho reciclado para el uso en mezclas asfálticas en caliente
	413-18	Mejoramiento de la subrasante con material proveniente de la demolición de losas de concreto hidráulico
	511-18	Base y subbase granular para vías vehiculares con agregados reciclados obtenidos de residuos de construcción y demolición RCD
	513-18	Base y subbase granular para vías peatonales y ciclorrutas con agregados reciclados obtenidos de residuos de construcción y demolición RCD
	514-18	Base y subbase granular para vías vehiculares, peatonales y ciclorrutas con MBR
	530-18	Reciclaje de pavimento asfáltico para base y subbase granular mejorada con cemento asfáltico
	531-18	Reciclaje de pavimento asfáltico para base y subbase granular mejorada con emulsión asfáltica
	532-18	Reciclaje de pavimento asfáltico para base y subbase granular mejorada con asfalto espumado
	533-18	Reciclaje de pavimento asfáltico para base y subbase granular mejorada con cemento hidráulico
	622-18	Mezcla asfáltica en caliente drenante
	628-18	Mezcla asfáltica en frío densa
	629-18	Mezcla asfáltica en frío abierta
Invías	713-18	Parcheo con material de pavimento asfáltico reciclado MBR
	106-22	Aspectos ambientales
	203-22	Trasplante de árboles
	232-22	Estabilización de suelos de subrasante con geotextil
	236-22	Estabilización de la subrasante y terraplén con cal
	300-22	Disposiciones generales para la ejecución de afirmados, subbases, bases granulares y capas granulares estabilizadas
	321-22	Subbase estabilizada con una mezcla asfáltica natural
	323-22	Subbase granular con agregado siderúrgico
	341-22	Base estabilizada con una mezcla asfáltica natural
	340-22	Base estabilizada con emulsión asfáltica
	411-22	Suministro de emulsión asfáltica catiónica
	413-22	Suministro de cemento asfáltico modificado con grano de caucho reciclado
	440-22	Mezclas asfálticas en frío (abierta y densa)
	442-22	Mezcla densa en frío con asfalto natural
	453-22	Mezcla drenante
	461-22	Reciclado de pavimento asfáltico <i>in situ</i> empleando ligantes bituminosos
	462-22	Reciclado de pavimento asfáltico en planta y en caliente
	467-22	Mezclas asfálticas en caliente con cemento asfáltico modificado con grano de caucho reciclado (GCR)
	683-22	Muros de tierra estabilizada mecánicamente con geosintéticos
	801-22	Cercas y cerramientos con postes ecológicos
810-22	Protección vegetal de taludes	
820-22	Plantación de árboles	
840-22	Obras de ingeniería verde	
850-22	Geobioingeniería	

Fuente: elaboración propia.

## Anexo 16. Técnicas que no desarrollan la sostenibilidad como su tema principal, pero muestran oportunidades de implementar acciones sostenibles (clasificación amarilla)

Entidad	Especificación técnica	Título
IDU	231-18	Cal
	412-18	Mejoramiento de la subrasante con geoceldas
	710-18	Parcheos y bacheos
	711-18	Parqueo mecanizado
	731-18	Tratamiento arena-asfalto
	732-18	Tratamientos superficiales simple, doble, triple
	810-18	Concreto autocompactante
	910-18	Reposición total o parcial de losas de concreto hidráulico
Invías	200-22	Desmonte y limpieza
	201-22	Demolición y remoción
	210-22	Excavación de la explanación, canales y préstamos
	223-22	Terraplenes reforzados con geosintéticos
	231-22	Separación de suelos de subrasante y capas granulares con geotextil
	234-22	Conformación de taludes existentes
	310-22	Conformación de la calzada existente
	412-22	Suministro de aditivo mejorador de adherencia
	418-22	Fibras sintéticas de aramida y poliolefina de refuerzo para mezcla asfáltica
	430-22	Tratamientos superficiales
	432-22	Sello de arena-asfalto
	464-22	Geotextiles para repavimentación
	681-22	Gaviones y colchogaviones de malla de alambre de acero entrelazado
	802-22	Poda de árboles
812-22	Recubrimiento de taludes con malla y mortero	

Fuente: elaboración propia.

## Anexo 17. Técnicas que permiten el uso de acciones sostenibles pero que requieren el uso de especificaciones particulares (clasificación naranja)

Entidad	Especificación técnica	Título
IDU	512-18	Subbase granular para vías peatonales y ciclorrutas con agregados naturales
	620-18	Mezcla asfáltica en caliente densa, semidensa y gruesa
	621-18	Mezcla asfáltica en caliente de alto módulo
	623-18	Mezcla asfáltica en caliente abierta
	627-18	Mezcla asfáltica tibia

Fuente: elaboración propia.

## Anexo 18. Comentarios específicos sobre las categorías de Envision evaluadas bajo el marco de los requisitos mínimos de la ANI para concesiones viales

Área	Recomendaciones escenario flexible	Recomendaciones escenario estricto
Bienestar	QL1. Mejorar la calidad de vida de la comunidad: en este crédito se alcanzan todos los puntos posibles.	En este crédito no hay diferencia con el escenario flexible, por lo que se alcanza todos los créditos posibles.
	QL1.2. Mejorar la salud y la seguridad públicas: se podrían crear mecanismos o incentivos para que los contratistas cumplan los requerimientos mínimos con respecto a temas de salud y seguridad de los proyectos.	Se debe analizar hasta qué punto se pueden generar incentivos para que las mejoras en materia de salud y seguridad sean no solo para el proyecto sino para todas las comunidades que estén involucradas en el proyecto.
	QL1.3. Mejorar la seguridad durante la construcción: se podrían diseñar estrategias para garantizar que los subcontratistas mantienen un alto nivel de seguridad. Adicionalmente, se podría crear un programa de recompensas de seguridad proactivo y otras acciones para demostrar que la seguridad es fundamental en todos los niveles del contratista.	En este crédito no se alcanzan las actividades necesarias para alcanzar puntos en el escenario flexible, por lo que no se puede mejorar el escenario estricto.
	QL1.4. Minimizar el ruido y las vibraciones: se podría exigir un nivel de ruido objetivo al inicio del proyecto, teniendo en cuenta que actualmente solo se exige no superar los límites establecidos.	Se podría incluir en las especificaciones el término de "vibraciones", ya que actualmente solo se menciona el "ruido". Adicionalmente, se podría evaluar el impacto de dar incentivos para que el proyecto disminuya los niveles de ruido existentes.
	QL1.5. Minimizar la contaminación lumínica: las condiciones de este crédito son muy específicas y es necesario implementar medidas específicas para lograr algunos puntos como: i) cuantificar las necesidades lumínicas del proyecto, ii) reducir la contaminación lumínica y iii) establecer un plan de iluminación. Otras actividades son igualmente específicas y requerirían cambios en las normativas vigentes, que no son de fácil implementación.	En este crédito no se alcanzan las actividades necesarias para alcanzar puntos en el escenario flexible, por lo que no se puede mejorar el escenario estricto.
	QL1.6. Minimizar los impactos de la construcción: se podría incluir en los documentos contractuales aspectos relacionados con el tema de iluminación "molesta" o intrusiva. Además, se podría implementar y documentar algún mecanismo de retroalimentación y supervisión de rendimiento del proyecto.	Se podría incluir en las especificaciones el término de "vibraciones" y realizar esfuerzos para construir el documento de "Plan de Gestión de la Construcción", el cual es solicitado en el marco.

Área	Recomendaciones escenario flexible	Recomendaciones escenario estricto
Movilidad	QL2.1. Mejorar la movilidad y la accesibilidad de la comunidad: en este crédito se alcanzan todos los puntos posibles.	QL2.1. Se podría requerir algunos entregables y actividades específicas que se piden en el marco: i) informes que documenten los objetivos previstos para el proyecto, así como informes que describan el aumento en la capacidad de transporte o en su eficiencia, ii) documentos que demuestren la socialización con la comunidad sobre las opciones de movilidad y iii) análisis de la necesidad a largo plazo en términos de movilidad y accesibilidad.
	QL2.2. Fomentar el transporte sostenible: sería necesario promover el uso del transporte activo, compartido o masivo. Esto tendría que estar acompañado de entregables específicos que solicite el marco para alcanzar algún nivel y obtener puntos.	En este crédito no se alcanzan las actividades necesarias para alcanzar puntos en el escenario flexible, por lo que no se puede mejorar el escenario estricto.
	QL2.3. Mejorar la accesibilidad y la señalización: para obtener más puntos sería necesario incentivar la construcción de puntos de acceso público para el beneficio de la comunidad.	Para este escenario hace falta implementar lo indicado en el escenario flexible.
Comunidad	QL3.1. Promover la equidad y la justicia social: se podría solicitar una evaluación de distribución equitativa de impactos y beneficios en todas las comunidades involucradas en el proyecto, con sus entregables específicos.	En los documentos se podría especificar el término de “justicia social y equidad” para que este se emplee en las socializaciones sobre los potenciales impactos del proyecto a la comunidad de forma específica.
	QL3.2. Preservar los recursos históricos y culturales: sería necesario revisar la pertinencia de incluir normativa o aspectos que permitan alcanzar el nivel “Restaurado” en lo relacionado a recursos históricos.	QL3.2. Para este crédito se tendrían que realizar esfuerzos adicionales como: i) mapa de inventario de recursos culturales, ii) índice de recursos históricos, iii) incluir este tema en las socializaciones con la comunidad, entre otros, que no se encuentra explícitas actualmente en la normativa vigente mencionada en el contrato.
	QL3.3. Preservar las vistas y el carácter local: se tendría que analizar en cada proyecto la factibilidad de realizar la actividad de restaurar o mejorar el paisajismo de carácter local. Este es el único que no se alcanza en el escenario flexible.	QL3.2. Para alcanzar el puntaje del escenario flexible se podrían incluir aspectos o incentivos que motiven la realización de actividades tales como: i) planos e informes de identificación de elementos importantes de la zona, ii) inventario de elementos del paisaje, iii) planes de conservación del paisaje, entre otras, que no se encuentra explícitas en la normativa actual.
	QL3.4. Preservar los espacios públicos y recreativos, y sus servicios: en este crédito se alcanzan todos los puntos posibles.	QL3.4. En los procesos de participación se podrían incluir aspectos relacionados con el espacio y servicios públicos. Además, se deberían documentar adecuadamente estos espacios para presentar en los entregables del marco.

Fuente: elaboración propia.

Área	Recomendaciones escenario flexible	Recomendaciones escenario estricto
Colaboración	LD1.1. Proporcionar un liderazgo y un compromiso eficaces: en este crédito se pueden alcanzar todos los puntos posibles haciendo un esfuerzo por consolidar la información requerida para generar los entregables exigidos.	Sería necesario exigir o incentivar una política de gestión de sostenibilidad. Además, se deberían solicitar los informes de sostenibilidad, acompañados de indicadores de rendimiento, los cuales actualmente no son requeridos.
	LD1.2. Favorecer la colaboración y el trabajo en equipo: en este crédito se alcanzan todos los puntos posibles haciendo esfuerzos de consolidación de información para generar los entregables exigidos.	Con el fin de mejorar los aspectos del escenario estricto, sería necesario que el contratista aborde el tema de sostenibilidad en las reuniones del proyecto. Asimismo, sería necesario establecer una periodicidad que permita la obtención de los puntos del crédito.
	LD1.3. Favorecer la participación de las partes interesadas: en este crédito se alcanzan la mayoría de los puntos posibles, haciendo esfuerzos para consolidar la información y generar los entregables exigidos. Sin embargo, en este crédito no se podrían obtener los puntos de la actividad F que solicita incluir a las partes interesadas como socios, debido a la forma en que se estructuran los proyectos de APP.	Para este crédito sería necesario llevar a cabo ciertas actividades relacionadas con la participación de las partes interesadas del proyecto. Algunas actividades específicas que no se encuentran explícitas en los documentos contractuales son: i) realizar un ejercicio de mapeo de las partes interesadas, ii) documentar la socialización con partes interesadas, iii) registrar las reuniones del líder del proyecto con las partes interesadas y iv) documentar la retroalimentación y opiniones compartidas por las partes interesadas.
	LD1.4. Buscar las sinergias de subproductos: en este crédito no se logra cumplir con ninguna de las actividades para obtener puntos. Esto se debe a la ausencia de temas estipulados en el ámbito contractual relacionados con sinergias, reutilización de productos ni economía circular. Existe una gran oportunidad para evaluar cómo se podrían promover e incorporar estas prácticas, algunas de las cuáles cuentan con especificaciones técnicas vigentes en el país y muchas de las cuales son de uso común en proyectos de infraestructura en otros países.	En este crédito no se alcanzan las actividades necesarias para tener puntos en el escenario flexible, lo que impide mejorar el escenario estricto.
Planificación	LD2.1. Establecer un plan de gestión de la sostenibilidad: mejorar los puntos en este crédito representa una posibilidad de mejora en el país, pues se debe crear una cultura basada en adaptabilidad, flexibilidad y resiliencia de los proyectos.	En este ítem no se alcanza ningún puntaje debido a la falta de cumplimiento con una de las actividades obligatorias. Para mejorar esta situación, se podría motivar a que los contratistas realicen un organigrama definido en temas de sostenibilidad dentro de sus actividades de gestión interna.
	LD2.2. Planificar comunidades sostenibles: se podría evaluar la posibilidad de otorgar incentivos para abordar prácticas que no fomentan la sostenibilidad; por ejemplo, que mediante el desarrollo del proyecto se implementen estrategias para que las comunidades realicen un consumo de agua más responsable.	Se podría requerir el uso de índices de sostenibilidad y la evaluación de diferentes alternativas, con base en dichos indicadores. En este ítem hay entregables necesarios que no se encuentran listados de forma explícita en los documentos revisados.
	LD2.3. Planificar un seguimiento y mantenimiento a largo plazo: en este crédito se alcanzan la mayoría de los puntos posibles con esfuerzos pequeños. En este crédito existe el reto de cumplir con la actividad E que requiere de instrumentación campo, pero existe el talento humano y la tecnología para realizar este tipo de actividades actualmente en el país.	Aunque las concesiones generalmente cuentan con un plan de seguimiento y mantenimiento para las vías, éste no se exige contractualmente. Esta condición permitiría mejorar el escenario estricto.
	LD2.4. Planificar el fin de la vida útil del proyecto: en este crédito se alcanzan todos los puntos posibles.	Aunque el fin de la vida útil del proyecto se analiza en el EIA, existe una falta de especificidad en los requerimientos para cumplir con entregables específicos para este crédito. Esto incluye: i) la evaluación de oportunidades para ampliar la vida útil del proyecto, ii) una documentación robusta del impacto en los actores involucrados, iii) la estimación del costo y del valor residual del desmantelamiento, entre otros documentos requeridos por el marco.

<b>Economía</b>	LD3.1. Estimular la prosperidad económica y el desarrollo sostenible: en este crédito se alcanzan todos los puntos mediante esfuerzos para generar los entregables requeridos por el marco.	Debido a la naturaleza de los proyectos de infraestructura, los ítems de este crédito se cumplen. Sin embargo, ninguno de los entregables y análisis necesarios en el marco se encuentran especificados contractualmente.
	LD3.2. Desarrollar las habilidades y capacidades locales: para alcanzar puntos en este crédito sería necesario integrar en los proyectos la identificación de falencias en las habilidades o capacidades de la fuerza laboral local y generar programas de capacitación para subsanar dichas falencias. Adicionalmente, se podría evaluar la viabilidad de sostener programas después del proyecto, con el objetivo de beneficiar a las comunidades más desfavorecidas.	En este crédito no se logran completar las actividades necesarias para alcanzar puntaje en el escenario flexible, lo que impide mejorar el escenario estricto.
	LD3.3. Realizar una evaluación económica del ciclo de vida: este crédito requiere tener en cuenta aspectos sociales y ambientales en los análisis del costo de ciclo de vida y en el análisis costo/beneficio del proyecto. Se podrían evaluar alternativas para motivar a que los contratistas implementen este análisis en la selección de alternativas.	En este crédito no hay diferencia de puntaje entre los dos escenarios evaluados. Por lo tanto, mejorar el escenario flexible implica una mejora en el escenario estricto.

Fuente: elaboración propia.

Área	Recomendaciones escenario flexible	Recomendaciones escenario estricto
<b>Materiales</b>	RA1.1. Apoyar las prácticas de compras sostenibles: en la normativa actual no se exige la implementación de un programa de adquisición sostenible de insumos y no existen incentivos para adoptarlo de manera voluntaria.	En este crédito no se logran completar las actividades necesarias para alcanzar puntos en el escenario flexible, lo que impide mejorar el escenario estricto.
	RA1.2. Utilizar materiales reciclados: en el contexto de los proyectos de infraestructura existe normativa nacional que permite usar material reciclado en varias capas durante construcción de pavimentos. Por lo tanto, se estableció un valor de evaluación del 5%, el cual es un escenario factible y de relativa fácil implementación.	Se debe evaluar la posibilidad de implementar la obligatoriedad de usar material reciclado en los proyectos concesionados o de generar incentivos para fomentar este tipo de prácticas en los proyectos. Lo anterior, sin descuidar la calidad y generando un escenario que alcance el puntaje del crédito.
	RA1.3. Reducir los residuos durante la explotación de la infraestructura: aunque el plan de gestión de residuos está contemplado como uno de los ítems necesarios en el EIA, no está orientando a reducir los residuos y a evitar su disposición en vertederos. En cambio, se enfoca en la disposición de residuos de manera que no afecte a la comunidad del proyecto y evite la contaminación de la naturaleza en el área de interés del proyecto. Se podrían realizar modificaciones para incluir estos nuevos aspectos.	En este crédito no se logran completar las actividades necesarias para alcanzar puntos en el escenario flexible, lo que impide mejorar el escenario estricto.
	RA1.4. Reducir los residuos durante la construcción: al igual que en el crédito AR1.3., no hay requerimientos de contar con un plan orientado a evitar y reducir la generación de residuos de construcción. Adicionalmente, el porcentaje mínimo es del 25 %, lo que puede significar un reto.	En este crédito no se logran completar las actividades necesarias para alcanzar puntos en el escenario flexible, lo que impide mejorar el escenario estricto.
	RA1.5. Equilibrar el movimiento de tierras en la obra: debido a la topografía de Colombia, es común realizar este ejercicio con el fin de disminuir costos en el diseño del proyecto. Sin embargo, los documentos requeridos para obtener lo requerido en el crédito no se encuentran especificados en la normativa actual. Para este ejercicio, se supuso que el requisito se obtiene cumpliendo con la cantidad más baja en la tabla de puntos.	Aunque la implementación obligatoria de esta actividad no es sencilla debido a la variabilidad de cada proyecto, se podrían establecer incentivos para motivar a los contratistas a buscar al menos el requisito más bajo, cuando esta actividad sea factible. Además, se podría considerar que cuando este ejercicio se realice en el proyecto, se exija la entrega de los documentos correspondientes solicitados en el marco.

Área	Recomendaciones escenario flexible	Recomendaciones escenario estricto
Energía	RA2.1. Reducir el consumo energético durante la explotación: se podría analizar la opción de contar con incentivos con el fin de reducir el consumo de energía en los proyectos, una vez se hayan cuantificado los valores de referencia durante la etapa operacional.	En este crédito no se logran completar las actividades necesarias para alcanzar puntos en el escenario flexible, lo que impide mejorar el escenario estricto.
	RA2.2. Reducir el consumo energético durante la construcción: se podría incentivar la reducción del consumo de energía una vez se hayan cuantificado los valores de referencia durante la etapa de construcción.	En este crédito no se logran completar las actividades necesarias para alcanzar puntos en el escenario flexible, lo que impide mejorar el escenario estricto.
	RA2.3. Utilizar energía renovable: en este crédito el país cuenta con una gran oportunidad al aprovechar fuentes hídricas u otras fuentes de energía limpias como principal fuente de energía. Para el propósito de este ejercicio, se supuso el uso del 50% de esta fuente, como una estimación promedio. Es importante tener en cuenta que esta cifra puede variar según la ubicación del proyecto. Por lo tanto, se deben explorar opciones de generación de energía renovable en zonas que actualmente no disponen de esta fuente. Adicionalmente, sería necesario generar documentos que no están especificados en la normativa vigente.	En este escenario, se supuso un cumplimiento del 30 %, considerando la utilización de energía hídrica en diversas zonas del país. Al igual que el escenario flexible, es importante desarrollar nuevas alternativas de energía renovable para aumentar el porcentaje de cumplimiento de este crédito. Además, se podría detallar la documentación necesaria en la normativa vigente.
	RA2.4. Puesta en marcha y supervisión de los sistemas de energía: para obtener puntos en este crédito, sería necesario implementar sistemas avanzados de monitoreo de seguimiento energético.	En este crédito no se logran completar las actividades necesarias para alcanzar puntos en el escenario flexible, lo que impide mejorar el escenario estricto.
Agua	RA3.1. Preservar los recursos hídricos: el EIA incorpora los elementos necesarios para alcanzar el nivel superior de este crédito. Sin embargo, para lograr este objetivo, sería necesario realizar esfuerzos adicionales generando la documentación que no se incluye específicamente en la normativa vigente. Mejorar los resultados de este crédito puede ser retador, aunque no imposible, pues implica realizar mejoras en las cuencas hidrográficas relacionadas con el proyecto.	RA3.1. Para mejorar esta categoría sería necesario analizar la implementación de medidas para que la prevención del impacto en el uso de aguas dulces superficiales y subterráneas sea un aspecto a considerar por parte de los contratistas.
	RA3.2. Reducir el consumo de agua durante la explotación: para obtener puntos en este crédito es necesario implementar incentivos para reducir el uso de agua en la etapa operacional. Adicionalmente, se tendrían que especificar algunos entregables que no están actualmente incluidos en los documentos evaluados y que representan esfuerzos adicionales, tales como: cálculos de valores de referencia del sector, cálculos detallados de consumo y cálculos de ahorro.	RA3.2. En este crédito no se logran completar las actividades necesarias para alcanzar puntos en el escenario flexible, lo que impide mejorar el escenario estricto.
	RA3.3. Reducir el consumo de agua durante la construcción: para obtener puntos en este crédito es necesario implementar incentivos para reducir el uso de agua en la etapa de construcción. Adicionalmente, se requieren algunos entregables que no se especifican en los documentos contractuales y que representan esfuerzos adicionales, tales como: cálculos de valores de referencia del sector, cálculos detallados de consumo y cálculos de ahorro. Sin embargo, es importante destacar que en la construcción es muy difícil lograr una reducción del 100% de agua potable, por lo que no parece factible alcanzar el nivel restaurado en este ítem en el contexto actual.	RA3.3. En este crédito no se logran completar las actividades necesarias para alcanzar puntos en el escenario flexible, lo que impide mejorar el escenario estricto.
	RA3.4. Supervisar los sistemas de agua: para obtener este crédito sería necesario implementar sistemas avanzados de supervisión para el seguimiento de la cantidad y calidad de agua.	RA3.4. En este crédito no se logran completar las actividades necesarias para alcanzar puntos en el escenario flexible, lo que impide mejorar el escenario estricto.

Fuente: elaboración propia.

Área	Recomendaciones escenario flexible	Recomendaciones escenario estricto
Ubicación	<p>NW1.1. Preservar las áreas de alto valor ecológico: para alcanzar el escenario flexible sería necesario contar con documentos adicionales que no están incluidos en la documentación obligatoria vigente, tales como: planos, áreas, mapas, entre otros. Adicionalmente, alcanzar el nivel conservado en este crédito requeriría mejorar áreas de valor ecológico.</p>	<p>Se podrían motivar al contratista para incorporar la generación de documentos que permita alcanzar el escenario flexible.</p>
	<p>NW1.2. Proporcionar zonas de amortiguación de humedales y aguas superficiales: aunque las actividades generales del crédito se incluyen en el EIA y en La Política de Gestión Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE), falta especificar algunos documentos y cálculos que no se encuentran en estos documentos. Esto incluye planos, cálculos de anchuras mínimas, cálculo de tipos de amortiguación, entre otros.</p>	<p>Para alcanzar el escenario flexible sería necesario que el contratista elabore los entregables requeridos por el marco.</p>
	<p>NW1.3. Preservar los suelos de alta capacidad agrícola: al igual que en estos casos, mejorar los puntos en este crédito para alcanzar el nivel restaurado implica evaluar la factibilidad del esfuerzo adicional requerido.</p>	<p>Sería necesario que el contratista elabore los entregables requeridos por el marco para alcanzar el nivel del escenario flexible.</p>
	<p>NW1.4. Preservar los terrenos no desarrollados: este ítem es muy específico para cada proyecto y aplica cuando forma parte de proyectos de ampliación. Sin embargo, parece difícil obtener el puntaje respectivo en proyectos nuevos.</p>	<p>Sería necesario que el contratista elabore los entregables requeridos por el marco. La aplicabilidad de este ítem para alcanzar el escenario flexible dependerá del tipo de proyecto específico.</p>
Conservación	<p>NW2.2. Gestionar las aguas pluviales: para lograr alcanzar el crédito sería necesario que el contratista impulse medidas específicas con respecto al agua lluvia y a la escorrentía. Aunque la normativa actual aborda temas relacionados con escorrentía y las aguas pluviales, hace falta especificidad en medidas puntuales solicitadas por el marco.</p>	<p>En este crédito no se logran completar las actividades necesarias para obtener puntos en el escenario flexible, lo que a su vez impide mejorar el escenario estricto.</p>
	<p>NW2.4. Proteger la calidad de las aguas superficiales y subterráneas: aunque la normativa vigente aborda las actividades para alcanzar el nivel superior, se deben realizar esfuerzos adicionales para generar algunos documentos que solicita el marco. Para mejorar las puntuaciones sería necesario llevar a cabo actividades de restauración, cuya factibilidad debe ser evaluada en cada proyecto. Es importante destacar que este punto no es siempre aplicable y depende de la ubicación del proyecto.</p>	<p>Sería necesario que el contratista elabore los entregables requeridos por el marco para alcanzar el nivel del escenario flexible.</p>

Área	Recomendaciones escenario flexible	Recomendaciones escenario estricto
Ecología	NW3.1. Preservar los hábitats funcionales: los Lineamientos de Infraestructura Verde Vial (LIVV) abarcan varios de los ítems solicitados en el marco para alcanzar un nivel conservado. Sin embargo, sería necesario especificar algunos documentos que son exigidos por el marco.	Sería necesario que el contratista elabore los entregables requeridos por el marco para alcanzar el nivel del escenario flexible, los cuales actualmente no se encuentran especificados.
	NW3.2. Preservar las funciones de los humedales y las aguas superficiales: para mejorar el rendimiento de este crédito se debería analizar la implementación de incentivos u otros mecanismos, que, a través de los proyectos, contribuyan a mejorar la calidad de agua y el hábitat acuático.	Sería necesario que el contratista elabore medidas específicas y los entregables que demuestren la protección de la conexión hidrológica.
	NW3.3. Mantener las funciones de las llanuras aluviales: en la solicitud de la licencia ambiental se incluyen actividades para lograr cumplir los objetivos. Sin embargo, se deben realizar esfuerzos adicionales para producir los entregables correspondientes e implementar aspectos de cambio climático en los análisis requeridos por el marco. La factibilidad para mejorar el puntaje de este crédito requiere evaluar la complejidad y esfuerzo requeridos para realizar actividades de restauración de llanuras aluviales.	Sería necesario que el contratista elabore las medidas específicas y los entregables, especialmente en lo que respecta a los mapas solicitados por el marco.
	NW3.5. Proteger la calidad del suelo: para mejorar la puntuación de este crédito, sería necesario evaluar la factibilidad de implementar estrategias de restauración de suelos en el proyecto.	Sería necesario que el contratista elabore las medidas específicas y entregables para alcanzar el puntaje del nivel flexible.

Fuente: elaboración propia.

Área	Recomendaciones escenario flexible	Recomendaciones escenario estricto
Emisiones	CR1.1. Reducir el carbono neto incorporado: para alcanzar puntos en este crédito sería necesario implementar indicadores y cifras concretas con respecto al carbono neto generado de los materiales usados durante todo el ciclo del proyecto. En la normativa vigente este aspecto se menciona de forma general y no se dan métricas específicas para esto.	En este crédito no se logran completar las actividades necesarias para alcanzar puntaje en el escenario flexible, lo que impide mejorar el escenario estricto.
	CR1.2. Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero: este crédito dependerá de los Planes Integrales de Gestión Del Cambio Climático Sectoriales y los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales (PIGCCT). Una revisión preliminar y general muestra que estos planes no incluyen métricas o medidas específicas que sean acordes a lo que solicita el marco con respecto a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Para mejorar el puntaje de este crédito se tendría que implementar la obligatoriedad de cálculos y métricas específicas.	En este crédito no se logran completar las actividades necesarias para alcanzar puntos en el escenario flexible, lo que impide mejorar el escenario estricto.
	CR1.3. Reducir las emisiones de contaminantes del aire: aumentar el puntaje en este crédito implica establecer medidas y estrategias para el seguimiento y reducción de emisiones contaminantes. Actualmente, esto solo se exige para proyectos que tengan una fuente de emisión puntual.	En este crédito no se logran completar las actividades necesarias para alcanzar puntos en el escenario flexible, lo que impide mejorar el escenario estricto.

Área	Recomendaciones escenario flexible	Recomendaciones escenario estricto
Resiliencia	<p>CR2.1. Evitar el desarrollo inadecuado: en la normativa actual se exigen la gran mayoría de los entregables establecidos en el marco, aunque se tendrían que hacer esfuerzos adicionales para producir la documentación correspondiente. La mejora de este crédito requeriría la implementación de normas, que busquen mejorar o incluso eliminar estructuras susceptibles a daños. Según el marco estas podrían incluir aquellas que: i) estén ubicadas en pendientes mayores a 20°, ii) se encuentren en zonas con geología adversa, iii) estén ubicadas en zonas propensas a inundaciones o iv) se ubiquen en zonas costeras en riesgo.</p>	<p>En este crédito no hay diferencia de puntaje entre los dos escenarios evaluados. Por lo tanto, mejorar el escenario flexible implica una mejora en el escenario estricto.</p>
	<p>CR2.2. Evaluar la vulnerabilidad al cambio climático: existen varios documentos que garantizan el cumplimiento de los entregables específicos del marco. Sin embargo, se deben realizar esfuerzos adicionales para generar la documentación correspondiente y para incorporar la vulnerabilidad de las comunidades ante el cambio climático. Para mejorar el puntaje, se debería establecer la obligación de compartir la información sobre los hallazgos relacionados con cambio climático que sean identificados en cada proyecto.</p>	<p>Sería necesario implementar en la normativa vigente el análisis de vulnerabilidad por cambio climático de las comunidades afectada por el proyecto. Adicionalmente, se tendrían que solicitar algunos documentos en la normativa actual que son requisitos para obtener puntos en el marco.</p>
	<p>CR2.3. Evaluar los riesgos y la resiliencia: existen varios documentos que implican el cumplimiento de los requerimientos de este crédito. Sin embargo, se deben realizar esfuerzos para generar la documentación respectiva, especialmente en la elaboración de mapeos. Para mejorar el puntaje se debe establecer la probabilidad de ocurrencia como métrica en los aspectos relacionados con riesgos/amenazas. Estos riesgos/amenazas son definidos por el marco como: “acontecimientos que tienen el potencial de causar daños, ya sea naturales (riesgos) o provocados por el ser humano (amenazas)” (Institute for Sustainable Infrastructure, 2018).</p>	<p>En este crédito no se logran completar las actividades necesarias para obtener puntos en el escenario flexible, lo que impide mejorar el escenario estricto.</p>
	<p>CR2.4. Establecer objetivos y estrategias de resiliencia: sería necesario que la normativa vigente se enfoque en mejorar la resiliencia de un proyecto y su comunidad requiriendo establecer objetivos claros y cuantificables que abarquen desde los compromisos iniciales hasta los planes a largo plazo y desarrollo comunitario. Estos objetivos deben considerar y gestionar los riesgos asociados a un proyecto para mejorar su resiliencia.</p>	<p>Sería necesario que el contratista elabore las medidas específicas y los entregables para cumplir con los entregables del marco.</p>
	<p>CR2.5. Maximizar la resiliencia: los aspectos relacionados con el riesgo (misma definición mencionada en el crédito CR2.3) carecen de la especificidad requerida en la certificación. Esta falta de detalles en la normativa actual impide la inclusión de los elementos necesarios para obtener puntos en el crédito. Además, la forma habitual de abordar los temas de riesgo no contempla aspectos clave como la resiliencia, indicadores específicos, el uso de informes de sostenibilidad, entre otros, que son requisitos establecidos por el marco. Esta situación sugiere la importancia de actualizar y enriquecer la normativa actual para que se aborde de manera integral los aspectos que trata el crédito.</p>	<p>En este crédito, no se logran completar las actividades necesarias para obtener puntos en el escenario flexible, lo que a su vez impide mejorar el escenario estricto.</p>
	<p>CR2.6. Mejorar la integración de la infraestructura: para obtener mayor puntuación en este crédito sería necesario exigir la implementación de un sistema de monitoreo de datos durante la fase operacional y realizar esfuerzos para entregar la documentación solicitada por el marco.</p>	<p>Sería necesario que el contratista elabore las medidas específicas y los entregables para alcanzar el escenario flexible.</p>

Fuente: elaboración propia.



 **Universidad de los Andes**  
Colombia

Facultad de Ingeniería

 **Universidad de los Andes**  
Colombia

Centro Regional de Finanzas Sostenibles

 **Universidad de los Andes**  
Colombia

Escuela de Gobierno Alberto Lleras Camargo