

NOTA TÉCNICA No. IDB-TN-03400

Qué, cómo, cuándo, y cuánto: mejorando la resiliencia en la infraestructura vial en Costa Rica

Adrien Vogt-Schilb

Mariano Ansaldo

Adrián Barrantes Mora

María Alejandra Escovar

Manuel Rodríguez

Greivin Mora

Fernando Quirós Solano

Banco Interamericano de Desarrollo
Cambio Climático y Desarrollo Sostenible

Septiembre de 2026



Qué, cómo, cuándo, y cuánto: mejorando la resiliencia en la infraestructura vial en Costa Rica

Adrien Vogt-Schilb

Mariano Ansaldo

Adrián Barrantes Mora

María Alejandra Escovar

Manuel Rodríguez

Greivin Mora

Fernando Quirós Solano

Banco Interamericano de Desarrollo
Cambio Climático y Desarrollo Sostenible

Septiembre de 2026



Qué, cómo, cuándo, y cuánto: mejorando la resiliencia en la infraestructura vial en Costa Rica

Adrien Vogt-Schilb, Mariano Ansaldo, Adrián Barrantes Mora, María Alejandra Escovar, Manuel Rodríguez, Greivin Mora, Fernando Quirós Solano¹

Resumen

¿Qué implicaciones operativas y presupuestarias tiene incorporar criterios de resiliencia en la rehabilitación de infraestructura vial? Este documento deriva lecciones del Segundo Programa de la Red Vial Cantonal de Costa Rica, financiado por el BID. El análisis se apoya en literatura relevante y en dos registros administrativos originales, que documentan las medidas adoptadas por los equipos técnicos para mejorar la resiliencia de las obras antes de la licitación y durante su ejecución, así como sus implicaciones presupuestarias. El análisis arroja cuatro mensajes. Primero, sobre qué medimos. El "costo de la resiliencia" no es una magnitud dada, sino el resultado de las convenciones adoptadas: depende de qué se entiende por resiliencia, cómo se define la infraestructura de referencia, el nivel de servicio esperado y los riesgos considerados. Segundo, sobre cómo se buscó mejorar la resiliencia: los cambios se concentraron en la gestión del agua pluvial y la protección de la vía, mediante modificaciones de drenaje, alcantarillas, cunetas, pavimento y plataforma, taludes, riberas y elevación de rasante. Tercero, sobre cuándo: la etapa del ciclo del proyecto determina los grados de libertad disponibles. Antes de licitar todavía es posible reasignar alcance dentro del presupuesto; durante la ejecución, el margen de ajuste se estrecha y las modificaciones tienden a requerir cambios contractuales y recursos adicionales. Cuarto, sobre cuánto: según el alcance considerado y la convención de cálculo adoptada, las variaciones presupuestarias asociadas a estos ajustes se sitúan entre 2% y 13%. Para contextualizar, los proyectos viales en Costa Rica suelen registrar sobrecostos promedio cercanos a 27%. El documento concluye con implicaciones para la planificación, los estándares técnicos y las capacidades municipales.

1 - Introducción

La infraestructura de transporte es esencial para el desarrollo económico. La inversión en carreteras está vinculada a mejoras en comercio, productividad, empleo, crecimiento económico

¹ Los autores agradecen los útiles comentarios, contribuciones, y retroalimentación de parte de Eduardo Barquero, Alfred Grunwaldt, Ana Yancy Paniagua, Priscila Picado, Shogofa Rezai, María Eugenia Rivas, y Pablo Vega. Todos los errores y decisiones editoriales son de los autores.

y reducción de la pobreza (Foster et al. 2023). La infraestructura vial es clave para el acceso a servicios básicos, la actividad productiva, el turismo, y la respuesta ante emergencias (Peñaloza y Caldo 2024). Sin embargo, en muchos países existe una brecha persistente de infraestructura vial, tanto en expansión de la red como en calidad, mantenimiento y desempeño de los servicios de transporte (Cavallo et al. 2020).

Estas dificultades afectan particularmente a la red vial de Costa Rica. Esta es extensa y densa en términos regionales, pero mantiene rezagos persistentes de calidad, seguridad y mantenimiento (Madrigal Quesada y González Tenorio 2025). La red de caminos públicos del país cuenta con 45.900 km de vías, incluyendo cerca de 7.800 km en la Red Vial Nacional y casi 38.000 km de Red Vial Cantonal. Solamente un 70% de la red nacional y 20% de la red cantonal están pavimentados (MOPT 2026). A pesar de ser Costa Rica de los países más ricos de Latinoamérica, la calidad de su red vial está por debajo de la media regional (Cavallo et al. 2020).

Las amenazas naturales agravan esta situación y refuerzan la necesidad de contar con infraestructura resiliente (Bagnoli y Cavallo 2025; Blackman et al. 2025). En Costa Rica, la red está expuesta a terremotos, actividad volcánica, inundaciones, tormentas, huracanes, sequías, deslizamientos e incendios forestales. El 37% del territorio está expuesto a tres o más amenazas y cerca de 80% de la población, activos y PIB se ubican en zonas de exposición múltiple (Deubelli 2019). Entre 2005 y 2017, los desastres causaron más de \$2 mil millones en pérdidas económicas acumuladas,² de las cuales más de la mitad correspondieron a infraestructura vial (SUGESE y GSFF 2025). Estos números subestiman el costo real de los daños a la infraestructura vial, al no cuantificar las pérdidas asociadas a interrupciones de las actividades económicas que dependen de los servicios de transporte que esta provee (Talbot-Wright, Calatayud, et al. 2023). Varios estudios sugieren que el costo de estas pérdidas, si bien es difícil de medir, puede ser hasta tres veces mayor al costo de los daños directos (Hallegatte y Vogt-Schilb 2019; Olaya González et al. 2022). De cara al futuro, los cambios en la intensidad y frecuencia de los eventos climáticos extremos tenderán a agravar estos riesgos y aumentar las pérdidas asociadas a las interrupciones de la red vial (Villalobos Herrera 2025).

En Costa Rica, el gobierno ha fortalecido progresivamente el marco normativo y de planificación para la resiliencia de la infraestructura pública. Desde 2020, el país exige evaluar el impacto de las amenazas naturales e incorporar medidas de resiliencia en la planificación, construcción y mantenimiento de la infraestructura (MOPT et al. 2020). A este marco se sumó una metodología de análisis de riesgos desarrollada por MIDEPLAN para fortalecer el Sistema Nacional de Inversión Pública (MIDEPLAN 2021). El Ministerio de Obras Públicas y Transporte adoptó posteriormente el Plan de Adaptación al Cambio Climático de los Servicios de Infraestructura y Transportes 2022–2031 (MOPT 2022). Más recientemente, la Contribución Nacionalmente

² El símbolo \$ en todo el documento se refiere a dólares americanos (US\$ o USD).

Determinada estableció que, al 2030, el 100% de las nuevas obras de infraestructura pública deberá incorporar criterios de resiliencia (MINAE 2025).

Sin embargo, la aplicación sistemática de estas normas y guías es difícil en presencia de brechas de gobernanza, coordinación y capacidades técnicas (Deubelli 2019). En Cartago, por ejemplo, la Contraloría General de la República encontró que la ausencia de información sobre amenazas limita la capacidad del municipio para gestionar eficazmente la resiliencia de los caminos cantonales (CGR 2022).

Para atender parte de estos problemas, el Segundo Programa de la Red Vial Cantonal de Costa Rica (IDB 2018), financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), apoyó la rehabilitación y mejora de caminos, puentes y otros activos de la red vial cantonal.³ Durante la ejecución del préstamo, el diseño de varias obras fue ajustado para responder mejor a riesgos climáticos. Estos cambios ofrecen una oportunidad para observar cómo las consideraciones de resiliencia se incorporan en proyectos reales.

Este documento utiliza registros de 15 ajustes previos a la licitación y 13 modificaciones contractuales durante la ejecución de las obras para analizar cómo cambiaron los diseños de los proyectos y cuáles fueron sus implicaciones presupuestarias. Existen distintas formas razonables de calcular estas variaciones presupuestarias, según el denominador utilizado y el tratamiento de las reducciones de alcance. En todos los casos, las estimaciones se sitúan entre 2% y 13%.

Esos números deben interpretarse con cautela. La literatura académica y de políticas públicas señala una dificultad anterior a cualquier cuantificación: no hay una forma única de decidir qué parte del gasto corresponde a la resiliencia. En infraestructura vial, las modificaciones asociadas a resiliencia suelen mezclarse con modernización de activos antiguos, correcciones de diseño, modificación del nivel de servicio, adaptación a nuevas condiciones socioeconómicas y ajustes frente a incertidumbre hidrológica o geotécnica. Cuánto cuesta la resiliencia depende de cómo se define y mide la resiliencia, respecto a qué infraestructura de referencia, frente a qué amenazas, por cuánto tiempo, bajo qué escenarios de clima futuro, para sostener qué nivel de servicio u objetivos de desarrollo, y aceptando qué riesgo residual.

El análisis empírico también muestra que, en el caso de este país tropical, se introdujeron intervenciones orientadas principalmente a reducir riesgos asociados al agua pluvial, inundación, escorrentía, erosión, socavación, y deslizamientos. Los ajustes observados incluyeron ampliación o rediseño de drenajes, incorporación de alcantarillas y cunetas, cambios en pavimento y plataforma, protección de riberas, estabilización de taludes, elevación de carretera y protección de estructuras hidráulicamente sensibles. Estos resultados conllevan lecciones para

³ El acuerdo estratégico con el grupo BID identifica la resiliencia como uno de tres pilares estratégicos de su colaboración con el país (BID 2024).

la planificación, la normativa y el fortalecimiento de capacidades municipales, con énfasis en la necesidad de incorporar criterios de resiliencia desde la etapa de planificación y estructuración de los proyectos.

En el resto del documento, la sección 2 desarrolla el marco conceptual. La sección 3 presenta el proyecto del BID, las fuentes documentales y el método utilizado. La sección 4 presenta los resultados, incluida la tipología de modificaciones durante la ejecución y la evidencia sobre ajustes durante la licitación. La sección 5 discute los resultados y su percepción por los gobiernos locales, analiza el marco de incentivos, y propone implicaciones para planificación, estándares técnicos y capacidad municipal.

2 - Marco conceptual: qué son la resiliencia y su costo

Qué entendemos por resiliencia

Antes de analizar costos, es necesario precisar los conceptos clave. En la literatura especializada en gestión del riesgo de desastre y adaptación al cambio climático, el riesgo suele entenderse como la combinación de amenaza (o peligro), exposición y vulnerabilidad (Talbot-Wright, Saavedra Gómez, et al. 2023). El peligro corresponde a la amenaza física; la exposición, a la presencia de personas, activos o actividades en zonas amenazadas; y la vulnerabilidad, a las condiciones que determinan la severidad de los daños cuando ocurre un evento (Figura 1).



Figura 1: Descomposición del riesgo como amenaza, exposición, y vulnerabilidad. Adaptado de IPCC (2019).

En este marco, el término *resiliencia* se refiere a la capacidad de un sistema para anticipar, absorber, recuperarse y transformarse frente a perturbaciones y eventos adversos (Bagnoli y Cavallo 2025). Esta capacidad puede fortalecerse mediante distintas formas de gestión del riesgo y adaptación al cambio climático. Algunas reducen la exposición o la vulnerabilidad de la infraestructura; otras aumentan su capacidad para resistir y recuperarse de los impactos o permiten que la red continúe funcionando cuando alguno de sus componentes falla.

Bajo esta terminología, muchas de las intervenciones analizadas en este documento, como el refuerzo de taludes, el aumento de la capacidad hidráulica de puentes, la mejora de drenajes o la protección de riberas, corresponden a medidas de reducción del riesgo de desastre orientadas principalmente a disminuir la vulnerabilidad física de obras específicas. Al reducirla, estas medidas aumentan la capacidad de la infraestructura para resistir y absorber los impactos de eventos extremos y, con ello, pueden contribuir a la resiliencia del sistema vial.

La resiliencia de la red vial, sin embargo, no se limita a la resistencia física de la infraestructura. También depende de capacidades institucionales, operativas y financieras para anticipar, responder y recuperarse de los desastres, como sistemas de alerta temprana, protocolos de emergencia, financiamiento contingente o procedimientos de reconstrucción rápida (Talbot-Wright y Vogt-Schilb 2023; Markolf et al. 2019). A escala de red, también puede fortalecerse mediante redundancia de rutas o diversidad de accesos que permitan mantener la conectividad durante eventos disruptivos (Grunwaldt et al. 2021).

Qué situaciones de partida y situaciones de llegada considerar

Otro tema es que si bien la idea de que la resiliencia “cuesta más” parece intuitiva, resulta ser conceptualmente ambigua (Rozenberg y Fay 2019).

Una razón es que las intervenciones de infraestructura resiliente pueden partir de situaciones muy distintas (Tabla 1). En algunos casos no existe la infraestructura, o la conexión disponible es tan precaria que no garantiza acceso funcional. En otros, la infraestructura existe, pero no está adaptada al clima actual. Finalmente, puede existir infraestructura adecuada para las condiciones actuales, pero insuficiente frente a riesgos futuros.

Pasar de una carretera existente, pero vulnerable a condiciones climáticas actuales a una carretera mejor drenada, con taludes protegidos y mayor capacidad hidráulica, podría interpretarse como una adaptación de un activo existente (lo que la Tabla 1 denomina *rehabilitación miope*, por considerar las condiciones climáticas actuales, pero no las futuras).

Pasar de una carretera adecuada para el clima actual a una carretera preparada para condiciones futuras también puede interpretarse como una inversión adicional para mejorar resiliencia frente al cambio climático (*modernización prospectiva* en la Tabla 1).

		Infraestructura de llegada		
		Vulnerable	Adaptada solo al clima actual	Adaptada a riesgos climáticos esperados
Infraestructura de partida	Capacidad inadecuada	Expansión básica	Expansión miope	Expansión prospectiva
	Vulnerable	n.a.	Rehabilitación miope	Rehabilitación prospectiva
	Adaptada solo al clima actual	n.a.	n.a.	Modernización prospectiva

Tabla 1: Una tipología de puntos de partida y de llegada cuando se discute infraestructura resiliente. Elaboración propia.

Un ejemplo simplificado ayuda a ilustrar estas diferencias. Considérese un puente cuya rasante se ubica a 1 metro sobre el nivel típico del cauce. Supóngase además que las lluvias intensas actuales generan crecidas de hasta 1,2 metros, mientras que las proyecciones climáticas sugieren crecidas de hasta 1,5 metros hacia 2050. En este contexto, elevar el puente a 1,3 metros podría interpretarse como “rehabilitación miope”, mientras que elevarlo directamente a 1,6 metros podría considerarse una “rehabilitación prospectiva” frente a riesgos futuros. Si el puente existente ya tiene rasante a 1,3 metros, y lo elevamos a 1,6 metros, esto es “modernización prospectiva” en el lenguaje de la tabla 1.

¿Cómo elegir el punto de llegada? El IPCC define la adaptación como “*el proceso de ajuste al clima actual o esperado y sus efectos*”. En este sentido, la rehabilitación miope, que toma en cuenta solo el clima actual, podría considerarse como un primer paso de adaptación (Tabla 1). Por otro lado, el mismo IPCC pone en guardia contra la mala adaptación o “*acciones que pueden conducir a un aumento del riesgo, incluyendo mediante [...] un aumento de la vulnerabilidad, ahora o en el futuro.*” Algunos autores parten del supuesto que adaptación miope, que no considera el clima futuro, siempre conlleva mala adaptación. Otros enfatizan que acciones incrementales pueden mejorar las condiciones de vida, aunque no sean soluciones eternas.

Dónde poner el límite entre la rehabilitación miope y la adaptación prospectiva es, en última instancia, una decisión política. Las recomendaciones internacionales para tomadores de decisiones enfatizan el uso del concepto de “trayectorias de adaptación” (Haasnoot et al. 2024). Estas buscan identificar bajo qué condiciones, y durante cuánto tiempo, una solución dada sigue siendo adecuada frente al cambio climático (UNECE 2025). En lugar de definir desde el inicio una infraestructura “final” para el clima de 2100, el enfoque consiste en planificar secuencias de intervenciones adaptables en función de la evolución observada de los riesgos.

En la bahía de San Francisco, por ejemplo, el enfoque de trayectorias de adaptación fue utilizado para evaluar el acceso vial al puente San Francisco–Oakland Bay Bridge frente a la subida del nivel del mar (Wall et al. 2015). En vez de construir inmediatamente una protección masiva para escenarios extremos, el plan propuso comenzar con medidas de bajo costo (mejoras de drenaje, gestión del tráfico y preparación de desvíos) y monitorear la frecuencia de inundaciones y interrupciones. Si ciertos umbrales son superados, se activarán medidas más costosas, como elevar la vía, construir bermas o reforzar defensas hidráulicas. El interés del enfoque es reducir el riesgo de sobredimensionar inversiones demasiado temprano o, al contrario, de quedar atrapado en activos insuficientemente resilientes (Talbot-Wright, Saavedra Gómez, et al. 2023).

El punto de partida también merece discusión. Usando el ejemplo anterior, cuando la situación inicial corresponde a una ausencia total de conectividad, incluso una conexión limitada podría representar una mejora significativa respecto de la situación de base (“expansión básica” en la Tabla 1). Por ejemplo, dicha intervención podría habilitar cierto acceso a mercados, servicios de salud en condiciones normales para comunidades actualmente aisladas. Aunque la transición desde la ausencia de conexión hacia una conexión funcional no suele clasificarse como infraestructura resiliente, algunos autores enfatizan que sí puede ser parte de hacer la sociedad más resiliente, especialmente en contextos de países en desarrollo, con poblaciones que carecen de acceso a servicios de base (Hallegatte et al. 2015), o en situaciones donde la red carece de redundancia y presenta puntos únicos de falla (Talbot-Wright, Calatayud, et al. 2023; Grunwaldt et al. 2021). Cabe resaltar que, dependiendo del contexto local, la opción más costo-efectiva puede ser pasar directamente de una situación sin conexión a una obra moderna y adaptada al riesgo futuro (“expansión prospectiva” en la tabla 1, también conocida a veces como *leapfrogging*). Los proyectos de infraestructura financiados con cooperación internacional a menudo buscan caer en esta categoría.

Estas diferencias en las situaciones de partida y de llegada implican que el “costo de la resiliencia” es ambiguo. La interpretación de esos costos depende de cuál sea la infraestructura de referencia y de qué tipo de transformación se esté evaluando.

Qué necesidades sociales y climáticas tomar en cuenta

Otra dificultad es que describir una infraestructura como más o menos resiliente depende del nivel de servicio que se espera de ella (Hallegatte et al. 2019). En el caso de Costa Rica, muchos caminos, puentes y obras de drenaje existentes fueron diseñados o construidos hace décadas, bajo condiciones económicas, demográficas y climáticas muy distintas a las actuales.

En los últimos treinta años, Costa Rica pasó de ser un país de ingreso medio y en gran parte rural a una economía de renta alta, mucho más urbana y motorizada. La población aumentó de 3,5 a 5,1 millones de habitantes, y el parque vehicular se triplicó, pasando de menos de 640 mil a más de 1,9 millones de unidades, entre 1995 y 2025. En otras palabras, la *exposición* aumentó, y las

consecuencias de las inundaciones y de las interrupciones en la red vial en términos de personas afectadas y costos económicos son hoy mucho mayores a lo que eran cuando se construyeron algunas de las obras.

Al mismo tiempo, el PIB per cápita aumentó de alrededor de \$3.300 en 1995 a \$18.600 en 2024. En términos reales, la inversión pública en carreteras reportada por el MOPT para 1995 equivalía a unos ₡32.600 millones de 2025. En comparación, el programa de Atención de Infraestructura Vial del MOPT alcanzó ₡148.000 millones en 2025, es decir, alrededor de 4,5 veces más. Esto sugiere que la disposición a invertir es hoy mucho mayor de lo que era hace tres décadas.

El cambio climático agrega una razón más de construir más resiliente. La temperatura promedio en Costa Rica ha aumentado entre 0,6°C y 0,9°C en los últimos 30 años, pero sin cambios significativos en la precipitación anual promedio. Hacia los próximos 30 años, se proyecta, en el peor de los casos, un incremento de las lluvias diarias y horarias extremas de hasta 13% y 24%, respectivamente (Villalobos Herrera 2025). Además, el riesgo de inundación también depende mucho de factores socioeconómicos y territoriales difíciles de predecir, como la ocupación de zonas inundables, el mantenimiento de drenajes, la impermeabilización del suelo o la pérdida de vegetación en riberas.

Por ello, parte del “costo de resiliencia” puede reflejar la actualización de infraestructura heredada a condiciones físicas, sociales y económicas que cambiaron con el tiempo.

Qué beneficios incluir

La misma ambigüedad afecta los conceptos de costos y beneficios (Rozenberg y Fay 2019). En los debates sobre infraestructura resiliente, el costo suele entenderse como el mayor gasto de inversión necesario para construir, rehabilitar o adaptar una obra. Sin embargo, desde una perspectiva económica, la adaptación *óptima* a los riesgos tiene, por definición, un costo esperado menor a sus beneficios esperados.

La práctica internacional establece que, en general, acciones de adaptación pueden traer tres tipos de beneficios para la sociedad (Brandon et al. 2025): primero, *daños y pérdidas evitados*, por ejemplo, una reducción de los costos de reconstrucción y de las pérdidas económicas vinculadas a las interrupciones; segundo, *beneficios económicos inducidos*, si una infraestructura más confiable mejora la previsibilidad logística y facilita inversiones o actividades productivas que dependen del acceso oportuno a puertos como Limón y Puntarenas; y tercero, *beneficios sociales y ambientales más amplios*, por ejemplo si carreteras más modernas reducen accidentes viales o mitigan problemas como el asma generado por el polvo que se levanta en carreteras en mal estado.

Por lo tanto, evaluar la resiliencia solo a partir de sus costos de inversión tiende a subestimar sus retornos y puede sesgar la decisión hacia soluciones que parecen más baratas en el corto plazo,

pero resultan más costosas para la sociedad a lo largo del ciclo de vida de la infraestructura. Una dificultad adicional, abordada más adelante en la sección de la discusión, es la de la distribución de los costos y beneficios en el tiempo y su asignación entre actores, y en particular para las agencias públicas a cargo de la planeación y ejecución de obras.

Cómo la capacidad de planificación afecta los costos

Por último, una parte del costo de la resiliencia se puede originar en las debilidades de planificación: diseños iniciales insuficientes, falta de estudios hidrológicos o geotécnicos, ausencia de criterios técnicos claros, o capacidades municipales limitadas. En esos casos, los criterios de resiliencia no se incorporan desde el inicio del proyecto, sino durante la licitación o la ejecución, cuando los estudios, contratistas o supervisores identifican necesidades de rediseño que no habían sido plenamente incorporadas en la preparación.

La etapa del ciclo de proyecto determina qué medidas están disponibles para mejorar la resiliencia. Decisiones como la localización del trazado, el aprovechamiento de rutas alternativas o la construcción deliberada de redundancia en la red se toman o se pierden en la planificación territorial y en la conformación de la cartera de inversión, mucho antes de que exista un diseño.

Al otro extremo del ciclo de proyecto, una obra bien diseñada puede perder su resiliencia si no recibe mantenimiento rutinario. La limpieza de drenajes y cunetas, la atención de taludes y la conservación de la superficie de ruedo son tan determinantes como el diseño inicial (Bagnoli y Cavallo 2025; Hallegatte et al. 2019).

3 - Datos y métodos empíricos

El Segundo Programa de la Red Vial Cantonal de Costa Rica fue aprobado por el BID en 2018, por un monto total de \$152 millones (IDB 2018).⁴ El Ministerio de Obras Públicas y Transportes fue el organismo ejecutor. El período de ejecución y desembolso fue de 2019 a 2026.

Sus objetivos específicos eran mejorar la calidad de la Red Vial Cantonal mediante obras de rehabilitación y mantenimiento (con un presupuesto de \$138,2 millones), y fortalecer las instituciones responsables de la gestión de la red vial (\$4,5 millones). Las metas iniciales, extrapoladas de una muestra de 61 proyectos y 272 km de caminos cantonales, contemplaban rehabilitar 611 km de caminos y 605 metros de puentes. Durante la ejecución fueron ajustadas. Al cierre, se habían ejecutado 142 proyectos, equivalentes a 412 km de caminos y 540 metros de puentes, por un costo total de \$139,43 millones.

Durante la ejecución, los objetivos del Programa se ajustaron para incorporar de manera más explícita la resiliencia vial dentro del alcance de ciertas intervenciones. Inicialmente, el programa

⁴ Compuesto por \$144 millones de financiamiento del BID y \$8 millones de contrapartida local. El símbolo \$ en todo el documento se refiere a dólares americanos (US\$ o USD).

tendía a concentrarse en las obras viales principales, mientras que algunas obras complementarias de drenaje, manejo hidráulico o reducción del riesgo de inundación podían quedar a cargo de las municipalidades o de etapas posteriores. Pero después de una serie de eventos climáticos que impactaron fuertemente al país, Eta y Iota en noviembre de 2020 y el temporal del Caribe en julio 2021, se constató que los municipios del país no siempre tenían la capacidad de gestionar todos los riesgos hidrológicos asociados a las obras. En noviembre de 2021, el MOPT solicitó revisar el enfoque, lo que llevó a movilizar asistencia técnica de GIZ para identificar mejoras de resiliencia en los proyectos que aún no habían sido licitados o construidos.⁵

La parte empírica del análisis se basa en dos fuentes administrativas generadas por esa asistencia técnica. Su valor reside en que documentan, a nivel de proyecto, cómo se tradujeron criterios de resiliencia en modificaciones concretas de diseño, presupuesto y ejecución.

La primera fuente registra 40 proyectos revisados antes del inicio de las obras, durante la etapa previa a la licitación, para determinar si convenía ajustar su diseño y su presupuesto por consideraciones de resiliencia; 15 de ellos fueron efectivamente modificados (Anexo 1). La segunda reúne 13 modificaciones contractuales realizadas durante la ejecución de obras, con información sobre el contrato original, la variación contractual, la justificación técnica del cambio y el tipo de intervención realizada (Anexo 2).

Estas fuentes fueron elaboradas para la gestión y el seguimiento del programa. No surgen de un diseño experimental controlado, que permitiría proceder a una estimación causal del costo incremental asociado a las medidas de resiliencia comparando proyectos similares en todos los demás aspectos, pero ofrecen una mirada operativa valiosa. Además, una misma modificación puede responder simultáneamente a criterios de resiliencia y otros factores como correcciones de diseño, o condiciones geotécnicas no anticipadas. Por eso los resultados no pueden dar una medida generalizable del costo de la resiliencia vial. Pero sí permiten observar decisiones reales adoptadas en distintos momentos del ciclo del proyecto: preparación y ejecución.

4 – Resultados empíricos

Costo de los ajustes previos a la licitación

La primera base empírica documenta los ajustes introducidos antes del inicio de las obras, durante la etapa previa a la licitación. Registra 40 proyectos, con un costo original total de \$33,30 millones, revisados para determinar si requerían ajustes de diseño por consideraciones de

⁵ GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit) es la empresa federal alemana de cooperación internacional para el desarrollo. GIZ ya hacía parte de la “unidad ejecutora” del programa, que tiene a cargo los procesos de revisión técnica, validación de diseños, gestión contractual, análisis de modificaciones y acompañamiento a los gobiernos locales.

resiliencia (Anexo 1). De estos, 15 registraron algún cambio de costo. La tabla 2 muestra que esos 15 proyectos pasaron de sumar un costo original estimado de \$12,27 millones a un costo ajustado de \$12,94 millones. La diferencia neta es de \$670 mil, equivalente a una variación agregada de 5,5% sobre esos proyectos y de 2,0% sobre el conjunto de los 40 revisados.

Indicador	Valor
Proyectos revisados antes de licitación	40
Costo original agregado	\$ 33,30 millones
Costo ajustado agregado	\$ 33,98 millones
Diferencia neta	\$ 0,67 millones
Variación neta agregada (sobre los 40 revisados)	2,0%
Proyectos con cambio de costo	15
Costo original agregado	\$ 12,27 millones
Costo ajustado agregado	\$ 12,94 millones
Diferencia neta	\$ 0,67 millones
Variación neta agregada (sobre los 15 modificados)	5,5%
— de los cuales, proyectos con aumento de costo	9 (+13,3%)
— de los cuales, proyectos con reducción de costo	6 (-7,2%)
Proyectos sin cambio de costo	25

Tabla 2: Estadísticas descriptivas - variaciones de presupuesto correspondientes a ajustes durante la etapa de licitación. Elaboración propia

Un resultado interesante es que 6 de los 15 proyectos con ajustes de resiliencia registraron una reducción de costo. Esto se debe a que en varios casos el alcance del proyecto cambió al mismo tiempo que se incluyeron medidas de resiliencia. En el cantón de Buenos Aires, por ejemplo, la longitud de una intervención se redujo de 2,0 a 1,7 km, al mismo tiempo que el costo se redujo de 1,4%. Estos cambios no responden únicamente a consideraciones de resiliencia, sino que pueden incluir otras consideraciones operativas. En Paquera, por ejemplo, se redujo el alcance del proyecto ante la falta de garantía sobre el aporte de material granular previsto originalmente. En general, los equipos del programa confirman que, en esta etapa, se ajustaron alcances, cantidades y soluciones constructivas para incorporar criterios de resiliencia dentro de los recursos disponibles, y que en algunos proyectos los aportes municipales o las donaciones de materiales incidieron en el costo total registrado.

El costo adicional promedio de 5,5% no corresponde, por tanto, a cambios de diseño manteniendo constante el alcance de las obras. Mide la variación presupuestaria que quedó después de un proceso de optimización en el que se redujo la longitud total de rehabilitación para compensar parte del costo de las mejoras introducidas. Con un alcance fijo, el aumento de costo habría podido ser mayor.

La base previa a la licitación permite medir la variación presupuestaria agregada, pero no documenta de manera sistemática cada cambio técnico. Si bien sabemos que, en general, estos ajustes incluyeron obras relevantes para mejorar el desempeño de los caminos ante lluvias intensas y escorrentía, como mejoras de drenaje, ampliación del área hidráulica, quiebra-gradientes, desfogues, alcantarillas transversales y cajas de registro, la base disponible no permite atribuir cada variación de costo a una intervención específica.

Costo de los ajustes durante la ejecución

La segunda base de análisis corresponde a los ajustes realizados durante la ejecución de las obras. La base de datos identifica 13 ajustes contractuales asociados a medidas de resiliencia climática (Anexo 2). En conjunto, estos ajustes representan una variación contractual acumulada de \$1,82 millones sobre un monto original agregado de \$18,70 millones. Esto equivale a 9,8% del monto contractual original de los 13 proyectos afectados (Tabla 3).

Indicador	Valor
Ajustes documentados durante ejecución	13
Monto contractual original agregado	\$ 18,70 millones
Monto contractual final agregado	\$ 20,80 millones
Variación contractual agregada	\$ 20,52 millones
Variación contractual agregada	9,8%

Tabla 3: estadísticas descriptivas - variaciones de montos contratados correspondientes a ajustes durante la etapa de ejecución

Estos ajustes surgieron a partir de necesidades identificadas durante la ejecución de los proyectos, ya sea por el equipo de proyecto, por recomendaciones técnicas de los municipios o por observaciones de las comunidades. En general, respondieron a condiciones específicas de sitio que requerían reforzar el manejo de aguas superficiales, proteger la estructura del camino, atender riesgos de erosión o socavación, o mejorar la continuidad vial.

Tipología de ajustes durante la ejecución

La base también provee evidencia de qué tipos de medidas para mejorar la resiliencia se incorporaron durante la ejecución mediante modificaciones de diseño. La tabla 4 propone una tipología y el Anexo 3 ilustra con fotografías algunas obras descritas en esta sección.

La categoría más frecuente es la ampliación o rediseño de sistemas de drenaje, con seis casos y una variación contractual agregada cercana a \$859 mil. Esta categoría representa aproximadamente el 47% del monto total de las variaciones contractuales documentadas durante la ejecución. Incluye canales revestidos, cunetas, tuberías de mayor capacidad, alcantarillas adicionales y excavaciones para estructuras hidráulicas.

La segunda categoría más importante corresponde a cambios en pavimento, plataforma o superficie de ruedo, con tres casos y una variación contractual agregada cercana a \$555 mil. Esta categoría representa aproximadamente 30% del monto total de ajustes. En estos casos, la resiliencia consiste en adaptar la estructura vial para que resista mejor a las condiciones climáticas que deterioran la calzada. Con ello se mitigan las pérdidas de material granular en los caminos no pavimentados, las cuales, en países como Costa Rica, pueden superar los 300 m³ por kilómetro al año.

Tipología de ajuste durante ejecución	Casos	Variación contractual (miles de \$)	Costo típico del ajuste (% del monto original)	Participación en sobrecosto del programa (%)
Rediseño del drenaje	6	859	9,9	47
Cambios en pavimento, plataforma o superficie	3	555	10,1	30
Mejora de continuidad	1	260	12,4	14
Protección de riberas	1	80	11,8	4
Estabilización de taludes	1	68	6,1	4
Elevación de carretera	1	0	0,0	0
Total	13	1.820	9,75%	100%

Tabla 4 – tipología de ajustes implementados durante la ejecución y costos asociados

Un caso destacado es una mejora de continuidad vial en Guatuso, San Carlos, con una variación contractual de unos \$260 mil. La modificación amplió la longitud total de las obras para mejorar la conexión entre Katira y Río Celeste y su articulación con la Ruta Nacional 4. A diferencia de otros ajustes, busca reforzar la conectividad de la red y el acceso por rutas alternativas.

También se observan ajustes puntuales de protección de estructuras específicas. En el puente sobre el río Santa Ana, el ajuste incrementa las dimensiones de la escollera para proteger las obras. En el puente sobre el río María Aguilar, el cambio responde a procesos erosivos que arriesgan comprometer el apoyo estructural.

En dos casos, la base documenta modificaciones técnicas orientadas a aumentar la resiliencia, pero sin incremento contractual neto registrado. En un caso se eleva el nivel de la carretera para reducir el riesgo de inundación; en el otro se incorporan cunetas revestidas y accesos para canalizar mejor el agua pluvial y evitar socavación de la calzada en zonas de pendiente elevada.

La distinción entre mejoras de drenaje, pavimento, plataforma, superficie de ruedo, o elevación de carretera es útil para ordenar los registros, pero no debe interpretarse como una clasificación rígida. En la práctica, muchas intervenciones responden al mismo problema de fondo: exceso de agua pluvial, escorrentía, erosión o pérdida de transitabilidad. Esta superposición técnica refleja una dificultad más amplia: en proyectos reales, las categorías de “adaptación climática”, “rehabilitación”, “modernización” y “corrección de diseño” rara vez se separan con claridad. Una

misma modificación puede responder a problemas históricos de drenaje, aprendizaje técnico durante la ejecución, eventos hidrometeorológicos recientes y preocupación por riesgos climáticos futuros.

Lectura conjunta de las dos etapas

Los datos no permiten estimar una cifra única del costo de la resiliencia, el cual depende del denominador utilizado, del tratamiento de las reducciones de costo, de si se incluyen los proyectos sin variación de costo en el denominador,⁶ y de si las reducciones de alcance se valoran. Para explorar esta ambigüedad, la tabla 5 recorre varias convenciones de cálculo razonables, y muestra un rango de variaciones presupuestarias esperadas asociadas a los ajustes de resiliencia entre 2% y 13%.

Convención de cálculo	Variación
Neta, sobre los 40 proyectos revisados antes de licitar	+2,0%
Bruta (solo aumentos), sobre los 40 proyectos revisados	+3,0%
Neta, sobre los 15 proyectos modificados	+5,5%
Aumentos más reducciones valoradas como alcance sacrificado, sobre los 15 modificados	+11,0%
Solo los 9 proyectos con aumento de costo	+13,3%
Subgrupo con longitud de intervención confirmada constante (5 proyectos)	+11,6%
Modificaciones contractuales durante la ejecución (13 contratos)	+9,8%

Tabla 5: variación presupuestaria asociada a los ajustes de resiliencia bajo distintas convenciones de cálculo. Elaboración propia a partir de los Anexos 1 y 2.

La penúltima fila corresponde a cinco proyectos con aumento de costo para los cuales los informes de factibilidad indican que la longitud de intervención no se redujo. Es el único subgrupo donde la variación de costo puede leerse como variación de costo por kilómetro, y es también uno donde la cifra es alta, lo que sugiere que promediar sobre proyectos con alcance cambiante podría subestimar el costo de ajustes a alcance constante.

Estas cifras no constituyen una estimación causal del costo de la resiliencia. Las modificaciones pueden responder simultáneamente a necesidades de resiliencia, correcciones de diseño, cambios en el nivel de servicio, cambios en los costos de los materiales o del tipo de cambio, o condiciones de sitio no anticipadas. El resultado debe interpretarse, por tanto, como evidencia descriptiva sobre el orden de magnitud de las variaciones observadas.

La comparación entre etapas también requiere cautela. Sería tentador interpretar la diferencia entre 5,5% antes de licitar y 9,8% durante la ejecución como evidencia de que incorporar resiliencia temprano es más barato. Los datos no permiten hacerlo: se trata de grupos de proyectos distintos y las dos cifras se construyen de manera diferente. Lo que sí muestran es que

⁶ Incluir los proyectos sin variación es apropiado si la pregunta es cuál es la variación presupuestaria esperada para un proyecto revisado, antes de saber si requerirá ajustes de resiliencia.

antes de licitar había más grados de libertad: los equipos podían ajustar diseño, alcance o aportes municipales sin exceder el presupuesto, mientras que durante la ejecución los cambios requirieron adiciones contractuales y recursos adicionales.

5 - Discusión y conclusión

Nuestro análisis genera cuatro mensajes principales. Primero, sobre qué entendemos por costo de la resiliencia. No existe una definición única: depende de la infraestructura de referencia, del nivel de servicio esperado, de los riesgos considerados y de qué componentes del ajuste se contabilizan.

Segundo, los ajustes se concentraron casi enteramente en la gestión del agua pluvial y la protección de la plataforma vial (drenaje, alcantarillas, cunetas, erosión, estabilidad de taludes, protección hidráulica). Esto es de esperarse en un país tropical como Costa Rica, y resalta la importancia de tomar en cuenta, en los criterios de diseño, que el cambio climático se va a traducir en cambios en la intensidad de las precipitaciones (Villalobos Herrera 2025; Talbot-Wright, Saavedra Gómez, et al. 2023).

Tercero, los grados de libertad disponibles para hacer la infraestructura resiliente se reducen conforme avanza el ciclo de proyecto. En la etapa previa a la licitación, es posible reasignar el alcance de las obras, opción que desaparece durante la ejecución. En etapas no estudiadas aquí, la planificación permitiría considerar opciones como redundancia o relocalización, mientras que la operación y el mantenimiento permitirían conservar la funcionalidad de las obras. Esta lectura es consistente con la literatura internacional, que enfatiza las ventajas de incorporar la resiliencia desde etapas tempranas de planificación y diseño, cuando existe un conjunto más amplio de opciones y se reducen los riesgos de retrabajos y modificaciones posteriores (OECD 2024; Bagnoli y Cavallo 2025; Peñaloza y Caldo 2024).

Cuarto, la incidencia presupuestaria de los ajustes se ubica entre 2% y 13%, dependiendo de cómo se cuente. No podemos atribuir esa variación exclusivamente a la resiliencia, pero sí descartar dos extremos: que el costo sea enteramente despreciable, o que haga inviables las obras.

Para interpretar estas magnitudes, es útil compararlas con otras fuentes habituales de variación en proyectos de infraestructura vial. A nivel internacional, los costos de infraestructura vial presentan una variabilidad sustancial entre proyectos debido a diferencias de contexto, diseño, geografía y ejecución. Por ejemplo, para carreteras asfaltadas de dos carriles en países de ingreso bajo y medio, los costos unitarios observados pueden diferir por factores del orden de 3 a 5 veces entre proyectos similares (Collier et al. 2016). Los sobrecostos durante la ejecución también son frecuentes. Un estudio sobre proyectos de transporte en 20 países encontró que, en proyectos viales, el sobrecosto promedio fue de 20% (Flyvbjerg et al. 2002). Costa Rica no es una excepción:

87% de los proyectos viales analizados recientemente registraron aumentos respecto del monto original, con una variación promedio de 27% (Jimenez et al. 2026).

También es útil situar estas cifras dentro de las variaciones observadas en el mismo programa. En comparación con lo previsto en la propuesta de préstamo, el programa rehabilitó 33% menos kilómetros de caminos y 11% menos metros de puentes, con un costo total 1% superior al originalmente presupuestado. Una de las razones pudo ser que, durante el período de ejecución del préstamo, el tipo de cambio osciló entre ₡496 y ₡686 por US\$1, una diferencia de 38%. Los ajustes asociados a las medidas de resiliencia se ubican dentro de lo que bancos de desarrollo, gobiernos y unidades ejecutoras ya enfrentan regularmente en la gestión de proyectos de infraestructura.

Una encuesta realizada durante el evento de cierre del programa (anexo 4), en el que participaron ingenieros de las unidades técnicas de gestión vial municipal, autoridades municipales y personal técnico del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, sugiere que las autoridades y equipos técnicos perciben beneficios concretos asociados a las obras resilientes del Programa. Entre los principales beneficios mencionados destacan mejoras en la evacuación de aguas, reducción de inundaciones, menor deterioro durante la temporada lluviosa, menos interrupciones del tránsito y mayor estabilidad de taludes.

La pregunta entonces es por qué no se integran consideraciones de resiliencia de manera más sistemática en los proyectos. Proponemos aquí dos posibles explicaciones. Primero, la teoría de la economía política sugiere que puede existir un sesgo derivado del desfase temporal y de la visibilidad diferente entre costos y beneficios (Mosqueira y Alessandro 2023). Los costos de mejorar diseños aparecen en el presupuesto de inversión, y son visibles para el público y las entidades que preparan, financian y ejecutan las obras. Los beneficios, en cambio, son reales, pero políticamente menos visibles porque muchas veces consisten en daños y pérdidas que no ocurren. Además, costos y beneficios se materializan en ciclos presupuestarios y electorales diferentes. En ese contexto, el incentivo es maximizar obras visibles hoy a costa de menor calidad cuyos efectos se manifiestan mañana.

Un segundo argumento lo dan los participantes a la misma encuesta. En ella, los gobiernos locales afirman enfrentar cuatro desafíos: falta de recursos financieros o priorización de otras necesidades del cantón; falta de estudios, diagnósticos o planificación previa; limitaciones administrativas o de gestión internas; y falta de capacidad técnica para diseñar o ejecutar las obras. En general, la brecha es de capacidades, herramientas, planificación y financiamiento para incorporar la resiliencia de manera sistemática desde la preparación de los proyectos.

Estos problemas pueden llevar a una situación en la que la infraestructura cantonal falle, y luego, además, usando las palabras de la Contraloría en 2018, se “reconstruya vulnerabilidad” (CGR

2018). La misma Contraloría encontró que el marco normativo era insuficiente para incorporar resiliencia en el desarrollo, operación y mantenimiento de infraestructura pública nacional expuesta a fenómenos hidrometeorológicos extremos (CGR 2017). El problema no es la ausencia sistemática de mejoras, sino su carácter discrecional: en el Programa de Emergencia ante la Tormenta Tropical Nate del BID, por ejemplo, la rehabilitación de emergencia logró incorporar mejores materiales y alcantarillas de mayor capacidad, pero de manera ad hoc, a criterio del ejecutor, y postergando la evaluación formal de riesgo a una eventual fase de reconstrucción posterior (BID 2020).

La respuesta de política pública puede estructurarse en tres niveles. A nivel de *proyecto*, mejorar la detección temprana de riesgos mediante listas de verificación sobre drenajes, pendientes, cruces de agua, historial de inundación, estado hidráulico de secciones críticas de cauces fluviales, erosión, deslizamientos, conectividad alternativa y criticidad social o económica del tramo (en la línea de Quesada Campos et al. 2017).

A nivel *reglamentario*, traducir los problemas recurrentes en normas o criterios nacionales de diseño, estándares mínimos, guías prácticas y herramientas para municipalidades y unidades ejecutoras. Hoy, la normativa nacional (MOPT et al. 2020) y la metodología de MIDEPLAN (2021) exigen un proceso de evaluación del riesgo, pero no fijan estándares de diseño concretos —como capacidad hidráulica mínima, frecuencia de pasos de alcantarilla, criterios de elevación de rasante o de protección de taludes— que, si resultaran factibles de producir, las municipalidades y juntas viales podrían aplicar directamente.

Finalmente, a nivel *institucional*, fortalecer la planificación y la gestión del mantenimiento y clarificar la asignación de responsabilidades. Una parte importante de la resiliencia vial depende de la redundancia de la red, y de su exposición a las amenazas (Talbot-Wright, Calatayud, et al. 2023). Otra parte importante depende de la conservación rutinaria de drenajes, cunetas, alcantarillas, taludes, cauces y superficies de ruedo (Bagnoli y Cavallo 2025; Hallegatte et al. 2019). Esto requiere responsabilidades claras, financiamiento previsible, capacidades locales adecuadas y herramientas tecnológicas suficientes para sostener la funcionalidad de las obras a lo largo del tiempo.

En síntesis, la experiencia del Segundo Programa de la Red Vial Cantonal de Costa Rica muestra una brecha entre el reconocimiento del riesgo climático por parte de las instituciones nacionales, los gobiernos locales y otros actores del país, y su incorporación sistemática en el diseño de los proyectos. La encuesta sugiere que los gobiernos locales valoran los beneficios de la resiliencia, pero enfrentan restricciones para incorporarla desde el inicio. El estudio muestra que las medidas de resiliencia requieren ser consideradas explícitamente en el alcance y el presupuesto de las obras. Frente a eventos climáticos, las medidas de resiliencia deberían estar integradas de

manera sistemática a lo largo del ciclo del proyecto, desde la planificación hasta la operación y el mantenimiento.

Referencias

- Bagnoli, Lisa, y Eduardo Cavallo, eds. *Del riesgo a la confiabilidad: servicios de infraestructura resiliente para enfrentar los desafíos de la naturaleza*. BID, 2025.
- BID. *Acuerdo estratégico entre Costa Rica y el Grupo BID: Estrategia país 2024–2027*. GN-3250. Banco Interamericano de Desarrollo, 2024.
- BID. *Programa de Emergencia en Respuesta a la Tormenta Tropical Nate (4433 OC-CR): Informe de Terminación de Proyecto (PCR)*. Informe de Terminación de Proyecto (PCR). Banco Interamericano de Desarrollo, 2020. <https://www.iadb.org/en/project/CR-L1135>.
- Blackman, Allen, Eduardo Cavallo, Bridget Hoffmann, y Adrien Vogt-Schilb. *Peligro y promesa: Enfrentar el cambio climático en América Latina y el Caribe*. BID, 2025.
- Brandon, Carter J., Bradley Kratzer, y Aarushi Aggarwal. *Strengthening the Investment Case for Climate Adaptation: A Triple Dividend Approach*. World Resources Institute, 2025.
- Cavallo, Eduardo A., Andrew Powell, y Tomás Serebrisky, eds. *De estructuras a servicios: El camino a una mejor infraestructura en América Latina y el Caribe*. BID, 2020.
- CGR. *Informe de auditoría especial sobre la determinación de las medidas preventivas del Estado costarricense, en la infraestructura de la red vial nacional ubicada en zonas vulnerables por eventos climáticos extremos*. Informe Nro. DFOE-IFR-IF-00002-2017. Contraloría General de la República, 2017.
- CGR. *Informe de auditoría operativa sobre la eficacia y la eficiencia en el uso de los recursos de la red vial cantonal en la Municipalidad de Cartago*. DFOE-LOC-IF-00013-2022. Contraloría General de la República, 2022.
- CGR. *Informe de la auditoría de carácter especial acerca de la incorporación de especificaciones que garanticen la resiliencia de la infraestructura pública reconstruida por la CNE*. Informe Nro. DFOE-AE-IF-00015-2018. Contraloría General de la República, 2018.
- Collier, Paul, Martina Kirchberger, y Måns Söderbom. “The Cost of Road Infrastructure in Low- and Middle-Income Countries”. *The World Bank Economic Review* 30, núm. 3 (2016): 522–48.
- Deubelli, Teresa. *Hacia Una Infraestructura Resiliente y Sustentable: Un Estudio de Caso Sobre La Gobernanza de La Resiliencia En La Infraestructura Crítica En Costa Rica*. el 26 de junio de 2019. Costa Rica. <https://doi.org/10.18235/0001760>.
- Flyvbjerg, Bent, Mette K. Skamris Holm, y Søren L. Buhl. “How Common and How Large Are Cost Overruns in Transport Infrastructure Projects?” *Transport Reviews* 23,1 (2002): 71–88.
- Foster, Vivien, Nisan Gorgulu, Stéphane Straub, y Maria Vagliasindi. “The Impact of Infrastructure on Development Outcomes: A Qualitative Review of Four Decades of Literature”. *Policy Research Working Paper Series*, el 6 de marzo de 2023, 10343.

- Grunwaldt, Alfred, Marie-Lena Glass, y Nancy McCarthy. “Identification of Climate Resilience Opportunities and Metrics in Financing Operations: A Technical Reference Document for IDB Project Teams” 2021.
- Haasnoot, Marjolijn, Valeria Di Fant, Jan Kwakkel, y Judy Lawrence. “Lessons from a decade of adaptive pathways studies for climate adaptation”. *Global Environmental Change* 88.
- Hallegatte, Stephane, Mook Bangalore, Laura Bonzanigo, et al. *Shock Waves: Managing the Impacts of Climate Change on Poverty*. The World Bank, 2015.
- Hallegatte, Stephane, Jun Rentschler, y Julie Rozenberg. *Lifelines: The Resilient Infrastructure Opportunity*. WORLD BANK, 2019.
- Hallegatte, Stephane, y Adrien Vogt-Schilb. “Are Losses from Natural Disasters More Than Just Asset Losses?” En *Advances in Spatial and Economic Modeling of Disaster Impacts*, 2019.
- IDB. *Costa Rica: Third individual operation under the Conditional Credit Line for Investment Projects (CR-X1007): Cantonal Road Network Program II (CR-L1065)*. Loan proposal. 2018.
- IPCC. *Technical Summary*. IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. Intergovernmental Panel on Climate Change, 2019.
- Jimenez, Leonardo, Francisco Fonseca Chaves, y Luis Guillermo Vargas Alas. *Actualización del Estudio Integral Costos de Carreteras en Costa Rica*. LanammeUCR, 2026.
- Madrigal Quesada, Gabriel, y Kenneth González Tenorio. *Las brechas en la infraestructura de transportes como obstáculo al crecimiento económico*. 2025.
- Markolf, Samuel A., Christopher Hoehne, Andrew Fraser, Mikhail V. Chester, y B. Shane Underwood. “Transportation resilience to climate change and extreme weather events – Beyond risk and robustness”. *Transport Policy* 74 (febrero de 2019): 174–86.
- MIDEPLAN. “Metodología para el análisis de riesgos con enfoque multiamenaza y criterios probabilísticos en los proyectos de inversión pública”. Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica, 2021.
- MINAE. Contribución Nacionalmente Determinada de Costa Rica 2025-2035. Ministerio de Ambiente y Energía, Dirección de Cambio Climático, 2025.
- MOPT. Plan de Adaptación al Cambio Climático de los Servicios de Infraestructura y Transportes 2022-2031. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2022.
- MOPT. *Anuario Estadístico del Sector Obras Públicas y Transportes 2024*. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Secretaría de Planificación Sectorial, 2026.
- MOPT, MINAE, y MIVAH. *Lineamientos generales para la incorporación de las medidas de resiliencia en infraestructura pública*. Decreto Ejecutivo N.º 42465. 2020.
- Mosqueira, Edgardo, y Martín Alessandro. *State Capacities and Wicked Problems of Public Policy: Addressing Vulnerabilities That Affect Human Development*. el 8 de agosto de 2023.

- Olaya González, Juan Camilo, Annette Suardí Gómez, Benoit Lefevre, y Manuel Rodríguez Porcel. *Transporte resiliente al cambio climático: ¿cómo priorizar la inversión?: caso de República Dominicana*. el 1 de diciembre de 2022. <https://doi.org/10.18235/0004576>.
- Peñaloza, César, y Alejandra Caldo. *Lecciones aprendidas de los Programas de Caminos Rurales financiados por el BID en América Latina y el Caribe*. Vol. 2879. Nota técnica del BID. Banco Interamericano de Desarrollo, 2024.
- Quesada Campos, Josué, Carlos Campos Cruz, y Luis Guillermo Loría Salazar. *Manual recepción de obra vial*. Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, Universidad de Costa Rica, 2017. <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/778>.
- Rozenberg, Julie, y Marianne Fay. *Beyond the Gap: How Countries Can Afford the Infrastructure They Need While Protecting the Planet*. 2019.
- SUGESE, y GSFF. *Informe de análisis de brechas de protección financiera ante desastres asociados a amenazas naturales en Costa Rica*. Superintendencia General de Seguros y Global Shield Financing Facility, 2025.
- Talbot-Wright, Hipólito, Agustina Calatayud, Seonhwa Lee, y Adrien Vogt-Schilb. “Impulsando la adaptación en el sector del transporte”. En *Con el calor y el agua al cuello: nueve caminos hacia un desarrollo resiliente al cambio climático*, editado por Hipólito Talbot-Wright y Adrien Vogt-Schilb. Banco Interamericano de Desarrollo, 2023.
- Talbot-Wright, Hipólito, Valentina Saavedra Gómez, y Adrien Vogt-Schilb. “Toma de decisiones para un futuro impredecible”. En *Con el calor y el agua al cuello: nueve caminos hacia un desarrollo resiliente al cambio climático*, editado por Hipólito Talbot-Wright y Adrien Vogt-Schilb. Banco Interamericano de Desarrollo, 2023.
- Talbot-Wright, Hipólito, y Adrien Vogt-Schilb. *Con el calor y el agua al cuello: nueve caminos hacia un desarrollo resiliente al cambio climático*. Banco Interamericano de Desarrollo, 2023.
- UNECE. *Framework for Developing Adaptation Pathways for Transport Professionals*. United Nations Economic Commission For Europe, 2025.
- Villalobos Herrera, Roberto. *Consideraciones de cambio climático para el diseño hidrológico e hidráulico en Costa Rica*. Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, Universidad de Costa Rica, 2025.
- Wall, Thomas A., Warren E. Walker, Vincent A. W. J. Marchau, y Luca Bertolini. “Dynamic Adaptive Approach to Transportation-Infrastructure Planning for Climate Change: San-Francisco-Bay-Area Case Study”. *Journal of Infrastructure Systems* 21, núm. 4 (2015): 05015004.

Anexo 1 – Base de datos de ajustes durante la etapa de licitación¹

MUESTRA	PAQUETE	NÚMERO DE LICITACIÓN	PROVINCIA	CANTON	DISTRITO	CÓDIGO DEL CAMINO	DESCRIPCIÓN (NOMBRE DADO AL PROYECTO DURANTE LA PROPUESTA MUNICIPAL)	Costo Total del Proyecto Original Colones	Costo Total del Proyecto Ajustado por Cambio Climático Colones	Diferencia Colones
III	10	PRVC-II-172-LPI-O-2022	Limón	Guácimo	Duacarí	7-06-026	Rehab. Sistema de drenaje y mejoramiento sup. Ruedo entre las Estaciones 2+150 y la 5+550; C 7-06-026 De: (ENT.N 248) COLEGIO VILLA FRANCA) Hasta : Limite Cantonal Lomas.	€319,287,316.10	€295,361,424.32	-€23,925,891.78
III	10	PRVC-II-172-LPI-O-2022	Limón	Guácimo	Pocora	7-06-017	Rehabilitación del sistema de drenaje y mejoramiento de la superficie de ruedo de 3,6 km del Camino C. 7-06-017 De : (Ent. N. 32) Pocora Hasta : La Argentina	€708,725,166.85	€794,377,975.29	€85,652,808.44
III	10	PRVC-II-172-LPI-O-2022	Alajuela	Guatuso	Katira	2-15-101	Mejoramiento de 5,9 kilómetros del camino 2-15-101 mediante el refuerzo de la estructura de pavimento y la construcción de un tratamiento superficial bituminoso de tres capas tipo E-38	€736,376,280.60	€736,376,280.60	€0.00
II	10	PRVC-II-172-LPI-O-2022	Limón	Limón	Valle La Estrella	7-01-060	Rehabilitación del sistema de drenaje y mejoramiento de la superficie de ruedo de 5 k del Camino C. 7-01-060, De : (Ent. C.044) Progreso Hasta : Caño Negro C. 7-01-050	€1,063,471,877.15	€1,063,471,877.15	€0.00
II	10	PRVC-II-172-LPI-O-2022	Alajuela	Peñas Blancas	Peñas Blancas	2-02-012	Mejoramiento de la superficie de ruedo de 3,83 kilómetros en el camino 2-02-012 (De: (Ent. N. 702) Cementerio San Francisco – Hasta: (Ent. C. 16) Sector Ángeles), cantón de San Ramón, distrito de Peñas Blancas	€219,306,796.02	€219,306,796.02	€0.00
III	10	PRVC-II-172-LPI-O-2022	Limón	Pococi	Cariari	7-02-015,-211 y 212	Rehabilitación del sistema de drenaje y Mejoramiento de la capa de rodadura: C.7-02-015, De: (Ent.C.17) Santa Rosa Hasta: (Ent.C.211) Foresta, Long. 2,6 km, Camino C.7-02-211, De: Cuadrantes – Calles Urbanas, Hasta: La Foresta: 1,8 km y C.7-02-212, De: Cuadrantes- Calles Urbanas, Hasta: Barrio El Llano, Longitud: 0,35 km, para un total de 4, 75 km. (TSB 3)	€639,959,727.50	€639,959,727.50	€0.00
III	10	PRVC-II-172-LPI-O-2022	Alajuela	San Carlos	Monterrey	2-10-064 y 2-10-463	Rehabilitación del sistema de drenaje y construcción de una carpeta asfáltica entre las estaciones 3+100 a 8+500 del camino 2-10-064 (De: ENT.N.4. Santo Domingo A: Las Torres) y 2-10-463 (De: ENT.C.064, Las Torres A: Hotel The Springs), distrito Monterrey, cantón San Carlos.	€836,879,288.73	€823,860,163.08	-€13,019,125.65

¹ El símbolo € denota colones costarricenses. Todas las conversiones de divisa en este documento usan 552 colones por dólar, el tipo de cambio mediano en el periodo 2022-25.

MUESTRA	PAQUETE	NÚMERO DE LICITACIÓN	PROVINCIA	CANTON	DISTRITO	CÓDIGO DEL CAMINO	DESCRIPCIÓN (NOMBRE DADO AL PROYECTO DURANTE LA PROPUESTA MUNICIPAL)	Costo Total del Proyecto Original Colones	Costo Total del Proyecto Ajustado por Cambio Climático Colones	Diferencia Colones
III	10	PRVC-II-172-LPI-O-2022	Alajuela	San Carlos	Venecia / Pital	2-10-052	Rehabilitación del sistema de drenaje y construcción de una carpeta asfáltica entre las estaciones 5+300 a 9+800 del camino 2-10-052 (De: ENT.N.140, Corazón de Jesús A: ENT.N.4, La Comarca), distritos Venecia y Pital, cantón San Carlos	€844,684,668.27	€844,684,668.27	\$0.00
III	10	PRVC-II-172-LPI-O-2022	Heredia	Sarapiquí	Horquetas	4-10-032, -034 y 037	Proyecto de Mejoramiento Vial (TSB 3) C.4-10-032,134 y 037 . Camino La Conquista – Fca. Agua de Sarapiquí	€514,573,145.10	€654,036,431.10	€139,463,286.00
III	10	PRVC-II-172-LPI-O-2022	Alajuela	Zarcero	Guadalupe / Laguna	2-11-005	Mejoramiento de 5,0 kilómetros del camino 2-11-005 (Calle Perez) mediante el refuerzo de la estructura de pavimento y la construcción de un tratamiento superficial bituminoso de tres capas tipo E-38	€405,937,877.40	€449,358,075.86	€43,420,198.46
III	11	PRVC-II-173-LPI-O-2022	Puntarenas	Buenos Aires	Biolley	6-03-027	Refuerzo de la estructura de pavimento mediante la colocación de base de agregados y aplicación de un tratamiento superficial bituminoso E-61 en 6 km del camino 6-03-027	€418,130,183.88	€412,428,232.17	-€5,701,951.71
I	11	PRVC-II-173-LPI-O-2022	Puntarenas	Buenos Aires	Chánguena	6-03-012	Mejoramiento del camino 6-03-012 De: (ENT.N.237) Paso Real - Chánguena, San Luis A: Río Limón, Límite Cantonal Coto Brus	€393,653,940.16	€393,653,940.16	€0.00
III	11	PRVC-II-173-LPI-O-2022	Cartago	Cartago	San Nicolas / Guadalupe	3-01-051 y 253	Mejoramiento de la superficie de ruedo y del sistema de drenaje del Camino Cantonal C. 30105100 De: ENT RN2 Río Reventado Hasta ENT RN2 Lima- Parque Industrial y C. 30125300, De: ENT. Camino 3-01-012-00, Zona Industrial, Hasta ENT CC 30105100, Zona Industrial, Cantón de Cartago.	€884,073,786.10	€1,012,306,463.87	€128,232,677.77
II	11	PRVC-II-173-LPI-O-2022	Cartago	Cartago	Dulce Nombre	3-01-050	Mejoramiento de la superficie de ruedo y del sistema de drenaje del camino no. 3-01-050.	€483,453,283.47	€483,453,283.47	€0.00
II	11	PRVC-II-173-LPI-O-2022	Cartago	Cervantes	Cervantes	3-06-058	Mejoramiento del Camino C-03-06-058 mediante colocación de un tratamiento superficial bituminoso tipo TS-3, desde: La Fuente, Hasta: (Ent. C.22) Las Aguas y mejoramiento del sistema de drenaje	€87,509,245.43	€92,147,633.28	€4,638,387.85
III	11	PRVC-II-173-LPI-O-2022	San José	Dota	Copey	1-17-037	Rehabilitación del sistema de drenaje, mejoramiento y mantenimiento de la superficie de ruedo del camino 1-17-037 San Gerardo de Dota de Ent N.02 a fin de camino	€421,707,003.38	€421,707,003.38	€0.00
II	11	PRVC-II-173-LPI-O-2022	Cartago	El Guarco	Patio de Agua	3-08-001 y 3-08-022	Mejoramiento del sistema de drenaje y de la superficie de ruedo de los Caminos Cantonales C-3-08-001 y C-3-08-022, Patio de Agua a Caragral	€213,695,410.57	€213,695,410.57	€0.00

MUESTRA	PAQUETE	NÚMERO DE LICITACIÓN	PROVINCIA	CANTON	DISTRITO	CÓDIGO DEL CAMINO	DESCRIPCIÓN (NOMBRE DADO AL PROYECTO DURANTE LA PROPUESTA MUNICIPAL)	Costo Total del Proyecto Original Colones	Costo Total del Proyecto Ajustado por Cambio Climático Colones	Diferencia Colones
II	11	PRVC-II-173-LPI-O-2022	Cartago	El Guarco	Tobosi	3-08-016	Mejoramiento del sistema de drenaje y de la superficie de ruedo del camino 3-08-016, Tobosi Tablón	€222,186,627.30	€222,186,627.30	€0.00
III	11	PRVC-II-173-LPI-O-2022	Cartago	Oreamuno	San Rafael	3-07-041	Rehabilitación del sistema de drenaje, mejoramiento de la superficie de ruedo y aceras e implementación de dispositivos de seguridad vial en la Calle Este de la Urbanización Yerris que inicia en el Lubricentro San Rafael y finaliza en el Restaurante Mi tierra, camino 3-07-041, Cantón de Oreamuno	€107,818,239.21	€107,818,239.21	€0.00
II	11	PRVC-II-173-LPI-O-2022	Cartago	Paraíso	Llanos de Santa Lucía	3-02-053	Mejoramiento de la superficie de ruedo y sistema de drenaje del camino 3-02-053-00 (Ent. C.60) Barrio Cruz Roja limite cantón Oreamuno (San Rafael) Calle Mero	€547,929,489.92	€625,097,638.93	€77,168,149.01
II	11	PRVC-II-173-LPI-O-2022	San José	Pérez Zeledón	San Isidro de El General	1-19-1292-C	Mejoramiento de 1,4 km de camino 1-19-1292 ((ENT. RUTA NAC- 243) ESTADIO SAN ISIDRO A (ENT. RUTA NAC-2) SANTA CECILIA) , rehabilitación del sistema de drenaje y ampliación de puente existente sobre Río Quebradas -CAMINO	€878,399,634.71	€878,399,634.71	€0.00
III	11	PRVC-II-173-LPI-O-2022	San José	Pérez Zeledón	San Isidro de El General	1-19-030	Mejoramiento de la Superficie de Ruedo y Sistema de Drenaje en el tramo Colegio Técnico – San Francisco- Baidambú del Camino 1-19-030, (ENT.N.2) PALMARES, COLE.FDO.VOLI LAGUNAS, (ENT.N.2) PARQUE S. VIAL	€1,187,397,807.12	€1,187,397,807.12	€0.00
II	12	PRVC-II-174-LPI-O-2022	Guanacaste	Colorado	Colorado	5-07-084	Mejoramiento del Sistema de Drenaje, colocación de base y Tratamiento Superficial Bituminoso (TSB-3) del Camino 5-07-084 (ENT.N.601) Colorado Centro a Muelle Conchal (fin de camino)	€140,033,283.59	€140,033,283.59	€0.00
III	12	PRVC-II-174-LPI-O-2022	San José	Desamparados	Frailes	1-03-036	Mejoramiento del sistema de drenaje y superficie de ruedo en el camino 1-03-036 Frailes	€654,690,555.13	€747,173,317.93	€92,482,762.80
III	12	PRVC-II-174-LPI-O-2022	Alajuela	Grecia	Puente Piedra	2-03-003 y 070	Rehabilitación de la estructura de pavimento y construcción de una capa de concreto asfáltico en caliente en 7,15 kilómetros de los caminos cantonales con códigos 2-03-003 y 2-03-070 De: (ENT.N.1) FANAL – Hasta: (ENT.N.118) El Poró, Puente Piedra, Grecia	€907,903,895.40	€907,903,895.40	€0.00
II	12	PRVC-II-174-LPI-O-2022	Guanacaste	La Cruz	La Cruz	5-10-022	Mejoramiento de Camino Vecinal Playa Rajada C5-10-022, De: el Jobo(Entronque Ruta Nacional 935 y Ruta Cantonal C5-10-003) A: Fin de Camino, Playa Rajada, Cantón de La Cruz	€397,485,650.85	€325,687,920.54	-€71,797,730.31

MUESTRA	PAQUETE	NÚMERO DE LICITACIÓN	PROVINCIA	CANTON	DISTRITO	CÓDIGO DEL CAMINO	DESCRIPCIÓN (NOMBRE DADO AL PROYECTO DURANTE LA PROPUESTA MUNICIPAL)	Costo Total del Proyecto Original Colones	Costo Total del Proyecto Ajustado por Cambio Climático Colones	Diferencia Colones
II	12	PRVC-II-174-LPI-O-2022	Puntarenas	Lepanto	Lepanto	6-01-261 y 072	Mejoramiento del Sistema de Drenaje, colocación de subbase, colocación de base, tratamiento superficial bituminoso de tres capas y carpeta asfáltica del Camino 6-01-366 De: (Ent.N.21) Pital (Entrada a la Concentida) A: Puente Río San Pedro	€372,549,129.26	€373,224,231.47	€675,102.21
III	12	PRVC-II-174-LPI-O-2022	Guanacaste	Liberia	Liberia	5-01-001 y 094	Mejoramiento del Sistema de drenaje y calzada de los caminos C5-01-001 De: (Ent. C5-01-184), Puente la Arena Hasta: (Ent. C5-01-094), Cruce Montañita y C5-01-094 De: (Ent. C5-01-001) Cruce Montañita, Hasta: (Ent. RN 01), longitud 6.63 km	€584,666,192.62	€584,666,192.62	€0.00
II	12	PRVC-II-174-LPI-O-2022	Alajuela	Palmares	La Granja / Zaragoza	2-07-061, 2-07-008, 2-07-012	Construcción de una carpeta asfáltica y cunetas en los caminos 2-07-061, 2-07-008 y 2-07-012. De: (ENT.C.024) hasta: (ENT.C.009) Calle Los Palomos (Calle Vargas, Zaragosa)	€320,324,953.72	€310,696,771.38	-€9,628,182.34
II	12	PRVC-II-174-LPI-O-2022	Puntarenas	Paquera	Paquera	6-01-019	Mejoramiento del Sistema de Drenaje, colocación de subbase, colocación de base y tratamiento superficial bituminoso del Camino 6-01-024 De: (Ent.N.160) Santa Cecilia, A: Escuela San Rafael.	€403,099,413.46	€332,214,962.45	-€70,884,451.01
II	12	PRVC-II-174-LPI-O-2022	Heredia	San Pablo		4-09-007, 4-09-012, 4-09-008 y 4-09-010	Mejoramiento de la superficie de ruedo y sistemas de drenaje de los caminos 4-09-007 DE: (ENT.N.112) LAS CRUCES-PARQUE A: (ENT.C.9Y12) CALLE LA URUCA, 4-09-012 DE:(ENT.C.9) C.LA URUCA ABASTECEDOR A: FIN DE CAMINO RÍO BERMÚDEZ, 4-09-008 (ENT.C.12) CALLE URUCA A: (ENT.C.10) CALLE QUINTANA SUR, 4-09-010 DE: PTE. RÍO BERMÚDEZ CALLE VIEJA A: LMTE (S.PAB-S.DOMIN) CALLE LA VIGUI	€261,520,370.73	€261,520,370.73	€0.00
II	12	PRVC-II-174-LPI-O-2022	Heredia	San Rafael	Angeles	4-05-031	Mejoramiento del camino cantonal C 4-05-031 De: (Ent c.03) Calle El Tajo, Hasta: (Ent. N 502) Súper El Cometa, Cantón de San Rafael	€351,838,265.66	€351,838,265.66	€0.00
II	12	PRVC-II-174-LPI-O-2022	San José	Santa Ana	Santa Ana / Salitral	1-09-072	Mejoramiento de la superficie de ruedo y sistemas de drenaje del camino 01-09-072-00 DE: ENT Calle 01-09-066-00 HASTA: Límite cantonal Calle Chirracal	€234,838,484.79	€249,129,716.66	€14,291,231.87
III	12	PRVC-II-174-LPI-O-2022	Heredia	Santo Domingo	San Vicente	4-03-023 y 097	Mejoramiento de obras de drenaje y superficie de ruedo para el camino código: 4-03-023, Santo Domingo – La Vigui	€375,510,928.48	€375,510,928.48	€0.00
III	22	PRVC-II-218-LPI-O-2023	Puntarenas	Corredores	Laurel	6-10-070	Sustitución de puente existente sobre El Canal Sin Nombre en el camino 6-10-070 (Ent. N.238) Naranjo a (Ent.N.608) Tamarindo, en la comunidad de Tamarindo.	€83,713,485.47	€83,713,485.47	€0.00

MUESTRA	PAQUETE	NÚMERO DE LICITACIÓN	PROVINCIA	CANTON	DISTRITO	CÓDIGO DEL CAMINO	DESCRIPCIÓN (NOMBRE DADO AL PROYECTO DURANTE LA PROPUESTA MUNICIPAL)	Costo Total del Proyecto Original Colones	Costo Total del Proyecto Ajustado por Cambio Climático Colones	Diferencia Colones
II	22	PRVC-II-218-LPI-0-2023	Puntarenas	Corredores	Laurel	6-10-070	Mejoramiento de la superficie de ruedo mediante colocación de concreto asfáltico del Camino 6-10-070 de (Ent. N.238) Naranjo a (Ent.N.608) Tamarindo	€368,053,816.54	€368,053,816.54	€0.00
II	22	PRVC-II-218-LPI-0-2023	Puntarenas	Golfito	Conte	6-07-007	Rehabilitación del Sistema de Drenajes, Colocación de Subbase, Base y Aplicación de Tratamiento Superficial Bituminoso Múltiple (TSB 3) del Camino (Ent.N.611) Cruce de Conte – Puente Rio Conte (Limite con Corredores). Código 6-07-007	€649,238,965.16	€649,238,965.16	€0.00
II	22	PRVC-II-218-LPI-0-2023	Puntarenas	Golfito	Pavón	6-07-060	Rehabilitación del sistema de drenaje, colocación de sub base granular, colocación de base de agregados pétreos y colocación de capa de concreto asfáltico en el Camino C. 6-07-060 (ENT. C. 6) Entrada Barrio Langostino – La Manopla	€404,073,479.88	€404,073,479.88	€0.00
III	22	PRVC-II-218-LPI-0-2023	Puntarenas	Osa	Piedras Blancas	6-05-014	Mejoramiento del sistema de drenaje y de la estructura de pavimento con la colocación de material granular y carpeta asfáltica del camino 6-05-014 (ENT.N.2) VENECIA, ENTRADA A SANTA ROSA - (ENT.C.163) SANTA ROSA, IGLESIA.	€330,841,484.41	€330,841,484.41	€0.00
III	22	PRVC-II-218-LPI-0-2023	Puntarenas	Osa	Bahía Ballena	6-05-027	Mejoramiento del sistema de drenaje y de la estructura de pavimento con la colocación de material granular y carpeta asfáltica en el camino 6-05-027 (ENT.N.34) UVITA, CONTIGUO CENTRO COMERCIAL EL DOMO - FIN DE CAMINO PLAYA BAHIA, CASETA MINAET con la colocación	€317,633,920.70	€317,633,920.70	€0.00

Anexo 2 – Base de datos de ajustes durante la etapa de ejecución

Beneficio Obtenido	% del contrato original	Monto asociado (USD)	Cantidad	Ítem principal asociado	Justificación técnica de la intervención (Resiliencia ante el cambio climático)	error en los datos	% de variación	Monto contractual final (USD)	FECHA VARIACION O DE CADA VARIACION	Variación contractual (USD)	FECHA CONTRATO	Monto contractual original (USD)	Proyecto	Lote	Paquete	Contratación
--------------------	-------------------------	----------------------	----------	-------------------------	---	--------------------	----------------	-------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------	----------------	----------------------------------	----------	------	---------	--------------

La intervención mejora la funcionalidad de la vía al reducir el riesgo de anegamiento durante eventos de lluvia intensa , garantizando el tránsito vehicular y el transporte de cargas en condiciones climáticas adversas. Asimismo, contribuye a la continuidad operativa de la red vial cantonal y nacional, mejora la seguridad de los usuarios y	La mejora elimina puntos críticos evitando la acumulación de agua , asegurando la funcionalidad y seguridad de la vía durante todo el año, incluso bajo condiciones climáticas adversas, y fortaleciendo la resiliencia de la infraestructura vial.	La mejora elimina puntos críticos de posible socavación , asegurando la funcionalidad y seguridad de la vía durante todo el año, incluso bajo condiciones climáticas adversas,	
2.12%	10.02%	1.23%	
\$ 39,576.74	\$ 98,389.69	\$ 12,407.95	La intervención mejora la funcionalidad de la vía al reducir el riesgo de anegamiento durante eventos de lluvia intensa, garantizando el tránsito vehicular y el transporte de cargas en condiciones climáticas adversas. Asimismo, contribuye a la continuidad operativa de la red vial cantonal y nacional, mejora la seguridad de los usuarios y
1134	3881.25	185	No se varió el monto del contrato
Préstamo Selecto	Préstamo Selecto	Cordón cuneta	Préstamo Selecto
En atención a los daños ocasionados por el huracán Rafael en noviembre del 2024, durante la ejecución se tuvo que reparar la superficie existente y aumentar la cantidad de canal revestido para proteger el camino construírse, mediante un	Colocar esta capa de material de préstamo selecto garantiza mejorar la evacuación de aguas pluviales aumentando la sección hidráulica de las cunetas, permitiendo solventar la problemática por eventos climatológicos que	Es necesario captar y conducir las aguas provenientes de la carpeta asfáltica en un tramo no incluido en la construcción de cuneta revestida en	Se incrementó el nivel de la rasante terminada mediante material de préstamo selecto con el objetivo de disminuir el riesgo de inundación y mejorar la capacidad de adaptación de la vía frente a lluvias de alta intensidad.
0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
15%	11%	3%	0%
\$ 1,868,129.40	\$ 982,370.33	\$ 1,012,068.28	\$ 639,928.63
4/12/2025	8/14/2025	11/13/2025	
\$ 236,575.34	\$ 98,389.69	\$ 29,697.95	\$ -
11/27/2024	11/27/2024	11/27/2024	8/21/2024
\$ 1,631,554.06	\$ 883,980.64	\$ 982,370.33	\$ 639,928.63
Rehabilitación del Sistema de Drenajes, Colocación de Sub base, Base y Aplicación de Tratamiento Superficial Bituminoso Múltiple (TSB 3) del Camino (Ent. N.611) Cruce de Conte – Puente Río Conte (Límite con Corredores). Código 6-07-007	Mejoramiento de la superficie de ruedo mediante colocación de concreto asfáltico del Camino 6-10-070 de (Ent. N.238) Nariño a (Ent.N.608) Tamarindo	Mejoramiento de la superficie de ruedo mediante colocación de concreto asfáltico del Camino 6-10-070 de (Ent. N.238) Nariño a (Ent.N.608) Tamarindo	Mejoramiento del Sistema de Drenaje , colocación de subbase, colocación de base, tratamiento superficial bituminoso de tres capas y carpeta asfáltica del Camino 6-01-366 De: (Ent.N.21) Pital (Entrada a la Concecrida) A: Puente Río San Pedro
N/A	N/A	N/A	1
22	22	22	12
PRVC-II-218-LPI-O-2023	PRVC-II-218-LPI-O-2023	PRVC-II-218-LPI-O-2023	PRVC-II-174-LPI-O-2022

	Esta mejora protege la inversión realizada al permitir un control adecuado de los caudales de mayor intensidad durante la época lluviosa, reduciendo el riesgo de daños por inundación y socavación . Asimismo, salvaguarda la integridad del paquete de pavimentos recientemente construido y garantiza la continuidad y seguridad de la vialidad para los usuarios durante todo el	Las ventajas que tiene las mejoras del camino permite una mayor resistencia a inundaciones, previene daños así como mayor seguridad para los usuarios. En caso de emergencias, una carretera elevada facilita el acceso a los servicios de emergencia en las zonas afectadas.	Esta mejora fortalece la protección de las obras al incrementar la estabilidad hidráulica y estructural del sistema, permitiendo disipar de forma más eficiente la energía de los flujos durante eventos meteorológicos de alta intensidad. Con ello, se reduce significativamente el riesgo de erosión, socavación y daños a las estructuras asociadas , protegiendo la inversión realizada y asegurando la funcionalidad y seguridad de la infraestructura vial a lo largo de toda su vida útil
15.58%		7.86%	2.19%
\$ 80,000.00	\$ 196,660.73	\$ 16,720.51	
130 m	7270 m3	25 m2	
Tubería de Concreto	Préstamo Selecto	Escollera de concreto,	
Se incrementó la capacidad hidráulica de los pasos de alcantarilla incluidos en el contrato, tras evidenciarse que los diseños originales no contemplaban la totalidad de los aportes hidráulicos ni los efectos del cambio climático. La modelación hidráulica actualizada	La construcción de una estructura de pavimento en una zona sujeta a ciclos de inundaciones-sacado implica una serie de riegos que pueden comprometerse la seguridad vial, aumentar los costos de mantenimiento y reducir la vida útil del camino.	Fue necesario incrementar las dimensiones de la escollera respecto a lo originalmente previsto, debido a que, durante un evento meteorológico de alta intensidad ocurrido en la etapa de construcción, se evidenció que la solución inicial resultaba insuficiente para garantizar la adecuada protección de las obras, además de mejorar la canalización de aguas de escorrentía superficial presente	
0.00%	-3.16%	0.00%	
18%	8%	12%	
\$ 513,625.18	\$ 2,779,109.52	\$ 762,593.26	
11/4/2025	2/5/2025	11/18/2024	
\$ 80,000.00	\$ 196,660.73	\$ 80,392.59	
4/8/2024	4/8/2024	10/30/2023	
\$ 433,625.18	\$ 2,503,266.51	\$ 682,200.67	
Mejoramiento del Sistema de Drenaje , colocación de subbase, colocación de base y tratamiento superficial bituminoso del Camino 6-01-024 De: (Ent. N. 160) Santa Cecilia, A. Escuela San Rafael.	Mejoramiento del Sistema de drenaje y calzada de los caminos C5-01-001 De: (Ent. C5-01-184), Puente la Arena Hasta: (Ent. C5-01-094), Cruce Montañita y C5-01-094 De: (Ent. C5-01-001) Cruce Montañita, Hasta: (Ent. RN 01), longitud 6.63 km, del cantón de Liberia, Guanacaste	Construcción de Puente Vehicular sobre Río Santa Ana, Código C5-05-030-03, Camino La Juanilama, Distrito de Belén, Cantón de Carrillo"	
1	1	N/A	
12	12	17	
PRVC-II-174-LP-I-O-2022	PRVC-II-174-LP-I-O-2022	PRVC-II-201-CP-O-2022	

	Al incluir los ítem de cuneta revestida y entradas a garajes para la construcción de estructuras de concreto que canalizan las aguas, protegen la inversión realizada además, facilita a los vecinos el ingreso a sus propiedades son disminuir la capacidad hidráulica de la cuneta.	Este camino por su cercanía al parque nacional Volcán Arenal y todos sus atractivos turísticos alrededor de este, así como la conectividad que permite al turismo nacional e internacional visitar otros puntos de atracción natural entre la Fortuna y la zona Norte del país mediante la vía RN04, requiere que esta vía cuente con todas las garantías de calidad y seguridad, sumando las solicitudes de la comunidad en atender temas de seguridad vial.	Que exista una conexión entre los pueblos de Río Celeste , Katira y Guatuso centro permitirá un mayor desarrollo social y económico del sector, potenciando mas el ecoturismo y siendo mejor atracción para turista nacionales e internacionales.
	0	11.78%	14.47%
	0	\$170,676.04	\$183,158.52
	0.00%	27.50 m	840 m2
Canal Revestido tipo IV	Tubería de concreto	Canal revestido tipo IV, concreto hidráulico	
Se realizó el ajuste en donde se incluyeron los ítems de cuneta revestida y entradas a garajes para construir estructuras de concreto que canalicen las aguas de mejor manera , protegiendo la inversión realizada evitando la socavación de los materiales colocados	Fue necesario ya que los caminos son importantes a lo largo del año, estas vías cuentan con pendientes longitudinales altas ya que se encuentran en una montaña, sumando a esto la tiene sits precipitaciones constantes a lo largo del año.	Este camino por su cercanía al Parque Nacional Volcán Tenorio, se vuelve una conexión de alta importancia entre el PNY la Ruta 4 Corredor Noratlántico, como resultado de reuniones con los vecinos, la municipalidad y equipo técnico se tomó la decisión de buscar fondos para completar	
0.00%	-5.97%	0.00%	
0%	10%	12%	
\$ 569,913.26	\$ 3,918,031.61	\$ 2,367,735.00	
1/30/2020	5/13/2025	2/18/2025	
\$ -	\$ 326,497.64	\$ 260,427.73	
7/21/2019	6/10/2024	5/17/2024	
\$ 569,913.26	\$ 3,389,221.74	\$ 2,107,307.20	
Mejoramiento del camino cantonal 5-04-017, de Escuela Peñije (Ent. RN 01) hasta: Cruce Zanja del Barro, Canton de Bagaces	Rehabilitación del sistema de drenaje y construcción de una carpeta asfáltica entre las estaciones 3+150 a 8+500, del camino 2-10-064, De: Ent R.4 Santo Domingo (Monterrey) A: Lim. Prov Alajuela/ Guanacaste, Sangregado, ent C.182 Y las estaciones 0+150 a +850 del camino 2-10-463 De: Ent C.64 Cruce a las Torre (1,7 km C.88), A: Fin Camino, finca Claudio Esquivel, Distrito Monterrey	Mejoramiento del camino cantonal 2-15-101 en 5,785 km de la totalidad del camino (La Florida) Desde: (Ent. RN04) Katira Hasta: (Ent. C025, C102, C104) Cruce de Río Celeste, cantón de Guatuso Alajuela.	
N/A	2	3	
1	10	10	
PRVC-II-01-LPI-O-2018	PRVC-II-172-LPI-O-2023	PRVC-II-172-LPI-O-2023	

Al mejorar la conectividad, se mejorará la conectividad se busca también mejorar la productividad reduciendo la pobreza, buscando la conexión de la población a servicios públicos y sociales.	Son necesarios para complementar la propuesta original, considerando que atienden al interés y necesidades de la comunidad como la conectividad y la movilidad segura, mejorando el desarrollo de las actividades económicas del lugar.	Lo que se pretende es garantizar la protección del terreno margen derecho, aguas abajo, impidiendo la exposición del bastión derecho ante la reacción de "remolinos" que socaven el talud y con ella la base del Bastión, además evitar posibles repercusiones sociales que representen los cambios de condiciones del entorno de los vecinos.
14.47%	5.25%	6.28%
\$77,269.21	CRC 216,052,956.70	\$67,500.86
-451.27	1,413.00 m3	1 Gl
Préstamo Selecto	Excavación para otras estructuras, alcantarillas y obras de arte	Protección de talud, margen derecho, aguas abajo
La experiencia de caminos aledaños que su superficie de rodamiento fue construida con un tratamiento superficial bituminoso ha demostrado que si consideran las condiciones climáticas y el tránsito de vehículos transportadoras de leche, si deterioro se	Fue necesario incluir el ítem de excavación y obras de arte (CR 209,01 B), es necesario para llevar a cabo la colocación de tubería de 2130 mm de diámetro. Es necesario por su importancia en la conectividad adecuada	Según el diseño, para la construcción del puente, se requiere modificar la topografía de la zona del margen derecho. El terreno no se encontraba expuesto dado que el antiguo puente presentaba una longitud menor a la diseñada. Debido a esto se presenta un
0.00%	0.00%	0.00%
12%	11%	6%
\$ 2,367,735.00	\$ 1,842,165.20	\$ 1,180,617.70
2/18/2025	6/17/2020	2/21/2025
\$ 260,427.73	\$ 185,837.48	\$ 67,500.86
5/17/2024	3/23/2020	2/28/2023
\$ 2,107,307.20	\$ 1,656,327.72	\$ 1,113,116.84
Mejoramiento de la interconectividad cantonal entre Zarceiro y Ruta Nacional Sifón – La Abundancia, mediante la colocación de un Tratamiento Superficial Bituminoso Triple y rehabilitación de la estructura de drenaje en 4,5 km de camino. (De: Est. 1+590 A: Est. 3+130 Camino 2-11-005 " Calle Pérez" ; y De: Est. 0+000 A: Est. 2+960 Camino 2-11-	Mejoramiento del camino 6-08-012 (Ent.N.617) La Ceiba-Sabalito a Limite Costa Rica - Panamá, distrito Sabalito, Cantón Coto Brus, provincia Puntarenas	Sustitución de puente sobre Río María Aguilar, Barrio La Gloria en el límite distrital Zapote-San Francisco Código del camino 01-01-086-00, (Ent. R.204 Zapote a Entr. R.211 San Francisco). Conocida como ruta de Travesía Zapote - San Francisco, cantón de San José
3	N/A	N/A
10	4	24
PRVC-II-172-LP-I-O-2023	PRVC-II-60-LP-I-O-2019	PRVC-II-147-CP-O-2021

Anexo 3 – Registro fotográfico de las intervenciones

Este anexo presenta un registro fotográfico que ilustra intervenciones asociadas a la resiliencia antes y después de las obras, incluyendo pavimentación, drenaje, aceras y estabilización de taludes. Las imágenes son ilustrativas y no constituyen una muestra estadística.

El primer tramo documentado corresponde al siguiente proyecto del Programa:

Contrato (SEPA)	PRVC-II-61-LPI-O-2019
Identificador	Paquete 05-06
Descripción del contrato	Rehabilitación del sistema de drenaje y mejoramiento de la superficie de ruede, con capa asfáltica, en una longitud de 2,8 km, del camino C-03-05-017, de (Ent. N.10) Alto de La Victoria hasta (Ent. N.230) El Poró.
Cantón	Turrialba
	
Antes: superficie en lastre, sin obras de drenaje ni protección del talud lateral.	Después: vía pavimentada con cuneta revestida, cordón de caño, acera y borde estabilizado.

El segundo tramo documentado corresponde a la sustitución de un puente, intervención en la que la resiliencia se materializa tanto en la nueva estructura como en las obras hidráulicas y de protección contra socavación asociadas:

Contrato (SEPA)	PRVC-II-151-CP-O-2021
Identificador	Paquete 16 -03
Descripción del contrato	Sustitución del Puente Vehicular sobre el Río Ipís, Zetillal. Camino 1-08-146-00, de Calles Urbanas Cuadrantes – Barrio Vista de Monte. Código de puente 1-08-146-01.



Antes: aproximación y puente anterior sobre el río Ipís (camino C-153), de sección angosta y sin obras de protección hidráulica.



Después: nuevo tablero con acera, franja podotáctil, cordón y barreras de seguridad.



Cauce encauzado bajo el nuevo puente, con sección hidráulica ampliada para el paso de crecidas.



Protección contra socavación en la margen del río, con obra de disipación a la salida del paso.

El tercer tramo documentado corresponde a un proyecto en zona rural del cantón de San Carlos, donde la resiliencia se materializa en la pavimentación de un camino antes en lastre y en la construcción de obras de drenaje y cunetas revestidas que protegen la plataforma frente a la escorrentía y la saturación de la vía:

Contrato (SEPA)	PRVC-II-172-LPI-O-2022
Identificador	Paquete 10 -L02-02
Descripción del contrato	Rehabilitación del sistema de drenaje y construcción de una carpeta asfáltica entre las estaciones 3+150 a 8+500, del camino 2-10-064, de Ent. R.4, Santo Domingo (Monterrey), A: Lím. Prov. Alajuela / Guanacaste, Sangregado, Ent. C.182, y las estaciones 0+150 a 0+850 del camino 2-10-463, De: Ent. C.64, Cruce a la Torre (1,7km C.88), A: Fin Camino, finca Claudio Esquivel, distrito de Monterrey.
Cantón	San Carlos
	
Vía pavimentada con carpeta asfáltica y cunetas revestidas en concreto.	Tramo en ladera con plataforma asfaltada, cunetas revestidas a ambos lados y protección del borde de la vía.

Anexo 4 – Consulta a gobiernos locales sobre resiliencia climática

Como complemento al análisis documental y presupuestario, se realizó una consulta a gobiernos locales para recoger su percepción sobre los beneficios de resiliencia climática de las obras del Segundo Programa de la Red Vial Cantonal y las barreras para replicarlas con recursos propios. El formulario, aplicado durante el evento de cierre del Programa en abril de 2026, recibió 63 respuestas. No fue diseñado como una encuesta representativa ni como una evaluación causal, por lo que sus resultados deben interpretarse como evidencia perceptual de cierre.

La valoración fue mayoritariamente positiva. Ningún participante indicó que las obras no hubieran mejorado la resiliencia del cantón. El 68% reportó mejoras significativas o muy significativas y el 87% al menos una mejora moderada.

Los beneficios señalados se concentraron en la gestión del agua y la continuidad de la infraestructura durante la temporada lluviosa. Las mejoras más mencionadas fueron una mejor evacuación de aguas mediante drenajes o alcantarillas (38 respuestas), menor incidencia de inundaciones (30), menor deterioro de las vías (27), reducción de cierres o interrupciones (22) y mayor estabilidad de taludes o terraplenes (17). Los 29 comentarios abiertos aportaron ejemplos relacionados con puentes, drenajes, cunetas, canalización de aguas, estabilización de taludes y asfaltado, asociados con mayor transitabilidad, seguridad y acceso a comunidades.

La principal barrera para replicar estas mejoras fue la falta de recursos financieros o la competencia con otras prioridades municipales (57 respuestas), seguida por carencias de estudios y planificación (46), limitaciones administrativas (44) y falta de capacidad técnica (24). En conjunto, los resultados sugieren que los gobiernos locales reconocen los beneficios de las obras resilientes, pero enfrentan restricciones importantes para incorporarlas sistemáticamente en sus proyectos.

Para explorar más publicaciones del BID, visite:

<https://publications.iadb.org/es>

Copyright © 2026 Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Esta obra se encuentra sujeta a una Licencia Internacional Pública de Atribución/Reconocimiento 4.0 de Creative Commons CC BY 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode.es>). Se deberá cumplir los términos y condiciones señalados en el enlace URL y otorgar el respectivo reconocimiento al BID.

Todas las disputas que surjan en relación con esta licencia y que no puedan resolverse de manera amistosa se resolverán de acuerdo con el siguiente procedimiento. Mediante una notificación de mediación comunicada por medios razonables por usted o el licenciante a la otra parte, la disputa será sometida a mediación no vinculante de conformidad con el Reglamento de Mediación de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI). Cualquier disputa que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil Internacional (CNUDMI). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo, y el uso del logotipo del BID no están autorizados por esta licencia y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones que forman parte integral de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta obra son exclusivamente de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del BID, su Directorio Ejecutivo ni de los países que representan.

