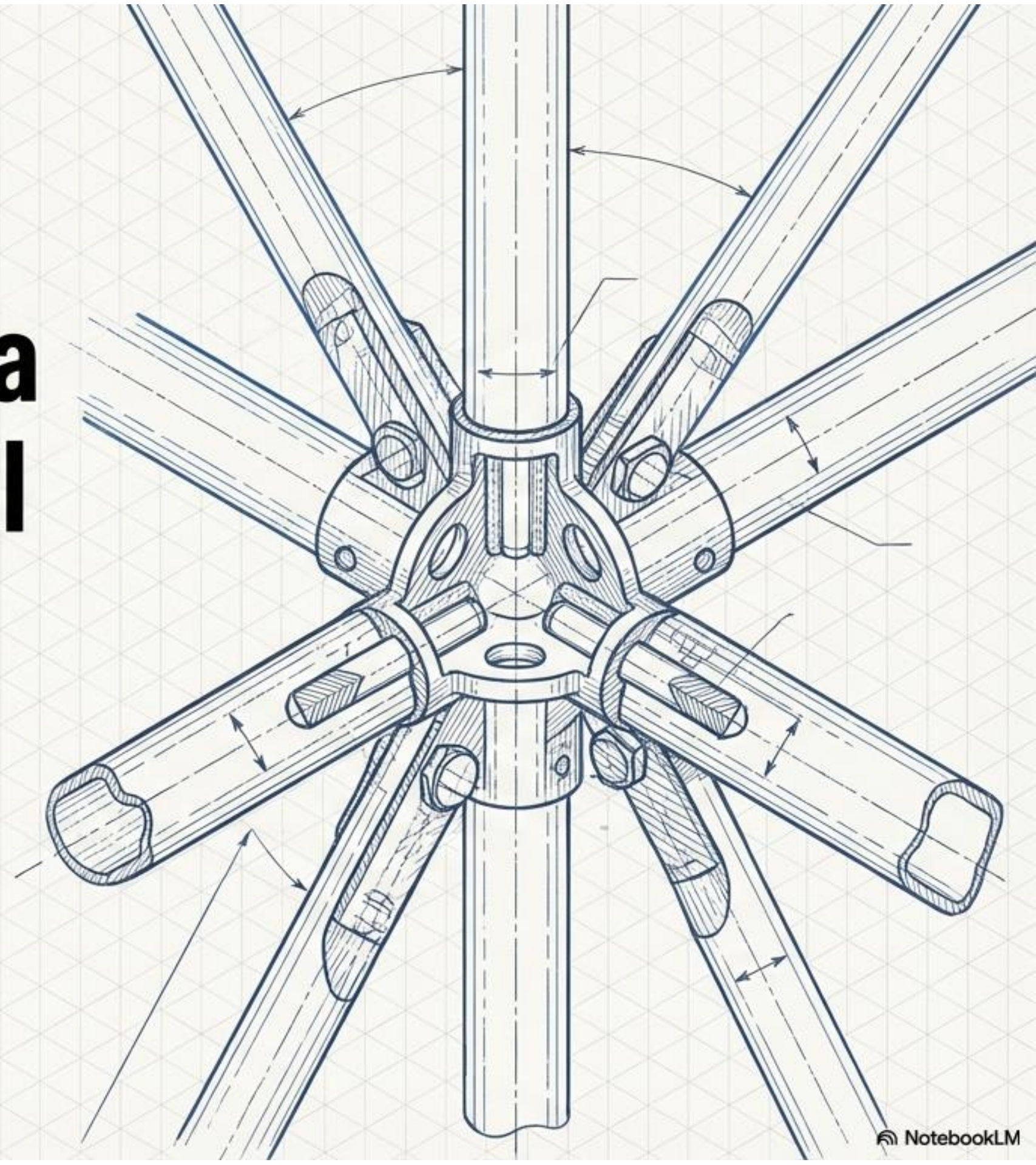


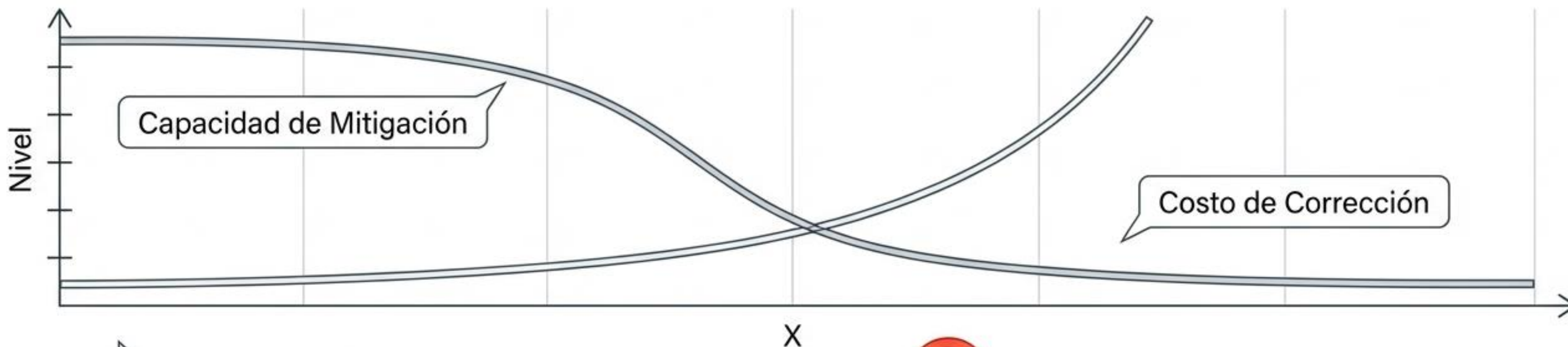
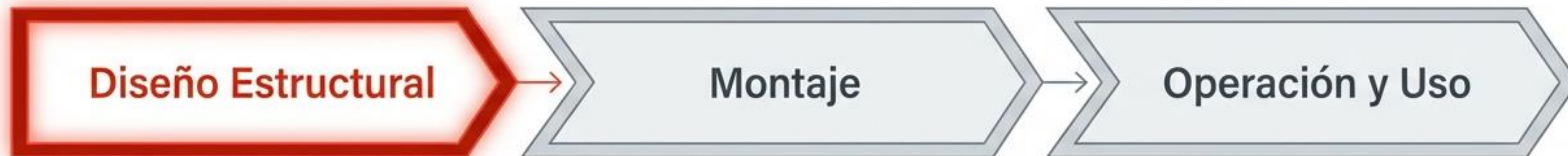
[MÓDULO 6]

Ingeniería Preventiva y Análisis Estructural de Andamios

Metodologías avanzadas para la
evaluación y cuantificación de riesgos
desde el software de diseño.



El origen del riesgo inmitigable



La evaluación de riesgos estructurales no se limita a la obra. Un diseño inadecuado introduce vulnerabilidades críticas que las inspecciones en terreno no pueden resolver.



Anticipar, no reaccionar. Diseñar el riesgo fuera del sistema.

Flujo sistemático de identificación



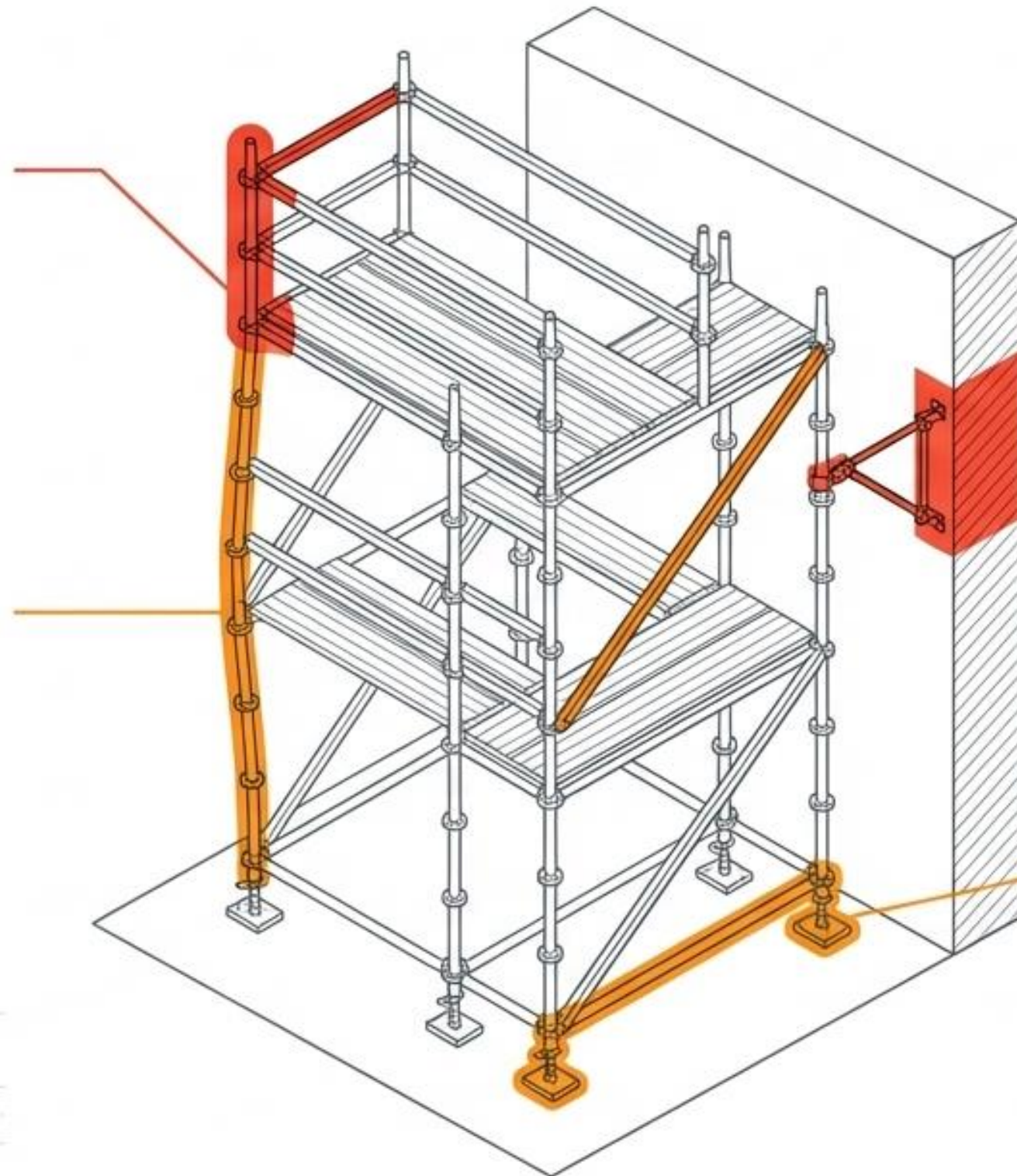
Anatomía de la falla estructural

Inestabilidad Global

Riesgo de colapso por subestimación de cargas o viento.

Pandeo de Elementos

Crítico por esbeltez excesiva y efectos de segundo orden.



Deficiencia en Anclajes

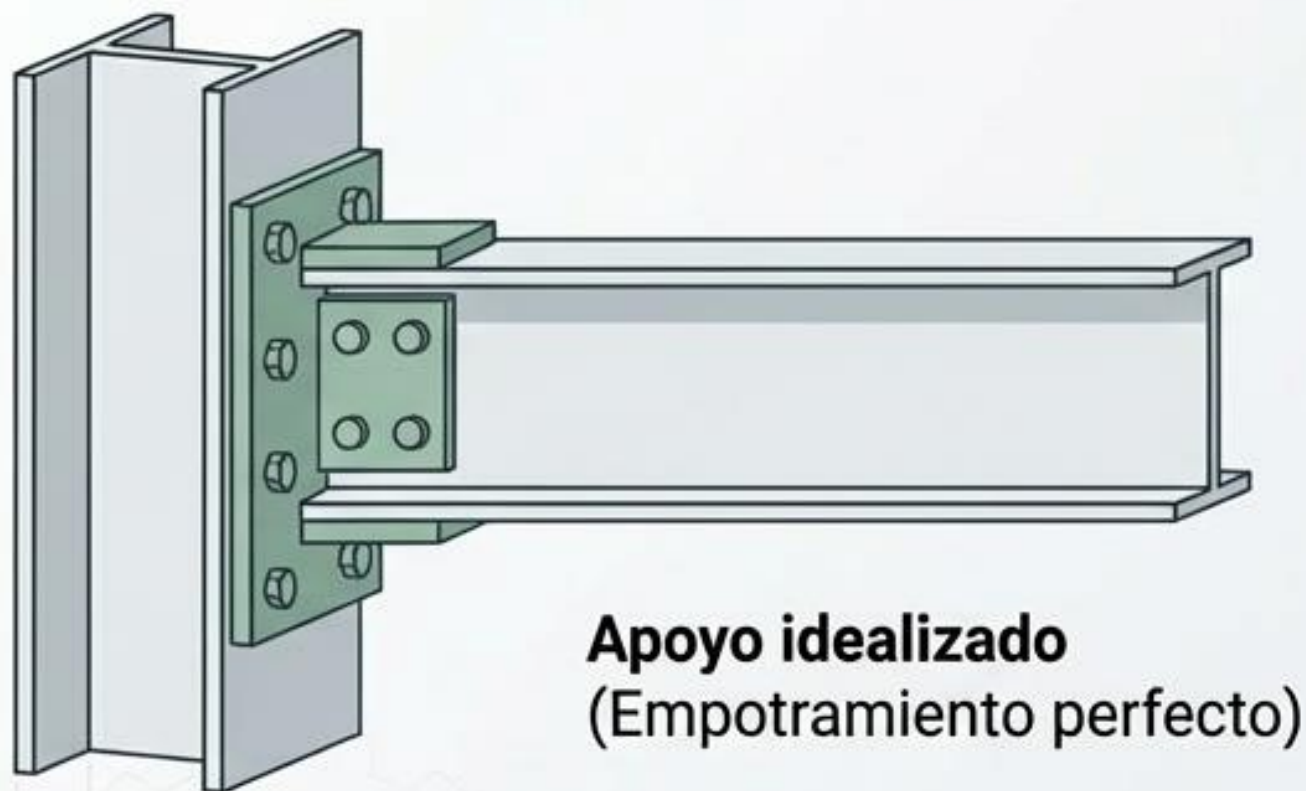
Falla por subdimensionamiento o mala distribución, provocando inestabilidad lateral.

Interacción Suelo-Estructura

Asentamientos diferenciales no previstos en el cálculo.

El peligro de la modelación incorrecta

El Software / Idealización



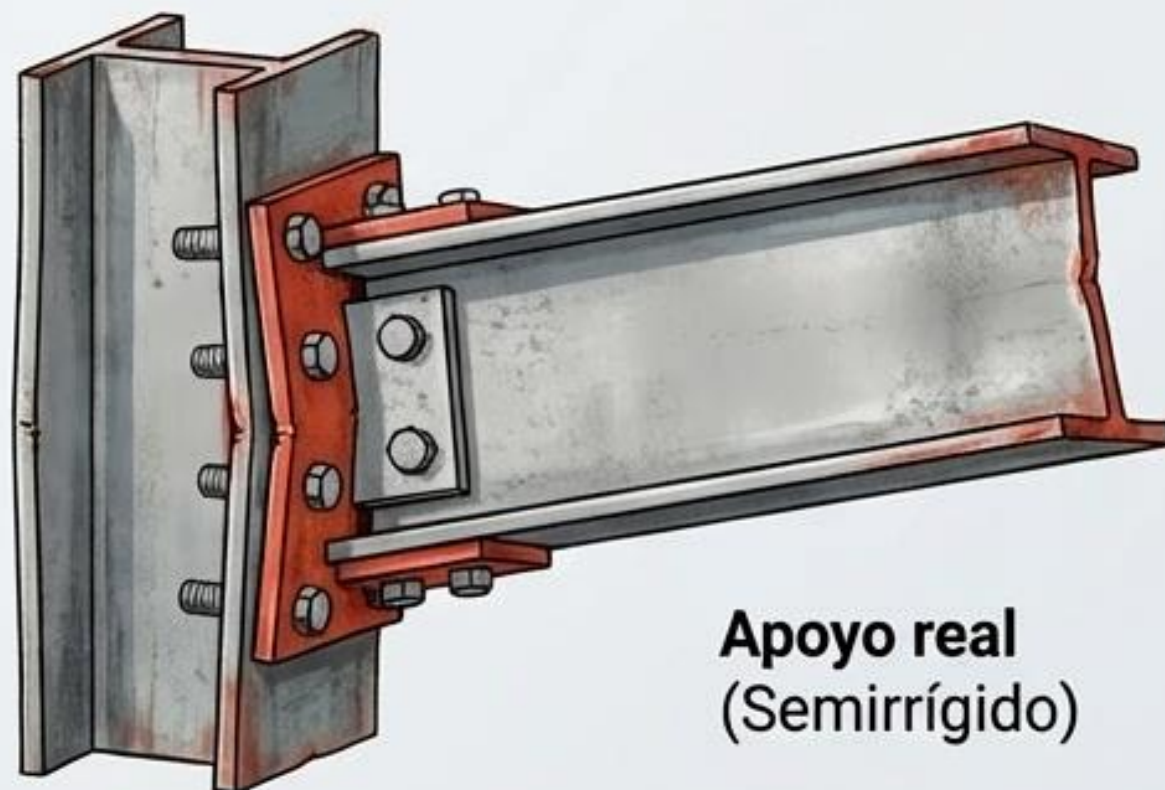
Apoyo idealizado
(Empotramiento perfecto)

Rigidez Infinita / Sin Desplazamiento.

No considera tolerancias ni deformaciones.

Resultado: Modelo no conservador.

La Realidad / Físico



Apoyo real
(Semirrígido)

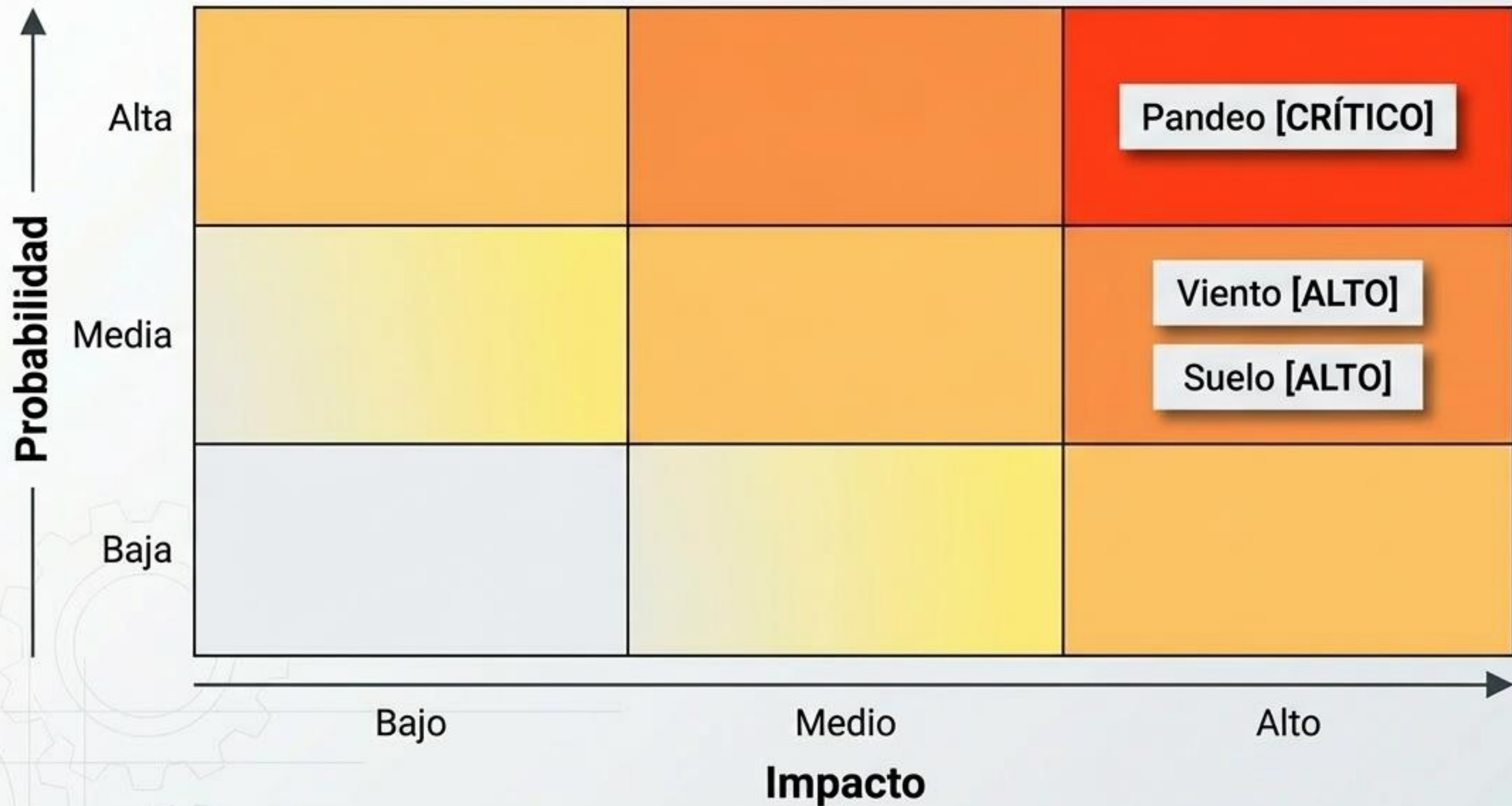
Rigidez Finita / Desplazamiento Real.

Considera imperfecciones y comportamiento elástico-plástico.

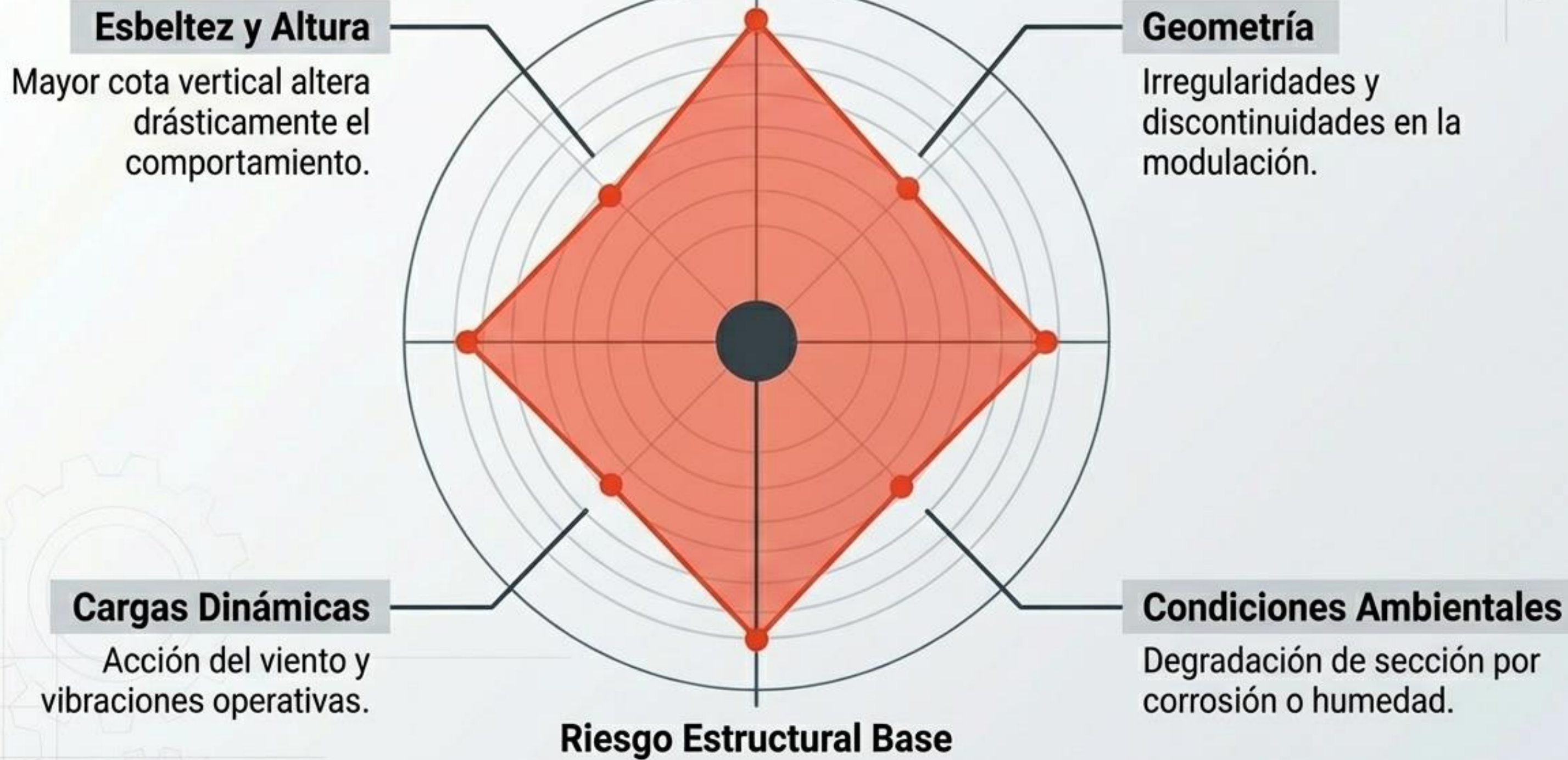
Resultado: Evaluación precisa de riesgos.

Ignorar la rigidez real de los nodos, definir apoyos de manera errónea o idealizar conexiones genera un falso positivo en los márgenes de seguridad.

Matriz cuantitativa de priorización



Factores amplificadores del riesgo



Métricas dinámicas de diseño seguro



Factor de Utilización

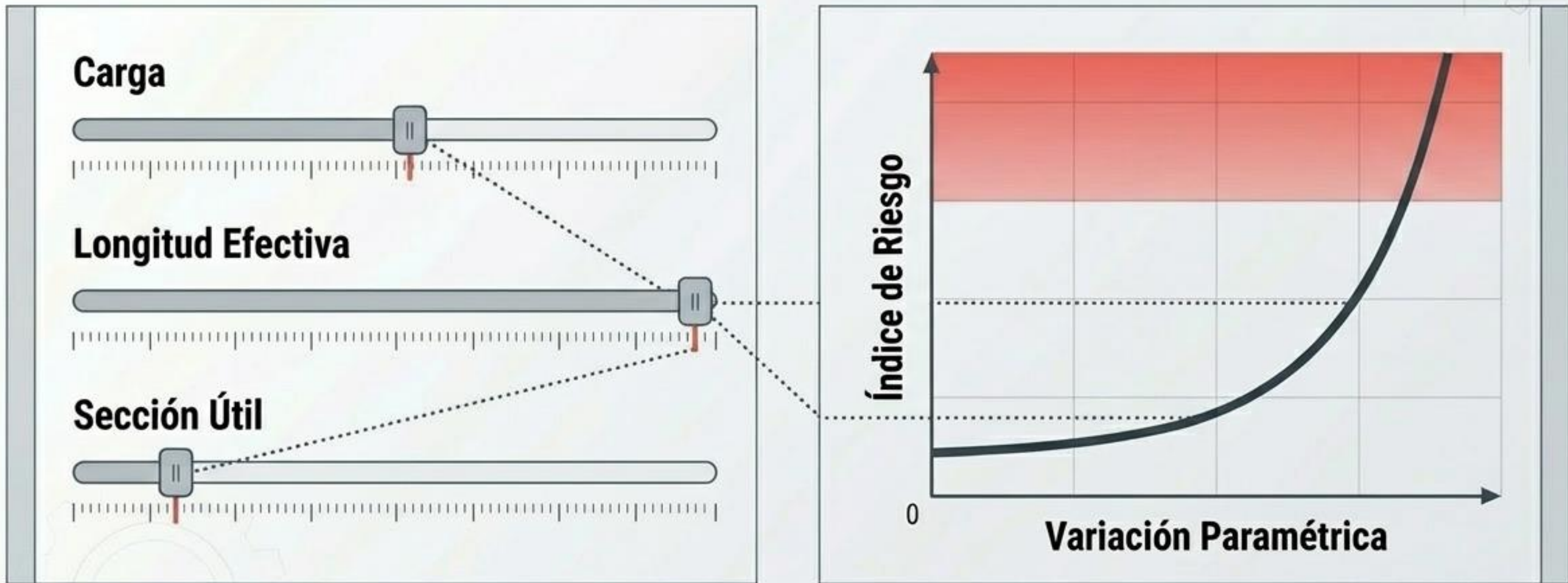
Mide la relación entre la demanda estructural y la capacidad real del sistema. Debe mantenerse estrictamente por debajo del 100%.



Índice de Estabilidad

Evalúa la robustez global del andamio frente al vuelco y colapso lateral.

Análisis de sensibilidad estructural



La variación paramétrica revela vulnerabilidades ocultas. Un ligero incremento en la carga o la longitud efectiva, o una reducción en la sección útil, dispara el índice de riesgo de forma exponencial, no lineal.

Estrategias de reducción desde el origen

Diseño Seguro

Incremento de Rigidez

Integración estratégica de diagonales y reducción sistemática de luces libres.

Mejora de Estabilidad

Densificación del número de anclajes y priorización de configuraciones simétricas.

Control de Esbeltez

Intervenciones geométricas para disminuir la longitud efectiva de pandeo.

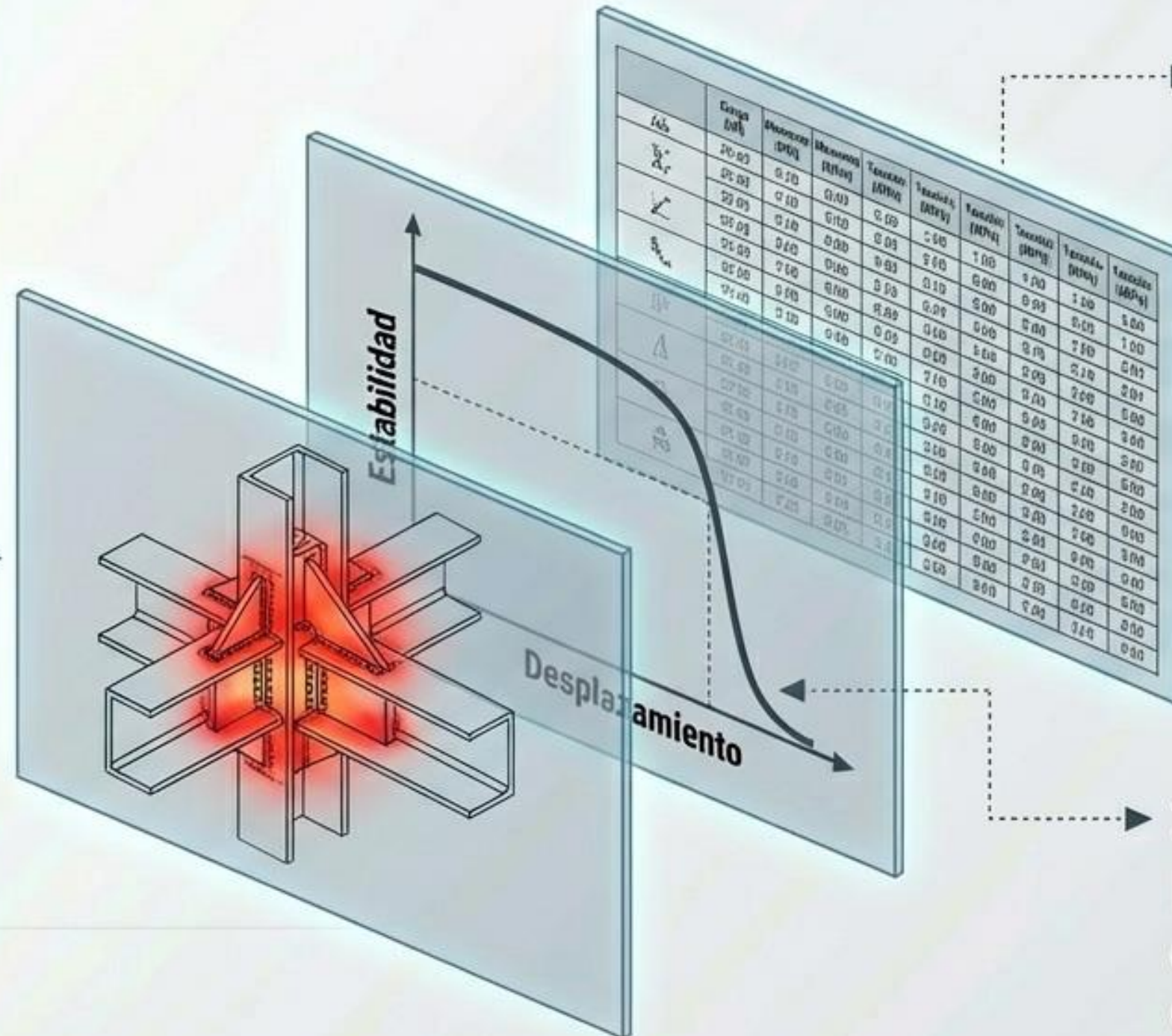
Optimización de Modelo

Transición a software avanzado integrando análisis de no linealidad.

Tecnologías de validación avanzada

3. Simulación FEM

Mapeo tridimensional preciso de concentraciones de esfuerzo en nodos y conexiones.



1. Análisis de Escenarios

Evaluación exhaustiva de combinaciones de carga y condiciones críticas concurrentes.

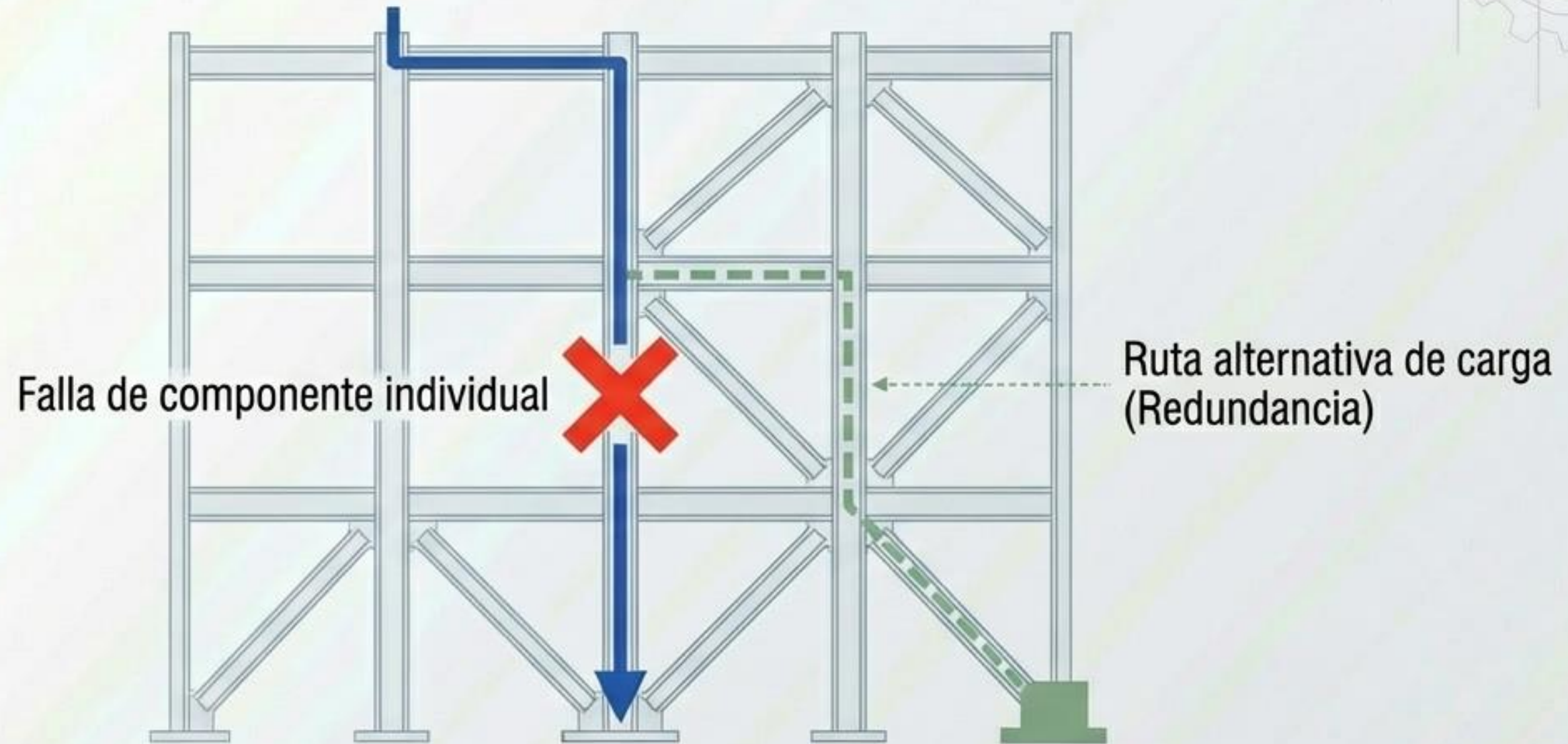
2. Análisis No Lineal

Detección temprana de puntos de inestabilidad y rutas de colapso progresivo.

Matriz de diagnóstico y mitigación

Riesgo	Origen (Causa)	Consecuencia	Criterio de Mitigación (Solución)
Pandeo	Esbeltez excesiva / Altura	Falla de elemento vertical	Disminuir longitud efectiva / Sumar arriostramiento
Inestabilidad	Subestimación de viento o cargas	Vuelco o colapso global	Simetría geométrica / Reducción de luces
Anclajes	Subdimensionamiento o mala distribución	Colapso progresivo	Aumentar densidad de amarres en zonas críticas

El criterio de redundancia estructural

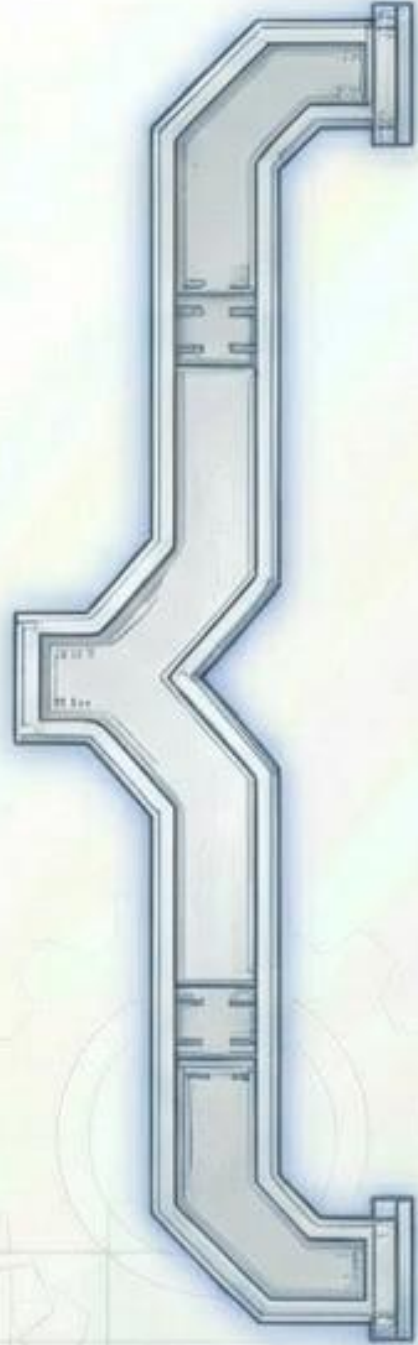


Un diseño estructuralmente seguro no asume la perfección operativa. El sistema debe poseer rutas alternativas de carga para sobrevivir a la falla aislada de un componente individual sin desencadenar un colapso progresivo.

El ecosistema del diseño preventivo



El imperativo del diseño



- **Evitar fallas estructurales:** Transformando la incertidumbre del terreno en variables matemáticas controladas.
- **Optimizar el sistema:** Encontrando el equilibrio exacto entre rigidez geométrica y eficiencia de materiales.
- **Garantizar la seguridad:** Entendiendo que la protección del operario comienza en la interfaz del software, mucho antes de apretar la primera cuña.