

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES  
CONSEJO NACIONAL DE VIALIDAD

# **Rehabilitación del Puente sobre el Río Ciruelas, Ruta Nacional No. 27, por parte de CONAVI.**

Perfil

Tipología: Mantenimiento

Enero de 2022

## INDICE GENERAL

<b>INDICE GENERAL</b> .....	<b>1</b>
<b>INDICE DE TABLAS</b> .....	<b>2</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>2</b>
<b>ACRÓNIMOS</b> .....	<b>4</b>
<b>FICHA TÉCNICA</b> .....	<b>5</b>
<i>Nombre del proyecto:</i> .....	5
<i>Descripción del proyecto:</i> .....	5
<i>Sector:</i> .....	5
<i>Localización geográfica:</i> .....	5
<i>Institución ejecutora:</i> .....	6
<i>Unidad que elaboró el documento del proyecto:</i> .....	6
<i>Beneficiarios del proyecto:</i> .....	6
<i>Costos del proyecto:</i> .....	7
<i>Posibles fuentes de financiamiento:</i> .....	7
<i>Cronograma del proyecto:</i> .....	7
<i>Restricciones y limitaciones:</i> .....	7
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>9</b>
<b>IDENTIFICACION DEL PROYECTO</b> .....	<b>9</b>
1.1 NOMBRE DEL PROYECTO .....	9
1.2 ANTECEDENTES .....	9
1.3 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	10
1.4 OPTIMIZACIÓN DE LA SITUACIÓN BASE .....	10
1.5 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN .....	12
1.6 SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN .....	12
1.7 OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	14
1.7.1 <i>Objetivo general</i> .....	14
1.7.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	14
1.8 RESULTADOS ESPERADOS .....	15
1.9 VINCULACIÓN CON POLÍTICAS, PLANES Y ESTRATEGIAS DE DESARROLLO .....	15
1.10 DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA .....	15
1.11 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	16
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>17</b>
<b>FORMULACIÓN DEL PROYECTO</b> .....	<b>17</b>
2.1 ANÁLISIS DE RIESGOS .....	17
2.1.1 <i>Identificación de amenazas</i> .....	17
<i>Clasificación de amenazas</i> .....	28
2.1.2 <i>Reducción del riesgo</i> .....	29
2.1.3 <i>Costos de las medidas</i> .....	29

<b>EVALUACIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>30</b>
3.1 ANALISIS DE COSTOS: PROYECTO NO GENERA INGRESOS.....	30
3.1.1 Costos .....	30
3.1.2 Indicadores .....	32
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>33</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>34</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>35</b>

## INDICE DE TABLAS

TABLA 1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.....	5
TABLA 2. TPDA SECCIÓN DE CONTROL 21430, RÍO CIRUELAS. ....	6
TABLA 3. ESTRUCTURA DE COSTOS .....	7
TABLA 4. CRONOGRAMA DEL PROYECTO.....	7
TABLA 5. DATOS DE LLUVIA EN LA ESTACIÓN UBICADA EN LA GARITA. ....	19
TABLA 6: AMENAZA DE DESLIZAMIENTO CON EL NIVEL MÁS CRÍTICO PUENTE SOBRE EL RÍO CIRUELAS....	21
TABLA 7. PROMEDIO MENSUAL DE LOS TRES MESES MÁS LLUVIOSOS, ESTACIÓN UBICADA EN LA ESTACIÓN UBICADA EN LA GARITA .....	24
TABLA 8. DATOS DE LLUVIA EN LA ESTACIÓN UBICADA EN LA ESTACIÓN UBICADA EN LA GARITA. ....	24
TABLA 9. AMENAZA DE INUNDACIÓN PUENTE SOBRE EL RÍO CIRUELAS. ....	25
TABLA 10. AMENAZA DE ALUD TORRENCIAL PUENTE SOBRE EL RÍO CIRUELAS. ....	27
TABLA 11. AMENAZA SÍSMICA PUENTE SOBRE EL RÍO CIRUELAS.....	28
TABLA 12. RESUMEN DE AMENAZAS PUENTE SOBRE EL RÍO CIRUELAS. ....	28
TABLA 13: RESUMEN DE COSTOS DE INVERSIÓN.....	30
TABLA 14. MANTENIMIENTO CON PROYECTO .....	31
TABLA 15. FLUJO DE CAJA .....	32
TABLA 16. INDICADORES.....	32

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. PROYECTO DISEÑO PARA LA REHABILITACIÓN DEL PUENTE SOBRE EL RÍO CIRUELAS RUTA NACIONAL NO. 27 .....	6
FIGURA 2. DESPRENDIMIENTO DE CONCRETO EN JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN, PUENTE SOBRE EL RÍO CIRUELAS. ....	10
FIGURA 3. ESQUEMA PARA LA INYECCIÓN DE FISURAS.....	13
FIGURA 4. FISURA INYECTADA .....	13

**FIGURA 5. ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO RÍO CIRUELAS. .... 16**

**FIGURA 6. EXTRACTO DEL MAPA DE AMENAZAS NATURALES POTENCIALES, CANTÓN DE ALAJUELA. .... 17**

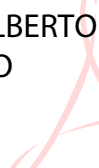
**FIGURA 7. EXTRACTO DEL MAPA DE AMENAZAS NATURALES POTENCIALES, CANTÓN DE ALAJUELA. .... 18**

**FIGURA 8. MAPA DE PENDIENTES PUENTE SOBRE EL RÍO CIRUELAS. .... 20**

**FIGURA 9. EXTRACTO DEL MAPA DE AMENAZAS NATURALES POTENCIALES, CANTÓN DE ALAJUELA. .... 23**

**FIGURA 10. VEGETACIÓN PREDOMINANTE PUENTE SOBRE EL RÍO CIRUELAS. .... 25**

**PABLO ALBERTO  
MONTERO  
HIDALGO  
(FIRMA)**



Firmado digitalmente  
por PABLO ALBERTO  
MONTERO HIDALGO  
(FIRMA)  
Fecha: 2022.03.31  
10:06:08 -06'00'

## **ACRÓNIMOS**

AES Área de Evaluación y Seguimiento de MIDEPLAN.  
ARESEP Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos.  
AyA Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.  
BCCR Banco Central de Costa Rica.  
BCIE Banco Centroamericano de Integración Económica.  
BID Banco Interamericano de Desarrollo.  
BPIP Banco de Proyectos de Inversión Pública.  
CCSS Caja Costarricense de Seguro Social.  
CGR Contraloría General de la República.  
CNC Consejo Nacional de Concesiones.  
CNE Comisión Nacional de Emergencias.  
CNFL Compañía Nacional de Fuerza y Luz.  
CONAVI Consejo Nacional de Vialidad.  
COSEVI Consejo de Seguridad Vial.  
CTAC Consejo Técnico de Aviación Civil.  
DINADECO Dirección Nacional de Desarrollo de la Comunidad.  
EBAIS Equipos Básicos de Atención Integral en Salud.  
FODESAF Fondo de Desarrollo Social y Asignaciones Familiares.  
PNDIP Plan Nacional de Desarrollo y de Inversión Pública 2019-2022  
ICE Instituto Costarricense de Electricidad.  
INCOFER Instituto Costarricense de Ferrocarriles.  
INDER Instituto de Desarrollo Rural.  
INS Instituto Nacional de Seguros.  
JAPDEVA Junta de Administración Portuaria y de Desarrollo Económico de la Vertiente Atlántica.  
MEIC Ministerio de Economía, Industria y Comercio.  
MIDEPLAN Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica.  
MINAE Ministerio de Ambiente y Energía.  
MIVAH Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos.  
MOPT Ministerio de Obras Públicas y Transportes.  
MSP Ministerio de Seguridad Pública.  
PND Plan Nacional de Desarrollo.  
PNE Política Nacional de Evaluación.  
POI Plan Operativo Institucional.  
PPEPPD Programa de Posgrado de Evaluación de Programas y Proyectos de Desarrollo.  
RECOPE Refinadora Costarricense de Petróleo S.A.  
SENARA Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento.  
SETENA Secretaría Técnica Nacional Ambiental.  
SINE Sistema Nacional de Evaluación.  
UE Unidad de Evaluación (Mideplan).  
US Unidad de Seguimiento (Mideplan).

## FICHA TÉCNICA

### Nombre del proyecto:

Rehabilitación del Puente sobre el Río Ciruelas, Ruta Nacional No. 27, por parte de CONAVI.

### Descripción del proyecto:

El objeto de este proyecto es llevar a cabo el diseño y la rehabilitación del puente sobre el Río Ciruelas, Ruta Nacional No. 27, sección de control 21430.

En términos generales, el proyecto incluye el diagnóstico de la condición actual (inspección detallada), topografía y el diseño y especificaciones de las obras de intervención del puente sobre el Río Ciruelas (Ruta Nacional No. 27), debido al deterioro causado por agentes naturales y/o agentes externos, para cumplir con las normativas vigentes y garantizar la seguridad de los usuarios.

Se debe contemplar una mejora en los pasos peatonales existentes en la estructura, que cumpla con la normativa vigente, de manera que los vecinos de la zona puedan transitar por el mismo de forma segura.

El trabajo a realizar se divide en 2 etapas para el diseño, las cuales se mencionan a continuación:

- Etapa I: Diagnóstico de la condición actual de ambas estructuras (inspección detallada).
- Etapa II: Propuesta de la intervención a realizar en ambos puentes y el diseño de las obras.

Posteriormente se realizará la contratación para la rehabilitación esto debido a que el diseño ya cuenta con una licitación en curso bajo el número 2019LA-000027-0006000001.

Si bien es cierto el diagnóstico y diseño se contrató para dos puentes (Ciruelas y Salitral), lo ideal es que cada uno de esos puentes se pueda registrar en el banco de proyectos de inversión pública como un proyecto independiente, esto debido a que la etapa de ejecución podría no realizarse en los mismos plazos.

### Sector:

9. Infraestructura y Transporte

9.2. Vial

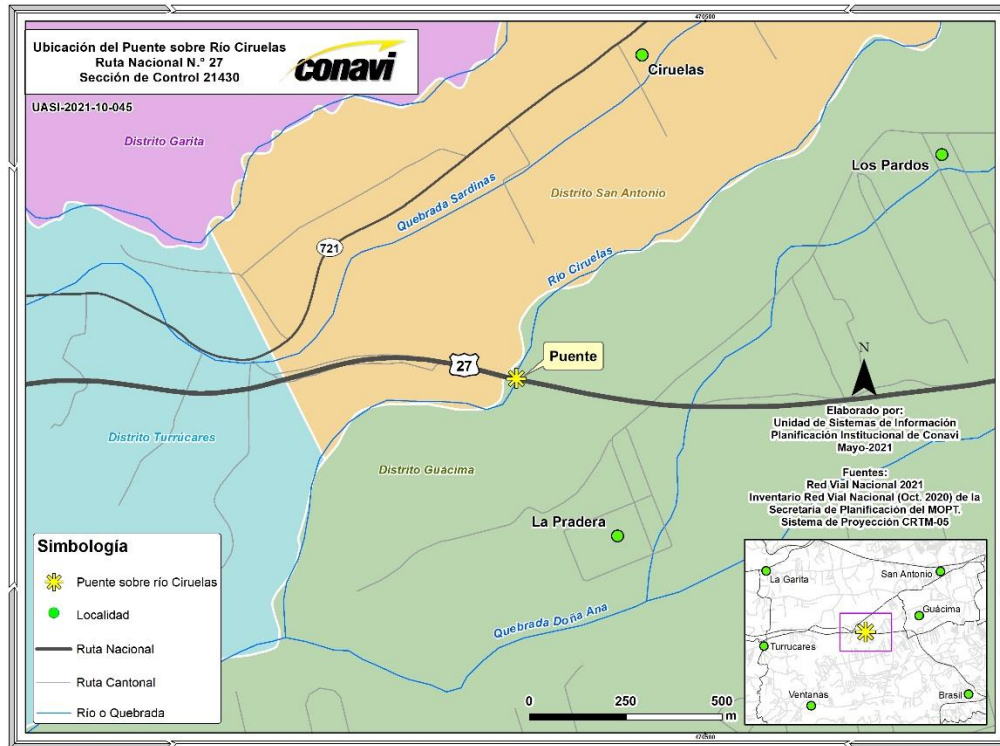
### Localización geográfica:

Tabla 1. Localización geográfica.

Puente:	Río Ciruelas
Región:	Central
Provincia:	02 Alajuela
Cantón:	01 Alajuela
Distrito:	05 Guácima
Sección de Control:	21430

Fuente: Planificación Institucional, CONAVI.

Figura 1. Proyecto Diseño para la Rehabilitación del Puente sobre el Río Ciruelas Ruta Nacional No. 27



Fuente: Planificación Institucional Conavi, 2021.

**Institución ejecutora:**

Consejo Nacional de Vialidad.

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

Planificación Institucional (CONAVI).

**Beneficiarios del proyecto:**

- **Beneficiarios directos:**

Los principales beneficiarios del proyecto son los usuarios de la Ruta Nacional No. 27 sección de control 21430, para la sección de control donde se encuentra el Río Ciruelas (Sección 21430) utilizando la información de la Secretaría de Planificación Sectorial se estima un Transito Promedio Diario Anual de 26.321 vehículos por día en 2021.

Tabla 2. TPDA Sección de control 21430, Río Ciruelas.

TPD 2019	TPD 2020	TPD 2021
23974	25120	26321

Fuente: Planificación Institucional Conavi, 2021.

Se pueden considerar como parte de los beneficiarios directos a unas 28.866 personas que viven en los distritos de Guácima (27.960) y Hacienda Vieja (906), sin embargo, al ser esta ruta altamente transitada para el traslado hacia zonas turísticas como Puntarenas y Guanacaste este proyecto presenta alto valor social.

De igual manera los beneficiarios indirectos serán los usuarios de todo el país que realicen viajes hacia la zona con fines turísticos, comerciales, empresariales, familiares entre otros.

### Costos del proyecto:

El diseño del Puente sobre el Río Ciruelas se estima en ₡46.356.470,49 esto según la información de la contratación 2019LA-000027-0006000001, para la etapa de rehabilitación no se tienen los costos específicos por lo que se infieren con proyectos de similar estructura y complejidad como la Rehabilitación del puente sobre el Río Sarapiquí en la Ruta Nacional No. 4, sección: Las Vueltas de Horquetas – Puerto Viejo de Sarapiquí, por tanto, los costos estimados serían los siguientes:

Tabla 3. Estructura de costos

Ítem	Total (colones)
Diseño de los puentes	₡46 356 470,49
Rehabilitación del puente sobre el Río Ciruelas	₡2.243.855.514,71
<b>TOTAL DE LA INVERSION</b>	<b>₡2.290.211.985,20</b>

Fuente: Planificación Institucional, CONAVI, 2021.

### Posibles fuentes de financiamiento:

Las etapas de diseño y rehabilitación se financiarán con presupuesto ordinario del CONAVI.

### Cronograma del proyecto:

En la actualidad no se cuentan con las fechas exactas en las cuales se desarrollarán las actividades y obras de las etapas de Ejecución, Operación y Mantenimiento, por lo que se infiere un estimado preliminar.

Tabla 4. Cronograma del proyecto

Etapa	Inicio	Finalización	Estado
<b>Pre inversión</b>			
Perfil	Mayo 2021	Enero 2022	Finalizado
Diseño	Setiembre 2019	Junio 2022	En Proceso
<b>Ejecución</b>			
Financiamiento	Octubre 2021	Abril 2022	-
Licitación	Julio 2022	Noviembre 2022	-
Ejecución	Enero 2023	Junio 2023	-
<b>Operación y Mantenimiento</b>			
Operación	Julio 2023	Julio 2043	-

Fuente: Elaboración propia, CONAVI 2021

### Restricciones y limitaciones:

El contratista deberá procurar la solución más económica, que satisfaga los criterios de diseño, indicados en el cartel de la contratación 2019LA-000027-0006000001.



## **INTRODUCCIÓN**

El objetivo del estudio es mejorar la seguridad de los usuarios mediante el proyecto “Rehabilitación del Puente Sobre el Río Ciruelas, Ruta Nacional No. 27, por parte del CONAVI.” Para lo cual se debe inscribir inicialmente en el Banco de Proyectos de Inversión Pública. Por ello, responde a los requerimientos de la “Guía metodológica general para la identificación, formulación y evaluación de proyectos de inversión pública”, elaborado por el Área de Inversiones Públicas del Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica.

El proyecto se registrará bajo la categoría de “Mantenimiento” considerando que el proyecto no aumenta la capacidad de los puentes, por lo cual se incluyen solo algunos de los requerimientos indicados en la Guía Metodológica elaborada por MIDEPLAN.

Este documento trata de un análisis sobre aspectos generales de identificación del proyecto, análisis de amenazas naturales, y análisis de costos, 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.

En la segunda sección se desarrolla el análisis de amenazas naturales para proyectos de inversión pública en etapa de perfil.

En la tercera sección se realizará un análisis de los costos de inversión y operación del proyecto, para ello se calcularán indicadores como el Valor Actualizado de los Costos (VAC) y el Costo Anual Equivalente (CAE).

El proyecto será financiado por el Gobierno de Costa Rica, Ministerio de Hacienda mediante el presupuesto ordinario asignado al CONAVI.

## CAPÍTULO I

### IDENTIFICACION DEL PROYECTO

#### 1.1 Nombre del proyecto

Rehabilitación del Puente sobre el Río Ciruelas, Ruta Nacional No. 27, por parte de CONAVI.

#### 1.2 Antecedentes

El Consejo Nacional de Vialidad en su Ley N°7798 tiene como uno de sus objetivos *“Planear, programar, administrar, financiar, ejecutar y controlar la conservación y la construcción de la red vial nacional, en concordancia con los programas que elabore la Dirección de Planificación del Ministerio de Obras Públicas y Transportes”* por tanto al ser la Ruta Nacional N°27 competencia de CONAVI se realiza el presente estudio.

Por otra parte, se debe mencionar en este apartado que el Estado aporto las estructuras de 5 puentes de la Ruta Nacional N°27 entre San José y Caldera, estos puentes ubicados a lo largo del corredor vial de 77 kilómetros son los ubicados sobre los Ríos Salitral, Virilla, Ciruelas, Grande y Quebrada Concepción.

Además, en el Addendum 1 al Contrato de Concesión de Obra Pública con Servicios Públicos de la Carretera San José-Caldera se menciona lo siguientes: *“Se exceptúan de este tramo la construcción de cinco (5) puentes mayores que la Administración realiza actualmente por contrato”* pág. 59, posteriormente en ese mismo addendum se menciona *“La obligación de mantenimiento y operación de los puentes mayores incluye entre otras cosas la limpieza general, señalización, mantenimiento de drenajes, barandas, juntas y superficie de ruedo. No se incluye como mantenimiento, la reposición de elementos estructurales, la solución de eventuales problemas de fundaciones, o de apoyos de vigas, por lo que los eventuales trabajos que deban realizarse en este sentido serán efectuados por cuenta de la administración Concedente”*. pág. 59-60

Por tanto, según lo anterior le corresponde a la Administración realizar la rehabilitación de los cinco puentes antes mencionados y en virtud de la naturaleza del Consejo Nacional de Vialidad le corresponde la planificación, contratación y ejecución de estas obras.

Es oportuno mencionar que para el diseño se tiene la contratación 2019LA-000027-0006000001 la cual tiene como objeto contratar una persona jurídica, con capacidad técnica y legal para llevar a cabo el diseño de la rehabilitación de los puentes sobre los Ríos Ciruelas y Salitral, en la Ruta Nacional No. 27, dicha contratación no ha finalizado por lo que no se cuentan con el diseño definitivo.

Además, es importante señalar que este proyecto tiene alto valor social debido a que es una ruta recurrente para el traslado hacia zonas turísticas como Puntarenas y Guanacaste.

Según la Comisión Nacional de Emergencias para el puente sobre el Río Ciruelas se menciona lo siguiente *“posee una red fluvial bien definida, la misma cuenta con un grupo de ríos y quebradas que se pueden considerar el punto focal de las amenazas hidrometeorológicas del cantón, dicha red de drenaje está compuesta principalmente por los ríos: Alajuela, Itiquis, Ciruelas, Segundo, Río Poas, Río Tambor, Río Burio y las Quebradas Cañas y Fuente.”*.

En 2010, la empresa Camacho y Mora S.A. realizó un levantamiento de los daños en los puentes Salitral y Ciruelas. Se identificaron problemas de agrietamiento de la losa en ambos puentes, sin embargo, aún no se presentaban problemas en el “Metaldeck”. Además, se recomendó la reparación de las juntas de expansión y aplicar pintura anticorrosiva a los elementos de acero.

En junio 2020 el CONAVI contrato a la empresa Camacho y Mora S.A para llevar a cabo un diagnóstico de la condición actual de los puentes sobre los ríos Ciruelas y Salitral, así como diseños y especificaciones de intervención, generando los informes INF-PC-20-14-376 de mayo 2021, INF-PC-20-14-363 de enero 2021 y INF-PC-20-14 Setiembre 2020.

### **1.3 Identificación del problema**

El principal problema que se presenta en el puente es la inseguridad de los usuarios al transitar por el puente, debido a daños como: fisuramiento de la losa, daños en juntas de expansión y oxidación en apoyos y amortiguadores.

Ademas el desprendimiento del concreto en la zona de juntas se refleja en la losa del Puente sobre el río Ciruelas como se muestra a continuación:

**Figura 2. Desprendimiento de concreto en juntas de construcción, puente sobre el río Ciruelas.**



**Fuente: Informe Camacho y Mora S.A. Setiembre 2020.**

Por otra parte las barreras vehiculares no presentan piezas faltantes ni corrosión; sin embargo, presentan desprendimientos en la pintura de protección y oxidación leve en algunas zonas.

Por último el concreto de las barreras del puente sobre el río Ciruelas presentan crecimiento de vegetación.

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

El puente sobre el río Ciruelas tiene una longitud total de 130 m y un ancho de 12.45 m, de los cuales 9.85 m corresponden al ancho de la superficie de rodamiento que posee 2 carriles, uno en cada sentido;

cuenta con barandas de acero a ambos lados de la calzada. El puente cuenta con barreras vehiculares de acero a ambos lados de la calzada.

El sistema de tablero del puente corresponde a una losa de concreto sobre una lámina tipo “Metaldeck”.

El espesor al borde de la losa de concreto del corresponde a 23 cm las crestas del “Metaldeck”, mientras que el espesor en los valles es 15 cm.

Las vigas externas del puente sobre el río Ciruelas corresponden a vigas I armadas con placas de acero grado 50 (ASTM A709), tienen una luz libre máxima de 50 m y cuentan con 5 secciones transversales. Las vigas internas corresponden a perfiles W24x68.

Las vigas principales del puente poseen apoyos fijos sobre las pilas, en los bastiones, las vigas se apoyan sobre apoyos expansivos tipo “VASOFLON” y además poseen retenedores oleodinámicos.

La subestructura del puente está compuesta por dos bastiones y dos pilas. Según los planos, todos los elementos de la subestructura son de concreto reforzado con resistencia a la compresión de 280 kg/cm<sup>2</sup>. Cada bastión consiste en una viga cabezal, así como sus respectivos aletones; mientras que las pilas consisten en marcos de concreto compuestos por 2 columnas, una viga superior y una viga inferior.

Según planos constructivos, el puente no cuenta con protecciones en sus bastiones.

El puente sobre el río Ciruelas poseen una barrera vehicular de acero y concreto en ambos costados, que se extienden a lo largo del puente. Los elementos horizontales de la barrera corresponden a tubos rectangulares de acero, mientras que los verticales son perfiles W conectados a una barrera de concreto.

Se podrían implementar medidas para la rehabilitación. Principalmente, reparaciones en la estructura y pintura que mejore la visibilidad en el puente Además, se debería establecer un programa de mantenimiento periódico (intervención menor) que incluya:

- Tratado del acero estructural.
- Sustitución de la losa.
- Colocación de studs en las vigas longitudinales y transversales.
- Sustitución de apoyos tipo vasoflón.
- Sustitución de retenedores oleodinámicos.
- Sellado de fisuras en bastiones y pilas.
- Reforzamiento de la fundación con pilotes (Puente sobre el Río Salitral).
- Demarcación y seguridad vial.

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

## **1.5 Alternativas de solución**

Para el Puente sobre el Río Ciruelas en la Ruta Nacional No. 27 en el cantón 01 Alajuela de la provincia de Alajuela, se presentan dos alternativas:

**Alternativa N°1:** es la planteada en el apartado 1.4, con medidas como las descritas en ese punto, tratado del acero, sustitución de la losa, colocación de studs en las vigas longitudinales y transversales, sustituciones de apoyos tipo vasoflón, de retenedores oleodinámicos, sellado de fisuras en bastiones y pilas.

**Alternativa N°2:** se plantea el diseño y construcción de un nuevo puente para el Río Ciruelas, en la Ruta Nacional N°27.

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

Una vez analizadas las alternativas se selecciona la alternativa N°1 como la más viable, esto debido a que sería una solución a corto plazo, que beneficie la seguridad vehicular y peatonal, aunado a lo anterior se descartó la alternativa N°2 debido a que la construcción de puentes nuevos en la Ruta Nacional N°27 debe ser parte de una solución integral en toda la vía y estaría a cargo de Consejo Nacional de Concesiones (CNC).

Por lo antes mencionado se procede a realizar una descripción de la alternativa N°1:

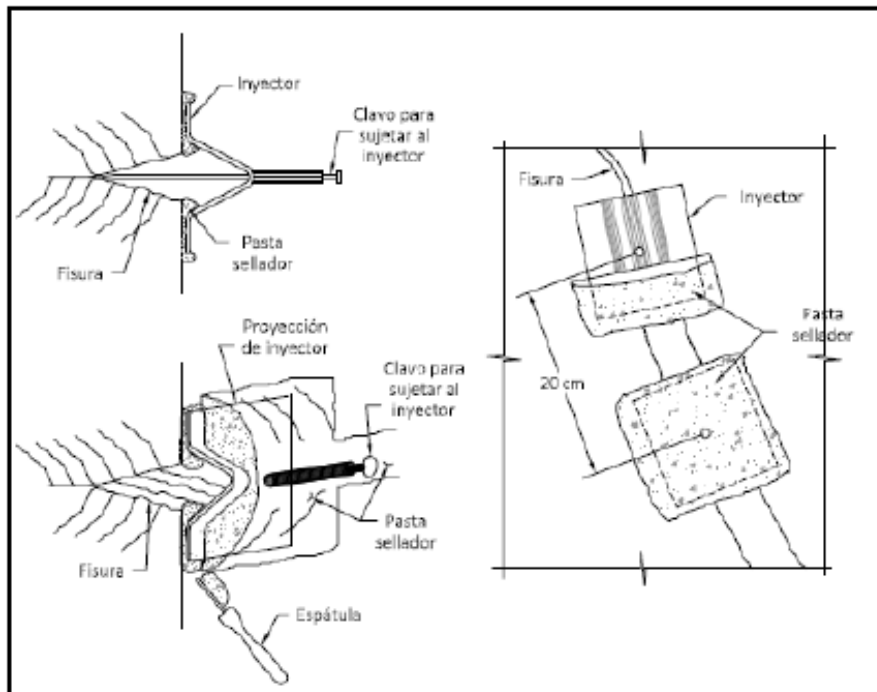
- **Tratado de elementos de acero:** debido a la oxidación que presenta la estructura se debe aplicara una limpieza profunda con sanblast para retirar corrosión, posteriormente se deberá limpiar la estructura de aceite, grasa, polvo, tierra y cualquier otro material; por último, se deberá colocar pintura que proporcione protección contra la corrosión.
- **Sustitución de losa:** debido a la condición de las losas de ambos puentes es necesario su cambio en las estructuras, existen dos opciones concreto colocado en sitio o losas prefabricadas sin embargo esta última opción es más costosa.

Esta actividad se realizará en varias etapas previendo el tránsito vehicular:

1. Inicialmente se deben retirar las barandas de concreto y metálica en uno de los sentidos y colocar una barrera tipo New Jersey en medio de la vía y en el borde.
2. Posteriormente se demolerá la sección no utilizada.
3. En la tercera etapa se colocarán studs en las vigas externas e internas, se deberá colar dicha sección y colocar las barreras de protección, de esta manera se habilitará el tránsito y se procederá a realizar los trabajos en el lado faltante.
4. En la cuarta etapa se colocan los studs que se requieran similar a la etapa anterior, se colara la sección faltante y se colocaran las barreras vehiculares y peatonales.
5. En la quinta etapa se retirarán las barandas temporales.

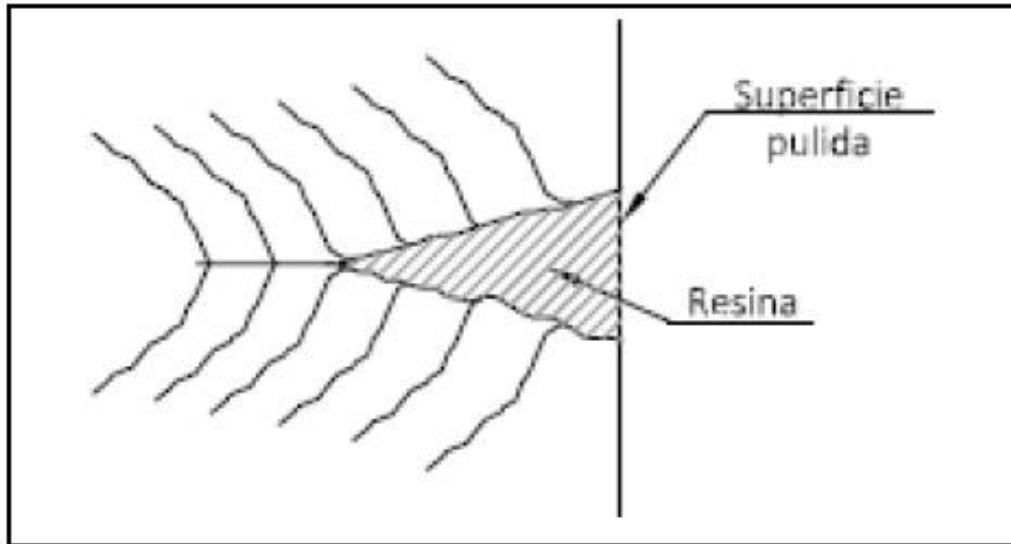
6. En la última etapa se colocarán las barandas definitivas, la carpeta asfáltica y se habilitará el paso vehicular total.
- **Sustitución de apoyos:** Debido al estado actual de los apoyos tipo Vasoflon y oleodinámicos deberán ser sustituidos por apoyos del mismo tipo que los actuales considerando las demandas según los códigos vigentes.
  - **Sellado de fisuras en bastiones y pilas:** se deberán inyectar todas aquellas fisuras mayores a 0.3mm de forma apropiada, tal y como se muestra en las siguientes imágenes:

Figura 3. Esquema para la inyección de fisuras



Fuente: Informe INF-20-14-376, Camacho y Mora 2021.

Figura 4. Fisura inyectada



Fuente: Informe INF-20-14-376, Camacho y Mora 2021.

- **Demarcación y seguridad vial:** se deberá colocar la rotulación vertical y demarcación horizontal correspondiente, tanto en las zonas de acceso como a lo largo del puente. En cuanto a los implementos de seguridad vial, deberán ser sustituidos todos aquellos que presenten deterioro.

Las nuevas barreras vehiculares y barandas peatonales a colocar en ambas estructuras deberán cumplir con los requisitos de seguridad vial establecidos por la administración, de forma que aseguren la seguridad del usuario y de los peatones, todo según la normativa vigente en la Ley 7600.

## 1.7 Objetivos del proyecto

### 1.7.1 Objetivo general

Mejorar la seguridad de los usuarios vehiculares y peatonales, mediante la rehabilitación del puente sobre el Río Ciruelas sección de control 21430 en la Ruta Nacional N°27, solucionando los problemas de agrietamiento y desprendimiento de concreto, así como fisuramiento de la losa, daños en juntas de expansión y oxidación en apoyos y amortiguadores.

### 1.7.2 Objetivos específicos

1. Obtener el diseño para la rehabilitación del puente sobre el Río Ciruelas Ruta Nacional No. 27 que cumpla con la normativa vigente y garantice la seguridad de los usuarios.
2. Mejorar la capacidad de carga viva del puente al pasar de HS20-44 bajo normativa AASHTO 1992 a HL-93 bajo normativa AASHTO LRFD Bridge Desing Specifications.

## **1.8 Resultados esperados**

1. Diseño del puente sobre el Río Ciruelas brindando mayor seguridad para los usuarios vehiculares y peatonales.
2. Estructura con capacidad de soportar cargas vivas HL-93 bajo la normativa AASHTO LRFD Bridge Design Specifications.

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

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

### **Misión, Ministerio de Obras Públicas y transportes**

Contribuir a mejorar la calidad de vida de los costarricenses y la competitividad del país, facilitando la movilización de personas y mercancías por tierra, aire, y mar, en forma segura, rápida, agradable y a un justo costo, en armonía con el ambiente.

### **Misión del CONAVI**

Entidad pública especializada en infraestructura vial, comprometida con el bienestar y desarrollo de Costa Rica, capaz de asegurar la sostenibilidad de la Red Vial Nacional, a través de contratos y convenios con terceros para garantizar condiciones óptimas de operación, mediante un proceso de mejora continua y en armonía con el ambiente.

### **Plan Nacional de Desarrollo y de Inversión Pública del Bicentenario 2019-2022**

**Programa:** 2. Infraestructura, Movilidad y Ordenamiento Territorial.

**Objetivo:** Construir, rehabilitar, ampliar y conservar la red vial nacional para facilitar la transitabilidad de los usuarios.

### **Plan Nacional de Transportes**

#### **Objetivos del horizonte 2035**

- Disponer de un sistema de transportes moderno, en el que la intermodalidad, funcionalidad, capacidad y adecuada conservación sean aspectos fundamentales del mismo.
- Integrar dentro del sistema de transportes una red de carreteras de jerarquía racional, con la red ferroviaria, los aeropuertos y los puertos.

### **Prioridades Establecidas por el Plan Nacional de Transportes**

- Distribuidores Regionales.

### **Plan Operativo Institucional 2021 CONAVI**

- Programa de obras de construcción, rehabilitación, mejoramiento, ampliación y/o conservación de carreteras de la red vial estratégica de alta capacidad, conectores de integración y distribuidores regionales.

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

- Área de influencia directa



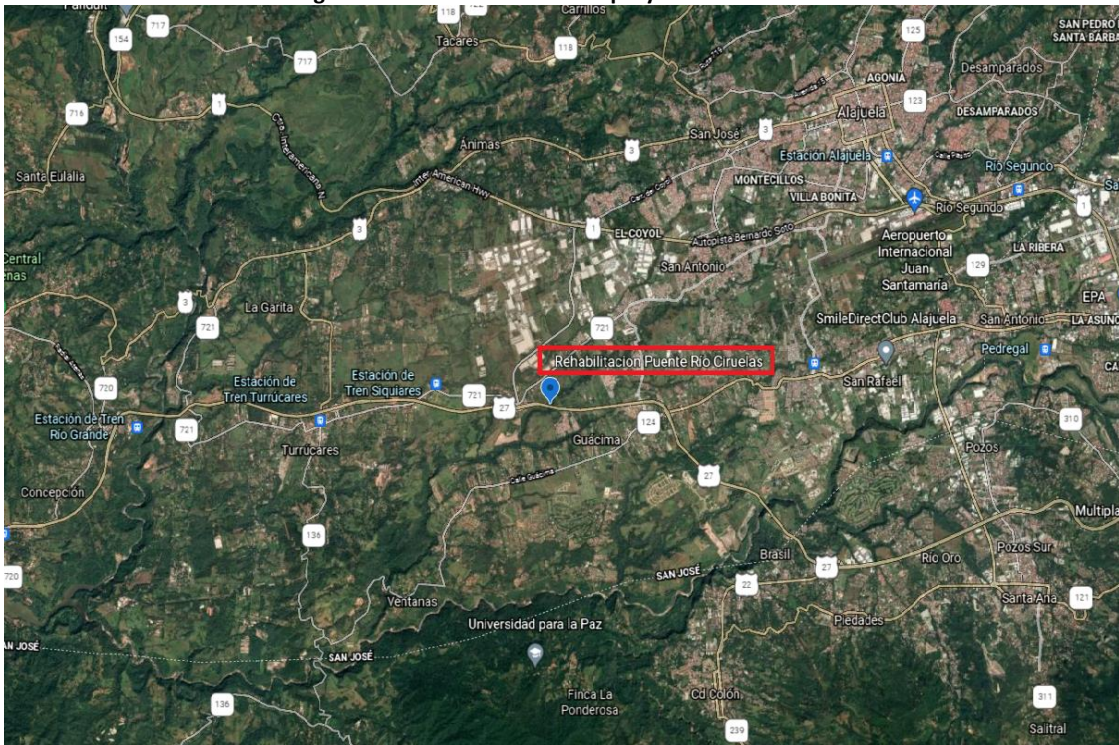
El área de influencia directa para el puente sobre el Río Ciruelas se ubica en la provincia #02 Alajuela Ruta Nacional No.27, Cantón 01 Alajuela, Distrito 05 Guácima, sección de control 21430, así como en poblados aledaños.

Es importante mencionar que este puente es parte de la conocida Ruta 27 la cual es una de las principales vías de acceso turístico y comercial a las regiones Pacífico Central y Chorotega, por lo que tiene amplia relevancia su mantenimiento y operación.

- **Área de Influencia Indirecta**

Como se mencionó anteriormente al ser una ruta altamente transitada por el turismo y comercio el área de influencia indirecta es muy amplio, a continuación, se muestra los poblados beneficiados, sin embargo, es una ruta que indirectamente beneficia la economía a nivel país.

**Figura 5. Área de influencia del proyecto Río Ciruelas.**



Fuente: Unidad de Planificación Institucional. CONAVI. 2021

## 1.11 Beneficiarios del proyecto

Los principales beneficiarios del proyecto son los usuarios de la ruta. El flujo vehicular es variable a lo largo del trayecto. Sobre Ruta Nacional No. 27 se estima un tránsito de 26.321 vehículos por día en 2021 en la sección de control 21430 donde se encuentra el Puente sobre el Río Ciruelas.

Así mismo, serán beneficiadas con el proyecto unas 28.866 personas que viven cerca del puente a rehabilitar, en el distrito de la Guácima del Cantón de Alajuela tiene una población aproximada de 27.960 habitantes, mientras que el distrito de Hacienda Vieja del Cantón de Orotina se registra una población aproximada de 906 habitantes, de igual manera los usuarios del proyecto de todo el país que realicen viajes hacia la zona con fines turísticos, laborales, comerciales, empresariales, familiares entre otros como se muestra en las Figuras N°5.

## CAPÍTULO II

### FORMULACIÓN DEL PROYECTO

#### 2.1 ANÁLISIS DE RIESGOS

##### 2.1.1 Identificación de amenazas

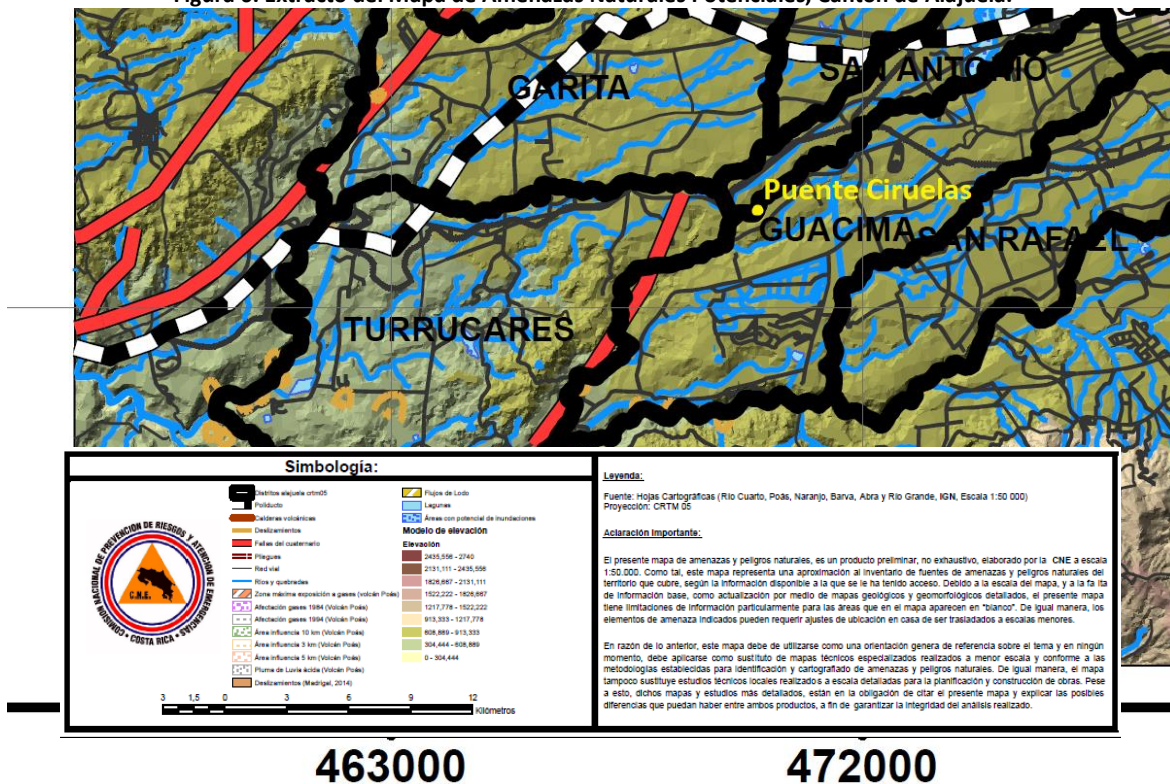
Para determinar las amenazas del proyecto en análisis, se cuenta con los Mapas de Amenazas Naturales Potenciales de la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE) para el cantón de Alajuela (Río Ciruelas).

Se revisó la existencia de IFA's y se encontraron para el cantón de Alajuela, por lo que se utilizarán para el análisis de amenazas del proyecto de rehabilitación sobre el Río Ciruelas.

##### 2.1.1.1 Puente sobre el Río Ciruelas

Para la Rehabilitación del Puente sobre el Río Ciruelas 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 Alajuela, como se muestra en la siguiente imagen:

Figura 6. Extracto del Mapa de Amenazas Naturales Potenciales, Cantón de Alajuela.

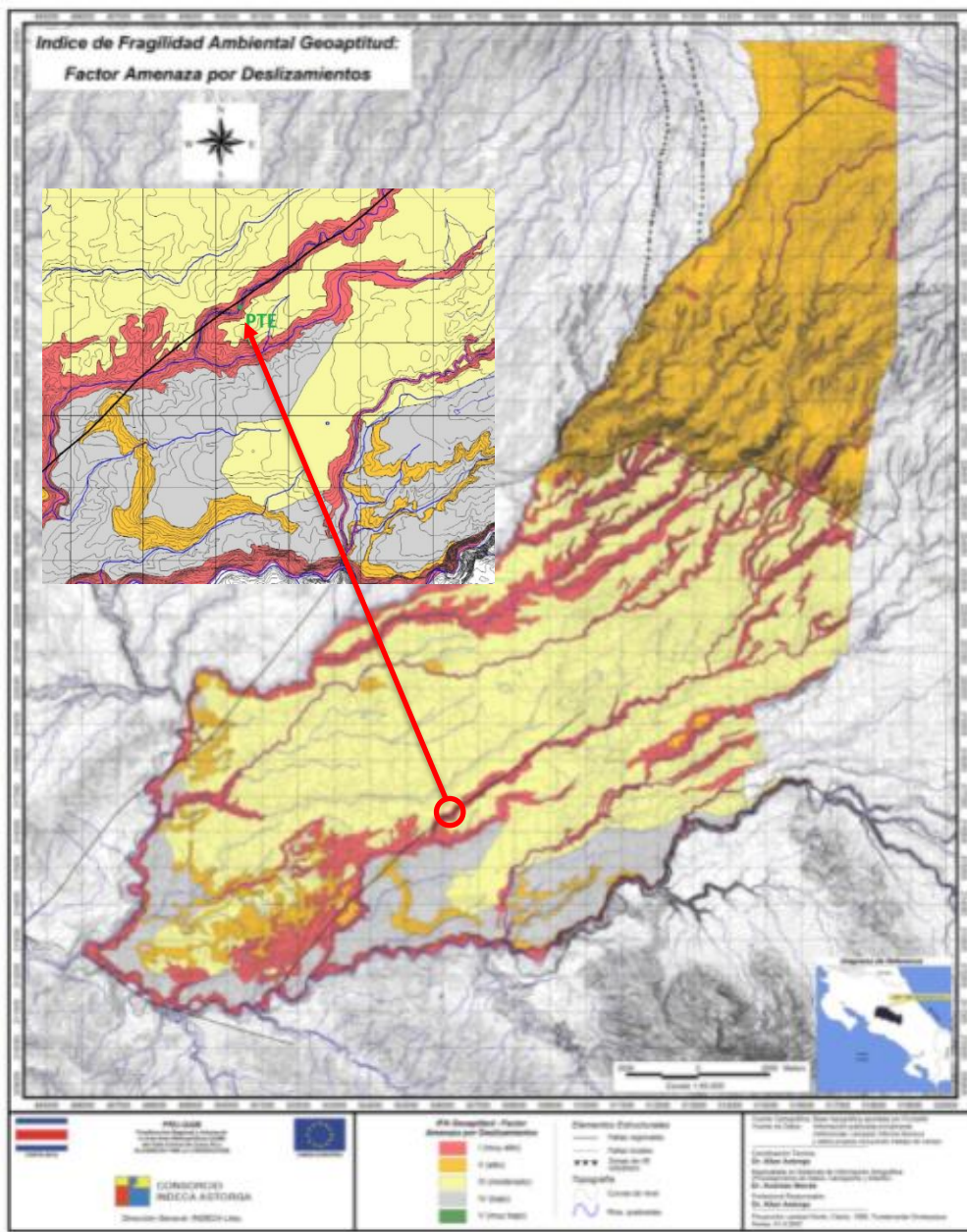


Fuente: CNE

##### Amenaza de deslizamiento

Para el cantón de Alajuela se cuenta con los IFA's por lo tanto se detalla a continuación para la amenaza de deslizamiento:

Figura 7. Extracto del Mapa de Amenazas Naturales Potenciales, Cantón de Alajuela.



Fuente: Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos, Productos PRUGAM IFAs Cantonales

Según lo mostrado en la Figura No.7 el sitio del proyecto, está catalogado según IFA Geoaptitud – Factor Amenaza por Deslizamientos: I muy alto (color rosa) fragilidad.

Se observa que en la figura No.6 el sitio del proyecto, no se encuentra cerca de deslizamientos, sin embargo, según información de la CNE por las características topográficas, geológicas y climáticas existe gran cantidad de regiones vulnerables a este proceso.

Debido a que el proyecto se ubica propiamente en un puente se procede a aplicar la matriz de deslizamiento según la metodología propuesta por la Mideplan y CNE, que indica lo siguiente:

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, se cumple con el segundo criterio básico ya que en la zona en la cual está ubicado el Puente sobre el Río Ciruelas la pendiente promedio es mayor a 35 grados.

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, 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 Alajuela (figura 6), en el cual se determinó que para la zona del proyecto no se presentan amenazas de deslizamientos en proceso o antecedentes de deslizamientos, sin embargo al ser el proyecto una rehabilitación de un puente existe posibilidad de deslizamiento por lo que se le dará una calificación de 5.
- 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 de La Garita, siendo esta la más cercana al sitio del proyecto, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 5. Datos de lluvia en la estación ubicada en La Garita.**

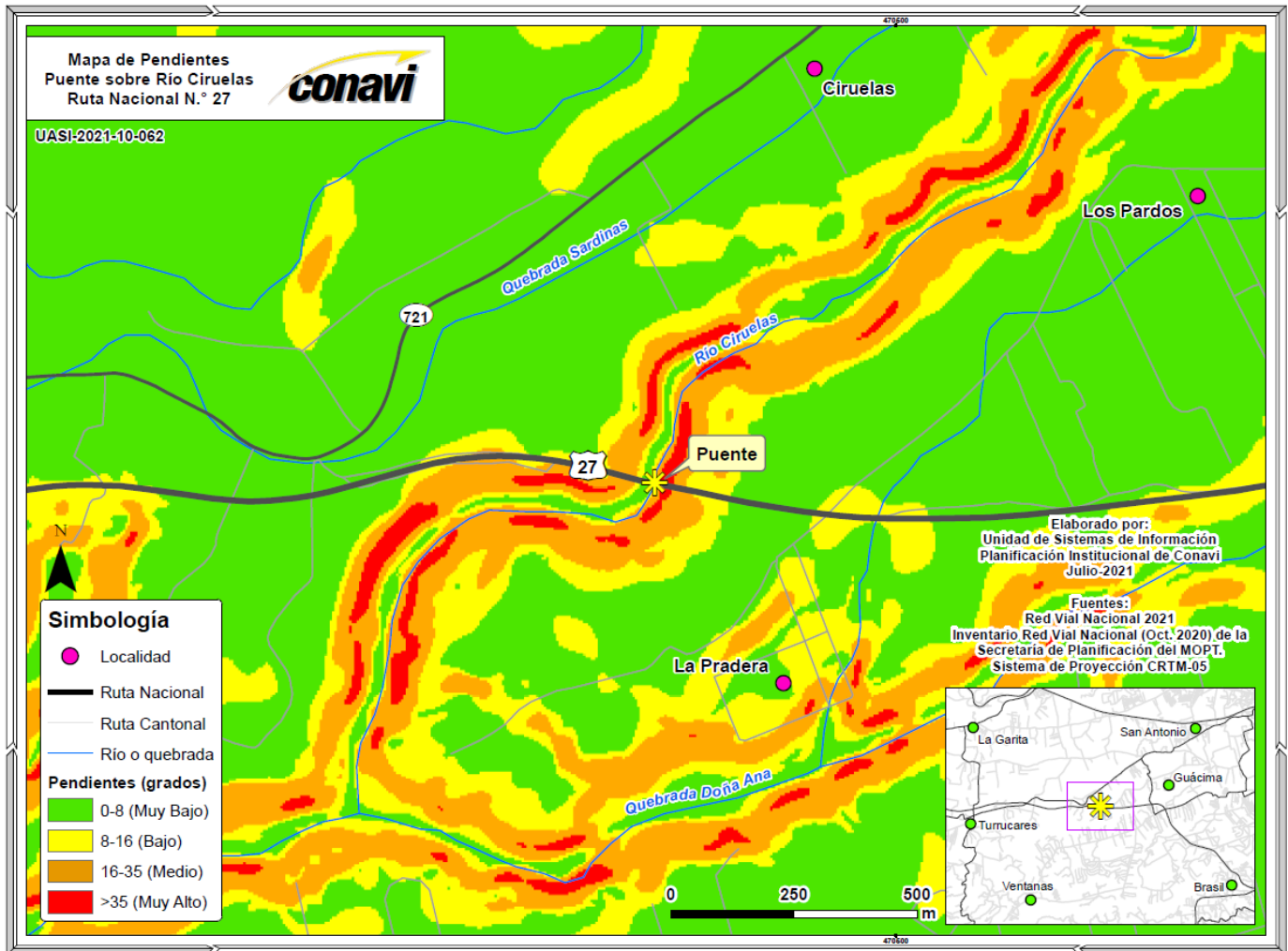
Estación: 8447 PRESA, LA GARITA  
 Latitud 09°56'N  
 Longitud: 84°18'O  
 Altitud: 471 m.s.n.m

Período:1971-1981	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio	Sumatoria
Precipitación mensual (mm)	17,8	4,3	11	68,1	293,2	277,5	172,7	344,5	363,2	323,5	100,5	18,8	166,26	-
Valor Asignado	0	0	0	0	2	2	1	2	2	2	0	0	-	11

Fuente: IMN

- 3) **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 Alajuela, en el cantón de Alajuela y para todos los distritos, la zona es III.
- 4) **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 8), determinando que las pendientes en su gran mayoría son mayores a 35 grados.

Figura 8. Mapa de pendientes Puente sobre el Río Ciruelas.



Fuente: Planificación Institucional, CONAVI, 2021.

- 5) **Precipitación máxima en 24 horas:** en cuanto a la precipitación máxima, se realizó la consulta a la Gerencia de Contratación de Vías y Puentes sobre esta variable y mediante correo electrónico se nos indicó que para el periodo de retorno de 50 años la precipitación máxima (mm) sería de 155,49, utilizando la estación Fabio Baudrit como la más cercana a la zona del proyecto.

- 6) **Ubicación del sitio – Posición del área del proyecto respecto a la ladera en metros:** tomando en cuenta que el proyecto se trata de una rehabilitación de un puente se determinó utilizar el parámetro más alto.

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

**Tabla 6: Amenaza de deslizamiento con el nivel más crítico Puente sobre el Río Ciruelas.**

AMENAZA DE DESLIZAMIENTO						
VARIABLE	PARAMETROS	NIVEL DE INCIDENCIA	PUNTAJE	Indice alto en precipitación		
				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	5	30,00	1,50
	No	Muy bajo	1			
Valoración del parámetro de humedad del terreno	20-24	Muy alto	5	3	15,00	0,45
	15-19	Alto	4			
	10-14	Medio	3			
	5-9	Bajo	2			
	0-4	Muy Bajo	1			
Zonas Sísmicas	IV	Muy alto	5	4	15,00	0,60
	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	2	15,00	0,30
	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
	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
	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>4,10</b>

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

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:

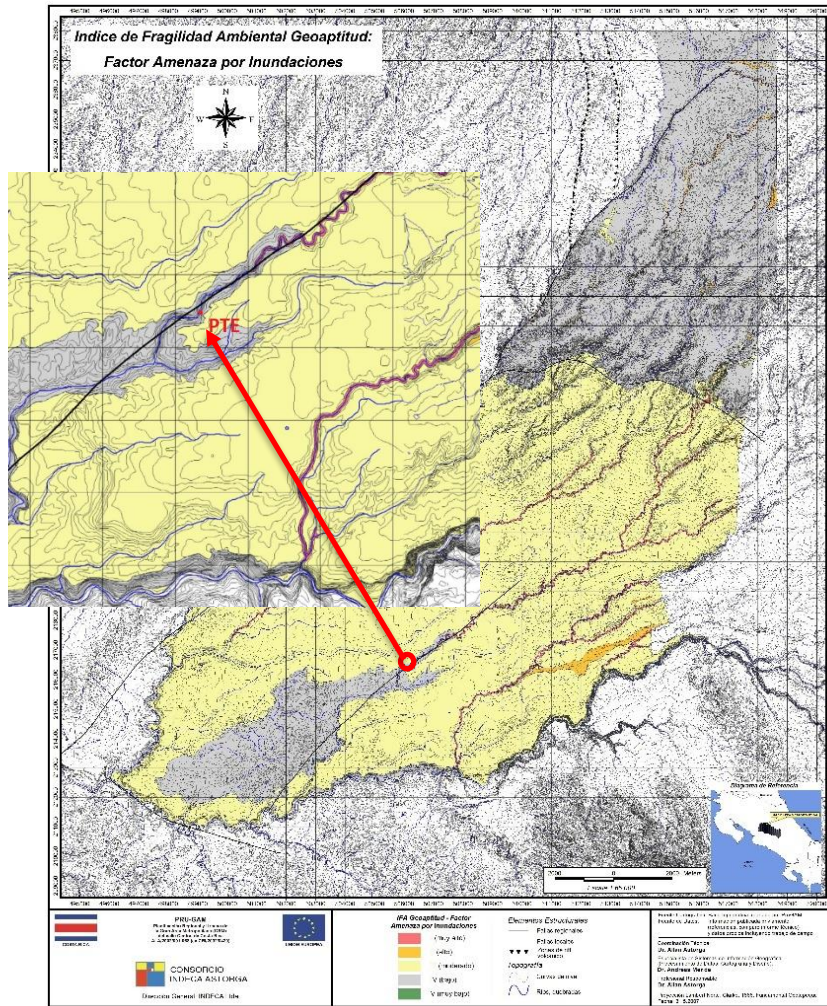
Nivel de amenaza	Índice de amenaza
Muy alto	4,01 - 5,00
Alto	3,01 - 4,00
Medio	2,01 - 3,00
Bajo	1,01 - 2,00
Muy bajo	Igual a 1

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 muy alto.

### ***Amenaza de inundación***

Para el cantón de Alajuela se cuenta con los IFA's por lo tanto se detalla a continuación para la amenaza de inundación:

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



Fuente: Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos, Productos PRUGAM IFAs Cantonales

Según lo mostrado en la Figura No.9 el sitio del proyecto, está catalogado según IFA Geoaptitud – Factor Amenaza por Inundación: IV bajo (color gris) fragilidad.

Según la metodología desarrollada por Mideplan y CNE el criterio para la amenaza de inundación sería el siguiente:

-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 elaborado por la CNE no existe una alta amenaza de inundación, por lo que se le asigna un valor de 1, alto.
- b) La pendiente promedio del proyecto es mayor a 70%. Por otro lado, el promedio mensual de los tres meses más lluviosos (agosto, setiembre y octubre) es de 343.73 tal y como se muestra en la tabla No.8.

Al utilizar la matriz de combinación 1, se obtiene como resultado un valor de 1.



Tabla 7. Promedio mensual de los tres meses más lluviosos, estación ubicada en la Estación ubicada en La Garita

Mes	Promedio mensual (mm)	Promedio
Agosto	344,5	<b>343,73</b>
Setiembre	363,2	
Octubre	323,5	

Fuente: IMN, Estación La Garita 1971-1981.

Pendiente % / Precipitación mm	Mayor a 500	400 a 500	200 a 400	200 a 300	Menor de 200
<b>Menor a 8</b>	5	5	4	4	3
<b>8 a 15</b>	5	4	3	3	2
<b>15 a 30</b>	3	3	2	1	1
<b>30 a 60</b>	2	2	1	1	1
<b>Mayor a 60</b>	1	1	1	1	1

Para la obtención de la valoración del parámetro de humedad, cuyo valor es 3 Medio, 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 11.

Tabla 8. Datos de lluvia en la estación ubicada en la Estación ubicada en La Garita.

Estación: 8447 PRESA, LA GARITA  
 Latitud: 09°56'N  
 Longitud: 84°18'O  
 Altitud: 471 m.s.n.m

Período:1971-1981	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio	Sumatoria
Precipitación mensual (mm)	17,8	4,3	11	68,1	293,2	277,5	172,7	344,5	363,2	323,5	100,5	18,8	<b>166,26</b>	-
Valor Asignado	0	0	0	0	2	2	1	2	2	2	0	0	-	11

Fuente: IMN, Estación La Garita 1971-1981.

- c) Mediante fotografías del sitio (Figura 10), se determina que la vegetación predominante corresponde a Bosque No denso, lo que corresponde a un valor de 2 en la matriz.

**Figura 10. Vegetación predominante Puente sobre el Río Ciruelas.**



Fuente: Sistema de Administración de Estructuras de Puentes (SAEP)

- d) 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 es mayor a 8 metros, aplicando estos datos en la matriz de combinación 2, se obtiene un valor de 3 medio.

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

**Tabla 9. Amenaza de inundación Puente sobre el Río Ciruelas.**

<b>AMENAZA DE INUNDACIÓN</b>						
<b>VARIABLE</b>	<b>PARAMETRO</b>	<b>NIVEL DE INCIDENCIA</b>	<b>PUNTAJE</b>	<b>VALOR</b>	<b>PONDERADOR %</b>	<b>INDICE</b>
Localización en zonas de amenaza con potencial de inundación	Si	Muy Alto	5	1	35	0,35
	No	Muy bajo	1			
Pendiente promedio del terreno con Precipitación (promedio mensual 3 meses más lluviosos en mm) (Matriz combinación 1)	Combinación de parámetros	Muy alto	5	1	20	0,2
		Alto	4			
		Medio	3			
		Bajo	2			
		Muy bajo	1			
Valoración del parámetro de humedad del terreno	20 - 24	Muy alto	5	3	15	0,45
	15 - 19	Alto	4			
	10 - 14	Medio	3			
	5 - 9	Bajo	2			

	0 - 4	Muy bajo	1			
Cobertura vegetal, Vegetación predominante.	Suelo desnudo o herbáceo	Muy alto	5	2	10	0,2
	Charral	Alto	4			
	Arbustiva	Medio	3			
	Bosque no denso	Bajo	2			
	Bosque denso	Muy Bajo	1			
Distancia a cuerpos de agua y Altura sobre el tirante de agua (Matriz de combinación 2)	Combinación de parámetros	Muy alto	5	3	20	0,6
		Alto	4			
		Medio	3			
		Bajo	2			
		Muy Bajo	1			
<b>INDICE TOTAL</b>						<b>1,8</b>

Fuente: Planificación Institucional, CONAVI.

Una vez aplicada la matriz de evaluación de la amenaza por inundación, se puede determinar que el nivel de incidencia del proyecto en cuanto a esta amenaza se encuentra en nivel bajo.

### ***Amenaza de alud torrencial***

Para esta amenaza no se cuenta con mapas PRUGAM por lo que se aplicó la metodología desarrollada por Mideplan y CNE.

-Criterio básico: el proyecto se encuentra en una zona a 100 metros de una quebrada y elevado a más de 10 m de las terrazas antiguas o 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.

- Según lo investigado en la página oficial de la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE) no existen eventos por alud torrencial en la zona por lo que se le asigna un valor de 1 muy bajo.
- Con respecto a la posición del proyecto, el mismo se ubica fuera de un valle aluvial por lo que se le establece un valor de 1 muy bajo.
- Para la Precipitación máxima en 24 horas como se mencionó anteriormente se utilizó como referencia la información suministrada por la Gerencia de Contratación de Vías y Puentes, utilizando la estación Fabio Baudrit como la más cercana a la zona del proyecto, se obtuvo para el periodo de retorno de 50 años la precipitación máxima (mm) sería de 155,49.
- Por último, según el Anexo III Zonas Sísmicas, de la Metodología de análisis de amenazas naturales todos los distritos del cantón de Alajuela se clasifican como Zona III, por lo que se le concede un valor de 4 Alto.

A continuación, se presentan los resultados del análisis para la amenaza de Alud Torrencial:

Tabla 10. Amenaza de Alud Torrencial Puente sobre el Río Ciruelas.

AMENAZA DE ALUD TORRENCIAL							
VARIABLE	PARAMETRO	NIVEL DE INCIDENCIA	PUNTAJE	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	
	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	5	1	25,00	0,25
		Fuera del valle aluvial	Muy Bajo	1			
	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	2	25	0,50	
	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	4	15,00	0,60	
	III	Alto	4				
	II	Medio	3				
<b>INDICE TOTAL</b>						<b>1,70</b>	

Fuente: Planificación Institucional, CONAVI.

### ***Amenaza de volcánica***

-Criterio básico: En Costa Rica actualmente existen cinco volcanes que son considerados como activos: Rincón de la Vieja, Arenal, Poás, Irazú y Turrialba. Los proyectos que analizarán esta amenaza serán los ubicados en un radio de 20 kilómetros (km) alrededor de alguno de estos volcanes o dentro de las zonas de los mapas de peligros volcánicos definidos por la CNE.

Para este proyecto el volcán más cercano es el Poas el cual se ubica a aproximadamente 26 km, 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.

- a) Zona sísmica y tipo de sitio: en cuanto a sismicidad el cantón de Alajuela se ubica en la Zona III. 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 4.
- b) 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 el sistema QGIS a 1.575m.
- c) Combinado los parámetros de pendiente promedio del proyecto en donde se ha determinado que las pendientes en su generalidad son mayores a 70% y la zona sísmica del cantón es zona III se obtiene un valor de 2.

Matriz de combinación 4: Pendiente promedio (%) con zona sísmica - Sismos

Pendiente % / Zona sísmica	IV	III	II
Mayo a 70 %	5	5	4
30 a 70 %	5	5	4
15 a 30 %	4	4	3
7 a 15 %	3	2	2
0 a 7 %	1	1	1

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

Tabla 11. Amenaza sísmica Puente sobre el Río Ciruelas.

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	4	60,00	2,40
		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			
INDICE TOTAL						3,60

Fuente: Planificación Institucional, CONAVI.

### Amenaza por tsunami

-Criterio básico: Proyecto localizado a más de 2.500 metros desde la línea de pleamar, o proyecto localizado en zona costera (0-2.500 metros desde la línea de pleamar) frente al mar abierto en una zona de bahía o de canal estuarino, y a más de 20 metros sobre el nivel de mar (msnm) → Descartar la amenaza en la valoración del proyecto en la etapa de perfil.

Por lo anterior y considerando la información recopilada mediante Google Earth la pleamar más próxima se encuentra aproximadamente a 45 kilómetros del proyecto en estudio por lo que se descarta esta amenaza según criterio básico.

### Clasificación de amenazas

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

Tabla 12. Resumen de amenazas Puente sobre el Río Ciruelas.

Amenaza	Índice	Nivel
Deslizamiento	4,10	Muy alto

Inundación	1,80	Bajo
Alud Torrencial	1,70	Bajo
Volcánica	0,00	Muy bajo
Sísmica	3,60	Alto
Tsunami	0,00	Muy bajo

\*\*\* 0.00 Descartado por Criterio Básico.

Fuente: Planificación Institucional, CONAVI.

Como se puede observar, a la amenaza que se le debe aplicar medidas de reducción del riesgo, corresponde únicamente a deslizamiento y sísmica.

### 2.1.2 Reducción del riesgo

Después de la aplicación de la Metodología de análisis de amenazas naturales para el puente sobre el Río Ciruela en la Ruta Nacional N°27, se determinó que para el puente las amenazas con mayor índice fueron las amenazas por deslizamiento y sísmica.

Referente a la actividad sísmica, todo proyecto debe considerar la posibilidad de que se materialice esta amenaza, por lo cual se mitigará rehabilitando el proyecto de acuerdo a lo contemplado dentro del código sísmico, mismo que será tomado en cuenta en la etapa de diseño, sin embargo, existen actividades específicas para su mitigación las cuales se describen a continuación:

- Sustitución de apoyos tipo Vasoflón por nuevos apoyos del mismo tipo que los existentes pero detallados para las demandas según los códigos vigentes.
- Sustitución apoyos oleodinámicos por nuevos apoyos del mismo tipo que los existentes pero detallados para las demandas según los códigos vigentes, impide cualquier movimiento proveniente de un evento sísmico.

En vista de que el proyecto se trata de una Rehabilitación y que su construcción original debió prever las amenazas naturales, para este proyecto se realizaran labores de verificación y vigilancia como las propuestas en la Metodología propuesta por Mideplan y CNE las cuales consisten en:

- Se deberá vigilar que los cortes que se puedan producir en los taludes respeten el valor de inclinación y pendiente proveniente del Diseño Final.
- Verificar que exista un manejo adecuado de la escorrentía controlando el exceso de agua de lluvia.
- Limitar las áreas a ser desbrozadas a lo estrictamente necesario.
- Revegetación en los alrededores de las áreas intervenidas.

### 2.1.3 Costos de las medidas

Se aclara que debido a que el proyecto es una rehabilitación en el puente sobre el Río Ciruelas las actividades más que costos en la ejecución, son verificaciones y optima vigilancia de los procesos durante la rehabilitación para minimizar la generación de costos adicionales.

Es importante mencionar que lo costos de las medidas para reducción o mitigación de amenazas forman parte de los trabajos incluidos en los costos de las rehabilitaciones.

## EVALUACIÓN DEL PROYECTO

De acuerdo a la Guía metodológica general para la identificación, formulación y evaluación de proyectos de inversión pública publicada por MIDEPLAN, 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).

### 3.1 ANALISIS DE COSTOS: PROYECTO NO GENERA INGRESOS

Debido a que el proyecto no genera ingresos, se realizara una valoración de costos.

#### 3.1.1 Costos

Para realizar el siguiente análisis se utilizarán los siguientes costos en la situación CON PROYECTO:

- Como parte de los costos de los diseños se encuentran los suministrados en la Licitación 2019LA-000027-0006000001 los cuales se calcularon proporcionalmente según el largo del puente, por tanto, para el Puente sobre el Río Ciruelas el monto de diseño se infiere en ₡46.356.470,49.
- Para la Rehabilitación del puente, al no contar con los costos específicos se procedió a inferir los costos utilizando como referencia las licitaciones 2020LA-00006-0006000001 y 2020CD-000001-0GCTR, en virtud de lo anterior el costo de rehabilitación del puente sería el siguiente:

Tabla 13: Resumen de costos de inversión

Ítem	Total (colones)
Diseño del puente	46 356 470,49
Rehabilitación del puente sobre el Río Ciruelas	2 243 855 514,71
<b>TOTAL DE LA INVERSION</b>	<b>2 290 211 985,20</b>

Fuente: Licitación 2019LA-000027-0006000001 y 2020CD-000001-0GCTR

Rehabilitación del Puente sobre el Río Ciruelas, Ruta Nacional No. 27, por parte de CONAVI.

Tabla 14. Mantenimiento con Proyecto

Mantenimiento estimado CON PROYECTO																							
Ítem	Descripción	Unid.	Precio unitario	Cantidad por año																			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Puente Sobre el Río Grueñas																							
M20(A)	Chapea derecho de vía	m2	₺ 27,60	65,62	65,62	65,62	65,62	65,62	65,62	65,62	65,62	65,62	65,62	65,62	65,62	65,62	65,62	65,62	65,62	65,62	65,62	65,62	65,62
M20E	Recolección de basura	h	₺ 33 971,00	34,77	34,77	34,77	34,77	34,77	34,77	34,77	34,77	34,77	34,77	34,77	34,77	34,77	34,77	34,77	34,77	34,77	34,77	34,77	34,77
M20(D)	Descueaje de árboles por hora	h	₺ 17 880,20	19,31	19,31	19,31	19,31	19,31	19,31	19,31	19,31	19,31	19,31	19,31	19,31	19,31	19,31	19,31	19,31	19,31	19,31	19,31	19,31
MP-50(A)	Brigada de limpieza de puentes	h	₺ 26 969,80	92,71	92,71	92,71	92,71	92,71	92,71	92,71	92,71	92,71	92,71	92,71	92,71	92,71	92,71	92,71	92,71	92,71	92,71	92,71	92,71
MP51(A)	Reparación de baranda de concreto	m3	₺ 474 613,28					2,00						2,00					2,00				2,00
107(3)D2	Línea doble continua	km	₺ 1 035 332,12					0,13						0,13					0,13				0,13
<b>TOTAL</b>				<b>4 028 484</b>	<b>4 028 484</b>	<b>4 028 484</b>	<b>4 028 484</b>	<b>5 112 304</b>	<b>4 028 484</b>	<b>4 028 484</b>	<b>4 028 484</b>	<b>4 028 484</b>	<b>5 112 304</b>	<b>4 028 484</b>	<b>4 028 484</b>	<b>4 028 484</b>	<b>4 028 484</b>	<b>5 112 304</b>	<b>4 028 484</b>	<b>4 028 484</b>	<b>4 028 484</b>	<b>4 028 484</b>	<b>5 112 304</b>

Fuente: 2014CD-000140-OCV00

Fuente: Gerencia de Conservación de Vías y Puentes, CONAVI.



Tabla 15. Flujo de caja

Año	Rubro		Flujo de Costos
	Inversión	Costos de Operación y mantenimiento CON PROYECTO	
0	₡ (2 290 211 985)	-	₡ (2 290 211 985)
1	-	₡ (4 028 484)	₡ (4 028 484)
2	-	₡ (4 028 484)	₡ (4 028 484)
3	-	₡ (4 028 484)	₡ (4 028 484)
4	-	₡ (4 028 484)	₡ (4 028 484)
5	-	₡ (5 112 304)	₡ (5 112 304)
6	-	₡ (4 028 484)	₡ (4 028 484)
7	-	₡ (4 028 484)	₡ (4 028 484)
8	-	₡ (4 028 484)	₡ (4 028 484)
9	-	₡ (4 028 484)	₡ (4 028 484)
10	-	₡ (5 112 304)	₡ (5 112 304)
11	-	₡ (4 028 484)	₡ (4 028 484)
12	-	₡ (4 028 484)	₡ (4 028 484)
13	-	₡ (4 028 484)	₡ (4 028 484)
14	-	₡ (4 028 484)	₡ (4 028 484)
15	-	₡ (5 112 304)	₡ (5 112 304)
16	-	₡ (4 028 484)	₡ (4 028 484)
17	-	₡ (4 028 484)	₡ (4 028 484)
18	-	₡ (4 028 484)	₡ (4 028 484)
19	-	₡ (4 028 484)	₡ (4 028 484)
20	-	₡ (5 112 304)	₡ (5 112 304)

Fuente: Planificación Institucional.

### 3.1.2 Indicadores

En la tabla siguiente se presentan los indicadores obtenidos.

Tabla 16. Indicadores

INDICADORES	
VAC	₡ 2 330 630 047
CAE	₡242 882 067,60

Fuente: Planificación Institucional. CONAVI 2021.

Para calcular los indicadores, se consideró, una **Tasa Social de Descuento de 8,31%** y una vida útil de 20 años. El valor actual de costos (VAC) es de ₡ 2 330 630 047 y el costo anual equivalente (CAE) es de ₡242 882 067,60.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### Conclusiones

- El proyecto será financiado mediante presupuesto ordinario de CONAVI.
- Se estima un mínimo de 26.321 vehículos (Puente sobre el Río Ciruelas) como beneficiarios directos que transitan diariamente por el proyecto, así como unas 28.866 personas que viven cerca del puente.
- El proyecto aportará otros beneficios a la comunidad ya que permitirá el paso seguro tanto de vehículos como peatones evitando futuros accidentes.
- Se puede determinar mediante el análisis de costos que los indicadores muestran un VAC ₡2.330.630.047 y un CAE de ₡242.882.067,60.
- Este proyecto se debe de realizar como parte de los compromisos adquiridos con la concesionaria en el Addendum 1 al Contrato de Concesión de Obra Pública con Servicios Públicos de la Carretera San José-Caldera donde se menciona la obligación de mantenimiento y operación del puente por cuenta de la administración Concedente.

### Recomendaciones

- Se recomienda ejecutar la rehabilitación del puente Ciruelas en la Ruta Nacional N°27, puesto que se tienen indicadores económico-sociales rentables (VAC y CAE).
- Se recomienda la realización de inspecciones periódicas al puente una vez rehabilitado. Dichas inspecciones tienen el objetivo de verificar el estado de la estructura y que no existan objetos que disminuyan la capacidad hidráulica del mismo.
- El Puente sobre el Río Ciruelas en la Ruta Nacional N°27 presentan cierto grado de deterioro por lo que se recomienda su rehabilitación.
- La administración deberá procurar comunicación óptima con el Consejo Nacional de Concesiones en cuanto a los trabajos que se deban realizar a futuro en las 5 estructuras que no se incluyen en el Contrato de Concesión del Corredor Vial San José-Caldera específicamente Sección II: Ciudad Colón – Orotina.

## **BIBLIOGRAFÍA**

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

Área de Inversiones Públicas. (2010) *Guía metodológica general para la identificación, formulación y evaluación de proyectos de inversión pública: Costa Rica*. San José: MIDEPLAN.

Área de Inversiones Públicas. (2012) *Guía metodológica para la identificación, formulación y evaluación de infraestructura vial en Costa Rica*. San José: MIDEPLAN.

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2011). *Censo de Población y Vivienda 2011*. Consultado el 9 de julio de 2021. Disponible en: <https://www.inec.cr/censos/censos-2011>

Google Earth. <https://earth.google.com/web/> Fecha de consulta: 27/07/2021

Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos <https://www.mivah.go.cr/PRUGAM.shtml> Fecha de consulta: 20/07/2021.

Concejo Nacional de Concesiones. Proyectos, Corredor Vial San José Cadera Ruta 27. Contrato de Concesión de Obra Pública con Servicios Públicos de la Carretera San José – Caldera.

Convenio Interministerial Ministerio de Agricultura y Ganadería y Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. (2014). Metodología de Análisis de Amenazas Naturales para Proyectos de Inversión Pública en Etapa de Perfil.

## ANEXOS

### Datos Climáticos Estación 84047 Presa, La Garita

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

ESTACION : 84 47 PRESA, LA GARITA      Latitud: 09 ° 56 ' N Longitud: 84 ° 18 ' O      Altitud. 471 m.s.n.m

Elementos	Períodos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Prom.	Total
LLOVIA	1971 - 1981	17.8	4.3	11.0	66.1	293.2	277.5	172.7	344.8	363.2	323.5	100.5	18.8	166.3	1995.1
<b>VIENTO DIR. PREDOMINANTE</b>															
Promedio dias con lluvia >= 0.1 mm.		2		2	6	19	19	13	19	22	21	10	2	135.9	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 Noreste, 9 Variable  
Brillo Solar en horas y décimas de horas.

### SAEP Información Básica Puente Río Ciruelas

**Información básica**

Dirección de la vía hacia:

Tipo de estructura:

Carga Viva:

Longitud total:  m

Especificación:

No. de Superestructuras:

No. de Subestructuras:

Nº Tramos:

Longitud de desvío:   km

Pendiente longitudinal:  %

Servicios públicos:

Cruza sobre: 1  2