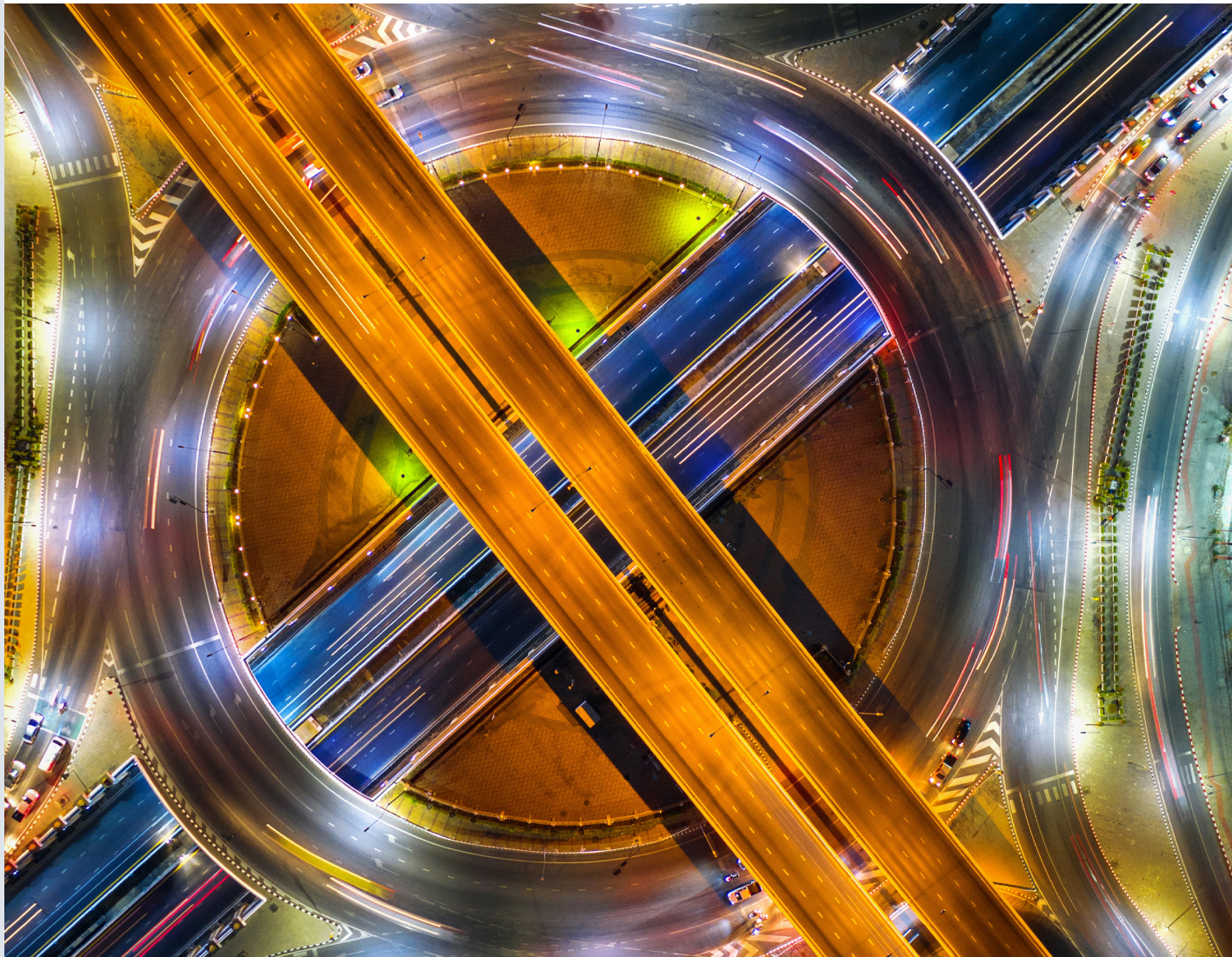


GUÍA PRÁCTICA REFERENCE CLASS FORECASTING (RCF)

**Metodología para Proyectos de Infraestructura
de Transporte en Brasil**



Iniciativa implementada por la Cooperación Alemana para el Desarrollo Sostenible, a través de Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), en conjunto con el Tribunal de Cuentas de la Unión (TCU-Brasil) y la Organización Latinoamericana y del Caribe de Entidades Fiscalizadoras Superiores (OLACEFS), en el marco del Proyecto Regional Fortalecimiento del Control Financiero Externo para Prevenir y Combatir Efectivamente la Corrupción.

Elaborado por:

Oxford Global Projects UK Limited
John Eccles House Robert Robinson Avenue Oxford Science Park Oxford
Reino Unido
OX4 4GP
info@oxfordglobalprojects.com

Elaborado para:

Tribunal de Contas da União
SAFS Quadra 4, Lote 1
Brasília - DF - CEP 70042-900
+55 (61) 3527-7222
serint@tcu.gov.br

*Deutsche Gesellschaft für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH*
SCN quadra 01, Bloco C, Sala 1501
Ed. Brasília, Trade Center
70711-902 Brasília, Brasil
giz-brasilien@giz.de

Información legal

Las ideas expresadas en esta publicación representan la opinión de sus autores y su información no puede atribuirse a organismos o entidades gubernamentales, al Tribunal de Cuentas de la Unión (TCU-Brasil), a la Organización Latinoamericana y del Caribe de Entidades Fiscalizadoras Superiores (OLACEFS) o sus miembros, o a la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Se permite la duplicación o reproducción de la totalidad o parte de este informe y/o distribución con fines no comerciales, siempre que no se modifique su contenido y se cite como fuente de información el Proyecto Regional "Fortalecimiento del Control Financiero Externo para la Prevención y Combate Eficaz de la Corrupción." Para usos comerciales, incluida la duplicación, reproducción o distribución total y/o parcial de este estudio, se requiere el consentimiento por escrito del TCU y de la GIZ.

Guía Práctica sobre la metodología de Reference Class Forecasting (RCF) • Proyecto Regional Fortalecimiento del Control Financiero Externo para la Prevención y Combate Eficaz de la Corrupción • Octubre/2023 • Brasil

1. Control Externo
2. Anticorrupción
3. Infraestructura
4. Obras públicas
5. Sector de transportes
6. Viabilidad
7. Sesgo de optimismo
8. Tergiversación estratégica

Más informaciones acerca del Proyecto Viabilidad en Foco:



Proyectos Globales Oxford

Andreas Leed

Dirk Pöker

Emma Schubart

Alexander Budzier

Octubre/2023¹

¹ Revisión técnica David C. R. P. Grubba, Rodrigo Almeida Motta, Rafaela Soares Pimentel Farias y Katrina Narguis

Índice

| | |
|--|----|
| Resumen Ejecutivo | 1 |
| 1. Introducción | 2 |
| 2. Alcance del proyecto | 4 |
| 3. Metodología | 5 |
| 3.1 Reference Class Forecast | 5 |
| 3.2 Ajuste por inflación y conversión de moneda | 6 |
| 3.3 Análisis estadístico | 7 |
| 4. Datos | 7 |
| 4.1 Introducción a los Datos | 8 |
| 4.2 Desafíos | 10 |
| 4.3 Cálculo de métricas de desempeño | 13 |
| 5. Análisis | 15 |
| 5.1 Sobrecostos | 15 |
| 5.1.1 Estadística descriptiva | 15 |
| 5.1.2 Pruebas estadísticas | 18 |
| 5.2 Rebasamiento del cronograma | 18 |
| 5.2.1 Estadística descriptiva | 18 |
| 5.2.2 Pruebas estadísticas | 21 |
| 5.3 Costo por kilómetro de carril | 22 |
| 5.3.1 Estadística descriptiva | 22 |
| 5.4 Conjunto de datos ferroviarios brasileños consolidado | 24 |
| 6. Resultados | 26 |
| 6.1 Sobrecostos | 29 |
| 6.2 Rebasamiento del cronograma | 31 |
| 6.3 Costo unitario | 33 |
| 7. Guía sobre cómo utilizar los RCF | 35 |
| 7.1 Teoría | 35 |
| 1. Identificar una clase de referencia relevante | 37 |
| 2. Establecer una distribución de probabilidad para la clase de referencia | 38 |
| 3. Hacer el pronóstico | 39 |
| 7.2 Integración del RCF con técnicas de estimación de riesgos ascendente | 40 |
| 8. Recomendaciones | 41 |
| 8.1 Calidad y transparencia de los datos | 41 |
| 8.2 Emplear reference class forecasting | 43 |

RESUMEN EJECUTIVO

Este informe proporciona puntos de referencia de alto nivel sobre los costos y los plazos de los proyectos de infraestructura brasileños en relación con proyectos similares en otros países. Investiga si existen diferencias significativas en el costo de la infraestructura y los rebasamientos del cronograma entre Brasil y otros países. Estos resultados cuantificados de costo y cronograma se pueden utilizar en la evaluación del proyecto y para pronosticar los costos, plazos y riesgos asociados con el desarrollo de la infraestructura.

El propósito de este informe es analizar y comparar el desempeño brasileño con la distribución general de los proyectos internacionales. Los hallazgos se pueden utilizar para motivar y guiar la investigación adicional y la investigación sobre el desempeño del proyecto de infraestructura brasileño y sus impulsores. El informe identifica diferencias en el desempeño de costos, pero no busca explicar las diferencias observadas. Se han analizado los sobrecostos, los rebasamientos del cronograma y los costos unitarios de los proyectos de carreteras, ferrocarriles, puentes y túneles en Brasil. Las informaciones se derivan de dos conjuntos de datos diferentes que fueron obtenidos por el Tribunal de Cuentas de la Unión (TCU-Brasil), sobre la base de la información puesta a disposición por los organismos gubernamentales brasileños de los sectores del transporte responsables de las obras públicas en carretera y ferrocarril. Los datos se compararon con otros proyectos internacionales derivados de la base de datos de Oxford Global Projects (OGP).

Al comparar los datos brasileños con un punto de referencia internacional, Brasil parece haber tenido un desempeño significativamente peor en términos de rebasamiento del cronograma. En términos de sobrecosto, encontramos que Brasil tuvo un peor desempeño que los países europeos, norteamericanos y oceánicos, pero mejor que otros países sudamericanos. Tenga en cuenta que esta no es una comparación uno a uno, ya que los datos brasileños consisten en paquetes de contratos de construcción (es decir, costo parcial del proyecto), mientras que los datos de OGP se miden a nivel de proyecto (es decir, costo total del proyecto). Debido a las diferencias en los conjuntos de datos, así como a las limitaciones encontradas en el conjunto de datos brasileño, las conclusiones de la comparación no son sólidas.

El informe concluye que los conjuntos de datos recopilados en Brasil tienen limitaciones considerables debido a cuestiones sistemáticas de transparencia y detalle, ya que se agrupan por contrato y no por proyecto. Por lo tanto, cualquier análisis de costos y duraciones basado en estos datos debe interpretarse con precaución. El informe también hace varias recomendaciones sobre cómo abordar estas cuestiones y sugiere el uso de datos internacionales para la evaluación comparativa y el pronóstico de clase de referencia (reference class forecasting, RCF en Inglés), hasta que se hayan abordado las limitaciones actuales.

1. INTRODUCCIÓN

Las inversiones en infraestructura pública son importantes para el crecimiento económico potencial y la productividad. Pueden proporcionar efectos indirectos positivos significativos en la economía y pueden ayudar en el alivio de la pobreza y la reducción de la desigualdad en la distribución del ingreso. Por lo tanto, generalmente se considera una herramienta importante en la caja de herramientas de políticas de un país.

Pero este efecto positivo puede anularse si los proyectos de inversión superan el presupuesto y/o el cronograma. Si los costos son significativamente más altos de lo previsto inicialmente, el análisis de costo-beneficio podría cambiar a un beneficio neto negativo. De hecho, la investigación realizada por Flyvbjerg et al. (2003)² ha demostrado que los proyectos de inversión a menudo experimentan sobrecostos y retrasos en la finalización, y que, por lo tanto, se ha cuestionado la contribución positiva de los proyectos de infraestructura.

El caso brasileño no es excepcional en este aspecto. La investigación sugiere que alrededor del 70% de los proyectos de construcción en Brasil superaron su presupuesto, y uno de cada cinco de ellos tuvo un rebasamiento presupuestario de más del 25% en comparación con el acuerdo inicial.³ Las causas de tales sobrecostos y rebasamientos del cronograma pueden ser numerosas, incluidas estimaciones de costos inexactas, modificaciones de diseño, cambios de cantidad, modificaciones contractuales, interferencia política, inflación, factores ambientales o incluso comportamiento malicioso como fraude y corrupción. A menudo no es posible precisar la razón exacta del incumplimiento de los costos inicialmente acordados, lo que enfatiza la dificultad de realizar una estimación precisa de los costos en primer lugar.

En general, sin embargo, podemos identificar dos categorías principales para las causas de los excesos: (1) sesgo de optimismo en la fase de planificación, (2) tergiversación estratégica.

Mientras que la primera categoría de causas es común y trasciende el género, la etnia, la nacionalidad, la experiencia y la edad,⁴ la segunda parece desempeñar un papel particularmente importante en el mercado brasileño. Según el Barómetro Global de la Corrupción 2019 de Transparencia Internacional sobre América Latina y el Caribe (ALC), la mayoría de los ciudadanos de la región cree que la corrupción en su país ha aumentado en los últimos 12 meses. Solo el 21% de las personas en la región de ALC tienen confianza en su gobierno, y el 65% piensa que el gobierno de su país está dirigido por intereses privados y solo sirve a segmentos seleccionados de la sociedad.

² Flyvbjerg B, Bruzelius N y Rothengatter W (2003) Megaproyectos y riesgo. Cambridge University Press, Cambridge, UK

³ França, Alda & Haddad, Assed. (2018). Causas del sobrecosto de los proyectos de construcción en Brasil. Revista Internacional de Tecnología de Ingeniería de Construcción Sostenible

⁴ O'Sullivan, Owen P. (2015). La base neuronal de mirar siempre el lado positivo. Diálogos en Filosofía, Ciencias Mentales y Neuro

Una forma de eliminar el sesgo de optimismo y la tergiversación estratégica en la planificación de proyectos es adoptar métodos de pronóstico descendente que dependan de datos históricos, como el Reference Class Forecasting (RCF). Las teorías detrás de RCF fueron desarrolladas por Daniel Kahneman y Amos Tversky. Encontraron que el juicio humano es generalmente optimista debido al exceso de confianza y la consideración insuficiente de la información distributiva sobre los resultados. Cuando las personas tratan de estimar los resultados del proyecto, los costos, los tiempos de finalización y los riesgos a menudo se subestiman, mientras que los beneficios tienden a sobreestimarse. Tal error es causado por tomar una “visión interna,” donde la atención se encuentra en el proyecto planeado específico, en lugar de en los resultados históricos reales de proyectos anteriores similares.

El RCF adopta un enfoque descendente que se basa en la “visión exterior” de proyectos similares anteriores. Genera estimaciones de costos y tiempos que se basan en datos históricos, tienen en cuenta la subestimación sistemática del sobrecosto y de rebasamiento del cronograma en los proyectos y corresponde a niveles aceptados de certidumbre. Por lo tanto, el RCF contribuye a mejorar los pronósticos y contribuye a mejorar las previsiones reduciendo el sesgo de las estimaciones, y teniendo en cuenta la propensión al riesgo de los responsables de la toma de decisiones. El método ha sido ampliamente y con éxito puesto en práctica por gobiernos europeos incluso el Reino Unido y endosado por varios países.

Este documento cubre la consultoría técnica realizada por Oxford Global Projects (OGP) para analizar los costos históricos, las duraciones, los sobrecostos y los rebasamientos del cronograma de las obras viales y ferroviarias brasileñas (incluidas las pasarelas, puentes, carreteras, túneles y viaductos relacionados) y desarrollar material de orientación para usar reference class forecasting. Este trabajo puede ser utilizado además como referencia para el desarrollo del método en otras Entidades Fiscalizadoras Superiores miembros de la OLACEFS.

El estudio comienza por una visión general de los métodos utilizados y la teoría detrás de ellos. Luego continúa describiendo los datos utilizados para el análisis. Posteriormente se presentan los resultados del análisis y se extraen las conclusiones correspondientes. El informe termina con recomendaciones para mejorar y estimular la investigación futura.

2. ALCANCE DEL PROYECTO

Las Entidades Fiscalizadoras Superiores (EFS) pueden contribuir a mejorar la transparencia de la administración pública, visibilizar los riesgos y crear controles internos sólidos y efectivos para contribuir a la prevención de la corrupción. La Organización Latinoamericana y del Caribe de Entidades Fiscalizadoras Superiores (OLACEFS) es un organismo internacional, autónomo, independiente, no partidista y permanente que ha servido desde 1963 como foro para promover el intercambio de conocimientos relacionados con la auditoría y el control externo del gobierno, así como para fomentar las relaciones de cooperación y desarrollo de capacidades entre sus 22 miembros.

La Cooperación Alemana para el Desarrollo Sostenible, a través de *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit* (GIZ) GmbH, en conjunto con el Tribunal de Cuentas de la Unión (TCU-Brasil) y la Organización Latinoamericana y del Caribe de Entidades Fiscalizadoras Superiores (OLACEFS), han estado implementando el proyecto regional para el Fortalecimiento del Control Externo para la Prevención y Lucha Efectiva contra la Corrupción (“Proyecto”) desde mayo de 2021. Por encargo del Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de Alemania (BMZ), el Proyecto tiene como objetivo lograr una participación más activa de las Organizaciones de la Sociedad Civil (OSC) en los sistemas nacionales de lucha contra la corrupción, incluido el período actual de la pandemia de COVID-19.

Históricamente, los serios problemas de análisis de factibilidad técnica, económica y socioambiental en proyectos de infraestructura en los contextos brasileño, regional y global son bien conocidos. Y esta situación problemática sigue vigente, especialmente en lo que respecta a los aspectos económicos y socioambientales, debido a los mayores niveles de incertidumbre relacionados con ellos, como los procesos de expropiación y las medidas de mitigación o compensación por daños ambientales, que pueden ser necesarios para la implementación de un proyecto. Durante la ejecución de estos proyectos de infraestructura, por regla general, se observa lo siguiente: i) aumentos sustanciales en los costos inicialmente previstos; ii) grandes retrasos en los cronogramas de implementación; y iii) reducciones en los beneficios estimados originalmente.

Generalmente, estas situaciones, cuando son extremas, son las principales causas para la paralización de obras, y ponen en grave peligro la viabilidad de las iniciativas, haciéndolas, en muchos casos, inviables o menos factibles que otras alternativas que no fueron priorizadas.

Como tal, GIZ (bajo la coordinación técnica del Tribunal de Cuentas de la Unión (TCU-Brasil) ha contratado a Oxford Global Projects para llevar a cabo la tarea de consultoría, “Consultoría técnica para realizar un estudio sobre la aplicación del método “Reference Class Forecasting” en obras públicas del sector del transporte brasileño.” El objetivo de la consultoría es desarrollar un Informe Práctico con parámetros para la aplicación del método RCF para obras viarias y ferroviarias brasileñas (incluyendo enlaces fijos relacionados), que, junto con otros parámetros internacionales, pueda ser utilizado como referencia para el desarrollo del método en otros países miembros de la OLACEFS en caso de datos locales insuficientes. Al hacerlo, esta consultoría contribuye para mejorar la oferta de servicios de la OLACEFS, la participación activa de las EFS en los sistemas nacionales de lucha contra la corrupción, la participación de los actores no gubernamentales para aumentar el alcance de las auditorías realizadas por las EFS, y fortalecer el intercambio de cooperación técnica y la colaboración de las OSC con otros organismos gubernamentales.

3. METODOLOGÍA

3.1 Reference Class Forecasting

Los métodos tradicionales comunes de pronóstico de proyectos incluyen Estimaciones de tres Puntos, simulaciones de Monte Carlo y Gestión del Valor Ganado (en inglés Earned Value Management - EVM), una vez que el trabajo del proyecto ha comenzado. El uso de estos métodos ha llevado a los proyectos a estimar con precisión la mediana (percentil 50) o la moda (más frecuente), sin embargo, también llevó a que algunos proyectos experimenten grandes sobrecostos y retrasos en el cronograma. Sobre la base de análisis históricos y estadísticos, los estudios realizados por expertos de renombre indican que tales deficiencias se deben principalmente al sesgo de optimismo o a la tergiversación estratégica de los datos en las estimaciones iniciales, que se utilizan para justificar, en términos de viabilidad, un proyecto de infraestructura en particular.

Más específicamente, la tergiversación estratégica, o sesgo político, es una manipulación intencional y/o una declaración errónea de la información. El sesgo político da como resultado previsiones de costos y cronogramas artificialmente bajos y sobreestimaciones de beneficios, lo que lleva a sobrecostos y rebasamientos del cronograma y déficits de beneficios. A medida que aumentan las presiones político-organizacionales, los resultados del proyecto se explicarán cada vez más por el sesgo político. Cabe señalar que la tergiversación estratégica de los datos constituye un fraude que generalmente se asocia con importantes esquemas de corrupción, lavado de dinero y pagos de sobornos a altos funcionarios públicos responsables por la decisión de implementar los proyectos. Por lo tanto, la adopción de mecanismos reconocidos internacionalmente para reducir el riesgo de estos factores indeseables en los estudios de viabilidad de los proyectos de infraestructura se considera una medida sumamente importante para prevenir y combatir la corrupción.

El sesgo de optimismo es la tendencia involuntaria a ser demasiado optimista sobre las acciones futuras, lo que resulta en una subestimación del costo y el cronograma. Debido al sesgo de optimismo, los responsables de proyectos pueden ignorar o subestimar el riesgo/incertidumbre en las estimaciones. El sesgo de optimismo es el resultado de tomar una “visión interna,” centrándose en el proyecto en cuestión y estimando los costos y la duración de las actividades ascendente.

En cambio, el RCF es un enfoque de estimación establecido que se ocupa del sesgo político y el sesgo de optimismo al adoptar una “visión externa” al determinar la cantidad de contingencia que se basa en la modelización estadística de los resultados de proyectos similares. El RCF se lleva a cabo en tres etapas: i) definir la clase de referencia de proyectos similares y recopilar los datos necesarios, ii) establecer la distribución de probabilidad acumulada para los resultados, iii) hacer una previsión que determine el nivel de certeza del valor pronosticado y el aumento correspondiente que se agregará a la estimación ascendente. La estimación ascendente funciona recopilando todos los detalles de un proyecto al nivel más mínimo,

mientras que, en la estimación descendente, los gerentes de proyecto evalúan el proyecto en función del trabajo anterior en el mismo proyecto o proyectos similares. Actualmente, la base de datos internacional de OGP es la más adecuada para el pronóstico ascendente, sin embargo, OGP está desarrollando clases de referencia específicas para el RCF que se utilizarán para el futuro pronóstico de riesgo descendente.

Dado que el RCF utiliza datos históricos de proyectos como un predictor de la incertidumbre y el riesgo de proyectos futuros, la efectividad del RCF depende de la similitud de la clase de referencia. Si el proyecto encaja bien en la clase de referencia, el aumento resultante del RCF proporcionará una estimación más confiable del costo del proyecto (Awojobi y Jenkins, 2016; Batselier y Vanhoucke, 2016). Además, la eficacia del RCF está influenciada por la envergadura de los proyectos y el tamaño de la clase de referencia (Batselier y Vanhoucke, 2016; Walczak y Majchrzak, 2018); los proyectos deben ser lo suficientemente grandes, y la clase de referencia debe incluir suficientes proyectos. Solo si se cumplen estos criterios (similitud, tamaño del proyecto, tamaño de la clase de referencia), el RCF superará en desempeño a otros métodos. En términos prácticos, cualquier dato es mejor que ningún dato y una clase de referencia que comprende 20-30 proyectos pasados y similares es lo suficientemente sólida como para obtener información significativa. Además, una vez que se agrupan los datos, pueden analizarse para evaluar estadísticamente las similitudes entre los subtipos de proyectos en la clase de referencia u otras características, por ejemplo, tamaño, costo, plazos, ubicación, que podrían mostrar perfiles de riesgo estadística y significativamente diferentes.

En la etapa final del RCF, al hacer una previsión, las consideraciones importantes incluyen la propensión al riesgo y el conocimiento basado en la evidencia de cómo los proyectos dentro de la clase de referencia se comparan con el proyecto en cuestión. Por ejemplo, si los proyectos en la clase de referencia son generalmente ejecutados por equipos que tienen más o menos experiencia que el equipo del proyecto en cuestión, esta consideración debería influir en el nivel de certeza de pronóstico seleccionado.

3.2 Ajuste por inflación y conversión de moneda

En los datos brasileños, los costos de los proyectos se expresaron en monedas nacionales nominales (no ajustadas por inflación). Por lo tanto, era necesario convertir los costos nominales en costos reales (ajustados a la inflación) y luego convertirlos en una moneda común. Para este trabajo, todos los costos de los datos internacionales se convirtieron a términos reales brasileños anualizados al 2021. En primer lugar, los niveles de precios se ajustaron a los precios de 2021 utilizando deflatores implícitos del PIB específicos de cada país del Banco Mundial. En segundo lugar, todas las monedas nacionales se convirtieron a términos reales brasileños utilizando los tipos de cambio de paridad del poder adquisitivo (PPA) del Banco Mundial.⁵ Se calculan como un promedio anual basado en promedios mensuales (unidades de moneda local en relación con el dólar estadounidense).

⁵ Programa de Comparación Internacional, Banco Mundial | Base de datos de Indicadores del Desarrollo Mundial, Banco Mundial | Eurostat-OECD PPP Programme. (n.d.). *Factor de conversión de PPA, PIB (LCU por dólar internacional)*. Obtenido el 23 de marzo de 2023 de "<https://data.worldbank.org/indicator/PA.NUS.PPP>"

3.3 Análisis estadístico

Se realizó el siguiente análisis estadístico dentro de cada categoría de proyecto: en primer lugar, se calcularon estadísticas descriptivas básicas y se informaron para cada muestra de datos. Estos incluyen el número de proyectos en cada categoría de proyecto, así como la media y los percentiles seleccionados de sobrecostos, rebasamientos del cronograma y costos unitarios.

A continuación, comparamos las diferentes métricas por geografía para poder hacer inferencias sobre el desempeño del proyecto en Brasil frente al desempeño del proyecto en otras regiones del mundo. Mientras que las estadísticas descriptivas proporcionan una visión general de los patrones en los datos, incluidas las diferencias en las medias o las diferencias en las distribuciones, estas diferencias no siempre son estadísticamente significativas, debido a los pequeños tamaños de muestra, por ejemplo. Por lo tanto, se utilizó otro método para probar si la muestra brasileña es estadísticamente diferente de otros países: las pruebas de suma de rangos de Wilcoxon de dos colas, también conocidas como pruebas U de Mann Whitney. La prueba de suma de rangos de Wilcoxon se usa para probar si es probable que dos muestras se deriven de la misma población (es decir, que las dos poblaciones tengan distribuciones de forma similar). Esta prueba a veces se interpreta como una prueba de la hipótesis nula, que indica si las medianas de dos distribuciones son iguales. Las pruebas se ajustaron utilizando ajustes de Holm para controlar las tasas de error por familia. Las pruebas de suma de rangos de Wilcoxon son preferibles a las pruebas T clásicas cuando los datos no siguen distribuciones normales. Para cada prueba completada, se informan la mediana y las estadísticas p.

4. DATOS

Este informe estadístico se basa en dos fuentes de datos diferentes. Los datos de costos y cronogramas de los proyectos de carreteras y ferrocarriles en Brasil fueron proporcionados por el Tribunal de Cuentas de la Unión (TCU-Brasil), que es la agencia nacional responsable de auditar el gasto público. Los datos brasileños se dividen en dos muestras: ferrocarriles y carreteras/enlaces fijos (túneles y puentes). La muestra ferroviaria comprende a 39 contratos de tres proyectos ferroviarios en general, mientras que la muestra de carreteras y enlaces fijos comprenden a 358 contratos. Sin embargo, el número total de proyectos individuales en la muestra de carreteras y enlaces fijos no se pudo determinar de manera confiable, como se explica a continuación.

Se destaca que el TCU no es responsable de administrar los datos de infraestructura en Brasil, solo solicitó acceso a los datos puestos a disposición por las agencias gubernamentales a cargo de las obras públicas en cada sector. Los datos de carreteras y enlaces fijos se obtuvieron del Departamento Nacional

de Infraestructura de Transportes (DNIT) a través del sistema SIMDNIT⁶ y a través del sitio web de DNIT,⁷ al que se accedió en abril de 2022. Los datos ferroviarios se obtuvieron de la empresa pública Valec (actualmente Infra S/A) a través de la respuesta a las cartas de solicitud⁸ en mayo de 2022.

Además de los datos brasileños, los datos de costos y cronogramas de proyectos internacionales en los dominios de carreteras, ferrocarriles, puentes y túneles se obtuvieron de la base de datos de Oxford Global Projects (OGP). La base de datos OGP consiste enteramente en datos a nivel de proyecto, mientras que los conjuntos de datos brasileños se recopilan a nivel de contrato que pueden cubrir solo una parte del proyecto. Esto se debe a que es común que los contratos de obras públicas en Brasil terminen sin la finalización adecuada del proyecto, lo que a menudo requiere la firma de contratos adicionales. Sin embargo, los datos recopilados en Brasil no revelan una conexión clara entre los contratos y el proyecto. Como resultado, hay una diferencia conceptual entre los contenidos de datos de las bases de datos brasileñas y la base de datos OGP, y una comparación directa no es inicialmente posible.

Para permitir una comparación significativa, los contratos en la muestra ferroviaria brasileña se agruparon en proyectos por ubicación. Sin embargo, la comparación estadística está limitada por el hecho de que esto dio como resultado solo tres puntos de datos totales. Por lo tanto, cualquier generalización sobre los proyectos ferroviarios brasileños basada en los datos brasileños debe hacerse con precaución. Sin embargo, la comparación entre los proyectos brasileños y los datos internacionales arroja luz sobre el alcance de los sobrecostos y rebasamientos del cronograma en Brasil y cómo se comparan con otros países.

4.1 Introducción a los Datos

Brasil – Muestra de carreteras y enlaces fijos

El conjunto de datos de carreteras brasileñas y enlaces fijos contiene contratos sobre carreteras, puentes y construcciones de túneles. Dentro del conjunto de datos, las variables de interés son “*Objeto de intervención*,” “*Tramo*,” “*Estado del país*,” “*Extensión (km)*,” “*Estado en que se ubica el contrato*,” “*Fecha de firma*,” “*Valor contratado*,” “*Valor inicialmente contratado + enmiendas*,” “*Valor estimado en la etapa de licitación*,” “*Plazo estimado en la fase de firma del contrato*” y “*Plazo efectivo o pronóstico actualizado*”.

Objeto de intervención se refiere al tipo de construcción de carreteras. Un proyecto de construcción de carreteras puede ser una autopista, un puente o un túnel. El “*Tramo*” es el nombre de la carretera afectada, y “*Estado del país*” es su ubicación dentro de Brasil. La “*Extensión (km)*” indica la longitud en km del proyecto/contrato de carretera. “*Status del contrato*” es el status del contrato. Cuanto al status, un contrato de construcción de carreteras puede ser suspendido, en curso o completado. “*Fecha de firma*” indica la fecha de

⁶ <http://servicos.dnit.gov.br/simdnit/asp/Main.aspx>

⁷ <https://www1.dnit.gov.br/editais/consulta/editais2.asp>

⁸ TC 003.185/2011-7, Letter 495/2022/ADMIN-VALEC/PRESI-VALEC

inicio del proyecto/contrato. “Valor contratado” indica el costo estimado del proyecto/contrato (ajustado a BRL 2021). “Valor inicialmente contratado + enmiendas,” refleja el valor estimado de costo del contrato/proyecto después de que el contratista haya solicitado modificaciones de costo y/o estimación de cronograma (ajustado a BRL 2021). El “Plazo estimado en la fase de firma del contrato” refleja el plazo estimado del proyecto. “Fecha límite efectiva o pronóstico actualizado refleja” la fecha límite real del proyecto/contrato.

Muestra de rieles brasileños

El conjunto de datos ferroviarios brasileños contiene contratos sobre construcciones ferroviarias. Dentro del conjunto de datos, las variables de interés son “Ubicación de la empresa,” “Lote/parte,” “Extensión (km),” “Status del contrato,” “Fecha de firma,” “Valor contratado,” “Valor estimado en la fase de estudio de factibilidad,” “Valor estimado en la etapa de licitación,” “Porcentaje de ejecución financiera del contrato,” “Valor inicialmente contratado + enmiendas,” “Plazo estimado en la fase de firma del contrato” y “Plazo efectivo o pronóstico actualizado”. “Ubicación de la empresa” se refiere a las ubicaciones de la línea de tren del proyecto, de las cuales hay tres dentro del conjunto de datos, FIOL (Ferrocarril Oeste-Este), FNS (Ferrocarril Norte-Sur) y la Extensión Sur. “Lote/parte” contenía información importante únicamente a los efectos de hacer coincidir los contratos con sus respectivos proyectos/contratos. “Extensión (km)” indica la longitud en km del contrato ferroviario. “Status del contrato” es la situación del contrato. Dentro de los datos ferroviarios brasileños, los estados de los contratos eran cerrado, en proceso de cierre, activo o inactivo. “Fecha de firma” indica la fecha de inicio del contrato. “Valor contratado” indica el costo inicial del contrato acordado entre el gobierno y el adjudicatario (ajustado a BRL 2021). El “valor estimado en la fase de estudio de viabilidad” refleja el costo estimado del contrato/proyecto en el momento del estudio de viabilidad. “Valor estimado en la etapa de licitación” refleja el costo estimado del contrato/proyecto en el momento de la etapa de licitación (ajustado a BRL 2021). “Valor contratado + enmiendas” refleja el valor estimado de costo del contrato/proyecto después de que el contratista haya solicitado modificaciones de costo y/o estimación de cronograma (ajustado a BRL 2021). “Pago efectivo” refleja el costo real del contrato/proyecto (ajustado a BRL 2021). El “Plazo estimado en la fase de firma del contrato” refleja el plazo estimado del proyecto. “Fecha límite efectiva o pronóstico actualizado” refleja la fecha límite real del contrato.

Tabla 1 muestra el número de contratos y proyectos de cada categoría de proyecto de los datos brasileños.

| CATEGORÍA | NÚMERO DE CONTRATOS | NÚMERO DE CONTRATOS COMPLETADOS | NÚMERO DE PROYECTOS |
|-------------|---------------------|---------------------------------|---------------------|
| Ferrocarril | 39 | 18 | 3 |
| Carretera | 270 | 193 | n/a |
| Puente | 83 | 64 | n/a |
| Túnel | 5 | 5 | n/a |

Tabla 1: Resumen de los datos brasileños

Base de datos internacional de OGP

La base de datos internacional de OGP se proyecta sobre construcciones de carreteras, ferrocarriles, puentes y túneles. Dentro del conjunto de datos de OGP, las variables de interés incluyeron “*Tipo de proyecto*,” “*Región*,” “*Extensión (km)*,” “*Fecha de firma*,” “*Valor contratado*,” “*Pago efectivo*,” “*Plazo estimado*” y “*Plazo efectivo*.” “*Tipo de proyecto*” se refiere al tipo de construcción. Un proyecto de construcción puede ser ferrocarril, carretera, puente o túnel. “*Región*” es el continente en el que se encuentra el proyecto. Puede ser en Europa, América del Sur, América del Norte, África, Asia u Oceanía. “*Extensión (km)*” indica la longitud del proyecto de construcción en kilómetros. La fecha de firma indica la fecha de inicio del proyecto. “*Valor contratado*” indica el costo estimado del proyecto (ajustado a BRL 2021). “*Pago efectivo*” refleja el costo real del proyecto (ajustado a BRL 2021). El “*Plazo estimado*” refleja el plazo estimado del proyecto en la fase de firma del contrato. “*Fecha límite efectiva*” refleja la fecha real de finalización del proyecto.

La categoría, el número de proyectos y ejemplos de subtipos de proyectos se presentan en la [Tabla 2](#).

| CATEGORÍA | NÚMERO DE PROYECTOS | EJEMPLO DE SUBTIPOS DE PROYECTOS |
|-------------|---------------------|---|
| Ferrocarril | 1269 | Tren ligero, tren convencional, tren urbano, tren de alta velocidad |
| Carretera | 3190 | Carretera |
| Puente | 84 | Suspensión, atirantada, elevador |
| Túnel | 127 | Cortar y cubrir, eslabón fijo, tubo sumergido |

Tabla 2: Resumen de los datos de OGP.

4.2 Desafíos

La evaluación comparativa de proyectos (benchmarking), requiere una comparación similar tanto de los costos de entrega como de los productos. Además, calcular los costos unitarios y convertir los costos en precios comunes implica seleccionar y comparar proyectos que son similares en términos de alcance y diseño.

Un problema que se encontró en el curso de este análisis es la falta de características de proyectos de alto nivel en los datos brasileños (por ejemplo, número de carriles/vías, construcción urbana/rural, lado de construcción de terreno no urbanizado/terreno baldío, etc.). Como los proyectos suelen variar en cuanto al contexto o el diseño, no fue posible comparar significativamente los costos unitarios brasileños con los datos internacionales.

Otro problema que afecta las implicaciones de este análisis es la diferente base de datos entre los conjuntos de datos. Los datos internacionales proporcionados por OGP se basan en proyectos, a diferencia de los datos brasileños, que consisten en contratos que no son necesariamente proyectos individuales. Dado que la eficacia del RCF depende de la similitud de la clase de referencia, OGP primero tuvo que identificar los contratos que pertenecían a cada proyecto individual para comparar los datos brasileños con los conjuntos de datos internacionales.

De acuerdo con la Ley No. 8,666/1993, 10,520/2002, 12,462/2011 y 14,133/2021, que actualmente es el marco legal principal para la contratación de contratos gubernamentales en Brasil, si los contratos de obras, servicios o compras exceden su costo previsto en un 25% y la renovación/reforma de edificios o equipos exceden su costo previsto en un 50%, se puede redactar un nuevo contrato (a través de un nuevo proceso de licitación) para continuar la construcción del proyecto. El nuevo contrato no está obligado a reflejar o hacer referencia al costo o la duración originalmente previstos del proyecto en cuestión, lo que hace que los cálculos precisos de los sobrecostos y rebasamientos del cronograma de los proyectos, que consisten en múltiples contratos, sean muy difíciles. Esta circunstancia legal se puede ver claramente en los conjuntos de datos brasileños. Figura 1 y Figura 2 muestran que los datos se truncan al 25% de sobrecosto en ambas muestras de datos brasileñas. Dentro de los datos de carreteras brasileñas y enlaces fijos, todos los contratos parecen experimentar sobrecostos del 25% o menos (Figura 1).

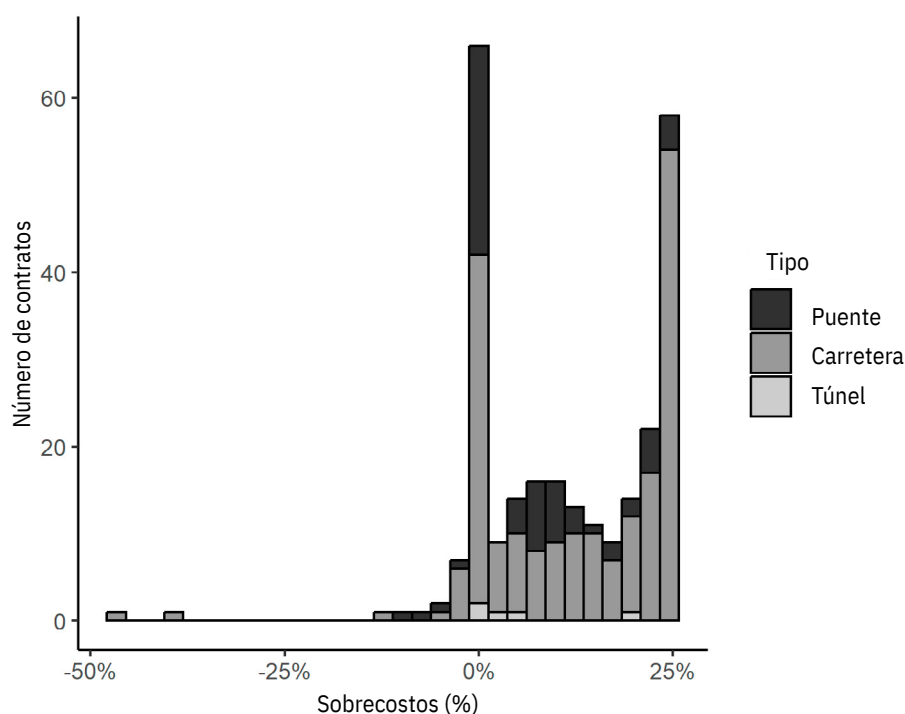


Figura 1: El histograma muestra los valores de sobrecosto de los contratos completados y sus frecuencias en el conjunto de datos de carreteras brasileñas y enlaces fijos.

Una tendencia similar es evidente en el conjunto de datos ferroviarios brasileños (Figura 2). Podemos observar una alta acumulación de contratos a sobrecosto = 25%.

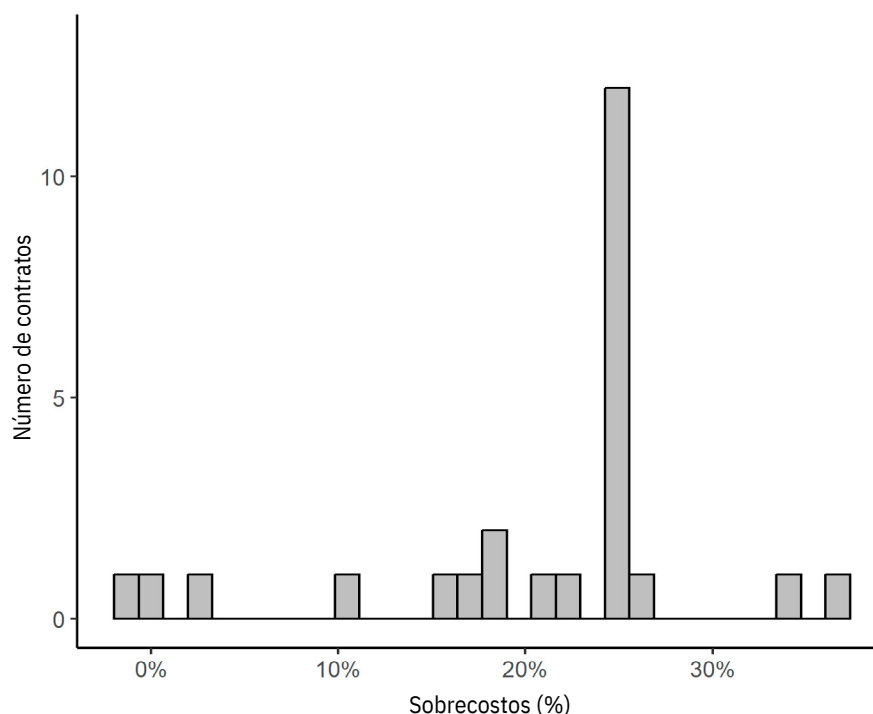


Figura 2: El histograma muestra los valores de sobrecosto de los contratos completados y sus frecuencias en el conjunto de datos ferroviarios brasileños.

Por esta razón, TCU se esforzó por actualizar los conjuntos de datos para reflejar proyectos completos en lugar de contratos, lo que resultó en una disminución del tamaño de la muestra para la muestra ferroviaria, a medida que los contratos se agruparon en sus proyectos apropiados. Sin embargo, incluso después de este ajuste, los datos brasileños aún muestran un aumento del 25% de sobrecostos, lo que sugiere que la recopilación de contratos en los mismos paquetes de trabajo no fue completamente exitosa. Lo más probable es que los datos sigan representando una mezcla de contratos y proyectos.

Teniendo en cuenta este problema, se propuso un enfoque adicional para la muestra ferroviaria brasileña, que permitió compilar datos de contratos en proyectos asignando cada uno de ellos a una de las tres principales líneas ferroviarias de Brasil, FIOI (Ferrocarril Oeste-Este), FNS (Ferrocarril Norte-Sur) y la Extensión Sur. OGP utilizó las tres principales líneas ferroviarias brasileñas como representantes para tres proyectos individuales. Lamentablemente, para la muestra brasileña de carreteras y enlaces fijos no era factible una forma alternativa de agrupar los contratos.

4.3 Cálculo de métricas de desempeño

Para el cálculo de todas las métricas de desempeño solo se han considerado proyectos con status de “completado.”

El **sobrecosto** se calcula como:
$$\frac{\text{Pago efectivo}}{\text{valor contratado} \cdot \text{Porcentaje de Ejecución Financiera}}$$

donde el término superior es el *costo real del proyecto en 2021 BRL* y el término inferior es el costo estimado del proyecto en 2021 BRL multiplicado por el *porcentaje completo del proyecto*.

El **rebasamiento del cronograma** se calcula como:

$$\frac{\text{Plazo vigente o pronóstico actualizado} - \text{Fecha de firma}}{\text{Plazo estimado en el contrato} - \text{Fecha de firma} \cdot \text{Porcentaje de Ejecución Financiera}}$$

donde el término superior es la *duración real del proyecto* en días y el término inferior es la *duración estimada del proyecto* multiplicada por el *porcentaje de proyectos completos*.

El **costo unitario, o costo por carril-kilómetro**, se calcula como:
$$\frac{\text{Pago efectivo}}{\text{Extensión (km)} \cdot \text{Número de carriles}}$$

donde el término superior es el *costo real del proyecto en BRL* y el término inferior mide el tamaño del proyecto en carril-km (en consecuencia, vía-km para proyectos ferroviarios).

Tenga en cuenta que para el cálculo de los sobrecostos y rebasamientos del cronograma, se utiliza el “*porcentaje de ejecución financiera*” a efectos de corrección. Esto se debe a que los contratos brasileños pueden estar terminados (estado del proyecto = “*completado*”), pero de hecho incompletos en términos del alcance original del contrato. Por lo tanto, el costo y la duración pueden no reflejar el trabajo originalmente proyectado, sino solo una parte del mismo. Para tener esto en cuenta, se estima el costo hipotético y la duración al finalizar los proyectos incompletos. Esto se hace dividiendo el costo efectivo y la duración por el porcentaje de ejecución del contrato. Observe además que se asume un tipo lineal de desarrollo de proyecto. Lo que significa que si, por ejemplo, falta el 20% del alcance del proyecto, se estimará que terminar el contrato requiere un 20% más de tiempo y dinero adicionales. Además, el “*porcentaje de ejecución financiera*” se utiliza como indicador para la finalización física del proyecto, ya que no había datos completos disponibles sobre el estado real de finalización física del proyecto en el conjunto de datos brasileño.⁹

⁹ Para los datos disponibles, se encontró que el progreso financiero de los proyectos brasileños, en promedio, se aleja aproximadamente el 1% del progreso físico. Por lo tanto, el porcentaje de ejecución financiera parece ser un indicador válido para el porcentaje de ejecución física real.

El “*Porcentaje de ejecución financiera del contrato*” se calcula de la siguiente manera:

$$\frac{\text{Valor contratado + enmiendas}}{\text{Pago efectivo}}$$

es decir, el porcentaje del “*Valor Contratado + modificaciones*” que han sido cubiertos por el “*Pago Efectivo.*”

Obsérvese que con esta definición de “*porcentaje de ejecución financiera del contrato,*” el cálculo de los sobrecostos se reduce esencialmente a lo siguiente:

$$\frac{\text{Valor contratado + enmiendas}}{\text{Valor contratado}}$$

lo que significa que el sobrecosto se mide por las modificaciones añadidas al contrato, es decir, las modificaciones de la estimación de costos solicitadas por el contratista.

Los datos de OGP, por otro lado, solo incluyen proyectos completados. Por lo tanto, una corrección como se explicó anteriormente no es necesaria para otros proyectos internacionales.

Además del cálculo descrito anteriormente para los sobrecostos utilizando el “*valor contratado*” como costo estimado del proyecto, se han considerado medidas adicionales dentro de los datos brasileños. Estos sobrecostos adicionales se calculan con el “*Valor estimado en la etapa de viabilidad*” y el “*Valor estimado en la etapa de licitación*” como medidas para los costos estimados del proyecto. De los tres cálculos de sobrecostos, los sobrecostos calculados a partir de estimaciones de la etapa de factibilidad tienen la mayor variabilidad en todo el conjunto de datos brasileños y estos sobrecostos no parecen experimentar el mismo truncamiento de sobrecostos al 25% que se observa en los otros dos cálculos de sobrecostos. Idealmente, la etapa de “*Valor estimado en la factibilidad*” debe usarse como medida del costo estimado del proyecto en este análisis. Sin embargo, esto no fue factible debido al pequeño número de observaciones que contienen datos sobre esta variable. Por otro lado, al variar entre el “*valor contratado*” y el “*valor estimado en la fase de licitación*”, no se encontraron diferencias significativas en los sobrecostos resultantes.

Después de identificar qué contratos formaron proyectos completos, OGP calculó los sobrecostos de todo el proyecto de la siguiente manera. El “*Valor Contratado*” para todo el proyecto se mantiene igual al del primer contrato del proyecto. El “*valor inicialmente contratado + modificaciones*” se calcula como la suma de los costes reales de cada contrato dentro del proyecto.

De manera similar, los rebasamientos del cronograma se calculan de la siguiente manera. La “Duración estimada del proyecto” es la duración estimada del primer contrato y la “Duración real del proyecto” se calcula como la suma de las duraciones reales de cada contrato del proyecto.

Para el análisis adicional sobre los ferrocarriles brasileños, en el que todos los proyectos se colapsaron en tres proyectos correspondientes a la ubicación de la línea ferroviaria, FIOL (Ferrocarril Oeste-Este), FNS (Ferrocarril Norte-Sur) y la Extensión Sur, los cálculos se realizaron de la siguiente manera. El valor contratado para cada ubicación de línea ferroviaria se calculó como la suma de los costos estimados de cada proyecto, con los contratos suplementarios excluidos del cálculo. El pago efectivo para cada ubicación de la línea ferroviaria se calculó como la suma de los costos reales de cada proyecto en cada ubicación, con los contratos suplementarios incluidos en el cálculo. Los sobrecostos se calculan entonces como se ha indicado anteriormente. La duración estimada del proyecto para cada ubicación de la línea ferroviaria se calculó como la suma de las duraciones estimadas para cada proyecto en cada ubicación y la duración real del proyecto se calcula como la suma de las duraciones reales de cada proyecto. Los rebasamientos del cronograma se calculan entonces como se ha explicado anteriormente.

5. ANÁLISIS

En la presentación de los resultados en la siguiente sección, el RCF 50 es la mediana y el RCF 80 es el percentil 80. Por ejemplo, si el 80% de los proyectos europeos de carreteras en la clase de referencia tuvieron un sobrecosto del 50% o menos en comparación con la estimación del coste base, expresamos lo siguiente: $RCF\ 80 = 50\%$. Adoptamos este lenguaje para ayudar a los proyectos a diferenciar claramente entre las estimaciones de riesgo ascendentes, que se refieren, por ejemplo, a P50 y P80, y los resultados de los análisis de la clase de referencia. En los cuadros siguientes, la muestra de datos ferroviarios brasileños se presenta tanto a nivel de contrato (n=18 contratos) como de proyecto (n=3 proyectos).

5.1 Sobrecostos

5.1.1 Estadística descriptiva

La Tabla 3 muestra una descripción general de los sobrecostos de los datos de carreteras, ferrocarriles, puentes y túneles. Observe que las cifras brasileñas provienen del conjunto de datos brasileños, que se mide a nivel de contrato. Esto contrasta con los otros datos internacionales de la base de datos OGP, que se encuentra a nivel de proyecto. Sin embargo, hay una fila adicional para los proyectos ferroviarios brasileños etiquetados como “Brasil (proyectos),” que muestra estadísticas de datos brasileños consolidados agrupados en proyectos por ubicación. Esta consolidación de los datos del contrato no era factible para ningún otro tipo que no fuera el ferrocarril.

| TIPO | REGIÓN | TAMAÑO DE LA MUESTRA | MEDIA | FRECUENCIA DE REBASAMIENTO | MEDIANA (RCF 50) | RCF 80 | RANGO HISTÓRICO |
|-------------|--------------------|----------------------|--------------|----------------------------|------------------|-------------|-----------------|
| Carretera | Brasil | 193 | 12% | 8 de cada 10 | 14% | 25% | 2005 – 2021 |
| | Europa | 1645 | 12% | 5 de cada 10 | 1% | 21% | 1969 – 2016 |
| | América del Sur | 41 | 53% | 9 de cada 10 | 59% | 59% | 1998 – 2007 |
| | África | 11 | 67% | 8 de cada 10 | 29% | 65% | 1990 – 2004 |
| | Asia | 261 | 18% | 7 de cada 10 | 13% | 29% | 1982 – 2007 |
| | Oceanía | 40 | 43% | 7 de cada 10 | 12% | 65% | 1995 – 2020 |
| | Norteamérica | 76 | 16% | 5 de cada 10 | 0% | 18% | 1941 – 2021 |
| | Resultado | 2267 | 14% | 6 de cada 10 | 4% | 24% | 1941 – 2021 |
| Ferrocarril | Brasil | 18 | 27% | 9 de cada 10 | 25% | 30% | 2002 – 2017 |
| | Brasil (proyectos) | 3 | 38% | 10 de cada 10 | 39% | 44% | 2002 – 2017 |
| | Europa | 238 | 32% | 7 de cada 10 | 12% | 55% | 1954 – 2017 |
| | América del Sur | 2 | 25% | 5 de cada 10 | 25% | 45% | 1976 – 1985 |
| | África | 1 | 71% | 10 de cada 10 | 71% | 71% | 2002 |
| | Asia | 67 | 44% | 7 de cada 10 | 20% | 66% | 1966 – 2011 |
| | Oceanía | 22 | 8% | 5 de cada 10 | 0% | 14% | 2013 – 2021 |
| | Norteamérica | 198 | 28% | 7 de cada 10 | 15% | 54% | 1898 – 2017 |
| Resultado | 546 | 31% | 7 de cada 10 | 14% | 55% | 1898 – 2021 | |
| Puente | Brasil | 64 | 7% | 6 de cada 10 | 6% | 16% | 2005 – 2019 |
| | Europa | 29 | 27% | 6 de cada 10 | 15% | 61% | 1962 – 2006 |
| | Asia | 6 | 34% | 8 de cada 10 | 14% | 87% | 1985 – 2009 |
| | Oceanía | 1 | 113% | 10 de cada 10 | 113% | 113% | 1932 |
| | Norteamérica | 19 | 24% | 6 de cada 10 | 3% | 33% | 1869 – 2016 |
| | Resultado | 119 | 17% | 6 de cada 10 | 7% | 23% | 1869 – 2016 |
| Túnel | Brasil | 5 | 5% | 6 de cada 10 | 3% | 7% | 2006 – 2013 |
| | Europa | 54 | 35% | 7 de cada 10 | 25% | 71% | 1963 – 2016 |
| | América del Sur | 1 | 79% | 10 de cada 10 | 79% | 79% | 1939 |
| | Asia | 4 | 14% | 10 de cada 10 | 14% | 22% | 1986 – 2007 |
| | Oceanía | 7 | 30% | 10 de cada 10 | 33% | 40% | 1982 – 2010 |
| | Norteamérica | 4 | 81% | 8 de cada 10 | 57% | 128% | 1919 – 2007 |
| | Resultado | 75 | 33% | 7 de cada 10 | 23% | 64% | 1919 – 2016 |

Tabla 3: Visión general de los sobrecostos en los datos internacionales utilizados para la construcción de la clase de referencia.

Nota: Los datos brasileños que se enumeran aquí se encuentran a nivel de contrato en comparación con el resto de los datos que se encuentran a nivel de proyecto. Una excepción es "Brasil (proyectos)," que estima un nivel de proyecto mediante la consolidación de los contratos por ubicación

La Figura 3 compara los sobrecostos de los proyectos de carreteras, ferrocarriles, puentes y túneles por región. La observación de interés es el valor medio de sobrecosto dentro de cada región, representado por la línea horizontal en negrita en cada diagrama de cajas. Estas medidas sirven como valiosos puntos de referencia con los que comparar proyectos similares.

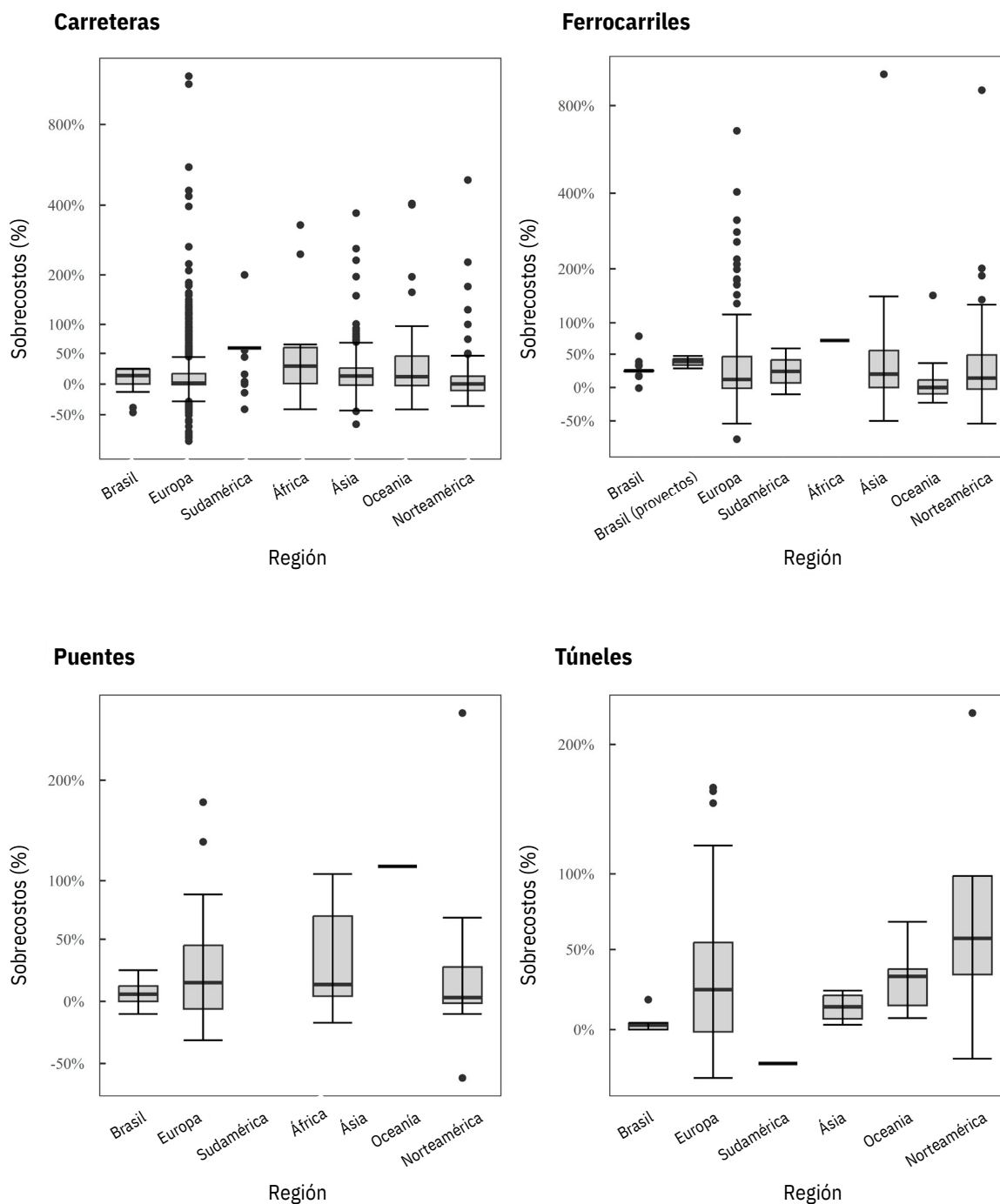


Figura 3: Diagramas de caja que comparan el sobrecosto entre los tipos de proyectos relevantes dentro de la base de datos OGP.

5.1.2 Pruebas estadísticas

La **Tabla 4** informa los resultados de las pruebas de suma de rangos de Wilcoxon que se utilizan para identificar si existe una diferencia estadísticamente significativa en la distribución del sobrecosto en Brasil en comparación con otros grupos de países. Las pruebas de suma de rangos de Wilcoxon en este estudio indican que los sobrecostos de los **proyectos de carreteras** son más altos en *Brasil* (*Mdn = 14%*) en comparación con *Europa* (*Mdn = 1%*) y *América del Norte* (*Mdn = 0%*) pero más bajos que para *América del Sur* (*Mdn = 59%*). Además, se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en **los proyectos ferroviarios** entre *Brasil* (*Mdn = 25%*) y *Oceanía* (*Mdn = 0%*). **Para los tipos de proyectos de puentes y túneles** no hay diferencias estadísticamente significativas con Brasil.

| DIFERENCIAS ENTRE EL SOBRECOSTO DE BRASIL Y: | TIPO DE PROYECTO | VALOR P |
|--|------------------|----------|
| Europa | Carretera | 5e-09*** |
| Norteamérica | Carretera | 2e-05*** |
| América del Sur | Carretera | 2e-13*** |
| Oceanía | Ferrocarril | 3e-04*** |

Tabla 4: Pruebas de suma de rangos de Wilcoxon para la significación estadística de las diferencias en los sobrecostos

Note: Indicadores de significación estadística: Rechazan la hipótesis nula de que las muestras se derivan de la misma distribución en los siguientes niveles: * p<5%; ** p<1%; ***p<0,1%

5.2 Rebasamiento del cronograma

5.2.1 Estadística descriptiva

La **Tabla 5** muestra una descripción general de los rebasamientos del cronograma para los datos de **carreteras, ferrocarriles, puentes y túneles**. Observe que las cifras brasileñas provienen del conjunto de datos brasileños, que se miden a nivel de contrato. Esto contrasta con los otros datos internacionales de la base de datos OGP, que se encuentra a nivel de proyecto. Sin embargo, hay una fila adicional para los proyectos ferroviarios brasileños etiquetados como “Brasil (proyectos),” que muestra estadísticas de datos brasileños consolidados agrupados en proyectos por ubicación. Esta consolidación de los datos del contrato no era factible para ningún otro tipo que no fuera el ferrocarril.

| TIPO | REGIÓN | TAMAÑO DE LA MUESTRA | MEDIA | FRECUENCIA DE REBASAMIENTO | MEDIANA (RCF 50) | RCF 80 | RANGO HISTÓRICO |
|-----------|--------------------|----------------------|--------------|----------------------------|------------------|-------------|-----------------|
| Carretera | Brasil | 193 | 103% | 10 de cada 10 | 76% | 147% | 2005 – 2021 |
| | Europa | 249 | 39% | 6 de cada 10 | 15% | 64% | 1971 – 2016 |
| | América del Sur | 15 | 34% | 6 de cada 10 | 17% | 70% | 1998 – 2017 |
| | Africa | 6 | 133% | 10 de cada 10 | 140% | 209% | 1992 – 2003 |
| | Asia | 127 | 28% | 6 de cada 10 | 14% | 50% | 1985 – 2007 |
| | Oceanía | 37 | 1% | 4 de cada 10 | 0% | 9% | 1989 – 2011 |
| | Norte-américa | 23 | 39% | 4 de cada 10 | 0% | 21% | 1941 – 2021 |
| | Resultado | 650 | 55% | 7 de cada 10 | 27% | 100% | 1941 – 2021 |
| Rail | Brasil | 18 | 405% | 10 de cada 10 | 407% | 497% | 2002 – 2017 |
| | Brasil (proyectos) | 3 | 439% | 10 de cada 10 | 445% | 457% | 2002 – 2017 |
| | Europa | 24 | 45% | 8 de cada 10 | 18% | 85% | 1974 – 2011 |
| | Asia | 46 | 19% | 5 de cada 10 | 8% | 50% | 1971 – 2011 |
| | Oceanía | 12 | 10% | 5 de cada 10 | 2% | 26% | No disponible |
| | Norte-américa | 50 | 40% | 7 de cada 10 | 20% | 55% | 1898 – 2016 |
| Resultado | 150 | 76% | 7 de cada 10 | 20% | 100% | 1898 – 2016 | |
| Bridge | Brasil | 64 | 145% | 10 de cada 10 | 100% | 187% | 2005 – 2019 |
| | Europa | 15 | 22% | 7 de cada 10 | 19% | 37% | 1967 – 2010 |
| | Asia | 6 | 26% | 7 de cada 10 | 20% | 76% | 1989 – 2009 |
| | Norte-américa | 4 | 10% | 5 de cada 10 | 7.5% | 24% | 1927 – 1997 |
| | Resultado | 89 | 110% | 9 de cada 10 | 4163 | 142% | 1927 – 2010 |
| Tunnel | Brasil | 5 | 25% | 6 de cada 10 | 0% | 24% | 2006 – 2013 |
| | Europa | 16 | 23% | 6 de cada 10 | 2% | 36% | 1976 – 2016 |
| | Asia | 2 | -1% | 5 de cada 10 | -1% | 7% | 1986 – 1997 |
| | Oceanía | 7 | 6% | 4 de cada 10 | -1% | 9% | 1982 – 2007 |
| | Norte-américa | 2 | 85% | 10 de cada 10 | 85% | 86% | 1987 – 2007 |
| | Resultado | 32 | 22% | 6 de cada 10 | 1% | 42% | 1976 – 2016 |

Tabla 5: Descripción general de los rebasamientos del cronograma en los datos internacionales utilizados para la construcción de la clase de referencia.

Nota: Los datos brasileños que se enumeran aquí se encuentran a nivel de contrato en comparación con el resto de los datos que se encuentran a nivel de proyecto. Una excepción es "Brasil (proyectos)," que estima un nivel de proyecto mediante la consolidación de los contratos por ubicación.

La Figura 4 compara los rebasamientos del cronograma de los proyectos de carreteras, ferrocarriles, puentes y túneles por región. La observación de interés es el valor medio de sobrecosto dentro de cada región, representado por la línea horizontal en negrita en cada diagrama de cajas. Estas medidas sirven como valiosos puntos de referencia con los que comparar proyectos similares.

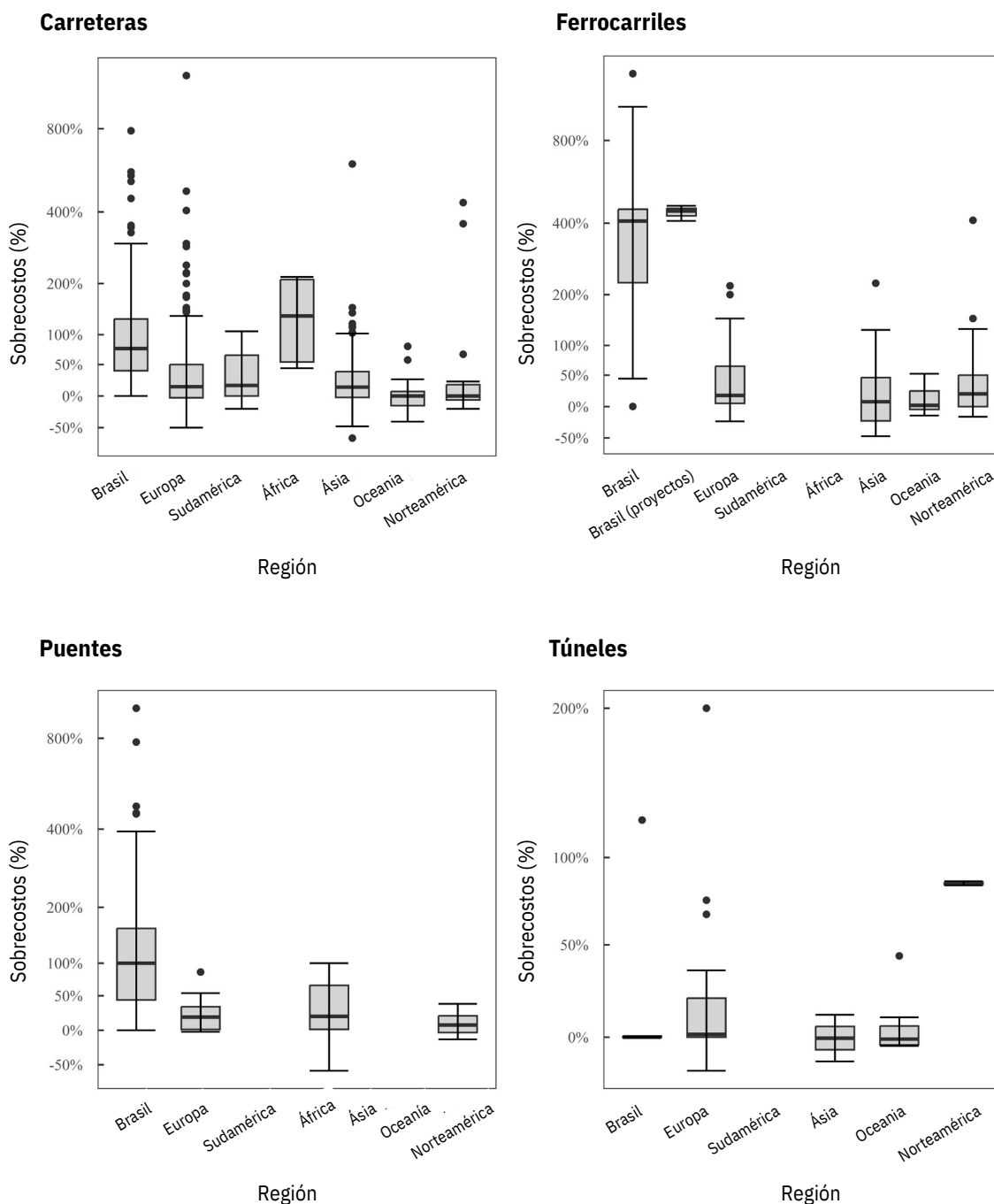


Figure 4: boxplots comparing the schedule overrun across relevant project types within the OGP database.

5.2.2 Pruebas estadísticas

La **Tabla 6** informa los resultados de las pruebas de suma de rangos de Wilcoxon que se utilizan para identificar si existe una diferencia estadísticamente significativa en la distribución de los rebasamientos del cronograma en Brasil en comparación con otros grupos de países. *Brasil* ($Mdn = 76\%$) experimenta mayores rebasamientos del cronograma en el **proyecto de carreteras** en comparación con *Asia* ($Mdn = 14\%$), *Europa* ($Mdn = 15\%$), *América del Norte* ($Mdn = 0\%$), *Oceanía* ($Mdn = 0\%$) y *América del Sur* ($Mdn = 17\%$). **Los proyectos ferroviarios** también tienen mayores rebasamientos del cronograma en *Brasil* ($Mdn = 407\%$) en comparación con *Asia* ($Mdn = 8\%$), *Europa* ($Mdn = 18\%$), *América del Norte* ($Mdn = 20\%$) y *Oceanía* ($Mdn = 2\%$). Además, se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en los rebasamientos del cronograma de **los proyectos de Puentes**. Parece que los proyectos de construcción de puentes en *Brasil* ($Mdn = 100\%$) tienen mayores rebasamientos del cronograma que en *Europa* ($Mdn = 19\%$). También hay algunas pruebas débiles (*valor de p* < 6%) de que los rebasamientos del cronograma para los proyectos de puentes son mayores en comparación con *América del Norte* ($Mdn = 8\%$). Para **los proyectos de túneles** no hay diferencias estadísticamente significativas con Brasil.

| DIFERENCIAS ENTRE EL REBASAMIENTO DEL CRONOGRAMA DE BRASIL Y: | TIPO DE PROYECTO | VALOR P |
|---|------------------|----------|
| Asia | Carretera | 2e-16*** |
| Europa | Carretera | 2e-16*** |
| Norteamérica | Carretera | 5e-07*** |
| Oceanía | Carretera | 4e-16*** |
| América del Sur | Carretera | 0.013* |
| Asia | Ferrocarril | 4e-08*** |
| Europa | Ferrocarril | 7e-06*** |
| Norteamérica | Ferrocarril | 1e-07*** |
| Oceanía | Ferrocarril | 2e-06*** |
| Europa | Puente | 7e-04*** |
| Norteamérica | Puente | 0.055 |

Tabla 6: Pruebas de suma de rangos de Wilcoxon para la significación estadística de las diferencias en los rebasamientos del cronograma

Nota: Indicadores de significación estadística: Rechazan la hipótesis nula de que las muestras se derivan de la misma distribución en los siguientes niveles: * $p < 5\%$; ** $p < 1\%$; *** $p < 0,1\%$

5.3 Costo por kilómetro de carril

5.3.1 Estadística descriptiva

La tabla 7 muestra una descripción general del costo por kilómetro (BRL, 2021) para datos internacionales de carreteras, ferrocarriles, puentes y túneles. No fue posible calcular el costo por kilómetro de vía en los datos brasileños, ya que no se disponía de información sobre el tamaño real del proyecto, como el número de vías (número de vías férreas, respectivamente) o el ancho de carretera. Además, los contratos dentro de los conjuntos de datos brasileños no consideran los mismos costos que los proyectos dentro de los datos de OGP. Los datos de OGP incluyen costos de diseño, expropiación, supervisión, gestión de impactos ambientales y costos de suministro. Por lo tanto, una comparación de los costos unitarios en valores absolutos entre los datos internacionales y brasileños no es factible.

| TIPO | REGIÓN | TAMAÑO DE LA MUESTRA | MEDIA | MEDIANA (RCF 50) | RCF 80 | RANGO HISTÓRICO |
|-------------|-----------------|----------------------|-------|------------------|--------|-----------------|
| Carretera | Europa | 182 | 19 | 6 | 11 | 1969 – 2016 |
| | América del Sur | 1 | 8 | 8 | 8 | 2007 |
| | Asia | 53 | 23 | 12 | 20 | 1982 – 2007 |
| | Oceanía | 5 | 16 | 17 | 27 | 1995 – 2020 |
| | Norteamérica | 12 | 8 | 4 | 11 | 1941 – 2021 |
| | Resultado | 253 | 18 | 5 | 11 | 1941 – 2021 |
| Ferrocarril | Europa | 11 | 77 | 52 | 115 | 1954 – 2017 |
| | Asia | 12 | 24 | 24 | 34 | 1966 – 2011 |
| | Norteamérica | 27 | 95 | 52 | 96 | 1898 – 2017 |
| | Resultado | 50 | 55 | 27 | 70 | 1898 – 2021 |
| Puente | Europa | 8 | 127 | 114 | 201 | 1962 – 2006 |
| | Asia | 5 | 241 | 82 | 330 | 1985 – 2009 |
| | Norteamérica | 2 | 65 | 65 | 89 | 1869 – 2016 |
| | Resultado | 15 | 59 | 5 | 78 | 1869 – 2016 |
| Túnel | Europa | 13 | 478 | 50 | 152 | 1963 – 2016 |
| | América del Sur | 1 | 34 | 34 | 34 | 1939 |
| | Asia | 1 | 15 | 15 | 15 | 1986 – 2007 |
| | Resultado | 15 | 324 | 49 | 101 | 1919 – 2016 |

Tabla 7: Descripción general del costo por kilómetro de carril en millones de BRL; datos internacionales utilizados para la construcción de la clase de referencia.

La Figura 5 compara el costo por kilómetro de carril de proyectos de carreteras, ferrocarriles, puentes y túneles por región. La observación de interés es el valor medio del costo unitario dentro de cada región, representado por la línea horizontal en negrita en cada diagrama de cajas. Estas medidas sirven como valiosos puntos de referencia con los que comparar proyectos similares.

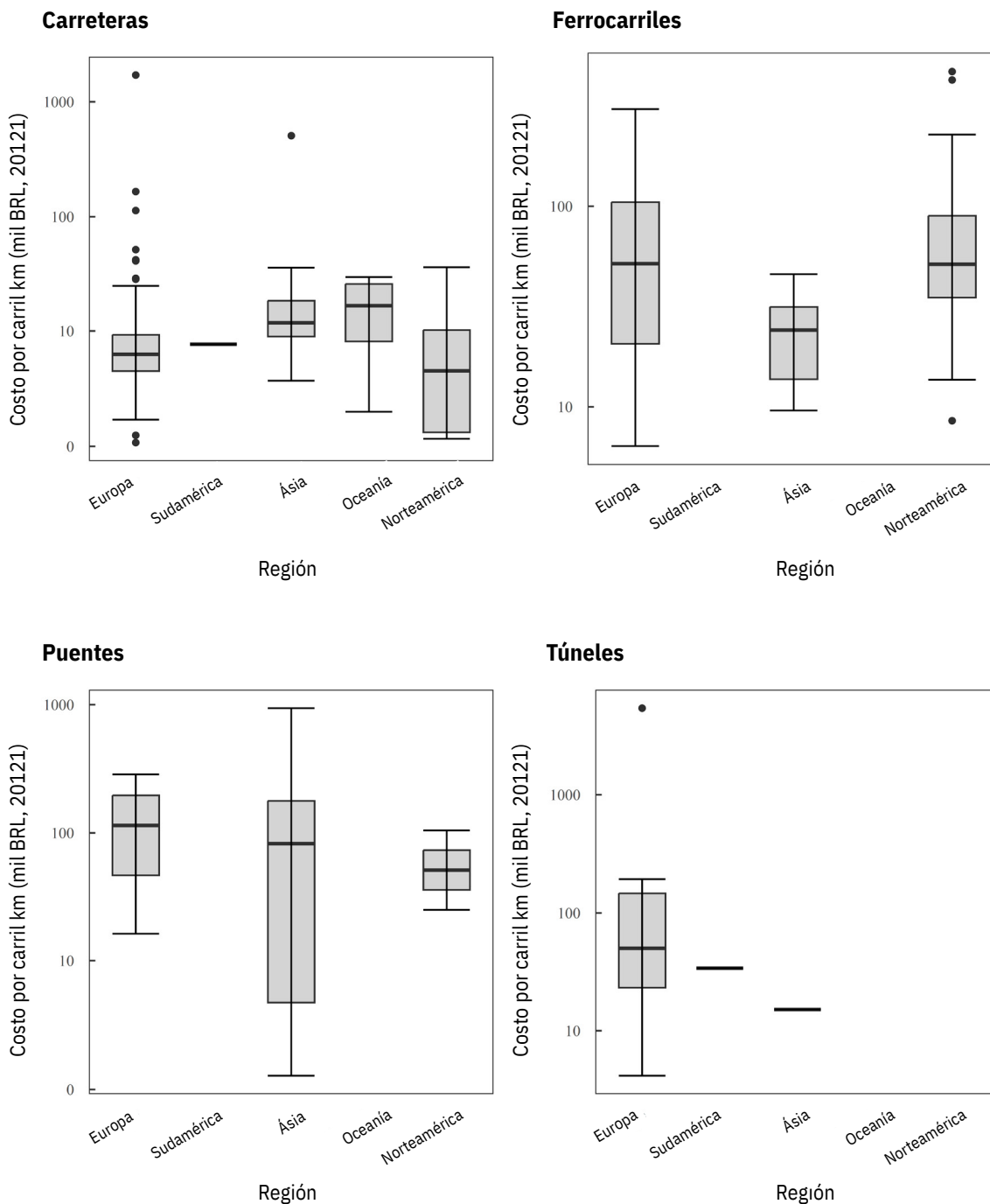


Figura 5: Diagramas de caja que comparan el costo por kilómetro entre los tipos de proyectos relevantes dentro de la base de datos OGP.

5.4 Conjunto de datos ferroviarios brasileños consolidado

Después de consolidar el conjunto de datos ferroviarios brasileños en proyectos según la ubicación, OGP extrajo los sobrecostos y los rebasamientos del cronograma de los siguientes tres proyectos: FIOL (Ferrocarril Oeste-Este), FNS (Ferrocarril Norte-Sur) y Extensión Sur.

Las Figuras 6 y 7 a continuación demuestran cómo los tres principales proyectos ferroviarios en Brasil se comparan con los datos internacionales en términos de sobrecostos y rebasamientos del cronograma. El proyecto ferroviario FIOL (Ferrocarril Oeste-Este) estaba un 29% por encima del presupuesto, el proyecto ferroviario FNS (Ferrocarril Norte-Sur) estaba un 47% por encima del presupuesto y la línea de Extensión Sur estaba un 39% por encima del presupuesto. La figura 7 incluye líneas discontinuas codificadas por colores para facilitar la visualización de la intersección de cada valor de sobrecosto con la curva RCF. En términos de tiempo de finalización del proyecto, el proyecto ferroviario FIOL (Ferrocarril Oeste-Este) estaba 465% por encima del cronograma, el proyecto ferroviario FNS (Ferrocarril Norte-Sur) estaba 445% por encima del cronograma y la línea de Extensión Sur estaba 408% por encima del cronograma. Como se ve en la Figura 8, ninguno de los tres rebasamientos del cronograma se cruza con la curva del RCF ya que los tres rebasamientos del cronograma caen muy por encima del percentil RCF95 de datos internacionales dentro de la base de datos OGP.

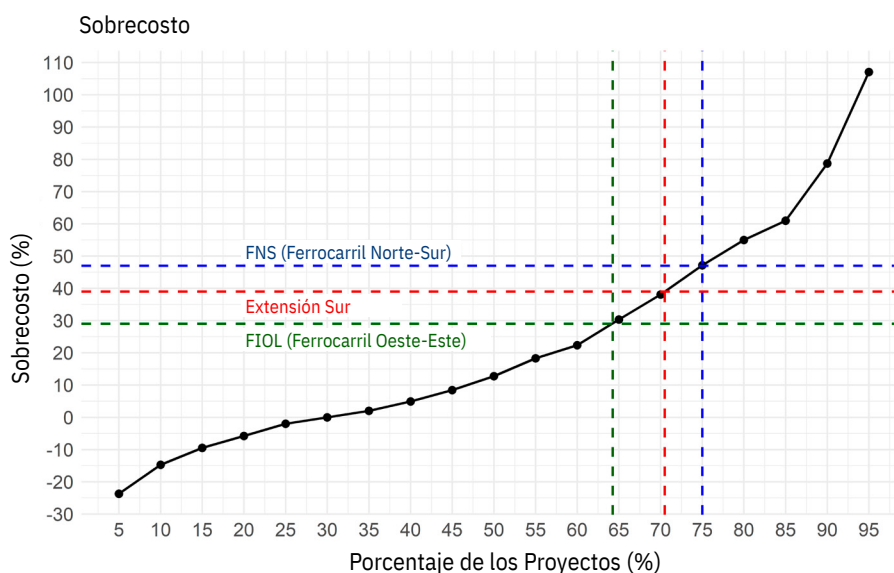


Figura 6: Clase de referencia para sobrecostos en proyectos ferroviarios internacionales.

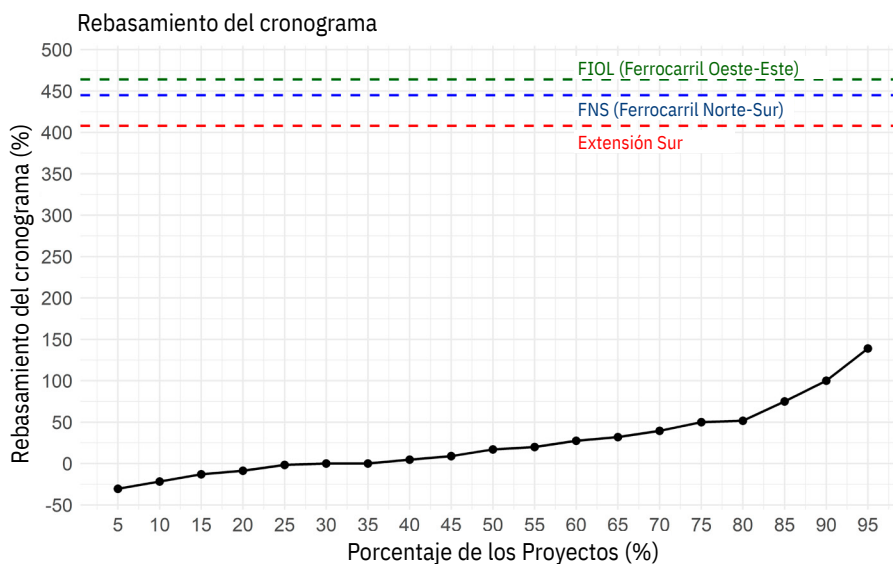


Figura 7: Clase de referencia para el rebasamiento del cronograma en proyectos ferroviarios internacionales.

En otras palabras, las comparaciones con los datos internacionales revelan una discrepancia entre los sobrecostos y los rebasamientos del cronograma. Los datos brasileños parecen ser comparables a los datos internacionales con respecto a los sobrecostos, sin embargo, los rebasamientos del cronograma en los proyectos ferroviarios brasileños superan con creces los rebasamientos del cronograma en los datos internacionales. Siempre es necesario señalar que los aumentos de costos para los proyectos brasileños pueden ser mayores que los calculados aquí, ya que no hay información sobre todos los contratos que conforman un proyecto.

6. RESULTADOS

La **Tabla 8** resume las conclusiones clave de este análisis, basado en las diferencias en el costo medio y el cronograma y las pruebas estadísticas de las diferencias en la distribución entre los países. Encontramos diferencias estadísticamente significativas entre Brasil y algunos otros países para algunos tipos de proyectos, pero no para otros.

| TIPO DE PROYECTO | SOBRECOSTOS | REBASAMIENTO DEL CRONOGRAMA |
|----------------------|--|---|
| Carreteras | Existe evidencia de diferencias estadísticamente significativas en los sobrecostos al construir carreteras entre Brasil y otros grupos de países. Brasil parece tener mayores sobrecostos en comparación con <i>Europa y América del Norte</i> . Por otro lado, Brasil parece tener menores sobrecostos en comparación con <i>América del Sur</i> , siempre señalando que los datos brasileños son incompletos, y tales valores tal vez sean más altos al considerar todos los costos. | Existe evidencia de diferencias estadísticamente significativas en los rebasamientos del cronograma al construir carreteras entre Brasil y otros grupos de países. Brasil parece tener mayores rebasamientos del cronograma en comparación con <i>Asia, Europa, América del Norte, Oceanía y América del Sur</i> . |
| Ferrocarriles | Hay poca evidencia de diferencias estadísticamente significativas en los sobrecostos al construir ferrocarriles entre Brasil y otros grupos de países. Brasil parece tener mayores sobrecostos en comparación con <i>Oceanía</i> . Parece que los sobrecostos brasileños en los proyectos ferroviarios son generalmente comparables a los de otras regiones del mundo. | Existe evidencia de diferencias estadísticamente significativas en los rebasamientos del cronograma al construir ferrocarriles entre Brasil y otros grupos de países. Brasil parece tener mayores rebasamientos del cronograma en comparación con <i>Asia, Europa, América del Norte y Oceanía</i> . Parece que los rebasamientos del cronograma brasileños en los proyectos ferroviarios son generalmente mayores que los de otras regiones del mundo. |
| Puentes | No hay diferencias estadísticamente significativas en los sobrecostos en Brasil frente a otros grupos de países. Parece que los sobrecostos brasileños en los proyectos de puentes son generalmente comparables a los de otras regiones del mundo. | Existen algunas pruebas de diferencias estadísticamente significativas en los rebasamientos del cronograma al tender puentes entre el Brasil y otros grupos de países. Brasil parece tener mayores rebasamientos del cronograma en comparación con <i>Europa y América del Norte</i> . |
| Túneles | No hay diferencias estadísticamente significativas en los sobrecostos al construir un túnel en Brasil en comparación con otros grupos de países. Este resultado podría ser impulsado por los pequeños tamaños de muestra en esta categoría. | No hay diferencias estadísticamente significativas en los rebasamientos del cronograma al construir un túnel en Brasil en comparación con otros grupos de países. Este resultado podría ser impulsado por los pequeños tamaños de muestra en esta categoría. |

Tabla 8: Resumen de resultados

Sin embargo, este análisis tiene varias limitaciones importantes y se deben extraer conclusiones de él con precaución.

Primero, hay un pequeño número de proyectos de túneles brasileños, lo que significa que es difícil identificar diferencias estadísticamente significativas en costos y cronogramas o generalizar estos hallazgos a otros proyectos.

En segundo lugar, no se disponía de información sobre algunos atributos del proyecto que afectan el costo, como una medida más exacta del tamaño de la construcción, aparte de la extensión en km (por ejemplo, número de carriles/vías, tamaño de la carretera/ferrocarril), ubicación urbana o rural, topografía y especificaciones de diseño en general.

En tercer lugar, como se mencionó anteriormente, los datos están estructurados de una manera fundamentalmente diferente. Los datos brasileños se recopilan a nivel de contrato, mientras que los datos en la base de datos OGP consisten en proyectos completos que pueden involucrar varios contratos hasta su finalización. Los esfuerzos para resolver este problema agregando contratos brasileños en proyectos han sido en su mayoría infructuosos. La discrepancia entre los sobrecostos y los rebasamientos del cronograma dentro de los datos brasileños ilustra aún más el problema: los rebasamientos del cronograma son mucho más altos de lo que se esperaría dados los sobrecostos en los datos brasileños.

En cuarto y último lugar, la legislación brasileña dicta que los contratos de infraestructura del gobierno en Brasil deben terminarse si exceden su costo previsto en un 25% y, por lo tanto, se debe redactar un nuevo contrato para poder continuar trabajando en el proyecto. Esto significa que los datos, tal como están, tampoco pueden compararse con otros datos contractuales de proyectos internacionales.

En consecuencia, **nuestra recomendación es utilizar datos internacionales para la evaluación comparativa y el Reference Class Forecasting, hasta que se hayan abordado las limitaciones resumidas anteriormente.**

Para este propósito, la **Tabla 9** y las siguientes **Figuras 9 a 14** muestran las distribuciones para **clases de referencia internacionales** derivadas de la base de datos OGP. Estos deben servir como punto de referencia para los resultados del proyecto de infraestructura.

| Porcentaje de proyectos | CARRETERAS | | | TRANSPORTE FERROVIARIO | | | PUENTES | | | TÚNEL | | |
|-------------------------|-------------|---------------------------------|------------------------------|------------------------|---------------------------------|------------------------------|-------------|---------------------------------|------------------------------|-------------|---------------------------------|------------------------------|
| | Sobrecostos | Rebasamiento del cronograma (%) | Costo por carril km(mil BRL) | Sobrecostos | Rebasamiento del cronograma (%) | Costo por carril km(mil BRL) | Sobrecostos | Rebasamiento del cronograma (%) | Costo por carril km(mil BRL) | Sobrecostos | Rebasamiento del cronograma (%) | Costo por carril km(mil BRL) |
| 5% | -13% | -21% | -29% | 0.9 | -24% | -30% | 8.0 | -17% | -11% | 2.3 | -22% | 3.5 |
| 10% | -12% | -12% | -20% | 1.9 | -15% | -22% | 9.8 | -12% | -1% | 8.3 | -17% | 5.7 |
| 15% | -5% | -7% | -15% | 2.6 | -9% | -13% | 13.0 | -10% | 0% | 16.2 | -10% | 9.4 |
| 20% | -4% | -4% | -9% | 3.0 | -6% | -9% | 15.2 | -6% | 0% | 22.4 | -4% | 13.1 |
| 25% | -3% | -1% | -3% | 3.7 | -2% | -2% | 21.6 | -4% | 0% | 26.8 | 0% | 18.3 |
| 30% | 0% | 0% | 0% | 4.4 | 0% | 0% | 27.8 | -2% | 0% | 34.2 | 5% | 24.5 |
| 35% | 0% | 0% | 0% | 4.6 | 2% | 0% | 30.0 | 0% | 3% | 50.5 | 11% | 32.0 |
| 40% | 0% | 0% | 0% | 5.1 | 5% | 5% | 34.1 | 2% | 5% | 70.0 | 18% | 33.2 |
| 45% | 1% | 1% | 7% | 5.6 | 8% | 9% | 38.5 | 4% | 13% | 88.1 | 20% | 37.2 |
| 50% | 1% | 4% | 11% | 6.4 | 13% | 17% | 42.7 | 9% | 16% | 103.8 | 24% | 46.5 |
| 55% | 3% | 6% | 15% | 6.7 | 18% | 20% | 46.1 | 18% | 19% | 109.9 | 26% | 48.5 |
| 60% | 9% | 9% | 21% | 7.4 | 22% | 27% | 49.6 | 22% | 22% | 113.2 | 30% | 52.4 |
| 65% | 11% | 13% | 31% | 8.4 | 30% | 32% | 52.2 | 24% | 29% | 120.5 | 33% | 60.2 |
| 70% | 13% | 16% | 34% | 9.6 | 38% | 39% | 61.8 | 32% | 35% | 164.3 | 43% | 82.4 |
| 75% | 26% | 20% | 48% | 10.8 | 47% | 50% | 77.5 | 42% | 35% | 184.4 | 52% | 117.2 |
| 80% | 42% | 24% | 60% | 12.1 | 55% | 52% | 93.2 | 62% | 39% | 194.7 | 68% | 147.3 |
| 85% | 68% | 30% | 80% | 14.7 | 61% | 75% | 107.7 | 69% | 48% | 203.7 | 72% | 153.1 |
| 90% | 78% | 46% | 102% | 20.2 | 79% | 100% | 160.4 | 88% | 67% | 253.3 | 108% | 177.0 |
| 95% | 85% | 64% | 140% | 25.0 | 107% | 139% | 268.5 | 120% | 84% | 481.0 | 157% | 1754.6 |
| N | 32 | 2267 | 650 | 253 | 546 | 150 | 50 | 119 | 89 | 15 | 75 | 15 |
| Promedio | 16% | 10% | 25% | 8.1 | 23% | 26% | 60.9 | 23% | 21% | 118.3 | 32% | 148.2 |

Tabla 9: Distribuciones por sobrecosto, rebasamiento del cronograma y costo por km de las clases de referencia internacionales

6.1 Sobrecostos

La curva de RCF en la Figura 8 y Figura 9 muestra la distribución de probabilidad acumulada de los valores de sobrecosto dentro del intervalo percentil P5 – P95 en los datos internacionales. Tenga en cuenta que el 50% de los proyectos de carreteras tuvieron un sobrecosto del 4% o menos, y el 80% de los proyectos de carreteras tuvieron un sobrecosto del 24% o menos. Además, el 50% de los proyectos ferroviarios tuvieron un sobrecosto del 13% o menos y el 80% de los proyectos ferroviarios tuvieron un sobrecosto del 55% o menos.

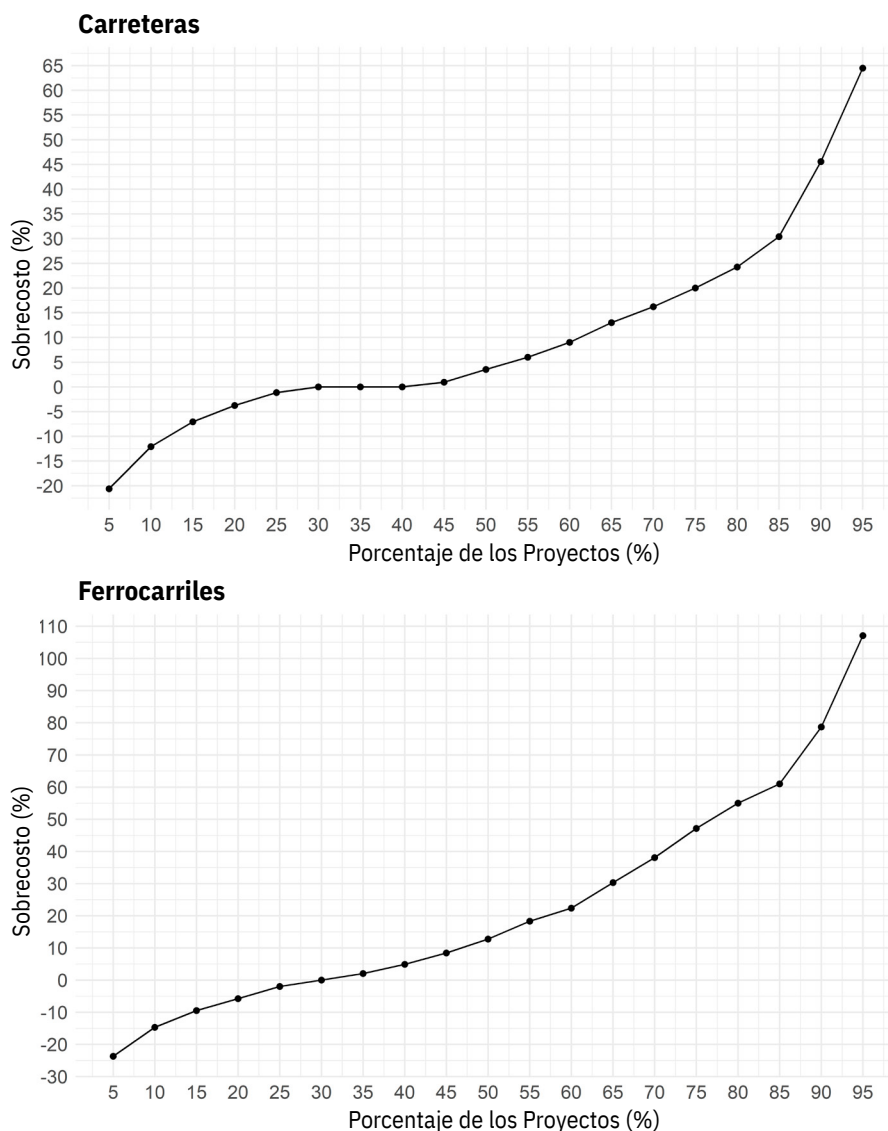


Figura 8: RCF de sobrecostos en proyectos internacionales de carreteras y ferrocarriles

El 50% de los proyectos de puentes tuvieron un sobrecosto del 9% o menos, y el 80% de los proyectos de puentes tuvieron un sobrecosto del 62% o menos. Además, el 50% de los proyectos de túneles tuvieron un sobrecosto del 24% o menos y el 80% de los proyectos de túneles tuvieron un sobrecosto del 68% o menos.

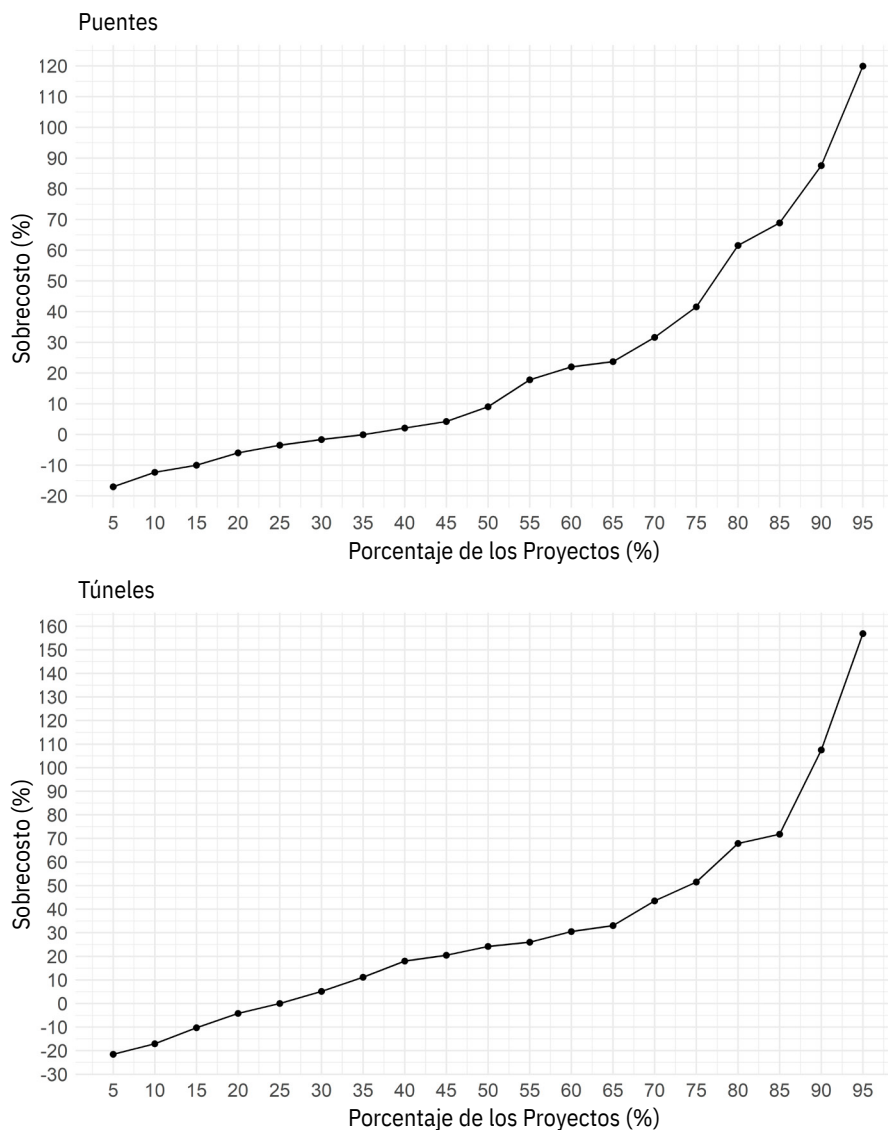


Figura 9: RCF de sobrecostos en proyectos internacionales de puentes y túneles

6.2 Rebasamiento del cronograma

La curva de RCF en la Figura 10 y Figura 11 muestra la distribución de probabilidad acumulada de los valores de rebasamiento del cronograma dentro del intervalo percentil P5 – P95 en los datos internacionales. El 50% de los proyectos de carreteras tenían un rebasamiento del cronograma del 11% o menos, y el 80% de los proyectos de carreteras tenían un sobrecosto del 60% o menos. Además, el 50% de los proyectos ferroviarios tenían un rebasamiento del cronograma del 17% o menos y el 80% de los proyectos ferroviarios tenían un sobrecosto del 52% o menos.

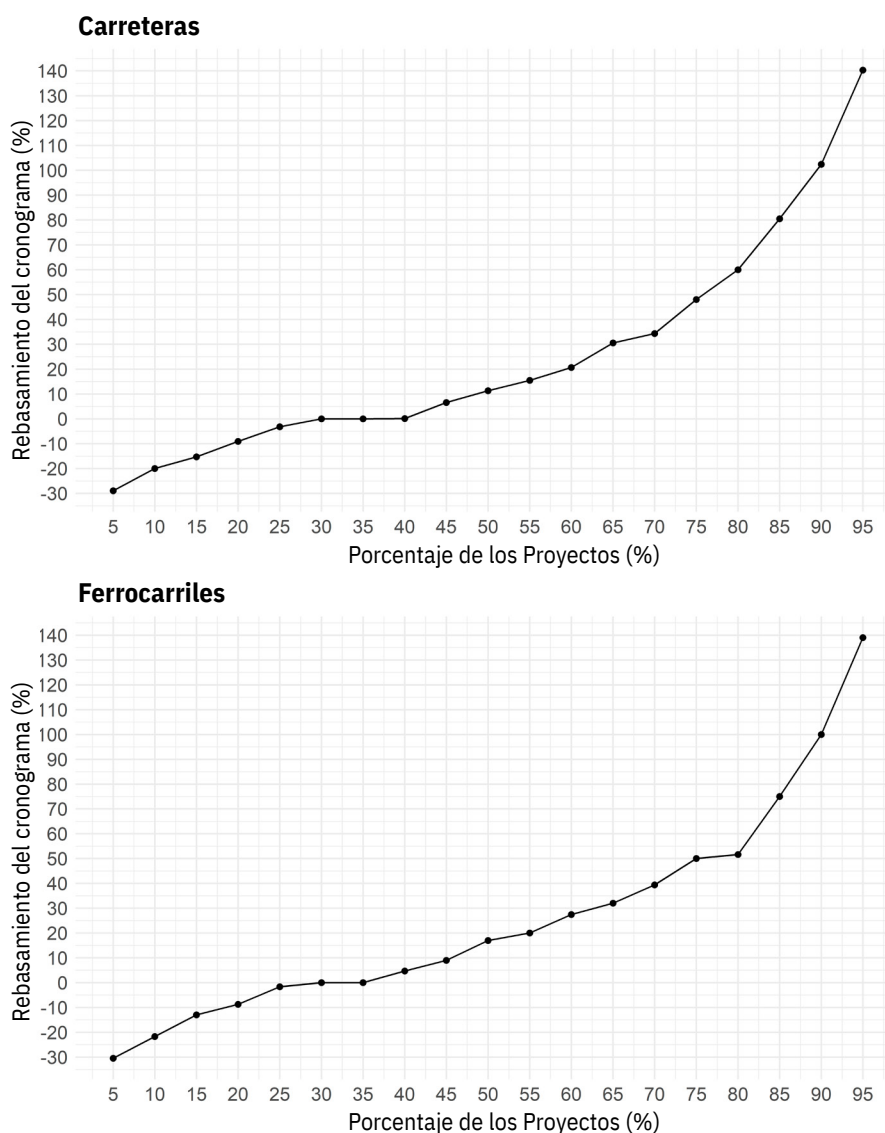


Figura 10: RCF de los rebasamientos del cronograma en proyectos internacionales de carreteras y ferrocarriles

El 50% de los proyectos de puentes tenían un rebasamiento del cronograma del 16% o menos, y el 80% de los proyectos de puentes tenían un sobrecosto del 39% o menos. Además, el 50% de los proyectos de túneles tenían un rebasamiento del cronograma del 1% o menos y el 80% de los proyectos de túneles tenían un sobrecosto del 42% o menos.

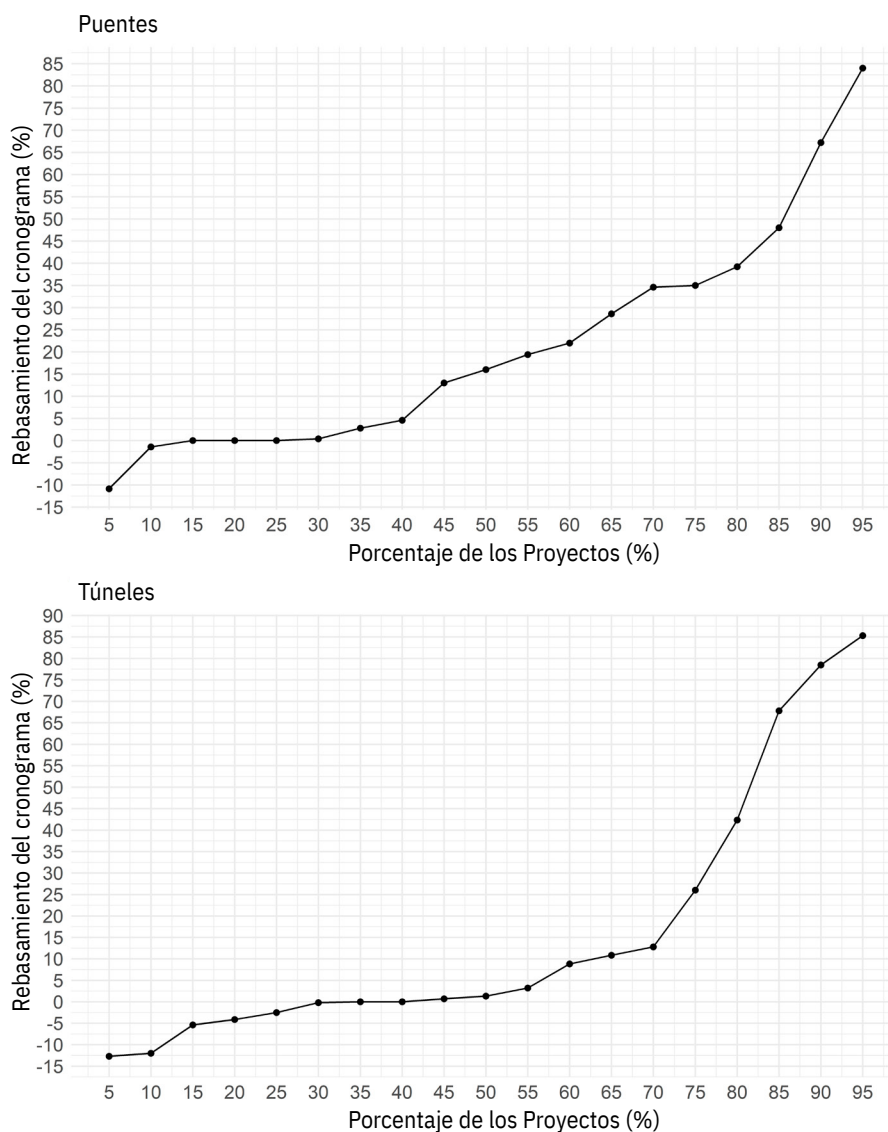


Figura 11: RCF del rebasamiento del cronograma en proyectos internacionales de puentes y túneles

6.3 Costo unitario

La curva de RCF en Figura 12 y Figura 13 muestra la distribución de probabilidad acumulada de los valores de costo por kilómetro de carril dentro del intervalo percentil P5 – P95 en los datos internacionales. El 50% de los proyectos de carreteras tenían un costo unitario de 6,4 millones de BRL o menos, y el 80% de los proyectos de carreteras tenían un costo unitario de 12,1 millones de BRL. Además, el 50% de los proyectos ferroviarios tenían un coste unitario de 42,7 millones de BRL o menos y el 80% de los proyectos ferroviarios tenían un coste unitario de 107,7 millones de BRL o menos.

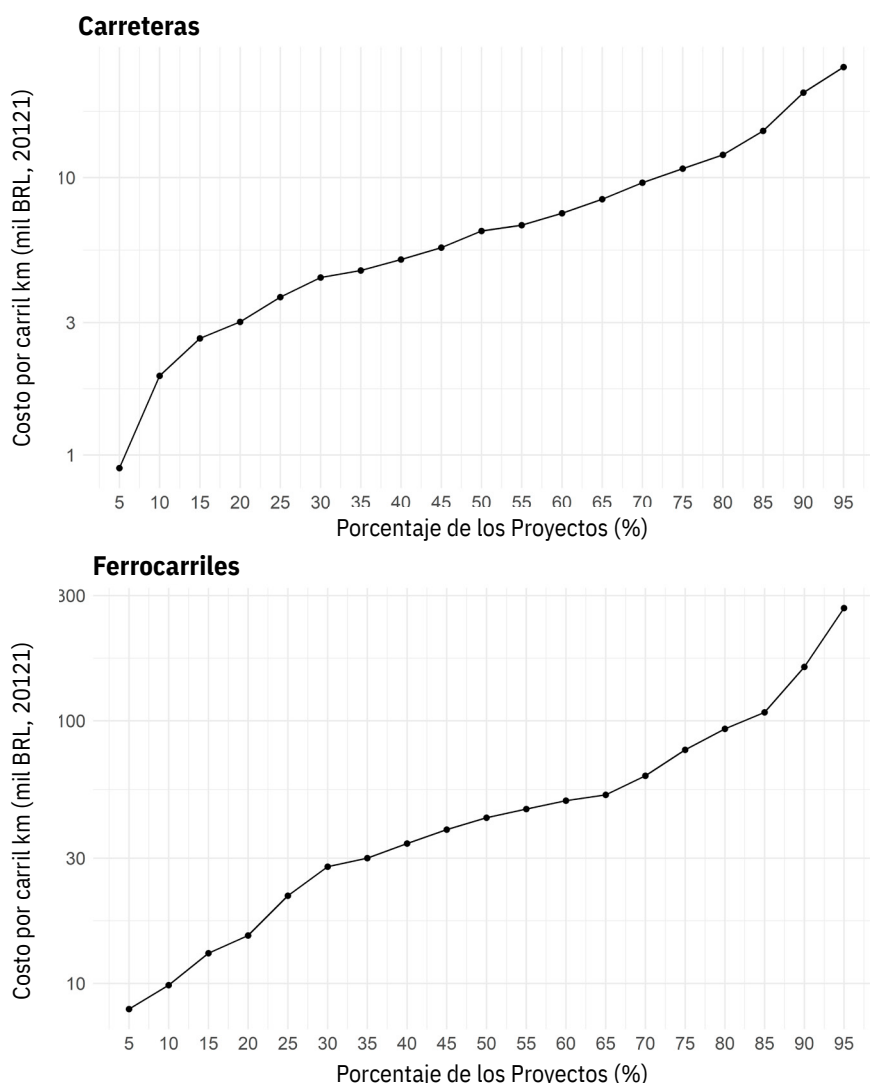


Figura 12: RCF del costo por kilómetro en proyectos internacionales de carreteras y ferrocarriles

El 50% de los proyectos de puentes tenían un costo unitario de 103,8 millones de BRL o menos, y el 80% de los proyectos de puentes tenían un costo unitario de 203,7 millones de BRL. Además, el 50% de los proyectos de túneles tenían un costo unitario de 46,5 millones de BRL o menos y el 80% de los proyectos de túneles tenían un costo unitario de 147,3 millones de BRL o menos.

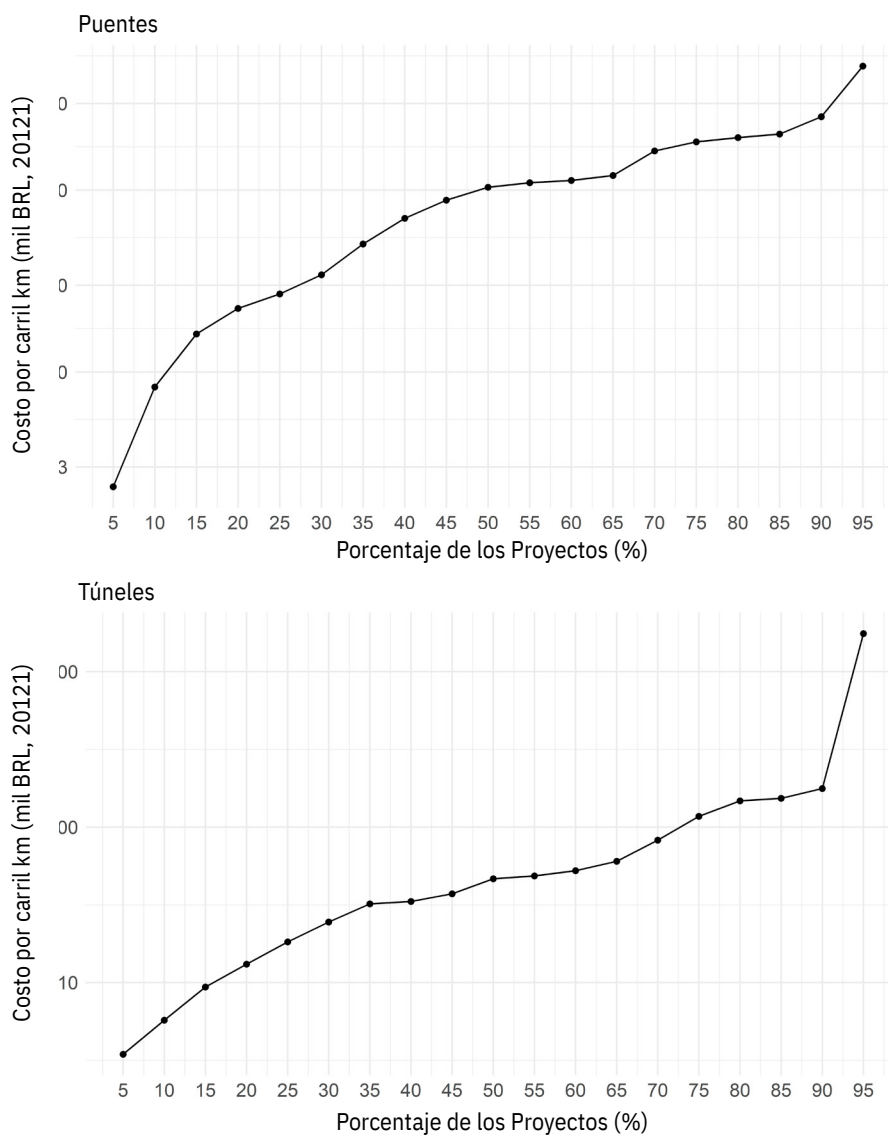


Figura 13: RCF del costo por kilómetro en proyectos internacionales de puentes y túneles

7. GUÍA SOBRE CÓMO UTILIZAR RCF

La gestión de proyectos es notoriamente pobre en pronosticar cómo se desempeñarán los proyectos según el presupuesto, el tiempo y los beneficios. En el conjunto de datos de calidad académica más grande del mundo sobre proyectos (más de 17,000), menos de la mitad de ellos se completan dentro del presupuesto, el 8.5% se completan dentro del presupuesto y del cronograma y solo el 0.5% se completan dentro del presupuesto y del cronograma y entregan los beneficios esperados o más.¹⁰ El profesor Bent Flyvbjerg acuñó la expresión *La Ley de Hierro de los Proyectos*: “los proyectos están por encima del presupuesto, del plazo, y bajo beneficios, una y otra vez.”¹¹ Esto se ve en una amplia gama de tipos de proyectos, desde los Juegos Olímpicos hasta TI y transporte.

| | Energía solar | Carreteras | Ferrocarril | Edificios | Cambio dirigido por las TI | Presas | Olimpiadas | Almacenamiento de residuos nucleares |
|------------------------------------|---------------|------------|-------------|-----------|----------------------------|---------|------------|--------------------------------------|
| Sobrecosto | 1% | 16% | 39% | 62% | 73% | 75% | 157% | 238% |
| Frecuencia de sobrecosto | 4 of 10 | 6 of 10 | 7 of 10 | 7 of 10 | 4 of 10 | 7 of 10 | 10 of 10 | 9 of 10 |
| Rebasamiento del cronograma | 2% | 36% | 32% | 32% | 43% | 44% | 0% | 70% |
| Rebasamiento presupuestario | n/a | -5% | -23% | -5% | -28% | -11% | n/a | -23% |
| Costes del Cisne Negro | 0% | 4% | 10% | 20% | 18% | 23% | 57% | 43% |
| Ø duración, años | 2.2 | 4.1 | 8.0 | 7.9 | 3.3 | 8.0 | 7.1 | 6.8 |

Figura 14: Mapa de Desempeño del Proyecto¹²

7.1 Teoría

Históricamente, las explicaciones para pronósticos de proyectos inexactos se han centrado en la calidad limitada de los datos o en modelos imprecisos. Sin embargo, si así fuera, los errores se anularían en todos los proyectos, mostrando, para el rendimiento real, una distribución normal de los resultados en la que el número de veces que las previsiones fueron optimistas es aproximadamente equivalente al de veces que fueron pesimistas. Sin embargo, el análisis de los resultados reales presenta una imagen muy diferente con un sesgo distinto a los resultados negativos como se ilustra a continuación (y encapsulado por la Ley de Hierro de los Proyectos).

¹⁰ Fuente: Oxford Global Projects Database (Q4 2022).

¹¹ Flyvbjerg, B. *Del Premio Nobel a la gestión de proyectos: acertar en los riesgos*. Project Management Journal, 2006 vol. 37, no. 3, págs. 5 a 15

¹² Ibid. Nota: Medido a partir de la fecha de decisión de construir, a precios constantes. Los cisnes negros se definen como valores atípicos estadísticos.

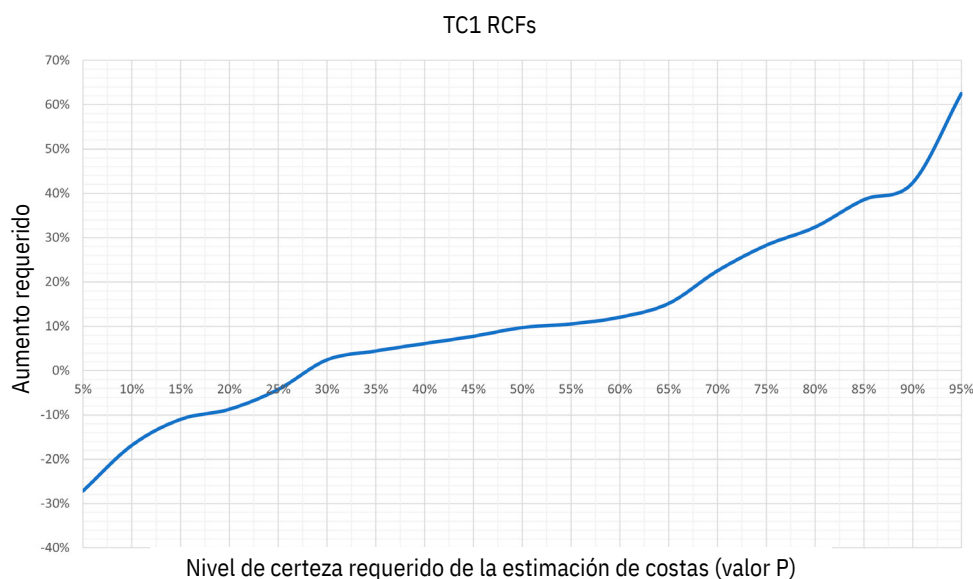


Figura 15: Curva de clase de referencia para el rendimiento real de las carreteras en Irlanda¹³

Este diagrama de muestra de datos reales de carreteras en toda Irlanda ilustra un mejor resultado del caso de -25%, pero un peor caso de +60%. Un sesgo asimétrico en el que el peor de los casos duplica con creces el mejor.

Una explicación mucho más sólida para el mal pronóstico del proyecto que vemos se encuentra en el trabajo ganador del Premio Nobel de Amos Tversky y Daniel Kahneman. Ellos postularon:

*“La **falacia de planificación** es una consecuencia de la tendencia a descuidar los datos distributivos y adoptar lo que se puede denominar un “enfoque interno” de la predicción, donde uno se centra en los constituyentes del problema específico en lugar de en la distribución de resultados en casos similares.”¹⁴*

Esto es muy pertinente para la previsión de proyectos, ya que las estimaciones (costo, tiempo y beneficio potencial) a menudo suman elementos individuales de un proyecto comúnmente conocido como un enfoque “interno” o “ascendente.” Este enfoque tiene una capacidad limitada para reconocer factores estratégicos, la interacción de elementos individuales (por ejemplo, complejidad) o “incógnitas desconocidas” que pueden verse afectadas por proyectos similares.¹⁵ Si bien puede considerarse los costos históricos a nivel elemental, no se considera el desempeño total del proyecto.

¹³ Directrices de RCF para proyectos nacionales de carreteras e infraestructura de transporte en Irlanda.

¹⁴ Kahneman, D., Tversky, A., “Predicción intuitiva: sesgos y procedimientos correctivos,” *TIMS Studies in Management Science*, 1979, Vol 12, págs. 313–27.

¹⁵ Bartlett, M y Leed, A, Evaluación Independiente de Riesgos, *Conferencia Europea de Transporte 2022*

Los enfoques internos son muy propensos a sesgos, incluso¹⁶ con expertos, que son conscientes de los posibles sesgos que aún están sujetos a ellos.¹⁷ Uno de los más frecuentes es el sesgo de optimismo reconocido, por ejemplo, en la Guía de la Tesorería del Reino Unido desde 2004.¹⁸ Esta es una tendencia sistemática a asumir que los resultados serán mejores de lo que probablemente serán y se manifiesta como una subestimación de la probabilidad de eventos negativos y una sobreestimación de la probabilidad de ocurrencias positivas. Es fácil ver cómo esto resultaría en peores resultados del proyecto de lo previsto siendo más probable que mejores resultados.

Además del sesgo de optimismo que afecta el sólido rango de estimaciones, el sesgo político también ofrece una explicación para la “tergiversación estratégica:

“La tergiversación estratégica es la distorsión planificada y sistemática o la tergiversación de los hechos, la mentira, en respuesta a los incentivos en el proceso presupuestario.”¹⁹

Tanto las consideraciones “políticas” nacionales o multinacionales como las “políticas” internas o de menor escala pueden incentivar una tergiversación de los informes y las previsiones. No se desconoce que los líderes de alto nivel o las partes interesadas anuncien una fecha de finalización y un presupuesto para un proyecto de alto perfil antes de que los involucrados en la entrega del proyecto tengan un alcance completamente definido o un conocimiento razonable de lo que se involucrará en su entrega.

Si bien el sesgo de optimismo y el sesgo político desempeñan un papel en la explicación de la mala previsión del proyecto, es difícil estimar el impacto real de uno o ambos por el enfoque “interno.” Se podría esperar que cuanto más prominente sea un proyecto o más un proyecto sea el “proyecto favorito” de un líder senior, más probable será que el sesgo político sea significativo.

El RCF consta de tres pasos:

1. Identificar una clase de referencia relevante
2. Establecer una distribución de probabilidad para la clase de referencia
3. Hacer el pronóstico

1. Identificar una clase de referencia relevante

Esto implica encontrar proyectos similares que se hayan completado y determinar cómo se desempeñaron en comparación con las expectativas en los puntos de decisión clave. Los parámetros relevantes

¹⁶ Kahneman, D., *Pensar Rápido y Lento*, Farrar, Straus & Giroux, 2011

¹⁷ Tetlock, Philip y Gardner, Dan. *Superprevisión: el arte y la ciencia de la predicción*. Penguin Random House, 2019.

¹⁸ HM Tesorería, *El Libro Verde: valoración y evaluación en el gobierno central*, 2004

¹⁹ Jones, L.R.; Euske, K.J., “La tergiversación estratégica en la presupuestación,” Oxford University Press, *Journal of Public Administration Research and Theory*, 1991, Vol.1 (4), págs. 437 a 460.

del proyecto se recopilan para correlacionarlos razonablemente con los datos históricos. Se deben utilizar al menos 15-20 proyectos.

Este informe ha producido una serie de clases de referencia para el sobrecosto (riesgo de costo), el rebasamiento del cronograma (riesgo del cronograma) y el costo unitario (costo por km) basados en proyectos históricos que se han completado, y para los cuales se disponía de datos creíbles de costo y cronograma tanto para estimaciones como para resultados. Estas clases de referencia se han construido para los siguientes tipos de proyectos:

- Carreteras
- Ferrocarril
- Túneles
- Puentes

Si se usa para pronósticos, simplemente elija la clase de referencia que se adapte a su proyecto en términos de tipo de proyecto y tipo de pronóstico.

2. Establecer una distribución de probabilidad para la clase de referencia

Esta etapa determina cómo se desempeñó la variable en cuestión en comparación con la estimación para cada proyecto en la Clase de Referencia.

Luego se crea una distribución acumulativa clasificando los datos de rendimiento del rebasamiento más grande al más pequeño y luego se calcula la proporción relativa de cada punto de datos en la muestra (por ejemplo, si 25 proyectos están en una clase de referencia, cada proyecto tiene una participación del 4%) y se resume de modo que la distribución oscila entre el 0% y el 100% (es decir, el proyecto con el mayor rebasamiento representa el 4%, el segundo mayor rebasamiento del 8%, y así sucesivamente, como se ilustra en la siguiente figura).

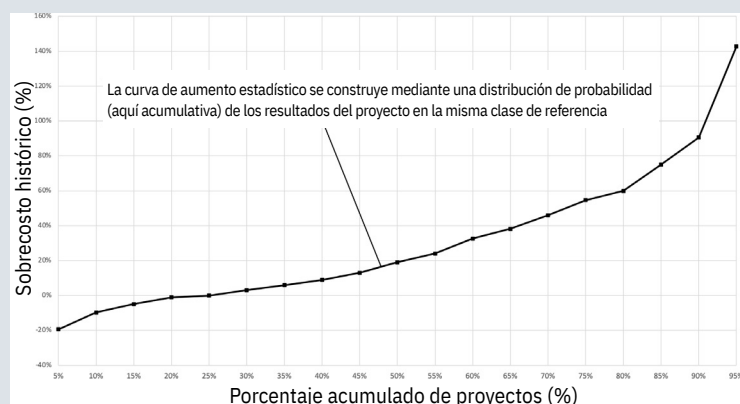


Figura 16: Distribución acumulativa de probabilidad de rebasamiento en la clase de referencia (conceptual)

Las clases de referencia desarrolladas para este informe se han mostrado como distribuciones acumulativas, o “curvas de clase de referencia.”

3. Hacer el pronóstico

El último paso consiste en revisar las distribuciones acumulativas e identificar los aumentos necesarios para eliminar el sesgo de las estimaciones [con fines de evaluación]. Para ello se reinterpreta la curva. El porcentaje acumulado de proyectos con un rebasamiento dado en la clase de referencia ahora se convierte en la posibilidad aceptable de rebasamiento y el aumento para agregar a la estimación base para desviarla; una consideración de la propensión al riesgo.

Por ejemplo, si los responsables de la toma de decisiones aceptan una probabilidad del 50% de rebasamiento (es decir, requieren una estimación determinada del 50% o P50), entonces se añade el aumento relevante en la posición del 50%. Si los responsables de la toma de decisiones son más reacios al riesgo y solo aceptan un 20% de posibilidades de rebasamiento (es decir, requieren una estimación determinada del 80% o P80), entonces se utiliza el aumento en la posición del 80%.

P50 es una posición común adoptada por las organizaciones que utilizan análisis de riesgos y/o RCF para establecer un *costo objetivo* del proyecto.

P70 a P90 es el rango utilizado por estas organizaciones para determinar un pronóstico más pesimista. Sin embargo, no siempre se considera pragmático dejar de lado la contingencia o flotar (cronograma) a este nivel, ya que otras decisiones (como la reducción del alcance) pueden ser factibles.

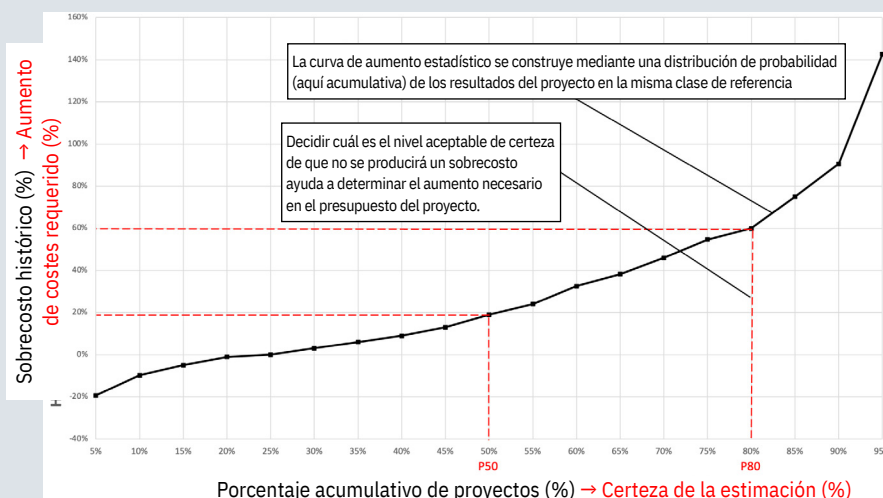


Figura 17: Establecer los aumentos en función de la probabilidad aceptable de sobrecostos en función de la distribución acumulada de sobrecostos en la clase de referencia (conceptual)

7.2 Integración del RCF con técnicas de estimación de riesgos ascendente

El Reference Class Forecasting (RCF) puede complementar los enfoques de estimación de riesgo ascendente, como el Análisis Cuantitativo de Riesgo (ACR), para proporcionar una comprensión más sólida y completa de los posibles resultados del proyecto. ARC es una técnica probabilística utilizada para evaluar el impacto potencial de los riesgos e incertidumbres identificados en los objetivos de un proyecto, mediante la cuantificación de su probabilidad y consecuencias. Si bien el ARC generalmente genera un rango más estrecho de estimaciones, centrándose en los riesgos e incertidumbres específicos del proyecto, el RCF ofrece una perspectiva más amplia y pragmática basada en datos históricos de proyectos similares. Al comparar los dos métodos, los gerentes de proyecto pueden identificar posibles brechas o sesgos en sus evaluaciones de riesgo ascendente y desarrollar un pronóstico más preciso del desempeño del proyecto. Además, la combinación de RCF y ARC puede ayudar a establecer una estrategia holística de gestión de riesgos que tenga en cuenta tanto los riesgos específicos del proyecto como el contexto más amplio de proyectos de infraestructura similares.

En el Módulo de Gestión de Riesgos del Mapa de Ruta del Proyecto de la Autoridad de Infraestructura y Proyectos del Reino Unido, se recomienda la integración de RCF y ARC como un enfoque valioso para mejorar las previsiones del proyecto y la gestión de riesgos. Según el módulo, “la combinación de procesos de gestión de riesgos ascendente y descendente, la previsión basada en la evidencia ayudará a identificar los riesgos e incertidumbres específicos del proyecto que pueden no haber sido considerados, y proporcionará una base más confiable para la toma de decisiones.”²⁰

Cabe señalar que la distribución del RCF se basa en los sobrecostos históricos de proyectos similares terminados. Por lo tanto, los proyectos podrían necesitar considerar si se necesitan ajustes adicionales al nivel de certeza elegido (nivel P) o si el RCF solo debería aplicarse a partes de la estimación de base. En otras palabras, si el proyecto en cuestión es más o menos arriesgado que los proyectos anteriores. Los ejemplos de desviación podrían ser:

- Si un proyecto ha progresado aún más con un desarrollo de diseño detallado en una etapa dada de lo que normalmente lo harían los proyectos.
- Si toda la tierra necesaria ya hubiera sido adquirida, entonces no habría necesidad de aplicar un aumento a este elemento de la obra.
- Si el riesgo financiero se ha transferido completamente a un subcontratista; sin embargo, esto debería ejercerse con precaución para asegurarse de que el riesgo se transfiera completamente financieramente a través de un mecanismo como un precio fijo en firme sin potencial de recuperación. Tenga en cuenta que un proyecto nunca estará libre de riesgos si aún no se ha completado, incluso con un contrato extenso en su lugar. Por lo tanto, incluso en esta etapa, se debe considerar el potencial de riesgos estratégicos no transferibles y cambios de diseño que aún podrían afectar el resultado.

Cualquier ajuste en la aplicación del RCF debe basarse en pruebas sólidas a fin de evitar reintroducir el optimismo en la estimación.

²⁰ Autoridad de Infraestructura y Proyectos del Reino Unido. (2022): Mapa de ruta del proyecto: Módulo de Gestión de Riesgos. Obtenido de “https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/10_80243/Risk_Management_-_FINAL.pdf”

8. RECOMENDACIONES

8.1 Calidad y transparencia de los datos

El informe analiza los desafíos para obtener información significativa de las comparaciones entre los conjuntos de datos brasileños y los datos internacionales a nivel de proyecto debido a las deficiencias en todo el flujo de trabajo de captura, gestión y procesamiento de datos [brasileños]. Estas deficiencias abarcan varios aspectos que justifican un mayor desarrollo y mejora, incluida la identificación de los datos necesarios que deben recopilarse, la implementación de una recopilación, procesamiento y consolidación de datos efectivos de manera centralizada, el uso de mejores métodos de almacenamiento (preferiblemente a través de sistemas electrónicos para promover la digitalización y la accesibilidad), promoviendo la transparencia y la accesibilidad, y proporcionando instrucciones de interpretación para aumentar la usabilidad. La transparencia es un tema importante en este contexto más amplio, ya que la falta de marcos transparentes de recopilación de datos y en las estructuras de información. obstaculiza la obtención de conclusiones significativas a partir de los datos recopilados actualmente. Estos obstáculos surgen debido a las dificultades para hacer coincidir los contratos de obras con sus respectivos proyectos, en el rastreo de los sobrecostos y rebasamientos del cronograma y en la identificación de las relaciones entre los nuevos contratos y los contratos anteriores.

Solucionar estas deficiencias en la gestión de datos es crucial no solo para Brasil sino también para otros países de América Latina y el Caribe que pueden enfrentar desafíos similares. Al compartir las mejores prácticas y las lecciones aprendidas en la mejora de los procesos de gestión de datos, los países de la región pueden mejorar colectivamente la calidad y la utilidad de los datos de los proyectos de infraestructura para la toma de decisiones y la evaluación del desempeño. Esto puede conducir a una gestión más eficiente y efectiva de los proyectos de infraestructura, una mejor asignación de recursos y una reducción de los riesgos de corrupción y obras públicas paralizadas. Además, al mejorar los procesos de gestión de datos en toda la región, los países estarán mejor equipados para compartir y comparar datos a través de las fronteras, lo que conducirá a decisiones más informadas y mejores resultados generales para los proyectos de infraestructura.

Los conjuntos de datos brasileños actuales carecen además de transparencia en términos de identificar la cantidad de trabajo completado por cada contrato de un proyecto, lo que dificulta el cálculo preciso de los costos unitarios. La variable “Extensión (km)” no proporciona información clara sobre el número real de kilómetros de carretera o ferrocarril que se han colocado en cada contrato. Por lo tanto, se recomienda que las agencias brasileñas (DNIT y Valec) mejoren sus métodos de recopilación de datos para capturar información más detallada sobre el trabajo real completado por cada contrato, incluidas las características físicas de la infraestructura, como el número de carriles/vías, ancho de la carretera, etc.

Al capturar esta información, será más fácil calcular los costos unitarios con precisión y encontrar una clase de referencia adecuada para fines de comparación.

Para abordar las limitaciones en los datos brasileños, se recomienda que se mejoren las prácticas de captura de datos para abarcar todo el proyecto, no solo la participación en la construcción. Esto se aplica no solo a las prácticas de recopilación de datos en Brasil, sino también a otras OLACEFS. Estas directrices pueden utilizarse junto con puntos de referencia internacionales para mejorar la oferta de servicios de la OLACEFS para la participación activa de las EFS en los sistemas nacionales de lucha contra la corrupción, aumentar el alcance de las auditorías de EFS y fortalecer el intercambio de cooperación técnica y la colaboración de las OSC y otros organismos gubernamentales.

Actualmente, la falta de control y transparencia en los datos brasileños inhibe los esfuerzos para mejorar la gestión de proyectos de infraestructura brasileña y reducir la corrupción política en Brasil. Para superar este desafío, OGP recomienda la captura de datos transparente y completa: la recopilación de datos debe realizarse tanto a nivel de proyecto como de contrato, con contratos claramente atribuidos a sus respectivos proyectos. Esto permitirá realizar cálculos más precisos de los sobrecostos y rebasamientos del cronograma y mejorar la transparencia en la asignación de los costos de los proyectos entre los contratos. La captura de datos debe abarcar toda la vida útil del proyecto, no solo la fase de construcción, lo que permite evaluaciones más completas del desempeño del proyecto y un mejor monitoreo de los costos del proyecto. Además, los contratos posteriores deben reflejar las estimaciones originales de costos y cronogramas del proyecto, así como cualquier desviación de estas estimaciones, para evitar subestimaciones artificiales de sobrecostos y rebasamientos del cronograma.

Finalmente, para promover una mayor rendición de cuentas y transparencia en la adquisición y ejecución de contratos gubernamentales, el informe recomienda que el gobierno brasileño considere implementar un mecanismo para garantizar informes precisos, seguimiento y monitoreo de los sobrecostos y rebasamientos del cronograma. Esto podría incluir documentación clara y transparente de los contratos originales y posteriores, cambios en el alcance o el cronograma del proyecto e informes periódicos sobre el progreso y los sobrecostos.

Cuando un proyecto se divide en muchos contratos durante la ejecución, puede ser difícil realizar un seguimiento de los costos. Para manejar esto, las agencias gubernamentales a menudo requieren que los contratistas proporcionen informes de progreso periódicos, incluida información sobre los costos incurridos hasta la fecha. Esta información se utiliza para actualizar los datos generales de costos del proyecto. Además, muchas agencias requieren desgloses de costos detallados para cada contrato, lo que puede ayudar a garantizar que todos los costos se contabilicen y asignen adecuadamente. El software de gestión de proyectos y los sistemas de contabilidad de costos también se pueden utilizar para

realizar un seguimiento de los costos en múltiples contratos y garantizar que todos los costos se contabilicen en el presupuesto general del proyecto.

El informe también sugiere que se podrían imponer sanciones o consecuencias a los contratistas que no informan con precisión los sobrecostos y rebasamientos del cronograma y a los funcionarios gubernamentales que no hacen cumplir los requisitos de presentación de informes. Al implementar estas medidas, el gobierno puede mejorar la eficiencia y efectividad de los proyectos de infraestructura en Brasil y reducir el riesgo de corrupción política y obras públicas inacabadas.

Al implementar estas recomendaciones, la OLACEFS puede fortalecer sus esfuerzos para combatir la corrupción y mejorar la gestión de proyectos de infraestructura en Brasil y otros países miembros de EFS.

8.2 Emplear reference class forecasting

Además de mejorar la calidad y la transparencia de los datos, es esencial utilizar métodos eficaces de estimación y estrategias de gestión de riesgos para los proyectos de infraestructura. Las curvas del RCF desarrolladas en este informe ofrecen un enfoque poderoso para predecir los resultados del proyecto y mitigar los riesgos al aprovechar los datos históricos y las experiencias de proyectos similares. En esta sección se describen recomendaciones adicionales sobre cómo utilizar eficazmente las curvas del RCF. Al aplicar estas recomendaciones, los gerentes de proyecto y los tomadores de decisiones pueden mejorar su capacidad para pronosticar con precisión los resultados del proyecto e implementar estrategias de gestión de riesgos que impulsen el éxito del proyecto, reduciendo el sesgo de optimismo y la tergiversación estratégica.

1. **Equilibrio de los enfoques de RCF descendente y ARC ascendente:** a medida que avanza el desarrollo del proyecto, el método apropiado para calcular la exposición al riesgo debe cambiar. En las primeras etapas de un proyecto, cuando hay muchas incertidumbres y rutas potenciales para el desarrollo, un enfoque de RCF descendente es más adecuado. A medida que el proyecto se acerca a su finalización, un enfoque de ARC ascendente se vuelve más aplicable debido a la disponibilidad de información detallada y menos incertidumbres restantes. El grado de definición del proyecto y la madurez de la organización determinarán cuándo se produce la transición de un RCF descendente a un ARC ascendente.
2. **Garantizar un diseño adecuado del proyecto y un presupuesto detallado ascendente:** Si bien el RCF puede ser una herramienta valiosa para gestionar la exposición al riesgo durante el desarrollo del proyecto, no debe reemplazar la necesidad de un presupuesto detallado ascendente

y un diseño exhaustivo del proyecto. Un problema común que contribuye a la paralización de las obras, el sobrecosto y el rebasamiento del cronograma de los proyectos de infraestructura en Brasil es la insuficiencia o escasez de los estudios de viabilidad y los diseños de los proyectos. Es crucial que los propietarios de proyectos y los tomadores de decisiones inviertan suficiente esfuerzo en diseñar y detallar los costos del proyecto para minimizar los riesgos e incertidumbres de manera efectiva. Es importante reconocer que confiar únicamente en el RCF puede dar lugar a una falsa sensación de seguridad con respecto a la cobertura de riesgos, lo que a su vez podría dar lugar a un diseño de proyectos subóptimo y a una presupuestación ascendente inadecuada.

3. Uso de aumentos de RCF para casos comerciales sólidos y contingencias a nivel de cartera:

los aumentos de RCF no deben agregarse directamente al presupuesto de un proyecto, ya que esto podría llevar a un gasto excesivo. En su lugar, deben usarse para confirmar que un caso de negocio [evaluación de viabilidad] sigue siendo sólido aun que los costos suben al nivel aumentado y para crear una contingencia mantenida a nivel de cartera. Este enfoque garantiza una mejor gestión financiera y la mitigación de riesgos.

4. Implementación de estructuras de incentivos “Skin in the Game”:

para evitar incentivos perversos que podrían surgir de esperar que los contratistas excedan los presupuestos y los plazos, es crucial establecer estructuras de incentivos que alineen los intereses de los contratistas con los objetivos del proyecto. Los contratos deben estructurarse de manera que recompensen a los contratistas por cumplir los objetivos y los penalicen por no cumplirlos. Este enfoque, conocido como “Skin in the Game,” garantiza que los contratistas estén motivados para entregar proyectos a tiempo y dentro del presupuesto, al tiempo que proporciona una salvaguardia contra el posible uso indebido de las expectativas basadas en el RCF.

5. Actualizar continuamente los datos del RCF con insumos regionales:

A medida que Brasil y otros países de la región mejoran sus procesos de recopilación de datos, es crucial actualizar periódicamente el modelo de RCF con los datos recién disponibles. La incorporación de datos precisos y confiables de Brasil y los países vecinos mejorará la precisión predictiva y la adaptabilidad del modelo a las condiciones locales. Este proceso continuo de perfeccionamiento del modelo del RCF garantiza que las previsiones sigan siendo pertinentes y fiables, contribuyendo en última instancia a una toma de decisiones mejor informada y a estrategias de gestión de riesgos más eficaces en los proyectos de infraestructura. Al fomentar un entorno de colaboración entre las partes interesadas regionales y dar prioridad a los enfoques basados en datos, los proyectos de infraestructura pueden beneficiarse de un mejor desempeño y de la reducción de los riesgos de sobrecostos y rebasamientos del cronograma.