



Ingeniería Digital de Andamios

Software, Simulación y Flujos de Trabajo en Estructuras Multidireccionales.

LA COMPLEJIDAD MODERNA

- Múltiples combinaciones de carga
- Geometrías irregulares
- Estrictas condiciones de estabilidad



LA SOLUCIÓN DIGITAL

- Modelado matemático 3D
- Análisis de comportamiento estructural
- Iteración rápida de alternativas



EL CRITERIO INGENIERIL

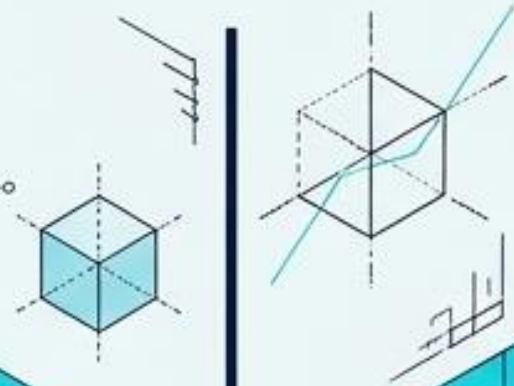
El software computacional es un amplificador de la capacidad analítica. No reemplaza el criterio ingenieril, lo complementa.



Las 4 Dimensiones del Diseño Digital

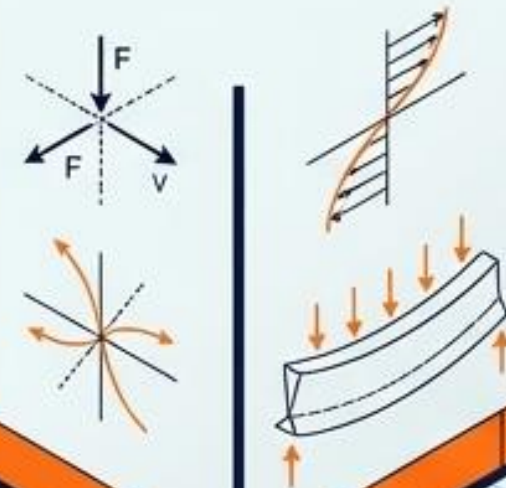
Modelado Geométrico y BIM

Representación tridimensional e integración multidisciplinaria. El punto de partida espacial.



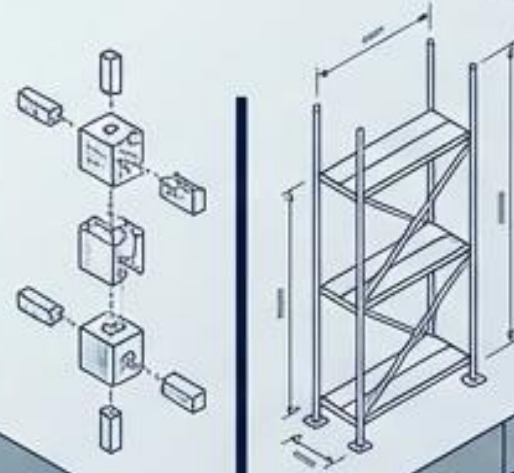
Análisis Estructural

Motores matemáticos para el cálculo puro de esfuerzos y deformaciones bajo normativas vigentes.



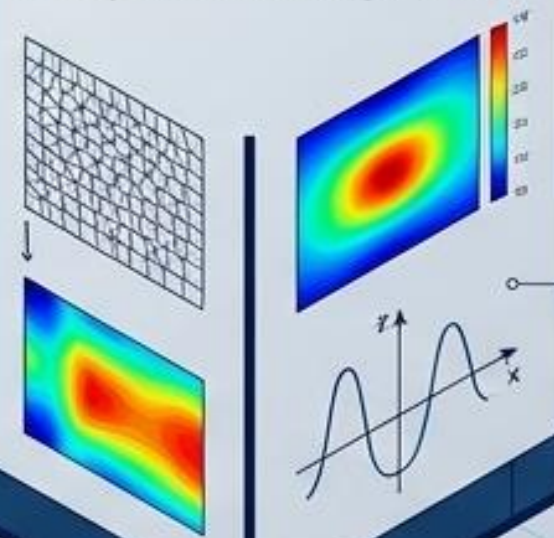
Software Especializado

Plataformas propietarias de fabricantes para automatización de piezas y despiece de andamiaje.



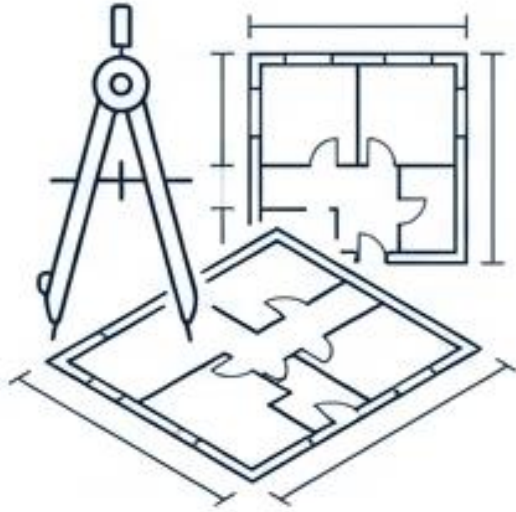
Simulación Avanzada (FEM)

Evaluación de comportamiento no lineal y modelado matemático complejo para componentes singulares.



$$\int_{\Omega} (u_1 - \int (u_1))$$

Modelado Geométrico y BIM (La Forma)



AutoCAD

El Estándar 2D
Roboto

Aplicación:

Elaboración de planos y detalles constructivos precisos.

Limitación Crítica:

Geometría inerte; no realiza ningún tipo de análisis estructural ni asocia metadatos a los elementos.



Revit

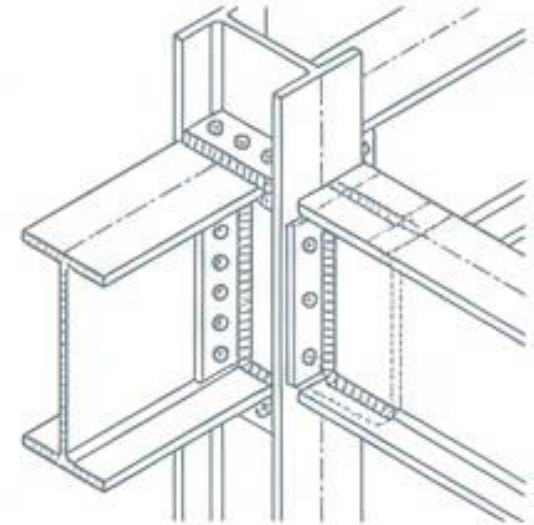
El Ecosistema BIM
Roboto

Aplicación:

Modelado 3D paramétrico y coordinación interdisciplinaria de interferencias.

Ventaja Principal:

Integración fluida de datos con motores de análisis estructural y flujos de trabajo colaborativos.



Tekla Structures

Precisión Constructiva
Roboto

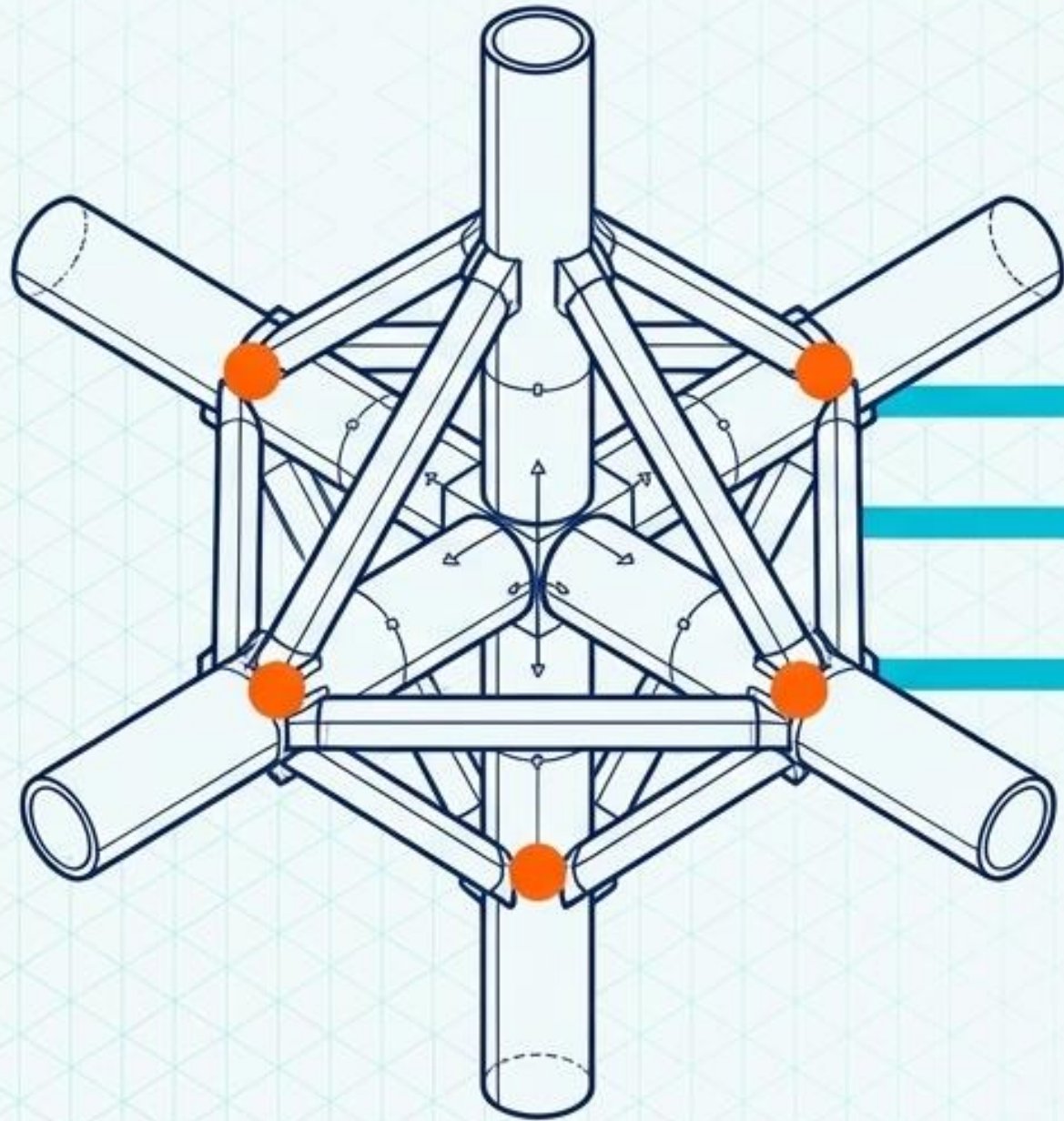
Aplicación:

Modelado estructural de altísimo nivel de detalle (LOD avanzado).

Ventaja Principal:

Representación matemáticamente exacta de conexiones metálicas complejas y despiece de fabricación.

Motores de Análisis Estructural (La Física)



Capacidades superiores para modelado 3D libre, análisis estático/dinámico, y ejecución de cálculos de segundo orden (P-Delta).

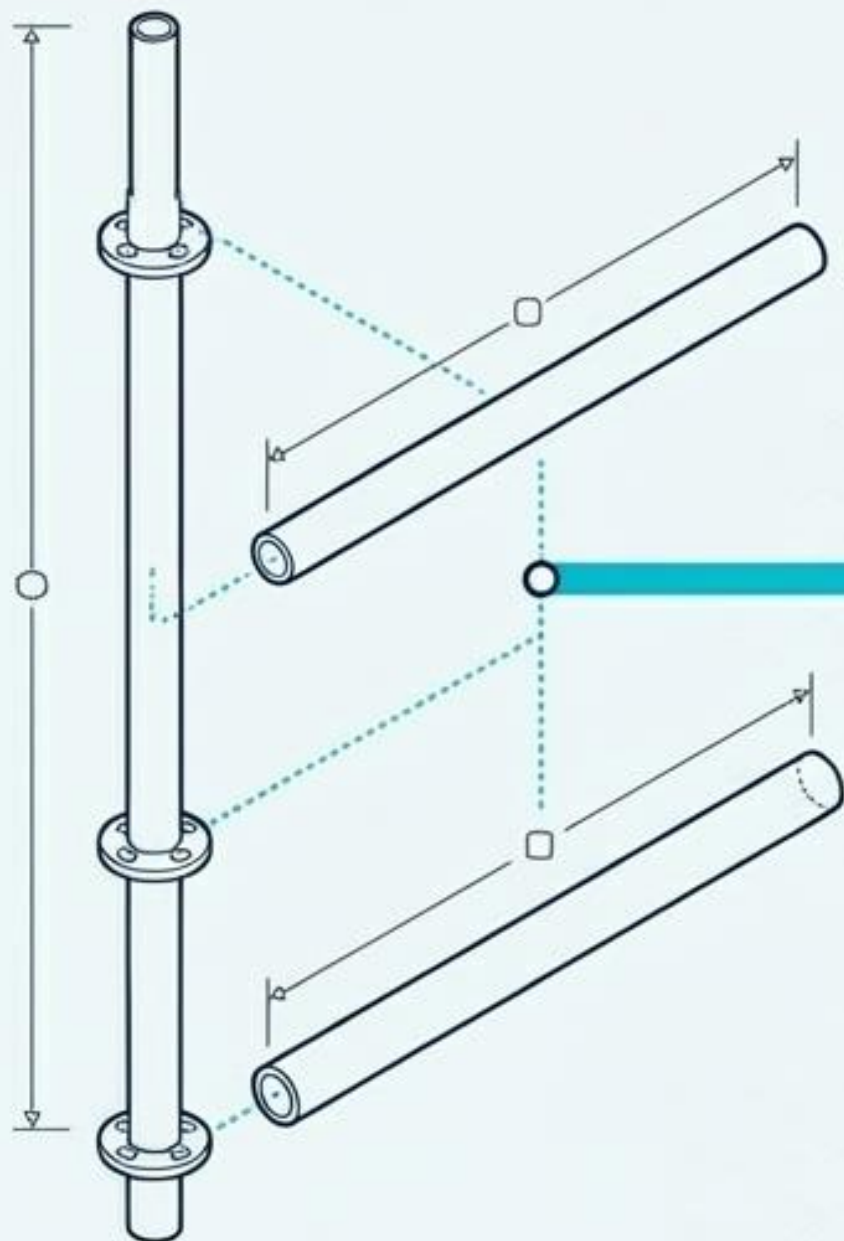


Optimizado paramétricamente para sistemas estructurales complejos, ideal para andamios de fachada con múltiples niveles y diafragmas rígidos.



Destaca por su extensa biblioteca de compatibilidad normativa global y su absoluta especialización en el diseño puro de estructuras metálicas.

Plataformas Especializadas (La Automatización del Fabricante)

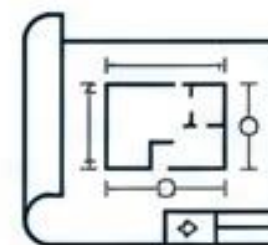


Diseño Asistido para Sistemas Modulares

Plataformas Líderes:
Layher SIM | PERI CAD / PERI UP



Generación de Modelo 3D con bibliotecas de piezas reales y dimensiones exactas.



Generación instantánea de planos de montaje en 2D sin intervención manual.



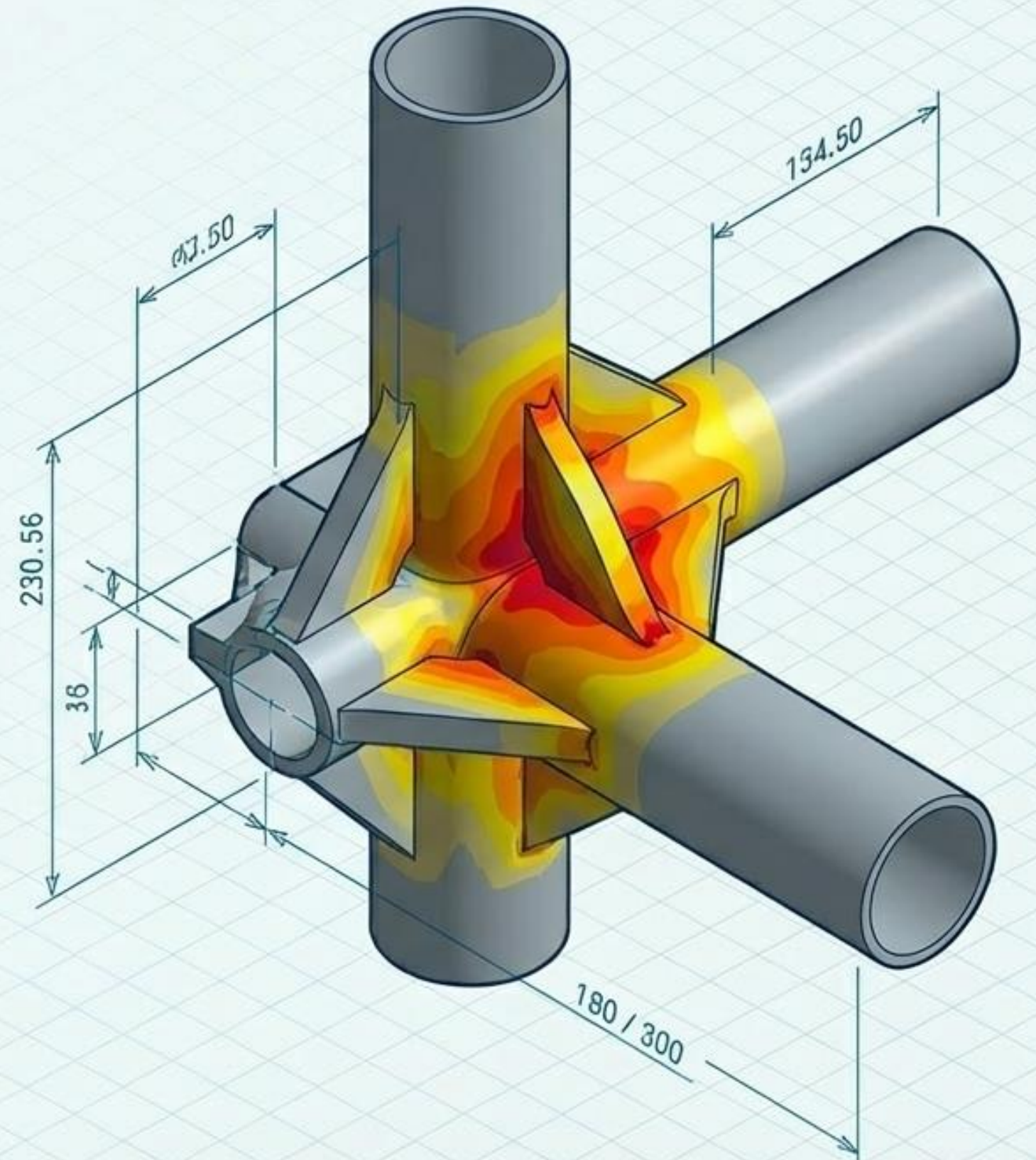
Extracción automática de Listas de Materiales (BOM) para logística e inventario.

Simulación Avanzada FEM (El Comportamiento No Lineal)

Plataformas Principales: ANSYS y Abaqus

Casos de Uso Críticos (Cuándo utilizar FEM):

1. Evaluación exhaustiva de concentraciones de esfuerzo en piezas singulares (ej. deformación plástica de la roseta).
2. Análisis de comportamiento no lineal del acero bajo cargas extremas que exceden el límite elástico.
3. Simulación matemática de secuencias de fallo y escenarios de colapso progresivo.



Matriz de Decisión (The Engine Room)

Roboto: Selección de software basada en los requerimientos específicos de cada fase del proyecto.

	Planos Rápidos 2D	Listas de Materiales	Diseño de Conexiones	Análisis de Cargas	Análisis No Lineal	Coordinación BIM
AutoCAD	✓					
Revit	✓	✓				✓
Tekla	✓	✓	✓			✓
SAP2000				✓	⚠	
Layher SIM	✓	✓		⚠		
ANSYS			✓	⚠	✓	

Herramientas Complementarias y Scripts



Hojas de Cálculo (Excel)

El estándar industrial para la validación rápida, pre-dimensionamiento y tabulación estructurada de cargas base.

Python

El "pegamento" moderno para la automatización de geometrías repetitivas y la manipulación de datos masivos entre plataformas.

MATLAB

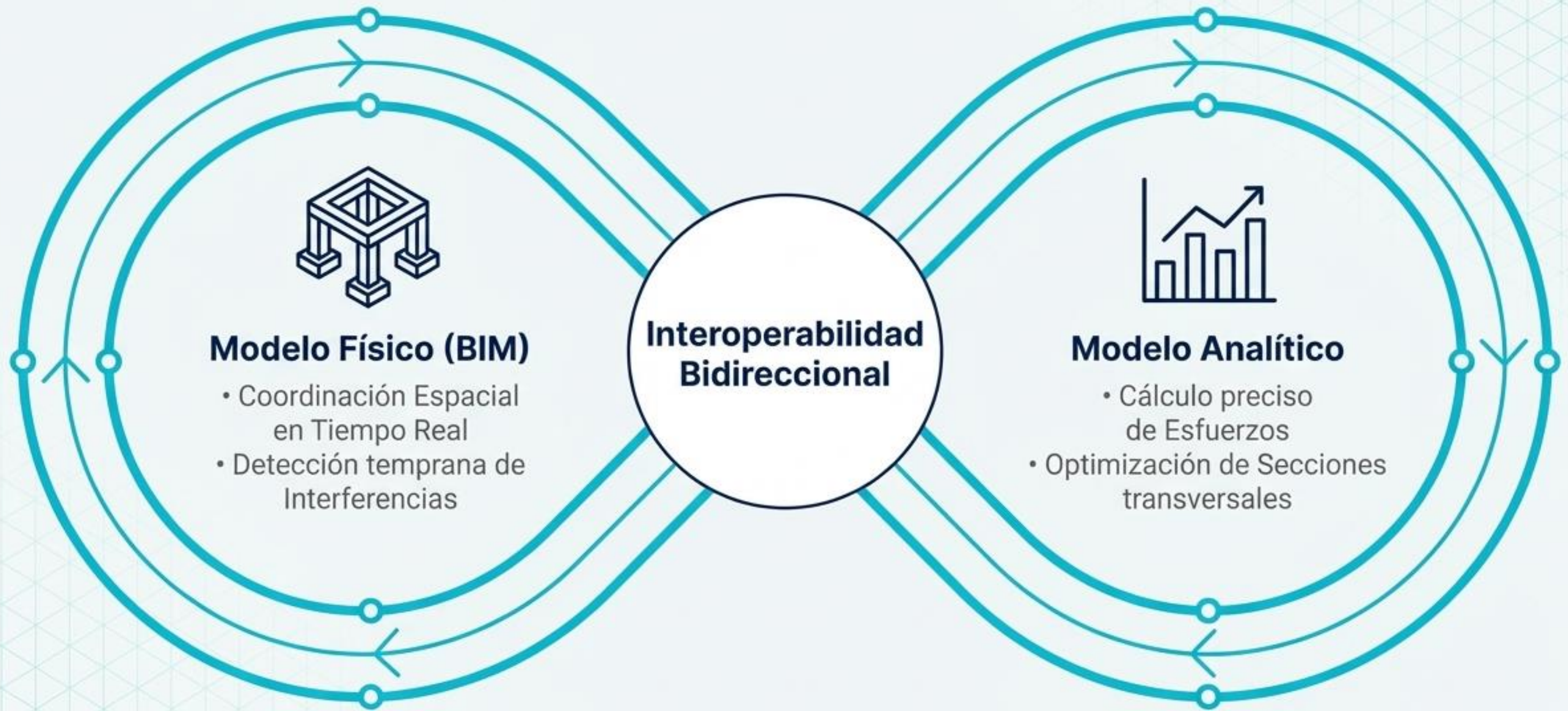
El motor numérico para análisis paramétrico complejo, algoritmos de optimización y cálculo matricial avanzado.

Automatización del Diseño: El uso de scripts permite generar geometría iterativa, optimizar secciones estructurales de forma autónoma y encontrar la solución más eficiente en minutos, no en días.

El Flujo de Trabajo Digital



La Sinergia BIM + Análisis Estructural



Los cambios paramétricos en la capacidad de carga actualizan instantáneamente la geometría constructiva, y los ajustes arquitectónicos reconfiguran automáticamente el análisis de cargas.

Las Limitaciones: El Peligro de la "Caja Negra"



Simplificaciones Excesivas

El software matemático asume comportamientos teóricos perfectos y alineaciones exactas que rara vez existen en el montaje real del andamio en obra.



Condiciones de Borde

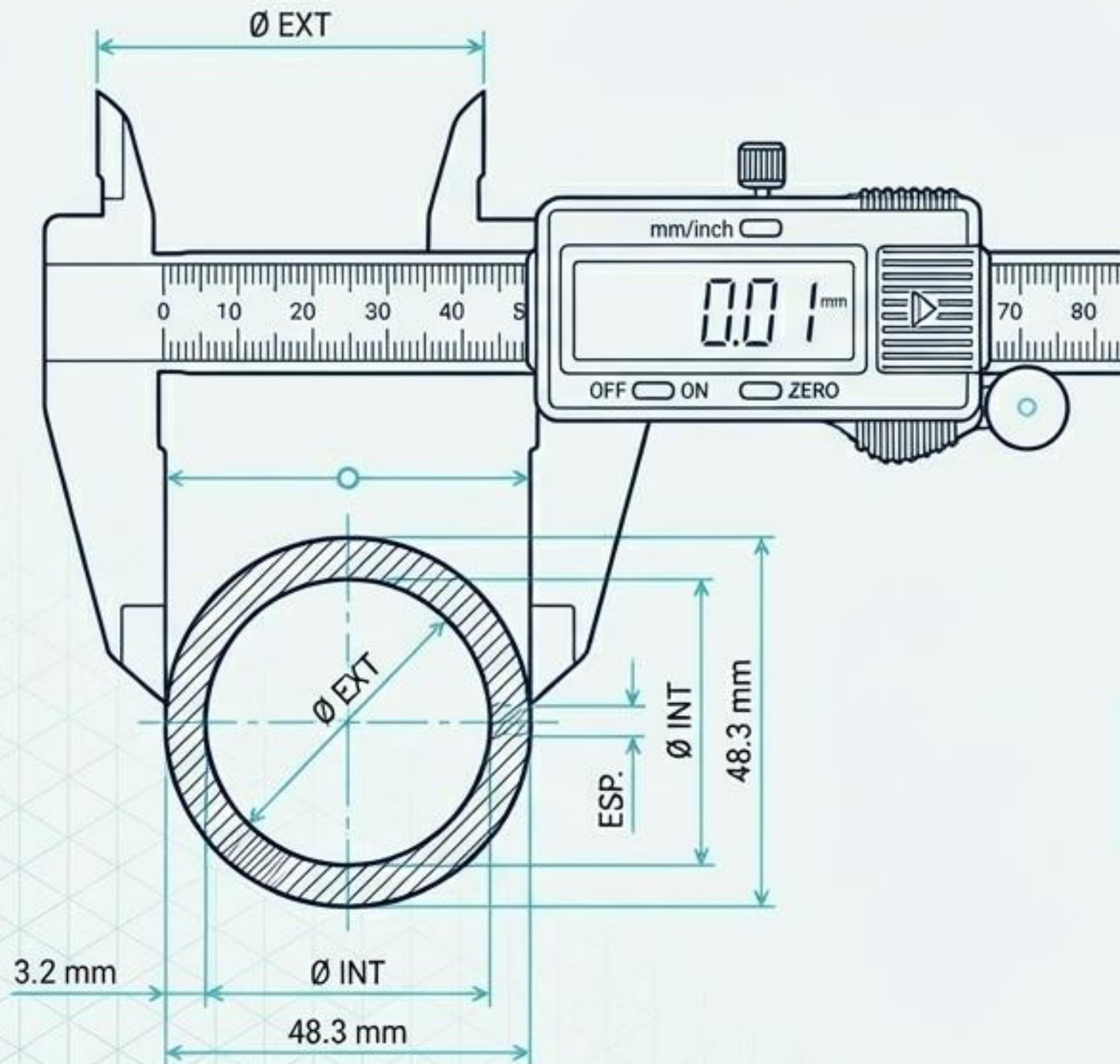
Un error tipográfico al definir un apoyo (ej. modelarlo como empotrado en lugar de articulado) altera radicalmente la distribución de esfuerzos de todo el sistema estructural.



Dependencia Ciega

Confiar en el resultado final del modelo geométrico sin aplicar el juicio profesional para cuestionar la lógica matemática subyacente conduce a fallas catastróficas.

Protocolos de Validación Estructural



1

1. Comparación Heurística

Ejecutar cálculos manuales simplificados de las reacciones basales para asegurar que el orden de magnitud numérico provisto por el software tiene un sentido físico real.

2

2. Análisis de Desplazamientos

Revisar visualmente la deformada del modelo 3D. ¿Se dobla la estructura en la dirección geométrica lógica de la carga aplicada?

3

3. Mapeo de Esfuerzos

Verificar minuciosamente los factores de utilización de los elementos más solicitados, prestando especial atención a las diagonales y tramos de arranque.

Decálogo de Buenas Prácticas Computacionales



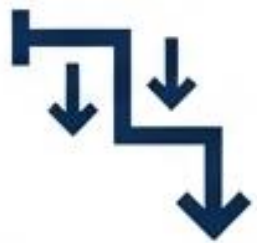
Validar Hipótesis

Comprobar rigurosamente que las cargas de viento y las combinaciones mayoradas ingresadas correspondan a la realidad física del emplazamiento.



Escepticismo Profesional

Nunca confiar únicamente en que “el software dio verde”. Un resultado absolutamente perfecto en un andamio complejo suele ocultar una condición de borde modelada de forma irreal.



Revisión de Coherencia

Analizar la ruta de transferencia de cargas. Comprobar visualmente que la fuerza llega al suelo por el camino estructural más rígido, tal como dicta la física.



Análisis de Sensibilidad

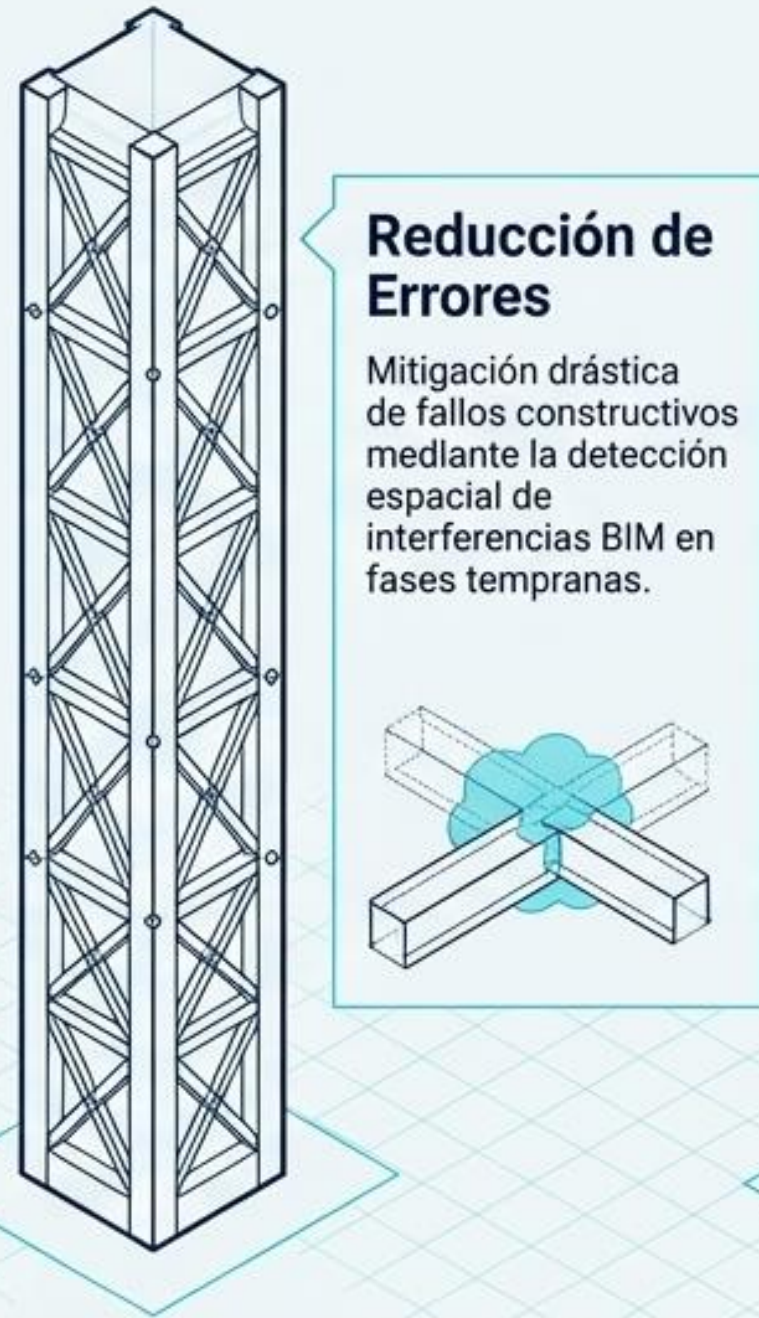
Modificar intencionalmente una sola variable (ej. alterar la rigidez de un nodo) y observar computacionalmente si todo el modelo reacciona de forma proporcional y lógica.

Conclusión y ROI del Diseño Digital



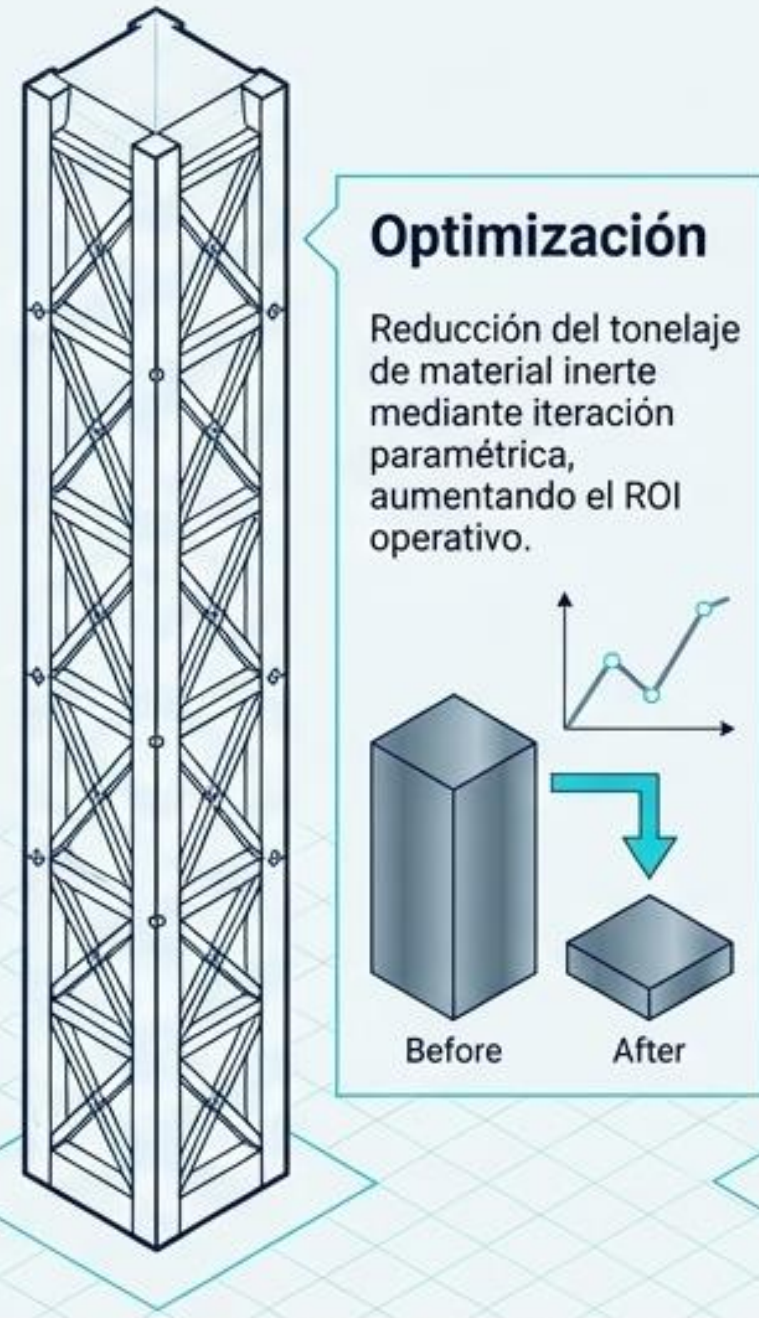
Estructuras Complejas

Viabilidad total para diseñar y analizar geometrías impensables con métodos analógicos manuales.



Reducción de Errores

Mitigación drástica de fallos constructivos mediante la detección espacial de interferencias BIM en fases tempranas.



Optimización

Reducción del tonelaje de material inerte mediante iteración paramétrica, aumentando el ROI operativo.

Before After



Garantía de Seguridad

Comprobación matemática exhaustiva de la estabilidad estructural bajo combinaciones de carga extremas.

gravity
wind seismic
PASS

El éxito del diseño digital no reside en la potencia bruta del software, sino en el rigor técnico del ingeniero que calibra y domina el modelo.