

# **CONSEJO NACIONAL DE VIALIDAD**

## **Construcción del puente sobre el Río Soncoyo en la Ruta Nacional No. 160 por parte del CONAVI**

Julio 2016

## ÍNDICE

<b>ÍNDICE</b> .....	<b>2</b>
<b>FICHA TÉCNICA</b> .....	<b>4</b>
<i>Nombre del proyecto:</i> .....	4
<i>Descripción del proyecto:</i> .....	4
<i>Sector:</i> .....	4
<i>Institución ejecutora:</i> .....	4
<i>Unidad que elaboró el documento del proyecto:</i> .....	4
<i>Posibles fuentes de financiamiento:</i> .....	4
<i>Localización geográfica:</i> .....	4
<i>Beneficiarios del proyecto:</i> .....	5
<i>Costos del proyecto (millones de colones):</i> .....	5
<i>Cronograma del proyecto:</i> .....	6
<i>Restricciones y limitaciones:</i> .....	6
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>7</b>
1. IDENTIFICACION DEL PROYECTO .....	8
1.1 <i>Nombre del proyecto</i> .....	8
1.2 <i>Antecedentes</i> .....	8
1.3 <i>Identificación del problema</i> .....	8
1.4 <i>Optimización de la situación base</i> .....	8
1.5 <i>Alternativas de solución</i> .....	9
1.6 <i>Selección de la alternativa de solución</i> .....	9
1.7 <i>Objetivos del proyecto</i> .....	9
1.7.1 <i>Objetivo general</i> .....	9
1.7.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	9
1.8 <i>Resultados esperados</i> .....	9
1.9 <i>Vinculación con políticas, planes y estrategias de desarrollo</i> .....	9
1.10 <i>Determinación del área de influencia</i> .....	9
1.11 <i>Beneficiarios del proyecto</i> .....	10
2. FORMULACIÓN DEL PROYECTO.....	11
2.1 ANÁLISIS DE MERCADO.....	11
2.1.1 CONCEPTUALIZACIÓN DEL MERCADO .....	11
2.1.2 DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL SERVICIO DE TRANSPORTE.....	11
2.1.3 IDENTIFICACIÓN DE LA POBLACIÓN OBJETIVO .....	11
2.1.4 ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA VEHICULAR ACTUAL Y PROYECTADA .....	12
2.1.4.1 SITUACIÓN ACTUAL .....	12
2.1.4.2 PROYECCIÓN .....	12
2.1.5 ESTIMACIÓN DE LA OFERTA DE TRANSPORTE.....	14
2.1.6 ANÁLISIS DE TARIFAS .....	18
2.1.7 ESTRATEGIAS DE INFORMACIÓN Y DIVULGACIÓN.....	18
2.2 ANÁLISIS TÉCNICO .....	19
2.2.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO.....	19
2.2.2 COMPONENTES DEL PROYECTO.....	19
2.2.3 TAMAÑO .....	20

## Construcción del puente sobre Río Soncoyo

2.2.4	TECNOLOGÍA Y PROCESOS.....	21
2.2.5	INGENIERÍA.....	22
2.2.6	CRITERIO DE LA COMUNIDAD SOBRE LA PROPUESTA TÉCNICA DEL PROYECTO. ....	22
2.2.7	RESPONSABILIDAD SOCIAL.....	22
2.3	ANÁLISIS DE RIESGOS.....	23
1.1.2	Identificación de amenazas.....	23
1.1.3	Clasificación de amenazas.....	31
1.1.4	Reducción del riesgo.....	31
1.1.5	Costos de las medidas.....	31
1.2	ANÁLISIS AMBIENTAL.....	32
1.2.1	Procedimiento para obtener la viabilidad ambiental según ciclo de vida del proyecto.....	32
1.2.2	Identificación y valoración de impactos ambientales.....	32
1.2.3	Medidas correctoras y compensatorias.....	33
1.2.4	Costo de las medidas correctoras y compensatorias.....	39
1.3	ANÁLISIS LEGAL Y ADMINISTRATIVO.....	40
1.3.1	Aspectos legales.....	40
1.3.2	Organización y estructura administrativa.....	40
1.3.3	Planificación y programación de la ejecución del proyecto.....	40
1.3.4	Valoración de riesgos institucionales del proyecto (SEVRI).....	41
<b>2</b>	<b>EVALUACIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>45</b>
2.1	COSTOS.....	45
2.2	INGRESOS.....	48
2.3	HORIZONTE DE EVALUACIÓN Y VALOR RESIDUAL.....	48
2.4	TASA DE RETORNO MÍNIMA ATRACTIVA (TREMA).....	48
2.5	ANÁLISIS DE COSTOS: PROYECTO NO GENERA INGRESOS.....	49
2.5.1	Flujo de caja.....	49
2.5.2	Indicadores.....	49
2.6	EVALUACIÓN ECONOMICA - SOCIAL.....	50
2.6.1	Factores de corrección social.....	50
2.6.2	Estimación de beneficios sociales directos.....	50
2.6.3	Beneficios con respecto a la operación actual.....	52
2.6.4	Estimación de costos sociales directos.....	55
2.6.5	Beneficios y costos indirectos.....	56
2.6.6	Beneficios y costos intangibles.....	57
2.6.7	Flujo económico – social.....	58
2.6.8	Indicadores económicos – social.....	59
2.6.9	Impactos macroeconómicos del proyecto.....	59
2.7	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....	60
	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>61</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>62</b>
	<b>ANEXO #1: TPD.....</b>	<b>63</b>
	<b>ANEXO #2: DATOS CLIMATICOS.....</b>	<b>64</b>

## **FICHA TÉCNICA**

**Nombre del proyecto:**

Construcción del puente sobre el río Soncoyo en la Ruta Nacional No.160 por parte del CONAVI.

**Descripción del proyecto:**

El proyecto consiste en la construcción de un nuevo puente sobre el río Soncoyo en la sección de control 50230 de la Ruta Nacional No. 160.

La nueva estructura deberá incluir dos carriles (uno por sentido), aceras de 1,20 para cumplir con la ley 7600, de acuerdo con los resultados del diseño, se definirán las características del proyecto.

**Sector:**

9. Transporte e infraestructura.

**Institución ejecutora:**

Consejo Nacional de Vialidad.

**Unidad que elaboró el documento del proyecto:**

Planificación Institucional (CONAVI).

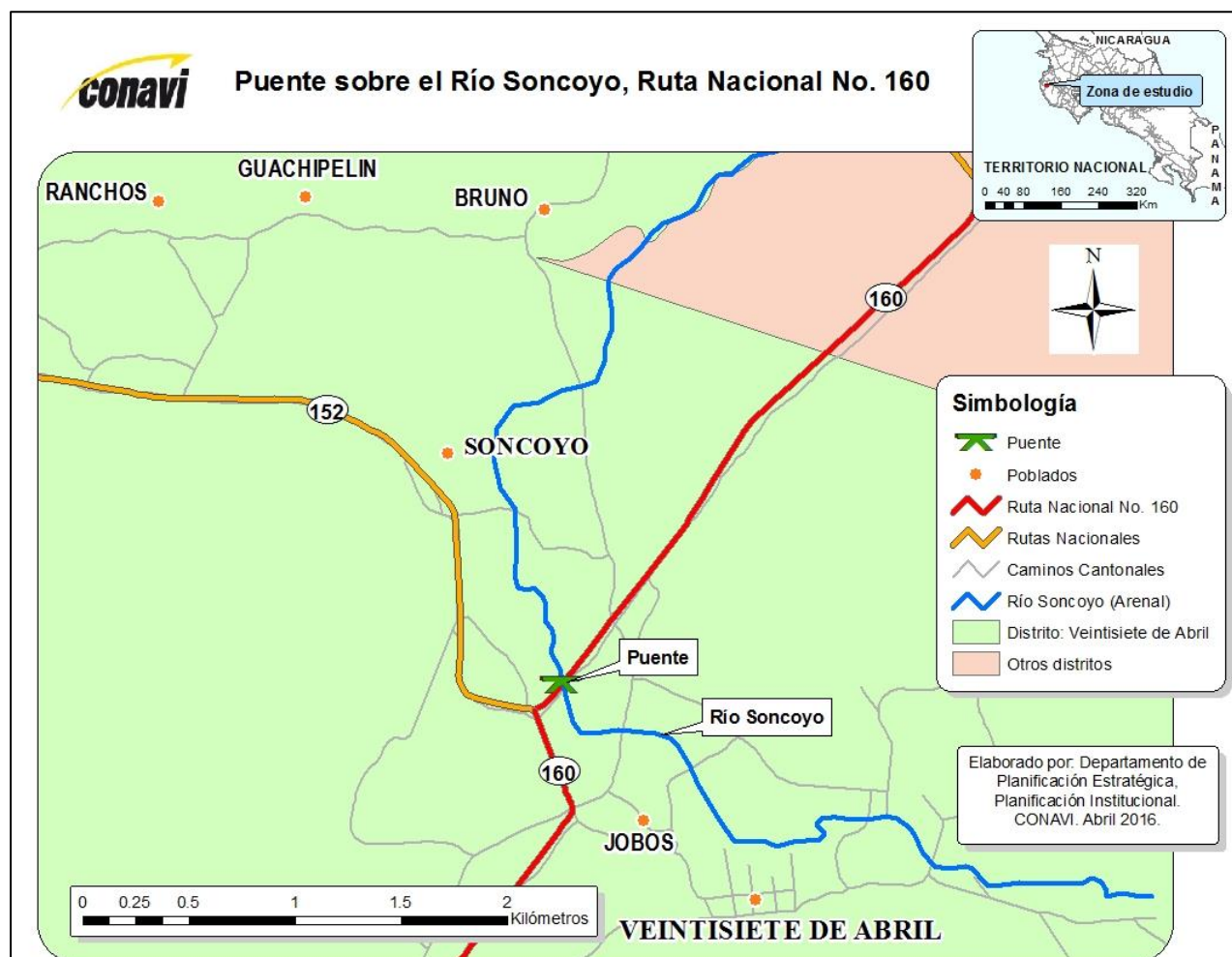
**Posibles fuentes de financiamiento:**

Presupuesto Ordinario de CONAVI, Fondo Vial.

**Localización geográfica:**

- Región: Chorotega.
- Provincia: Guanacaste.
- Cantón: Santa Cruz.
- Distrito: Veintisiete de abril.

Figura 1. Ubicación del proyecto



Fuente: Planificación Institucional Conavi, 2016.

### Beneficiarios del proyecto:

- **Beneficiarios directos:**

Los principales beneficiarios del proyecto son los usuarios de la Ruta Nacional No. 160 en la sección de control 50230, en la cual transitaban 3.221 vehículos estimados para el 2015.

- **Beneficiarios indirectos:**

Serán beneficiadas con el proyecto unas 4.873 personas que viven en el distrito de Veintisiete de Abril según el Censo 2011.

### Costos del proyecto (millones de colones):

Los costos totales del proyecto representan una inversión de ₡663 millones de colones, como se muestra en la tabla siguiente.

Construcción del puente sobre Río Soncoyo

Tabla 1: Resumen de costos de inversión

Ítem	Total (colones)
Regencia Ambiental	¢ 4.000.000
Diseño del puente	¢ 30.000.000
Construcción del puente	¢ 589.680.000
Accesos de aproximación	¢ 40.000.000
<b>TOTAL DE LA INVERSION</b>	<b>¢ 663.680.000</b>

Fuente: Planificación Institucional, CONAVI.

**Cronograma del proyecto:**

Tabla 2: Cronograma del proyecto

Etapa	Inicio	Finalización	Estado
<b>Pre inversión</b>			
Perfil	Abril 2016	Marzo 2017	Proceso
Diseño	Setiembre 2017	Febrero 2018	-
<b>Ejecución</b>			
Financiamiento	Julio 2018	Diciembre 2018	-
Licitación	Enero 2019	Agosto 2019	-
Ejecución	Setiembre 2019	Abril 2020	-
<b>Operación y Mantenimiento</b>			
Operación	Mayo 2020	Abril 2040	-

Fuente: Planificación Institucional, CONAVI.

Notas: Las fechas indicadas en la tabla anterior son preliminares.

**Restricciones y limitaciones:**

Se espera que el proyecto no presente restricciones ni limitaciones.

## **INTRODUCCIÓN**

Este informe tiene por objetivo inscribir el proyecto “Construcción del puente sobre el río Soncoyo en la Ruta Nacional No.160 por parte del CONAVI” en el Banco de Proyectos de Inversión Pública. Por ello, responde a los requerimientos de la “Guía metodológica para la identificación, formulación y evaluación de proyectos de Infraestructura Vial en Costa Rica”, elaborado por el Área de Proyectos del Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social del Centro de Planificación de América Latina (ILPES/CEPAL).

La revisión y modificación de la guía fue realizada mediante un equipo de trabajo integrado por funcionarios de la Unidad de Inversiones Públicas del MIDEPLAN, del Ministerio de Obras Públicas y Transportes y del Consejo Nacional de Vialidad.

Este documento trata de un análisis sobre variables de mercado, tecnología, análisis de amenazas naturales, impacto ambiental y rentabilidad económico-social, cuya profundidad permite definirlo como perfil.

La primera sección, correspondiente a la formulación del proyecto, permite identificar el problema y las alternativas de solución, definir los objetivos y los resultados esperados, delimitar el área de influencia y los beneficiarios. También describe las características técnicas del proyecto, análisis ambiental y de reducción de desastres.

La segunda sección corresponde a la económico-social para determinar si el proyecto es rentable para la sociedad.

## **1. IDENTIFICACION DEL PROYECTO**

### **1.1 Nombre del proyecto**

Construcción del puente sobre el río Soncoyo en la Ruta Nacional No.160 por parte del CONAVI.

### **1.2 Antecedentes**

Actualmente, la Ruta Nacional No. 160 es de gran importancia para la provincia de Guanacaste, debido a que se utiliza para fines turísticos, comerciales y empresariales, muestra de eso es el alto tránsito promedio diario que se reporta en la ruta.

Por lo tanto, el CONAVI ha realizado importantes intervenciones en la zona como son:

- Mejoramiento de la Ruta Nacional No. 152, sección Veintisiete de Abril-Villareal.
- Mejoramiento de la Ruta Nacional No. 160 y No. 928, sección Veintisiete de Abril-Río Seco-Paraíso.

La construcción del puente a dos carriles en el río Soncoyo es un complemento a los proyectos ejecutados. Debido a lo anterior, en el Plan Operativo Institucional del 2016 se incluye la contratación del diseño.

### **1.3 Identificación del problema**

El problema que se plantea son los altos costos de operación para los vehículos que utilizan la Ruta Nacional No. 160, en la sección de control 50230.

Algunas de las causas son:

- Puente de un carril sobre el río Soncoyo.
- Irrespeto al ceda en el puente.
- Disminución de la velocidad en la sección.
- Velocidad utilizada por los usuarios superior a la permitida.
- Insuficiente capacidad hidráulica del puente.

Todo esto repercute para que:

- Accidentes constantes.
- Tiempos de viaje elevados.
- Tránsito con velocidades bajas.
- Insatisfacción de los vecinos.

### **1.4 Optimización de la situación base**

Se podrían implementar medidas de bajo costo para mejorar el estado actual del puente. Principalmente, reparaciones en la estructura. Además, se debería establecer un programa de mantenimiento periódico (intervención menor) que incluya, por ejemplo:

- Pintura.
- Reparación de las barandas.



- Seguridad vial.

Esta condición se denominará situación base optimizada y se comparará con otras alternativas de solución.

### **1.5 Alternativas de solución**

Se consideran dos opciones de solución para el problema planteado:

1. Ampliar y rehabilitar el puente existente.
2. Construir un puente nuevo de dos carriles.

### **1.6 Selección de la alternativa de solución**

Dado que la optimización de la situación base optimizada no soluciona el problema y el mal estado del puente actual no permite ampliar la estructura, además de no mejorar la capacidad hidráulica de la estructura, se seleccionó la alternativa de construir un puente nuevo.

### **1.7 Objetivos del proyecto**

#### **1.7.1 Objetivo general**

Contribuir a mejorar la competitividad de la zona por medio de la disminución en los costos de operación de la Ruta Nacional No 160.

#### **1.7.2 Objetivos específicos**

1. Aumentar la capacidad de carga viva a HS 20-44+25%.
2. Aumentar la capacidad hidráulica de la estructura.

### **1.8 Resultados esperados**

1. Permitir el paso de tractocamiones de 40 toneladas.
2. Capacidad para soportar avenidas con un periodo de retorno de 100 años.

### **1.9 Vinculación con políticas, planes y estrategias de desarrollo**

El proyecto se vincula con los elementos que a continuación se detallan:

#### **Plan Nacional de Desarrollo 2015-2018**

##### **Objetivo Sectorial**

- Mejorar la infraestructura de transportes en sus diferentes modalidades.

##### **Programa**

- Programa de Obras Viales de la Red Vial Nacional Estratégica.

##### **Objetivo**

- Mejorar la transitabilidad de la red estratégica nacional con las principales zonas productivas y turísticas del país para promover el desarrollo.

### **1.10 Determinación del área de influencia**

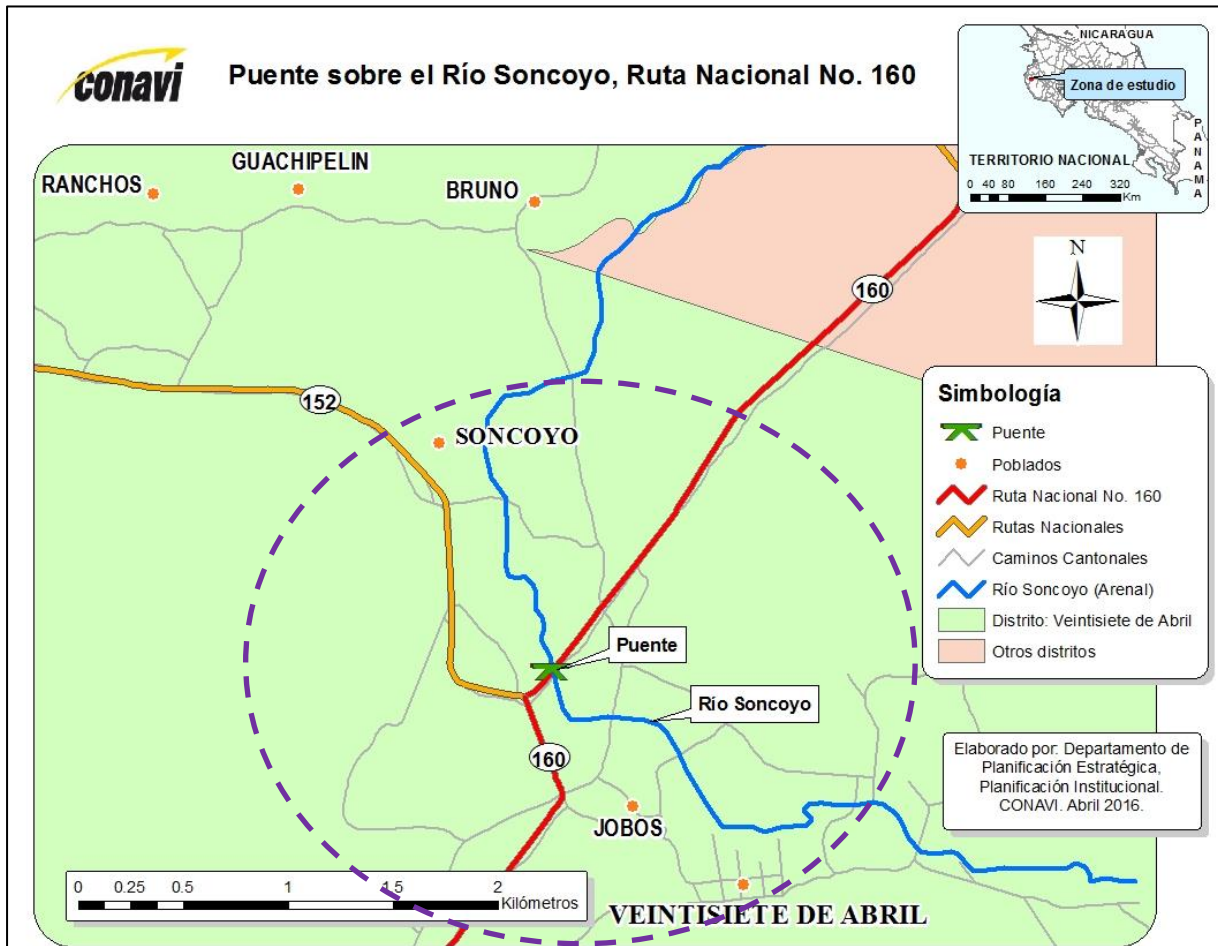
- **Área de influencia directa**

El área de influencia directa corresponde a la sección de control 50230 de la Ruta Nacional No. 160, perteneciente a la provincia de Guanacaste.

- **Área de Influencia Indirecta**

El área de influencia indirecta incluye poblados como: Soncoyo, Veintisiete de Abril y Jobos.

Figura 2. Área de influencia del proyecto



Fuente: Planificación Institucional. CONAVI. 2016.

### 1.11 Beneficiarios del proyecto

- **Beneficiarios directos:**

Los principales beneficiarios del proyecto son los usuarios de la Ruta Nacional No. 160 en la sección de control 50230, en la cual transitaban 3.221 vehículos estimados para el 2015.

- **Beneficiarios indirectos:**

Serán beneficiadas con el proyecto unas 4.873 personas que viven en el distrito de Veintisiete de Abril según el Censo 2011.

## **2. FORMULACIÓN DEL PROYECTO**

### **2.1 ANÁLISIS DE MERCADO**

#### **2.1.1 Conceptualización del mercado**

La demanda para el transporte de personas y bienes es derivada de otras actividades económicas. Es decir, las personas no usan el sistema de transporte solo por viajar sino porque tienen otra actividad que cumplir.

Por la misma razón, para la medición de impactos debe evitarse el doble conteo, pues el beneficio en los usuarios de la vialidad es el mismo que se da en el desarrollo de la zona y que finalmente se refleja en el valor de los terrenos.

El proyecto generará un cambio en la oferta de transporte al disminuir los costos de operación. Esto provoca un cambio en la demanda, pues:

1. La baja en los costos de transporte puede aumentar los niveles de producción y consumo.
2. El mejoramiento de la accesibilidad de la zona, la vuelve más atractiva para vivir e invertir.
3. La facilidad para que el lugar sea visitado, aumenta la generación de turistas.

Sin embargo, no puede creerse que la construcción de un proyecto de infraestructura vial sea por sí sola generadora de desarrollo. Los niveles de producción dependen de recursos físicos y humanos que explotar.

#### **2.1.2 Definición y características del servicio de transporte**

El proyecto mejorará el servicio de transporte que actualmente se brinda en la Ruta Nacional No. 160, debido a que se construirá una nueva estructura, eliminando el ceda en el puente, lo que permitirá reducir el tiempo de viaje en 2,22 minutos aproximadamente, permitiendo así, reducir los costos de operación para la sección.

Las características geométricas y físicas de la mejora en los nuevos accesos corresponden a: pendiente longitudinal máxima de 10 %, sobreelevación de 10%, pendiente transversal de la calzada entre 1,5 y 3%.

Además, se incorporan nuevos elementos de señalización. Para todas las mejoras mencionadas anteriormente no se contempla el cobro de tarifas o peaje.

#### **2.1.3 Identificación de la población objetivo**

La población objetivo es aquella que requiere desplazarse por la Ruta Nacional No. 160, por lo que resulta especialmente afectada la población usuaria de la ruta, tanto vehículos particulares, como de carga liviana, carga pesada y transporte público y turístico; las comunidades o poblados que se

encuentran en el área de influencia, así como al país de forma que se fortalezca la competitividad social y productiva.

## 2.1.4 Estimación de la demanda vehicular actual y proyectada

### 2.1.4.1 Situación actual

El proyecto se ubica en la sección de control 50230, de la Ruta Nacional No. 160, de acuerdo con el conteo vehicular realizado por Planificación Sectorial del MOPT el 23 de junio del 2015 realizado en Chirco frente a la plaza, el TPD contabilizado es de 3.221.

A continuación, se muestra la composición vehicular de la estación de control de la Ruta Nacional No. 160.

- Sección de control: 50230

**Tabla 3. Composición del tránsito por tipo de vehículo**

Tipo de vehículo	Porcentaje
Vehículos livianos de pasajeros	66,75
Carga liviana	21,89
<b>Total livianos</b>	<b>88,64 %</b>
Buses	2,73
Camiones de dos ejes	6,49
Camiones de tres ejes	1,06
Camiones de cuatro ejes	0
Camiones de cinco ejes	0,87
Camiones de seis ejes	0,22
<b>Total pesados</b>	<b>11,37 %</b>
<b>Tránsito Promedio Diario (TPD) 2015</b>	<b>3.221</b>

Fuente: Planificación Sectorial del MOPT.

### 2.1.4.2 Proyección

Utilizando el siguiente tránsito promedio diario (TPD) histórico de la estación de conteo vehicular No. 773, sección de control 50230, remitido por la Dirección de Planificación Sectorial del MOPT, el 4 de abril del 2016:

**Tabla 4. Composición del tránsito por tipo de vehículo**

Año	T.P.D.	Liviano	Carga Liv.	Bus	C. 2 ejes	C. 3 ejes	C. 4 ejes	C. 5+ ejes
1987	570	27,85	53,03	7,02	11,38	0,24	0,00	0,48
1990	465	27,62	55,52	6,08	10,50	0,28	0,00	0,00
1995	920	31,75	49,78	5,76	11,82	0,59	0,00	0,30
1998	760	38,99	46,28	5,89	7,45	0,87	0,00	0,52
2005	2195	54,36	31,15	2,46	8,06	3,01	0,00	0,96
2010	3361	63,53	26,22	3,53	5,38	0,67	0,00	0,67
2015	5441	66,74	21,89	2,73	6,49	1,06	0,00	1,09

Fuente: Planificación Sectorial del MOPT.

*Construcción del puente sobre Río Soncoyo*

Se estimó la Tasa de Crecimiento por medio de una Proyección Logística tal y como se muestra a continuación:

**Tabla 5. Proyección Logística Tasa de crecimiento**

Año	TPD sin proyecto	Tasa de crecimiento
2015	4681	
2016	4998	1.068
2017	5324	1.065
2018	5660	1.063
2019	6005	1.061
2020	6355	1.058
2021	6711	1.056
2022	7071	1.054
2023	7432	1.051
2024	7794	1.049
2025	8155	1.046
2026	8512	1.044
2027	8865	1.041
2028	9212	1.039
2029	9551	1.037
2030	9881	1.035
2031	10202	1.032
2032	10511	1.030
2033	10809	1.028
2034	11094	1.026
2035	11366	1.025
2036	11626	1.023
2037	11871	1.021
2038	12104	1.020

**Fuente: Planificación Institucional del CONAVI.**

En la tabla siguiente se muestra la proyección del TPD para un horizonte de análisis de 20 años, utilizando un porcentaje de crecimiento calculado por la proyección logística:

**Tabla 6. Proyección del Tránsito Promedio Diario**

Año	TPD
1	5441
2	5809
3	6188
4	6579
5	6979
6	7387
7	7800
8	8218

### Construcción del puente sobre Río Soncoyo

Año	TPD
9	8638
10	9059
11	9478
12	9893
13	10304
14	10706
15	11101
16	11485
17	11857
18	12217
19	12563
20	12894

Fuente: Planificación Institucional. CONAVI.

#### 2.1.5 Estimación de la oferta de transporte

A continuación, se describen las principales características de la sección de control donde se ubica el proyecto:

Tabla 7. Características de la sección de control

Características	Sección de control
	50230
Tramo	Veintisiete de Abril (RN 152) – Santa Cruz (RN 21)
Longitud (km)	15,925
Categoría de la ruta	Secundaria
Tipo de terreno	Llano
Pendiente según tipo de terreno	Entre 0 y 5 %
Ancho del derecho de vía (m)	19 – 20
Velocidad (km/h)	65
Tipo de superficie	Pavimento en buen estado
Número de carriles	2
Ancho de calzada (m)	6,4
Ancho espaldones (m)	0,4

Fuente: Inventario de la Red Vial Nacional por ruta y por condición.

Dirección de Planificación Sectorial, Abril 2015.

De acuerdo con la información suministrada por la Gerencia de Contratación de Vías y Puentes de CONAVI, el puente actual presenta las siguientes deficiencias:

- Defectos en la seguridad vial: falta señalización de velocidad dado que ese puente es utilizado por muchas personas, no tiene las aceras de uso peatonal, falta limpieza y pintura general.
- Defectos en superestructura: La sección de concreto no presenta problemas y lo que requiere es limpieza, la sección de la cercha si requiere una intervención mayor esto por cuanto se encontró muy deteriorada por oxidación en gran parte de los elementos metálicos.

### Construcción del puente sobre Río Soncoyo

- Defectos en subestructura: Los bastiones presentan un grado elevado de socavación al igual que los aletones.
- Defectos en funcionalidad: La operatividad y funcionalidad del puente es regular.

La sección de la losa de concreto se encuentra en regular estado con eflorescencia, la sección de vigas de metal se encuentra en estado de oxidación severo, con pérdidas de sección estructural en algunos elementos.

La sección superficial de la losa concreto se encuentra en regular estado, presenta un desgaste superficial importante con fisuras superficiales.

A continuación, se resumen las principales características del puente existente.

**Tabla 8. Características del puente sobre el río Soncoyo (Río Arenal)**

Características	Situación Actual
Longitud (m)	23,5
Ancho de carril (m)	3,75
Ancho de espaldón (m)	0
Tipo de superficie	Losa de concreto
Condición de la superficie	Regular
Tipo de terreno aledaño	Plano
Número de carriles	1
Tipo de vigas	Acero
Fundación	Bastiones de concreto

Fuente: Inventario de puentes, Gerencia de Conservación de Vías y Puentes, Zona 2-3.

En las imágenes siguientes se muestra la condición actual del puente.

**Figura 3. Vista de frente**



Fuente: Inventario de puentes, Gerencia de Conservación de Vías y Puentes, Zona 2-3.



*Construcción del puente sobre Río Soncoyo*

**Figura 4. Vista lateral**



**Fuente: Inventario de puentes, Gerencia de Conservación de Vías y Puentes, Zona 2-3.**

**Figura 5. Socavación de los bastiones**



**Fuente: Inventario de puentes, Gerencia de Conservación de Vías y Puentes, Zona 2-3.**



## Construcción del puente sobre Río Soncoyo

Figura 6. Estado de los elementos estructurales de acero



Fuente: Inventario de puentes, Gerencia de Conservación de Vías y Puentes, Zona 2-3.

En general, el puente presenta daños en accesorios como barandas y juntas de expansión, apoyos desplazados, oxidación en la gran mayoría de elementos, con socavación importante en ambos bastiones, por lo que se considera que posee una condición de riesgo.

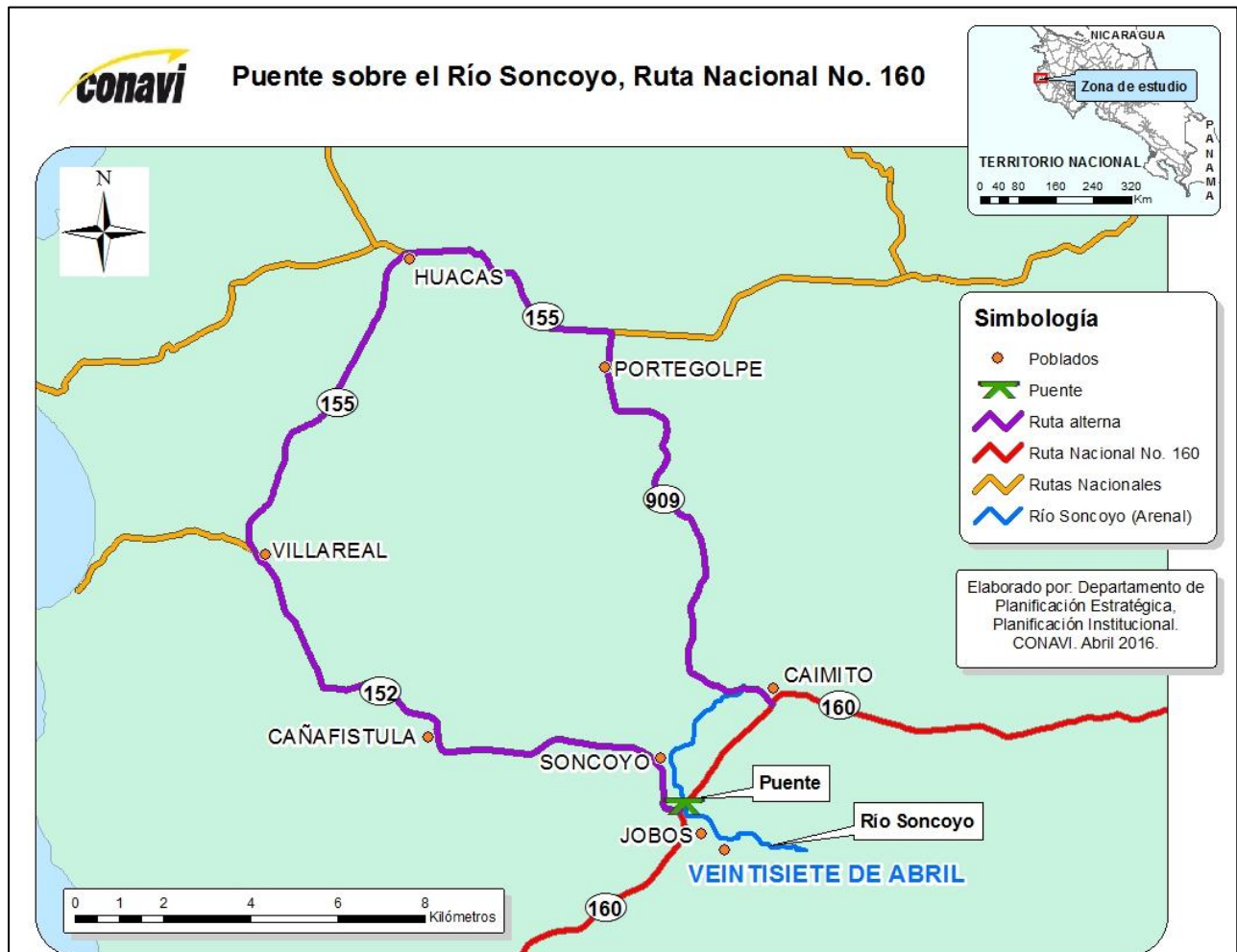
Adicionalmente, para comprender la importancia del proyecto dentro del área de influencia se hace necesario detallar cuáles son las rutas alternas.

### Rutas alternas

En caso de que el tramo de la Ruta Nacional No. 160, en la sección de control 50230 donde se ubica el proyecto, se encuentre fuera de servicio, se establecen la siguiente ruta alterna:

1. Transitar por la Ruta Nacional No. 160, desviarse en el poblado de Caimito por la Ruta Nacional No. 909, hasta Portegolpe para luego tomar la Ruta Nacional No. 155 pasando por Huacas hasta Villareal en la Ruta Nacional No. 152, hasta entroncarse de nuevo con la Ruta Nacional No. 160, después del puente Soncoyo, para una longitud total de 39,13 km.
2. Utilizar la ruta cantonal, sin embargo, se encuentran en mala condición y son de lastre.

Figura 7. Ruta alterna



Fuente: Planificación Institucional Conavi, 2016.

### 2.1.6 Análisis de tarifas

No se tiene contemplado el cobro de peajes.

### 2.1.7 Estrategias de información y divulgación

El Consejo Nacional de Vialidad, a través de la Oficina de Comunicación e Imagen, realiza comunicados de prensa en conjunto con la Dirección de Prensa del MOPT, en caso de cierres y paso regulado debido a los trabajos.

Igualmente, cuando se termina un proyecto, se divulga a través de la página web institucional y diversos medios de comunicación.

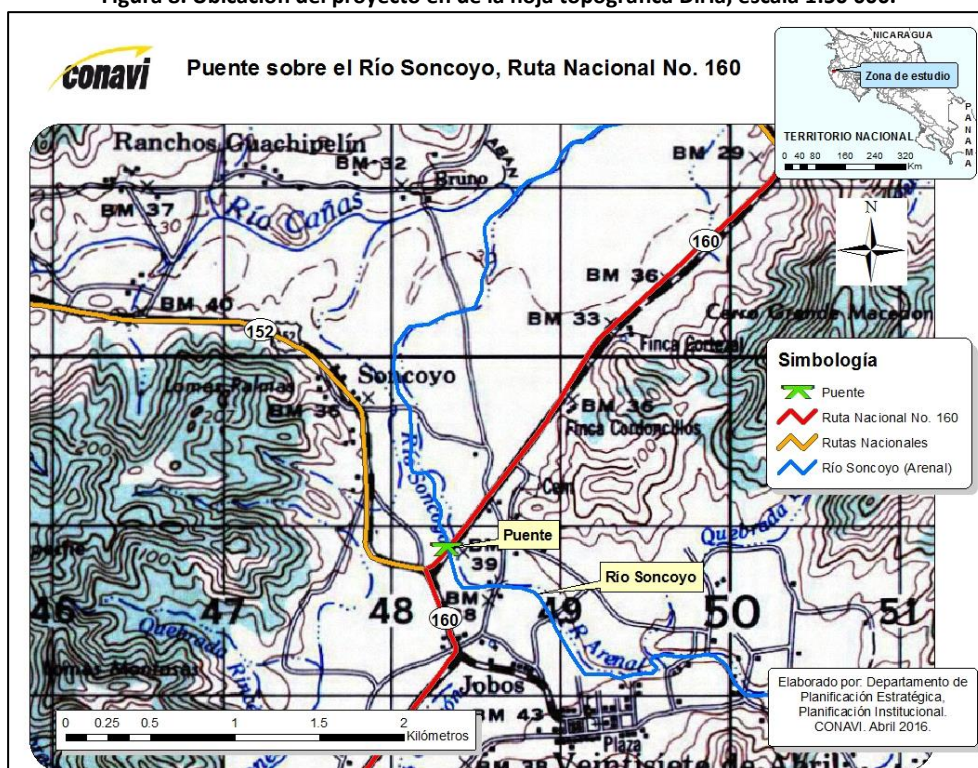
## 2.2 ANÁLISIS TÉCNICO

### 2.2.1 Localización geográfica del proyecto

#### Macro-localización:

- Región: Chorotega.
- Provincia: Guanacaste.
- Cantón: Santa Cruz.
- Distrito: Veintisiete de abril.

Figura 8. Ubicación del proyecto en de la hoja topográfica Diría, escala 1:50 000.



Fuente: Planificación Institucional Conavi, 2016

#### Micro-localización:

De acuerdo a la proyección oficial CRTM 05 las coordenadas del puente son:

- Coordenadas
  - Longitud Este: 312 024
  - Latitud Norte: 1 134 411,28

### 2.2.2 Componentes del proyecto

A continuación, se muestran los componentes del proyecto:

Construcción del puente sobre Río Soncoyo

- a. Reubicación de servicios públicos.
- b. Diseño del puente.
- c. Diseño de los accesos.
- d. Construcción del puente.
- e. Construcción de los accesos.
- f. Obras de seguridad vial.
  - i. Pasarela peatonal.
  - ii. Señalización horizontal y vertical.

De manera general, se presentan las actividades constructivas de la obra:

Tabla 9. Actividades de la Obra

Componente	Sub - componente	Actividad
Reubicación de servicios públicos	Reubicación del tendido eléctrico, estructuras del ICE y tubería de agua potable.	Remoción de árboles
		Limpieza y desmonte
		Remoción de tuberías y medidores.
Diseño del puente	-	Estudios (Geotécnico, Hidrológico, Amenaza sísmica)
		Levantamiento topográfico
		Diseño estructural
Diseño de los accesos	-	Levantamiento topográfico
		Auscultación y diseño del pavimento
		Diseño geométrico
Construcción del puente	-	Excavación y relleno
		Escollera de piedra ligada
		Fundación
		Barandas
		Hormigón estructural y acero
		Miembros estructurales de hormigón postensado
		Acero estructural
Construcción de los accesos	-	Excavación
		Relleno
		Préstamo selecto
		Subbase
		Base
		Carpeta asfáltica
Obras de seguridad vial	Pasarela peatonal	Baranda
	Señalización horizontal y vertical	Señales verticales
		Demarcación horizontal
		Captales

Fuente: Planificación Institucional Conavi, 2016.

### 2.2.3 Tamaño

Tomando en cuenta el estado del puente, y que el nivel de tránsito del proyecto es de 5809 vehículos por día en el 2016, de acuerdo a un análisis logístico realizado, construir el puente de dos carriles permitiría el uso adecuado de la vía.



El Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras Regionales (MCNDGCR) exige como mínimo carriles de 3,6 m con espaldones de 1,2 m para carreteras con un TPDA inferior a 10000.

En el diseño se definirán las características del puente, sin embargo, se proponen las siguientes dimensiones:

- Longitud: 28 metros.
- Ancho: 11,7 metros (3,60 m ancho de carril, aceras a ambos lados de 1,20 m, espaldones de 0,60 m ambos lados y protección tipo new jersey de 0,45 m a ambos lados).

#### 2.2.4 Tecnología y procesos

- **Construcción**

Esta sección se refiere a los medios que se utilizarán para la construcción del proyecto. La cantidad de recurso humano, maquinaria y materiales para cada renglón de pago será determinada por la empresa que se contrate para cada renglón de pago a fin de elaborar el presupuesto del proyecto.

Como referencia se indica en la Tabla siguiente, se omite la descripción técnica y solo se indica el nombre genérico de la maquinaria.

Tabla 10. Equipo requerido para construir el proyecto.

Grúas	Batidoras
Cabezal	Vibradores
Camión grúa sierra	Soldadoras
Carretas	Esmeriladoras
Retroexcavador	Motosierras
Excavadora	Formaletas
Pick up	Vagonetas
Gatos para tensado	Tanque de agua
Plantas eléctricas	Acabadora de pavimento
Bombas	Compactadores
Turbomezclador	Motoniveladora
Distribuidor de asfalto	

Fuente: Planificación Institucional Conavi, 2016.

- **Mantenimiento**

El mantenimiento sería incluido dentro de los contratos de conservación de la Red Nacional Pavimentada administrados por el CONAVI.

- **Señalamiento y seguridad vial**

En la demarcación horizontal probablemente se utilice señalización tipo H (base agua).

- **Operación**

Al ampliar el puente a dos carriles, la sección de control operará con flujo ininterrumpido.

### 2.2.5 Ingeniería

En esta sección se explica el tipo de inversiones a realizar de acuerdo con las normas técnicas y las especificaciones vigentes para las diferentes áreas del proyecto.

- **Hidrología**

En el diseño se deberá prever aumentar la capacidad hidráulica, debido al alto riesgo por inundación en la zona. Se espera que la sección hidráulica sea suficiente para soportar una avenida con un período de retorno de 100 años.

- **Estructura del puente**

Para el puente se plantea una sola luz de 28 m. La estructura estará formada por miembros estructurales postensados y la carga de diseño debe corresponder a HS20-44+25%.

- **Geotecnia**

En el estudio geotécnico se determinará el tipo de fundación a utilizar.

- **Diseño geométrico**

En general, se mantiene el diseño geométrico actual, debido a que no hay mejoras significativas.

- **Estructura de pavimento**

Se deberá realizar una auscultación del pavimento existente para determinar los espesores de la estructura.

- **Señalamiento y seguridad vial**

Se propone incluir barandas New Jersey para dividir el flujo vehicular y peatonal. La señalización incluye límites de velocidad, prohibición de adelantar, advertencia sobre curvas y altos para las vías secundarias.

### 2.2.6 Criterio de la comunidad sobre la propuesta técnica del proyecto.

Los vecinos están de acuerdo con el proyecto y desde hace tiempo esperan que el proyecto se realice.

### 2.2.7 Responsabilidad Social.

El ejecutor del proyecto deberá velar por el cumplimiento de las obligaciones legales vigentes, especialmente en materia laboral y ambiental. Esto incluye solicitar estar al día con las obligaciones obrero-patronales, así como la gestión ambiental del proyecto de acuerdo con los parámetros de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA).

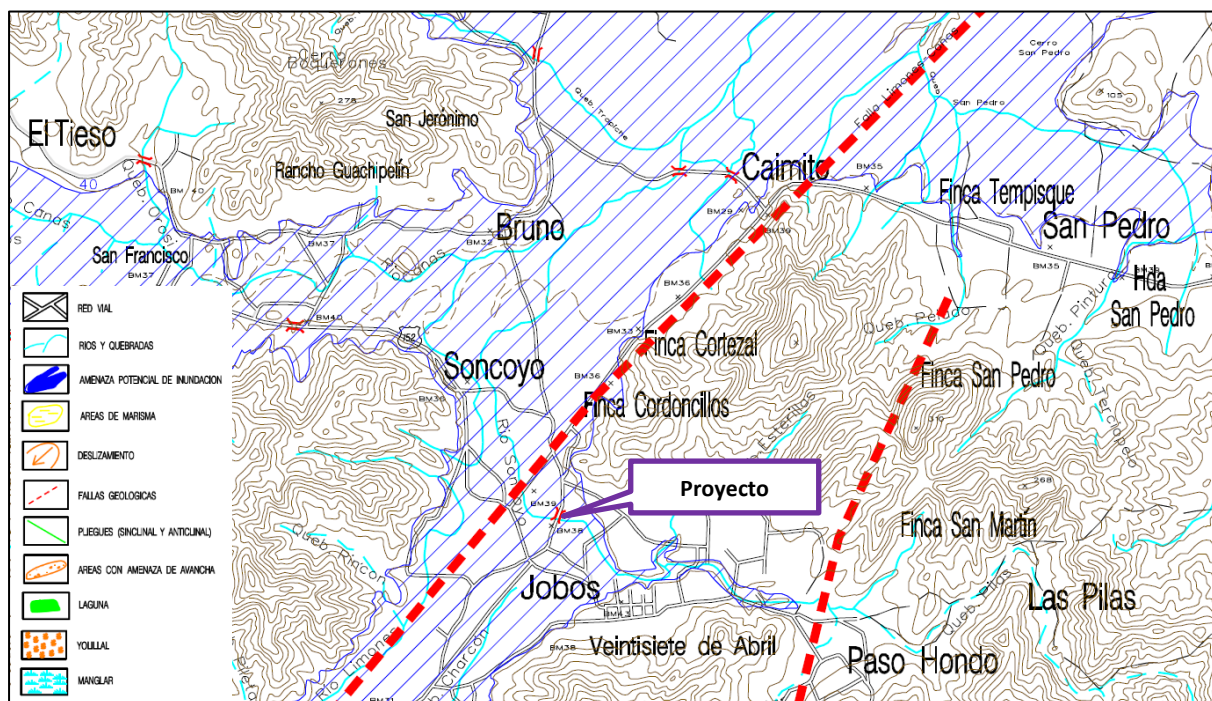
## 2.3 ANÁLISIS DE RIESGOS

### 1.1.2 Identificación de amenazas

Se revisó si existe IFA para el cantón de Santa Cruz, no obstante, no se encontró, por lo que se procede a realizar el análisis siguiendo la metodología.

Para determinar las amenazas del proyecto en análisis, se cuenta con el Mapa de Amenazas Naturales Potenciales de la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE) para el cantón de Santa Cruz, como se muestra en la imagen siguiente.

Figura 9. Extracto del Mapa de Amenazas Naturales Potenciales, Cantón de Santa Cruz



Fuente: CNE

### ***Amenaza de deslizamiento***

Se observa que en la figura No.9 el sitio del proyecto, no se encuentra cerca de deslizamientos.

#### Criterio básico

- El proyecto se encuentra en una zona de llanura o de pendiente menor de  $8^\circ = 14,05\%$ , alejada a más de 200 metros de taludes artificiales o naturales y no hay laderas cercanas → descartar la amenaza en la valoración del proyecto en la etapa de perfil.
- El sitio del proyecto está encima o muy cercano a terrenos inestables, al borde o al pie de taludes o en zonas con cortes de talud verticales realizados por la actividad humana o con pendiente mayor de  $14,05\%$  → utilizar los mapas de Mora Vahrson o aplicar matriz de estimación de la amenaza para los sitios en los que no se dispone (pasos 2 y 3).

Para este caso, no se cumple con el criterio básico en la zona en la cual está ubicado el río Soncoyo ya que la pendiente es superior a 35 grados. Para todo el resto de la zona donde está ubicado el proyecto la pendiente promedio es menor a 8 grados y si se cumple el criterio básico.

Dado lo anterior y por cuanto no se cuenta con los mapas Mora Vahrson, se utilizará la matriz de evaluación de amenazas en la zona del río Soncoyo, con el fin de estimar el índice de amenaza que el área de ubicación del proyecto podría tener frente a la ocurrencia de deslizamientos. La matriz utiliza los resultados de los procesos naturales que favorecen la ocurrencia de los deslizamientos. Es decir, se valora si el sitio de interés es propenso a ser afectado por deslizamientos en caso de lluvias, sismos o una mezcla de ambos, mediante la combinación de la valoración y peso relativo de las variables.

Se considera que los deslizamientos ocurren en una zona con cierto grado de humedad y pendiente, su equilibrio es alterado por las lluvias intensas y/o sismos que actúan como factores de disparo del evento.

Se analizaron las siguientes variables incluidas en la matriz de evaluación de la amenaza:

- 1) **Deslizamientos en proceso o antecedentes de deslizamientos:** para ello se analizó lo determinado por la Comisión Nacional de Emergencias en el mapa de amenazas y peligros naturales del cantón de Santa Cruz (figura 9), en el cual se determinó que para la zona del proyecto no se presentan amenazas de deslizamientos en proceso o antecedentes de deslizamientos.
- 2) **Humedad del suelo:** para determinar la humedad del suelo se solicitaron los promedios mensuales de datos climáticos al Instituto Meteorológico Nacional para la estación Parque Nacional Santa Rosa, siendo esta la más cercana al sitio del proyecto, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 11. Datos de lluvia en la estación ubicada en el Parque Nacional Santa Rosa**

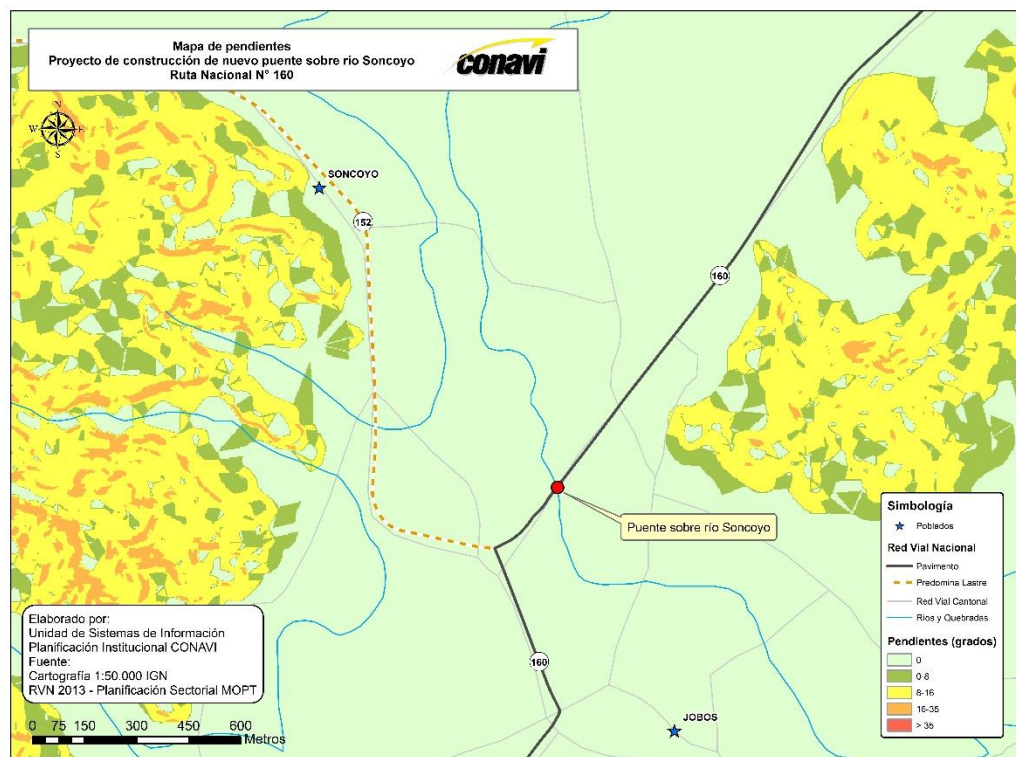
Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Promedio mensual	4,5	0,9	2,1	14,8	208,5	236,8	134,3	209,9	362,6	363,7	110,3	19,2
Valoración parámetro humedad	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	0	0
<b>8</b>												

Fuente: IMN

- 3) **Pendiente promedio de la ladera:** con el fin de observar la pendiente de la ladera donde se ubica el proyecto, y con ello determinar las secciones de la ruta que pueden tener problemas de deslizamiento se realizó el análisis del mapa de pendientes del sitio (Figura 30), determinando que las pendientes se encuentran en su gran mayoría 0-8 grados, sin embargo, en el área alrededor del río Soncoyo, la pendiente es superior al 35 grados ya que al ser un puente, existe un corte casi de 90°.



Figura 10. Mapa de pendientes.



Fuente: Planificación Institucional, CONAVI, 2016.

- 4) **Zonas sísmicas:** Para determinar la zona sísmica en la cual está ubicado el proyecto, se procedió a revisar el Anexo III de la Guía, en el cual se observó que para la provincia de Guanacaste, en el cantón de Santa Cruz y para todos los distritos, la zona es IV.
- 5) **Precipitación máxima en 24 horas:** en cuanto a la precipitación máxima, no se cuenta con los datos para realizar el análisis, por lo tanto el mismo se realiza tomando como parámetro el caso más crítico en donde la precipitación máxima es superior a 400 mm y el caso más bajo en el cual la precipitación mínima es inferior a 100 mm y así determinar un rango para esta variable.
- 6) **Ubicación del sitio – Posición del área del proyecto respecto a la ladera en metros:** tomando en cuenta el puente se determinó que el proyecto cerca taludes artificiales o naturales y no hay laderas cercanas, en su gran mayoría a excepción de la zona en la cual se ubica el puente sobre el Río Soncoyo.

A continuación se detalla el resultado del análisis de esta amenaza:

Construcción del puente sobre Río Soncoyo

Tabla 12: Amenaza de deslizamiento con el nivel más crítico

AMENAZA DE DESLIZAMIENTO										
VARIABLE	PARAMETROS		NIVEL DE INCIDENCIA	PUNTAJE	Índice alto en precipitación			Índice mínimo en precipitación		
					VALOR	PONDERADOR %	INDICE	VALOR	PONDERADOR %	INDICE
Deslizamientos en proceso o antecedentes de deslizamientos. Utilizar radio sugerido de 1500 m alrededor del proyecto. Consultar Mapas e informes de CNE y testimonio de vecinos.	Si		Muy alto	5	1	30.00	0.30	1	30.00	0.30
	No		Muy bajo	1						
Valoración del parámetro de humedad del terreno	20-24		Muy alto	5	2	15.00	0.30	2	15.00	0.30
	15-19		Alto	4						
	10-14		Medio	3						
	5-9		Bajo	2						
	0-4		Muy Bajo	1						
Zonas Sísmicas	IV		Muy alto	5	5	15.00	0.75	5	15.00	0.75
	III		Alto	4						
	II		Medio	3						
Precipitación máxima en 24 horas, periodo de retorno de 50 años (mm de lluvia en 24 horas)	> 400 mm		Muy alto	5	5	15.00	0.75	1	15.00	0.15
	300 - 400 mm		Alto	4						
	200 - 300 mm		Medio	3						
	100-200 mm		Bajo	2						
	<100 mm		Muy bajo	1						
Clases de pendiente promedio de la ladera	> 35° Terrenos muy escarpados o con pendiente compleja en zonas montañosas		Muy Alto	5	5	12.50	0.63	5	12.50	0.63
	Entre 16° y 35° Terrenos moderadamente escarpados o acolinados.		Medio	3						
	Entre 8° y 16° Terrenos casi planos a inclinados o lomeríos suaves.		Bajo	2						
	< 8° Terrenos planos a casi planos		Muy Bajo	1						
Ubicación del sitio - Posición del área del proyecto respecto a la ladera, en metros	< 50	El sitio está encima o muy al borde o al pie de taludes o en la zona de depósitos de los materiales (suelo, roca, etc.) o en zonas con cortes de talud verticales realizados por la actividad humana.	Muy Alto	5	5	12.50	0.63	5	12.50	0.63
	51 - 150	El sitio se ubica en zonas cercanas al borde de taludes, o en laderas modificadas por la actividad humana.	Medio	3						
	151 -200	Alejada de taludes artificiales o naturales y no hay laderas cercanas	Muy Bajo	1						
<b>INDICE TOTAL</b>						<b>100.00</b>	<b>3.35</b>		<b>100.00</b>	<b>2.75</b>

Fuente: Metodología de análisis de amenazas naturales para proyectos de inversión pública en etapa de perfil, MIDEPLAN, 2014.

*Construcción del puente sobre Río Soncoyo*

Una vez analizada la amenaza y tomando en cuenta las 6 categorías de la escala de valoración del índice de amenaza con los niveles de incidencia del siguiente modo:

Nivel de amenaza	Índice de amenaza
Muy alto	4,01 - 5,00
Alto	3,01 - 4,00
Medio	2,01 - 3,00
Bajo	1,01 - 2,00
Muy bajo	Igual a 1

Una vez aplicada la matriz de evaluación de la amenaza por deslizamiento, se puede determinar que el nivel de incidencia del proyecto en cuanto a la amenaza por deslizamiento se encuentra en nivel medio y alto

***Amenaza de inundación***

-Criterio básico: El proyecto se ubica en el cauce de un río, por lo que se aplica la matriz.

- a) –Como se muestra en el mapa elaborados por la CNE existe una alta amenaza de inundación, por lo que se le asigna un valor de 5, alto.
- b) La pendiente promedio del proyecto es menor a 5%, según el inventario de la Red Vial Nacional y el promedio mensual de los tres meses más lluviosos (junio, setiembre y octubre) al utilizar la matriz de combinación 1, da como resultado un valor de 4.

**Tabla 13. Promedio mensual de los tres meses más lluviosos, estación ubicada en la Estación de Santa Rosa**

Mes	Promedio mensual (mm)	Promedio
Junio	236,8	321
Setiembre	362,6	
Octubre	363,7	

Fuente: IMN, Estación Santa Rosa 1997-2013.

- c) Para la obtención de la valoración del parámetro de humedad, cuyo valor es 2 (bajo), se realiza un balance hídrico simplificado, utilizando la información suministrada por el Instituto Meteorológico Nacional en la tabla siguiente, obteniendo una humedad del terreno de 8.

**Tabla 14. Datos de lluvia en la estación ubicada en el Parque Nacional Santa Rosa**

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	May o	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Promedio mensual	4,5	0,9	2,1	14,8	208,5	236,8	134,3	209,9	362,6	363,7	110,3	19,2
Valoración parámetro humedad	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	0	0
<b>8</b>												

Fuente: IMN

Construcción del puente sobre Río Soncoyo

- d) Mediante fotografías del sitio, se determina que la vegetación predominante corresponde a arbustos, lo que corresponde a un valor de 3 en la matriz.
- e) La distancia a cuerpos de agua es de 0 metros, al ubicarse el proyecto sobre un río y la altura sobre el tirante de agua se asume menor a 2 metros, aplicando estos datos en la matriz de combinación 2, se obtiene un valor de 5 (muy alto).

A continuación, se detalla el resultado del análisis de esta amenaza:

Tabla 15. Amenaza de inundación

AMENAZA DE INUNDACIÓN							
VARIABLE	PARAMETRO	NIVEL DE INCIDENCIA	PUNTAJE				
				VALOR	PONDERADOR %	INDICE	
a)	Localización en zonas de amenaza con potencial de inundación	Si	Muy Alto	5	5	35	1.75
	No	Muy bajo	1				
b)	Pendiente promedio del terreno con Precipitación (promedio mensual 3 meses más lluviosos en mm) (Matriz combinación 1)	Combinación de parámetros	Muy alto	5	4	20	0.8
			Alto	4			
			Medio	3			
			Bajo	2			
			Muy bajo	1			
c)	Valoración del parámetro de humedad del terreno	20 - 24	Muy alto	5	2	15	0.3
		15 - 19	Alto	4			
		10 - 14	Medio	3			
		5 - 9	Bajo	2			
		0 - 4	Muy bajo	1			
d)	Cobertura vegetal, Vegetación predominante.	Suelo desnudo o herbáceo	Muy alto	5	3	10	0.3
		Charral	Alto	4			
		Arbustiva	Medio	3			
		Bosque no denso	Bajo	2			
		Bosque denso	Muy Bajo	1			
e)	Distancia a cuerpos de agua y Altura sobre el tirante de agua (Matriz de combinación 2)	Combinación de parámetros	Muy alto	5	5	20	1
			Alto	4			
			Medio	3			
			Bajo	2			
			Muy Bajo	1			
<b>INDICE TOTAL</b>							<b>4.15</b>

Fuente: Planificación Institucional, CONAVI.

### Amenaza de alud torrencial

-Criterio básico: aunque el proyecto se encuentra en el cauce de un río, se ubicará a más de 10 m del lecho mayor del río, además, no existen antecedentes de alud torrencial en un radio de 5 km al sitio del proyecto, por lo tanto, se descarta la amenaza por criterio básico, sin embargo al no cumplirse de manera simultánea se aplica la matriz para amenaza de Alud Torrencial:

Tabla 16. Amenaza de Alud Torrencial

AMENAZA DE AVALANCHA									
				Indice alto en precipitación			Indice mínimo en precipitación		
VARIABLE	PARAMETRO	NIVEL DE INCIDENCIA	PUNTAJE	VALOR	PONDERADOR %	INDICE	VALOR	PONDERADOR %	INDICE
Existencia de eventos previos de alud torrencial. Consultar Mapas e informes de CNE y testimonio de vecinos.	Si	Muy Alto	5	1	35.00	0.35	1	35.00	0.35
	No	Muy bajo	1						
Posición del proyecto	a. Valle o cañones de río de montaña	Parte baja del valle o cañón de río	Muy alto	1	25.00	0.25	1	25.00	0.25
		Fuera del valle aluvial	Muy Bajo						
	b. Abanico aluvial	Abanico aluvial	Alto	4					
Disparo por lluvia. Precipitación máxima en 24 horas, periodo de retorno de 50 años. En la zona alta de la cuenca.	> 400 mm	Muy alto	5	5	25	1.25	1	15	0.15
	300 - 400 mm	Alto	4						
	200 - 300 mm	Medio	3						
	100-200 mm	Bajo	2						
	<100 mm M	Muy bajo	1						
Disparo por sismo. Zona Sísmica de la zona montañosa de donde proviene el/los cauces que pueden afectar el proyecto	IV	Muy alto	5	5	15.00	0.75	5	15.00	0.75
	III	Alto	4						
	II	Medio	3						
<b>INDICE TOTAL</b>						<b>2.60</b>	<b>INDICE TOTAL</b>		<b>1.50</b>

Fuente: Planificación Institucional, CONAVI.

### Amenaza de volcánica

-Criterio básico: El volcán más cercano a la zona del proyecto es el Rincón de la Vieja, se ubica a más de 20 km (aproximadamente a 113 km del volcán), por lo que se descarta la amenaza volcánica por criterio básico.

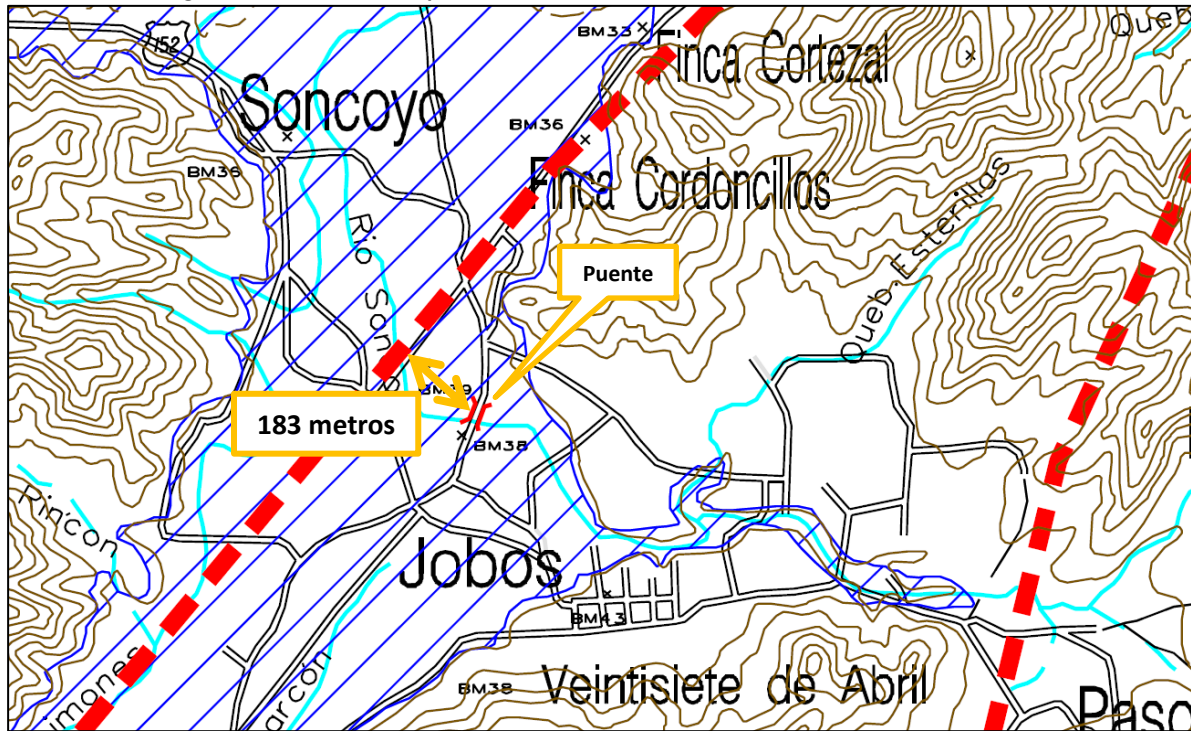
### Amenaza de sísmica

-Criterio básico: dada la naturaleza sísmica de todo el país, esta amenaza nunca se descarta por lo tanto debe ser analizada.

Se realiza la evaluación de la amenaza mediante la aplicación de la Metodología.

- Zona sísmica y tipo de sitio: en cuanto a sismicidad el cantón de Santa Cruz se ubica en la Zona IV. No se tiene información del tipo de suelo por lo que se clasifica como S3. Con estos datos se ingresa a la matriz de combinación y se obtiene un valor de 5 (muy alto).
- La distancia con respecto a la falla es mayor a 100 metros, por lo que se toma en cuenta el valor de 1 (Muy Bajo). Esta distancia se estimó con base en la figura siguiente a 183 metros:

Figura 11. Extracto del Mapa de Amenazas Naturales Potenciales, Cantón de Santa Cruz



Fuente: CNE.

- c) Combinado los parámetros de pendiente promedio del proyecto (90° por ser un corte recto de puente) y la zona sísmica del cantón (zona IV) se obtiene un valor de 4.20.

A continuación, se detalla el resultado del análisis de esta amenaza:

Tabla 17. Amenaza sísmica

AMENAZA SÍSMICA						
VARIABLE	PARAMETRO	NIVEL DE INCIDENCIA	PUNTAJE	VALOR	PONDERADOR %	INDICE
Zona sísmica y Tipos de sitio (Matriz Combinación 3)	Combinación de parámetros	Muy alto	5	5	60.00	3.00
		Alto	4			
		Medio	3			
Distancia respecto al trazo de una falla local	Atravesado por falla	Muy alto	5	1	20.00	0.20
	Menor a 25 m	Alto	4			
	25 - 50 m	Medio	3			
	75 - 100 m	Bajo	2			
	Mayor a 100 m	Muy Bajo	1			
Pendiente promedio del terreno y Zona sísmica (Matriz Combinación 4)	Combinación de parámetros	Muy alto	5	5	20.00	1.00
		Alto	4			
		Medio	3			
		Bajo	2			
		Muy bajo	1			
<b>INDICE TOTAL</b>						<b>4.20</b>

Fuente: Planificación Institucional, CONAVI.

### ***Amenaza de por tsunami***

-Criterio básico: el proyecto se encuentra localizado a más de 2500 metros de la línea de pleamar, por lo tanto, se descarta la amenaza.

### **1.1.3 Clasificación de amenazas**

Finalmente se obtiene la clasificación de las amenazas analizadas, que se resumen en la siguiente tabla:

**Tabla 18. Resumen de amenazas**

Amenaza	Indice	Nivel
Deslizamiento	3.35	Alto
Inundación	4.15	Muy Alto
Alud Torrencial	2.25	Medio
Volcánica	0	-
Sísmica	4.20	Muy Alto
Tsunami	0	-

Fuente: Planificación Institucional, CONAVI.

Como se puede observar, a las amenazas que se les deben aplicar medidas de reducción del riesgo, corresponden a Inundación y Sismo.

### **1.1.4 Reducción del riesgo**

Se determinó que en el tramo del proyecto existen riesgos por:

Deslizamientos en la zona en la cual se encuentra el río Soncoyo, esto se mitigará con la construcción de taludes de acuerdo a lo establecido en la normativa vigente.

Se determinó que en el tramo del proyecto existe riesgo por inundación y alud torrencial, su mitigación se contempla dentro de la colocación del puente a una altura superior al nivel de la inundación y aumentando su longitud con respecto a la actual.

En el caso de la actividad sísmica, la cual se mitigará construyendo el proyecto de acuerdo a lo contemplado dentro del código sísmico, mismo que será tomado en cuenta dentro en el diseño.

### **1.1.5 Costos de las medidas**

Para cuantificar los costos de las medidas para reducir el riesgo se incluye la excavación y protección del cauce, aumento de la longitud de la superestructura de los puentes y construcción de escollera y gaviones para los rellenos de aproximación y el costo del diseño. En la tabla siguiente se muestra un monto aproximado por cada actividad.

Tabla 19. Costo de las medidas para reducción del riesgo

Rubro	Costo
Estudios y Diseño	₡ 30.000.000
Aumento en los costos de la superestructura (23 a 28 m)	₡ 64.395.000
Escollera y gaviones para los rellenos de aproximación	₡ 27.000.000
<b>TOTAL</b>	<b>₡ 121.395.000</b>

Fuente: Planificación Institucional.

Las medidas para la reducción del riesgo están incluidas en el costo total del proyecto, lo que corresponde a un 18% del costo del proyecto.

## 1.2 ANÁLISIS AMBIENTAL

El enfoque preventivo del análisis ambiental de un proyecto, consiste en identificar y evaluar los impactos ambientales antes de que se produzcan, lo cual también permite definir preliminarmente algunas características del proyecto, para determinar la significancia de los impactos ambientales.

### 1.2.1 Procedimiento para obtener la viabilidad ambiental según ciclo de vida del proyecto

El marco legal ambiental vigente está definido principalmente en la Ley Orgánica del Ambiente (Ley N° 7554), cuyo instrumento principal es el Reglamento General sobre los Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (Decreto No. 31849-MINAE). En dicha ley se establece que el proceso de planificación de proyectos que puedan afectar el medio ambiente, debe considerar criterios técnicos y ambientales, que complementen los argumentos financieros y económicos, en los cuales, tradicionalmente, se ha concentrado el análisis de viabilidad de un proyecto.

En este sentido, es función de la SETENA exigir y analizar las evaluaciones de impacto ambiental; recomendar acciones para minimizar impactos negativos sobre el medio natural y social, y velar por la ejecución de las resoluciones emitidas en las respectivas licencias o viabilidades ambientales.

Los documentos a presentar en SETENA para obtener la viabilidad ambiental son los siguientes:

- Completar el formulario D1 (para proyectos obra nueva), cumpliendo con el Código de buenas prácticas ambientales (CBPA).
- Además, se estima que en el D1 el cálculo del SIA (Significancia de Impacto Ambiental) se encuentre en el rango de 0-300, por lo que también se debe adjuntar la Declaración Jurada de Compromisos Ambientales (DJCA).

### 1.2.2 Identificación y valoración de impactos ambientales

Para este proyecto, se ha identificado que los factores con mayor significancia ambiental son:

1. Emisiones de fuentes móviles.
2. Aguas residuales de tipo especial.
3. Generación de empleo.
4. Ruidos y vibraciones.



5. Vialidad: generación de tráfico nuevo.

### 1.2.3 Medidas correctoras y compensatorias

Las medidas de mitigación constituyen una serie de actividades, procedimientos cuyo objetivo es el de reducir, compensar los impactos negativos causados por las actividades durante la etapa de construcción y operación.

Como política del CONAVI, se establecen buenas prácticas ambientales para todos los proyectos que se desarrollan.

Las medidas están agrupadas en la Tabla siguiente de acuerdo a los aspectos ambientales que son considerados.

**Tabla 20. Medidas de mitigación y control.**

Variable considerada	Impactos	Medida de mitigación y control	Responsable
RECURSO HÍDRICO	· Sedimentación por escorrentía en el cauce del río durante el proceso constructivo.	· Enfatizar la protección a la cubierta natural de vegetación existente, como primera protección, entre el terreno donde va el puente y los citados cuerpos de agua.	Contratista
	· Contaminación del cauce con desechos sólidos (material excavado, etc.) y desechos líquidos en el proceso constructivo.	· Instalar vallas de sedimentos, a fin de capturarlos antes de que dejen el área de trabajo y en particular, previo a que alcancen cuerpos de agua cercanos. Estas pueden construirse con estructura metálica y geotextiles, u otros medios filtrantes.	Contratista
		· Abrir canales temporales corta corrientes, de modo que se disminuya la velocidad y capacidad de arrastre del flujo de escorrentía. El agua captada debe ser dirigida a un cuerpo receptor, previo paso por algún sistema de retención de sedimentos.	Contratista
		· Establecer cunetas de protección al pie de los taludes, los que estarán dirigidos a una trampa de sedimentos.	Contratista
		· Se deberán de implementar las medidas para el manejo de desechos sólidos y líquidos acorde con el Plan de Manejo de Desechos (PMD).	Contratista
		· Se prohibirá el lavado de maquinaria en los cursos de agua (ríos, quebradas, ruyos, etc.) y sus márgenes.	Contratista
		· Cuando se realicen trabajos en los ríos, quebradas o sus márgenes, deberá garantizarse la inexistencia de eventuales fugas de aceite o combustible, que puedan contaminar el agua.  · En caso de utilizar las redes de acueducto público existente, se deberá de usar dispositivos de retención de agua en los finales de mangueras y el contratista deberá reparar cualquier fuga de forma expedita.	Contratista

Construcción del puente sobre Río Soncoyo

Variable considerada	Impactos	Medida de mitigación y control	Responsable
PROTECCIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES	· Sedimentación por escorrentía en el cauce del río durante el proceso constructivo.	· No realizar labores de reparación ni mantenimiento de la maquinaria en el AP.	Contratista
	· Contaminación del cauce con desechos sólidos (material excavado) en el proceso constructivo.	· Evitar el derrame de combustibles, aceites o productos químicos en general. Además, impermeabilizar las zonas vulnerables con el fin de evitar las filtraciones en el suelo, tales como bodegas de productos químicos y/o sitios donde se manipulen combustibles.	Contratista
		· Acondicionar un sitio para la acumulación de desechos y escombros típicos de la etapa de construcción.	Contratista
		· Usar cabinas sanitarias para el manejo de las aguas residuales ordinarias de construcción.	Contratista
		· Queda terminantemente prohibida la utilización de aguas superficiales, salvo se cuente con la respectiva concesión para aprovechamiento de este recurso.	Contratista
PROTECCIÓN DE LA VEGETACIÓN Y FAUNA	· Afectación a la vegetación y fauna existente en el área de protección al cauce.	· Conservar la mayor cantidad de vegetación posible.	Contratista
		· Previo a la corta de cualquier árbol, deberán obtenerse los permisos respectivos por parte del MINAE y Áreas de Conservación, satisfaciendo al efecto los requisitos que establezcan las regulaciones vigentes.	Contratista y CONAVI
		· La corta de vegetación se realizará únicamente en el derecho de vía, protegiendo aquella que sea innecesario remover para la ejecución de las obras.	Contratista
		· Los residuos generados por el material no aprovechable deberán ser retirados del derecho de vía. Previo a su disposición, los árboles deberán ser desramados y trozados convenientemente, para facilitar la compactación de los rellenos de materia orgánica.	Contratista
		· La quema no será un medio de disposición final válido, salvo que se haya obtenido autorización del Ministerio de Salud.	Contratista
		· Instruir al personal que labora en el Proyecto sobre las prohibiciones legales en cuanto a la extracción, comercialización y muerte de las especies presentes en la zona.	Contratista
PROTECCIÓN AL SUELO	· Contaminación del suelo producto de posibles derrames de combustible o aceite de la maquinaria.	· Las excavaciones y los rellenos se realizarán únicamente dentro de los terrenos correspondientes al derecho de vía, y según los diseños aprobados.	Contratista

Construcción del puente sobre Río Soncoyo

Variable considerada	Impactos	Medida de mitigación y control	Responsable
	· Contaminación del suelo con desechos sólidos (material excavado, etc.) durante el proceso constructivo.	· Los drenajes se instalarán tan pronto sea posible, previo a la ejecución de los rellenos, para evitar exceso de humedad, reducir erosión, etc.	Contratista
		· Los materiales que no sean aprovechables, tales como el suelo orgánico, deberán ser dispuestos en sitios destinados para tal fin.	Contratista
		· El retiro de los materiales sobrantes deberá realizarse en forma coordinada con el avance de las excavaciones, a fin de reducir el arrastre de materiales, ya sea por polvo o por barro.	Contratista
		· Las excavaciones permanecerán descubiertas el menor tiempo posible, especialmente en sectores con terrenos poco consolidados, o en los que se requiera instalar sistemas de control de drenaje o escorrentía.	Contratista
		· En medida de lo posible, no se abastecerá de combustible la maquinaria ubicada en el AP (Área del Proyecto).	Contratista
		· Evitar el derrame de combustibles y aceites, además, contar con herramientas para limpiar los posibles derrames.	Contratista
CONTROL DE POLVO, BARRO Y EROSIÓN	· Afectación por contaminación al cauce del río, además, del potencial de molestia hacia terceros (cercanía de viviendas, escuelas, áreas de cultivo, otros).	· Crear sistemas de drenaje (cunetas y contracunetas) para desviar el agua de la corona de los taludes, de tal manera que el agua no fluya libremente.	Contratista
		· Construir cuencos empedrados temporales en los taludes, a efecto de que disminuyan el arrastre y la erosión causados por la velocidad del agua.	Contratista
		· Colocar retenes transversales que disminuyan la velocidad del agua en sectores con pendientes mayores al 10%, ello en caso que se realicen obras en el sitio durante el periodo lluvioso y sin que se haya restituido la cobertura vegetal.	Contratista
		· Colocar mallas corta viento, utilizando sarán o geotextiles, evitando la disipación de materiales polvosos y la eventual molestia a los transeúntes y vecinos.	Contratista
		· Ejecutar las obras adicionales de movimiento de tierra, preferiblemente, en época seca.	Contratista
CALIDAD DEL AIRE	· Afectación a la calidad de aire.	· Exigir a los contratistas el uso de maquinaria en buen estado y con la revisión técnica vehicular vigente, de manera que se emita la menor cantidad de gases y partículas durante el consumo de combustible.	Contratista
		· Regular la velocidad de las vagonetas en las áreas de trabajo y exigir que su circulación fuera del área de construcción se realice con las góndolas cubiertas por el toldo.	Contratista
		· Aplicar riego periódicamente de acuerdo con las condiciones de viento y radiación solar, además del potencial de molestia hacia terceros (cercanía de viviendas, escuelas, áreas de cultivo, otros).	Contratista

Construcción del puente sobre Río Soncoyo

Variable considerada	Impactos	Medida de mitigación y control	Responsable
		· Almacenar los materiales polvosos o de granulometría fina, en condiciones tales que los protejan de la acción del viento o la lluvia.	Contratista
		· El retiro de los materiales sobrantes (suelos, agregados finos, cemento, etc.) deberá ejecutarse de forma expedita, reduciendo así, la generación de polvo.	Contratista
		· Cubrir con plástico los apilamientos de tierra que por fuerza mayor no se puedan eliminar el mismo día.	Contratista
MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS	· Contaminación por producción de desechos sólidos.	· Se deberá implementar las medidas contenidas en Plan de Manejo de Desechos (PMD). Algunos de los criterios contenidos en ese plan se describen a continuación:	Contratista
		∅ Los residuos sólidos ordinarios que genere el personal de las instalaciones temporales y en los frentes de trabajo, deberán ser recolectados en el punto de generación, deberán contar con basureros y su respectiva rotulación, con un radio de cobertura no mayor a 30 metros.	Contratista
		∅ Los residuos deberán disponerse finalmente en un sitio autorizado.	Contratista
		∅ No se deberá ubicar ningún desecho en el derecho de vía ni en propiedades no autorizadas.	Contratista
		∅ En aquellos casos que sea práctico y económicamente factible, deberá atenderse la siguiente jerarquía para el manejo de residuos sólidos: reducción de la generación, reutilización, reciclaje y disposición final.	Contratista
		∅ Deberá disponerse de contenedores separados para la recolección de desechos especiales; en el caso de que se produzcan. Además deberá entrenarse al personal para su reconocimiento y separación y deberán de utilizarse medios de disposición finales aprobados para tal tipo de desecho, salvo excepciones autorizadas por las entidades competentes, en caso de inexistencia de servicios locales acordes.	Contratista
MANEJO DE DESECHOS LÍQUIDOS (AGUAS RESIDUALES)	· Contaminación por producción de desechos líquidos.	· Se deberá implementar las medidas contenidas en Plan de Manejo de Desechos (PMD). Algunos de los criterios contenidos en ese plan se describen a continuación:	Contratista
		∅ Colocar suficientes cabinas sanitarias para satisfacer las demandas de los obreros, acorde con la regulación vigente (una por cada 20 operarios).	Contratista
		∅ Contratar a una compañía autorizada para alquilar las cabinas sanitarias así como para el servicio de limpieza y mantenimiento periódico.	Contratista
MANEJO DE PRODUCTOS QUÍMICOS Y COMBUSTIBLES	· Contaminación del recurso suelo o hídrico por mal manejo de los productos químicos y/o combustible.	· Mantener en el sitio la hoja de seguridad del producto, versión en español.	Contratista
		· Adicionalmente, en casos de almacenamientos de hidrocarburos, deberán aplicarse las siguientes medidas:	Contratista
		∅ Obtener el permiso del MINAE, previo trámite ante la Dirección General de Tránsito y Comercialización de Combustible.	Contratista

Construcción del puente sobre Río Soncoyo

Variable considerada	Impactos	Medida de mitigación y control	Responsable
		Ø Mantener una mínima cantidad de combustibles en sitio (consumo de un día).	Contratista
		Ø Asegurar que los envases que contienen combustibles están identificados como tales, señalando su contenido específico. Además, todos los envases deberán estar cerrados, para evitar derrames.	Contratista
		Ø Colocar los tanques de almacenamiento de combustible, aceites o productos químicos en general en un área impermeabilizada con un sistema de doble contención, con capacidad suficiente para contener un eventual derrame en el sitio. El sitio de almacenamiento deberá ser de acceso restringido y permanecer cerrado.	Contratista
		Ø Señalizar los sitios de almacenamiento, indicando los cuidados que deben tenerse en sus alrededores (p.ej. restricciones para el fumado).	Contratista
		Ø Tener a disposición las herramientas y los materiales, incluido el material absorbente, las palas y las bolsas plásticas que se requieren para limpiar eventuales derrames.	Contratista
		Ø Realizar el transporte a granel de hidrocarburos en camiones cisternas autorizados. En su defecto, utilizar recipientes debidamente rotulados, hechos de materiales resistentes a eventuales impactos y al contacto con las citadas sustancias, y en perfecto estado de mantenimiento.	Contratista
SEGURIDAD LABORAL	· Potencial afectación hacia los operarios y demás personal ubicado en el proyecto durante la etapa constructiva.	· Las empresas contratistas deben contar con una Póliza de Riesgos del Trabajo emitida por el Instituto Nacional de Seguros, vigente y con cobertura para las tareas, labores o trabajos a realizar cubiertos por la misma, además, debe presentar constancia de que todos los trabajadores se encuentran asegurados o copia de la inclusión provisional del trabajador, de conformidad con lo establecido en el Código de Trabajo sobre la protección de las trabajadoras.	Contratista
		· Las empresas contratistas deben contar con una Póliza de Seguros de Responsabilidad Civil emitida por el Instituto Nacional de Seguros, vigente y con cobertura para las tareas, labores o trabajos a realizar cubiertos por la misma.	Contratista
		· Mantener asegurados con la Póliza de Riesgos del Trabajo del Instituto Nacional de Seguros (INS) a todos los trabajadores.	Contratista
		· Asegurar, a nivel de contrato, que todos los empleados y visitantes en la construcción utilicen el equipo de protección básico (chaleco, zapatos y casco).	Contratista
		· Identificar y señalar las zonas de riesgo tales como zanjas, huecos, mediante cintas alusivas.	Contratista
		· Exigir al personal el uso de equipo de protección personal acorde a los riesgos de su puesto.	Contratista
		· Mantener un botiquín en el AP.	Contratista

Construcción del puente sobre Río Soncoyo

Variable considerada	Impactos	Medida de mitigación y control	Responsable	
SEGURIDAD VIAL, MOVILIZACIÓN DE MAQUINARIA Y DENSIDAD DE CONSTRUCCIÓN	· Potencial afectación hacia terceros durante la etapa constructiva.	· Se deberá cumplir con lo establecido en el “Manual de la Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA), Capítulo 6, sobre los Dispositivos de seguridad y control temporal de tránsito para la ejecución de trabajos en las vías.	Contratista	
	· Impermeabilización del suelo.	· Durante el proceso de construcción, se deberá señalar con rótulos de advertencia y otras medidas (conos, cinta preventiva, etc.), de modo que se minimicen las eventuales dificultades de circulación en las vías del tramo de ejecución y de acceso.	Contratista	
			· Realizar el trasiego de materiales fuera de las horas pico.	Contratista
			· Circular por las vías principales siempre que sea posible, haciendo un mínimo uso de las calles vecinales que atraviesan los barrios colindantes.	Contratista
			· Circular con la góndola cubierta, a fin de evitar la caída de materiales en las calles.	Contratista
			· Cumplir los límites de velocidad establecidos por las regulaciones vigentes.	Contratista
· Limpiar las llantas de las vagonetas antes de que éstas abandonen el AP.	Contratista			
CONTROL Y PREVENCIÓN DEL RUIDO	· Potencial afectación hacia terceros durante la etapa constructiva.	· Definir horarios de trabajo que no alteren la tranquilidad pública, lo cual se aplicará tanto para la jornada laboral del personal constructivo como para los momentos de carga y descarga de material constructivo y desechos.	Contratista	
		· Realizar un monitoreo de los niveles de ruido a lo largo de las actividades constructivas, con el fin de identificar la necesidad de tomar medidas correctivas para evitar afectación de las comunidades.	Contratista	
REMOCIÓN DE ESTRUCTURAS	· Potencial afectación hacia terceros durante la etapa constructiva.	· Estos trabajos de remoción no impliquen la interrupción de servicios públicos y/o privados y que en todo caso, se coordinen las respectivas reconexiones, pasos o servicios alternos y que se avise con antelación a la población eventualmente afectada.	Contratista	
		· Los materiales remanentes de los trabajos de remoción deberán ser reutilizados en la medida de lo posible. En caso contrario, los desechos asociados deberán manejarse y disponerse en los sitios autorizados, acorde con el PMD.	Contratista	
		· Si por la ejecución de estos trabajos resultaran dañadas estructuras no contempladas en el alcance de los trabajos, las mismas deberán reponerse.	Contratista	
PROTECCIÓN A LÍNEAS DE SERVICIO PÚBLICO		· Se deberán proteger las líneas de servicio público tales como sistemas de alcantarillado (tubería) y líneas de transmisión (eléctrica tanto aéreo como subterráneo, fibra óptica, etc.) para prevenir eventuales daños y repararlos en forma inmediata si llegaran a darse.	Contratista	
		· Coordinar con la entidad de competencia, en el caso de reubicación de tubería o postería existente dentro del área del proyecto.	Contratista	
		· Se deberá restituir la infraestructura existente (si es modificada) a su condición actual, o a una más favorable, durante la ejecución del proyecto	Contratista	

*Construcción del puente sobre Río Soncoyo*

Variable considerada	Impactos	Medida de mitigación y control	Responsable
OBRAS DE ROTULACIÓN Y PINTURA		· Realizar el señalamiento cumpliendo como mínimo lo establecido en los planos constructivos de la obra.	Contratista
		· Aplicar las normas de seguridad y prevención de accidentes laborales, manejo de desechos sólidos y líquidos, etc., antes indicadas.	Contratista
HALLAZGOS ARQUEOLÓGICOS	· Afectación a posibles hallazgos arqueológicos.	· En materia de hallazgos arqueológicos, debe atenderse lo indicado en las regulaciones nacionales, las cuales indican que, si en el transcurso de los trabajos se detectan restos arqueológicos, deben suspenderse las labores en el área, dando parte al Museo Nacional de Costa Rica y/o al arqueólogo a cargo y atendiendo las recomendaciones que esta entidad, o un profesional en la materia realicen.	Contratista

**Fuente: Planificación Institucional, CONAVI, 2016.**

#### **1.2.4 Costo de las medidas correctoras y compensatorias**

Los costos que conllevan las medidas correctoras y de mitigación van incluidos en el monto del contrato. De acuerdo con la experiencia en proyectos similares, se espera que el costo de las medidas correctoras y compensatorias ronde el 2% del costo del proyecto.

## 1.3 ANÁLISIS LEGAL Y ADMINISTRATIVO

### 1.3.1 Aspectos legales

Mediante Decreto No. 36388-MOPT publicado en la Gaceta No. 22 del 1° de febrero de 2011 se oficializó el uso del Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes CR-2010. Por ello, tales especificaciones serán incluidas en el cartel y son las aplicables para el establecimiento de renglones de pago.

El Reglamento a la Ley de Igualdad de Oportunidades para las Personas con Discapacidad (Decreto No. 26831) establece en su artículo 125 que: las aceras deberán tener un ancho mínimo de 1,20 m.

Además, debe cumplirse con lo establecido en:

- Manual de construcción de carreteras, caminos y puentes de Costa Rica (MC-2002).
- Tomo de disposiciones para la construcción y conservación vial.
- Código de cimentaciones de Costa Rica (CCCR).
- Código sísmico de Costa Rica.
- Las normas para la colocación de dispositivos de seguridad para protección de obras.
- Decreto Ejecutivo No. 31363-MOPT del 02 de junio de 2003 (Reglamento de circulación de por carreteras con base en el peso y las dimensiones de los vehículos de carga).
- Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito (SIECA).
- Manual centroamericano de normas para el diseño geométrico de las carreteras (SIECA).
- Ley No. 5060. Ley General de Caminos Públicos.

### 1.3.2 Organización y estructura administrativa

El proceso de licitación y supervisión del diseño será realizado por la Gerencia de Contratación de Vías y Puentes. Una vez que se formalice el contrato, la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes se encargará de supervisar el proceso constructivo.

La etapa de operación le corresponde a la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes, que incorporaría el proyecto dentro de los contratos de mantenimiento de la Red Nacional Pavimentada.

### 1.3.3 Planificación y programación de la ejecución del proyecto

En la tabla siguiente se muestra el cronograma de actividades del proyecto.

Tabla 21. Cronograma del proyecto.

Año	2017												2018											
Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Diseño																								
Financiamiento																								
Obtención de la Viabilidad ambiental																								
Licitación / Adjudicación																								
Construcción																								

Fuente: CONAVI, 2016.




### 1.3.4 Valoración de riesgos institucionales del proyecto (SEVRI)

#### Identificación de riesgos

A continuación, se presenta la Matriz de Identificación de Riesgo, en los cuales se valoraron los siguientes eventos:

1. Podrían presentarse apelaciones a la adjudicación del proyecto.
2. Que no se disponga de la viabilidad ambiental y demás permisos sobre la materia, en el tiempo requerido.
3. El proyecto podría requerir órdenes de modificación debido al proceso de diseño.

Tabla 22. Matriz de Identificación de Riesgo

<b>MATRIZ IDENTIFICACIÓN DE RIESGO</b>		Planificación Institucional			
					
<b>SISTEMA ESPECÍFICO DE VALORACIÓN DE RIESGO INSTITUCIONAL</b>					
<b>SEVRI</b>					
<b>Proyecto:</b>	Construcción del puente sobre el Río Soncoyo en la Ruta Nacional No. 160	<b>Periodo:</b>	<b>2016</b>		
<b>Realizado por:</b>	Rosa Madrigal Garay.	<b>Revisado por:</b>	Mónica Moreira.		
<b>Selección de Objetivo</b>	Contribuir a mejorar la competitividad de la zona por medio de la disminución en los costos de operación de la Ruta Nacional No 160				
Evento	Causas		Consecuencias	Casificación según estructura de riesgo	
	Internas	Externas		General	Específica
1. Podrían presentarse apelaciones a la adjudicación del proyecto.	1. Pueden presentarse ambigüedades en el cartel de licitación o en la evaluación de ofertas.	1. Afán de lucro de los oferentes los lleva a formular recursos injustificados, sin que se produzca por ello sanción alguna.	1. Atraso en la ejecución de las obras del proyecto. 2. Potencial incremento en costos del proyecto (tiempo, económico, etc.)	Gestión de Proyectos	Afectación de adquisición de los materiales.
2. Que no se disponga de la viabilidad ambiental y demás permisos sobre la materia, en el tiempo requerido.	1. Lentitud en la toma de decisiones y acciones requeridas. 2. Retraso en la obtención de los resultados de estudios pertinentes.	1. Problemas de comunicación MOPT - CONAVI. 2. Lentitud en las gestiones de las instituciones vinculadas.	1. Atraso de la realización de las obras del proyecto. 2. Potenciales incrementos en el tiempo y costo del proyecto.	Gestión de Proyectos	Permisos requeridos. Estudios requeridos.
3. El proyecto podría requerir órdenes de modificación debido al proceso de diseño.	Realizar un contrato de diseño y construcción. Esto hace que se haga un contrato con ciertas cantidades y renglones de pago, sin que se tenga la certeza de que son los apropiados, debido a que todavía no se ha realizado el diseño.	-	1. El proyecto puede retrasarse desde meses hasta años en función de la magnitud relativa del aumento de monto que implica la orden de modificación. 2. Potenciales incrementos en el tiempo y costo del proyecto.	Gestión de Proyectos	Estudios requeridos.

Fuente: Planificación Institucional Conavi, 2016.



Tabla 24. Mapa de Calor

CONSEJO NACIONAL DE VIALIDAD

Aplicación de Metodología SIVARI - Mapa de Calor

Construcción del puente sobre el Río Soncoyo en la Ruta Nacional No. 160

2016

Hechos	Magnitud					
	Si el hecho se llegara a presentar tendría impacto o efecto sobre la entidad					
	Impacto					
		Insignificante	Menor	Moderado	Mayor	Catastrófico
Probabilidad	Valor	1	2	3	4	5
Constante	5					
Probable	4				E3	
Ocasional	3			E1		
Inusual	2		E2			
Remoto	1					

Evento	Clave	Probabilidad	Impacto	Nivel de Riesgo	Color
1. Podrían presentarse apelaciones a la adjudicación del proyecto.	E1	3	3	9	
2. Que no se disponga de la viabilidad ambiental y demás permisos sobre la materia, en el tiempo requerido.	E2	2	2	4	
3. El proyecto podría requerir órdenes de modificación debido al proceso de diseño.	E3	4	4	16	

Fuente: Planificación Institucional Conavi, 2016.

### Administración

La administración del riesgo se le va a realizar al que obtuvo el nivel de riesgo mayor, en este caso corresponde al evento #3. En la Tabla siguiente se muestran distintas medidas que podrían ayudar a minimizar dicho riesgo del proyecto.

Tabla 25. Posibles alternativas para reducción de riesgo.

Evento	Medida	Cambio en el nivel de riesgo	Costo de la medida	Análisis costo beneficio	Capacidad	Interés público	Viabilidad	Selección
3	Elaboración de anteproyecto por parte de la institución para cotejar con lo presentado por los oferentes.	-5	Medio	Medio	Media	Sí	Depende de la disposición de personal	
3	Revisión detallada del sumario de cantidades presentado por el oferente y análisis de razonabilidad de precios.	-3	Bajo	Aceptable	Alta	Sí	Sí	Sí

Fuente: Planificación Institucional Conavi, 2016.

## Plan de Administración de riesgos

En la Tabla siguiente se muestran las medidas seleccionadas para administrar el riesgo.

Tabla 26. Medidas seleccionadas para la reducción del riesgo.

Actividad	Medida	Área responsable	Cronograma	Indicadores	Responsables del monitoreo
Diseño	Revisión minuciosa de razonabilidad de precios en órdenes de modificación	Dirección de Costos de Vías y Puentes	Una vez que se revisan las ofertas	Porcentaje de aumento del monto del contrato. Días de atraso por orden de modificación.	Director de Costos de Vías y Puentes
Diseño	Revisión minuciosa de la correspondencia entre el diseño y el sumario de cantidades	Dirección de Diseño de Vías y Puentes	Una vez que se recibe el informe final de diseño	Porcentaje de aumento del monto del contrato. Días de atraso por orden de modificación.	Director de Diseño de Vías y Puentes

Fuente: Planificación Institucional Conavi, 2016.

### Revisión

El plan de administración de riesgos debe ser revisado cada vez que se concluya una etapa del ciclo de vida del proyecto o una vez al año, lo que suceda primero.

## 2 EVALUACIÓN DEL PROYECTO

### 2.1 COSTOS

Para realizar la evaluación se asumen los siguientes costos en la situación CON PROYECTO:

- El monto por regencia ambiental se asume en ₡ 4.000.000.
- Los costos de los estudios y diseño del puente se estiman en ₡30.000.000, tomado de referencia del Plan Operativo Institucional del CONAVI 2016.
- La construcción del puente se estima en ₡ 589.680.000, asumiendo un costo por metro cuadrado de ₡1.800.000, valor obtenido de suponer las siguientes dimensiones:
  - Longitud: 28 metros.
  - Ancho: 11,70 metros (3,60 m ancho de carril, aceras a ambos lados de 1,20 m, espaldones de 0,60 m ambos lados y protección tipo new jersey de 0,45 m a ambos lados).
- El monto de los accesos de aproximación, asumiendo una longitud de 15 metros a cada lado, con un costo de ₡ 20.000.000, suman un total de ₡ 40.000.000.

En la tabla siguiente se muestra el resumen de los costos de inversión.

Tabla 27: Resumen de costos de inversión

Ítem	Total (colones)
Regencia Ambiental	₡ 4.000.000
Diseño del puente	₡ 30.000.000
Construcción del puente	₡ 589.680.000
Accesos de aproximación	₡ 40.000.000
<b>TOTAL DE LA INVERSION</b>	<b>₡ 663.680.000</b>

Fuente: Planificación Institucional, CONAVI.

Para estimar el costo de mantenimiento y operación, se tomaron de referencia algunos de los precios adjudicados en las licitaciones públicas 2014LN-000016-OCV00, 2014LN-000017-OCV00 y 2014LN-000018-OCV00 para la Conservación de la Red Vial Nacional Pavimentada en la zona 2-3, lugar donde se ubica el proyecto.

Las cantidades determinadas corresponden a un aproximado.

Construcción del puente sobre Río Soncoyo

Tabla 28: Costo de mantenimiento SIN PROYECTO

Ítem	Descripción	Unid.	Precio unitario	Cantidad por año para el puente																			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
M20(A)	Chapea derecho de vía	m2	₺ 47.00	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	
M42(B)	Perfilado de pavimentos	m2	₺ 923.00	88.125			88.125					88.125							88.125				88.125
M45(A)	Pavimento bituminosos en caliente	t	₺ 48,608.00	0.5								0.5							0.5				
MP-50(A)	Brigada de limpieza de puentes	h	₺ 25,332.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
M 21 (H)	Brigada de limpieza de derecho de vía y activos viales	h	₺ 26,386.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
M20	Recolección de basura	h	₺ 21,145.00	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
MP-50 B	Pintura para estructura de acero	m2	₺ 27,611.00	12			12					12							12				12
612(2)	Construcción de barandas de acero para puentes	m	₺ 78,029.00	23				23											23				23
<b>TOTAL</b>				<b>2,240,669</b>	<b>9,027</b>	<b>9,027</b>	<b>421,698</b>	<b>1,803,694</b>	<b>9,027</b>	<b>9,027</b>	<b>421,698</b>	<b>33,331</b>	<b>1,803,694</b>	<b>9,027</b>	<b>421,698</b>	<b>9,027</b>	<b>9,027</b>	<b>1,803,694</b>	<b>446,002</b>	<b>9,027</b>	<b>9,027</b>	<b>9,027</b>	<b>2,216,365</b>

Fuente de los precios: Licitación Pública 2014LN-000016-OCV00: Mantenimiento rutinario sin maquinaria especializada de la Red Vial Nacional Pavimentada.  
 Licitación Pública 2014LN-000017-OCV00: Mantenimiento rutinario con maquinaria especializada, contingencias y rehabilitación del sistema de evacuación pluvial de la Red Vial Nacional Pavimentada.  
 Licitación Pública 2014LN-000018-OCV00: Mantenimiento periódico y rehabilitación del pavimento de la Red Vial Nacional Pavimentada.

Construcción del puente sobre Río Soncoyo

Tabla 29: Costo de mantenimiento CON PROYECTO

Ítem	Descripción	Unid.	Precio unitario	Cantidad por año para cada puente																			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
M20(A)	Chapea derecho de vía	m2	₺ 47.00	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
M42(B)	Bacheo de urgencia	t	₺ 62,469.00					0.05				0.05						0.05					0.05
M45(A)	Pavimento bituminosos en caliente	t	₺ 48,608.00									0.5											0.5
MP-50(A)	Brigada de limpieza de puentes	h	₺ 25,332.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
M 21 (H)	Brigada de limpieza de derecho de vía y activos viales	h	₺ 26,386.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
M20	Recolección de basura	h	₺ 21,145.00	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
612(2)	Reparación de barandas de acero para puentes	m	₺ 34,799.00										28										28
<b>TOTAL</b>				<b>6,086</b>	<b>6,086</b>	<b>6,086</b>	<b>6,086</b>	<b>9,210</b>	<b>6,086</b>	<b>6,086</b>	<b>6,086</b>	<b>33,514</b>	<b>980,458</b>	<b>6,086</b>	<b>6,086</b>	<b>6,086</b>	<b>6,086</b>	<b>9,210</b>	<b>6,086</b>	<b>6,086</b>	<b>6,086</b>	<b>6,086</b>	<b>1,007,886</b>

Fuente de los precios: Licitación Pública 2014LN-000016-OCV00: Mantenimiento rutinario sin maquinaria especializada de la Red Vial Nacional Pavimentada.  
 Licitación Pública 2014LN-000017-OCV00: Mantenimiento rutinario con maquinaria especializada, contingencias y rehabilitación del sistema de evacuación pluvial de la Red Vial Nacional Pavimentada.  
 Licitación Pública 2014LN-000018-OCV00: Mantenimiento periódico y rehabilitación del pavimento de la Red Vial Nacional Pavimentada.

## **2.2 INGRESOS**

El proyecto no genera ingresos.

## **2.3 HORIZONTE DE EVALUACIÓN Y VALOR RESIDUAL**

El propósito de la evaluación es demostrar que el proyecto realice aportes significativos para la sociedad y servir de criterio para priorizar entre múltiples proyectos. Se utilizará un período de evaluación de 20 años.

Se asume un valor residual de 60% del costo al final de los 20 años.

## **2.4 TASA DE RETORNO MÍNIMA ATRACTIVA (TREMA)**

Se utilizó una tasa social de descuento de 12%, según las disposiciones del Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica.



## 2.5 ANALISIS DE COSTOS: PROYECTO NO GENERA INGRESOS

En este capítulo se realizará un análisis de los costos de inversión y operación del proyecto, para ello se calcularán los siguientes indicadores: el Valor Actualizado de los Costos (VAC) y el Costo Anual Equivalente (CAE).

### 2.5.1 Flujo de caja

Tabla 30. Flujo de caja

Año	Rubro		Flujo de Costos
	Inversión	Costos de Operación y mantenimiento CON PROYECTO	
0	₡ (663,680,000)	-	₡ (663,680,000)
1	-	₡ (2,083,057)	₡ (2,083,057)
2	-	₡ (2,083,057)	₡ (2,083,057)
3	-	₡ (2,083,057)	₡ (2,083,057)
4	-	₡ (2,083,057)	₡ (2,083,057)
5	-	₡ (2,086,181)	₡ (2,086,181)
6	-	₡ (2,083,057)	₡ (2,083,057)
7	-	₡ (2,083,057)	₡ (2,083,057)
8	-	₡ (2,083,057)	₡ (2,083,057)
9	-	₡ (2,110,485)	₡ (2,110,485)
10	-	₡ (3,057,429)	₡ (3,057,429)
11	-	₡ (2,083,057)	₡ (2,083,057)
12	-	₡ (2,083,057)	₡ (2,083,057)
13	-	₡ (2,083,057)	₡ (2,083,057)
14	-	₡ (2,083,057)	₡ (2,083,057)
15	-	₡ (2,086,181)	₡ (2,086,181)
16	-	₡ (2,083,057)	₡ (2,083,057)
17	-	₡ (2,083,057)	₡ (2,083,057)
18	-	₡ (2,083,057)	₡ (2,083,057)
19	-	₡ (2,083,057)	₡ (2,083,057)
20	-	₡ (3,084,857)	₡ (3,084,857)

Fuente: Planificación Institucional.

### 2.5.2 Indicadores

En la tabla siguiente se presentan los indicadores obtenidos.

Tabla 31. Indicadores

Indicador	Resultado
Valor Actual de Costos (VAC)	₡ 679,669,086
Costo Anual Equivalente (CAE)	₡90,993,268.10

Fuente: Planificación Institucional. CONAVI 2016.

## 2.6 EVALUACIÓN ECONOMICA - SOCIAL

### 2.6.1 Factores de corrección social

Para la evaluación utilizaremos los siguientes factores:

Tabla 32: Factores de corrección

Factores de corrección		Valor
Factor de corrección social de la mano de obra no calificada.	FMONC	0,75
Factor de corrección social de la mano de obra calificada	FMOC	0,83
Factor de corrección de la divisa	FD	1,18
Factor de corrección estándar	FCS	0,913
Tasa social de descuento	TSD	12%

Fuente: Taller de la inducción sobre la Guía Metodológica para la Identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos de Infraestructura Vial en Costa Rica, junio 2013.

### 2.6.2 Estimación de beneficios sociales directos

Los costos unitarios de los insumos para la operación vehicular fueron determinados por el Departamento de Medios de Transporte de la Dirección de Planificación Sectorial del MOPT, en función de la velocidad por tipo de vehículo (liviano, carga liviana, bus, camión de dos ejes, camión de tres ejes y camión de cinco ejes). Estos costos toman en consideración factores como: combustible, lubricantes, llantas, mano de obra, repuestos, depreciación e intereses.

En la Tabla siguiente se muestran tales valores en condiciones ideales (vía pavimentada en excelente condición y sin pendiente). No obstante, para cada caso se requieren hacer correcciones por: tipo de superficie de ruedo, condición de la superficie de ruedo y pendiente.

Tabla 33. Costos de operación vehicular por cada 1000 km en condiciones ideales según tipo de vehículo y velocidad de recorrido (colones de mayo de 2010).

Velocidad	Liviano de pasajeros	Carga liviana	Buses	C2	C3	T3-S2
15	₡ 169.497	₡ 325.366	₡ 358.125	₡ 313.925	₡ 369.115	₡ 367.821
20	₡ 140.808	₡ 243.514	₡ 285.080	₡ 244.793	₡ 295.150	₡ 298.652
25	₡ 121.808	₡ 188.393	₡ 236.534	₡ 197.373	₡ 246.082	₡ 249.288
30	₡ 107.764	₡ 150.556	₡ 201.058	₡ 165.556	₡ 210.223	₡ 219.836
35	₡ 97.172	₡ 125.380	₡ 179.555	₡ 142.450	₡ 188.463	₡ 194.131
40	₡ 90.164	₡ 111.187	₡ 167.741	₡ 132.315	₡ 176.686	₡ 182.792
45	₡ 84.120	₡ 102.424	₡ 161.404	₡ 126.230	₡ 168.379	₡ 183.687
50	₡ 80.551	₡ 99.721	₡ 160.624	₡ 125.099	₡ 167.800	₡ 178.892
55	₡ 77.446	₡ 99.033	₡ 164.148	₡ 127.526	₡ 171.668	₡ 185.992
60	₡ 75.821	₡ 100.919	₡ 166.386	₡ 130.676	₡ 174.314	₡ 190.685
65	₡ 73.781	₡ 101.950	₡ 172.861	₡ 135.369	₡ 179.331	₡ 199.053
70	₡ 73.546	₡ 105.007	₡ 178.865	₡ 140.892	₡ 185.933	₡ 204.336

Construcción del puente sobre Río Soncoyo

Velocidad	Liviano de pasajeros	Carga liviana	Buses	C2	C3	T3-S2
75	₡ 72.073	₡ 105.555	₡ 183.960	₡ 142.899	₡ 189.779	₡ 211.733
80	₡ 71.216	₡ 106.372	₡ 188.776	₡ 147.166	₡ 193.340	₡ 219.252
85	₡ 70.800	₡ 107.810	₡ 193.467	₡ 151.239	₡ 198.846	₡ 229.717
90	₡ 70.800	₡ 107.810	₡ 193.467	₡ 151.239	₡ 198.846	₡ 229.717

Fuente: Dirección de Planificación Sectorial, MOPT.

Para esta evaluación se han considerado los valores del tiempo calculados mostrados en la Tabla siguiente.

Tabla 34. Costos del tiempo de viaje en colones por hora.

Tipo de vehículo	Pasajero	Carga liviana	Buses	Dos Ejes	Tres Ejes	Cinco Ejes
Colones/Hora	4530	3048	43752	2160	1587	1660

Fuente: Dirección de Planificación Sectorial, MOPT, actualizado mediante oficio MT-2014-0376.

Además, para realizar la evaluación social se tomaron en cuenta las siguientes características:

- Transito promedio diario: 5441 vehículos.
- Topografía: Plana.
- Periodo de análisis: 20 años.
- Crecimiento vehicular: calculada por medio de una Proyección Logística para los 20 años.

Los escenarios analizados son las siguientes:

**Situación sin proyecto:**

Corresponde a transitar por la Ruta Nacional No. 160, pasando por la sección de control 50230 sobre el puente sobre el río Soncoyo, haciendo el ceda en el puente, las características del escenario son las siguientes:

- Longitud de estudio 0,2 km (longitud del puente y los accesos).
- Velocidad promedio de 40 km/h en la sección.
- Velocidad en el puente es de 30 km/h y disminuye paulatinamente a medida que se incremente el tránsito.
- La ruta se encuentra pavimentada.

**Situación con proyecto:**

Corresponde a transitar por la Ruta Nacional No. 160, pasando por la sección de control 50230 sobre el puente sobre el río Soncoyo, utilizando la nueva estructura de puente a dos carriles (eliminado el ceda), las características del escenario son las siguientes:

- Longitud de estudio 0,2 km (longitud del puente y los accesos).
- Velocidad promedio de 65 km/h.
- Ruta pavimentada.

**2.6.3 Beneficios con respecto a la operación actual**

- **Ahorro en el tiempo de viaje.**  
→ **Eliminación de colas para el acceso al puente.**

El puente actual es de una sola vía, lo cual provoca demoras importantes. Por ello, la velocidad en la situación sin proyecto es menor.

Para el caso en el cual hay señal de ceda, el análisis se colas se hace con la suposición de que del lado donde no hay señal no se tiene ninguna restricción y la distribución en la llegada de vehículos es aleatoria.

Entonces la capacidad se calcula con la ecuación 1:

$$C = \frac{v_c \cdot e^{-v_c \cdot t_c / 3600}}{1 - e^{-v_c \cdot t_f / 3600}} \quad (\text{Ec. 1})$$

donde:

- C es la Capacidad en veh/h
- $v_c$  es el volumen opuesto en veh/h
- $t_c$  es el intervalo crítico en s
- $t_f$  es el intervalo de seguimiento en s

El intervalo crítico es el doble del tiempo se demora en pasar el puente actual de 23,5 m a una velocidad de 20 km/hr, este tiempo se calcula en 8,3 segundos.

El intervalo de seguimiento es el lapso entre dos vehículos que pasan en la misma dirección bajo la condición de cola continua, para lo cual se estima 3.5 segundos.

Por lo tanto, los tiempos obtenidos son:

- Intervalo crítico: 8,3 s
- Intervalo de seguimiento: 3.5 s

Construcción del puente sobre Río Soncoyo

Para el análisis de colas se supondrá que existe una distribución simétrica entre sentidos. Es decir, el 50% del tránsito va en sentido Caimito - Soncoyo y el 50% en sentido Soncoyo – Caimito.

El cálculo de las demoras con la metodología definida por el Manual de Capacidad de Carreteras (HCM por sus siglas en inglés) está dado por la ecuación 2:

$$d = \frac{3600}{C} + 900T \left[ \frac{v_x}{C} - 1 + \sqrt{\left(\frac{v_x}{C} - 1\right)^2 + \frac{3600v_x}{450TC^2}} \right] + 5 \quad (\text{Ec. 2})$$

donde:

- d= demora en segundos
- $v_x$  es la tasa de flujo en veh/h
- T es el período de análisis
- C es la capacidad veh/h

Para lo anterior se obtiene que:

Tabla 35. Calculo de la demora en el puente.

Ecuación 1	Ecuación 2
$t_c = 8,3 \text{ s}$	$T=20$
$t_f = 3.5 \text{ s}$	$C=450 \text{ veh / h}$
$C=450 \text{ veh/h}$	Demora $d=133 \text{ segundos}$

Fuente: Planificación Institucional.

De acuerdo al análisis de colas realizado, el tiempo al cruzar el puente se reduciría en 133 segundos lo que es equivalente a 2,22 min en el puente.

- **Ahorro en los costos de operación.**

Además de la disminución en el tiempo de viaje, existen otros beneficios por costos de operación relacionados con combustibles, lubricantes, llantas, mano de obra, repuestos, depreciación e intereses del vehículo.

La Dirección de Planificación Sectorial del MOPT tiene establecido el consumo de insumos físicos para diferentes tipos de vehículos en función de la velocidad (en intervalos de 5 km/h). Estos corresponden a una vía pavimentada, plana y sin curvatura, con superficie en buen estado. A estos costos base, se le aplican factores de corrección por tipo de superficie, condición de superficie y pendiente.

A continuación, se muestra las variables que se consideraron en este análisis:

- Condición: 3 (bueno)
- Pendiente: 1,0%
- Velocidad sin proyecto en la sección: 30 km/h
- Velocidad con proyecto en la sección: 65 km/h

Para el análisis anterior se obtuvieron los siguientes costos de operación anuales:

**Tabla 36. Costos de operación anuales sin proyecto.**

Liviano de pasajeros	Carga liviana	Buses	C2	C3	T3-S2	Total
¢40,352,523	¢19,213,128	¢3,320,217	¢6,122,610	¢1,044,028	¢1,239,393	<b>¢71,291,899</b>

Fuente: Planificación Institucional.

**Tabla 37. Costos de operación anuales con proyecto.**

Liviano de pasajeros	Carga liviana	Buses	C2	C3	T3-S2	Total
¢27,196,044	¢12,814,707	¢2,875,257	¢5,044,743	¢1,060,637	¢1,321,940	<b>¢50,313,327</b>

Fuente: Planificación Institucional.

De los datos anteriores, se obtienen por ahorros:

Tabla 38. Ahorros en los costos de operación anuales.

Año	Ahorros por costos de operación
1	¢19,157,632
2	¢20,276,648
3	¢21,412,263
4	¢22,559,457
5	¢23,713,003
6	¢39,026,139
7	¢40,831,200
8	¢42,621,126
9	¢66,523,280
10	¢69,125,028
11	¢71,670,119
12	¢109,695,269
13	¢113,251,806
14	¢116,686,873
15	¢119,991,435
16	¢123,158,297
17	¢126,182,078
18	¢129,059,139
19	¢131,787,484
20	¢134,366,628

Fuente: Planificación Institucional.

#### 2.6.4 Estimación de costos sociales directos

Para calcular los costos sociales directos, se utilizaron los costos de inversión y mantenimiento con proyecto, los cuales se multiplicaron por el factor de corrección estándar, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 39. Costos sociales directos.

Año	Inversión	Costos de operación CON PROYECTO
0	-¢606,072,576	
1		¢45,946,130
2		¢48,629,890
3		¢51,353,457
4		¢54,104,796
5		¢56,871,367
6		¢59,640,348
7		¢62,398,871
8		¢65,134,263
9		¢67,834,276
10		¢70,487,297
11		¢73,082,545
12		¢75,610,226
13		¢78,061,659
14		¢80,429,365
15		¢82,707,117
16		¢84,889,957
17		¢86,974,174
18		¢88,957,261
19		¢90,837,841
20		¢92,615,581

Fuente: Planificación Institucional.

### 2.6.5 Beneficios y costos indirectos

Los beneficios que se generan con el proyecto serían:

- Menos congestión vehicular.
- Menos colisiones.

Sin embargo, los beneficios mencionados anteriormente no se pueden cuantificar.



### **2.6.6 Beneficios y costos intangibles**

Las limitaciones de este informe no permiten incluir en el flujo económico social una serie de variables cuya existencia se conoce, pero que son difíciles de cuantificar en términos monetarios. Por ello, solamente se hará una breve mención de algunas de ellas.

En el lugar, se observa una circulación importante de motocicletas. Sin embargo, los conteos efectuados por la Dirección de Planificación Sectorial excluyen los vehículos de dos ruedas. Por ello no se cuantificaron los beneficios que los puentes producen para este tipo de vehículo.

El proyecto incluye la construcción de aceras a ambos lados del puente donde actualmente no existen. Esto permitirá que los peatones circulen más rápido, con mayor comodidad y seguridad. Esta mejora es especialmente importante al atravesar el puente, pues la estructura actual es muy estrecha. Los peatones deben esperar a que no circule ningún vehículo en el puente para empezar a cruzar.

Debido a que los dos sentidos de circulación no deben compartir el mismo carril, se da un mejoramiento en la visibilidad y la señalización lo que representa un aporte a la seguridad vial. Sin embargo, no se contó con la información concerniente a la cantidad y localización de los accidentes de tránsito en las condiciones actuales.

Construcción del puente sobre Río Soncoyo

2.6.7 Flujo económico – social

Tabla 40. Flujo económico – social.

Año	Inversión	Costos de Mantenimiento SIN PROYECTO	Costos de Mantenimiento CON PROYECTO	Costos de operación SIN PROYECTO	Costos de operación CON PROYECTO	Ahorros por costos de mantenimiento	Ahorros por costos de operación	Ahorros por tiempo de viaje	Valor residual del puente (60%)	Flujo total
2018	-€606,072,576									-€606,072,576
2019		€2,554,897	€1,902,248	€65,103,762	€45,946,130	€652,649	€19,157,632	€41,974,771		€61,785,052
2020		€516,961	€1,902,248	€68,906,538	€48,629,890	-€1,385,287	€20,276,648	€44,610,578		€63,501,939
2021		€516,961	€1,902,248	€72,765,720	€51,353,457	-€1,385,287	€21,412,263	€47,317,317		€67,344,293
2022		€893,812	€1,902,248	€76,664,254	€54,104,796	-€1,008,436	€22,559,457	€50,087,138		€71,638,160
2023		€2,155,851	€1,905,100	€80,584,370	€56,871,367	€250,751	€23,713,003	€52,911,630		€76,875,384
2024		€516,961	€1,902,248	€98,666,487	€59,640,348	-€1,385,287	€39,026,139	€55,781,970		€93,422,822
2025		€516,961	€1,902,248	€103,230,071	€62,398,871	-€1,385,287	€40,831,200	€58,689,069		€98,134,982
2026		€893,812	€1,902,248	€107,755,390	€65,134,263	-€1,008,436	€42,621,126	€61,623,731		€103,236,421
2027		€539,155	€1,927,295	€134,357,555	€67,834,276	-€1,388,139	€66,523,280	€64,576,802		€129,711,942
2028		€2,155,851	€2,792,044	€139,612,325	€70,487,297	-€636,194	€69,125,028	€67,539,314		€136,028,149
2029		€516,961	€1,902,248	€144,752,664	€73,082,545	-€1,385,287	€71,670,119	€70,502,614		€140,787,446
2030		€893,812	€1,902,248	€185,305,495	€75,610,226	-€1,008,436	€109,695,269	€73,458,468		€182,145,302
2031		€516,961	€1,902,248	€191,313,465	€78,061,659	-€1,385,287	€113,251,806	€76,399,158		€188,265,678
2032		€516,961	€1,902,248	€197,116,238	€80,429,365	-€1,385,287	€116,686,873	€79,317,540		€194,619,125
2033		€2,155,851	€1,905,100	€202,698,552	€82,707,117	€250,751	€119,991,435	€82,207,088		€202,449,273
2034		€916,007	€1,902,248	€208,048,255	€84,889,957	-€986,241	€123,158,297	€85,061,914		€207,233,970
2035		€516,961	€1,902,248	€213,156,253	€86,974,174	-€1,385,287	€126,182,078	€87,876,765		€212,673,557
2036		€516,961	€1,902,248	€218,016,401	€88,957,261	-€1,385,287	€129,059,139	€90,647,000		€218,320,853
2037		€516,961	€1,902,248	€222,625,325	€90,837,841	-€1,385,287	€131,787,484	€93,368,554		€223,770,751
2038		€2,532,702	€2,817,091	€226,982,209	€92,615,581	-€284,389	€134,366,628	€96,037,884	€363,643,546	€593,763,669

Fuente: Planificación Institucional. 2016.

### 2.6.8 Indicadores económicos – social

En la tabla siguiente se presentan los indicadores obtenidos.

Tabla 41. Indicadores

Indicador	Resultado
Valor actual neto económico (VANE)	¢ 248,674,086
Tasa Interna de retorno económica (TIRE)	16%
Relación costo - beneficio	1.37

Fuente: Planificación Institucional.

### 2.6.9 Impactos macroeconómicos del proyecto

Entre los impactos macroeconómicos se puede mencionar de forma general:

- Impacto distributivo: se estima que los beneficiados del proyecto son 4.873 personas y 3.221 vehículos, de los cuales, son los automotores los que pagan los costos del proyecto al comprar combustible, ya que de la recaudación del impuesto único sobre los combustibles se destina un 29 % a Conavi para realizar obras viales.
- Impactos en el empleo: según las estadísticas realizadas por el INEC en el censo 2011, la tasa de desempleo en el distrito de Veintisiete de Abril es de 12,9%, por lo tanto, se estima que el proyecto genere empleo directo e indirecto para un 0,5%.

## 2.7 ANALISIS DE SENSIBILIDAD

El proyecto obtuvo un TIRE positivo en el escenario base. Sin embargo, se hace un análisis de sensibilidad porque existe incertidumbre sobre el costo total del proyecto.

En la Tabla siguiente se presenta el análisis de sensibilidad del TIRE, incrementando la inversión en 5%, 10%, 15% y 20%, en los cuales se puede observar que el proyecto es rentable en casi todos los escenarios, únicamente en el incremento del 20% se puede observar que no es rentable por un 0.20%.

Tabla 42. Indicadores del análisis de sensibilidad

Análisis de sensibilidad				
TIRE Actual	Inversión			
	+5%	+10%	+15%	+20%
16%	¢ (636,376,204.80)	¢ (666,679,833.60)	¢ (696,983,462.40)	¢ (727,287,091.20)
2019	¢61,785,052	¢61,785,052	¢61,785,052	¢61,785,052
2020	¢63,501,939	¢63,501,939	¢63,501,939	¢63,501,939
2021	¢67,344,293	¢67,344,293	¢67,344,293	¢67,344,293
2022	¢71,638,160	¢71,638,160	¢71,638,160	¢71,638,160
2023	¢76,875,384	¢76,875,384	¢76,875,384	¢76,875,384
2024	¢93,422,822	¢93,422,822	¢93,422,822	¢93,422,822
2025	¢98,134,982	¢98,134,982	¢98,134,982	¢98,134,982
2026	¢103,236,421	¢103,236,421	¢103,236,421	¢103,236,421
2027	¢129,711,942	¢129,711,942	¢129,711,942	¢129,711,942
2028	¢136,028,149	¢136,028,149	¢136,028,149	¢136,028,149
2029	¢140,787,446	¢140,787,446	¢140,787,446	¢140,787,446
2030	¢182,145,302	¢182,145,302	¢182,145,302	¢182,145,302
2031	¢188,265,678	¢188,265,678	¢188,265,678	¢188,265,678
2032	¢194,619,125	¢194,619,125	¢194,619,125	¢194,619,125
2033	¢202,449,273	¢202,449,273	¢202,449,273	¢202,449,273
2034	¢207,233,970	¢207,233,970	¢207,233,970	¢207,233,970
2035	¢212,673,557	¢212,673,557	¢212,673,557	¢212,673,557
2036	¢218,320,853	¢218,320,853	¢218,320,853	¢218,320,853
2037	¢223,770,751	¢223,770,751	¢223,770,751	¢223,770,751
2038	¢593,763,669	¢593,763,669	¢593,763,669	¢593,763,669
<b>TIRE</b>	15.58%	14.98%	14.42%	13.89%

Fuente: Planificación Institucional

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **Conclusiones**

- El proyecto será financiado mediante fondos propios de CONAVI.
- Se estima un mínimo de 3.221 vehículos como beneficiarios directos que transitan diariamente por el proyecto, así como unas 4.873 personas que viven cerca del proyecto.
- El proyecto aportará otros beneficios a la comunidad ya que permitirá el paso seguro de los usuarios en el puente.
- Se puede determinar mediante el análisis de costos que los indicadores muestran un VAC ₡679,669,086 y un CAE de ₡90,993,268.10.
- En la evaluación económica – social, los indicadores obtenidos corresponden a un VANE de ₡248,674,086, TIRE del 16% y una relación costo – beneficio de 1,37.
- Con el análisis de sensibilidad se determinó que, aunque la inversión se incrementa del 5% al 20%, el proyecto continúa siendo rentable.

### **Recomendaciones**

- El puente sobre el río Soncoyo presenta un alto grado de deterioro por lo que se recomienda la construcción del nuevo puente.
- La administración debe procurar que se implemente un sistema de gestión de puentes, con el propósito de brindarle mantenimiento periódico y oportuno a la estructura cuando entre en operación.
- Se recomienda utilizar la acera peatonal a 1,2 metros con el fin de cumplir con el ancho mínimo establecido por la Ley 7600 sobre la Igualdad de Oportunidades para las personas con discapacidad.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Costa Rica, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Dirección de Planificación Sectorial, Inventario General de Carreteras y Caminos.

Costa Rica, Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica, Plan Nacional de Desarrollo 2015-2018 Alberto Cañas Escalante.

Costa Rica, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Plan Estratégico del Sector Infraestructura y Transportes, 2016.

Costa Rica, Plan Operativo Institucional 2016 Consejo Nacional de Vialidad

CCT. 1993 Mapa Zonas de Vida de Costa Rica. San José, Costa Rica escala 1:200.000

Cantones de Costa Rica. Instituto de Fomento y Asesoría Municipal. 2002. San José, Costa Rica

Comisión Nacional de Prevención de Riegos y Atención Emergencia, 2010. San José, Costa Rica

Dirección General de Planificación Sectorial, MOPT. Inventario General de Carreteras y Caminos. Ruta 36. 2016. San José, Costa Rica

Instituto Geográfico Nacional. Hoja cartográfica, escala 1:50.000, Diría.

Instituto Geográfico Nacional. 2001. División Administrativa de la República de Costa Rica. 1° edición. San José, Costa Rica.

SIECA. 2002. Manual Centroamericano de Normas Ambientales para el Diseño, Construcción y Mantenimiento de Carreteras

MOPT. Dirección de Planificación Sectorial, Unidad de estudios de tráfico e investigación. Anuario de Información de Tránsito 2013.

Instituto Meteorológico Nacional, datos climáticos de la estación Santa Rosa.

## ANEXO #1: TPD



SECRETARÍA DE PLANIFICACIÓN SECTORIAL  
PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA MULTIMODAL DE INFRAESTRUCTURA  
Y SERVICIOS DE TRANSPORTE

04/04/2016  
8:56:44

TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO (TPD) HISTÓRICO DE UNA ESTACIÓN DE CONTEO VEHICULAR

N° Estación: 773                      Ruta: 160                      Sección: 50230

Tramo: VEINTISIETE DE ABRIL(R.152)-SANTA CRUZ(R.21)

Ubicación: FRENTE A LA PLAZA DE CHIRCO

Nota:

Año	T.P.D.	Liviano	Carga Liv.	Bus	C. 2 ejes	C. 3 ejes	C. 4 ejes	C. 5+ ejes	Nota
1987	570	27,85	53,03	7,02	11,38	0,24	0,00	0,48	
1990	465	27,62	55,52	6,08	10,50	0,28	0,00	0,00	
1995	920	31,75	49,78	5,76	11,82	0,59	0,00	0,30	
1998	760	38,99	46,28	5,89	7,45	0,87	0,00	0,52	CARRETERA EN MUY MAL ESTADO.
2005	2195	54,36	31,15	2,46	8,06	3,01	0,00	0,96	
2010	3361	63,53	26,22	3,53	5,38	0,67	0,00	0,67	
2015	5441	66,74	21,89	2,73	6,49	1,06	0,00	1,09	

Nomenclatura:

\* T.P.D.: Tránsito Promedio Diario (volumen estimado para el período de 1 año)

\* Liviano: vehículos livianos (pasajeros, 4x4, microbuses familiares)

\* Carga Liv: vehículos de carga liviana (pick up y camiones pequeños de 2 ejes)

\* C. 2 - 5 ejes: vehículos de carga pesada (camiones, furgones y equipo especial); "C. 5+ ejes" incluye los de 5 o más ejes

Nota: a partir del año 2015 el dato corresponde al Tránsito Promedio Diario Anual (T.P.D.A.)

## ANEXO #2: DATOS CLIMATICOS

INSTITUTO METEOROLOGICO NACIONAL  
DEPARTAMENTO DE INFORMACION  
PROMEDIOS MENSUALES DE DATOS CLIMATICOS  
(estaciones mecánicas)

ESTACION : 72 106 SANTA ROSA (PARQ. NAL)			Latitud: 10 ° 50 ' N Longitud: 85 ° 37 ' O Altitud. 315 m.s.n.m													
Elementos	Periodos		Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Prom.	Total
LLUVIA	1971	2014	4.5	9	2.1	14.8	208.5	236.8	134.3	209.9	362.6	363.7	110.3	19.2	139.0	1667.6
TEM.MAX.	1971	1983	30.4	31.7	33.4	34.1	32.3	30.2	29.7	29.7	29.5	29.2	29.5	29.3	30.8	
TEM.MIN.	1971	1983	21.0	21.4	21.8	22.4	22.4	21.9	22.1	21.5	20.8	20.9	21.0	20.9	21.5	
TEM.MED.	1971	1983	25.7	26.5	27.6	28.3	27.4	26.0	25.9	25.6	25.2	25.0	25.2	25.1	26.1	
VIENTO VEL.	1985	1987	14.7	13.0	13.6	15.1	11.2	10.1	11.5	10.1	8.3	7.7	9.3	12.3	11.4	
BRILLO SOLAR	1971	1979	8.6	9.6	9.7	8.9	6.6	5.4	5.7	5.6	5.1	5.1	6.6	7.9	7.1	
RADIACION	1972	1974	17.8	21.9	22.5	22.5	18.7	16.2	16.9	18.0	15.1	15.3	16.4	17.5	18.2	
VIENTO DIR. PREDOMINANTE			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
Promedio dias con lluvia >= 0.1 mm.			2	1	1	2	11	18	15	17	20	20	12	6	123.5	Total.

Lluvia en milímetros: 1mm = 1 litro de agua por m<sup>2</sup>. Radiación Solar global en Megajulios(MJ/m<sup>2</sup>)  
 Temperatura en Grados Celsius (°C). Evaporación en mm. Viento en km/h. Humedad Relativa en Porcentaje (%).  
 VIENTO DIR PREDOM : 1 Norte, 2 Noreste, 3 Este, 4 Sureste, 5 Sur, 6 Suroeste, 7 Oeste, 8 Noroeste, 9 Variable  
 Brillo Solar en horas y décimas de horas.