FICHA TÉCNICA: TOMA DE DECISIONES ROBUSTAS BAJO INCERTIDUMBRE (RDM)

FutureProof Decisions® — Análisis de Socavación y Estabilidad de Viaductos

Esta ficha técnica detalla la metodología aplicada por ACUMEN para evaluar inversiones en infraestructura vial expuestas a incertidumbre profunda y cambio climático mediante la toma de decisiones robustas.

---

1. La Metodología Robust Decision Making (RDM)

A diferencia de la ingeniería clásica que planifica para un "único futuro de diseño más probable" (enfoque predictivo clásico), el análisis de **Decisiones Robustas (RDM)** es un marco metodológico iterativo y exploratorio.

RDM utiliza computación de alto rendimiento para simular miles de escenarios futuros (Monte Carlo) combinando múltiples variables inciertas (patrones de lluvia, caudales, cambio en el uso del suelo, y vida útil del viaducto).

Objetivos del Análisis

- Identificar las **vulnerabilidades** del diseño estructural base ante escenarios severos.
- Encontrar la estrategia de inversión que minimice el **arrepentimiento (regret)** financiero y físico a través de todos los futuros simulados.
- Lograr un diseño **Robusto**: aquel que funciona de manera aceptable en una gran diversidad de futuros posibles, en lugar de ser óptimo para uno solo pero vulnerable a los demás.

---

2. Modelación Física: Socavación de Pilas y Laderas

El gemelo digital interactivo modela un viaducto de concreto reforzado que cruza una cuenca de montaña:

- **Socavación Local (Scouring):** El incremento de caudales picos debido a precipitaciones extremas acelera la velocidad del flujo del río alrededor de las pilas del puente. Esto erosiona el lecho del río expuesto en la

base de la cimentación (zapatas/pilotes), amenazando la estabilidad estructural general del viaducto.

- **Deslizamiento de Ladera (Estribos):** Las laderas del cañón que sirven de apoyo a los estribos del viaducto sufren saturación por lluvias, reduciendo la estabilidad geomecánica de los apoyos fijos.

---

3. Glosario y Términos Clave

- **RDM (Robust Decision Making):** Metodología de soporte de decisiones cuantitativas diseñada para escenarios donde los tomadores de decisiones no conocen o no se ponen de acuerdo sobre las probabilidades de los futuros clave (incertidumbre profunda).
- **RCP (Representative Concentration Pathways):** Trayectorias de Concentración Representativas utilizadas por el IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). El escenario *RCP 4.5* representa una estabilización de emisiones moderada; el escenario *RCP 8.5* es el escenario de altas emisiones ("peor escenario" o *incertidumbre climática severa*).
- **NPV (Net Present Value - Valor Presente Neto):** Métrica financiera que representa la exposición al riesgo del proyecto en términos monetarios. Indica la pérdida esperada acumulada por daños y cierres viales no mitigados durante la concesión.
- **Socavación Local:** Proceso de remoción de partículas de suelo alrededor del fuste de una pila o estribo debido a las turbulencias y vórtices creados por la obstrucción que genera el puente al paso del agua corriente.

---

4. Matriz de Resultados Técnicos (Simulador RDM)

Escenario Simulado	Nivel del Río (Y)	Socavación en Pilas	Robustez del Proyecto	Riesgo NPV Estimado
Línea Base (2026)	Mínimo (+0.05m)	Ninguna (Normal)	**98%** (Seguro)	-1.2M USD (Bajo)
Cambio Climático (2080 + RCP 8.5)	Máximo (+0.25m)	Severa (Falla)	**12%** (Inadmisible)	-12.4M USD (Crítico)
Estrategia Mitigada (Con RDM)	Máximo (+0.25m)	Mitigada con Escolleras	**98%** (Estable)	-1.2M USD (Controlado)

ACUMEN SAS INGENIERÍA

Ingeniería del territorio e infraestructura resiliente.

Contacto Técnico: contacto@acumeningenieria.com