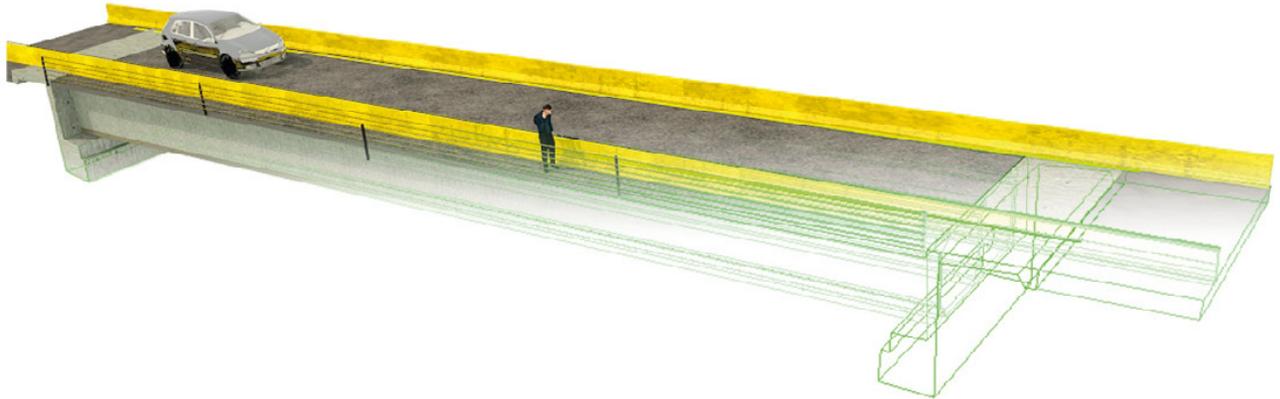


## Construcción de puentes vehiculares en vías secundarias ó terciarias



Departamento Nacional de Planeación  
Subdirección Territorial y de Inversiones Públicas



**DNP** Departamento  
Nacional  
de Planeación



**TODOS POR UN  
NUEVO PAÍS**  
PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN



**DNP** Departamento  
Nacional  
de Planeación

**Director General**

Luis Fernando Mejía Alzate

**Subdirector Territorial y de Inversión Pública**

Javier Pérez Burgos

**Subdirección Sectorial**

Alejandra Corchuelo Marmolejo (e)

**Secretario general**

Edgar Antonio Gómez Álvarez

**Director de Inversiones y Finanzas Públicas**

José Mauricio Cuestas Gómez

**Coordinador General del SGR**

Jhon Jairo González Echavarría

**Dirección de Infraestructura y Energía Sostenible**

Cesar Augusto Peñaloza Pabón

**Subdirectora de Proyectos e Información de la Inversión Pública**

Ana Yaneth González Ramírez

**Coordinadora Grupo de Estructuración**

Lina María Ramírez Arango

**Equipo de Estructuración**

Carolina Herrera Hoyos  
Carlos Julio Torres Laitón  
Diego Sebastián Vargas Ramírez  
Germán Andrés Gutiérrez Pinzón  
Jonathan Mauricio Fera Casas  
Jose Alejandro Olaya Sánchez  
Juan Pablo Ladino Bolívar  
Judith Antolinez Amaya  
Lina Paola Jiménez Ríos  
Lucas Montaña Acevedo  
Verónica Villegas Sánchez

**Grupo de Comunicaciones y Relaciones Públicas**

Wiston González del Río. Coordinador  
Liliana Johanna Olarte Ávila. Regalías  
Carmen Elisa Villamizar Camargo. Publicaciones

**Versión 2.0**

Agosto 2017



**MINTRANSPORTE**

**Ministro de Transporte**

Germán Cardona Gutierrez

**Viceministro de infraestructura**

Cesar Augusto Peñaloza Pabón

**Dirección de Infraestructura**

Mario Andres Pelaez Rojas – Director  
Rodolfo Castiblanco Bedoya – Asesor  
María Ximena Garcia Narvaez – Asesora lider PVR

BOGOTÁ, D.C., 2017

© DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN  
CALLE 26 13-19, PBX: 3815000  
BOGOTÁ, COLOMBIA

# Resumen

En este documento se presenta un **PROYECTO TIPO**, es decir, un modelo que facilita la formulación de un proyecto para la construcción de un puente vehicular, que puede ser implementado por las entidades territoriales en caso de que se cumpla con las características establecidas. Dichas características son el tipo de vía, la pendiente longitudinal y la luz a salvar de 15 m, 25 m y 35 m.

Se define como puente a la construcción que permite salvar un accidente geográfico como un río, un cañón, un valle, una carretera, un camino, una vía férrea, un cuerpo de agua o cualquier otro obstáculo físico.

Es importante tener claridad que el modelo debe ajustarse a las realidades y características propias de cada entidad territorial, y a los resultados de los estudios preliminares que deben realizarse para el adecuado uso de los diseños aquí presentados.

Este incluye un procedimiento para ejecutar este tipo de proyectos y el presupuesto estimado y se indican cuáles son los gastos asociados

a su operación y mantenimiento. Asimismo, las recomendaciones mínimas que se deben llevar a cabo antes, durante y después de la ejecución del proyecto, donde se tiene:

## 1. Estudios preliminares:

Recomendaciones topográficas, geotécnicas, hidrológicas, hidráulicas y de socavación.

## 2. Construcción y presupuestos:

Topografía de detalle, estudios geotécnicos, hidráulicos, hidrológicos y de socavación, diseños estructurales, estudios ambientales, recomendaciones del plan integral de obra – PGIO, recomendaciones de señalización, procesos constructivos, cronograma, cantidades de obra y presupuestos.

## 3. Recomendaciones de operación y mantenimiento.

**Palabras claves:** puente vehicular, vía secundaria, vía terciaria, construcción, estructuración de proyectos, proyectos de inversión.

# Contenido

	Introducción .....	6
1.	Objetivos del documento .....	8
2.	Problema por resolver .....	9
3.	Lo que dicen las normas .....	13
4.	Recursos necesarios para la Implementación del proyecto .....	16
5.	Condiciones para implementar el proyecto .....	17
6.	Alternativa propuesta .....	27
6.1	Características de la zona a intervenir .....	31
6.2	Proceso constructivo .....	31
6.3	Especificaciones generales .....	33
6.4	Interventoría y supervisión del proyecto .....	41
7.	Presupuesto y cronograma .....	43
7.1	Presupuesto de obra .....	44
7.2	Cronograma .....	46
8.	Operación y mantenimiento .....	47
	Anexos .....	49

# Glosario<sup>1</sup>

**Ancho de calzada:** Espacio libre entre barreras o bordillos.

**Ancho del andén:** Espacio despejado para uso exclusivo de peatones entre barreras o entre el bordillo y una barrera.

**Anchura de la luz de la vía acuática:** También denominada área de la luz del puente en un escenario específico y medida perpendicularmente a la dirección del flujo.

**Apoyo:** Son los elementos estructurales a través de los cuales el tablero transmite las cargas a las pilas y/o estribos.

**ASSTO LRFD:** Abreviatura de Bridge Design Construction Specifications, son especificaciones de diseño consistentes con la Norma Colombiana de Diseño de Puentes -CCP14.

**Ciclo de vida de diseño:** Periodo de tiempo en el cual se construye, desarrolla y finaliza la funcionalidad de un determinado elemento.

**Cimentación superficial:** Cimentación que reparten la fuerza transmitida por la superestructura, a través de sus elementos de apoyo sobre la superficie de terreno evaluada para esas cargas.

**Cimentación profunda:** Cimentación que deriva su capacidad de carga de la transferencia de cargas directamente al suelo o roca a cierta profundidad por debajo de la estructura mediante apoyo por punta o por contacto del fuste (adherencia o fricción), o ambas.

**Concreto Reforzado:** Concreto Estructural con no más de la cantidad mínima de acero de preesforzado o refuerzo no preesforzado.

**Estribo:** Estructura que soporta el extremo de una luz del puente y da soporte lateral al material de relleno sobre el cual descansa la carretera inmediatamente adyacente al puente.

**Esviaje:** Es el ángulo que forma el eje del estribo con el eje longitudinal del tablero. Ocurre cuando la planta del tablero no es un rectángulo.

**Gálibo:** Espacio libre horizontal o vertical limitado por las mínimas dimensiones necesarias para garantizar un flujo libre de obstáculos.

**Hidráulica:** La ciencia que se ocupa de la mecánica del comportamiento y el flujo de líquidos, especialmente en tuberías y canales.

**Isostático:** Se denomina "Puente Isostático" a aquel cuyos tableros son estáticamente independientes unos de otro y, a su vez independientes, desde el punto de vista de flexión, de los apoyos que los sostienen.

**Luz:** Cada uno de los espacios de un puente u otra estructura, comprendida entre dos apoyos.

**Pilote:** Unidad de cimentación profunda, total o parcialmente enterrada, instalada mediante procesos de hincado, perforación, taladrado, inyección u otra forma y que desarrolla su capacidad de carga a partir de las propiedades del suelo circundante o estratos de roca bajo su punta.

**Concreto postensado:** Aquel que se somete después de fraguado a esfuerzos de compresión permanentes por medio de cables de acero.

<sup>1</sup> Glosario tomado de la Norma Colombiana de Diseño de Puentes – LFRD – CCP 14



# Introducción

Bienvenido. En sus manos se encuentra un **PROYECTO TIPO** que contiene los aspectos metodológicos y técnicos para que las entidades territoriales que requieran atender un problema específico, puedan de manera ágil hacer realidad este proyecto en su territorio. Su aplicación genera dos importantes ahorros:

- Hasta el 70% de los costos calculados de pre inversión.
- Hasta cuatro meses en la formulación y estructuración.

Para la correcta y eficiente formulación, este **PROYECTO TIPO** cuenta con dos herramientas complementarias:

1. La Guía de apoyo para formular y estructurar proyectos de inversión pública y diligenciar el aplicativo MGA–Web para proyectos de inversión. Esta guía contiene los aspectos conceptuales necesarios para la formulación de un proyecto de inversión pública y puede ser consultada en la página web

<https://www.sgr.gov.co/Proyectos/MGA.aspx>

2. Los contratos y pliegos Tipo que servirán de referencia para la fase contractual y en lo referente a la adquisición de bienes y servicios. [www.colombiacompra.gov.co/manuales-guias-y-pliegos-tipo/dnp](http://www.colombiacompra.gov.co/manuales-guias-y-pliegos-tipo/dnp)

Como ayuda para facilitar la formulación del proyecto, se presenta como ejemplo anexo a este documento la MGA–Web diligenciada, la cual debe ser ajustada con los datos reales de su entidad territorial.

Este documento contiene la guía o **PROYECTO TIPO** en donde se especifican **LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES VEHICULARES**

**EN VIAS SECUNDARIAS Ó TERCIARIAS**, de acuerdo con la Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP – 2014. Se desarrollan puentes para tránsito vehicular, en el sistema de placa reforzada sobre vigas de 15 m de luz en concreto reforzado, y vigas de 25 m y 35 m con vigas en concreto postensadas. Todas las estructuras planteadas son isostáticas (vigas simplemente apoyadas), vaciadas in situ o izadas y sin esviaje de los apoyos.

El contenido de este documento le permitirá dar los primeros pasos para estructurarlo, con el fin de buscar la financiación del proyecto. Incluye:

- Identificación, análisis causal y dimensionamiento del problema.
- Recomendaciones y estudios preliminares a ejecutar por quien desarrolle el proyecto.
- Detalle técnico de la alternativa propuesta y su costo.
- El cronograma estimado para su ejecución.
- Identificación de las actividades y los recursos requeridos para el mantenimiento y operación.

Es importante que tenga en cuenta que en este documento algunos datos de entrada fueron asumidos, lo cual implica que, para su formulación e implantación, se necesitará ajustar la información a las realidades particulares de su entidad territorial.



Indica información de interés para la formulación del proyecto.



Indica información de interés para el componente técnico del proyecto.

Los datos contenidos en este documento pueden ser actualizados, tanto en sus cifras, como en las normas que aplican para su formulación. Para ello remítase a <https://proyectostipo.dnp.gov.co> con el fin de verificar si el presente documento ha sido actualizado.

# 1. Objetivos del documento

El objetivo de este documento es presentar un **PROYECTO TIPO**, que sirva a las entidades territoriales que hayan identificado dificultad en la intercomunicación terrestre de la población rural en las vías secundarias ó terciarias. Además, que hayan establecido que el problema puede solucionarse con la construcción de un puente vehicular. Se pretende:



- Dar una alternativa de solución, agilizando las tareas de formulación y diseño, generando ahorro en costos y tiempo.
- Mejorar los procesos de diseño, mediante la definición y desarrollo de los aspectos técnicos esenciales necesarios para llevar a cabo este tipo de proyectos antes, durante y después de su ejecución.
- Facilitar la estructuración del proyecto para contribuir al proceso de gestión de recursos públicos.



## 2. Problema por resolver

Este numeral identifica el problema y define los objetivos que tiene un proyecto de **CONSTRUCCIÓN DE PUENTES VEHICULARES PARA VÍAS SECUNDARIAS Ó TERCIARIAS**.

Este **PROYECTO TIPO** es una alternativa de solución desarrollada que sirve como punto de referencia para la formulación y estructuración de proyectos similares, por lo cual, previamente se debe analizar la situación particular de la entidad territorial y determinar que la inversión presentada es la más óptima y que se adecúa a las necesidades del territorio.

Por lo anterior, un municipio puede implementar el **PROYECTO TIPO** una vez realice el diagnóstico de la situación particular y defina que este proyecto es la alternativa de solución más adecuada para atender esa necesidad, garantizando que la inversión se adapte a sus características específicas.

La pregunta a contestar es la siguiente:

*¿La entidad territorial tiene la necesidad de mejorar la intercomunicación terrestre de la población rural?*



La paz requiere presencia del Estado en todas sus formas, con **VÍAS DE COMUNICACIÓN**, escuelas y hospitales, en todos los rincones de Colombia. (PND 2014-2018).

La entidad territorial presenta dificultades para la comunicación terrestre de la población, debido a que las vías se encuentran en mal estado, intransitables o con restricciones de tránsito, es decir, en la mayoría de ocasiones se habilita el paso para vehículos livianos, pero no existe paso para los vehículos de carga, dificultando el transporte de productos y personas.

La construcción de obras de paso (puentes vehiculares), se ha incrementado en los últimos años. Esto se debe a dos importantes factores: incremento de la población, que conlleva a tener una mayor producción, necesitando más infraestructura para abastecer a los consumidores, y a los desastres naturales que afectan vías y puentes en el país.

Efectos como el fenómeno de la Niña, intensifican la temporada normal de lluvias en el país. El enfriamiento del Océano Pacífico en los últimos años ha alcanzado con mayor rapidez sus niveles más bajos de temperatura, por eso sus efectos en Colombia son tan fuertes. Las exigencias actuales señalan la necesidad de construir estructuras más resistentes, funcionales y con mayor durabilidad.

El desarrollo de proyectos de puentes se ve afectado por condiciones asociadas al costo elevado que requiere la construcción de este tipo de obras. En vista que el Gobierno Nacional apunta a una inversión en obras de infraestructura vial, se hace necesario evaluar y considerar alternativas de solución de manera eficaz. En este sentido, en el proyecto de

construcción de un puente, es fundamental resolver cómo va a ser el puente, que tipo de infraestructura va a tener, que materiales se van a utilizar, el vano a vencer, el procedimiento a seguir para llevar a buen fin su construcción procurando que la estructura requiera los menores costos de materiales y construcción y la mayor durabilidad y seguridad posible.

La dificultad en la intercomunicación terrestre de la población rural de la entidad territorial existe por dos causas principales:

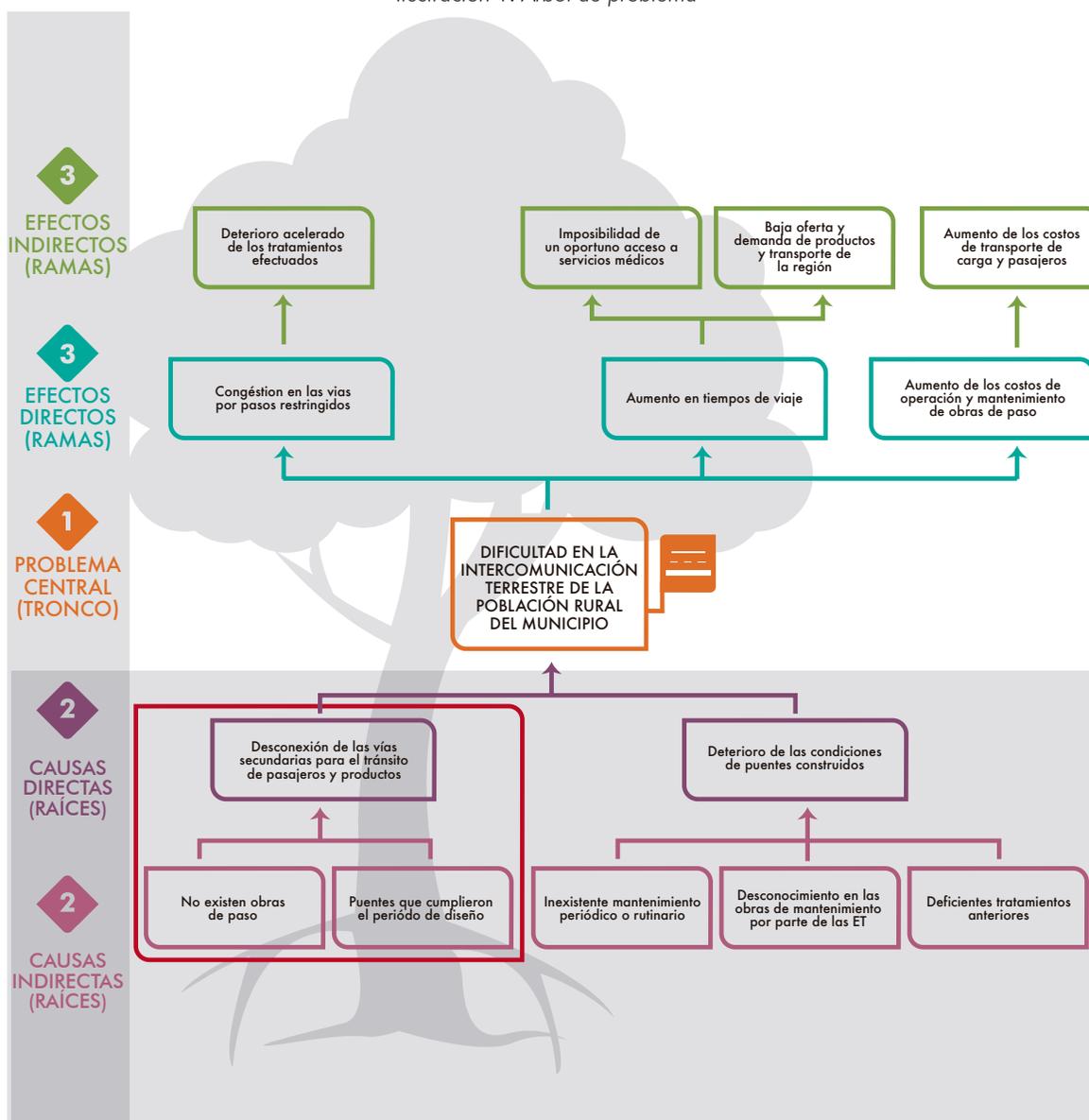
- Hay una desconexión de las vías secundarias ó terciarias para el tránsito de pasajeros y productos. Esto debido a que en los municipios del país existe una dificultad en la intercomunicación terrestre de la población, las vías se encuentran en mal estado, intransitables o con restricciones de tránsito, a que no existen obras de paso y a que los puentes existentes

cumpliran con su periodo de vida útil, es decir, en muchas ocasiones se habilita el paso para vehículos livianos pero no existe paso para los vehículos de carga, dificultando el transporte de productos propios de cada región.

- El deterioro de las condiciones de puentes construidos. Esto se da por falta de mantenimiento periódico o rutinario o por desconocimiento en las actividades de mantenimiento por parte de las entidades territoriales. También por tratamientos anteriores que no han tenido efecto en el estado de la estructura del puente.

A continuación, se presenta el árbol de problemas que identifica las posibles razones y consecuencias de la mala intercomunicación terrestre asociada a la falta de puentes vehiculares.

Ilustración 1. Árbol de problema



Causas que busca resolver este **PROYECTO TIPO**

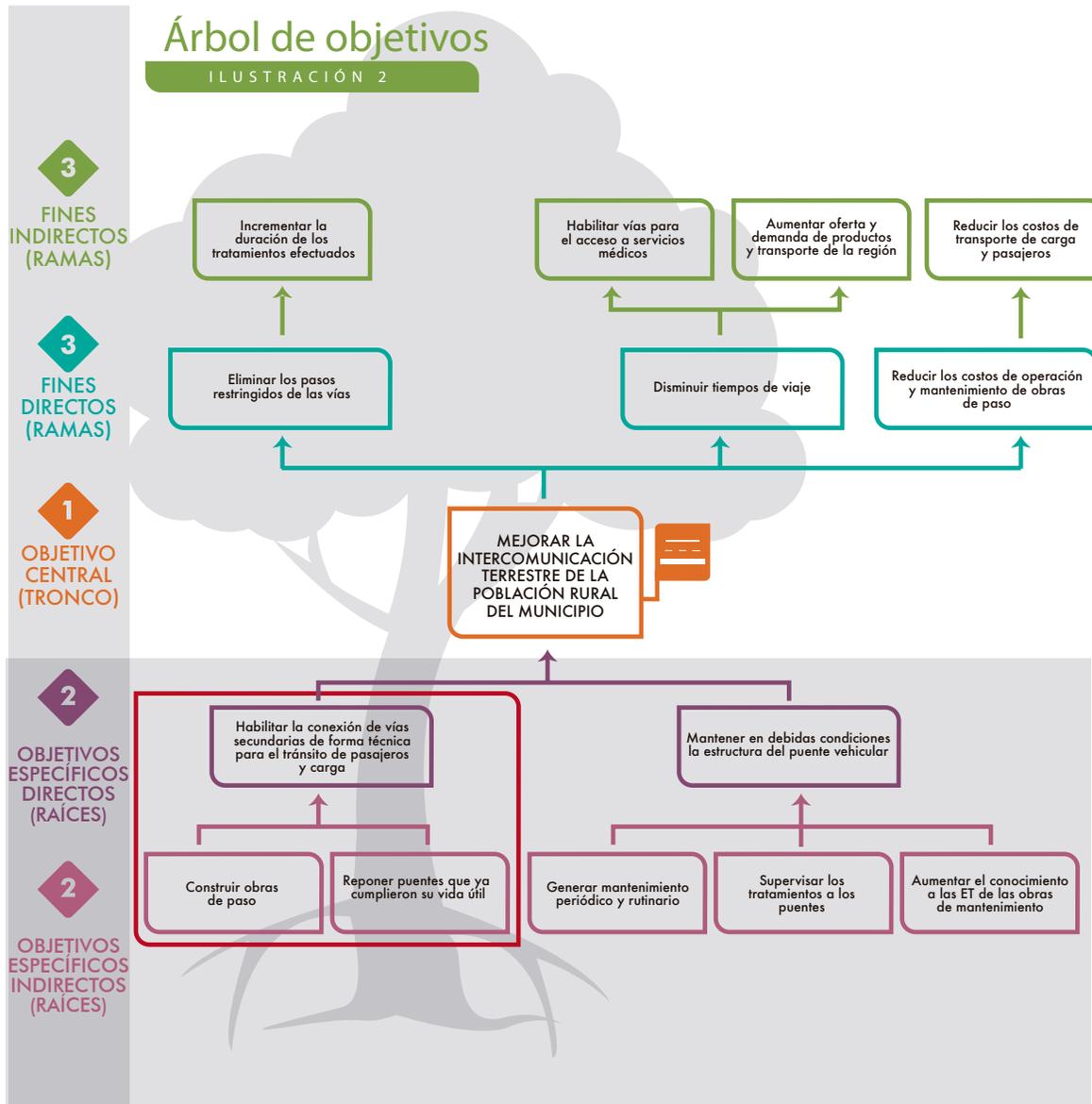
Fuente: Grupo de estructuración de proyectos

De acuerdo con lo anterior, el proyecto de construcción de puentes vehiculares para vías secundarias ó terciarias, tiene como propósito mejorar la infraestructura que permite la comunicación por vía terrestre y facilitar la integración de las regiones al permitir el desplazamiento de su población a lo largo del territorio. De esta manera se logra poner en contacto productores, distribuidores y

consumidores para mejorar el intercambio de productos.

Teniendo claridad que esta es una necesidad en su entidad territorial, el siguiente paso es conocer y entender la solución propuesta en este **PROYECTO TIPO**, la cual empieza por analizar el árbol de objetivos.

Ilustración 2. Árbol de objetivos



Causas impactadas con la implementación de este PROYECTO TIPO

Fuente: Grupo de estructuración de proyectos

## 3. Lo que dicen las normas



Este **PROYECTO TIPO** está diseñado cumpliendo con las normas que le son aplicables.

A manera de información, se presenta a continuación el marco normativo relevante para este **PROYECTO TIPO**:

El desarrollo de proyectos que promueven la infraestructura del transporte en las vías secundarias y terciarias está bajo la vigilancia y control del Estado. La infraestructura de transporte está integrada, entre otros, por los puentes vehiculares. Estos materializan, junto con otras obras, el interés general previsto en la Constitución Política para el desarrollo y crecimiento económico del país, integrando a las zonas de producción con las zonas de consumo.

### CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA.

“ARTICULO 1. Colombia es un Estado social de derecho, organizado en forma de República unitaria, descentralizada, con autonomía de sus entidades territoriales, democrática, participativa y pluralista, fundada en el respeto de la dignidad humana, en el trabajo y la solidaridad de las personas que la integran y en la prevalencia del interés general.”

“ARTICULO 2. Son fines esenciales del Estado: servir a la comunidad, promover la prosperidad general y garantizar la efectividad de los principios, derechos y deberes consagrados en la Constitución; facilitar la participación de todos en las decisiones que los afectan y en la vida económica, política,

administrativa y cultural de la Nación; defender la independencia nacional, mantener la integridad territorial y asegurar la convivencia pacífica y la vigencia de un orden justo.

Las autoridades de la República están instituidas para proteger a todas las personas residentes en Colombia, en su vida, honra, bienes, creencias, y demás derechos y libertades, y para asegurar el cumplimiento de los deberes sociales del Estado y de los particulares.”

“ARTÍCULO 63. Los bienes de uso público, los parques naturales, las tierras comunales de grupos étnicos, las tierras de resguardo, el patrimonio arqueológico de la Nación y los demás bienes que determine la ley, son inalienables, imprescriptibles e inembargables.”

“ARTÍCULO 82. Es deber del Estado velar por la protección de la integridad del espacio público y por su destinación al uso común, el cual prevalece sobre el interés particular.”

En cuanto al Plan Nacional de Desarrollo – PND 2014-2018 “Todos por un Nuevo País”, como una estrategia para disminuir la inequidad regional, el sector transporte focalizará sus esfuerzos en el apoyo a las entidades territoriales en proyectos de mantenimiento y rehabilitación de la red secundaria y terciaria. Para ello, se fortalecerán los mecanismos de gestión como el Contrato Plan y el programa Caminos de Prosperidad.

Se deberá verificar si su ente territorial tiene la competencia sobre la vía escogida, o

corresponde a un departamento o al INVIAS.

## CÓDIGO CIVIL.

### TÍTULO III. DE LOS BIENES DE LA UNIÓN.

ARTÍCULO 674. BIENES PÚBLICOS Y DE USO PÚBLICO. Se llaman bienes de la unión aquéllos cuyo dominio pertenece a la República.

Si además su uso pertenece a todos los habitantes de un territorio, como el de calles, plazas, puentes y caminos, se llaman bienes de la Unión de uso público o bienes públicos del territorio.

Los bienes de la Unión cuyo uso no pertenece generalmente a los habitantes, se llaman bienes de la Unión o bienes fiscales.

LA LEY 9 DE 1989 “Por la cual se dictan normas sobre planes de desarrollo municipal, compraventa y expropiación de bienes y se dictan otras disposiciones”.

ARTÍCULO 7°. Establece que los municipios podrán crear entidades responsables de administrar, desarrollar, mantener y apoyar financieramente el espacio público, así como también podrán contratar con entidades privadas la administración, mantenimiento y aprovechamiento económico de los bienes de uso público.

ARTÍCULO 38°. “Las entidades públicas no podrán dar en comodato sus inmuebles sino únicamente a otras entidades públicas, sindicatos, cooperativas, asociaciones y fundaciones que no repartan utilidades entre sus asociados o fundadores ni adjudiquen sus activos en el momento de su liquidación a los mismos, juntas de acción comunal, fondos de empleados y las demás que puedan asimilarse a las anteriores, y por un término máximo de cinco (5) años, renovables.”

El Gobierno Nacional, a través del Ministerio de Transporte y sus entidades adscritas, como

el Instituto Nacional de Vías (INVIAS), ha adelantado la estructuración e implementación de proyectos de infraestructura vial de la red secundaria y terciaria. Estos proyectos están orientados a integrar las regiones, fortalecer los corredores de comercio y a la consolidación de una red de transporte articulada.

Es importante evaluar las competencias definidas en el sector, las cuales están determinadas en la Ley 715 de 2001, de acuerdo con los diferentes niveles de gobierno. En adelante, se nombran cada una de las competencias de la Nación, departamento, municipio, Ministerio de transporte y su entidad adscrita a este como es el caso del INVIAS.

A continuación, se describen de manera general las competencias más importantes de acuerdo con el alcance administrativo, en el caso de este proyecto.

La ley 715 de 2001, dentro de las políticas dictadas para la Nación, ordena “Formular políticas y objetivos de desarrollo estableciendo las prioridades de conservación y construcción de infraestructura, controlar, regular y vigilar la prestación del servicio, verificando las condiciones de seguridad, comodidad y accesibilidad, velar y vigilar la prestación del servicio, verificando las condiciones de seguridad, comodidad y accesibilidad, y velar por la infraestructura de transporte que integre las zonas de producción con las de consumo, y las que conecten al país con el exterior.”

Así mismo, la anterior Ley, en el ARTÍCULO 74.8 promueve “Adelantar la construcción y la conservación de todos los componentes de la infraestructura de transporte que les corresponda” dentro de las competencias para el Departamento, y en el ARTÍCULO 76.4.1. dicta “Construir y conservar la infraestructura municipal de transporte, las vías urbanas, suburbanas, veredales y aquellas que sean propiedad del municipio, las instalaciones portuarias, fluviales y marítimas, los aeropuertos y los terminales de transporte

terrestre, en la medida que sean de su propiedad o cuando éstos le sean transferidos directa o indirectamente”, como competencia del municipio.

El Decreto 1682 de 2013, dentro de las políticas dictadas para la Nación, ordena “Por la cual se adoptan medidas y disposiciones para los proyectos de infraestructura de transporte y se conceden facultades extraordinarias”, y en el ARTICULO 5, dicta: “Las acciones de planificación, ejecución, mantenimiento, mejoramiento y rehabilitación de los proyectos y obras de infraestructura del transporte materializan el interés general previsto en la Constitución Política al fomentar el desarrollo y crecimiento económico del país; su competitividad internacional; la integración del Territorio Nacional, y el disfrute de los derechos de las personas y constituye un elemento de la soberanía y seguridad del Estado. En razón de ello, el desarrollo de las acciones antes indicadas constituye una función pública que se ejerce a través de las entidades y organismos competentes del orden nacional, departamental, municipal o distrital, directamente o con la participación de los particulares”.

Para el caso específico de puentes, se actualizó en el año 2015 la Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP-2014, esto considerando que desde 1996 se han producido avances en las técnicas y tecnologías para la evaluación, diseño, construcción y mantenimiento de puentes para carreteras. Igualmente, se ha generado mejoramiento

en los diversos equipos de construcción, así como en la metodología para el control de calidad de las obras viales. Por lo anterior fue necesario actualizar la norma con el fin de proveer los requisitos mínimos para lograr un diseño seguro y funcional de puentes y demás estructuras viales considerando los efectos de mayores cargas y de sismos.

Si bien el CCP-14 especifica que el tipo de puentes aquí detallado no requiere un análisis sísmico<sup>1</sup>, es importante hacer claridad que la metodología sísmica que el código implementa para este tipo de infraestructura y sus estructuras complementarias, estipula para cualquier coordenada geográfica de forma detallada los valores no redondeados del coeficiente de aceleración pico efectiva (PGA) y de los coeficiente de aceleración de respuesta espectral horizontal para periodos cortos y largos (S<sub>s</sub> y S<sub>1</sub> respectivamente), análisis desarrollados bajo una probabilidades del 7% con excedencia en 75 años, es decir, aproximadamente 1000 años de periodo de retorno.

Para poder contar en detalle con las coordenadas geográficas en todo el territorio nacional la Asociación de Ingeniería Sísmica (AIS) ha dispuesto de medios electrónicos para la consulta apropiada de los coeficientes de diseño por parte de los profesionales interesados en el siguiente link <http://190.25.172.175:8000/ais-2014/ais.html> como lo especifica la norma (CCP-14) en su numeral 3.10.2.1 puntualmente en el comentario C3.10.2.1.

<sup>1</sup> Ver numeral 4.7.4.2 - Puentes de una sola luz de la Norma Colombiana de Diseño de Puentes (CCP-14) puntualmente la Tabla 4.7.4.3.1-1 Requisitos mínimos de análisis para efectos sísmicos.

## 4. Recursos necesarios para la implementación del proyecto



Teniendo claridad sobre el problema a solucionar y las normas que aplican al proyecto, la siguiente pregunta que debe hacerse es:

¿Mi entidad territorial tiene los recursos necesarios para construir un puente vehicular para una vía secundaria ó terciaria?

Las entidades territoriales cuentan con diversas fuentes de financiación como el Presupuesto General de la Nación (PGN), el Sistema General de Regalías (SGR), el Sistema General de Participaciones (SGP), líneas de redescuento con tasa compensando de la Financiera de Desarrollo Territorial (FINDETER), Departamento de la Prosperidad Social (DPS) y rentas propias. Todas estas fuentes deben ser consultadas, identificando los recursos que pueden financiar el proyecto y los requisitos a cumplir para tener acceso a cada una de ellas.

Conozca cuál es el alcance del proyecto y sus objetivos, con el fin de tener una descripción técnica de la solución para luego tener un presupuesto del mismo.

El proyecto cuenta con tres capítulos principales que deben ser financiados:

- **Preinversión:** el **PROYECTO TIPO**, al definir los aspectos técnicos requeridos para su implementación, genera un ahorro en los costos correspondientes a preinversión. Sin embargo, en este capítulo se deben destinar recursos para estudios de suelos, topografía, socialización del proyecto, licencias ambientales, estudios de tránsito, estudios hidráulicos e hidrológicos, estudios

geotécnicos, estudios de socavación para definir el nivel de apoyo de la cimentación (cota de fundación) y otros.

- **Ejecución:** El capítulo incluye la construcción de puentes vehiculares para vías secundarias ó terciarias. El valor aproximado del puente se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 1. Valor aproximado de la ejecución

Longitud del puente (m)	Valor promedio millones (pesos de 2017)
15	539
25	750
35	985

Fuente: Integral S.A.

- **Operación y Mantenimiento:** el capítulo incluye la operación y mantenimiento de puentes vehiculares para vías secundarias ó terciarias. El valor aproximado del puente se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 2. Valor aproximado de operación y mantenimiento

Longitud del puente (m)	Valor promedio millones (pesos de 2017)
15	4,71
25	5,32
35	5,97

Fuente: Integral S.A.



## 5. Condiciones para implementar el proyecto



La estructura está conformada por puentes de una calzada bidireccional, la cual podrá tener una de las configuraciones mostradas a continuación:

- 15 m con vigas en concreto reforzado.
- 25 m con vigas en concreto postensadas.
- 35 m con vigas en concreto postensadas.

La estructura podrá proyectarse con fundaciones superficiales y/o profundas, de acuerdo a las condiciones geotécnicas propias del sitio del paso vehicular.

El puente será simplemente apoyado. El diseño contempla una estructura recta en planta y con

pendiente longitudinal igual o inferior a 8%.

La superestructura está conformada por un tablero en concreto reforzado sobre vigas reforzadas o postensadas, dependiendo de la longitud a implementar. El ancho del tablero es de 11 m, conformado por carriles de 3,65 m, bermas de 1,00 m, un andén a un costado para el paso peatonal y en el otro costado una barrera vehicular.

La subestructura está conformada por dos apoyos extremos. Los apoyos extremos corresponden a pilotes vinculados en el extremo superior por una viga cabezal que recibe las cargas de la superestructura, o a estribos superficiales.

El prototipo de diseño tuvo en cuenta las consideraciones que se presentan a continuación.

Tabla 3. Criterios para la implementación del prototipo de diseño

Aspecto	Detalle	Requisito
Tipo de Vía	En afirmado, pavimento rígido, flexible o Placa Huella	Secundaria o Terciaria
Estado	Transitabilidad	Suspendida o restringida
Pendiente Longitudinal	Inclinación del tramo vial	≤ 8%
Dimensión	Obstáculos a salvar	Debe acomodarse a las tres opciones de luz planteadas 15 m, 25 m y 35 m.
	Ancho de calzada	11m
Suelos	Perfil de Suelo	Tipo A, B, C, D y E
Carga Viva	CCP-14	
Velocidad de Diseño	Velocidad máxima	60km/h

Es importante que tenga en cuenta que dentro de este documento algunos datos fueron asumidos por los especialistas en las diferentes áreas de diseño. Esto implica que, para la

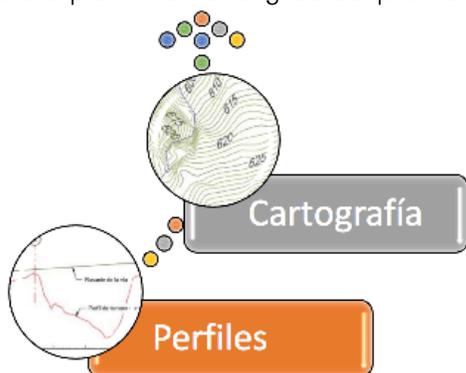
formulación de un proyecto como este, se debe ajustar la información con la realidad correspondiente a cada entidad territorial.

## 5.1 ¿Qué se debe conocer o hacer para cumplir con los criterios?

Antes de proceder con el diseño del **PROYECTO TIPO** de puente vehicular, es indispensable adelantar estudios básicos que permitan conocer plenamente la zona. El estructurador deberá informarse de todas las dificultades y bondades de la zona antes de definir el emplazamiento del puente. Este emplazamiento deberá ser producto de un estudio comparativo de varias alternativas, y para verificar que las condiciones para la utilización de este estandarizado se cumplan, es conveniente realizar lo siguiente:

- Levantamiento topográfico: consiste en determinar la localización general, ubicar la zona destinada para la construcción, identificar el área (m<sup>2</sup>), la pendiente longitudinal (%), linderos y demás información detallada en el CCP-14. Dentro de la ubicación es importante que la localización más favorable del puente se ajuste a las condiciones creadas por el obstáculo salvado, faciliten el diseño, construcción, operación, inspección y mantenimiento.

Como resultado del levantamiento se debe obtener como mínimo: la cartografía, el perfil y la topografía de la superficie del terreno y a partir de estos datos, se podrá establecer de manera preliminar la longitud del puente.

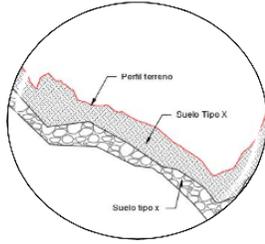


- Estudio de suelos: se deberá realizar una investigación del subsuelo, incluyendo perforaciones y ensayos, con el objetivo de proporcionar información pertinente y suficiente para el diseño de la subestructura. Debe considerarse el tipo y el costo de las cimentaciones en los estudios económicos para la selección de alternativas del puente y su localización y demás información detallada en el CCP-14.

Como mínimo, el programa de exploración y pruebas del subsuelo debe obtener información adecuada para analizar la estabilidad y asentamiento de la cimentación con respecto a:

- Formaciones geológicas presentes.
- Ubicación y espesor de las unidades de suelo y roca.
- Propiedades ingenieriles de las unidades de suelo y roca, como peso unitario, resistencia al corte y compresibilidad.
- Condiciones del agua subterránea.
- Consideraciones locales, por ejemplo, depósitos de suelos licuables, expansivos o dispersivos, cavidades subterráneas producidas por soluciones producto de erosión ambiental o por actividad minera, o potencial de inestabilidad del talud.

Como resultado del estudio de suelos se podrá definir las cotas de fundación de las cimentaciones y el tipo de cimentación a implementar, que podrá ser superficial o profunda, dependiendo de las cargas y la capacidad de soporte del terreno.



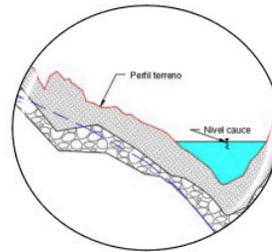
Según el CCP-14 se cuenta con una clasificación de los tipos de suelo de la A a la F.

Si la estructura está en un suelo tipo F estos diseños típicos no aplican y se debe realizar los estudios y diseños detallados, o en tal caso redefinir la ubicación del puente.

- Estudios Hidráulicos e Hidrológicos: Este estudio debe proveer datos de caudal de crecientes máximas extraordinarias, crecientes ordinarias y verano. Es requerido complementar con los niveles que alcanza el río, las zonas de inundación y la dirección de la corriente durante las crecientes y demás información detallada en el CCP-14.

En el estudio se debe incluir el análisis de socavación, identificando los niveles de socavación general y local, así como el cono de socavación.

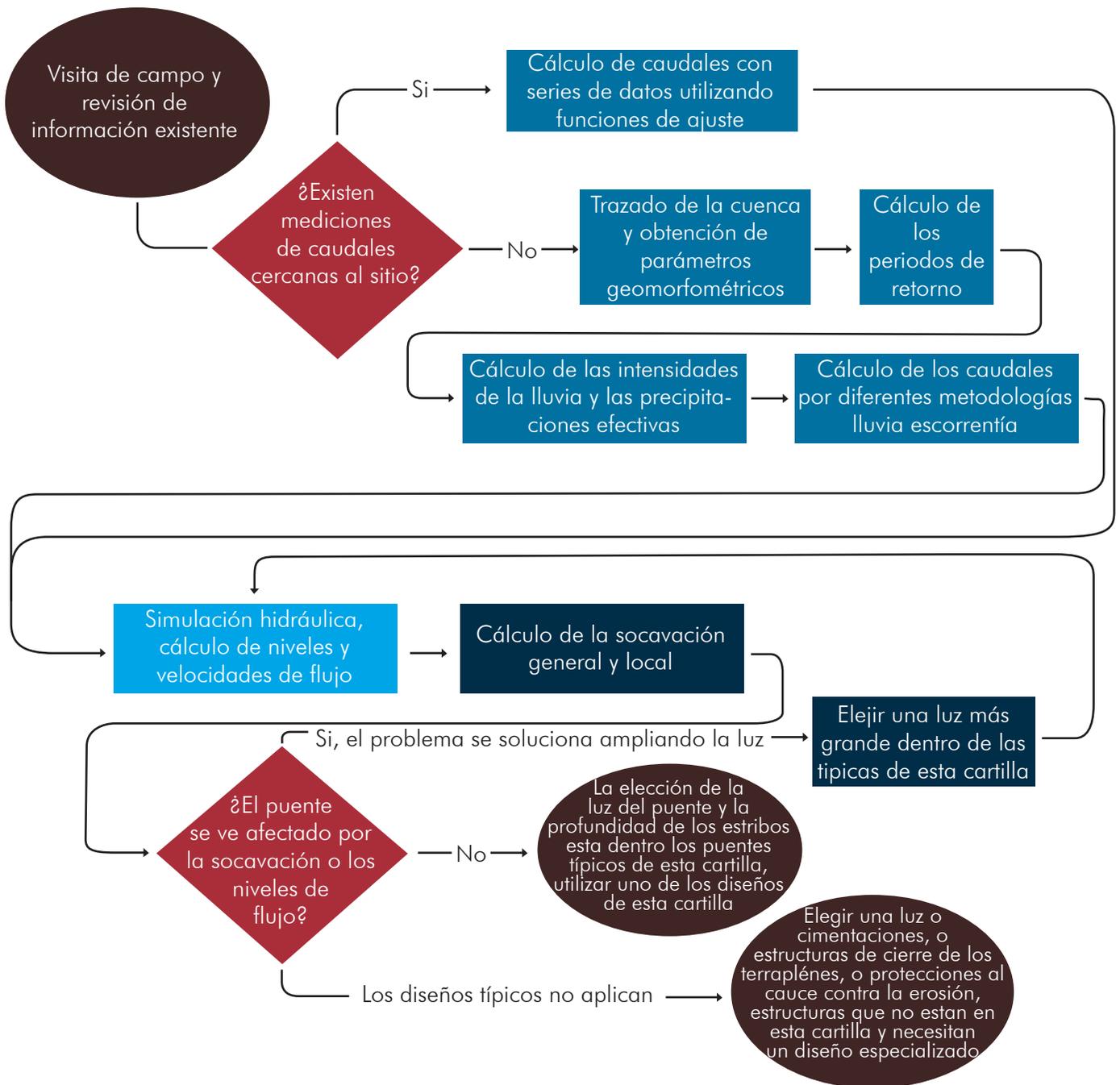
Como resultado de los estudios hidráulicos e hidrológicos se podrá definir el gálibo del puente y la localización de los apoyos del mismo para garantizar la integridad de la fundación y evitar fenómenos de socavación. Estos aspectos tendrán vital importancia para la definición de la luz del puente.



Los apoyos del puente deben ubicarse por fuera del área de afectación de la socavación.

El gálibo mínimo vertical a respetar es de 2,00 m

Ilustración 3 . Proceso de realización de estudios hidráulicos e hidrológicos



Fuente: Integral S.A

- Estudios de tránsito: Son requeridos para determinar el volumen y el tipo de tránsito que se movilizará por el puente, además es importante para el estudio de la factibilidad económica del proyecto.
- Estudios ambientales: Es necesario identificar si la obra hace parte de un proyecto de mayor

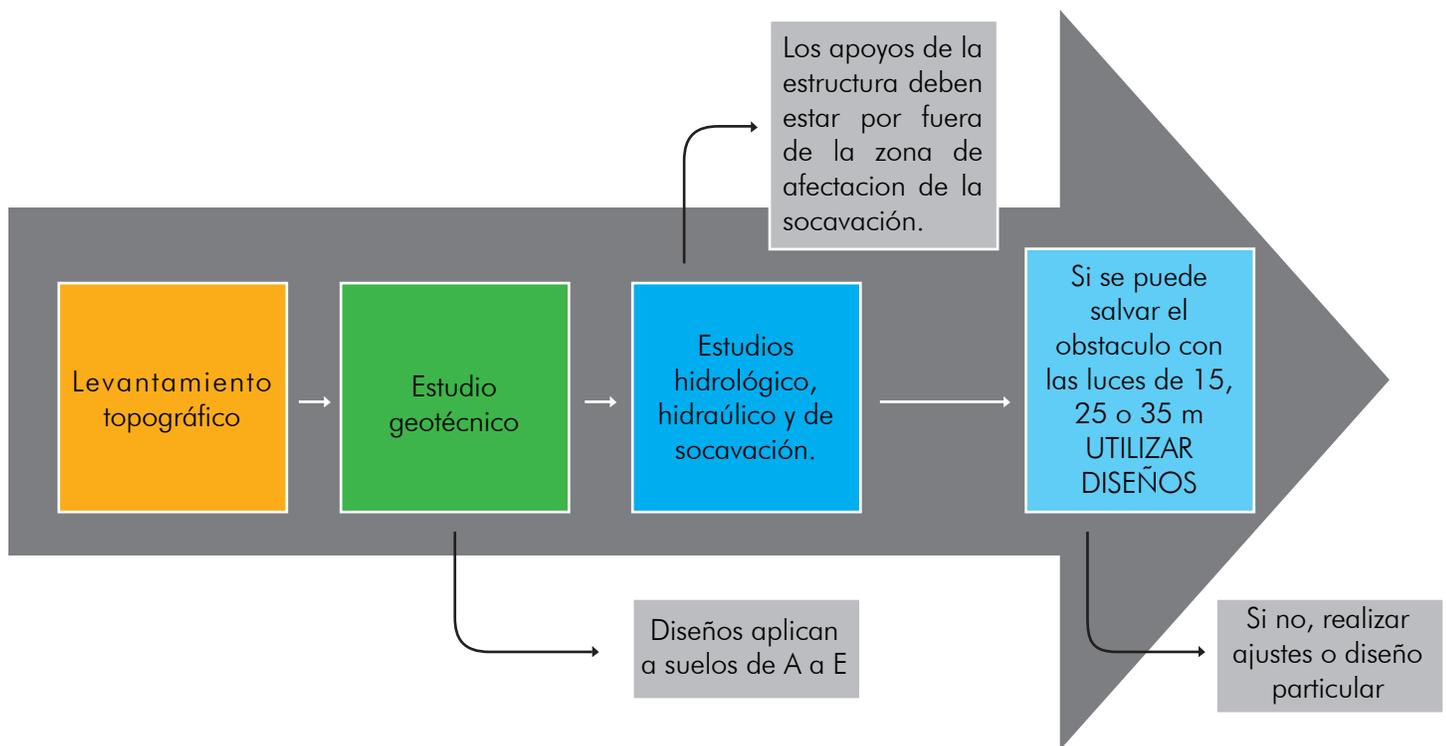
alcance, está en un área restringida o de comunidades indígenas y en tal caso identificar las acciones ambientales y sociales establecidas por la ley. Asimismo, reglamentar los permisos de uso de suelo y otros que se puedan requerir por las entidades gubernamentales o ambientales encargadas en cada sector.

## 5.2 ¿Se cumple con las condiciones de implementación?

En caso de cumplir con las condiciones para la implementación del prototipo de diseño, se debe adecuar el proyecto a la realidad de la entidad territorial. Para ello se debe disponer de

un profesional que se encargue de implementar el prototipo de diseño en el sitio donde se pretende salvar el obstáculo con la construcción del puente.

Ilustración 4 . Resumen paso a paso para la implementación del proyecto tipo



Fuente: Integral S.A

En caso de no cumplir con algún aspecto, se debe considerar que para realizar la implementación es necesario hacer los ajustes correspondientes al prototipo de diseño según corresponda. Si es el caso del prototipo, será necesario realizar los ajustes a los diseños estructurales (manteniendo la sección transversal y condiciones definidas en este estandarizado); estos procedimientos deben ser realizados por un profesional en ingeniería civil con matrícula profesional vigente, con especialización en estructuras y con más de 5 años de experiencia específica. Las adaptaciones realizadas deberán quedar plasmadas en los documentos del proyecto.

En caso que el prototipo de diseño definitivamente no se adecue a las condiciones de la entidad territorial, pero se mantenga la problemática planteada y se considere que un puente vehicular aporta a la solución, se deberán considerar las actividades, estudios y diseños que se presentan en el CCP-14.

Es importante tener en cuenta que, si existen condiciones extremas de relieve, actividad geológica evidente o teórica, problemas permanentes de inestabilidad de taludes y terraplenes o de cauces naturales de agua en la vía, no se debe implementar el proyecto tipo.

## 5.3 ¿Qué estudios se necesitan para el proceso de implementación?

Aunque contar con un proyecto tipo como este representa un adelanto muy significativo en el proceso de estructuración para la construcción de la infraestructura requerida, de ninguna manera se puede afirmar que la fase de estructuración desaparece del ciclo de proyecto. En cambio, cuando se implementa un proyecto tipo, es fundamental un proceso final de validación y ajustes.

Los estudios anteriormente mencionados no solo se requieren para validar los requisitos de la zona escogida, sino que además son insumos importantes para esta fase final previa a la construcción del proyecto. No es posible validar o ajustar los diseños que se presentan en este proyecto tipo sin los correspondientes estudios técnicos de factibilidad.

Así, los estudios básicos que se requieren para llevar a cabo el proceso final de la estructuración y proceder a la implantación son los siguientes:

### Levantamiento Topográfico

El topógrafo iniciará su estudio teniendo en cuenta los tipos de puentes (luces a salvar) propuestos. En caso que los resultados de su

levantamiento establezcan una luz diferente a las establecidas en el proyecto tipo, deberá realizar la recomendación para el ajuste topográfico de la misma.

El levantamiento topográfico debe realizarse en el área donde se va a desarrollar el proyecto de construcción de acuerdo al anteproyecto geométrico avalado. El documento debe contener los puntos mínimos citados con anterioridad y demás información exigida en el CCP-14.

### Estudio de suelos

El ingeniero de suelos o geotecnista iniciará su estudio teniendo en cuenta los tipos de cimentaciones propuestos. En caso que los resultados de los ensayos establezcan una cimentación diferente a la establecida en el proyecto tipo, deberá realizar la recomendación para el ajuste estructural de la misma.

El estudio de suelos debe realizarse en el área donde se va a desarrollar el proyecto de construcción de acuerdo al anteproyecto geométrico avalado. El documento debe contener los puntos mínimos citados con

anterioridad y demás información exigida en el CCP-14.

#### Estudio Hidráulicos e Hidrológicos

El ingeniero hidráulico o hidrólogo iniciará su estudio teniendo en cuenta los levantamientos topográficos que determinaran el posible galibo a salvar así como la posible área de afectación de socavación. En caso que los resultados de los ensayos establezcan un galibo menor al permitido o que el área de afectación de

la socavación varíe la disposición estructural establecida en el proyecto tipo, deberá realizar la recomendación para el ajuste estructural de la misma.

El estudio hidráulico e hidrológico debe realizarse en el área donde se va a desarrollar el proyecto de construcción de acuerdo al anteproyecto geométrico avalado. El documento debe contener los puntos mínimos citados con anterioridad y demás información exigida en el CCP-14.

## 5.4 ¿Qué diseños se deben validar o ajustar en el proceso de implementación?

Este proyecto tipo es una alternativa de solución planteada en una alta etapa de desarrollo, que servirá como punto de partida y referencia para la estructuración de proyectos con estas características, por lo cual, previamente a la puesta en campo del diseño propuesto, se debe analizar la situación particular de la entidad territorial y determinar que la inversión presentada es la más óptima y que se adecúa totalmente a las necesidades del territorio.

Por lo anterior, un municipio puede implementar un proyecto tipo como este, una vez realice el diagnóstico de la situación particular (estudios previos) y defina que este proyecto es la alternativa de solución más adecuada para atender esa necesidad, garantizando que la inversión se adapte a sus características específicas.

Una vez se han realizado estas consideraciones previas, el proceso de implementación comenzará con la validación de los siguientes diseños a las condiciones particulares de su entidad territorial.

#### Localización proyecto y fuente de materiales

La localización del predio y la localización proyectada para el puente vehicular a construir deben soportarse con planos que representen norte, escala, cuadrícula de coordenadas, abscisados con detalle de puntos de inicio, puntos de referencia y amarre utilizados, cuadro de convenciones, rótulos, hitos especiales (redes, quebradas, etc.), perfiles de terreno, cuadro de convenciones, ubicación de obras de drenaje existentes.

Los planos deben estar debidamente firmados por el profesional o técnico encargado de su elaboración y se debe entregar en medio físico y en medio digital (formato de archivo drawing — dwg<sup>2</sup>) junto con copia de las carteras topográficas.

#### Diseño Geométrico y de tránsito

El diseño geométrico debe ser validado para que el desarrollo del puente vehicular este acorde a las condiciones de la vía, este debe

<sup>2</sup> El formato de archivo .dwg es uno de los formatos de datos de diseño más usados y se puede encontrar en casi cualquier entorno de diseño.

caracterizarse entre 10 metros a 20 metros antes y después del paso vehicular con la idea de garantizar la correcta unión con la vía y la debida disposición de losas de aproximación señalización reductores de velocidad entre otros.

De la misma manera presentar los requeridos para determinar el volumen de tránsito que utilizará el puente para determinar si este se encuentra en capacidad de soportar las cargas impuestas.

### Diseño Hidráulicos e Hidrológicos

Los productos del estudio del diseño Hidráulicos e Hidrológicos serán:

- Diseño de drenaje en la superestructura y subestructura
- Estimación de áreas de afectación de socavación
- Estimación de niveles máximos de agua y gálibos a salvar
- Cuadro de cantidades y memorias de cálculo
- Plantas, cortes, detalles, especificaciones técnicas, indicando cotas, diámetros, etc.

### Diseño estructural

Los aspectos a considerar para la realización del diseño estructural son:

- Descripción básica
- Materiales
- Código y especificaciones técnicas
- Consideraciones de diseño – Correlación con los planos del estudio de suelos
- Hipótesis de carga
- Parámetros geométricos
- Parámetros sísmicos de diseño
- Procedimiento de diseño de elementos
- Datos de entrada
- Diseños detallados de la subestructura y la superestructura
- Planos con cuadro de cantidades y

memorias de cálculo, plantas, cortes, detalles y despieces.

El ejercicio de validación consiste en verificar si en el diseño se aplican los criterios de diseño básicos, de acuerdo a lo indicado en la norma CCP-14.

### Elaboración de presupuestos, análisis de precios unitarios (APU), programa de obra, memoria de cálculo de cantidades de obra

Los productos de este proceso serán:

- Detalle de cada APU (Análisis de Precios Unitarios) del presupuesto
- Detalle de porcentaje de Administración, Imprevistos y Utilidades (AIU)
- Detalle de presupuesto de interventoría y factor multiplicador — se recomienda considerar un mes adicional en el presupuesto de interventoría y de supervisión para las actividades de recibo de obra y liquidación —
- Cronograma de obra
- Proceso constructivo
- Especificaciones generales y particulares de construcción
- Elaboración y estructuración del proyecto con base en los requerimientos de la fuente de financiación a escoger.

### Plan de manejo ambiental

Este plan deberá establecer de manera detallada, las acciones que se implementarán para prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales que se causen por el desarrollo del proyecto, obra o actividad:

- Descripción del proyecto, definición de objetivos y alcance del PMA, localización, uso de la infraestructura, proceso constructivo, área de influencia de la obra y condiciones ambientales consideradas en el POT local.
- Medidas de manejo ambiental previstas, con el respectivo marco legal, la evaluación de impacto ambiental de cada actividad y sus medidas de mitigación.

- Plan de salud ocupacional y seguridad industrial del personal de obra.
- Plan de gestión social para aplicar en las comunidades del área de influencia del proyecto.
- Formatos de control mensual del PMA.
- Documentación legal aplicable al proyecto como: (1) la Certificación de existencia de canteras u otras fuentes de materiales para el proyecto indicando lo siguiente: nombre de la cantera, ubicación, productos que ofrece y disponibilidad, descripción del proceso que realiza, permisos mineros y ambientales, precios y datos de contacto y (2) la resolución

de aprobación de la corporación autónoma regional de la zona de disposición de materiales y escombros (ZODME) elegida para el proyecto.

Nota: Los estudios, memorias y planos definitivos del proyecto deben estar debidamente firmados por el profesional o técnico encargado de cada aspecto de la implantación, quien los validó y se deben entregar en medio físico y en medio digital. En todos los casos se deberá anexar a la documentación las copias de la matrícula de los profesionales encargados de todos los estudios y diseños, así como las certificaciones de vigencia de las mismas.



## 6. Alternativa propuesta

Las partes que componen un puente vehicular se pueden observar en la siguiente ilustración; además, en la tabla 4 se clasifican los elementos de acuerdo a si corresponden a la subestructura, la superestructura u obras adicionales.

Es importante realizar el estudio hidrológico e hidráulico y el estudio de suelos de acuerdo a

las recomendaciones del CCP-14 y con base en ello, se determina la configuración de la estructura que mejor se ajusta a las condiciones del sitio. El presupuesto de la obra se podrá modificar si es necesario realizar cambios en las longitudes de las fundaciones, de acuerdo a los estudios geotécnicos particulares donde se localiza el puente.

Ilustración 5 . Elementos puente vehicular



Fuente: Integral S.A.

Tabla 4. Clasificación de los elementos que componen un puente

Infraestructura	Superestructura	Obras Adicionales
Excavaciones	Vigas reforzadas Vigas postensadas	Barreras
Pilotes	Diafragmas	Baranda metálica
<b>Estribos:</b> - Viga cabezal - Espaldar - Tope sísmico - Talón de apoyo - Apoyo de neopreno - Aletas	Tablero de concreto	Placas de acceso
	Drenes	Terraplenes de acceso

Fuente: Grupo de estructuración de proyectos.

En la tabla 5 se encuentran las dimensiones estándar para puentes de longitud de 15 m, 25 m y 35 m.

Tabla 5. Dimensiones estándar para puentes tipo para vías secundarias.

Dimensión del Puente		L= 15 m	L= 25 m	L= 35 m
Infraestructura	Excavaciones	Definida por la ubicación del puente		
Apoyos	Almohadilla de Neopreno (por eje)	4 de apoyo y 2 de topes sísmicos por cada estribo		
		En culatas de vigas		
		0,35 x 0,35 x 0,05m	0,40 x 0,35 x 0,10m	0,45 x 0,40 x 0,10m
		En topes sísmicos		
		0,30m x 0,25m x 0,025m		
Vigas reforzadas	Altura	h= 0,90 m	h= 1,50 m	h= 2,00 m
Vigas postensadas	Longitud	L= 15 m	L= 25 m	L= 35 m
Diafragmas	Extremos	Diafragmas extremos (2)		
		w= 2,3 m	w= 2,15 m	w= 2,15 m
		h = 0,70 m	h = 1,10 m	h = 1,75 m
	L= 0,25 m			
	Intermedios	Diafragmas intermedios (1)		
		w= 2,3 m		
		h = 1,30 m		
		L= 0,25 m		
Tablero de concreto	Ancho	w= 11 m		
	Longitud	L= 15 m	L= 25 m	L= 35 m
	Espesor	e= 0,20 m		
Barreras de tráfico	Derecha	Área = 0,19 m <sup>2</sup>		
		L= 17 m	L= 27 m	L= 37 m
	Izquierda	Área = 0,19 m <sup>2</sup>		
	L= 17 m	L= 27 m	L= 37 m	
	Anden Peatonal	L= 17 m	L= 27 m	L= 37 m
Barrera peatonal Metálica*	Costado derecho o izquierdo	L= 17 m	L= 27 m	L= 37 m
Drenes	Costado derecho o izquierdo	Drenes ( 4)	Drenes ( 5)	Drenes (7)
		Separados cada 5 m		

Placas de Acceso	Estribo derecho	w= 10,3 m	h promedio= 0,25 m	L = 5 m	
	Estribo izquierdo	w= 10,3 m	h promedio= 0,25 m	L = 5 m	
Terraplenes de acceso	Estribo derecho e izquierdo	Depende de la ubicación del puente			
Cimentación profunda	Pilotes	Cantidad:2	Ø= 1,50	L= Variable	
		Definida de acuerdo al estudio de suelos			
Cimentación superficial	Viga cabezal	w= 11 m	h= variable	L = variable	
	Tope sísmico Estribo Derecho 2 Estribo Izquierdo 2	w= 0,60 m	h= 0,50 m	h= 0,70 m	
		L = 0,70 m	h= 1,00 m		
	Talones de apoyo	Extremo	w = 0,40 m	w = 0,60 m	w = 0,80 m
			h= entre 5 y 7 cm	h= entre 5 y 15 cm	
			L= 0,70 m	L= 0,80 m	
Espaldar		w= 11 m	h <sub>prom</sub> = 1,00m	h <sub>prom</sub> = 1,65m	
			h <sub>prom</sub> = 2,15m	L = 0,30 m	

\* Se puede poner indistintamente en cualquier costado, ya que el refuerzo transversal es simétrico con respecto al eje longitudinal del tablero.

L= Longitud  
W= Ancho  
h= Altura

Fuente: Integral S.A.

A continuación, se definen las propiedades de los materiales a emplear en los diferentes elementos que conforman los puentes:

- **Concretos**

$f'c = 28$ MPa	Tablero y diafragmas
$f'c = 28$ MPa	Vigas reforzadas
$f'c = 35$ MPa	Vigas postensadas
$f'c = 28$ MPa	Pilotes de fundación
$f'c = 28$ MPa	Estribo y aletas
$f'c = 28$ MPa	Losas de aproximación
$f'c = 28$ MPa	Topes sísmicos
$f'c = 28$ MPa	Barreras

Peso unitario concreto 24 KN/m<sup>3</sup>

Módulo de elasticidad  $12500\sqrt{f'c}$  kg/cm<sup>2</sup>

- **Acero de Refuerzo**

NTC 2289 (ASTM A706 con una resistencia de fluencia,  $f_y = 420$  MPa)

- **Acero de Preesfuerzo**

NTC 2010 (ASTM A 416)

Acero de baja relajación	
Torones de diámetro nominal	5/8"
Área	140 mm <sup>2</sup>
$f's =$	$f's = 1.890$ MPa
Módulo de elasticidad	$E_{sp} = 195.000$
MPa	
Coefficiente de rozamiento	$\mu = 0.25$
Coefficiente de ondulación	$k = 0.006$ rad/m
Penetración de cuña	$\approx 6$ mm

- **Apoyos de neopreno**

Dureza 60

Platinas de acero ASTM A36

## 6.1 Características de la zona a intervenir

La elección de la ubicación de los puentes se basará en el análisis de alternativas, teniendo en consideración factores técnicos, económicos, sociales y ambientales, así como los costos de mantenimiento e inspección asociados con las estructuras.

Se deberá prestar atención, de acuerdo con el riesgo involucrado, a localizaciones favorables del puente tales que:

- Se ajusten a las condiciones creadas por el obstáculo salvado.
- Faciliten el diseño, construcción, operación, inspección y mantenimientos prácticos y rentables.
- Provean el nivel deseado de tránsito de servicio y de seguridad, y
- Minimicen impactos adversos de la carretera sobre la vecindad y el ambiente.



## 6.2 Proceso constructivo

El proceso constructivo es el conjunto de fases, sucesivas o traslapadas en el tiempo, necesarias para materializar un proyecto de infraestructura; en este caso, la construcción de un puente vehicular. Este se basa en las actividades necesarias para la construcción de un puente como una estructura global y no es

su objetivo la descripción detallada de cada una de los componentes que conforman el puente.

A continuación, se diagrama el proceso constructivo básico:

Ilustración 6. Proceso constructivo



Fuente: Grupo de estructuración de proyectos.

La ilustración anterior presenta un diagrama con el proceso constructivo básico teniendo en cuenta que los proyectos podrán tener aspectos propios que significará realizar otras actividades no planeadas en este diagrama:

El proceso constructivo dependerá finalmente del constructor establecido, es decir, que este proceso variará al considerar el tipo de

herramientas que se pasa a la hora de iniciar construcción.

Los aspectos técnicos que se describen a continuación deberán ser corroborados con el resultado del estudio de suelos, el estudio hidráulico e hidrológico del área en donde se va a implementar el proyecto.

## 6.3 Especificaciones generales

Este documento es complementado con los modelos de diseño, sus especificaciones y presupuestos. En todos los casos los APU (Análisis de Precios Unitarios) deben incluir los rendimientos de las actividades, cubrir los costos de materiales y sus desperdicios comunes, aditivos y los controles de calidad propios para cumplimiento de requisitos (ensayos y topografía), mano de obra, prestaciones sociales, impuestos, tasas y contribuciones decretados por el Gobierno nacional, departamental o municipal, herramientas, maquinaria o equipos, transportes de materiales, regalías, obras temporales, obra falsa (formaletas), aceros de amarre y soporte, servidumbres y todos los demás gastos inherentes al cumplimiento del contrato, incluso los gastos de administración imprevistos, y utilidades del constructor.

De igual forma, desde la orden de iniciación y entrega de la zona de las obras al constructor y hasta la entrega definitiva de las obras a la entidad territorial, el constructor está en la obligación de señalar las áreas correspondientes a lo contratado como prevención de riesgos a los usuarios y personal que trabajará en la obra, de acuerdo con las especificaciones vigentes sobre la materia.

El constructor deberá mantener en los sitios de las obras los equipos adecuados a las características y magnitud de las mismas y en la cantidad requerida, de manera que se garantice su ejecución de acuerdo con los planos, especificaciones, programas de trabajo y dentro de los plazos previstos. El constructor deberá mantener los equipos de construcción en óptimas condiciones, con el objeto de evitar demoras o interrupciones debidas a daños en los mismos. La mala calidad de los equipos o los daños que ellos puedan sufrir no será causal que exima al constructor del cumplimiento de sus obligaciones.

La entidad contratante debe reservarse el derecho de exigir el reemplazo o reparación, por cuenta del constructor, de aquellos equipos que a su juicio o bien sean inadecuados o ineficientes, o que por sus características no se ajusten a los requerimientos de seguridad o que sean un obstáculo para el cumplimiento de lo estipulado en los documentos del contrato. Los equipos deberán tener los dispositivos de señalización necesarios para prevenir accidentes de trabajo.

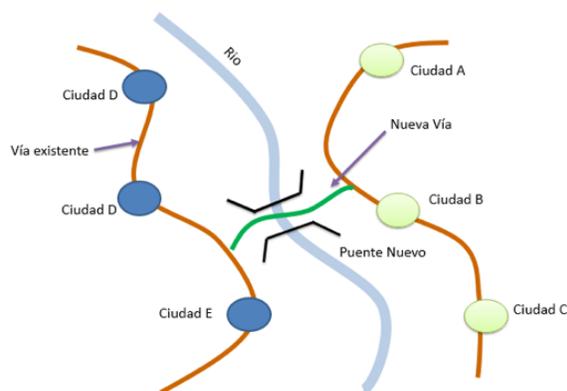
### A. Actividades preliminares

Dentro de estas actividades se encuentran aquellas necesarias para empezar la ejecución de la obra, tales como: ubicación del sitio de paso vehicular, localización, replanteo y demás actividades necesarias para la correcta ejecución del proyecto.

- **Ubicación del sitio del paso vehicular**

La ubicación y el alineamiento del puente deberán seleccionarse para satisfacer los requisitos de tránsito sobre y debajo del puente. Se deben considerar las posibles y futuras variaciones en la alineación o el ancho de la vía acuática u obstáculo cruzado por el puente.

Ilustración 7 . Ubicación sitio de paso vehicular



Fuente: Grupo de estructuración de proyectos

Esta ubicación se debe realizar de acuerdo a las recomendaciones que realicen los especialistas del estudio de suelos, hidráulico e hidrológico.

- **Localización y replanteo**

Este ítem se refiere a la ejecución de los trabajos consistentes en la localización y

materialización de las áreas que ocuparán las obras del proyecto, de acuerdo con los planos de construcción. El trabajo será realizado según lo indicado en los planos de construcción siguiendo cotas, localización, etc. Además, se deben dejar puntos fijos o referencias que permitan los chequeos durante la etapa de construcción.

• <b>Instalación de campamento</b>		
<p><b>Adecuación y nivelación del terreno para ubicación del campamento</b></p>	<p>Este trabajo consiste en la ejecución de todo el movimiento de tierra necesario para adecuar el área a los niveles previstos para la construcción del campamento, con pendiente del 2% y área total de 150 m<sup>2</sup>, el corte de materiales de préstamo cuando este sean necesario, el retiro de escombros y sobrantes que se encuentran en las áreas sobre las cuales se va a construir, la disposición final de los materiales explanados y la conformación y compactación de las áreas donde se realizará el campamento.</p>	<p>Foto 1. Adecuación y nivelación del terreno</p> 
<p><b>Baño portátil</b></p>	<p>El constructor deberá proveer de (2) baños portátiles y deberá instruir a todo su personal sobre el adecuado uso de los mismos; no deben utilizarse para disposición de basuras, desinfectantes, líquidos ni objetos extraños.</p> <p>Las especificaciones del baño serán las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Altura: 2356 mm</li> <li>• Ancho: 1181 mm</li> <li>• Profundidad: 1232 mm</li> <li>• Peso: 79 kg</li> <li>• Abertura de la puerta: 1892mm x 711 mm</li> <li>• Altura de asiento: 495 mm</li> <li>• Capacidad del tanque de desechos: 246 L</li> </ul>	<p>Foto 2. Baño portátil</p> 
<p><b>Instalación de comedor</b></p>	<p>El constructor deberá proveer de un sitio para sus trabajadores donde puedan alimentarse; este sitio tendrá que estar protegido para evitar la contaminación de los alimentos de material particulado proveniente de actividades propias de la construcción.</p>	<p>Foto 3. Comedor</p> 
<p><b>Instalación de almacén</b></p>	<p>El constructor tendrá en su obra un contenedor de oficina y dos de bodega con el fin de almacenar sus materiales, herramienta menor e insumos para la correcta construcción del puente vehicular.</p>	<p>Foto 4. Contenedor</p> 

<p><b>Instalación de equipos</b></p>	<p>En la obra deberá tener instalado una planta eléctrica con capacidad de 45 KVA, para proveer electricidad a equipos y herramienta menor que necesite para su funcionamiento electricidad.</p>	<p>Foto 5. Planta eléctrica</p> 
<p><b>Espacio de almacenamiento de materiales especiales</b></p>	<p>En el sitio de la obra se deberá dejar un espacio para almacenamiento del acero de refuerzo, este debe estar protegido y su contacto no será directo con el suelo; además también este espacio será utilizado para el almacenamiento de torones para los cables de tensionamiento y para los ductos metálicos.</p>	<p>Foto 6. Almacenamiento de acero</p> 

## B. Subestructura

Las obras de subestructura están compuestas por: sistema de pilotes más viga cabezal (cimentación profunda) o estribos superficiales (cimentación superficial). Adicionalmente, se deberán realizar las excavaciones y llenos requeridos para llevar a cabo la construcción de las obras de fundación.

- **Cerramiento para protección del lecho del río**

En el caso de que existan lechos de ríos, se deberá localizar en cada estribo del puente, y en un ancho de 11 m, una protección con el fin de no contaminar el cuerpo de agua que se pretende salvar con la construcción del puente. Se deben poner postes de madera de diámetro 7,5 cm, ubicados cada 2 m, con una altura de 1,5 m, y se deberá envolver con una malla tejida de fibras en polietileno de alta resistencia (polisombra).

### Excavaciones

Esta actividad se refiere al movimiento de

material que se desea realizar por debajo del nivel de descapote hasta lograr los niveles establecidos por los diseños.

Las excavaciones deberán ejecutarse en la forma y con las medidas necesarias para construir satisfactoriamente las estructuras. El fondo de las excavaciones deberá quedar correctamente nivelado, compactado y limpio (libre de escombros, agua y material suelto), antes de iniciar el vaciado del concreto.

- **Sistema de viga cabeza y pilas o pilotes**

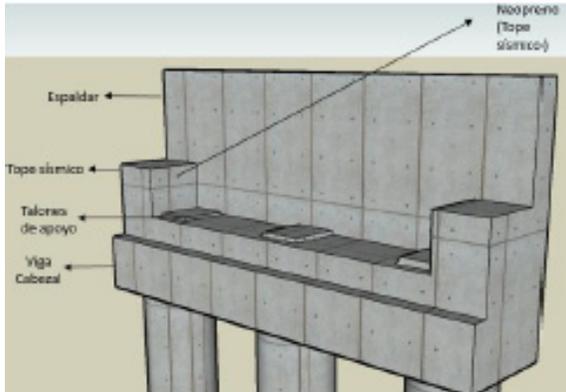
Las pilas o pilotes son elementos estructurales de cimentación profunda que transmiten al subsuelo las cargas provenientes del sistema estructural; el diámetro, la profundidad y la resistencia a la compresión de estos elementos serán definidos en los planos emitidos para construcción.

Dentro de la construcción del sistema de viga cabezal y pilas o pilotes se llevará la siguiente secuencia:

Ilustración 8 . Construcción pilotes



Ilustración 9 . Elementos del sistema de viga cabezal y pilas



Fuente: Grupo de estructuración de proyectos

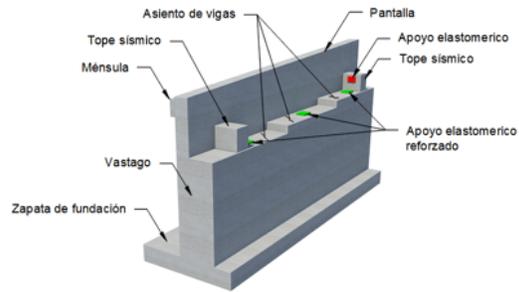
- **Estribos superficiales**

Esta actividad contempla la construcción de estribos en concreto reforzado, los cuales tendrán las secciones y el refuerzo indicado en los planos de detalles.

Los estribos los componen los siguientes elementos:

- Zapata de fundación.
- Vástago.
- Pantalla.

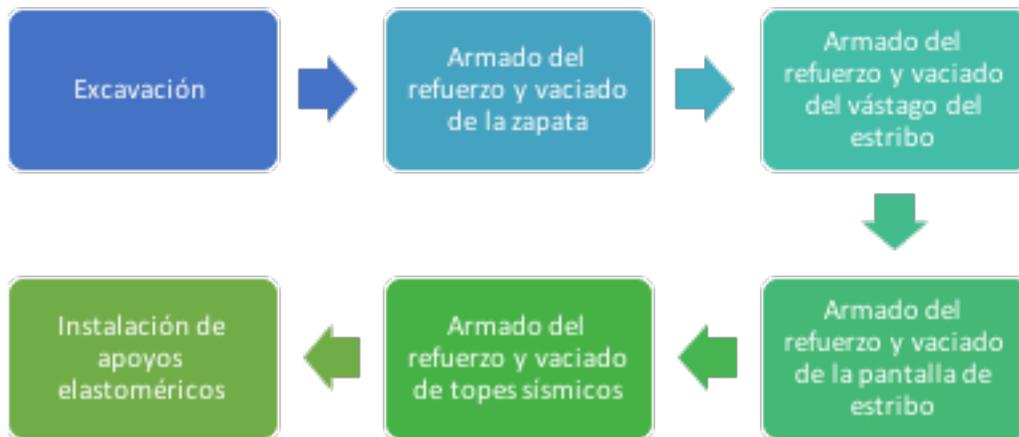
Ilustración 10 . Elementos del estribo



Fuente: Integral S.A.

Dentro de la construcción de los estribos se llevará la siguiente secuencia:

Ilustración 11 . Construcción estribos



Fuente: Integral S.A.

### C. Superestructura

Las obras de superestructura están compuestas por las vigas postensadas, las vigas de concreto reforzado, los diafragmas y el tablero.

- Armado de obra falsa para las vigas

El conjunto de elementos que estarán en contacto directo con el concreto, necesarios para dar la forma y rigidez necesaria a la superficie de contacto (las estructuras de concreto reforzado) durante el proceso de construcción.

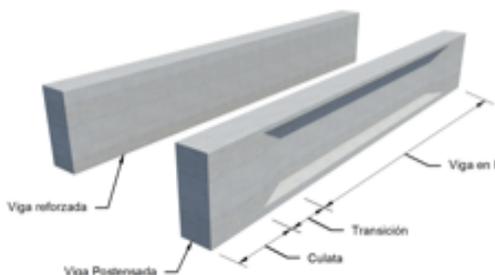
- Vigas reforzadas o postensadas

Este ítem consiste en el suministro y colocación de concreto y acero de refuerzo para las vigas reforzadas y colocación de concreto, acero de refuerzo y acero de preesfuerzo para las vigas postensadas, donde los elementos postensados fundidos en el sitio deben cumplir con los requisitos especiales.

Se debe cumplir con las normas y recomendaciones existentes para los procedimientos de colocación, manejo, vibrado, protección y curado, así como cumplir con las normas básicas del manejo de concreto certificado y tener en cuenta prácticas de acabados del concreto en el elemento, con el fin de minimizar fisuras. El constructor deberá garantizar el sellado de formaletas con el fin de disminuir desperdicios.

La construcción de estos elementos deberá realizarse de acuerdo con los planos y demás documentos del proyecto.

Ilustración 12 . Elementos de la viga



Fuente: Grupo de estructuración de proyectos.

La construcción de las vigas reforzadas o postensadas se pueden realizar de dos formas:

1. Construyéndolas en el lugar del puente con ayuda de obra falsa.
2. Construyéndolas previamente en patios, para finalmente ser izadas e instaladas sobre las fundaciones respectivas.

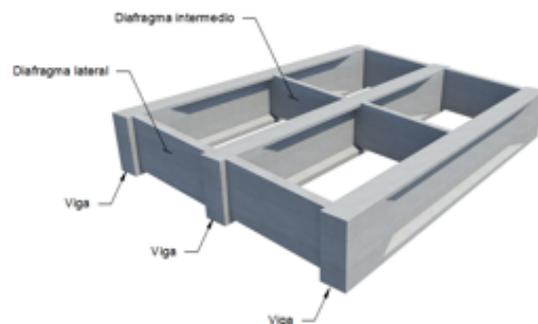
El tensado de los cables para las vigas postensadas, solo se hará hasta que el hormigón haya alcanzado las resistencias indicadas en los diseños presentados.

Aspectos técnicos como lo son las resistencia a la compresión del concreto, las especificaciones de los cables de tensado o la resistencia a fluencia del acero que conforman la estructura de las vigas, se definen en las especificaciones técnicas en el documento I-80003-VOL-VII-PRE-R1.

- Diafragmas

Este ítem consiste en la elaboración, transporte, colocación y vibrado de una mezcla de concreto y la conformación de una armadura de refuerzo en elementos estructurales que permiten “amarrar” vigas a diferentes niveles. Para proceder con esta actividad se deberá verificar que los niveles de los elementos a vaciar correspondan a lo especificado en los planos, así como la concordancia de ejes, dimensiones de los elementos estructurales, el refuerzo y la resistencia de los materiales estipulada en los diseños; se deberá verificar que la formaleta este nivelada en todo su recorrido y que sus dimensiones sean constantes y de acuerdo a lo indicado en los planos.

Ilustración 13 . Diafragmas



Fuente: Integral S.A

- **Tablero**

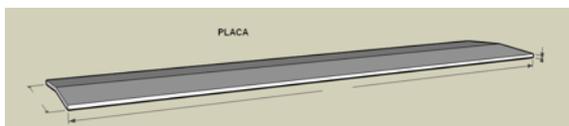
Este ítem consiste en la elaboración, transporte, colocación y vibrado de una mezcla de concreto hidráulico con refuerzo, la ejecución de juntas, el acabado, el curado y demás actividades necesarias para la correcta construcción del tablero, de acuerdo con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos del proyecto.

La construcción de la losa se puede realizar de varias formas:

1. Con plaquetas prefabricadas que permiten armar el refuerzo de la losa y realizar su posterior vaciado.
2. Con plaquetas construidas en la obra que permiten armar el refuerzo de la losa y realizar su posterior vaciado.
3. Con obra falsa apoyada sobre las vigas longitudinales que permite armar el refuerzo de la losa y realizar su posterior vaciado.

Respecto a la resistencia a compresión del concreto, o la resistencia a fluencia del acero que conforman la estructura de la losa o tablero, se definen en las especificaciones técnicas en el documento I-80003-VOL-VII-PRE-R1.

Ilustración 14 . Tablero



Fuente: Grupo de estructuración de proyectos.

#### D. Construcción de obras adicionales

Las obras adicionales las componen aquellas actividades que se realizan al final de la construcción del puente, como barreras de concreto, barreras metálicas, terraplenes de acceso, placas de acceso y pruebas de carga.

- **Barreras de concreto**

Se refiere a la construcción de elementos de

concreto reforzado que están localizados lateralmente y en el sentido longitudinal del puente. Son elementos destinados a proteger a los peatones, obligando a los vehículos a permanecer en la calzada.

Deberá realizarse de acuerdo a los planos de construcción y demás documentos del proyecto

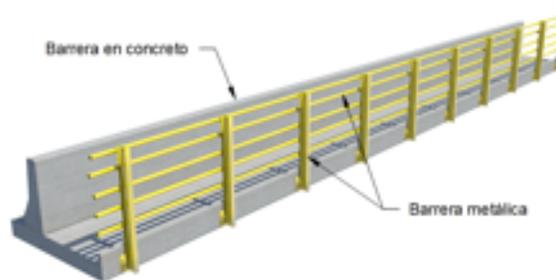
Los elementos u obras adicionales deberán cumplir con los requisitos técnicos exigidos en el documento I-80003-VOL-VII-PRE-R1, en los ítem 4.1 concreto estructural, 5.1 acero de refuerzo y 9.5 pintura.

- **Barandas metálicas**

Este ítem consiste en la construcción de barandas, de acuerdo con las formas, dimensiones, refuerzos, y en los sitios señalados en los planos del proyecto. Los materiales empleados en la construcción de las barandas deberán cumplir con los requerimientos del diseño y con las características indicadas;

Los elementos u obras adicionales deberán cumplir con los requisitos técnicos exigidos en el documento I-80003-VOL-VII-PRE-R1, en el ítem 8,1 pasamanos metálicos.

Ilustración 15 . Barreras metálicas



Fuente: Integral S.A.

- **Terraplenes de acceso**

Este trabajo consiste en la escarificación, nivelación y compactación del terreno o del afirmado en donde se ejecute un terraplén nuevo, previa ejecución de las obras de

desmante y limpieza, demolición, drenaje y subdrenaje y la colocación, el humedecimiento o secamiento, la conformación y compactación al 95% de la máxima densidad seca de materiales apropiados, los planos y secciones transversales del proyecto serán definidos de acuerdo con los estudios de suelos.

Los elementos u obras adicionales deberán cumplir con los requisitos técnicos exigidos en el documento I-80003-VOL-VII-PRE-R1, en el ítem 3.2 Rellenos para estructuras

- **Placa de acceso**

Este ítem consiste en el suministro y colocación de concreto, para las placas de acceso o aproximación.

Se debe cumplir con las normas y recomendaciones existentes para los procedimientos de colocación, manejo, vibrado, protección y curado. Así como cumplir con las normas básicas del manejo de concreto certificado y tener en cuenta prácticas de acabado o nivel superior del concreto en el elemento, con el fin de minimizar los agrietamientos.

- **Prueba de carga**

El contratista deberá implementar el Programa de Control de Calidad aprobado, incluyendo las pruebas de carga e instalación y puesta en servicio del monitoreo remoto. Al final de la

etapa de construcción, el contratista deberá presentar un documento escrito y someterlo a aprobación, donde se efectúe una descripción detallada de los cambios generados a los diseños y su procedimiento de aprobación, incluyendo los soportes correspondientes (correspondencia enviada, recibida, actas, etc.) y una memoria de cálculo de los cambios realizados. En el mismo informe deberán recopilarse las pruebas efectuadas a los materiales de construcción, incluyendo ensayos realizados, la referenciación en los planos de las áreas de materiales cubiertas por cada ensayo, los laboratorios utilizados, las pruebas de calibración de los equipos y la recopilación de las normas que rigen dichos ensayos. Del recibo a satisfacción de dicho informe dependerá el recibo final de las obras.

Adicionalmente la prueba de carga deberá cumplir con los requisitos, procedimientos y exigencias establecidas en la CCP-14.

La prueba de carga programada incluirá una fase de carga estática, y una fase de carga dinámica. Para la fase estática, se considera colocar el tren de vehículos sobre el tablero de la estructura, manteniéndolos estáticos. Para la fase dinámica, se prevé el uso de un vehículo de las mismas características del usado en la prueba estática, pasando a diferentes velocidades sobre la estructura, para producir efectos dinámicos medibles.

## 6.4 Interventoría y supervisión del proyecto<sup>2</sup>



Las entidades estatales tienen la obligación de asegurar el cumplimiento del objeto contractual de los contratos que celebren, para lo cual tendrán la dirección general y responsabilidad de ejercer el control y vigilancia sobre la ejecución del contrato (numeral 1, Artículo 14 de la Ley 80 de 1993). Como manifestación de este deber, se encuentran las figuras de la supervisión e interventoría.

Así, la supervisión de un contrato estatal consiste en “el seguimiento técnico, administrativo, financiero, contable y jurídico que, sobre el cumplimiento del objeto del contrato, es ejercido por la misma entidad estatal cuando no se requieren conocimientos especializados” (párrafo 2 del Artículo 83 de la Ley 1474 de 2011). De esta manera, la supervisión es entendida como la vigilancia permanente ejercida por sus funcionarios, de todos los aspectos relacionados con el contrato estatal, que no solo se aplican sobre la ejecución de las obligaciones contractuales en la forma acordada, sino también sobre las etapas precontractual y pos contractual.

Por su parte, la interventoría de un contrato estatal es “el seguimiento técnico que sobre el cumplimiento del contrato realice una persona natural o jurídica contratada para tal fin por la Entidad Estatal, cuando el seguimiento del contrato suponga conocimiento especializado en la materia, o cuando la complejidad o la extensión del mismo lo justifiquen. No obstante, lo anterior cuando la entidad lo encuentre justificado y acorde a la naturaleza del contrato principal, podrá contratar el seguimiento administrativo, técnico, financiero, contable, jurídico del objeto o contrato dentro de la interventoría” (parágrafo 3, artículo 83 de la Ley 1474 de 2011). Así, la interventoría es llevada por una persona externa a la entidad

contratada para tal efecto, la cual debe verificar el cumplimiento del objeto contractual de tal manera que se asegure el cumplimiento de la calidad, cantidad, costo y cronograma del contrato.

En razón de lo expuesto, la diferencia principal entre el supervisor y el interventor consiste en que el interventor es una persona externa a la entidad que adelanta funciones técnicas, mientras que el supervisor es el funcionario de la entidad que no solo cuenta con funciones técnicas, sino también de índole administrativa, contable, financiera y jurídica. Adicionalmente, el contrato de interventoría de la obra debe ser supervisado directamente por la Entidad Estatal.

Teniendo en cuenta que las entidades estatales tienen la obligación de asegurar el cumplimiento del objeto contractual de los contratos celebrados, las entidades estatales en los estudios previos correspondientes a cualquier contrato, deben tomar en consideración los factores concernientes al contrato que se pretende suscribir, como es el caso de la vigilancia y control del contrato, determinando la forma en que debe realizarse, para lo cual se deberá determinar si es suficiente con la designación de un supervisor, o si por el contrario es necesaria la contratación de una interventoría. Igualmente, deberá determinarse si se requiere la asignación de una o varias personas dependiendo de la etapa contractual para realizar la supervisión e interventoría, en atención a la complejidad del asunto y los conocimientos que se requieran en cada una de las etapas.

De otro lado, como lo señala el artículo 83 de la Ley 1474 de 2011, la interventoría y la supervisión por regla general, no serán

<sup>2</sup> Artículo 83 de la Ley 1474 de 2011 “Por la cual se dictan normas orientadas a fortalecer los mecanismos de prevención, investigación y sanción de actos de corrupción y la efectividad del control de la gestión pública”.

concurrentes en relación con un mismo contrato; sin embargo la Entidad puede dividir la vigilancia del contrato principal, caso en el cual en el respectivo contrato de interventoría se deberán indicar las actividades técnicas a cargo del interventor y las demás quedarán a cargo de la Entidad a través del supervisor, cuidando que no haya concurrencia en las actividades.

Finalmente, se recuerda que deben tener interventor todos los contratos de obra cuando

en el proceso de contratación se utilizó la licitación pública como modalidad de selección (numeral 1 del artículo 32 de la ley 80 de 1993). Igualmente, en caso de que en el contrato de obra se haya utilizado una modalidad diferente a la licitación pública, la entidad estatal deberá pronunciarse acerca de la obligatoriedad de contar o no con una interventoría, cuando el contrato de obra supere la menor cuantía de la entidad (parágrafo 1 del artículo 83 de la ley 1474 de 2011).



## 7. Presupuesto y cronograma

Los valores que le son referenciados aquí tienen como base proyectos ejecutados en el país. No son los valores reales o finales. Puede que las necesidades reales de la entidad territorial no incluyan actividades aquí descritas.

Las actividades que se utilizan para la construcción de un puente vehicular fueron complementadas con actividades no previstas que regularmente se presentan en los proyectos similares y que con frecuencia son objeto de ajuste de los mismos durante la construcción. El presupuesto final, porcentajes, cuantificación del AIU (Administración, Imprevistos y Utilidad), interventoría (administrativa, técnica y financiera) y supervisión son de carácter teórico y buscan dar una idea a la entidad territorial de la cantidad estimada de recursos a invertir. Es posible que las necesidades reales de la entidad territorial contemplen o no actividades aquí descritas, por lo que algunas de estas no estén presentes en este presupuesto.

Sobre este presupuesto se debe tener en cuenta que algunos costos incrementan los precios de las actividades, como es el caso de los materiales, el transporte y la mano de obra.

En cuanto a los materiales, aquellos proyectos cuya localización se aleja de las fuentes de la zona, regularmente tienen incrementos asociados a la disponibilidad de producto que cumpla las especificaciones de calidad como gradación, limpieza, dureza, etc. Ligado a esto, se debe considerar en los precios el sobrecosto que representa el transporte de los materiales a zonas de difícil acceso.

En cuanto a la mano de obra del proyecto, los precios difieren en las diferentes regiones del país, por lo cual es necesario ajustar a los precios correspondientes en la zona.

## 7.1 Presupuesto de Obra

El presupuesto del proyecto está dividido en dos rubros generales: presupuesto de obra y presupuesto interventoría.

A continuación, se muestra el presupuesto para la construcción de puentes vehiculares estipulados en este PROYECTO TIPO, si bien el

presupuesto detallado anexo a este documento presenta el presupuesto para 27 diferentes tipos de combinaciones e implementaciones a continuación se muestran los presupuestos críticos (menor y mayor cuantía) para cada una de las longitudes estipuladas, es decir, de 15 m, 25 m y 35 m.

Tabla 6. Presupuesto estimado de obra<sup>4</sup>

No.	Luz	Altura estribo 1 (m)	Suelo fun. estribo 1	Altura estribo 2 (m)	Suelo fun. estribo 2	Fundación estribo 1	Fundación estribo 2
1	15	4	A y B	4	A y B	Superficial	Superficial
9	15	6	E	6	E	Profunda	Profunda
10	25	4	A y B	4	A y B	Superficial	Superficial
18	25	6	E	6	E	Profunda	Profunda
19	35	4	A y B	4	A y B	Superficial	Superficial
27	35	6	E	6	E	Profunda	Profunda

No.	Luz (m)	Superestructura	Subestructura estribo 1	Subestructura estribo 2	Costo estimado interventoría	Costos ambientales estimados
1	15	171.047.614	38.281.431	38.281.431	24.261.669	20.795.717
9	15	171.047.614	177.813.169	177.813.169	48.048.761	41.184.652
10	25	320.744.667	36.702.914	36.702.914	36.752.594	31.502.224
18	25	320.744.667	191.678.509	191.678.509	63.172.523	54.147.877
19	35	472.191.869	39.823.389	39.823.389	50.193.774	43.023.235
27	35	472.191.869	229.777.771	229.777.771	82.576.818	70.780.129

<sup>4</sup> Nota: Para determinar los valores unitarios mínimos y máximos no se tuvo en cuenta el departamento de San Andrés, considerando que sus costos se encuentran por fuera de la media del país.

No.	Luz (m)	Total	Precio por metro de puente	Precio por metro cuadrado de puente
1	15	391.652.661	26.110.177	2.373.652
9	15	775.644.284	51.709.619	4.700.874
10	25	593.291.876	23.731.675	2.157.425
18	25	1.019.785.022	40.791.401	3.708.309
19	35	810.270.930	23.150.598	2.104.600
27	35	1.333.025.770	38.086.451	3.462.405

Fuente: Integral S.A.

### Interventoría y supervisión

La interventoría requiere la realización de un presupuesto específico para la determinación

del monto. Sin embargo, según el análisis realizado, se identificó para los puentes de 15 m, 25 m, 35 m un valor promedio de interventoría puede estar cercano al 7% del valor de la obra.

Tabla 7. Valor aproximado de la interventoría

Longitud del puente (m)	Valor promedio millones (pesos de 2017)
15	33
25	46
35	60

Para el caso de la supervisión, en caso que no la realice la misma entidad, se podrá contratar un profesional a través de la modalidad de prestación de servicios. Estas funciones en promedio se han determinado en valores de \$6.000.000 por mes (precios de 2017).

En ambos casos los valores deben ser determinados con base en el análisis que desarrolle la entidad territorial según

las características propias, junto con la determinación del presupuesto específico. Estos valores podrán ser incluidos en el presupuesto del proyecto.

Se recomienda considerar un mes más de desarrollo de las actividades de tanto de interventoría como de supervisión para garantizar la realización de los procesos finales relacionados con los contratos.

## 7.2 Cronograma

El cronograma que se presenta a continuación corresponde a las actividades desarrolladas para la construcción de un puente vehicular de 35m para vías secundarias ó terciarias, los cambios que se presentan para los puentes

vehiculares de 15m y 20m son mínimos entre 2 a 2.5 semanas por esta razón se especificó el siguiente cronograma para cualquiera de los tipos del puente.

Tabla 8. Cronograma de obra

Ítem	Nombre	Duración	M-1		M-2				M-3				M-3				M-5		
			S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8	S-9	S-10	S-11	S-12	S-13	S-14	S-15	S-16	S-17
0	Programación de obras																		
1	Inicio proyecto	0 sem.																	
2	Movilización	2 sem.	■	■															
3	Excavación de estribo 1	4 sem.			■	■	■	■											
4	Excavación de estribo 2	4 sem.			■	■	■	■											
5	Armado de refuerzo y encofrado de estribo 1	4 sem.						■	■	■	■								
6	Armado de refuerzo y encofrado de estribo 2	4 sem.						■	■	■	■								
7	Vaciado de concreto del estribo 1	1 sem.										■							
8	Vaciado de concreto del estribo 2	1 sem.											■						
9	Desencofrado estribo 1	0,5 sem.											■						
10	Desencofrado estribo 2	0,5 sem.												■					
11	Armado de refuerzo y encofrado de vigas y tablero del puente	2 sem.													■	■			
12	Vaciado de concreto para las vigas y tablero	1 sem.														■	■		
13	Desencofrado de vigas y tablero	1 sem.															■	■	
14	Fraguado inicial y curado del puente	2 sem.																■	■
15	Puesta en funcionamiento	0 sem.																	

Fuente: Integral S.A.



## 8. Operación y Mantenimiento

La operación de este puente vehicular forma parte de una vía secundaria o terciaria, y será ejecutada por la entidad territorial encargada de la misma. En muchos casos son vías libres que no cuentan con peajes por su uso, por lo que las entidades territoriales han de considerar recursos económicos necesarios que permitan

brindar un adecuado mantenimiento y conservación de la misma.

Es necesario presentar un programa de mantenimiento que contemple conservación preventiva y correctiva y conservación periódica.

Tabla 9. Rango aproximado de los costos de MYO<sup>5</sup> Anuales.

	Longitud 15 m		Longitud 25 m		Longitud 35 m	
	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo
Inspección y mantenimiento	\$ 5.002.367	\$ 4.411.510	\$ 5.512.773	\$ 5.100.996	\$ 6.115.204	\$ 5.788.848

Fuente: Integra S.A.

### Mantenimiento

La sostenibilidad garantizará que los objetivos e impactos de un proyecto perduren en el tiempo después de la fecha de terminación de la obra.

Para garantizar la sostenibilidad de los proyectos hay que asegurarse, que los encargados de su mantenimiento (gobierno, comunidad, individuos, etc.) disponen de:

- Capacidad técnica y de gestión necesaria para mantener las actividades o bienes generados por el proyecto.

- Recursos suficientes para financiar los gastos de operación (salarios de personal, mantenimientos) que generará a mediano y largo plazo.

Asegurar la sostenibilidad de las actividades y beneficios del proyecto más allá de la vida del mismo, incrementará las posibilidades de igualar los costos de mantenimiento con los beneficios generados por el uso de la infraestructura ofrecida.

De la mano de las intervenciones, se deberá

<sup>5</sup> Los costos de interventoría dependen del AIU, al ser, algunos de los costos del AIU fijos se presenta que los mayores porcentajes de AIU se dan en aquellos sitios en que los puentes tienen menor precio, así pues, los costos de mantenimiento máximos y mínimos se calcularon para los departamentos más favorables y desfavorables en términos de costo de los puentes, es decir: San Andrés y Risaralda.

considerar incluir el mantenimiento de las obras a construir a través del tiempo.

La operación de este puente vehicular forma parte de una vía secundaria, y será ejecutada por la entidad territorial encargada de la misma, en muchos casos son vías libres que no cuentan con peajes por su uso, por lo que las entidades territoriales han de considerar recursos económicos necesarios que permitan brindar un adecuado mantenimiento y conservación de la misma.

Es necesario presentar un programa de mantenimiento que contemple conservación preventiva y correctiva y conservación rutinaria.

Programa de conservación preventiva y correctiva:

- Prever el programa anual inicial de conservación preventiva y correctiva el cual deberá ser actualizado anualmente.
- Inspeccionar la respectiva evaluación de la señalización.
- Evaluar las obras de drenaje que presenten problemas en el momento de la inspección, remitir reporte y actuar conforme sea necesario.
- Inspeccionar las condiciones físicas de la subestructura que presenten problemas.
- Realizar mantenimiento al andén y verificar si no presenta daños.
- Identificar e inspeccionar terraplenes en los estribos que presenten en el momento de la inspección, problemas de inestabilidad, movimientos inaceptables, erosiones, etc.

Programa de conservación rutinaria:

Realizar inspecciones continuas en la vía para poder detectar problemas y corregirlos en:

- Retiro de basura y limpieza de la superficie de rodamiento del puente.
- Destrozos en general.
- Falta de señales que pongan en peligro

al usuario o lo desorienten.

- Taponamientos en drenes sobre la superficie del puente.

Realizar inspecciones mensuales o cuando sea necesarios en la vía o de acción inmediata si fuera necesario para detectar problemas y corregirlos en:

- Pinturas en general.
- Mantenimiento del andén.
- Obras de drenaje.
- Obras complementarias de drenaje.
- Defensas y señales de tipo normal.
- Daños en el puente por efecto de accidentes.
- Baches, grietas, deformaciones en el pavimento.
- Colocación de propaganda no autorizada.
- Fallas locales en estribos.
- Deshierbe y poda de vegetación a las márgenes de los estribos.
- Apoyo y juntas de estructuras.

La metodología para la ejecución de los programas de conservación preventiva, correctiva y de rutina como las inspecciones necesarias para el mantenimiento, pueden complementarse con el **“MANUAL PARA EL MANTENIMIENTO DE LA RED VIAL SECUNDARIA (PAVIMENTADA Y EN AFIRMADO)”** en el capítulo 4 **“ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO”** donde se encuentran entre otros la: descripción, propósito, criterios para la ejecución, procedimiento, mano de obra, materiales, etc. de actividades como:

- La limpieza de la losa de acceso.
- La limpieza de las barandas de concreto.
- La limpieza de barandas de acero.
- La limpieza de andenes y bordillos
- Limpieza de losas y vigas.
- Limpieza de apoyos.
- Limpieza de aletas, muros de contención, pilas y estribos.

# Anexos

## ANEXOS TECNICOS (DOCUMENTOS)

- Proyecto estructural: I-80003-VOL-I- PROYEST

Anexos:

I-80003-VOL-I-ANEXO 1: Criterios Geotécnicos  
I-80003-VOL-I-ANEXO 2-1: Cimentación Superficial para Puente de 15,0 m  
I-80003-VOL-I-ANEXO 2-2: Cimentación Superficial para Puente de 25,0 m  
I-80003-VOL-I-ANEXO 2-3: Cimentación Superficial para Puente de 35,0 m  
I-80003-VOL-I-ANEXO 3: Cimentación Profunda  
I-80003-VOL-I-ANEXO 4: Diseño Aletas  
I-80003-VOL-I-ANEXO 5: Diseño Vigas Postensadas  
I-80003-VOL-I-ANEXO 6: Prueba de carga

- Recomendaciones para la topografía: I-80003-VOL-II- RECTOP
- Recomendaciones geotécnicas: I-80003-VOL-III-RECGEO
- Recomendaciones hidráulicas y de socavación: I-80003-VOL-IV-RECHID
- Recomendaciones Plan de gestión ambiental: I-80003-VOL-V-RECAMB

Anexo:

I-80003-VOL-V-ANEXO 1: Guía PAGA, Manual Interventoría, Formatos Manual Interventoría.

- Recomendaciones Plan de Gestión Integral de Obra: I-80003-VOL-VI-PGIO
- Cantidades de obra, APU's, Presupuestos: I-80003-VOL-VII-PRE

Anexo:

I-80003-VOL-VII-ANEXO 1: Inf. Presupuestos  
I-80003-VOL-VII-ANEXO 2: Presupuesto  
I-80003-VOL-VII-ANEXO 3: Cálculo de Factores  
I-80003-VOL-VII-ANEXO 4: Memoria Cantidades Obra

- Planos Estructurales: P-80003-VOL-VIII-Planos
- Proyecto Tipo: I-80003-VOL-X-Proy. Tipo
- Recomendaciones Operación y Mantenimiento: I-80003-VOL-XI-MYO

## ANOXOS TECNICOS (PLANOS)

PLANO	
P-FCF-S-001	NOTAS GENERALES
P-FCF-S-002	NOTAS GENERALES
P-FCF-S-003	NOTAS GENERALES
P-FCF-S-004	DETALLES GENERALES
P-FCF-S-005	LOSA 15 m
P-FCF-S-006	VIGA REFORZADA 15 m
P-FCF-S-007	LOSA 25 m
P-FCF-S-008	VIGA POSTENSADA -GEOMETRIA 25 m
P-FCF-S-009	VIGA POSTENSADA -REFUERZO 25 m
P-FCF-S-010	VIGA DIAFRAGMA 25 m
P-FCF-S-011	LOSA 35 m
P-FCF-S-012	VIGA POSTENSADA -GEOMETRIA 35 m
P-FCF-S-013	VIGA POSTENSADA -REFUERZO 35 m
P-FCF-S-014	VIGA DIAFRAGMA 35 m
P-FCF-S-015	SUBESTRUCTURA SUPERFICIAL 15 m
P-FCF-S-016	SUBESTRUCTURA PROFUNDA 15 m
P-FCF-S-017	SUBESTRUCTURA SUPERFICIAL 25 m
P-FCF-S-018	SUBESTRUCTURA PROFUNDA 25 m
P-FCF-S-019	SUBESTRUCTURA SUPERFICIAL 35 m
P-FCF-S-020	SUBESTRUCTURA PROFUNDA 35 m
P-FCF-S-021	PROCESO CONSTRUCTIVO IZADO-PROFUNDO
P-FCF-S-022	PROCESO CONSTRUCTIVO IZADO-SUPERFICIAL
P-FCF-S-023	PROCESO CONSTRUCTIVO CIMBRA-PROFUNDO
P-FCF-S-024	PROCESO CONSTRUCTIVO CIMBRA-SUPERFICIAL

Con el apoyo de:



### Programa Nacional de Servicio al Ciudadano

Luz Patricia Cano Muñoz  
Ana Milena Cáceres Castro  
Brigitte Marcela Quintero Galeano  
Rosa Valentina Aceros García

