



TQSNEWS

Ano XXVII - Nº 55

Agosto de 2025

Editorial

Eng. Abram Belk

En el último año y medio, la construcción civil en Brasil ha crecido más del 4%, superando el promedio de la economía brasileña (3%). Este crecimiento ha sido acompañado por la creación de más de 200.000 nuevos puestos de trabajo y un notable aumento en las nuevas construcciones, ventas y valores de las propiedades. Muchas de estas nuevas edificaciones son muy altas, esbeltas y audaces, demandando el máximo de las técnicas de diseño de ingeniería para su desarrollo. La empresa se encuentra en continuo desarrollo para mantenerse al día con la mejora técnica requerida por estos proyectos. Tras casi 40 años de fundación, y habiendo superado todo tipo de dificultades para emprender en Brasil, el éxito alcanzado por la empresa y los ingenieros estructurales se atribuye a haber seguido el camino correcto de trabajo, investigación y determinación.

La historia de la ingeniería muestra una reacción humana inicial de desconfianza (y a veces rechazo) ante las nuevas tecnologías, seguida de una adaptación gradual y, finalmente, un cambio total en la forma de trabajar para adoptar lo mejor. Esto sucedió inicialmente con los sistemas TQS (automatizando el análisis, diseño y detallado en hormigón armado), continuó con los sistemas CAD a partir de los 90, y se consolidó con el BIM en la década de 2010\$, que integró todos los proyectos de la cadena de construcción.

La escena se repite con la Inteligencia Artificial (IA), una tecnología madura. Se menciona el ejemplo de AlphaFold de Google en biotecnología, que reveló 200 millones de estructuras de proteínas en un año. En el área de la ingeniería estructural, el equipo de desarrollo está estudiando activamente el tema. Ya se ha implementado ChatGPT dentro del motor de búsqueda TQSDocs, su base de conocimientos. Actualmente, se está estudiando la aplicación de la IA en el predimensionamiento de elementos estructurales. Además, han desarrollado interfaces en Python que permiten a los ingenieros automatizar y personalizar sus modelos y entregables, y que sirven como una puerta de entrada para la colaboración de la IA con el proyecto, probando ya programas Python generados por esta tecnología.

Aunque la IA hoy en día es una revolución, debe analizarse cuidadosamente. Las respuestas, que tienen un comportamiento estadístico, deben ser evaluadas y revisadas de acuerdo con los conceptos deterministas de las normas. Con el tiempo, tendremos una herramienta de proyecto más, pero siempre necesitará la mano del ingeniero.

La versión V26 está en el horno con una gran cantidad de novedades, que se muestran en nuestra sección de desarrollo. Sin duda será una de las versiones más productivas de los últimos años. Continuamos nuestra evolución para automatizar tareas repetitivas, colaborar de forma integrada con otras disciplinas y generar construcciones más seguras, sostenibles, y rentables. Será un placer conocerlos en los próximos eventos de ingeniería y discutirlos. Estaremos en el Concrete Show, y en ENECE e IBRACON en octubre. Como hemos comentado en otras ocasiones, es una gran oportunidad para tomarse unos días de descanso, reunirse y ver en directo el estado del arte de la ingeniería.

Espero que disfrutes leyendo este periódico. En esta edición, presentamos una entrevista con RKS Engenharia de Estruturas, donde padre e hijo combinan experiencia y tecnología para enfrentar los desafíos de la ingeniería estructural, así como cuatro artículos inéditos e imperdibles. ¡Nos vemos luego!

Resúmenes

Entrevista: Engs. João Alberto Kerber e João Lucas Vasconcelos Kerber, por *Mariuza Rodrigues*
Página 3

Desarrollo
Página 11

Artículo: Análisis incremental en columnas de edificios de hormigón armado
Eng. Carlos Estevão Lúcio de Paiva
Página 30

Artículo: ¿Hacia dónde va la educación en ingeniería en Brasil?
Eng. Enson Portela
Página 40

Artículo: Esfuerzos de Corte, tenemos que hablar más al respecto
Eng. Henrique César C. Gimenes
Página 47

Artículo: Análisis modal e interacción suelo-estructura de edificios altos: dilemas conceptuales y prácticos
Eng. Sérgio Stolovas
Página 49

Espacio virtual
Página 54

Noticia
Página 60

Disertaciones y tesis
Página 71

REPRESENTANTES

Amazonas

Eng. Dr. Winston Junior Zumaeta Moncayo

Av. 7 de Setembro, 649, sala 1, Planeta dos Tecidos, Centro
69005-140 • Manaus, AM
Fone: (92) 98233-0606
E-mail: wjzm@hotmail.com

Bahia

Eng. Fernando Diniz Marcondes

Av. Tancredo Neves, 1.222, sala 112
41820-020 • Salvador, BA
Fone: (71) 3341-1223 | 99177-0010 | Fax: (71) 3272-6669
E-mail: fernandodinizmarcondes@gmail.com

Brasília

Eng. Li Chong Lee Bacelar de Castro

SQN 406, Bloco M, sala 102
70847-090 • Brasília, DF
Fone: (61) 98135-4834
E-mail: lichonglee@gmail.com

Minas Gerais

RLF Engenharia de Estruturas**Eng. M.Sc. Reginaldo Lopes Ferreira**

Rua Severiano de Lima, nº 169, Centro,
34000-285 • Nova Lima, MG
Fone: (31) 3541-4598 | 98725-4598
E-mail: reginaldo@rlf.com.br

Paraná

Eng. Rodrigo Lopes Correa

Av. Roberto Koch, 1.570, rua 04, casa 198, Bairro Aragarça
86037-010 • Londrina, PR
Fone: (43) 99101-0919 | 3024-1219
E-mail: rodrigo@engebrac.com.br

Eng. Yassunori Hayashi

Rua Mateus Leme, 1.244, Bom Retiro
80530-010 • Curitiba, PR
Fone: (41) 3353-3021 | 9914-0540
E-mail: yassunori.hayashi@gmail.com

Rio de Janeiro

CAD Projetos Estruturais Ltda.**Eng. Oswaldo Nunes Fernandes**

Avenida Almirante Barroso, 63, Sl. 809
20031-003 • Rio de Janeiro, RJ
Fone: (21) 2240-3678 | 99136-0677
E-mail: cadestrutur@uol.com.br

LRIOS Consultoria e Projetos**Engenheiro e Diretor Lívio Rios**

Av. Emb. Abelardo Bueno, 1.340, Sl. 508
Ed. Barra Corporate, Barra da Tijuca
22775-040 • Rio de Janeiro, RJ
Fone: (21) 3437-9892 | 3437-9893 | 99697-8829
E-mail: livorios@lrios.com.br
www.lrios.com.br

Rio Grande do Sul

Eng. Emiliano Duncan Aita

Av. Iguassu, 485/501, Petrópolis
90470-430 • Porto Alegre, RS
Fone: (51) 4100-2987 | 99957-7737
E-mail: comercial@multisigma.com.br

Santa Catarina

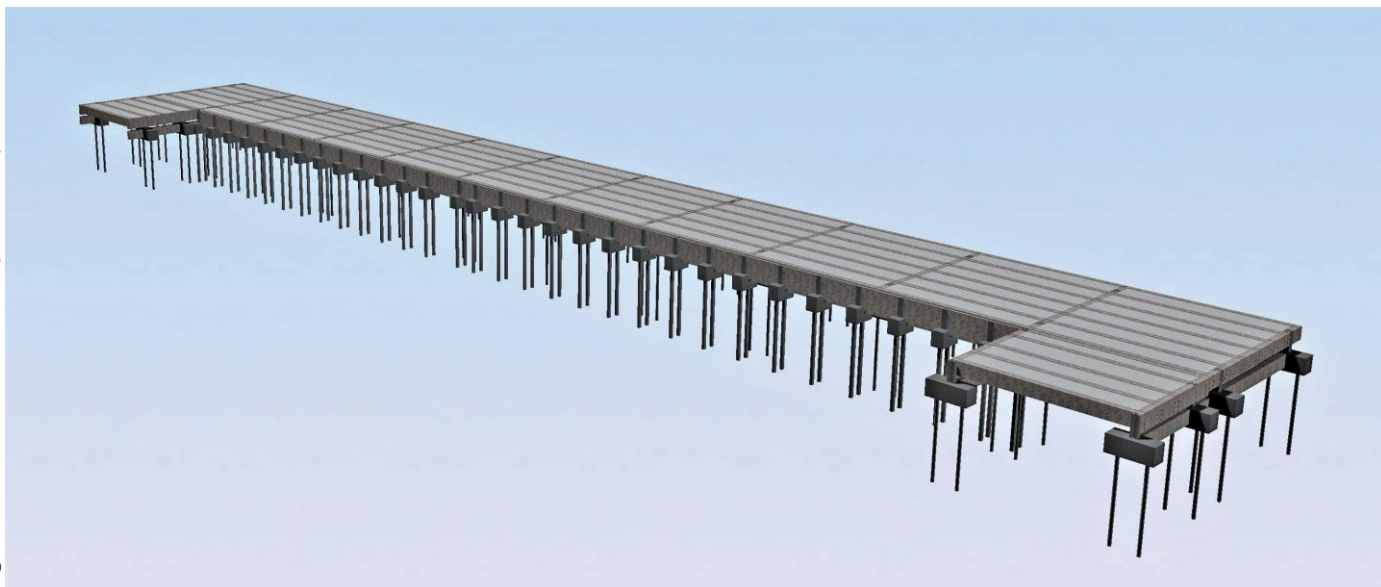
Eng. Me. Mario Gilsone Ritter

Rua Borges de Medeiros, 897E, sala 501,
esquina com rua Guaporé, Ed. Vértice Office,
Bairro Presidente Médici
89801-101 • Chapecó, SC
Fone: (49) 3323-8481 | 98404-2142
E-mail: engenheioritter@gmail.com

Argentina

Eng. José Gaspar Filippa

Sayago 2337
5000 • Córdoba
Fone: +549.351.5527063 (celular)
E-mail: gaspar@tecbim.com



Vocación al cuadrado

Padre e hijo combinan experiencia y tecnología para afrontar los retos de la ingeniería estructural

Entrevista con los ingenieros João Alberto Kerber y João Lucas Vasconcelos Kerber

Por Mariuza Rodrigues

Todo comenzó con la vocación natural del ingeniero João Alberto Kerber por el universo de las matemáticas y las ciencias exactas. La opción por la ingeniería y más tarde por el campo de las estructuras también fue un camino lógico y favorecido por la serie de informaciones y experiencias que Kerber registró en su currículum, aún en fase de prácticas, especialmente en obras de construcción. infraestructura en el sur del país. De ahí surgió la pasión por proyectos de diferente naturaleza, como puentes, viaductos y edificios.

Tiempo después, su hijo João Lucas Vasconcelos Kerber casi se desvió hacia el área legal, el sueño de su abuelo. Pero la inspiración de su padre habló más fuerte. Y la ingeniería ganó. Y aún más fuerte, la vocación por la ingeniería de cálculo estructural.



Engs. João Lucas Vasconcelos Kerber e João Alberto Kerber

También se formó un binomio perfecto de acción, que incluye la amplia experiencia de João Alberto Kerber en el mercado (más de 30 años) y la sed tecnológica de su hijo João Lucas tanto por la ingeniería como por la tecnología, que hoy son inseparables.

Con tantas obras de infraestructura en la cartera, Kerber (padre) evalúa que en el campo político aún no hay respuesta a las demandas climáticas, especialmente en Rio Grande do Sul, y advierte que aún es probable que ocurran otras tragedias.

Por otro lado, João Lucas (hijo) destaca las grandes posibilidades que generará la integración de la inteligencia artificial con la ingeniería estructural. Sin embargo, advierte que a pesar de lo que parece, no hay milagros. "Aunque la tecnología acelera los procesos, los sólidos conocimientos teóricos y el sentido crítico del ingeniero siguen siendo insustituibles para garantizar la seguridad, la calidad y la innovación en cada proyecto".

Siga la siguiente entrevista con padre e hijo para TQS News.

¿Podrías contarnos sobre tu decisión de convertirte en ingeniero? ¿Cuál fue tu inspiración?

João Lucas Vasconcelos Kerber: Desde niño, los miembros de mi familia me inspiraron para seguir esta profesión. Inicialmente, inspirado por mi abuelo paterno, me interesé en una carrera legal, incluso soñaba con ser promotor de justicia.

Con el paso del tiempo, me di cuenta de que lo que realmente me encantaba era la resolución de problemas a través de la lógica y la racionalidad, lo que naturalmente me acercaba a las ciencias exactas y, en consecuencia, a la trayectoria profesional de mi padre João Alberto Kerber.

En los primeros semestres de mi licenciatura en Ingeniería Civil, desarrollé una afinidad especial por las disciplinas relacionadas con el cálculo estructural y el dibujo técnico, lo que me llevó a iniciar una pasantía en RKS Engenharia de Estruturas, una oficina fundada por mi padre en compañía de otros colegas.

La Ingeniería Estructural es la columna vertebral que hace posible la arquitectura y, en consecuencia, hace viable el producto final del mercado inmobiliario.

Hoy en día, tengo muchas fuentes de inspiración, especialmente mis parejas, de las que aprendo continuamente, una verdadera fuente de

conocimiento casi inagotable. Además, vengo de una familia de profesores, y esta herencia pedagógica se refleja en mi día a día profesional, en el tono didáctico y cuidado con el que intento conducir la relación con nuestros clientes y empleados.

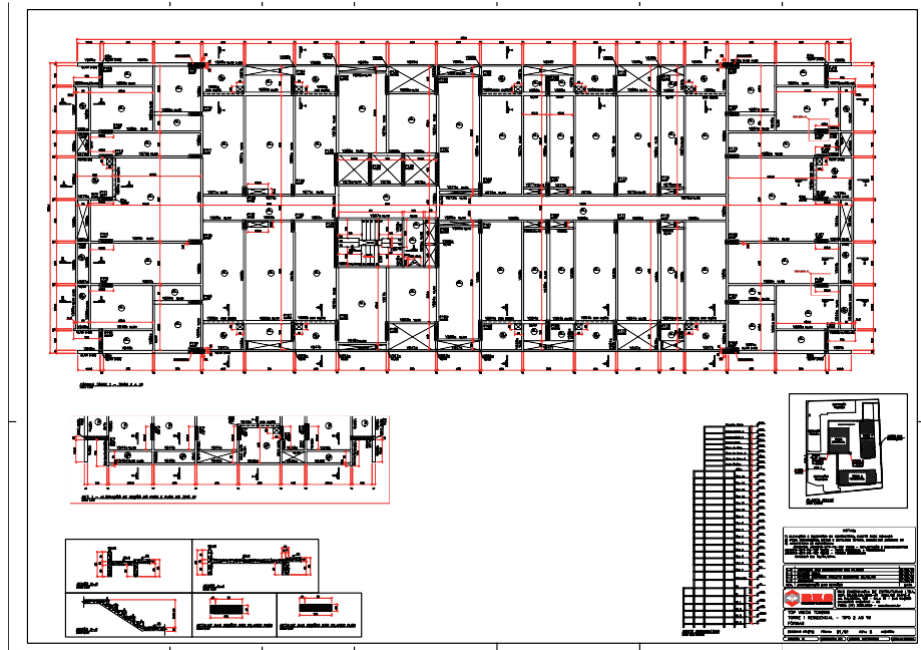
João Alberto Kerber: En mi caso, creo que fue la inclusión natural de las matemáticas y la física.

¿A qué universidad asistió y en qué año? ¿Y cómo comenzaron su vida profesional?

João Lucas: Comencé mi licenciatura en Ingeniería Civil en la Universidad de Vale do Itajaí (Univali), en Itajaí (SC), y terminé el curso en la Universidad del Sur de Santa Catarina (Unisul) en 2015, en Florianópolis.

Mi carrera profesional comenzó durante la graduación, con una pasantía en RKS Engineering of Structures, una empresa en la que sigo trabajando hoy. Tan pronto como terminé la universidad, comencé a trabajar como ingeniero en la empresa y, posteriormente, comencé mi posgrado en Ingeniería Estructural, profundizando mis conocimientos en el área.

João Alberto: Estudié en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Federal de Rio Grande do Sul (UFRGS) entre 1977 y 1981. Cuando terminé, comencé a trabajar en obras de construcción de infraestructura como pontones, prefabricados pesados, aeropuertos.



Formas Torre 1 - tipos 2 a 15

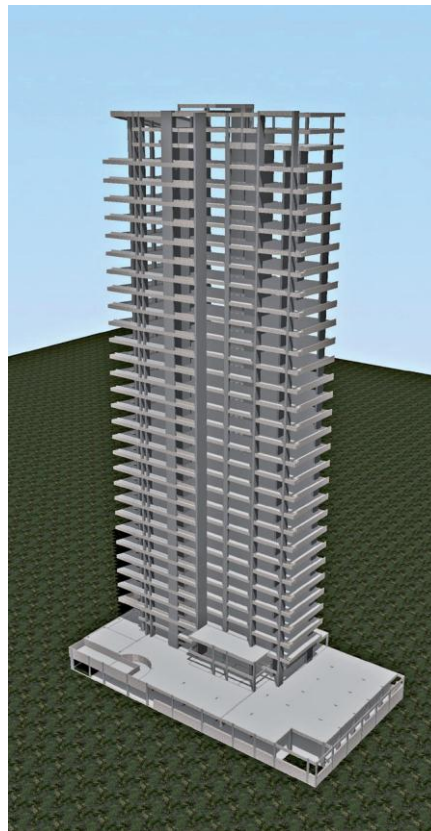
¿Dónde hiciste tus prácticas y cómo fue importante este periodo para consolidar tu decisión?

João Lucas: Hice mi pasantía en RKS Engenharia de Estruturas desde el segundo año de la universidad. Durante las vacaciones, también aproveché la oportunidad para trabajar en obras de construcción para comprender en la práctica cómo se construye una estructura de hormigón convencional: sus formas, el ensamblaje de los refuerzos, el proceso de hormigonado y todos los desafíos técnicos que a menudo pasan desapercibidos en la preparación de un proyecto estructural.

Estas experiencias fueron fundamentales para alinear mis expectativas académicas con la realidad de la profesión. Estoy plenamente convencido de que, gracias a esta experiencia, tomé la decisión correcta para mi carrera.

João Alberto: Hice una pasantía en la sección de topografía del DemHab en Porto Alegre). Diseñé para varias oficinas, e hice una pasantía en el Laboratorio de Materiales de Construcción de Cientec hasta que, finalmente, trabajé en las obras del tren metropolitano en Porto Alegre.

El conjunto de experiencias solo consolidó mi elección.



Modelo 3D

¿Y cómo elegiste la Ingeniería Estructural? ¿Qué te inspiró a seguir esta línea?

João Lucas: La Ingeniería Estructural es la columna vertebral que hace posible la arquitectura y, en consecuencia, hace viable el producto final del mercado inmobiliario. Y es esta misma importancia la que me motiva a diario a quedarme y desarrollarme en este campo, con entusiasmo y sentido de propósito.

João Alberto: Después de unos años en Jatocret, influenciado por su equipo de diseño técnico, decidí continuar mi carrera dedicándome al diseño de estructuras, que lleva 33 años hasta ahora. En este sector, mi primera actuación fue en un puente sobre el arroyo Dilúvio, en Porto Alegre, un pequeño puente oculto con vigas prefabricadas sostenidas por cortinas en los estribos terminales de la obra.

Posteriormente, con proyectos del equipo de Jatocret (destacando los compañeros José Luis Cardoso, Carlos Freire Machado y Abel Cardoso), trabajé en la ejecución de varias intervenciones para reforzar, recuperar y cambiar la clase de puentes en las BR 101 e 470 en

Santa Catarina. En esta fase, destaca la construcción del tablero, a 1.785 m, de un puente sobre el río Itajaí Mirim en Brusque (SC).

A través de RKS hemos diseñado algunas ampliaciones y refuerzos con cambio de clase en puentes en BR 470, puente en aliviadero de presa en São Paulo, puente en la Región Metropolitana de Florianópolis, viaducto en el aeropuerto de Brasília, algunos puentes en Paraguay.

¿Y cómo surgió RKS?

João Alberto: Fue un camino natural cuando terminé la universidad. RKS Engenharia de Estruturas fue fundada en octubre de 1994 y cumplió exactamente 30 años de operación en el mercado el año pasado. Durante este período, consolidamos nuestra experiencia y sólido desempeño en el mercado inmobiliario, construcción civil y empresas de servicios de agua y alcantarillado. Hemos trabajado en varios proyectos internacionales en países como Venecia, Paraguay, Angola, en asociación con otras empresas brasileñas y ya hemos tenido la oportunidad de atender a clientes extranjeros con proyectos en Brasil. La sede de RKS se encuentra en la ciudad de Florianópolis y su sucursal se encuentra en Balneário Camboriú, Santa Catarina. También tenemos un representante en Montevideo, Uruguay. Y la tendencia de la compañía es crecer con una fuerte inversión en tecnología y capacidad profesional.

¿Cuál era el panorama de la infraestructura en ese momento?

João Alberto: Eram outros tempos, onde a construção de infraestrutura rodoviária era mais intensa que hoje, o que demandava muito investimento e obras nessa área.

Hoy, además de otras fronteras, necesitamos ampliar, mantener y mejorar lo que ya tenemos. Hoy vemos que hay una redirección

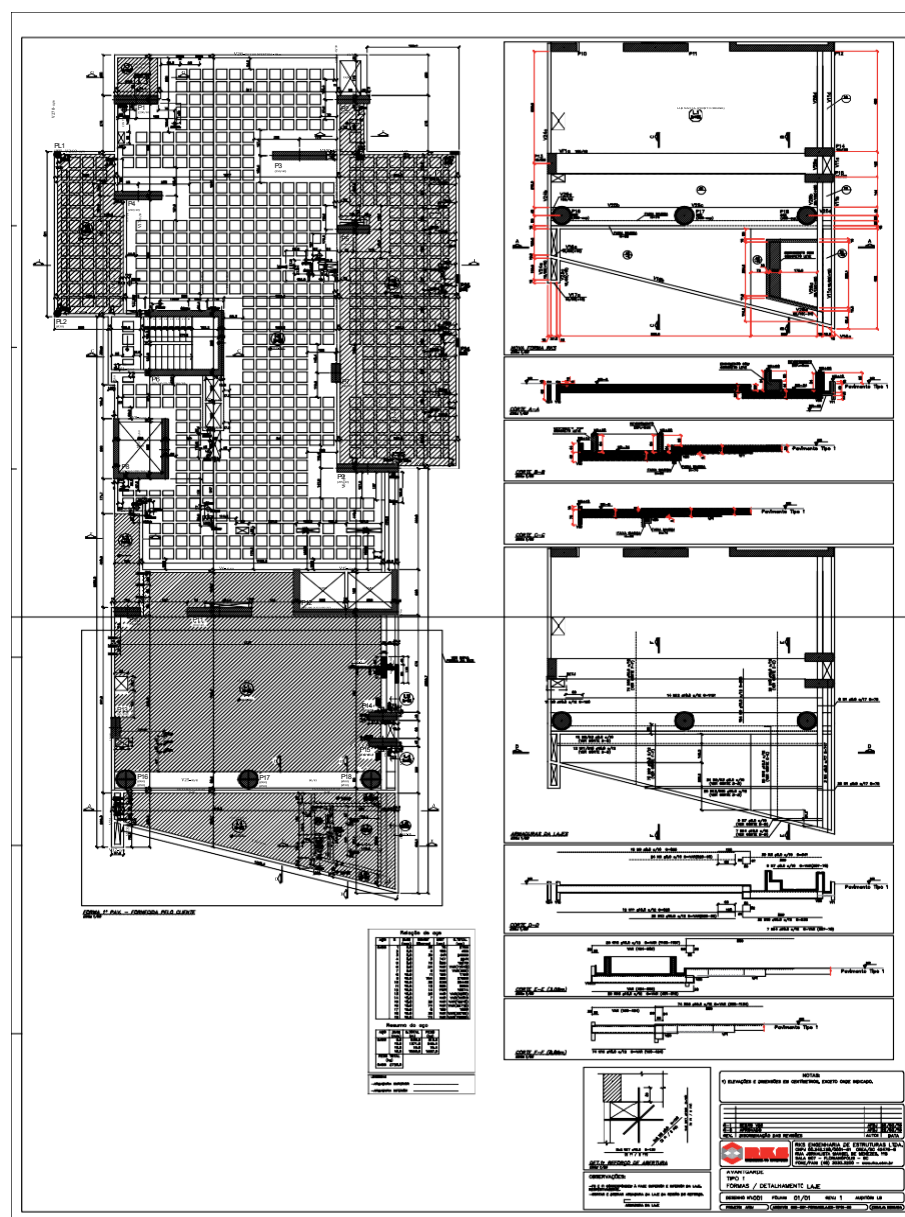
en la dirección de los ferrocarriles, lo que debería aumentar considerablemente las inversiones para esta modalidad, hasta ahora descuidada en el país.

¿Cuáles son los requisitos para que un profesional trabaje en este campo en su opinión?

João Alberto: Brasil siempre ha tenido un personal técnico. El retraso final que vemos hoy se debe al hecho de que otras economías han promovido enormes

inversiones en estas áreas y, por lo tanto, han logrado grandes avances en el diseño y ejecución de cruces importantes en lugares desafiantes. Pero no hay nada que el país no pueda recuperar rápidamente porque tiene los recursos materiales y humanos para hacerlo.

Brasil tiene una gran demanda de construcción de puentes. Este mandato debe ser cumplido preferiblemente por las capacidades locales, incentivando empresas e recursos



Formas - detalhamento laje

locales, formar y renovar toda una cultura de construcción y desarrollo nacional.

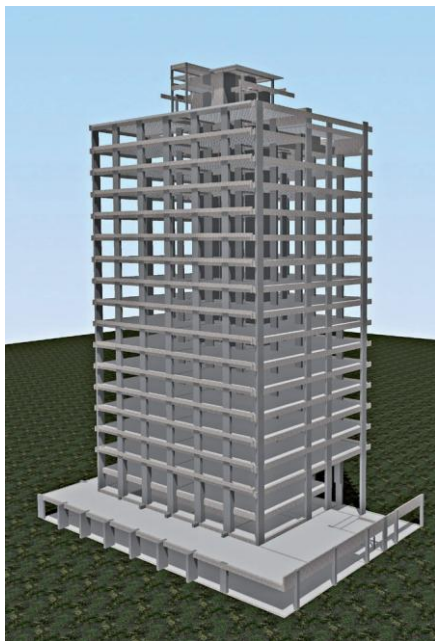
¿Existe una tipología más adecuada por el clima, la topografía y las características de nuestro país?

João Alberto: Brasil es muy grande y diversificado en su geografía, geología, hidrología, clima. Esto implica que adaptemos las soluciones más adecuadas a cada situación.

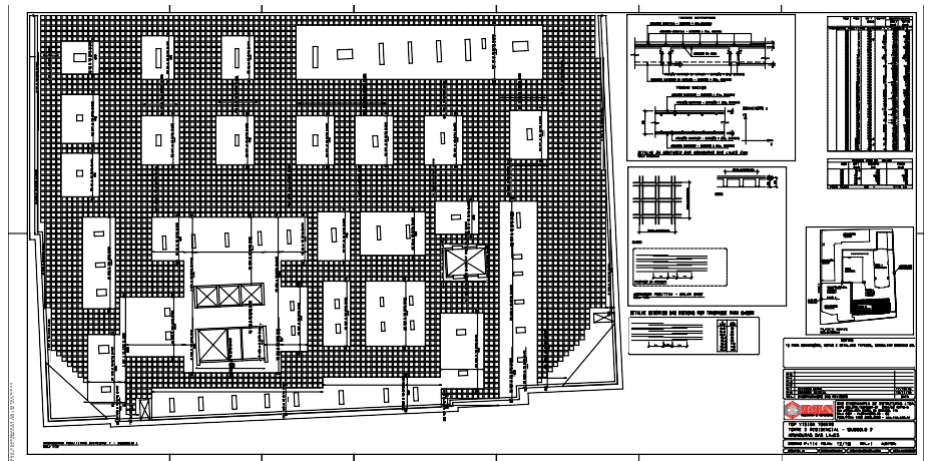
A pesar de las características avanzadas del software de cálculo y diseño, como TQS, no sustituyen el ojo crítico y la experiencia de un ingeniero estructural.

Los estados de Santa Catarina y Rio Grande do Sul han sufrido recientemente varios desastres climáticos que han afectado la infraestructura local. ¿Has estado trabajando en proyectos para recomponer esto Infraestructura urbana?

João Alberto: Estamos muy enfocados en mejorar los sistemas constructivos del sector de la vivienda.



Modelo 3D



Torre 2 - subsolo - armadura das lajes

Es muy importante que nos cuidemos de readaptar la inserción de nuestras ciudades, industria, agroindustria e infraestructura en general al medio ambiente degradado por el mal uso y desprecio que dedicamos a los aspectos ambientales.

Cómo la gran inundación ocurrida en Porto Alegre el año pasado debería cambiar la percepción de las inversiones en esta área ambiental y infraestructura en la región?

João Alberto: Desafortunadamente, no hay voluntad política para abordar técnicamente, en profundidad, las acciones en esta área.

Tras la fuerte desinversión en infraestructuras de los últimos años, existen profesionales preparados en el área de proyectos para atender un aumento de la demanda en el ámbito de la ¿infraestructura?

João Alberto: El lapso de tiempo que ha transcurrido desde antes de estos "últimos años" no fue suficiente para sacar del mercado a todo el personal técnico con experiencia.

¿Cómo se puede evaluar el mercado de la ingeniería estructural hoy en día para los nuevos profesionales?

João Lucas: El mercado de la ingeniería estructural está muy caliente y ofrece numerosas oportunidades para aquellos que

están ingressing. Sin embargo, es fundamental que estos profesionales no se aventuren solos al comienzo de sus carreras. A pesar de las características avanzadas del software de cálculo y diseño, como TQS, no sustituyen el ojo crítico y la experiencia de un ingeniero estructural. La inexperiencia en el diseño de soluciones estructurales y la interpretación de los resultados puede provocar problemas de dureza, fallas de rendimiento e incluso desperdicio de materiales y mano de obra. Por lo tanto, recomiendo encarecidamente que los jóvenes ingenieros busquen pasantías o tutorías en empresas consolidadas, donde comprendan completamente las responsabilidades involucradas.

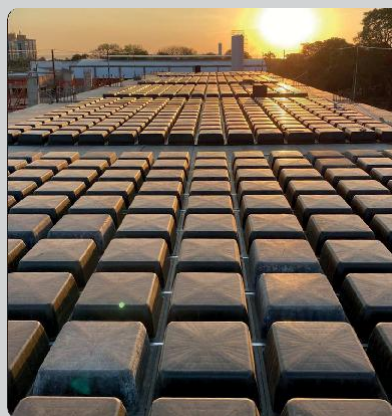
Sin embargo, la experiencia y la visión crítica siguen siendo esenciales

¿Cómo están afectando los cambios generacionales y el uso de nuevas tecnologías a la ingeniería estructural?

João Lucas: Las transformaciones tecnológicas ocurren inexorablemente y quienes mejor las utilizan se destacan en el mercado. Los profesionales más jóvenes, al no estar anclados en hábitos heredados a lo largo de su carrera, absorben y aplican herramientas innovadoras con mayor agilidad y disposición

NOVAS DIMENSÕES

TODO CÁLCULO ENCONTRA UMA SOLUÇÃO ATEX



Mais de 210 dimensões de fôrmas para lajes nervuradas

Fôrma Atex	Base Nerv. (cm)	Larg. (cm)	Altura (cm)															
			10	15	16	18	20	21	22,5	25	26	30	32,5	35	40	42,5	50	
600	6,0	60,0																
600	8,0	60,0																
610	7,0	61,0																
610	12,5	61,0																
650	5,0	65,0																
650	7,0	65,0																
660	12,0	66,0																
700	12,0	70,0																
740	16,0	74,0																
800	12,5	80,0																
830	15,5	83,0																
875	20,0	87,5																
900	12,5	90,0																
600U	12,5	60,0																
610U	7,0	61,0																
640U	10,0	64,0																
655U	11,5	65,5																
685U	14,5	68,6																
755U	8,0	75,5																
800U	12,5	80,0																
830U	15,5	83,0																
875U	20,0	87,5																



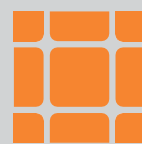
+de **110**
milhões de m²
realizados

DESDE
1991



atex.com.br
0800 979 3611

Siga Atex Brasil



BRASIL
atex

Fôrmas Atex 610,
Atex 800 com
novas alturas.



Com as novas alturas, os projetistas de estruturas vão alcançar e proporcionar, em seus projetos, maior economia de concreto e aço em relação à laje maciça, desde pequenos a grandes vãos, veja demonstração nos exemplos:

Fôrma Atex	610	800	610	800	800
Eixo a eixo (cm)	61	80	61	80	80
h da fôrma (cm)	10	10	15	15	50
Capa (cm)	5	5	5	5	5
h equivalente de inércia (cm)	11,1	10,3	14,8	13,8	38,6
Concreto (m ³ /m ²)	0,09	0,08	0,113	0,095	0,289
Economia de concreto	< 18%	< 22%	< 24%	< 31%	< 25%
Economia de aço	< 26%	< 31%	< 26%	< 31%	< 30%
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

Ou seja,

(1) Laje nervurada h = 15cm **mais econômica** que maciça de h = 11cm.

(2) Laje nervurada h = 15cm **mais econômica** que maciça de h = 10cm.

(3) Laje nervurada h = 20cm **mais econômica** que maciça de h = 15cm.

(4) Laje nervurada h = 20cm **mais econômica** que maciça de h = 14cm.

(5) Laje nervurada h = 55cm **mais econômica** que a maciça de h = 39cm.

Com a altura 50 cm da Fôrma Atex (eixo a eixo = 80 cm ou 83 cm ou 87,5 cm) poderão ser executadas lajes nervuradas para vãos na ordem de 18 m, sem protensão [vão = (50+10) x 30].

Com a protensão, pode-se alcançar cerca de 30 m de vão [vão = (50+10) x 50] tendo a base menor da nervura 12,5 cm, 15,5 cm e 20 cm, respectivamente.

abandonar métodos obsoletos. Sin embargo, la experiencia y la visión crítica siguen siendo esenciales: dominar una tecnología sin comprender sus fundamentos puede limitar su potencial. Hoy en día, herramientas como BIM y el apestoso software de modelado tridimensional permiten anticipar conflictos entre disciplinas, generar cuantitativos rigurosos y evitar el retrabajo en el sitio, lo que aumenta la productividad, pero también requiere equipos de diseño más especializados y procesos de validación más rigurosos.

¿La extensión y el acceso a las nuevas tecnologías facilitan la entrada de los jóvenes en el área estructural?

João Lucas: Los profesionales nativos digitales rechazan las tareas repetitivas y manuales. Las automatizaciones y las rutinas de secuencias de comandos entregadas por el software moderno hacen que la vida cotidiana sea más dinámica y atractiva, alentando a los recién llegados a involucrarse profundamente en el proceso de diseño. De esta manera, se reduce la barrera de entrada, ya que las actividades mecánicas dan paso a desafíos analíticos y creativos.

La gestión de plazos, presupuestos y cuestiones de recursos humanos en las oficinas de proyectos también es siempre un ejercicio de equilibrio y negociación.

¿Qué tecnologías ya están bien establecidas en la ingeniería estructural y cuáles aún tienen un gran potencial de crecimiento?

João Lucas: Actualmente, la comunicación remota a través de plataformas colaborativas y el propio software de análisis estructural han alcanzado un alto grado de madurez.



Modelo 3D

Ahora es posible crear modelos informáticos que simulan fielmente comportamientos muy cercanos a los reales, tanto en fase de construcción como ya en servicio a lo largo de la vida útil, además de extraer cantidades de materiales con una prevalencia mucho mayor que en el pasado.

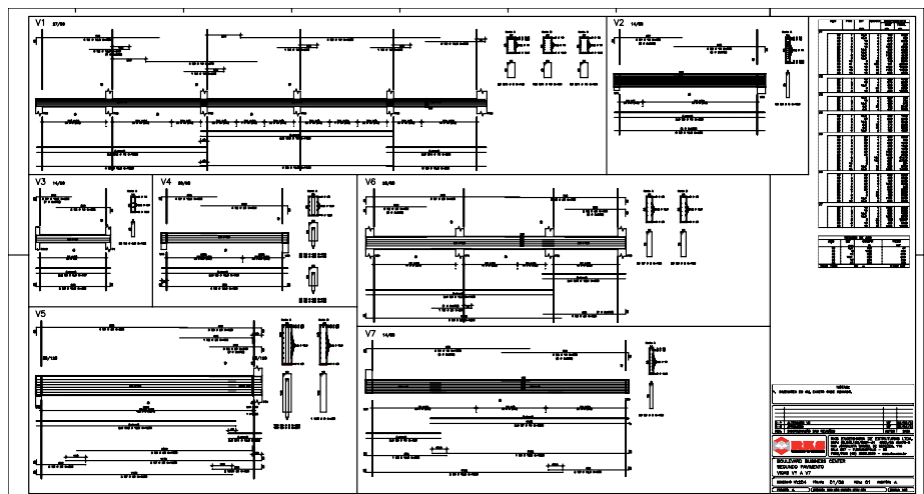
Sin embargo, todavía hay un amplio margen de mejora en áreas como Common Data Insights (CDE), que promueven la gestión integrada de la información y en la aplicación de la inteligencia artificial para la optimización de la geometría y diseño automatizado. Además, el aumento continuo de la potencia de procesamiento abre el camino para simulaciones a gran escala y una integración aún más profunda entre diseño, ejecución y mantenimiento.

¿Qué requisitos consideras fundamentales para un ¿Profesional que quiere trabajar hoy en Ingeniería Estructural?

João Lucas: Además de dominar las herramientas de diseño, modelado y cálculo (CAD, BIM, TQS y similares), considero esencial un conocimiento sólido de la resistencia de los materiales, la teoría estructural y los diferentes materiales de la construcción civil (hormigón, acero, madera, mampostería). Estos fundamentos nos permiten interpretar correctamente los resultados computacionales y proponer soluciones seguras y económicas. A nivel conductual, destacan las habilidades blandas: comunicación clara y objetiva, trabajo en equipo, flexibilidad para afrontar los cambios de alcance y pensamiento crítico para identificar riesgos y resolver problemas de forma proactiva.

¿Qué proyectos marcaron más tu trayectoria y por qué?

João Lucas: Uno de ellos que destaco es el Edificio Residencial Quatá, en Vila Olímpia, en São Paulo. Trabajé como ingeniero prototipo en lo que se puede considerar el edificio de muro de hormigón más alto de Brasil. Utilizamos los fundamentos de la concreción racional: muro reforzado con pantalla centrada y detalles optimizados, generando eficiencia estructural y ganancia en los plazos de construcción.



Segundo pavimento - vigas V1 a V7

También destaco la Residencia "Casa Wireless", en Jurerê Internacional, Santa Catarina. Este proyecto se caracterizó por 1.800 m² con enormes luces libres y un número mínimo de pilares, apodados *inalámbricos* por el arquitecto. Pude aplicar conceptos innovadores de prediseño inmediatamente después de graduarme.

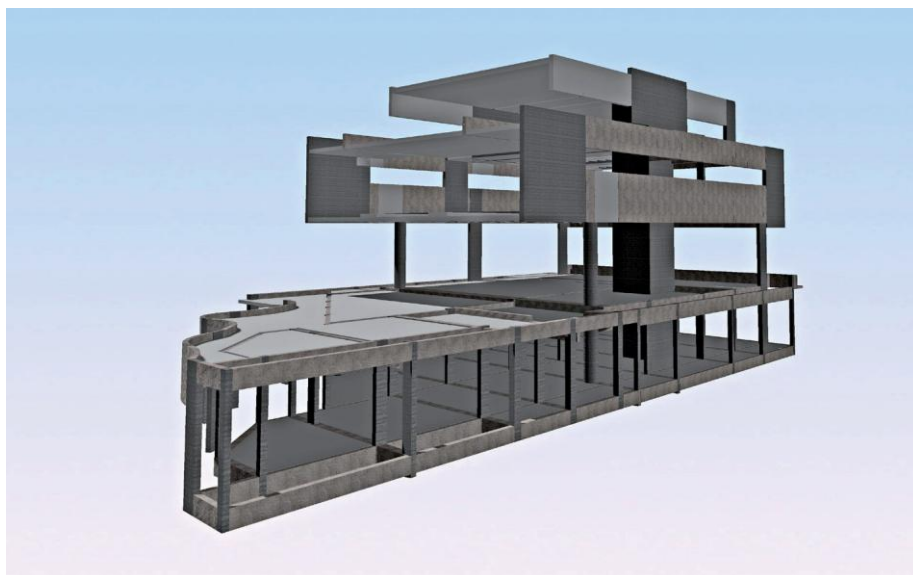
También menciono el estadio del Arena Corinthians, en el que trabajé, aún como pasante, participando en el diseño estructural del estadio que inauguró la Copa del Mundo de 2014. La magnitud y complejidad de la empresa fueron decisivas para consolidar mi pasión.

¿Cuáles fueron los más grandes ¿Dificultades que enfrentó en la profesión?

João Lucas: Uno de los desafíos recientes consistió en superar luces de 8 a 11 metros sin el uso de vigas con una altura de más de 50 cm y sin pretensado. En un pequeño edificio plurifamiliar de Florianópolis, la distribución de las plazas de aparcamiento en el sótano no coincidía con los pilares de las plantas superiores, requiriendo vigas de transición que, sin embargo, no podían superar los 50 cm.



Modelo 3D



Modelo 3D

La solución fue trasladar estas vigas a la losa de cubierta y sustituir parte de los pilares por tirantes. Además de los desafíos técnicos, la gestión de plazos, presupuestos y cuestiones de recursos humanos en las oficinas de proyectos también es siempre un ejercicio de equilibrio y negociación.

¿Cómo influyó en su trayectoria el intercambio de experiencias con su padre? ¿Cuál es la importancia de la integración entre generaciones?

João Lucas: La tutoría que recibo de mi padre es un privilegio invaluable. Su experiencia en décadas en el área proporciona atajos, una visión sistémica y un repertorio técnico que no se puede aprender en los libros. Por otro lado, apporto con una perspectiva enfocada en las nuevas tecnologías y tendencias del mercado. Esta integración intergeneracional es un catalizador para el crecimiento.

¿La tecnología lo resuelve todo? ¿Qué riesgos identifica en esta creencia?

João Lucas: Definitivamente no. La creencia de que una herramienta de cálculo es suficiente para garantizar la seguridad estructural subestima al ingeniero y su papel crítico. Esta falsa apelación lleva a algunos profesionales a ignorar a

verificación de supuestos, análisis de detalles constructivos y cumplimiento de normas. El resultado puede ser la aparición de patologías en el edificio, retrasos en la construcción y, en casos extremos, riesgos para la integridad de las personas y los bienes.

**Veo un enorme potencial
para que los algoritmos
optimicen cantidades de
material, predigan
inconsistencias de diseño
y sugieran soluciones
innovadoras en
estructuras complejas.**

¿Cómo crear un "colchón de seguridad" que contemple el uso de la tecnología y la experiencia?

João Lucas: Es el papel conjunto de la comunidad académica, las entidades de clase (Abece, Crea) y las propias oficinas promover la cultura de la actualización constante. En RKS, participamos en semanas académicas y supervisamos trabajos, impartimos clases magistrales y conferencias. Estas iniciativas mantienen a los ingenieros cerca de la investigación y refuerzan la importancia de combinar el conocimiento teórico con las buenas prácticas de diseño y experiencia laboral.

¿Qué caminos ves, por ejemplo, con el uso de la IA en el sector? ¿Esto ya se está estudiando en las academias? ¿Cómo deben prepararse las empresas y los profesionales para este nuevo momento?

João Lucas: La inteligencia artificial (IA) está a punto de alcanzar un nivel impresionante de productividad. En poco tiempo, los proyectos que hoy requieren años se pueden completar en meses, y los proyectos de meses, en semanas. Ya lo hemos lanzado en junio,

nuestra IA de gestión del conocimiento integrada, que facilita el acceso a capacitación, manuales de calidad y mejores prácticas. Estamos invirtiendo en otras IA para migrar la gestión de proyectos a estas.

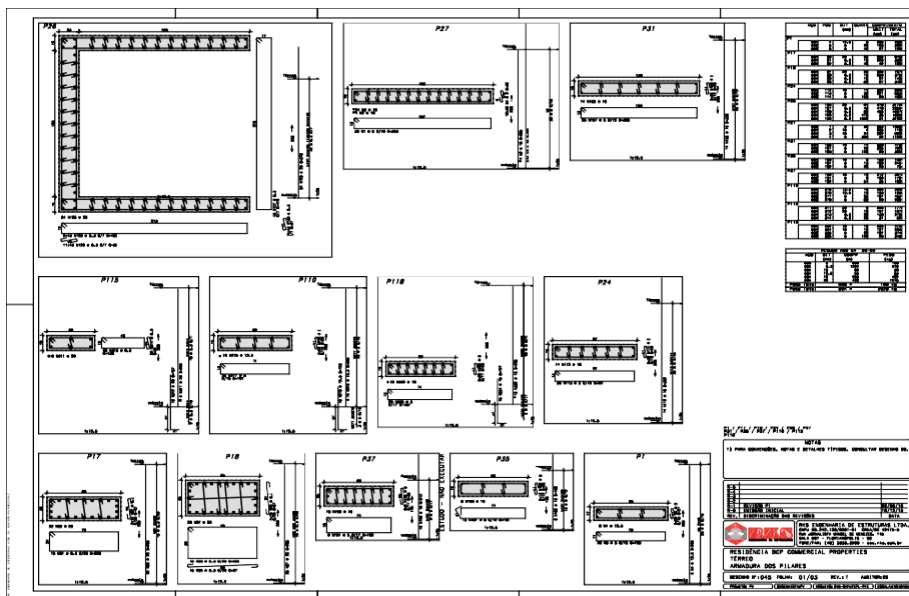
En el ámbito académico no hemos visto muchos proyectos de investigación al respecto, sin embargo, apoyamos y animamos a uno de nuestros ingenieros a iniciar un máster para desarrollar inteligencia artificial (IA) orientado al diseño de estructuras en el sector económico a principios de este año.

Veo un enorme potencial para que los algoritmos optimicen cantidades de material, predigan inconsistencias de diseño y sugieran soluciones innovadoras en estructuras complejas. Para prepararse, las empresas deben invertir en capacitación de equipos, integración de datos en plataformas sólidas y asociaciones con universidades que investigan la IA aplicada a la ingeniería.

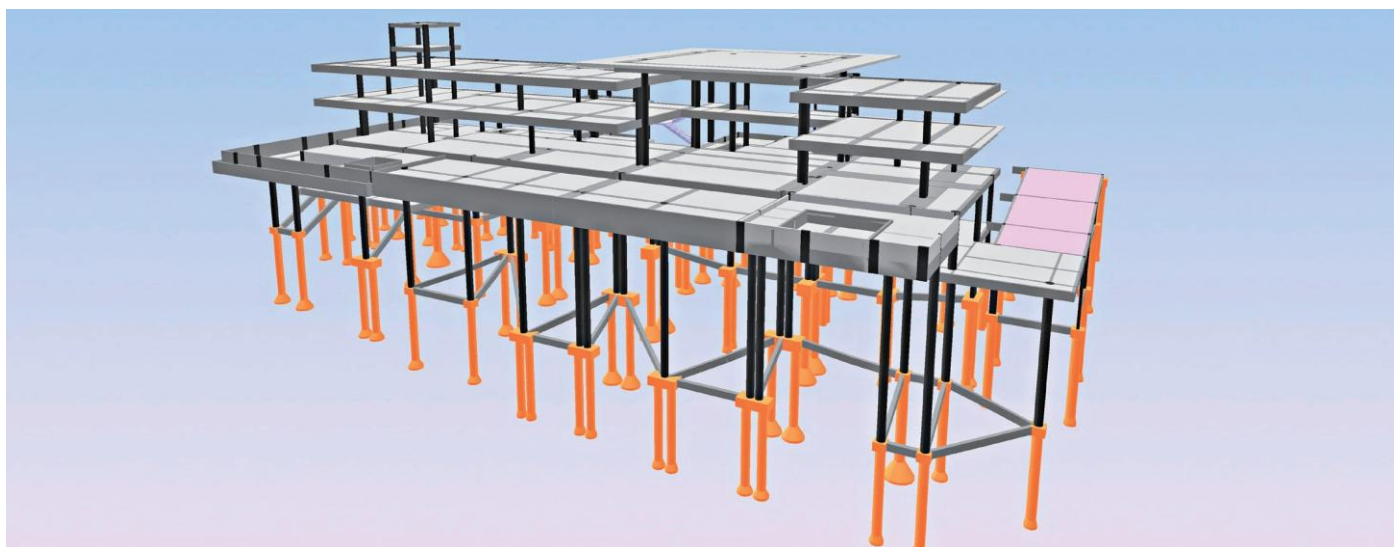
Aunque revolucionaria, la inteligencia artificial (IA) todavía comete errores y requiere una supervisión cuidadosa.

¿Qué sugerencias le darías a los que están empezando, ante este nuevo escenario tecnológico?

João Lucas: Aunque revolucionaria, la inteligencia artificial (IA) todavía comete errores y requiere una supervisión cuidadosa. Es crucial seguir y dominar estas herramientas, pero nunca renunciar a la base clásica: profundizar en Timoshenko, Montoya, Leonhardt, Fusco y otros autores fundamentales. Aunque la tecnología acelera los procesos, los sólidos conocimientos teóricos y el sentido crítico del ingeniero siguen siendo insustituibles para garantizar la seguridad, la calidad y la innovación en cada proyecto.



Térreo - armadura dos pilares



Continuamos con nuestro trabajo de mantenimiento, donde el V25 continuó recibiendo ajustes y mejoras.

También hemos cambiado las versiones V22, V23 y V24 para solucionar los problemas de teclado y mouse introducidos por Windows 11 24H2 KB5058499 en los editores de gráficos.

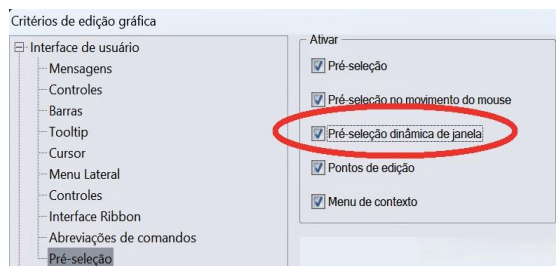
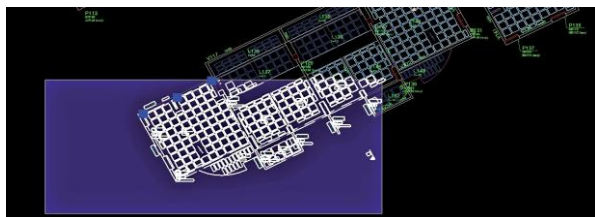
Nuestro joven equipo de desarrollo está llevando la V26 a toda máquina. Estamos sirviendo a nuevos

requisitos estándar, como pesos de carga, anclaje, punzonado, además de los elementos ACI-318 y CIRSOC-201, y refinamiento del análisis y modelado, para cumplir con los proyectos de construcción de más de 200 m de altura en curso. Y mucho más: mejoras de productividad en todos los sistemas de hormigón armado, prefabricados, mampostería y muros. Y para colmo, más programación en Python...

La versión V26

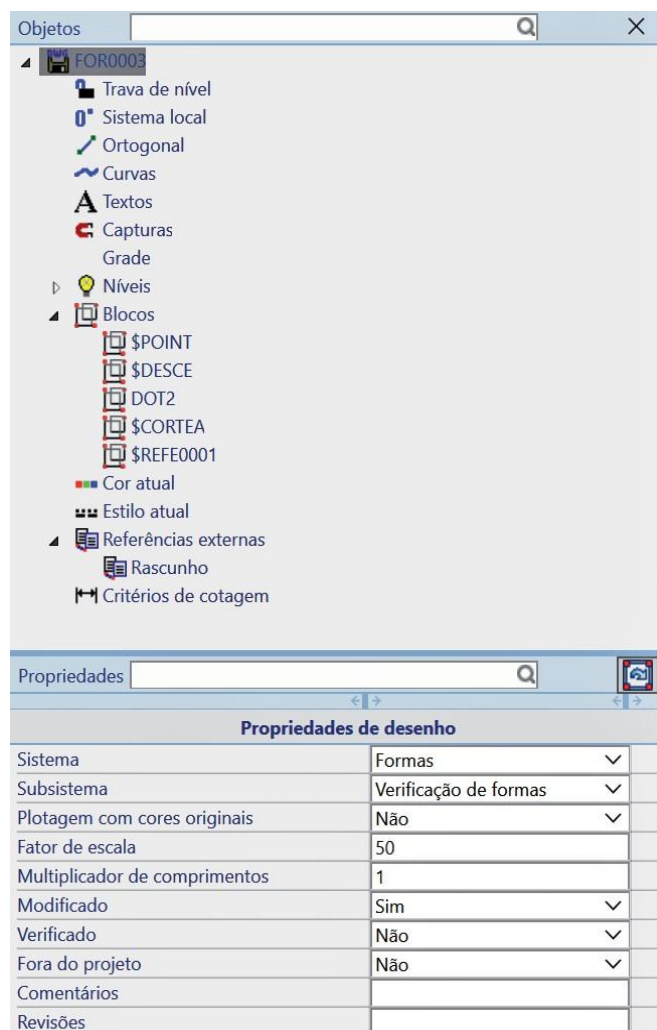
Editores gráficos

Preselección dinámica: se han creado entidades de iluminación de elementos dinámicos durante la preselección. En todos los editores, los objetos sujetos a selección se iluminan tanto en el movimiento del ratón como en la provisión del 2º punto de las ventanas de selección:

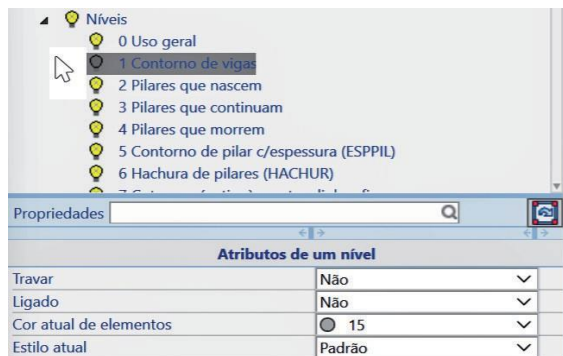


Los comandos comenzaron a mostrar los posibles obstáculos durante la ejecución, facilitando el aprendizaje de nuevas formas de trabajo.

Las ventanas de propiedades ya existían en algunos editores, como modelador y edición rápida de marcos de vigas. Ahora están disponibles en todos los editores de dibujos. Las ventanas se dividen en dos partes: un árbol con criterios globales y un área de propiedad. Las propiedades que se pueden editar hacen referencia al objeto seleccionado en el árbol o en el dibujo.



El bloqueo de nivel, el nivel activado, el sistema local, ortogonal, la curva lenta, el texto lento, la captura de coordenadas y la cuadrícula se pueden revertir haciendo clic directamente en el icono de árbol correspondiente:

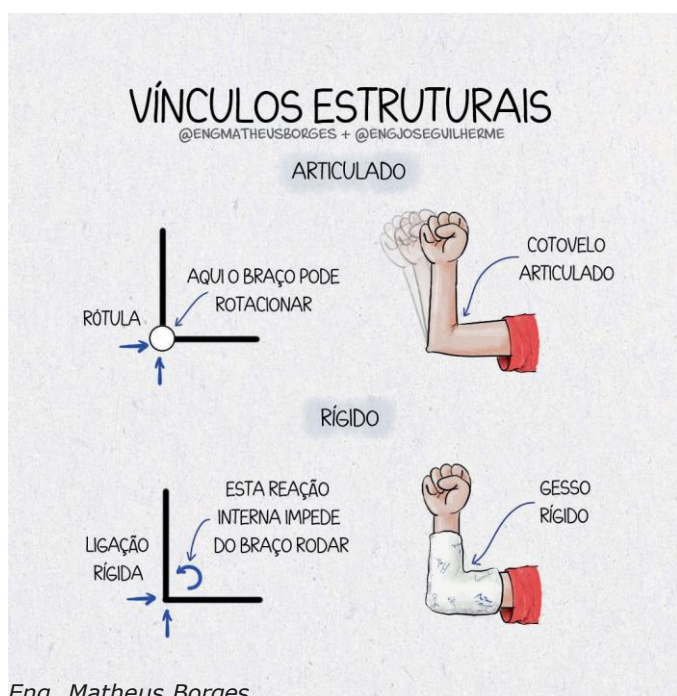


El panel de propiedades es una forma práctica de realizar pequeños cambios en los elementos sin llamar a las ventanas de diálogo convencionales:

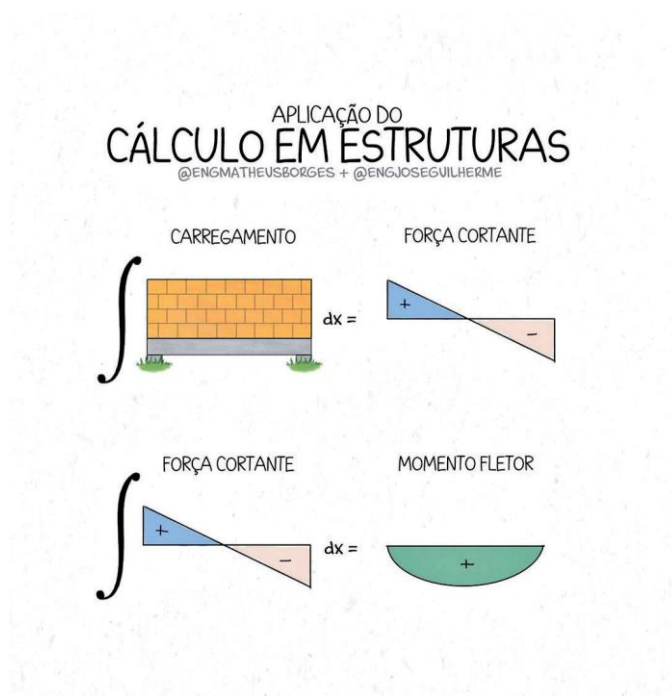


También se pueden realizar cambios con la selección múltiple. Podemos jugar directamente con referencias externas e insertar bloques, controlando el método de inserción. En el árbol, bloqueamos los niveles, giramos o sistema de coordenadas e

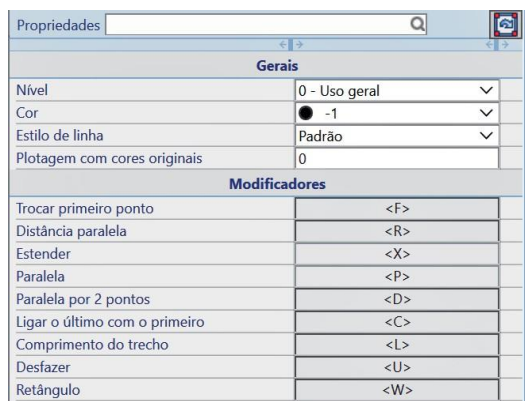
Controlamos otros recursos. Los objetos inteligentes como las dimensiones y las planchas también se pueden cambiar desde el panel:



Eng. Matheus Borges



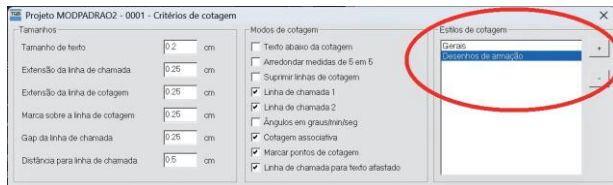
El panel de propiedades ahora se usa para mostrar modificadores de comandos. Esto facilita la comprensión de cómo funcionan los modificadores. Por ejemplo, al insertar un trazado poligonal, el comando se puede cambiar con las teclas F/R/X/P/D/C/L/U/W, que ahora se muestran en el panel:



Es más fácil de entender y los modificadores se pueden activar directamente desde el panel. Comenzaron a aparecer modificadores en los comandos para seleccionar elementos, insertar bloques, borrar parcialmente, mover, copiar, rotar, ingresar polígonos, interferir con textos, continuar dimensionando, extender, limpiar intersecciones, crear amebas.

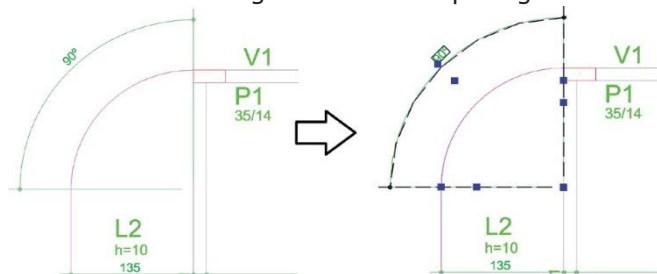
En la entrada del 2º punto de líneas, se abren las variables con desplazamiento rectangular y polar, que se pueden completar durante la inserción. Al insertar elementos multipunto, puede cambiar propiedades como el nivel, el color y el estilo del panel al crear un elemento.

Las cotas permiten diferentes estilos nombrados y almacenados en el proyecto. Por ejemplo, un estilo para dimensionar, otro para dibujos de marco:

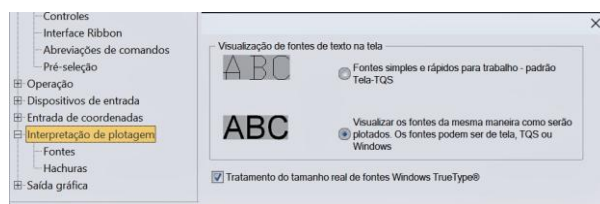


El sistema mantiene un "estilo actual", que se puede modificar según sea necesario. El cambio de texto de cota definido por el usuario se ha centrado en esta herramienta. Los criterios de listado se pueden editar en el cuadro de propiedades. Esta característica también se ha trasladado al V25.

Dimensiones del ángulo controlado por agarre:



Actualmente, TQS le permite ver los dibujos con los textos de trazado finales, que pueden ser TrueType de Windows:



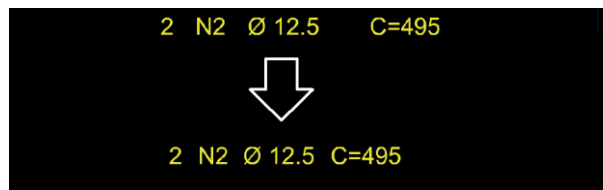
Pero los textos fueron tratados como si fueran de una fuente TQS monoespaciada. A partir de ahora, se consideran textos de tamaño completo. Esto se aplica a todos los editores de gráficos, tablas y trazados, incluidos los PDF:



Además de la mayor facilidad de manipulación del texto, la implicación inmediata es la mejora de la calidad del dibujo en el uso de fuentes de Windows, como en la alineación de todas las tablas generadas en el dibujo por TQS, incluida la tabla de hierro:

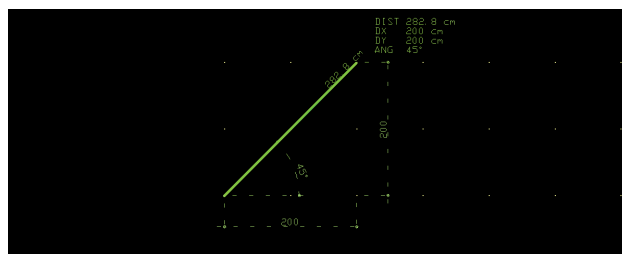
COMPRIMENTO		COMPRIMENTO	
UNIT	TOTAL	UNIT	TOTAL
cm	cm	cm	cm
590	1770	590	1770
495	990	495	990
455	455	455	455
363	5808	363	5808
427	6832	427	6832

y en programas que dibujan fácilmente textos separados para editar:



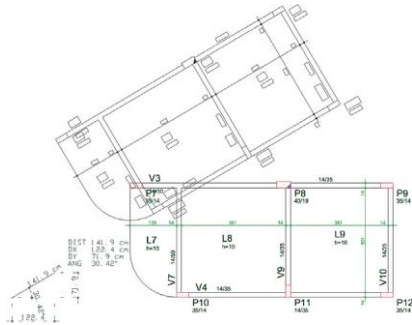
El encuadre de notas y multitextos también se vio afectado. Se ha mejorado la ubicación del texto dentro del editor, aceptando más puntos dentro del rectángulo circundante del texto.

El valor predeterminado para la altura del texto de ayuda visual de la línea elástica se ha cambiado de 8 a 12 píxeles (más grande y más visible en monitores grandes). El color estándar también cambió de 86 a 84 (más claro sobre un fondo negro).

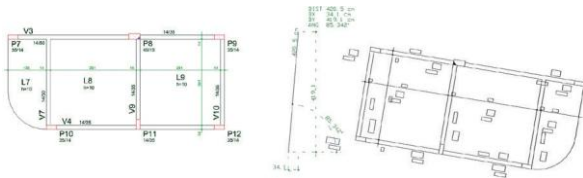


Los editores de gráficos en modo 3D ahora interpretan las fuentes en negrita y cursiva.

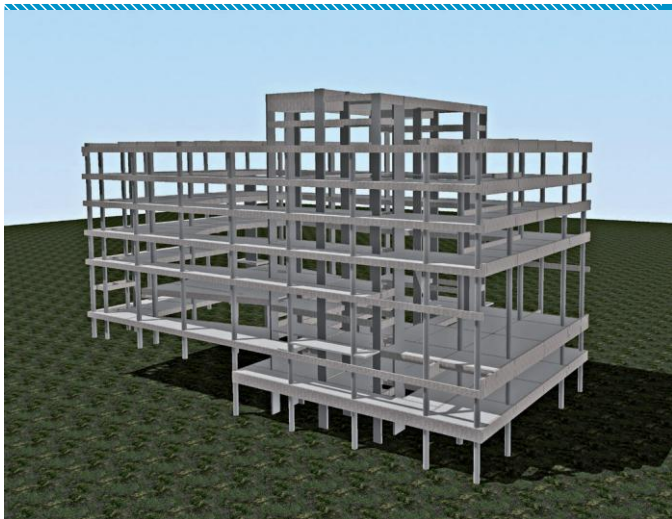
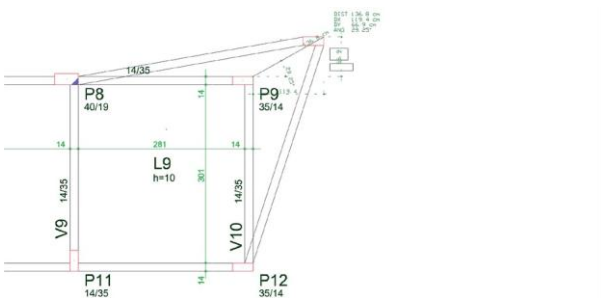
El comando de rotación ahora tiene un nuevo orden de entrada. El ángulo ahora se proporciona en último lugar, arrastrando dinámicamente los objetos seleccionados alrededor del punto de rotación. La amoladora <R> le permite definir una línea de referencia de ángulo.



El comando simetría tiene un arrastre dinámico de objetos en relación con la línea de simetría que se está definiendo:

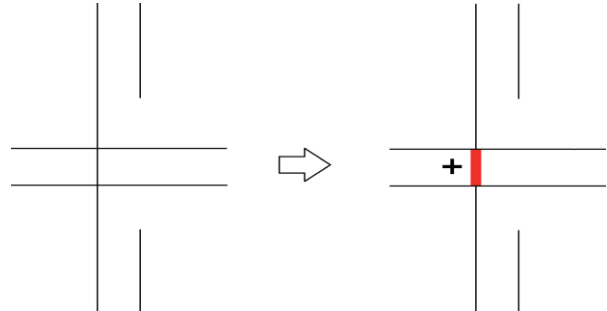


Lo mismo se aplica a los movimientos parciales:

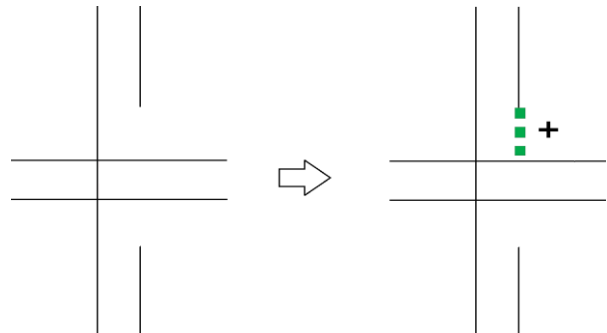


Y además de estos, varias construcciones para la creación de arcos, círculos y polígonos regulares y operaciones con paralelos ganaron arrastre dinámico durante la inserción.

Se reestructuraron los controles de limpieza de intersecciones y extensión de líneas, y se comenzó a trabajar de manera complementaria. Por ejemplo, al activar la limpieza de intersección en la intersección a continuación, podemos seleccionar todos los elementos del dibujo como "cortados" a través de la selección global <G>. Cualquier línea candidata que se va a cortar aparece en rojo:



El controlador solicita repetidamente que se corte la selección de líneas. Pero al mismo tiempo, si mantenemos presionado < Shift>, el comando extenderá las líneas seleccionadas:

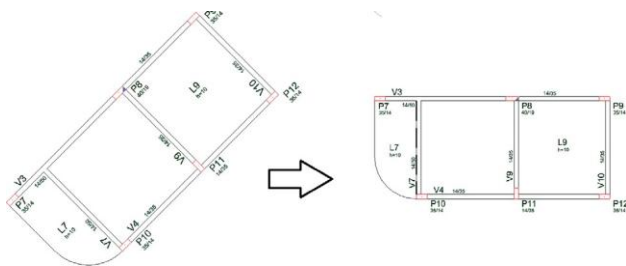


Las líneas que se van a extender aparecen en verde. El comando extender se comporta de manera similar: cuando presiona < Mayús>, el comando cambia para borrar intersecciones. Estos comandos comenzaron a funcionar con arcos y círculos. Además, explotan bloques y objetos inteligentes si es necesario, y permiten deshacer desde la última entrada.

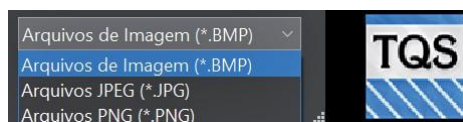
Trabajar en planta con la mayoría de las líneas fuera de los ejes globales ortogonales se ha vuelto más fácil, con la posibilidad de rotar el sistema local.



Por exemplo, si tiene una pieza de plano de forma de 45°, defina un sistema local de -45° y trabaje como si fuera ortogonal a los ejes globales:



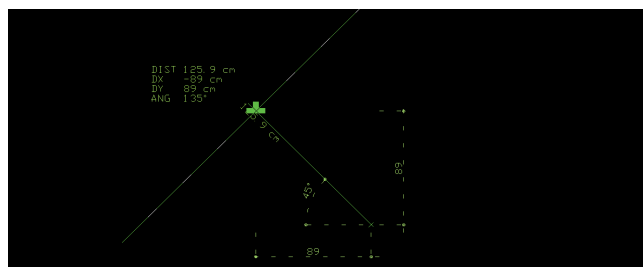
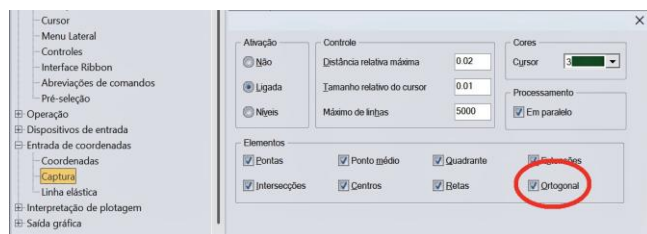
El sistema ajusta el ángulo de la ortogonal girada al mismo tiempo, de modo que la dirección de la línea elástica coincide con la de la estructura en el nuevo sistema. El nuevo atajo para este comando es <Mayús><F11>.



El editor gráfico se adaptó para leer archivos de imagen PNG, que son comunes hoy en día.

Ahora, tenemos dos formatos para insertar imágenes en el dibujo: imágenes de referencia (como es hoy) e imágenes incrustadas. Las imágenes incrustadas son un nuevo objeto gráfico, contenido en DWG.

¿Cuál es la diferencia entre usar imágenes de referencia o en línea? Las imágenes por referencia son un tipo de inserción de bloques con el nombre del archivo de imagen. Este archivo debe distribuirse junto con el dibujo, manteniendo la carpeta original. Si olvida enviar el archivo, el destinatario no podrá ver la imagen. La imagen incrustada, por otro lado, va al interior y ocupa espacio en el dibujo. Pero no hay peligro de no ser distribuido. Las imágenes en línea son un nuevo tipo de objeto gráfico en el editor, que se puede transformar como otros objetos gráficos. Hemos creado otro tipo de snap para la captura de coordenadas: el snap ortogonal:



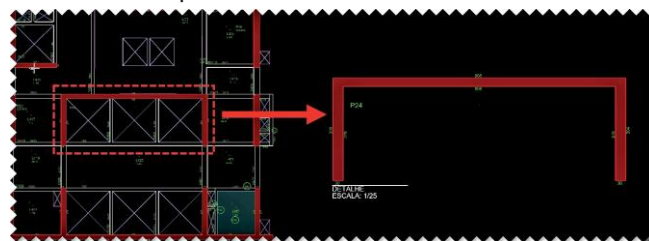
Cuando se ejecutan comandos con la línea elástica como el 2º punto de una línea, el cursor captura puntos importantes como el punto de la línea, el punto medio y los temblores. La ortogonal aparece cuando la línea elástica es ortogonal a una línea debajo del cursor. El símbolo que muestra esta situación se asemeja a una "T" invertida.

Viewport

Ahora puede insertar *ventanas gráficas* en dibujos DWG.

Una *ventana gráfica* es una inserción especial de un diseño dentro de otro.

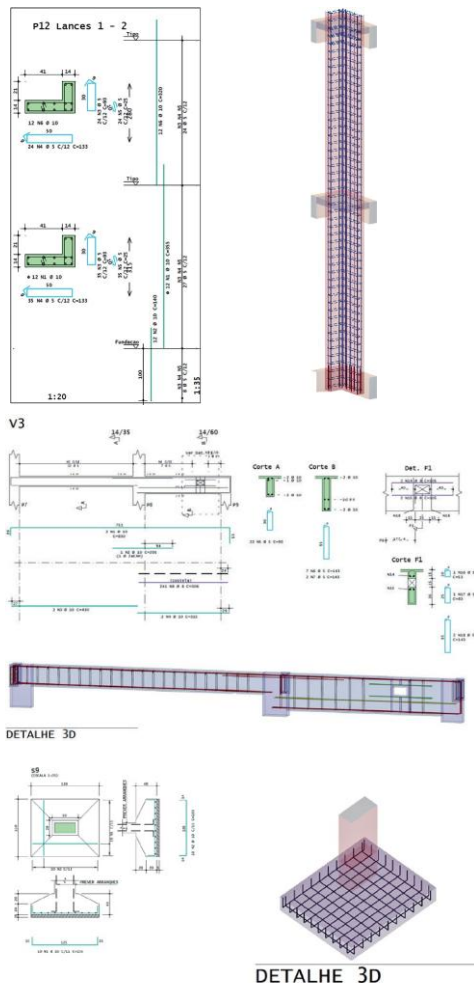
A diferencia de la referencia externa, la *ventana gráfica* puede recortar una región del dibujo al que se hace referencia y añadir gráficos complementarios sin alterar el dibujo original. Todas las entidades adicionales están contenidas en la *ventanilla*, lo que la hace ideal para hacer referencia a los detalles.



También hemos implementado la *ventana gráfica* para dibujos 3D. Es decir, en un DWG, ahora es posible incorporar detalles 3D utilizando el modelo 3D del edificio o incluso una escena personalizada, creada por el EAG 3D.



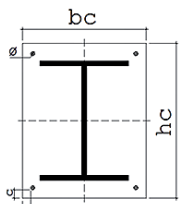
Creamos comandos para facilitar la inserción de *ventanas gráficas*, como la inserción automática de detalles 3D en dibujos de vigas, pilares y cimientos de edificios.



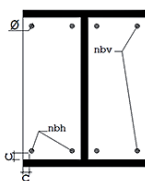
Modelador

Se desarrollaron pilares de hormigón mixto con perfiles metálicos, integrados con MetalCheck®. Se prevén columnas rectangulares o circulares, con perfil revestido, parcialmente cubierto o relleno:

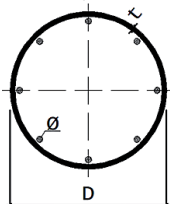
Rectangular revestido



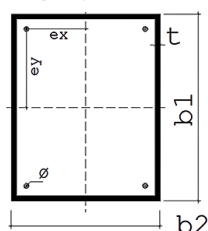
Rectangular parcialmente revestido



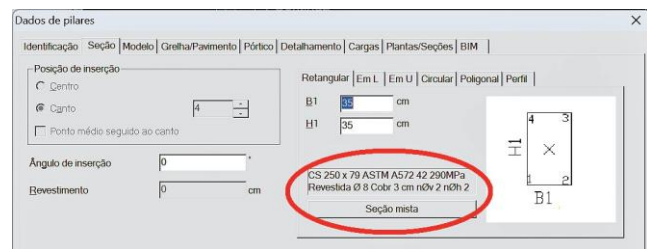
Circular preenchido



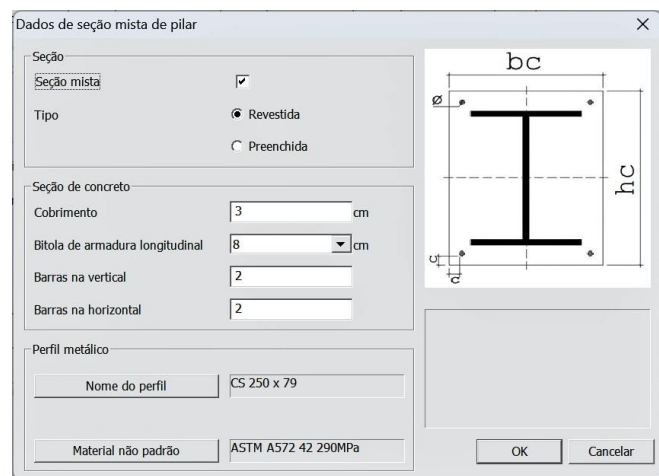
Rectangular preenchido



Los datos se editan mediante un botón, en la ventana de datos de la columna, pestaña "Secciones":

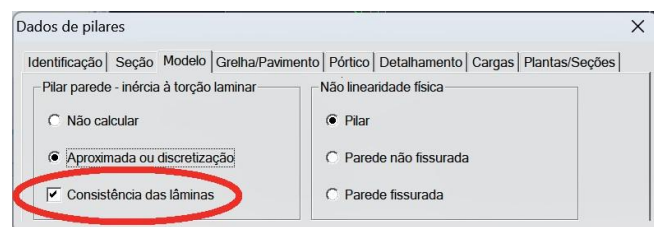


Esto, a su vez, abre otra ventana con los datos necesarios para definir la sección mixta:

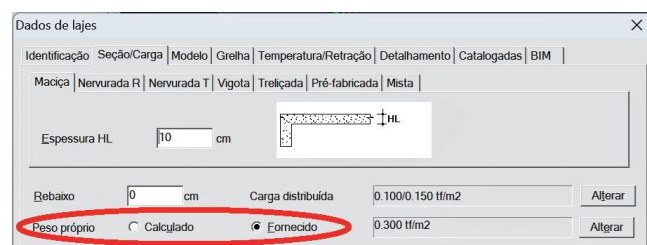


El dimensionamiento y detalle de estos pilares se realiza mediante la integración con MetalCheck®. Puede llamar a MetalCheck desde el Modelador y exportar e importar columnas.

La consistencia de las cuchillas para columnas discrepitas se puede desactivar para la simulación de discontinuidades en la columna:

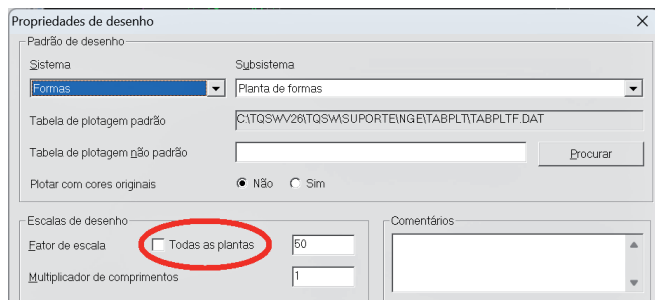


Para facilitar el modelado de cualquier tipo de losa, todos los tipos pueden tener su propio peso definido manualmente:



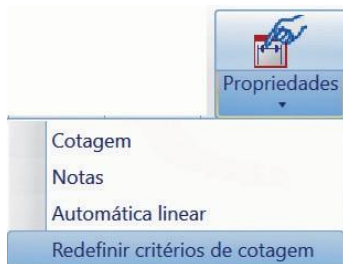
Para recordarle al ingeniero que esta opción se ha habilitado, el Modelador muestra la consistencia de los datos cuando esto sucede.

La escala de dibujo de planta del Modelador, que es un parámetro independiente por plano, se puede llevar a todos los planos de planta a la vez, haciendo clic en el cuadro de propiedades del dibujo:



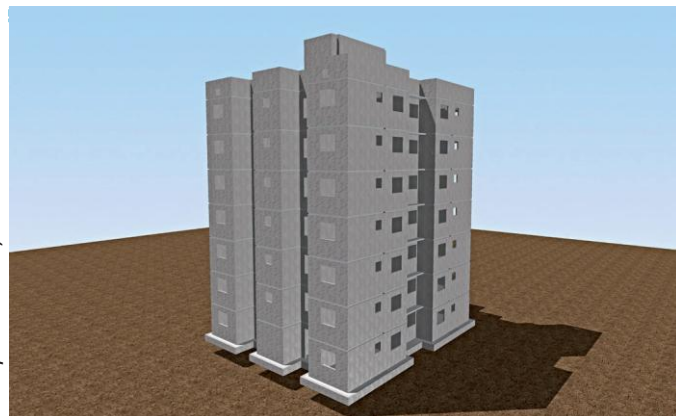
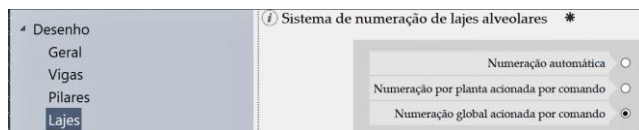
Las dimensiones asociativas del modelador ahora también se guardan como dimensiones asociativas en el diseño de formas.

Para asegurarse de que las plantillas no se vean afectadas por cambios externos en los criterios, los criterios de dimensión se leen cuando se crea una nueva plantilla y se mantienen hasta el final. Para volver a cargar los criterios de cota modificados, utilice el comando:



Premoldeado en la Modelador

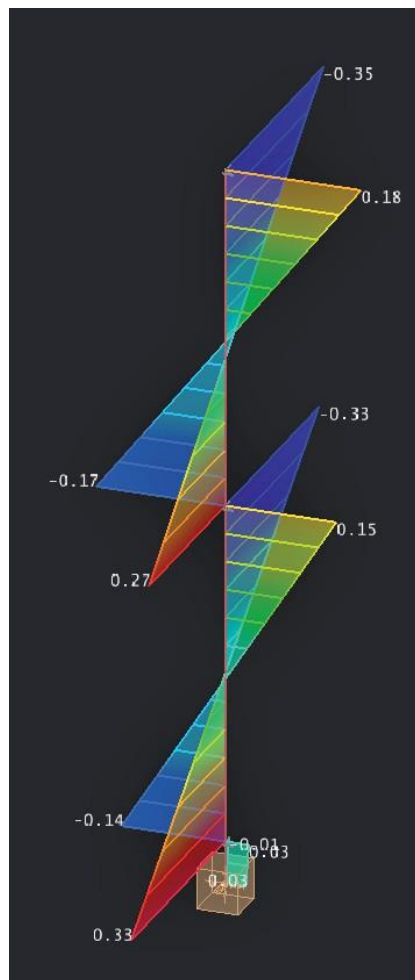
La numeración de losas alveolares puede tener control global, es decir, la posición LA01 de un elemento en un plano puede ser igual a la LA01 de otro. El tipo de control independiente por centro o global se define en el fichero de criterios.



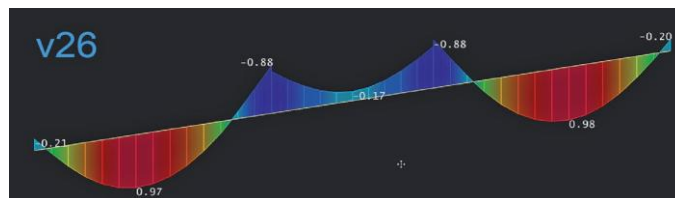
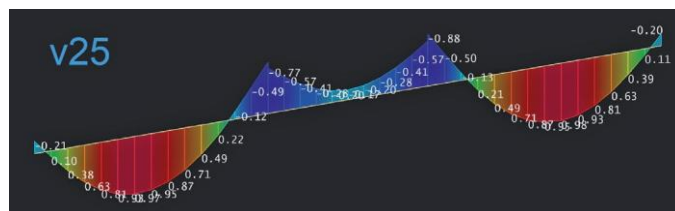
Eng. Luiz Carlos Spengler,
Campo Grande, MS

Visualizadores de pórtico y cuadrícula

Nueva opción para ver los diagramas My y Mz simultáneamente en el pórtico y el visor de cuadrícula



Eliminación de texto en puntos no significativos de los diagramas



El comando Guardar DWG ahora incluye las tablas de reacción auxiliares, las leyendas de degradado de color y otros elementos que se superponen a la vista previa.

Se ha mejorado el comando search node, con la visualización de información sobre el nodo buscado.

BIM

Un viejo problema entre los diseñadores de diferentes modalidades es compartir las coordenadas del proyecto. Es un área no estándar y varía de un proyecto a otro. Actualmente, con BIM, el coordinador del proyecto, o BIM Manager, es responsable de esta sincronización. La forma más antigua de compartir coordenadas es la llamada "Origin to Origin". Se trata de acordar un punto (0.0) del proyecto para ser utilizado por todos los diseñadores. Esto todavía se usa a menudo, con un dibujo CAD como referencia.

Lo que hemos hecho en V26 es facilitar el uso de uno de los modos de uso compartido de coordenadas de Revit®: el punto base y el punto topotopográfico gráfico (*Punto base del proyecto y punto de reconocimiento*).

Establecemos el "Punto de coordenadas compartido". Es un punto común a todos los diseñadores, coincidiendo con el punto de levantamiento topográfico en Revit. Este punto tiene coordenadas UTM conocidas. Este punto se define en la pestaña "BIM" del modelador:

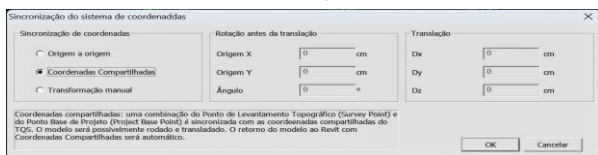


En el siguiente ejemplo, a la izquierda tenemos el modelo posicionado en relación con las coordenadas compartidas, con ejes a 45° en relación con la horizontal, y el sistema compartido con un eje Y apuntando al norte verdadero:



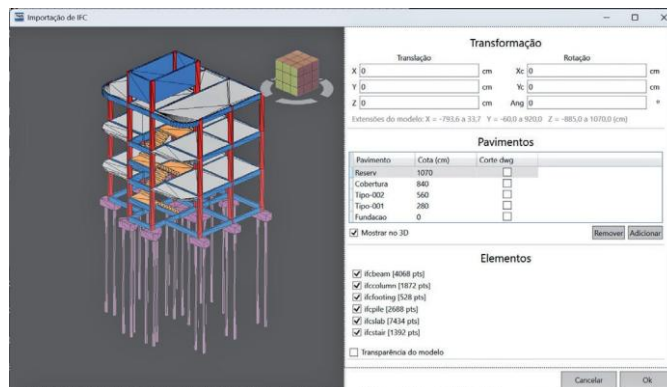
Así que podemos modelarlo como correcto, con un sistema local de ejes ortogonales con X horizontal, siempre que coloquemos correctamente el punto de coordenadas compartidas. Se girará a -45°, para mantener la consistencia. Lo importante es que el punto con coordenadas conocidas tenga distancia y ángulo en relación con el modelo coherente.

El punto de coordenadas compartido se exporta a Revit. Al importar el modelo TQS dentro del complemento Revit, para respetar el posicionamiento de este punto, es necesario especificar lo que desea importar considerando el punto base y el punto de reconocimiento. Del mismo modo, todas las importaciones de archivos RTQ en TQS, incluido el modelo estructural, los muros y las tuberías, pueden haber especificado el uso de coordenadas compartidas.

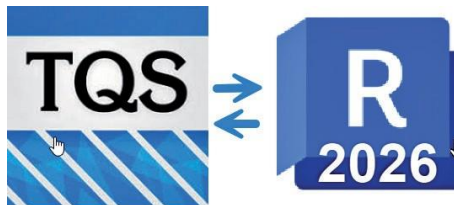


Para una mayor flexibilidad, las pantallas de importación ahora le dan la opción de elegir entre mantener el sistema de coordenadas (origen a origen), usar coordinaciones compartidas o especificar una transformación geométrica manual para sincronizar los modelos.

Mejoras en la vista previa de importación IFC: modo transparente, indicación gráfica de elementos de una categoría y número de nodos de todos los elementos de una categoría.



Lanzamiento del nuevo plugin TQS para Revit, compatible con Revit 2026.



Se ha creado una categoría adicional de título de viga por tramo para facilitar que el lado de Revit identifique la continuidad de las vigas. El título de las vigas registradas en Revit es siempre el título por defecto, independientemente del vano.

Huella de carbono

Continuando con nuestro trabajo de ayudar a recopilar índices estructurales de proyectos para comparar proyectos e indicar el menor consumo de carbono, comenzamos a exportar índices de carbono en un formato que sea compatible con los sistemas SIDAC (Sistema de Información de Desempeño Ambiental de la Construcción) y BIP (Referencia Iterativa para Proyectos Bajos en Carbono).



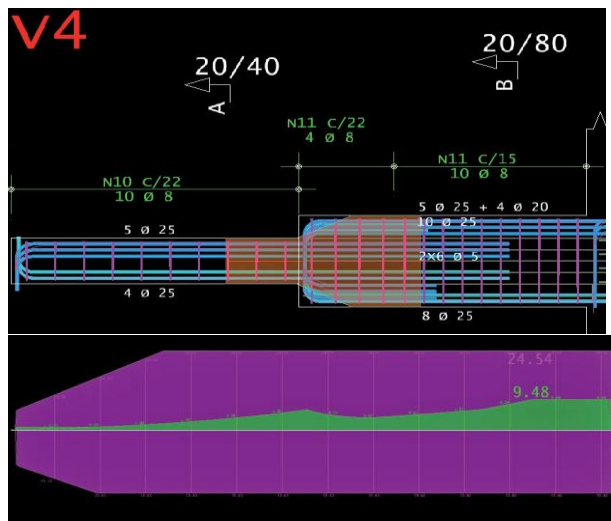
Los requisitos previos de diseño para exportar este archivo se muestran en el momento de la exportación.

Vigas

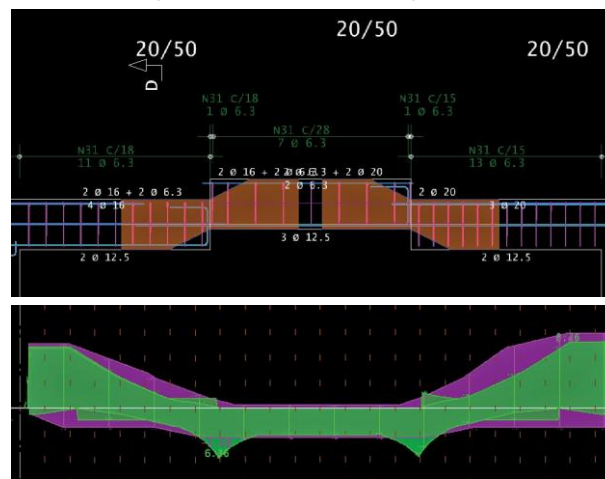
Variación de sección

En V26, el sistema de vigas presenta los diagramas existentes de A_s , requeridos $x A_s$, considerando la variación efectiva de las dimensiones de la sección transversal a lo largo del vano. Estos diagramas están hechos para refuerzo longitudinal y transversal.

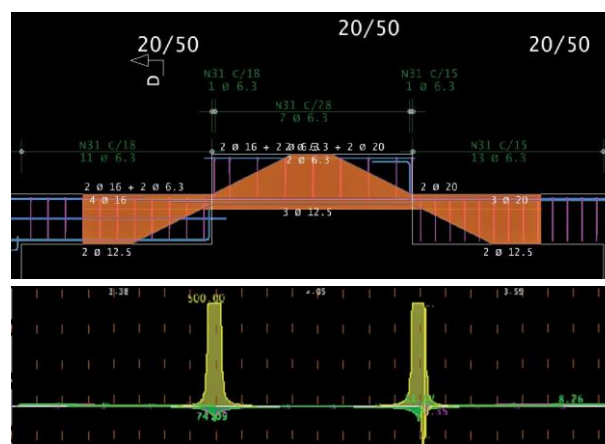
Ejemplos de diagramas:
Armadura excesivamente
detallada.



Armadura que necesita un complemento.



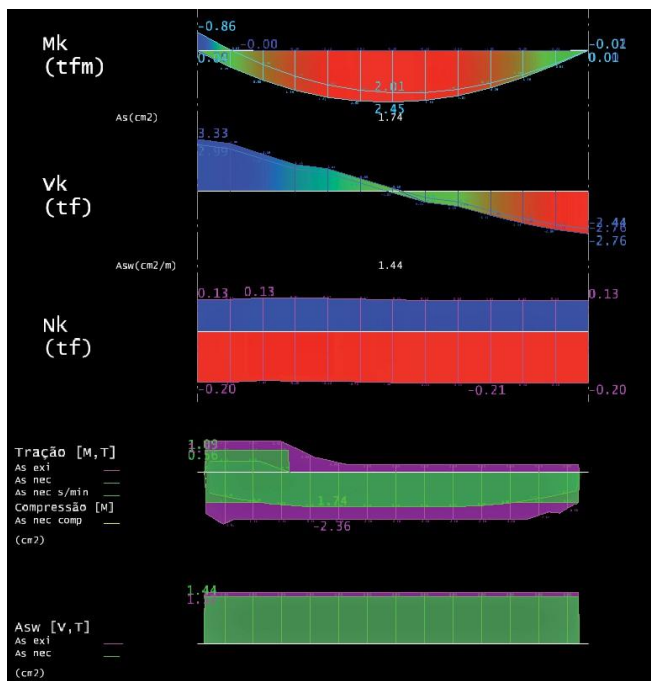
a) Sección en la que la viga "no pasa".



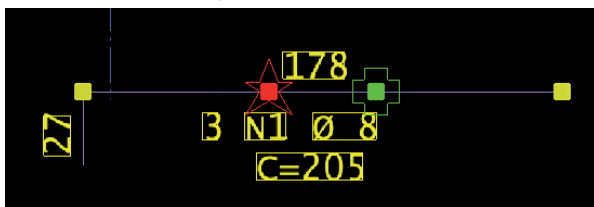
Editor rápido de armaduras

Rediseño rápido del editor con varias mejoras:

- Diagramas rediseñados.



- Edição interactiva com pinzamentos: agrupar, unir, cambiar sugerencia.



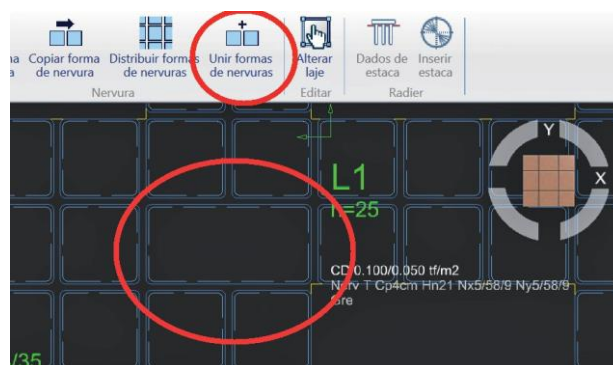
- Edição de armadura com double clic y eliminación de armadura con <F5>.
- Comprobación de momento mínimo.
- Edição interna de estribos en configuración de 4 y 6 ramas.
- Ajuste en la consideración del diámetro diferenciado del estribo interno en la comprobación de la viga.

En los agujeros en las vigas, se agregaron algunas mejoras, como:

- Nuevos criterios para dibujar el número de hierros en lugar del número de posición en los cortes.
- Optimización en el diseño del refuerzo de la suspensión en los laterales del agujero.

Losas

Un nuevo control une las formas de las costillas mediante dispositivos de "cancelación de costillas".



El coeficiente de adherencia, utilizado para calcular la longitud de anclaje de las barras de acero, se cambió de 1,40 a 1,00 cuando la norma actual es NBR-6118-2023 y acero CA60.



Eng. Sérgio Santos



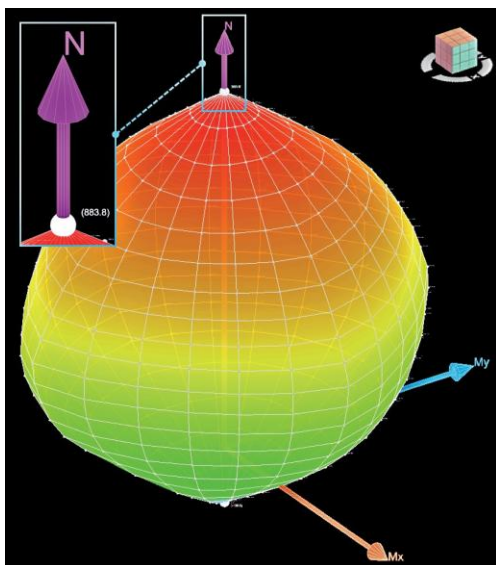
@josesergiodossantos

Columna

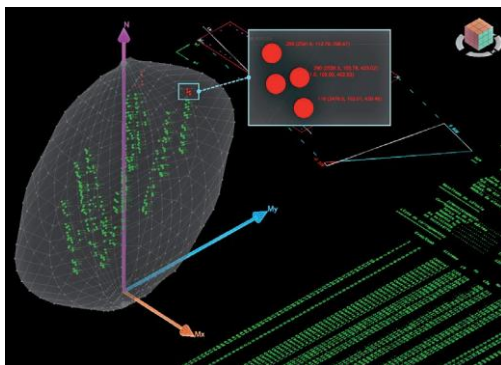
- Después de varias pruebas e investigaciones, pudimos reducir significativamente el tiempo de procesamiento de las columnas de pared discretizadas.



- Nuevo comando que ensambla la curva de interacción 3D en el editor de armaduras rápidas.



- Esta nueva curva de interacción 3D también está disponible en otros lugares, como el comando de comprobación del editor rápido de refuerzos, la calculadora de flexión compuesta oblicua, el visor de efectos de 2º orden y la calculadora Alvest.



- Se ha introducido un nuevo control de cortantes en los columnas.

Cisalhamento

Lance	Pavimento	Armadura transversal		V _{sd} /V _c (%)	
		Ø(mm)	c/(cm)	x	y
1	Tipo	6.3	20	0 a 25.62	0 a 27.07

- Mejor tratamiento de las pinzas que "atan" o no el estribo principal a través de nuevos criterios.
- Aumento del límite máximo del número de combinaciones.

Fundaciones

Modelado de bloques

- Comprobación de biela en el área ampliada de la columna.

Nuevos criterios

Para el diseño de bloques en una estación, se ha implementado un nuevo criterio para calcular la altura mínima del bloque. Este desarrollo sigue las recomendaciones del libro *Estruturas de Concreto Armado*, vol. 2, publicado por IBRACON y ABECE, asegurando una mayor adhesión a las mejores prácticas y referencias técnicas del sector.

Altura mínima de bloco sobre uma estaca *

Balanco do bloco ☐

Dimensões do bloco em planta ☐

Diâmetro da estaca ☒

MBuiate Engenharia de Estruturas, Uberlândia, MG



Además, se ha mejorado el cálculo de la profundidad x debajo del pilar (Método A de Fusco), que define el área ampliada donde comienzan las bielas. Anteriormente, este cálculo dependía de una tasa de refuerzo que debía ser estimada y elegida mediante criterios por el ingeniero, quien adoptó un valor promedio para el edificio. En V26, este enfoque se ha automatizado: el sistema ahora tiene la opción de leer y utilizar la tasa de armadura real del inicio y específica de la columna que descansa sobre el bloque.

Compressão na área ampliada [método Fusco]	
Teta1 =	45 °
Rho =	0.96 %
X =	11.1 cm

Plan de carga en la base de todas las columnas

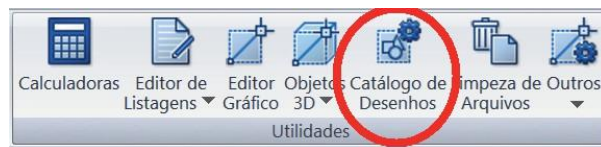
Ahora es posible obtener el plan de carga de la base de cualquier columna, y también es posible seleccionar solo las columnas deseadas.

TQS Seleccione os pilares			
Pilar	Selecionado	Nasce sobre	Elemento abaixo
P1	☒	Fundação/Solo	-
P2	☒	Fundação/Solo	-
P3	☒	Fundação/Solo	-
P4	☒	Pilar/Bloco/Sapata/Tubulão	B4
P5	☒	Viga	V4 (Pav.-Tipo)
P6	☒	Laje	L1 (Pav.-Tipo)
P7	☒	Pilar/Bloco/Sapata/Tubulão	B4
P8	☒	Fundação/Solo	-
P10	☒	Fundação/Solo	-
P11	☒	Fundação/Solo	-
P12	☒	Pilar/Bloco/Sapata/Tubulão	P3
P14	☒	Fundação/Solo	-
P9	☒	Fundação/Solo	-
		Cancelar	OK



Gerenciador

Un nuevo comando para examinar el catálogo de bloques de dibujo ahora está disponible en el menú "Herramientas, Utilidades".



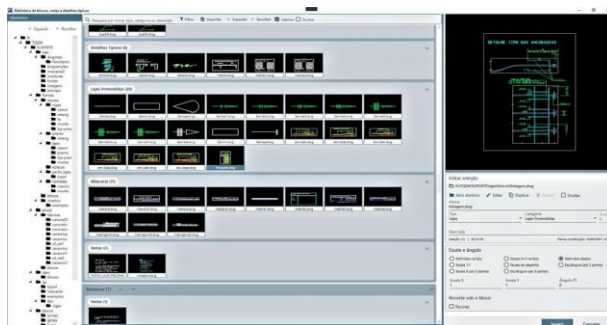
La biblioteca de bloques, notas y detalles típicos se ha rediseñado por completo para facilitar la inserción de gráficos en diseños estructurales. Ahora, todos los dibujos almacenados en las carpetas internas TQSW\SUPPORT se asignan automáticamente, se muestran con una vista previa en miniatura y se pueden ordenar y agrupar por tipo y categoría. El usuario puede buscar fácilmente archivos por nombre o descripción a través de un campo de búsqueda práctico y eficiente.

La vista previa de los dibujos con marcadores "%" se ha vuelto más intuitiva, lo que permite al usuario verificar el resultado final antes de insertarlo en el editor gráfico. Al insertar estos dibujos, los parámetros solicitados se completan de forma rápida y objetiva.

Es posible realizar cambios simultáneos en varios dibujos con la función de selección múltiple, acelerando los ajustes generales de características y propiedades. Si se añaden nuevos dibujos directamente a las carpetas de soporte, la biblioteca reconoce automáticamente estas adiciones y las pone inmediatamente a disposición para su uso.

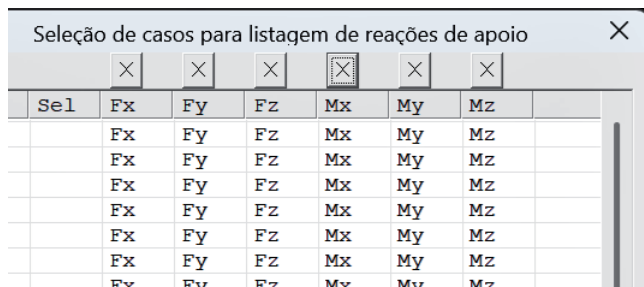
Los dibujos se pueden abrir directamente en el Editor de gráficos (EAG) desde la biblioteca, lo que permite una edición rápida y simplificada. Se pueden ocultar categorías o archivos específicos para optimizar el flujo de trabajo y se pueden desmostrar fácilmente cuando sea necesario.

La biblioteca también proporciona varias notas listas para su uso inmediato en proyectos, lo que facilita la estandarización y la coherencia de los documentos. Con estas mejoras, se ha vuelto más fácil y eficiente ver y administrar máscaras para tablas, gráficos, hojas y otros elementos gráficos típicos utilizados en la documentación de proyectos estructurales.



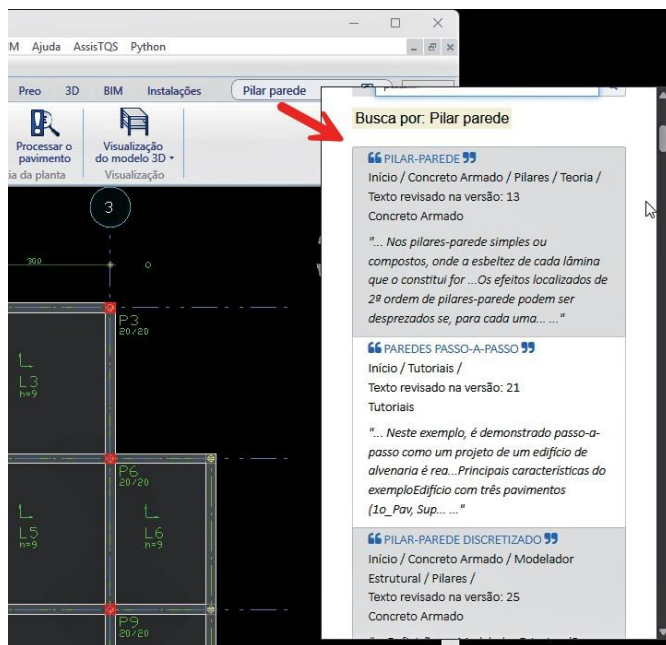
Tanto el modelador como el editor de datos del edificio ahora avisan si el gestor está en proceso global en otra ventana.

En la generación de planes de carga, los botones "X" sobre las columnas de fuerza le permiten seleccionar o anular la selección de una fuerza de todas las combinaciones a la vez:



TQSDocs

Nueva barra de búsqueda con ventana integrada. Los resultados provienen de TQSDocs, con investigación de IA.



Mampostería Estructural (Alvest)

Archivo comprimido (. TQS) ahora carga referencias externas en modo optimizado.

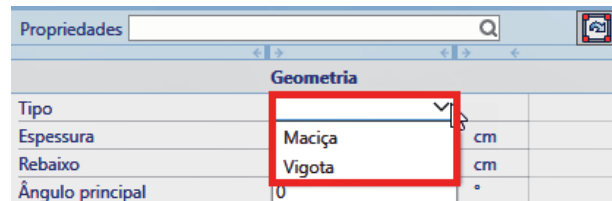
Nuevo tipo de cotización: dimensionamiento continuo, para insertar dimensiones con un solo clic.



Continúa

Algoritmo mejorado de distribución de bloques en las intersecciones, proporcionando más precisión en casos de bloques impuestos cerca de la intersección.

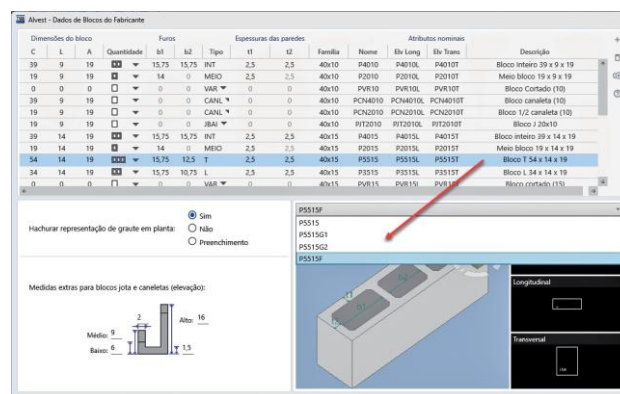
Nuevo tipo de losa disponible: losa de vigueta. Es una losa unidireccional para distribución de cargas.



Nuevo comando para reflejar lechadas y copiar lechadas entre pisos.

Editor de bloques

Continuando con la modernización del editor de bloques de mampostería, iniciada en la versión v25, implementamos mejoras en la aplicación. Ahora es posible ver los bloques rejuntados directamente en la pantalla de edición, lo que facilita la verificación visual inmediata y el acceso a los dibujos respectivos. También se ha optimizado el rendimiento general del editor, proporcionando una experiencia de usuario más fluida y rápida.



ESG – estrutura de carbono

A través del informe "Resumen y Costos de Materiales" para mampostería estructural, encontrará la sección "Carbono incorporado en la estructura", con la estimación total, basada en las cantidades extraídas del proyecto y parámetros relacionados, editable para control y precisión.

Carbono incorporado na estrutura

Estimativa de Carbono incorporado				
Pisos	Insumo	Quantidade	Peso [kgf]	Carbono [kgCO2]
4 Cx/Dágua	Concreto Lajes	0.54 m3	1361	245.03
	Paredes	65.10 m2	-	1494.37
	Graute	0.79 m3	1980	356.33
	Aço conv.	-	109	325.63
3 Cobertura	Concreto Lajes	3.03 m3	7569	1362.37
	Paredes	78.25 m2	-	1784.03
	Graute	1.40 m3	3493	628.70
	Aço conv.	-	240	721.29
2 Tipo	Concreto Lajes	2.30 m3	5757	1036.22
	Paredes	79.87 m2	-	1821.13
	Graute	1.47 m3	3681	662.49
	Aço conv.	-	400	1200.37
1 Tipo	Concreto Lajes	2.30 m3	5757	1036.22
	Paredes	79.87 m2	-	1821.13
	Graute	1.47 m3	3681	662.49
	Aço conv.	-	400	1200.37
Totais				16348.18

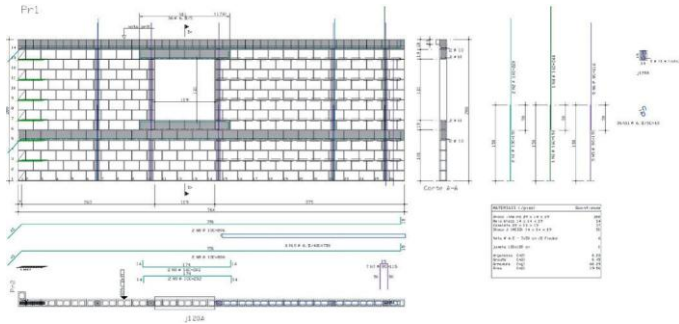
Índices de carbono cadastrados		
Insumo	Tipo	Índice kgCO2/[i]
Concreto	*	0.18 [kgf]
Aço	*	3.00 [kgf]
Graute	*	0.18 [kgf]
bl. Concreto	Alvn.Estr.	22.90 [m2]
bl. Cerâmico	Alvn.Estr.	24.50 [m2]

* Sistema utiliza valores-padrão para estimativas.

Mejoras en las representaciones de elevación de muros y la lista de materiales

Representación completa de armaduras, lechada y armaduras definidas por el usuario, en la plantilla, en planta y sección/secciones.

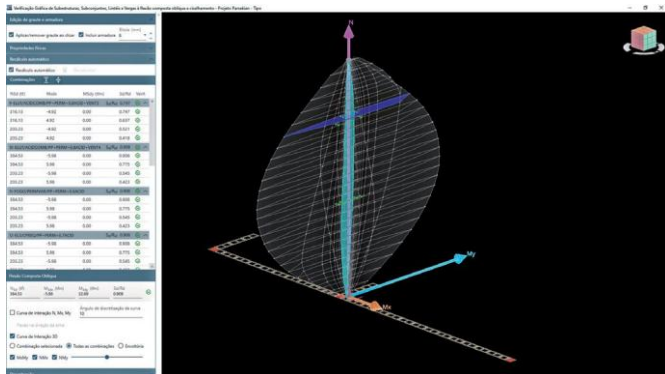
Posibilidad (por criterio de diseño) de eliminar la relación de resistencia, al mando de la lista de materiales, por elevación. Posibilidad también de añadir nuevos campos (área de muro y armadura).



Verificación gráfica de mampostería

La verificación gráfica de mampostería ha recibido importantes actualizaciones, destacando la nueva curva de interacción 3D, que permite la visualización simultánea de los planos MxMy, NMx y NMy. Esta mejora proporciona una comprensión más clara del comportamiento estructural de subestructuras, dinteles y dinteles. Ahora, al aplicar o quitar lechada con un solo clic, el usuario también puede agregar automáticamente un refuerzo de calibre específico en el centro del orificio lleno. El recálculo de los enlaces y la actualización de la curva de interacción se realizan automáticamente después de cada interacción del usuario. Sin embargo, es posible desactivar esta función para realizar diversas modificaciones más rápidamente, validando después los resultados mediante un botón específico o reactivando el recálculo automático.

Además, se ha ampliado el umbral de discretización, lo que permite realizar análisis más detallados de subestructuras más grandes. El programa ha sufrido una serie de optimizaciones técnicas, lo que ha dado como resultado un mayor rendimiento y estabilidad durante el uso.



Edificios de muros de hormigón

EGS – Estructura de carbono

A través del informe "Resumen de materiales y costos" para el sistema de muro de hormigón, se encuentra la sección "Carbono incorporado en la estructura" con la estimación total, basada en las cantidades extraídas del proyecto y los parámetros relacionados, que se pueden editar para su control y precisión.

Carbono incorporado na estrutura

Estimativa de Carbono incorporado				
Pisos	Insumo	Volume [m3]	Peso [kgf]	Carbono [kgCO2]
4 CxÁgua	Concreto paredes	4.35	10873	1957.05
	Concreto Lajes	0.56	1407	253.23
	Telas soldadas		229	685.78
	Aço conv.		38	114.21
3 Cobertura	Concreto paredes	7.53	18818	3387.15
	Concreto Lajes	3.09	7729	1391.15
	Telas soldadas		229	685.78
	Aço conv.		230	689.83
2 Tipo	Concreto paredes	7.69	19220	3459.60
	Concreto Lajes	2.36	5903	1062.52
	Telas soldadas		229	685.78
	Aço conv.		246	737.05
1 Tipo	Concreto paredes	7.69	19220	3459.60
	Concreto Lajes	2.36	5903	1062.52
	Telas soldadas		229	685.78
	Aço conv.		246	737.05
Totais			90745	21054.06

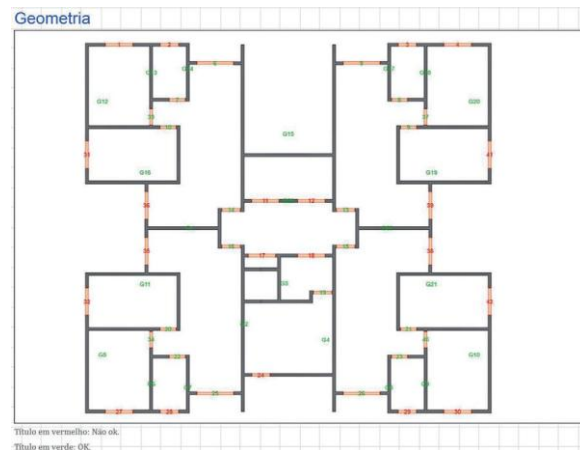
Índices de carbono cadastrados		
Insumo	Tipo	Índice kgCO2/kgf
Concreto	*	0.18
Aço	*	3.00
Concr.AA	*	0.18
Telas Soldadas	*	3.00

* Sistema utiliza valores-padrão para estimativas.

Consideración de refuerzos detallados para tracción y cortante para subconjuntos

El sistema ahora puede tener en cuenta la armadura definida por el usuario en la entrada gráfica con la ayuda de parámetros editables y verificar/comparar en cada subconjunto si las armaduras de tracción y cortante existentes son suficientes, lo que permite la eliminación automática de franjas y mensajes de error por regiones de tracción y cortante.

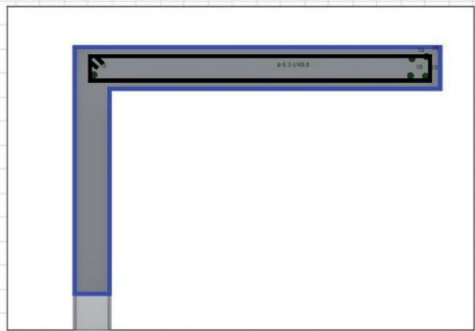
Informe de dimensionamiento



Ahora el informe cuenta con los datos y dibujos de las geometrías de los elementos, además de la formulación y metodologías aplicadas. También tiene la representación de refuerzos, comprobaciones y resultados,

facilitando enormemente el proceso de dimensionamiento y comprobación de los subconjuntos.

Geometria do subconjunto



Flexo compressão

Piso	$\eta_{d, resist}$ (tf/m²)	Combinação	N_k (tf)	M_k (tfm)	$\eta_{d, 1e}$	$\eta_{d, 1d}$	$\eta_{d, 2e}$	$\eta_{d, 2d}$	$\eta_{d, 3e}$	$\eta_{d, 3d}$	$(\eta_{d, clc}/\eta_{d, resist})$
1	27,763	1: Todas permanentes e acidentais dos pavimentos	3,20	0,00	2,717	2,717	2,717	2,717	2,717	2,717	0,098
		6: EUTUACIDCOMB/TODAS+VEN1	3,18	-6,42	2,717	2,717	20,918	-30,247	15,688	0,565	
		7: EUTUACIDCOMB/TODAS+VEN2	3,18	6,42	15,483	35,681	2,717	2,717	26,761	0,964	
		8: EUTUACIDCOMB/TODAS+VEN3	3,18	1,48	-1,477	10,314	2,717	2,717	7,715	0,279	
		9: EUTUACIDCOMB/TODAS+VEN4	3,18	-1,48	2,717	2,717	6,913	-4,881	5,185	0,187	

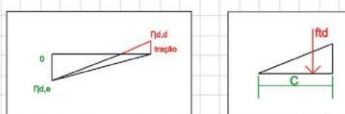
$$\eta_{d, resist} = \frac{(0,85 \cdot f_{cd} + \rho \cdot f_{scd}) \cdot t}{Div} \leq \eta_{d, max} \cdot f_{cd} \cdot t \quad Div = k_1 [1 + 3k_2(2 - k_2)] \geq 1,643$$

$$\eta_{d, clc} = \frac{3 \cdot \eta_{d, max} + \eta_{d, min}}{4}$$

$$\eta_{d, resist} \geq \eta_{d, clc}$$

$$* [\eta_{d, resist} \geq (\eta_{d, max} \cdot \eta_{d, min})]$$

Armadura para tração (Esp: 0,57 cm² - (C=31,8 cm, ftd=15,483 tf/m²), existente: 0,79 cm²
 Armadura para tração (Dir: 2,16 cm² - (C=62,1 cm, ftd=30,247 tf/m²), existente: 3,14 cm²

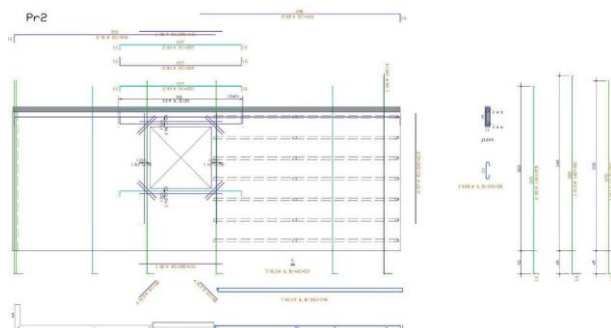


Mejoras en las representaciones de elevación de muros y la lista de materiales

Representación completa de la armadura convencional definida por el usuario en la plantilla, en planta y también en las secciones/secciones.

Eliminación de las franjas de refuerzo necesarias, para tracción y cortante, cuando se definan suficientes refuerzos, para cada sección de muro revisada.

Posibilidad de añadir nuevo campo, refuerzo convencional, a la lista de materiales.



Otros desarrollos

En los hierros inteligentes, la opción de realineación de tex ahora funciona para la selección múltiple de hierros.

En el panel central, las plantas estaban ordenadas por el número de la planta.

El antiguo restaurador *de copias de seguridad* ha sido completamente rediseñado, con una interfaz más moderna para volver a almacenar archivos .BAK, que TQS genera automáticamente con cada guardado. Actualmente, los formatos que se pueden recuperar a través del restaurador son archivos de dibujo (.DWG) y el modelador (.DAT), siendo útil especialmente en el caso de que haya archivos dañados en estos formatos.



AS Estruturas, Curitiba, PR

MetalCheck

Debido a la actualización de la NBR 8800, a finales de 2024, MetalCheck se modificó para implementar los cambios introducidos por la nueva versión de la norma. Tanto los elementos metálicos como los elementos mixtos de acero y hormigón tuvieron sus formulaciones revisadas, además de la implementación de nuevos métodos de cálculo.

En el caso de los elementos metálicos comprimidos, se produjo un cambio en el cálculo del índice de esbeltez reducido (λ_{red}), θ_{UE} ya no tenía en cuenta el factor de reducción de la inestabilidad local (Q) en su formulación. Como resultado, la resistencia del cálculo a compresión ($N_{c,Rd}$) ahora se determina en función del área efectiva (A_{ef}) de la sección transversal, como se especifica en la norma.

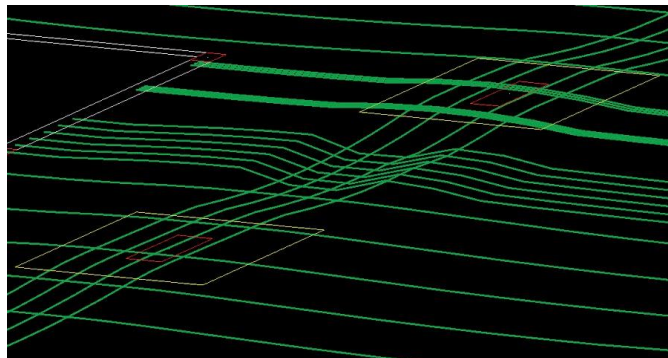
En el cálculo del cálculo de la fuerza cortante resistente (V_{Rd}), hubo un pequeño cambio en la determinación del valor del coeficiente k_v para almas sin rigidizadores transversales.

Las formulaciones para el cálculo del cálculo del momento flector resistente calculador (M_{Rd}) han sufrido varios cambios, especialmente los relacionados con el estado límite último del pandeo torsional lateral (FLT), tanto en vigas de alma delgadas como no delgadas. El factor de modificación para el diagrama de momento flector no uniforme ya no está limitado al valor máximo de 3.0 en la mayoría de los casos.

Para las columnas compuestas de acero y hormigón, hubo cambios en la formulación de la fuerza axial resistente y el momento flector resistente. NBR 8800 comenzó a considerar el factor para reducir la resistencia del hormigón, introducido en la versión más reciente de la norma de hormigón, NBR 6118. Otro cambio importante fue la inclusión de los conceptos de secciones compactas, semicompactas y esbeltas. Con estas distinciones, las formulaciones se adaptaron a considerar cada caso, además de incorporar nuevos parámetros.

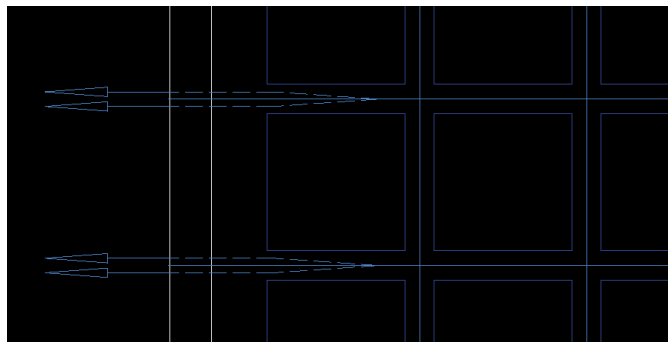
Lajes protendidas

El editor de losas pretensadas se ha adaptado para utilizar la ventana 3D. Como resultado, será posible dibujar los cables de las RPU en 3D, así como otros diagramas.

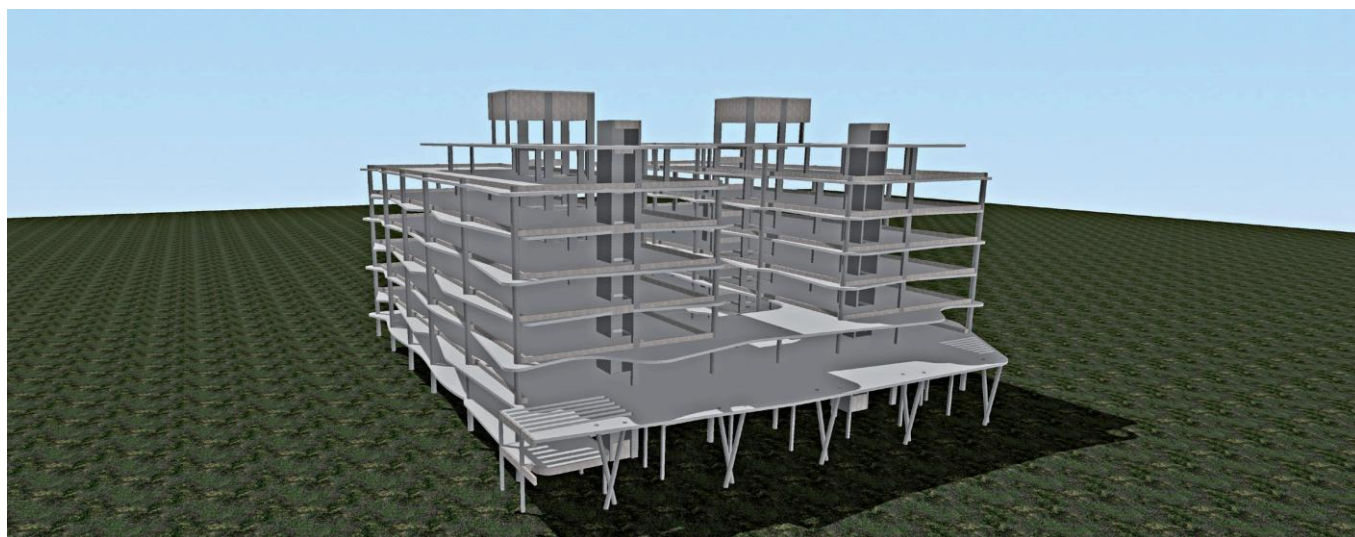


Además, se introdujeron otras novedades:

- Nuevos bloques de anclaje para el sistema con cordones antiadherentes.



- Nuevo parámetro que permite ver por separado las cotas entre cables y las cotas de las líneas de cota adicionales.
- Visualización del momento mínimo en los diagramas en planta.



Python

Hemos evolucionado en las interfaces de TQS con Python, ahora en la versión 3. Introdujimos la programación de modelos estructurales desde el modelador, creamos más funciones de acceso e hicimos pequeñas correcciones.

Módulo TQSEagSM

Ya teníamos una forma de manipular modelos estructurales por lotes, con `TQSModel`. Pero solo era posible operar dentro del modelador estructural activando comandos listos para usar desde el modelador. Aunque es posible cambiar el DWG dentro del modelador, debido a que es un *editor inteligente* (así como ediciones rápidas de armaduras y demás), tiene una base de datos que no es un dibujo, y con cada regeneración de pantalla se regenera el DWG y se pierden los cambios. Pero el modelador es un editor gráfico, por lo que si hacemos una rutina llamada menú dentro del modelador, recibirá los objetos de las clases `TQSEag.Eag` e `TQSJan.Window`:

```
def aplic_cmd1 (eag, tqsjan):
```

`TQSEag` reconoce el uso del modelador y tiene una función para devolver el modelo estructural. La secuencia para obtener acceso al modelo de es:

```
sm, model, floor = eag.GetTQSModel (tqsjan)
if (sm == None):
    TQSUtil.writef ("Não é modelo estrutural")
    quit ()
```

Donde los objetos `sm`, `model` e `floor` sano:

Objeto	Classe	Descrição
sm	TQSEagSM.SM	Modelador estructural
model	TQSModel.Model	Modelo estructural
floor	TQSModel.Floor	Pav. actual dentro del modelo. Container de los elementos estructurales del pavimento actual.

A partir de estos objetos es posible realizar manipulaciones dentro del modelo estructural, pero siempre considerando la interacción con el modelador `TQSEagSM.Locate`, que hace la selección interactiva de elementos estructurales. Las clases son:

- `TQSEagSM.Undo` lo que permite deshacer y rehacer todas las operaciones.
- `TQSEagSM.View` que actualiza la geometría y la pantalla después de las operaciones geométricas. También permite cambiar la planta actual o la planta auxiliar.

Las operaciones se documentan y ejemplifican a través del programa `EAGME.PY` y menu `EAGME.PYMEN`.

TQSModel

Creó funciones virtuales para mover, rotar, reflejar y escalar objetos `TQSModel.SMObject` del modelador. A função `Column.ColumnGetCurrentSection` se a

de una columna válida en el plan actual. La clase de piso obtuvo las propiedades `floorName` (nombre del piso actual), `altura`, `elevación`, `repetición`, `Floor-rElevation`, `auxiliaryFloors` y `AuxiliaryFloor-Recess`. La rutina de clase `Beam.GetUserNodes` devuelve un objeto que permite la alteración de los nodos originales de una viga

TQSEag

Los programas externos ahora pueden ejecutar comandos de menú en un editor gráfico abierto. Estos comandos pueden incluir scripts de Python.

TQSDwg

Las marcas de dibujo "modificadas", "fuera de proyecto" y "comprobadas" pueden ser leídas por las funciones de clase `TQSDwg.File`.

Creó rutinas para cambiar la geometría de los hierros: `SetInsertionData`, `SetInsertionPoint` e `SetGen-RebarPoint`. Los hierros ahora se pueden mover, rotar, escalar y reflejar mediante la función directa.

El texto con fuente TrueType de Windows se puede seleccionar y leer mediante iterador.

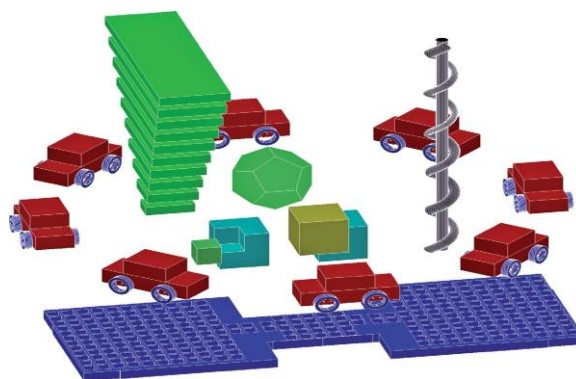
La propiedad `TQSDwg.settings, rebarDrawing` muestra si un dibujo está enmarcado o no.

Nuevo módulo TQSLayout

Este módulo lee y escribe planos en formato CPL. Permite, por ejemplo, listar y manipular los dibujos que se pueden incrustar en los planos, generar nuevos planos y montar un plano para la mesa de hierro de todo el edificio.

Nuevo módulo TQSM3d

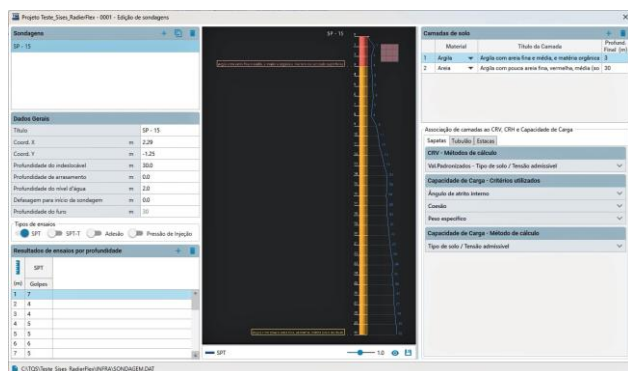
En `TQSM3d` podemos generar modelos espaciales de tipo E3D: para visualización, referencia externa del modelador y exportación a BIM. Con él, completamos la posibilidad de generar elementos concretos que no se analizan en el modelo TQS, pero que deben ser modificados y detallados, así como transferidos a BIM. Las otras formas de generar estos tipos de objetos son a través del editor de objetos 3D y el generador de objetos paramétricos. Un ejemplo de las posibilidades de este módulo se muestra con el programa `TSTM3d.py`, que genera el siguiente modelo:



SISEs

Nuevo editor de datos de sondeo

El nuevo editor fue desarrollado para simplificar el proceso de creación e ingreso de datos relacionados con pozos y capas de suelo, ofreciendo una experiencia más intuitiva, sin sacrificar la robustez. Ahora cuenta con representación 2D/3D de los agujeros y permite la visualización simultánea de múltiples agujeros.



Editores de la Fundación – SISEs

Los editores básicos tradicionales de SISE se están reescribiendo completamente en C#, adoptando el estándar tecnológico ya utilizado en los otros programas TQS. La nueva versión trae una interfaz gráfica más limpia, intuitiva y fácil de usar. Los iconos rediseñados hacen que el entorno sea más visual, ofreciendo una experiencia más fluida al ingeniero estructural.

La reestructuración permite realizar las geometrías de las cimentaciones y realizar ediciones con validación inmediata. La organización por flaps facilita el acceso a zapatas, bloques, vigas de rigidez y criterios, reuniendo todas las funciones esenciales en un solo panel. Con esto, el ingeniero estructural comienza a colocar, revisar y ajustar los cimientos con mayor agilidad y seguridad, reduciendo la cantidad de pasos necesarios para completar cada tarea.

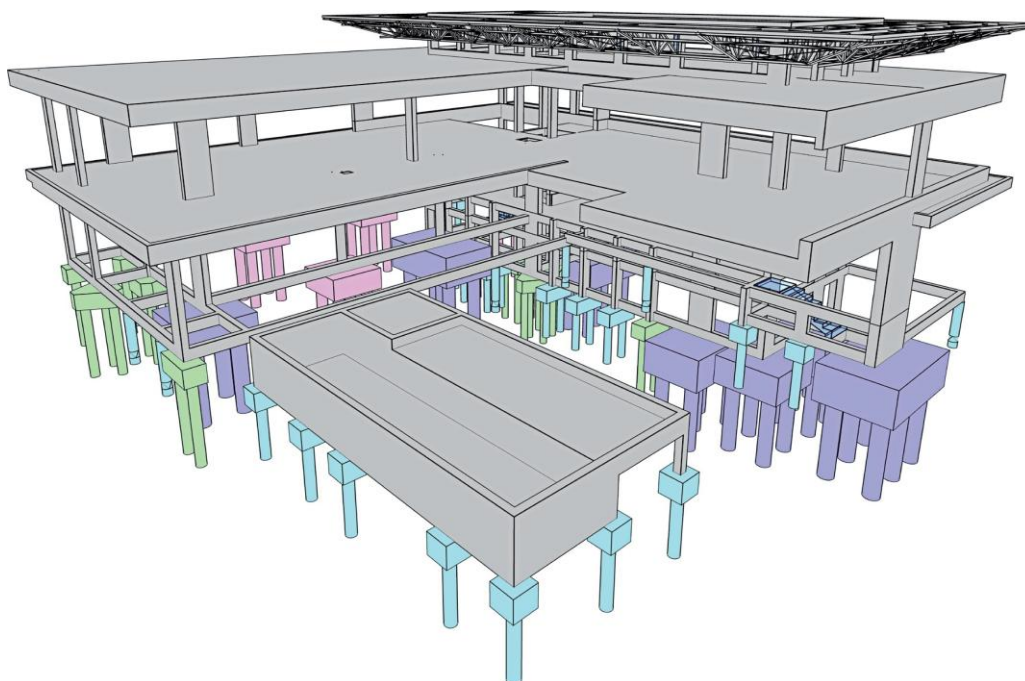
Investigación en inteligencia artificial

El equipo de desarrollo de TQS está vigilando de cerca los rápidos desarrollos en el campo de la inteligencia artificial (IA). En un escenario en el que surgen nuevas tecnologías a diario, hemos realizado varios estudios e investigaciones para explorar cómo la IA puede integrarse de manera segura y útil en nuestros sistemas.

Nuestro objetivo es aprovechar esta tecnología para aportar beneficios reales a nuestros usuarios, ya sea en optimización de procesos, asistencia en proyectos o nuevas herramientas de análisis. Sabemos que este es un gran desafío, pero estamos comprometidos a encontrar las mejores soluciones que preserven la confiabilidad y precisión de nuestros sistemas.

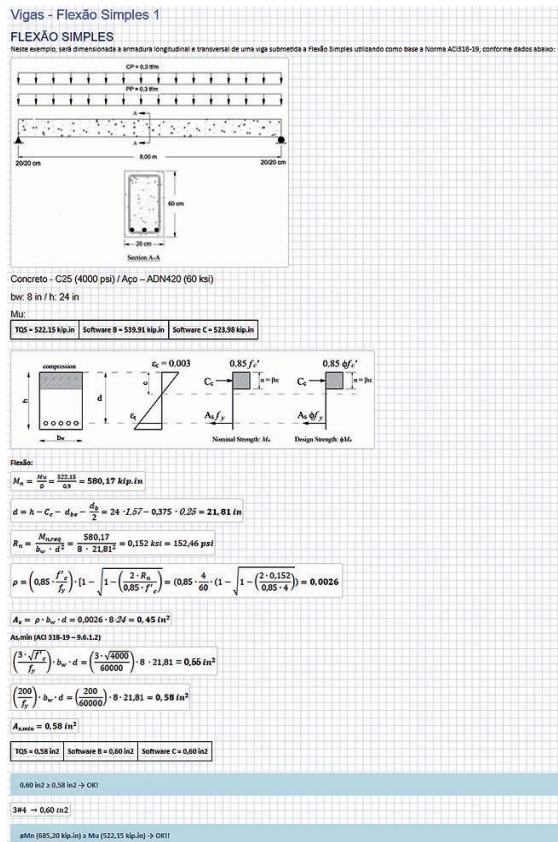
Además, la aplicación de herramientas de IA en nuestros procesos internos ya ha acelerado la entrega de nuevas funciones y ha permitido soluciones completas que antes eran improbables, y esto se refleja en un software aún mejor para nuestros usuarios.

Eng. Marcel Farinha Pessoa, Iretama, PR



Internacionalización

TQS continúa haciendo esfuerzos para aumentar la internacionalización de su marca y para ello está desarrollando ejemplos de validación *de software*, con comparaciones con otros sistemas y con publicaciones oficiales de las Normas CIRSOC-201:2005 y ACI 318-19, con el fin de demostrar la confiabilidad de los resultados. A continuación, un ejemplo de este trabajo que está en curso y estará disponible en TQSDocs.

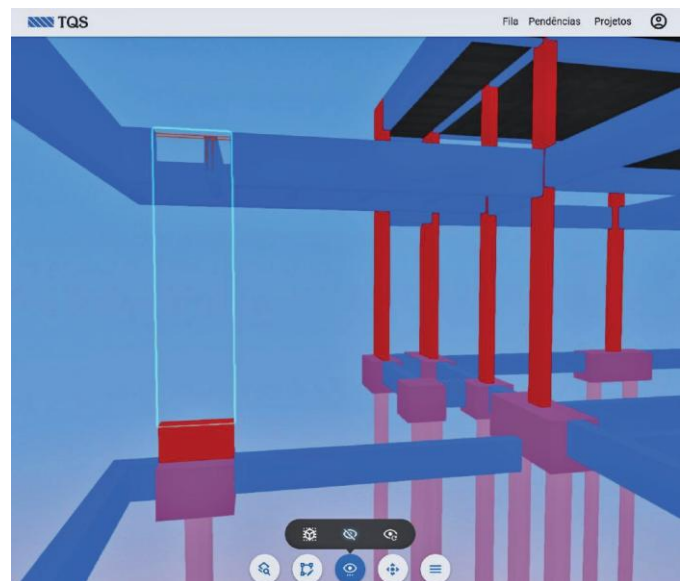


Análisis Modal no solver leve

El solver leve, utilizado principalmente por las versiones de estudiantes, prueba gratuita y EPP, recibió la capacidad de hacer el análisis modal de los modelos de pórtico o pavimento.

TQS Cloud Viewer

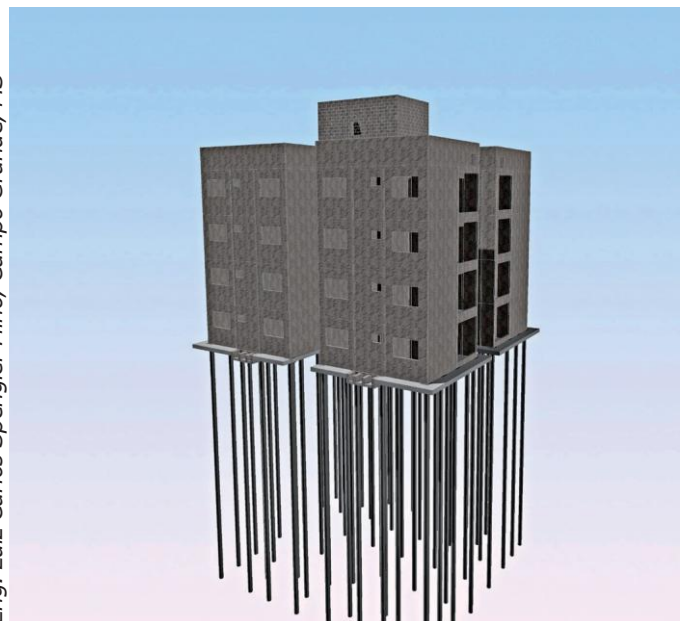
TQS Cloud Viewer es una herramienta que permite a los usuarios de TQS Systems ver el modelo 3D de sus edificios a través de la aplicación móvil (a través de la aplicación TQS disponible en App Store y Google Play) o un navegador (móvil o computadora). Los modelos se envían al repositorio (nube) en formato IFC, y también pueden incluir las armaduras ya detalladas. También se exportan las características de cada elemento.



Monteiro Linardi Engenheiros Associados, São Paulo, SP



Eng. Luiz Carlos Spengler Filho, Campo Grande, MS



Análisis incremental en columnas de edificios de hormigón armado¹

Por Carlos Estevão Lúcio de Paiva

Ingeniero Civil, Especialista en el diseño de estructuras de hormigón para edificios E-mail: carlosestevaopaiva@gmail.com

1. Introducción

Los proyectos arquitectónicos son cada vez más complejos y requieren soluciones audaces para hacer viables estas estructuras con el fin de satisfacer las demandas arquitectónicas, económicas y de seguridad.

El modelo estructural puede concebirse como la combinación de elementos estructurales básicos, formando sistemas estructurales que permiten una representación clara de todos los recorridos realizados por las acciones, hasta los soportes de las estructuras. Debe representar la geometría de los elementos, las cargas actuantes, las condiciones de contorno, las características y respuestas de los materiales, siempre de acuerdo con el objetivo específico del análisis.

El análisis estructural puede ser lineal o no lineal. En el análisis lineal, los efectos causados por la aplicación de carga, varían proporcionalmente a la carga. En cuanto al análisis no lineal, produce una respuesta que varía desproporcionadamente a la aplicación de carga. Kimura (2018) aclara que, en el hormigón armado, el comportamiento no lineal es causado por la variación de las características físicas o geométricas de la estructura a medida que se aplica la carga.

Considerando que el objetivo de los análisis estructurales es simular un edificio para que la respuesta sea lo más cercana posible a la realidad, para ello es necesario considerar los aspectos constructivos, a través del análisis incremental. Según Medeiros (2022), el análisis incremental permite investigar los resultados provisionales obtenidos en cada etapa de la construcción, con el fin de identificar casos de deformabilidad excesiva y acciones que superan los valores previstos.

Gran parte de las acciones de un proyecto llevan la estructura durante la fase de construcción y estas son las causas de las principales distorsiones entre los esfuerzos calculados x esfuerzos actuantes. Estas acciones actúan mientras la estructura aún no se ha finalizado y tiene un módulo de elasticidad diferente al final (TQS Docs, 2024). Así, lo ideal sería desarrollar un modelo que represente este desempeño secuencial de las cargas, de acuerdo con el cronograma de construcción.

El TQS considera el efecto constructivo a través del criterio de Mulaxi (multiplicador para aumentar la rigidez axial de las columnas), lo que provoca la disminución de los desplazamientos axiales, una vez

que el modelo lineal no representa lo que sucede en la realidad. Según Fortes (2019), durante la construcción, la curva de las columnas y los desplazamientos se corrigen parcialmente en el hormigonado del siguiente piso, por lo tanto, los desplazamientos finales de las columnas son inferiores a los obtenidos en el análisis convencional.

El análisis incremental se puede realizar a través de TQS, basado en el conocimiento de los siguientes datos:

1. Número de plantas construidas al mismo tiempo;
 - a) Número de días que representan una fase de construcción;
 - b) Historial de carga;
 - c) Curva de incremento de módulo de elasticidad.

Medeiros (2022) señala que una desventaja del análisis incremental es el alto costo computacional, en comparación con el análisis convencional, en el que el edificio se considera construido y cargado a la vez. Sin embargo, realizar un análisis incremental en TQS es relativamente simple y el tiempo de procesamiento dependerá de la magnitud del edificio. En edificios altos o complejos, llevar a cabo este análisis es aún más importante.

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es demostrar la importancia de adoptar el análisis incremental en la elaboración de proyectos estructurales, con el fin de proporcionar una mayor seguridad estructural en edificios de hormigón armado. Para ello, se modelará un edificio de hormigón armado de 15 plantas en TQS, que se estudiará en base a los resultados de los análisis convencionales e incrementales. Se compararán los esfuerzos y desplazamientos resultantes de los dos análisis y se discutirán los resultados.

2. Diagnóstico da situação-problema

Realizar análisis detallados para resolver estructuras es parte del ejercicio de la ingeniería estructural, intensificándose con las demandas arquitectónicas cada vez más desafiantes. Kimura (2018) describe el análisis estructural como la etapa en la que se calculan los desplazamientos y las tensiones utilizando un modelo que simulará la estructura real.

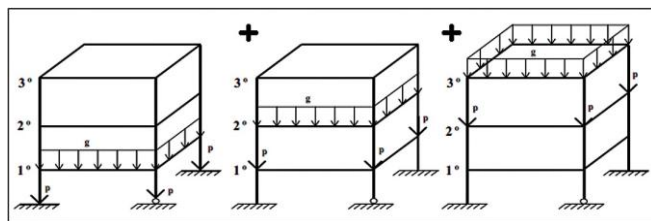
Para diseñar y analizar una estructura compleja, es importante utilizar *software*

1. Artículo final, presentado como requisito parcial para obtener el título de especialista en Diseño de Estructuras de Hormigón para Edificaciones, Escuela de Ingeniería, Universidad Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2024.

que permiten realizar estos análisis de forma "rápida", y esto es posible gracias al uso de software. Ibracon/Abece (2022) enumera algunos de los principales softwares nacionales que realizan análisis, medición de elementos y dibujos: TQS, Alto QI Eberick y Cypecad (de origen español).

Los análisis estructurales pueden ser lineales o no lineales. Según Ibracon/Abece (2022), en el análisis lineal, la respuesta de la estructura varía según la variación de la carga. Para el modelo de cálculo, se considera que la estructura se cargará de una vez, después de su construcción, lo que se puede ver en la figura 1.

Figura 1: Edificio de tres plantas considerando análisis lineal

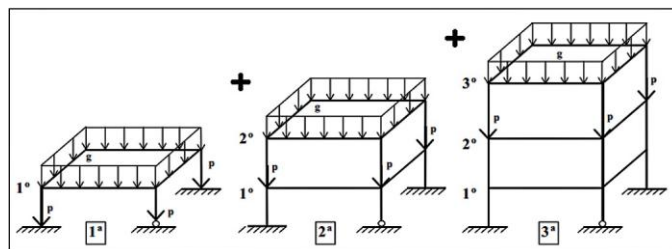


Fonte: Gorza (2000).

Kimura (2018) explica el análisis no lineal como una respuesta desproporcionada de la estructura a medida que se aplica una carga. La no linealidad es causada por la variación de características físicas o geométricas. La no linealidad geométrica está relacionada con los cambios que ocurren en la geometría de los elementos estructurales a medida que se aplica una carga, mientras que la no linealidad física está relacionada con el comportamiento de los materiales.

Según Ibracon/Abece (2022), el efecto constructivo suele descuidarse, ya que el análisis estructural suele realizarse considerando que la estructura se cargará solo cuando esté lista, lo que no es coherente con la realidad. Es importante considerar el efecto constructivo y la variación en las características del concreto a lo largo del tiempo. El número de análisis debe corresponder al número de pasos de construcción, conforme la Figura 2.

Figura 2: Edificio de tres plantas considerando el "Análisis Constructivo"



Fonte: Gorza (2000).

La elección del método queda a discreción del ingeniero. Según Ibracon/Abece (2022), aunque la construcción del modelo se realice de forma casi automática, el responsable del proyecto debe tener sólidos conocimientos teóricos para definir los parámetros.

En 1990, Moacir Kripka publicó un importante trabajo sobre análisis incremental, que sirve de referencia hasta el día de hoy. Kripka (1990) consideró el efecto incremental en los análisis de algunos edificios y encontró grandes diferencias en comparación con el análisis convencional, principalmente debido a que, en el análisis convencional, los desplazamientos de los pisos inferiores a los superiores se acumulan, y estos desplazamientos crecen en todo el edificio, aunque los pisos superiores no hayan sido construidos, por lo tanto, estos desplazamientos son inexistentes.

Según Prado (1999), cuando se introducen de forma incremental en las estructuras, las acciones de autopeso acompañan el desarrollo de la construcción y existen valores de solicitud de esfuerzos y desplazamientos diferentes a los obtenidos convencionalmente con el pavimento aislado. Esta conclusión está de acuerdo con Freitas (2004) quien encontró, en su trabajo, estas divergencias entre los análisis convencionales e incrementales, y encontró en sus estudios que, en los dos primeros pisos, se encontraron las mayores discrepancias entre las deformaciones.

Gran parte de las acciones de un proyecto carga la estructura durante la fase de construcción y estos son los causas de las principales distorsiones

Idealmente, los pilares deberían tener tensiones equivalentes, sin embargo, esto a veces no es factible debido a los requisitos arquitectónicos. Kripka (1990) comenta que, en edificios altos, el desplazamiento vertical entre columnas adyacentes cobra mayor importancia, ya que algunas de ellas están diseñadas principalmente en función de la carga lateral. Cuando esto ocurre, estos pilares tienen un estrés normal mucho menor que los demás. Entonces, la deformación diferencial axial entre pilares vecinos, al alcanzar valores significativos, genera una redistribución de las fuerzas normales, además de las fuerzas cortantes y de flexión en las vigas que unen estos pilares.

Según Kripka (1990), Rachinhas (2020) también verificó la redistribución de esfuerzos, con análisis incrementales, además de identificar elementos sobredimensionados y subdimensionados como resultado de estas redistribuciones. Para Medeiros (2022), es importante contemplar los aspectos del proceso constructivo en el análisis de edificios de hormigón de varias plantas que, bajo la acción de cargas verticales aplicadas a lo largo de su construcción, tienen sus pilares sometidos a tensiones normales diferentes entre sí.

Los resultados del análisis lineal varían a lo largo de la altura, mientras que en el análisis incremental, los desplazamientos más grandes ocurren en el medio. Kripka (1990) explica que en el procedimiento convencional de análisis, debido a que se acumula en los pisos superiores de la

edificación desplazamientos inexistentes, hace que el desplazamiento diferencial crezca a lo largo de la altura, alcanzando un valor máximo en la parte superior de la misma. En el análisis incremental, afirma que se verifican a media altura, o en el tramo sin variación en las características de sus elementos.

Según Fortes (2019), parte de los desplazamientos verticales causados por el acortamiento ocurren durante la construcción y se corrigen parcialmente a medida que avanza la obra. En el momento de su concreción, la planta primera coincide con el nivel absoluto, ya que el único desplazamiento que se produce es el de la cimbra. En la fecha de hormigonado de la planta superior, los tramos de los pilares ya se han acortado, provocando el desplazamiento de su parte superior, quedando un poco por debajo del nivel de diseño. A lo largo de la obra, se acortan los tramos de columna y se corrigen parcialmente los desplazamientos en el hormigón de la siguiente planta.

Según Ibracon/Abece (2022), el efecto constructivo suele descuidarse, ya que el análisis estructural suele hacerse considerando que la estructura se cargará solo cuando esté lista

Un problema derivado de los diferentes desplazamientos es la aparición de daños en elementos no estructurales. Fortes (2019) comenta que estos desplazamientos no se incluyeron en el análisis. Son los elementos no estructurales como marcos, tuberías y mampostería los que pueden no resistir las fuerzas derivadas de las deformaciones provocadas por el desplazamiento relativo entre plantas consecutivas o desplazamiento total de las plantas, y que solo el acortamiento que se produce tras la ejecución del elemento no estructural puede causar daños a estos elementos.

Fortes (2019) también comenta la importancia del asentamiento de cimentación, que puede ser importante en el análisis de múltiples pisos, más aún cuando se trata de asentamientos diferenciales entre pilares, pero que esta consideración no es habitual debido a las incertidumbres del comportamiento del suelo.

Para calcular el análisis incremental, Medieros (2022) enumera las siguientes hipótesis:

- a) La estructura del edificio se forma en etapas;
- b) Existe una cronología para la ejecución de la estructura, mampostería, pisos y revestimientos;
- c) Se conocen las características del módulo de elasticidad del hormigón en función del tiempo;
- d) El análisis de cada paso se realiza a través de un modelo estructural elástico lineal aislado.

En cuanto a la lista de cargas activas en la estructura, Kripka (1990) explica un breve resumen de este tema:

- a) Cargas permanentes: el peso propio de los elementos estructurales y no estructurales que actúan a lo largo de la existencia del edificio, en edificios altos puede corresponder a aproximadamente el 80% de la carga vertical;
- b) Cargas accidentales: cargas gravitacionales, resultantes de la acción humana y del peso de muebles y utensilios, que varían según el uso. Debido a que actúan durante la construcción, es difícil hacer estimaciones;
- c) Cargas de montaje: cargas debidas al tránsito de trabajadores, el almacenamiento de materiales de construcción, imperfecciones en piezas estructurales prefabricadas, entre otros moldadas, entre otros;
- d) Acción del viento: la fuerza del viento es una carga aplicada horizontalmente a la estructura, y se calcula a partir de una velocidad media medida en tres segundos, que puede superarse de media una vez cada 50 años;
- e) Acción de la temperatura: depende de las condiciones de contorno de los elementos. La variación de temperatura puede provocar la incurrencia de desplazamientos, influyendo en su longitud o curvatura;
- f) Fluencia y contracción: La contracción se caracteriza por la disminución de las dimensiones de los elementos estructurales debido a la lenta evaporación del agua no consumible por la reacción química del endurecimiento del hormigón. En cuanto a la fluencia, depende de la carga y se correlaciona con los siguientes factores: resistencia del hormigón, edad a la que se carga la estructura, dimensiones de los elementos y tasa de refuerzo.

Si no se tiene especial cuidado durante las fases de construcción, es probable que las cargas que deben soportar los pisos que sirven de soporte excedan las cargas de diseño.

Con respecto a la acción de apuntalamiento durante la construcción, Kripka (1990, p. 8-9) enfatiza que:

En los edificios de hormigón armado, se utilizan puntales para que los pisos recién hormigonados estén soportados por los pisos inferiores. Si no se tiene cuidado, es probable que las cargas que soportarán los pisos que sirven de soporte superen las cargas de diseño. Se vuelve más grave cuando la carga accidental es pequeña en relación con el peso propio.

Según Kimura (2018), se puede decir que el 100% de los proyectos tienen en cuenta aspectos relacionados con el comportamiento no lineal de la estructura, ya sea de forma simplificada o de forma más refinada. Dado que el comportamiento no lineal es característico de las estructuras de hormigón armado, está claro que existe la necesidad de considerar la no linealidad en el análisis de los edificios.

3. Metodologia

En este trabajo se estudió un edificio de hormigón armado con el fin de comparar los resultados de los análisis convencionales e incrementales. El tipo de investigación se realizará mediante modelado, a partir de una simulación de un edificio de 15 pisos sometido a cargas verticales (perm. y accidentales).

Para el estudio, se utilizará el software de *análisis y cálculo estructural TQS*. En el análisis convencional, TQS trata el efecto constructivo de forma aproximada, mientras que el análisis incremental se realiza a partir de un modelo refinado, que tiene en cuenta la acción de las cargas y su influencia, a medida que se construirá la estructura, es decir, el análisis incremental se realiza a partir de la generación de modelos que simulan la estructura en diferentes etapas, y dan lugar a una envolvente, contemplando los esfuerzos obtenidos por etapa.

TQS permite el análisis de la estructura mediante dos tipos de modelado, que se muestran en la figura 3.

Figura 3: Modelos estructurales do TQS



Fuente: Autor, a través del software TQS (2024).

- Modelo IV: A partir de la creación de un pórtico espacial y una cuadrícula, en la que los elementos se disponen de forma tridimensional, en la que se calcularán los efectos de las acciones con el pórtico espacial y las cuadrículas analizadas por separado.
- Modelo VI: Permite modelar un marco espacial integrado, basado en elementos que simulan pilares, vigas y losas. En este, las losas comienzan a colaborar con la estructura, resistiendo acciones horizontales. Este modelo permite realizar análisis más complejos.

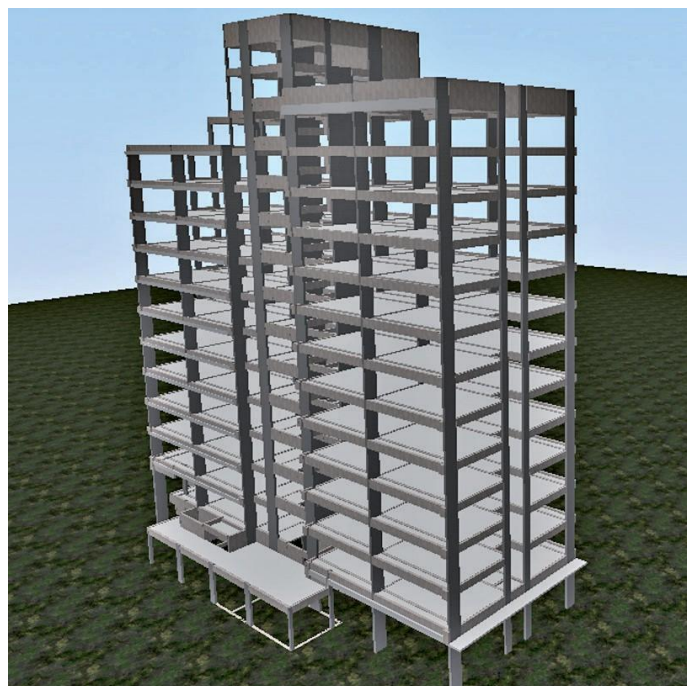
En ambos modelos, el TQS considera el efecto constructivo de forma aproximada.

En el análisis lineal, mediante el criterio de Mulaxi, que mide el área axial de las columnas, haciendo que se reduzca su deformación axial en el análisis estructural, por lo tanto, se reducen los desplazamientos axiales diferenciales entre columnas (TQS docs, 2024). Si el valor de Mulaxi = 1, el efecto constructivo no se tendría en cuenta. Vale la pena señalar que esta consideración es válida solo para acciones verticales.

Con el análisis incremental, el valor del criterio de Mulaxi se ignora en el análisis estructural. Por lo tanto, en este análisis, los pilares tendrán un área axial bruta. Este desprecio se hace para los casos de carga y para las combinaciones de los modelos analizados con un efecto incremental (TQS docs, 2024)

El edificio utilizado en este estudio es un desarrollo residencial, ubicado en la ciudad de São Paulo, tiene 43,16 metros de altura con una torre dividida en los siguientes pisos: cimentación, 1er piso, 2do piso, tipo, piso 12, barril, depósito y techo. El sistema estructural de la empresa se define como una estructura de hormigón convencional. El edificio presentado es de Pedreira Topázio, ubicado en la ciudad de São Paulo. En la figura 4 se puede ver una imagen 3D del modelo de construcción.

Figura 4: Modelo estrutural em 3D (Pedreira Topázio) del edificio analizado



Fuente: Autor, por meio do software TQS (2024).

En primer lugar, se realizó el diseño de la estructura y una primera evaluación con el modelo IV. Tras la conclusión de la primera etapa de análisis, con la estructura validada, se marcó la opción del modelo VI, seguido de "editar edificio" y se activó el efecto incremental, en la pestaña "general". Después de hacer clic en la opción "Analizar la estructura considerando el efecto incremental".

La acción del viento no se consideró en este trabajo debido a lo explicado por Kripka (1990) que, aunque el viento actúa sobre la estructura desde el inicio de la construcción, la probabilidad de que su efecto sea muy significativo durante las etapas de construcción se reduce considerablemente.

En cuanto a las hipótesis de cálculo, se utilizaron como referencia los valores utilizados por Marques (2017), ya que la construcción de un piso en siete días es acorde con lo que sucede en la ejecución de las obras. El uso de los valores aplicados en las respectivas fases puede verse como una consideración a favor de la seguridad, ya que la estructura puede cargarse al 100% después de la entrega, excepto si existe el rendimiento de la carga, como equipos o materiales

depositado durante su construcción. En la Tabla 1 se muestran los valores considerados en este análisis.

Tabela 1: Modelos utilizados para el análisis

Historial de carga en el efecto de construcción		
Nº de plantas construidas al mismo tiempo		1
Número de días que representan una fase de construcción		7
Estuches de carga	Porción (%)	Fase
Pisos	100	Final
Peso propio	100	0
	0	Final
Cargas permanentes	0	0
	30	1
	70	2
	0	Final
Cargas accidentales	0	0
	30	1
	70	2
	0	Final

Fuente: adaptado de Marques (2017).

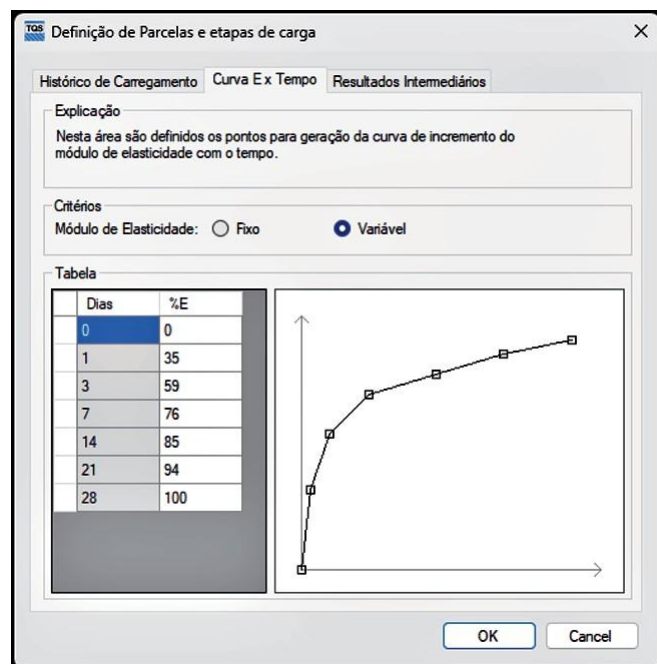
La tabla de historial de carga se completó de acuerdo con los valores utilizados por Marques (2017). Se definió que el peso propio actúa en el instante inicial, el 30% de las cargas permanentes y accidentales actúan en la primera fase, y el 70% restante actúa en la segunda fase, como se puede observar en la Figura 5.

Figura 5: Historial de carga

Fuente: Elaboración propia, a través del software TQS (2024).

Otro dato a completar es la curva "E x tiempo", que representa la función del módulo de elasticidad. Los datos se obtuvieron del estudio realizado por Marques (2017), como se muestra en la figura 6.

Figura 6: Curva "E x tiempo"



Fuente: Elaboración propia, a través del software TQS, adaptado de Marques (2017).

Después de completar los datos requeridos, se procesó el edificio y de este procesamiento se obtuvieron las fuerzas de las columnas en la base, que se muestran en la tercera columna de la tabla 2. La segunda columna presenta las fuerzas obtenidas del modelo lineal, considerando $Mulaxi = 3$, el valor *predeterminado* de TQS. En la tercera columna, se presenta la diferencia porcentual entre los esfuerzos de los análisis. Cabe mencionar que el valor del $Mulaxi$ puede variar, a criterio del autor del proyecto estructural.

*Tabela 2: Comparación de fuerzas en las columnas entre el modelo elástico y el modelo incremental.
Tensión normal característica en la base (tf)*

Pilar	Modelo elástico	Modelo incremental	Diferença (%)
P1	184,61	176,32	-4,5
P2	150,55	140,94	-6,4
P3	130,43	120,74	-7,4
P4	176,99	169,06	-4,5
P5	382,49	360,10	-5,9
P6	332,02	319,70	-3,7
P7	300,09	287,49	-4,2
P8	332,87	315,35	-5,3
P9	229,57	208,28	-9,3
P10	200,93	189,06	-5,9
P11	370,99	347,87	-6,2
P12	374,24	346,10	-7,5
P13	139,51	147,54	5,8
P14	299,07	289,53	-3,2
P15	7,33	7,99	9,0
P16	12,07	13,10	8,5
P17	2,63	2,68	1,8
P18	9,35	9,13	-2,4
P19	5,52	5,30	-4,1
P20	9,01	8,82	-2,1
P21	43,09	42,41	-1,6
P22	16,21	16,05	-1,0
P24	283,14	263,27	-7,0
P25	387,30	367,15	-5,2
P26	362,87	347,91	-4,1
P27	366,96	344,40	-6,1
P28	344,56	317,73	-7,8
P29	315,45	300,98	-4,6
P30	303,59	289,88	-4,5
P31	340,21	320,74	-5,7
P32	184,46	176,02	-4,6
P33	144,57	136,54	-5,6
P34	142,55	133,21	-6,5
P35	185,66	178,33	-3,9
P37	20,89	24,80	18,7

Fonte: Autor, por meio do software TQS (2024).

4. Análisis de la situación-problema y solución propuesta

Este estudio compara los resultados del análisis convencional e incremental en un edificio de hormigón armado de 15 plantas y cimentación. Para el análisis de los resultados, se evaluaron las fuerzas normales en las bases de los pilares del edificio en cuestión. Los resultados se discutirán en base a la literatura técnica, destacando la importancia del análisis del hormigón en edificios de hormigón armado de varios pisos.

Al observar la variación de las fuerzas hacia arriba o hacia abajo, se puede inferir que hubo una redistribución de las fuerzas de las columnas, según Kripka (1990). Esto se debe principalmente a diferentes desplazamientos. Esta redistribución influye directamente en las fuerzas en los elementos adyacentes.

La medición de las discrepancias entre los análisis debe resaltar la necesidad de un análisis incremental para dimensionar correctamente los elementos, no solo por los posibles ahorros, ya que hubo una reducción de esfuerzos en la mayoría de los pilares analizados. Pero, principalmente por seguridad, ya que algunos pilares pueden recibir más carga de la estimada con el análisis convencional.

Se puede decir que el análisis incremental demostró cálculos más precisos

Se puede decir que el análisis incremental demostró cálculos más precisos, debido a la consideración de la no linealidad y el efecto constructivo. Mediante una síntesis en el software TQS, el análisis se realizó de una manera relativamente sencilla y efectiva, lo que demuestra el avance metodológico y que ya no hay ninguna razón por la que este análisis no deba realizarse en proyectos de estructuras de hormigón armado.

En esta sección, los resultados de los dos análisis se discutirán en función de los resultados de la tabla 2. En la primera columna, los esfuerzos se refieren al análisis lineal, en la segunda, los esfuerzos obtenidos a través del análisis incremental, y en la tercera columna, están las diferencias porcentuales.

El análisis incremental mostró reducciones promedio de 5.1% en los esfuerzos en relación al modelo elástico. Esta reducción es significativa porque indica una mejora en la precisión de los cálculos. Los pilares se dividieron en tres grupos: pilares de torre, pilares hasta el segundo piso y pilares hasta el tercer piso. A partir de esto, se puede ver que:

- estribos de torre (P1-P14, P24-P35): 5,5% de reducción media de fuerzas.
- pilares hasta el segundo piso (P15-P16): reducciones medias de 8,5%.
- columnas al primer piso (P17-P22, P37): reducciones promedio de 3,4%.

Los análisis muestran diferencias significativas, como lo demuestra la tercera columna de la tabla 2, que presenta las diferencias porcentuales. Se observa que existe una gran variación entre las fuerzas de las columnas, que está relacionada con la longitud total de las columnas. Los pilares que presentan los mayores esfuerzos son los pilares que nacen en los cimientos y continúan hasta el techo. En cuanto a los pilares que tienen menos esfuerzo en la base, estos mueren hasta el segundo piso.

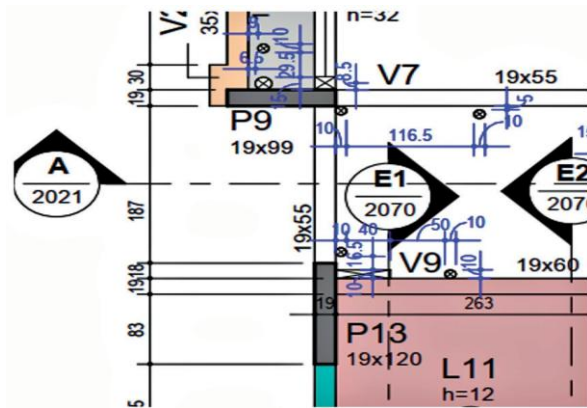
Se sabe que TQS considera el efecto incremental por medio del Mulaxi, un mayorador para las secciones axiales de las columnas. Aun así, hay diferencias de casi el 10% en los pilares de la torre. Cabe mencionar que el edificio del estudio se clasificaría como un edificio de tamaño mediano. Por lo tanto, esta variación puede ser mucho más representativa en edificios más altos, debido al comportamiento no lineal.

Se puede observar que las diferencias más frecuentes se encuentran entre el -4% y el -6%. Con una variación mínima de -1,8% (P17) y máxima de 18,7% (P37), ambos son pilares que mueren en el primer piso. En cuanto a los pilares de la torre, la variación máxima fue del -9,3% y la mínima fue de -3,7%. P15 y P16 mueren en el segundo piso y mostraron una reducción de alrededor del 8,5%. En resumen:

- Columnas de torre: el análisis incremental redujo los esfuerzos en el 96% de las columnas;
- pilares hasta el segundo piso: reducciones significativas en P15 (9%) y P16 (8,5%);
- pilares hasta el primer piso: reducciones moderadas, excepto P37 (aumento de 18,7%).

A partir de ahora, abordaremos el caso de P9, que fue el pilar de la torre que mostró la mayor variación. Es importante observar la posición del pilar P9 en la estructura, para comprender la razón de esta diferencia. Con base en la literatura, se sabe que los desplazamientos. Por lo tanto, se puede ver, en la figura 7, que junto al pilar P9, está el pilar P13.

Figura 7: Posición de los pilares P9 y P13 en el pavimento estándar



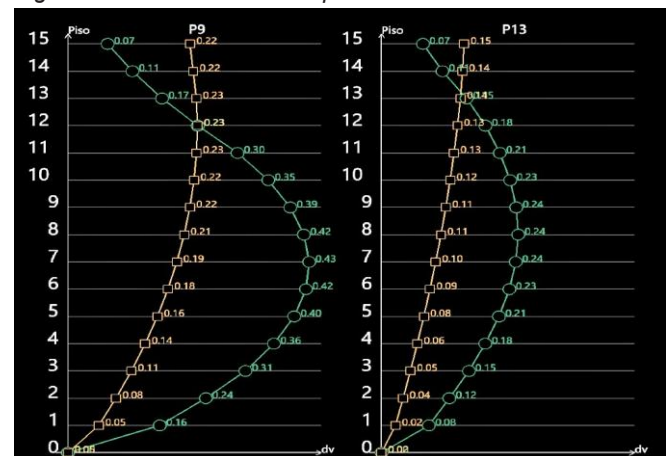
Fonte: Autor (2024).

El pilar P13 presenta un aumento de carga en el análisis incremental. Esto puede explicarse por el hecho de que el

P13 estar menos estresado que P9. Tiene una carga de 229,57 tf y tiene un área axial de 19x99, mientras que el pilar P13 tiene un área de 19x120 y una fuerza base de 139,51 tf, casi la mitad de la fuerza de P9 y una sección axial aproximadamente un 20% mayor. Idealmente, los pilares habrían tenido tensiones equivalentes, sin embargo, esto no fue factible debido a los requisitos arquitectónicos.

En este estudio se encontraron los resultados descritos por Kripka, como se puede ver en la curva naranja (análisis lineal), en la figura 8. Los desplazamientos aumentan proporcionalmente a la altura de la mecha, mientras que en el análisis no lineal, los desplazamientos más grandes ocurren en el centro de la columna, como se muestra en la curva verde de la figura 8.

Figura 8: Deslocamentos dos pilares P9 e P13



Fonte: Autor, por meio do software TQS (2024).

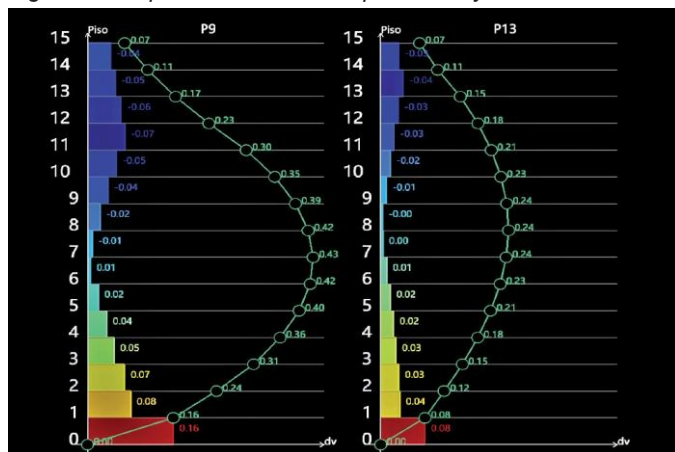
La columna P9 tiene un desplazamiento en el primer piso, casi tres veces mayor que el desplazamiento calculado por el análisis lineal, mientras que en P13 el desplazamiento es cuatro veces mayor, siguiendo esta discrepancia aproximada hasta el cuarto piso. Del quinto al noveno piso, esta diferencia disminuye y se acerca a las dos veces. A partir del noveno piso, la curva de análisis incremental disminuye, mientras que la curva de análisis lineal aumenta, hasta un punto de intersección en el piso 12 (P9) y el piso 13 (P13). A partir de entonces, los desplazamientos del análisis incremental tienden a disminuir, llegando a menos de la mitad, comparándolos con los desplazamientos del análisis lineal.

Tenga en cuenta que las curvas tienen diferentes formas. Los desplazamientos obtenidos en el análisis incremental tienden a ser mucho menores en comparación con los desplazamientos de los primeros pisos. Esto se debe al cambio de sección a partir del piso 12.

Kripka (1990) afirma que cuando se producen desplazamientos diferenciales verticales entre nodos adyacentes en el mismo piso, estos desplazamientos informan que existen grandes diferencias entre los esfuerzos proporcionados por los dos procedimientos estudiados. En la figura 9, podemos ver un gráfico de barras coloreado que

muestra los valores de desplazamientos relativos de los pilares P9 y P13 por piso y en la curva verde los valores de desplazamientos acumulados.

Figura 9: Desplazamientos de los pilares P9 y P13



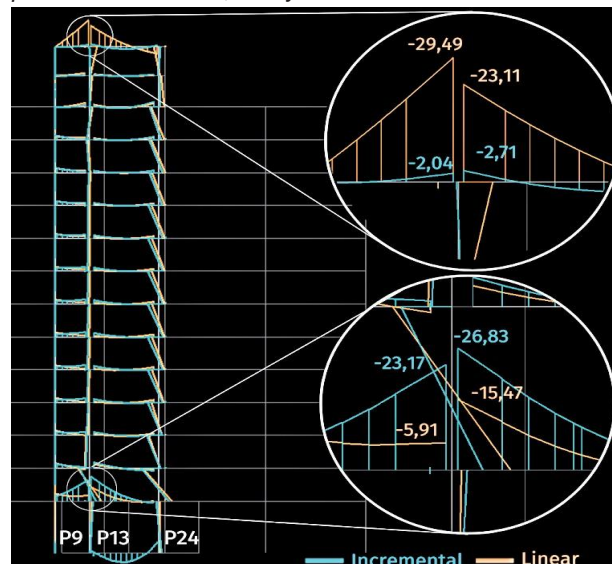
Fuente: Elaboración propia, a través del software TQS (2024).

Se verifica que, en el primer piso, el desplazamiento relativo de P9 es el doble que el de P13. Esta diferencia se acentúa desde el segundo hasta el cuarto piso, suavizándose a partir del quinto. En el séptimo piso, los desplazamientos alcanzan 0,01 para los dos pilares, presentando valores negativos desde el octavo piso del pilar P9 y el noveno del pilar P13, y P9 presenta valores negativos más altos, llegando a más del doble en el 12º, disminuyendo a partir de entonces, presentando valores más cercanos en los pisos 14º y 15º.

Los desplazamientos axiales entre pilares provocan la redistribución de fuerzas entre elementos estructurales, además de patologías en elementos no estructurales, como mampostería, pórticos y tuberías.

La redistribución de los esfuerzos en los pilares provoca cambios en los momentos flectores de las vigas adyacentes, especialmente en las vigas que conectan dos pilares sometidos a una gran diferencia de esfuerzos, como se puede observar en la figura 10.

Figura 10: Momentos de flexión (tf.m) en el marco compuesto por las columnas P9, P13 y P24



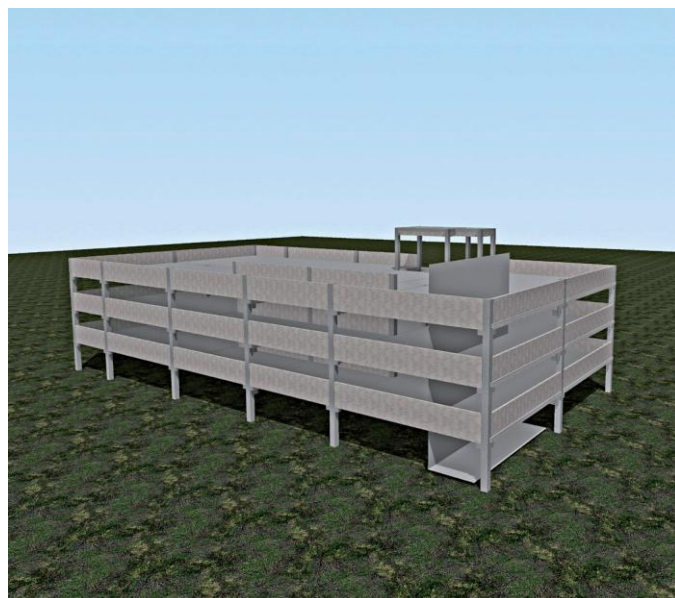
Fonte: Autor, por meio do software TQS (2024).

La respuesta del análisis incremental muestra grandes discrepancias entre los valores de momentos negativos en P13, lo que no ocurre en la realidad. Cabe señalar que las mayores discrepancias se producen en el primer y último piso. En la primera etapa, la diferencia entre los momentos más altos de negación, a la derecha de P13, es de hasta el 70% en el análisis incremental. Mientras que en la cobertura, la diferencia entre valores es aún mayor, los valores de momentos negativos encontrados en el análisis incremental representan aproximadamente el 10% del valor de los momentos encontrados en el análisis lineal.

Los resultados de este estudio demuestran la importancia de considerar la no linealidad de los materiales y el efecto constructivo en el diseño de estructuras de hormigón armado.

En la planta superior, el alto momento negativo del análisis lineal se debe a la gran rigidez de las vigas de la plataforma, que tienen 172 cm de altura. En el primer piso, las columnas en cuestión están sometidas a las fuerzas de un área de influencia mayor que en los pisos superiores y tienen una altura techo de 4,44 m, siendo el único tramo con una altura superior a 2,8 m.

Aunque el análisis lineal considera el efecto constructivo a través de Mulaxi, las discrepancias son relevantes y



el resultado son elementos con un tamaño diferente al de su comportamiento real.

En esta obra, se estudió un edificio de tamaño mediano y complejidad moderada, en comparación con las estructuras grandiosas y atrevidas que impregnan los paisajes de ciudades como São Paulo y Balneário Camboriú, muchas del orden de 150 a 200 m, con la Torre Única alcanzando los 290 m de altura.

Algunas limitações:

- a) La torre tiene 34 pilares en total, con solo 25 que van desde los cimientos hasta el techo, un ejemplo limitado;
- b) No se consideraron la fluencia ni la retracción;
- c) No se evaluó el rendimiento de las cargas dinámicas;
- d) No se consideró la acción del viento.

5. Consideraciones finales

Este trabajo tuvo como objetivo mostrar la importancia del análisis incremental en el diseño de edificios de hormigón armado, especialmente en columnas. Luego, se realizó el modelado de un edificio de hormigón armado de 15 pisos utilizando el software TQS, simulando la consideración del efecto constructivo, con el fin de discutir los resultados de los análisis lineales e incrementales.

En el análisis lineal, el TQS considera el efecto constructivo, aumentando las secciones axiales de las columnas, sin embargo, se entiende que esto no conduce a una respuesta similar al comportamiento real de la estructura. Para contemplar el efecto constructivo en el análisis incremental, utilizamos el Se aplicaron parámetros variables como el módulo de elasticidad, la función y la carga vertical por etapas. En el caso del presente estudio, cada etapa se construiría en siete días, por lo que cada fase representaría una etapa constructiva.

Una de las principales razones para utilizar el análisis incremental es que refleja mejor el comportamiento real de la estructura, proporcionando resultados más precisos, optimización de materiales y mayor seguridad estructural. Cuanto más grande y compleja sea la estructura, mayor será la necesidad.

Se encontró que hubo una reducción en los esfuerzos en el 96% de los pilares, y que los pilares más cortos también mostraron diferencias significativas en los análisis. Una reducción del margen inferior al 10% puede no parecer tan significativa, pero para el diseño de elementos de cimentación puede significar una parada menos, lo que se traduce en un ahorro de recursos.

Se encontraron valores de desplazamiento axial muy discrepantes en los mismos pisos, y la redistribución de fuerzas en el marco espacial influyó en las fuerzas de las vigas que conectaban las columnas, por lo tanto, en el diseño

de estos elementos. Los resultados de este estudio muestran la importancia de considerar la no linealidad de los materiales y el efecto constructivo en el diseño de estructuras de hormigón armado. El largo tiempo de procesamiento ya no debería ser una excusa.

Este estudio confirmó la importancia del análisis incremental en el diseño de edificios de hormigón armado. La consideración del efecto constructivo proporcionó una reducción de los esfuerzos en los pilares y la optimización de los materiales, lo que demuestra la necesidad de este enfoque para garantizar resultados precisos y seguros en proyectos complejos.

La consideración del efecto constructivo proporcionó una reducción de los esfuerzos en los pilares y la optimización de los materiales, lo que demuestra la necesidad de este enfoque para garantizar resultados precisos y seguros en proyectos complejos.

La necesidad de considerar el efecto constructivo en el diseño de estructuras es un hecho que se ha verificado durante muchos años. Sin embargo, aunque tenemos referencias brasileñas sobre el tema que datan de hace más de 30 años, este análisis aún no está muy extendido. El análisis incremental es un tema muy importante y merece ser explorado mucho más. Para ello, os dejo algunas sugerencias para futuros trabajos:

- a) Simulación con efecto de apuntalamiento;
- b) Estudios de caso con diferentes tipos de columnas;
- c) Análisis incremental que contempla los efectos de la fluencia y la contracción;
- d) Análisis de un edificio de más de 30 plantas;
- e) Investigación de la variación de la respuesta estructural con la variación del porcentaje de carga aplicada por fase.

Referências bibliográficas

ABNT. **NBR 6118**: Proj. de Estrut. de Concreto. 4 ed. RJ: Abnt, 2023. 242 p.

FREITAS, Alexandre Alves de. **Situações críticas no projeto de edifícios de concreto armado submetidos a ações de construção**. 2004. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Eng. de Estruturas, EESC, Univers. de SP, São Carlos, 2004. Disponible en: https://producaocientifica.eesc.usp.br/producao/2004ME_AlexandreAlvesFreitas.pdf. Acesso em: 07 nov. 2024.

FORTES, Gustavo Licht. **Encurt. de pilares de CA e a influência do processo construtivo**. 2019. 205 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Eng. de Estruturas e Geotecnia, Escola Politécnica da Universidade de SP,

São Paulo, 2019. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3144/tde-12092019-132403/pt-br.php?trk=public_post_comment-text. Acesso em: 25 nov. 2024.

IBRACON/ABECE (São Paulo) (ed.). **Estruturas de concreto armado**. São Paulo, 2022. v. 1.

GORZA, Leonardo Santos. **Análise incremental construtiva de edifícios metálicos de andares múltiplos usando o método dos elementos finitos**. 2000. 328 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2000. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/373788023/Analise-Incremental-Construtiva-de-Edificios-Metalicos-de-Andares-Multiplos-Usando-o-Metodo-Dos-Elementos-Finitos>. Acessado em: 05 dez. 2024.

KRIPKA, Moacir. **Análise incremental construtiva de edificações**. 1990. 129 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1990. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/3962/1/172202.pdf>. Acessado em: 10 nov. 2024.

KIMURA, Alio. **Informática aplicada a estruturas de concreto armado**. 2ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2018. 428 p.

MARQUES, Olivia Catelan. **Avaliação dos efeitos construtivos e interação solo-estrutura na estabilidade global de edifícios**. 2018. 157 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Área de Concentração Estruturas, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufes.br/server/api/core/bitstreams/f4beae8d-f90a-48d9-bd81-732aff2069a5/content>. Acessado em: 16 nov. 2024.

PRADO, José Fernão Miranda de Almeida. **Estruturas de edifícios em concreto armado submetidas a ações de construção**. 1999. 184 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Estruturas, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999. Disponível em: https://producaocientifica.eesc.usp.br/producao/1999DO_Jose-FernaoMirandadeAlmeidaPrado.pdf. Acessado em: 05 nov. 2024.

RACHINHAS, Bárbara Chagas. **Simulação computacional do processo construtivo da estrutura de edifícios em concreto armado**. 2020. 226 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/212515>. Acessado em: 17 nov. 2024.

MEDEIROS, Sérgio Ricardo Medeiros (ed.). **Influência do efeito construtivo em estruturas de concreto armado**. **TQS News**, São Paulo, v. 50, n. 50, p. 38-43, mar. 2022.

TQS Docs (São Paulo) (ed.). **Efeito Incremental**. 2024. Disponível em: <https://docs.tqs.com.br/Docs/Details?id=3154&search=EFEITO%20INCREMENTAL&language=pt-BR>. Acessado em: 01 nov. 2024.



Eng. Alexandre Zagui II de Sousa, Balneário Camboriú, SC

¿Hacia dónde va la educación en ingeniería en Brasil?

Por Enson Portela

Engenheiro, PhD em Engenharia Estrutural

E-mail: ensonportela@gmail.com

1. Introdução

La ingeniería es, históricamente, una de las bases fundamentales del progreso técnico, económico y social de cualquier civilización. En cada fase del desarrollo humano, la figura del ingeniero estuvo presente como protagonista de la transformación material y organizacional del mundo.

En el contexto moderno, el ingeniero se ha vuelto indispensable para el funcionamiento de prácticamente todos los sectores productivos: desde la construcción civil, pasando por la industria, el transporte, las telecomunicaciones, la energía, la logística, la agroindustria, hasta las tecnologías emergentes como la inteligencia artificial y las energías renovables. La sociedad contemporánea depende, en gran medida, de la competencia técnica de estos profesionales.

Ninguna nación que aspire a la independencia tecnológica y la soberanía económica prescinde de un sistema robusto para la formación de ingenieros. Países como Alemania, Corea del Sur, Japón, Estados Unidos y China han entendido en las últimas décadas que la inversión sistemática en educación en ingeniería es la base del crecimiento.

Estos países han desarrollado políticas públicas consistentes para garantizar no solo la cantidad sino también la calidad de la formación de ingenieros. A través de la articulación entre el Estado, las universidades y el sector productivo, estructuraron ambientes donde se valoran y aplican los conocimientos técnicos.

Brasil, a su vez, ha experimentado un proceso de expansión significativa de la educación superior, especialmente en las últimas dos décadas (2005 a 2025). Dentro de este movimiento, los cursos de ingeniería se destacaron en cuanto a la cantidad de matrículas e instituciones autorizadas para ofrecerlos. Sin embargo, esta expansión cuantitativa no fue acompañada en la misma proporción por mecanismos de control de calidad y políticas de formación profesional.

La consecuencia es un escenario ambiguo: mientras formamos a unos 100 mil ingenieros al año (datos de 2023), persisten preocupantes indicadores de deserción, baja calidad de la formación, desajuste con las demandas del mercado laboral e infrautilización de la mano de obra técnica.

Este artículo tiene como objetivo ofrecer un análisis crítico de la educación en ingeniería en Brasil, con énfasis en los cursos de pregrado. La propuesta no es agotar el tema -cuya complejidad requiere un enfoque multidisciplinario- sino contribuir a lo

debate público basado en datos concretos, evidencia estadística y reflexiones estructuradas sobre los principales cuellos de botella de la educación en ingeniería en el país. Para ello, se analizarán aspectos como la evolución de la oferta de cursos, la distribución regional, la modalidad de enseñanza (presencial x educación a distancia – DE), las tasas de abandono y finalización, además de las características institucionales que afectan directamente la calidad de la formación.

Es importante dejar claro, desde el principio, que cualquier intento de diagnosticar con precisión el estado actual de la enseñanza de la ingeniería en Brasil enfrenta dificultades inherentes a la complejidad del tema. Diversas variables externas e internas interactúan, simultáneamente y no siempre linealmente, en el sistema educativo. Entre estas variables, se destacan factores macroeconómicos como el nivel de actividad de la construcción civil, las tasas de interés, el costo de la financiación estudiantil y el riesgo de Brasil, todos los cuales influyen directamente en el atractivo del curso de ingeniería.

En cada fase del desarrollo humano, la figura del ingeniero estuvo presente como protagonista

Además, también juegan un papel fundamental aspectos estructurales internos al sistema educativo: la calidad del personal docente, la infraestructura de los cursos, los planes de estudio adoptados, la articulación con el sector productivo, los programas de pasantías e iniciación científica, así como las políticas institucionales de permanencia y apoyo al estudiante. En muchos casos, el fracaso en la trayectoria académica no solo es el resultado de la dificultad de la formación en ingeniería, sino también de la ausencia de apoyo técnico, financiero y psicológico para los estudiantes.

En este escenario multifactorial, se hace aún más necesario adoptar un enfoque crítico y basado en datos para evaluar la situación real de la educación en ingeniería en Brasil. Este es precisamente el propósito del presente trabajo: ofrecer un retrato analítico de la educación en ingeniería, basado en los datos más recientes disponibles hasta 2023, señalando tendencias, cuellos de botella y posibles caminos para la reestructuración del modelo formativo nacional. Se cree que solo a través de un debate calificado, basado en evidencia y centrado en soluciones será posible volver a poner la ingeniería en el centro de la estrategia de desarrollo del país.

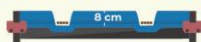
II IMPACTO

PAVPLUS®

PATENTE: BR 102017017699-1 DEFERIDA: 11/06/2024

SISTEMA ESTRUTURAL QUE
MAIS CRESCE NO BRASIL+ de
700 obras
pelo Brasil

+ PRODUTIVIDADE
+ ECONOMIA
+ INOVAÇÃO

Acesse nosso
material digitalPLASTERIT
CANALETA

PATENTE - BR 10 2021 020658 6

10 METROS DE VÃO | LAJE 20cm (h10+10) + CANALETA

SISTEMA
VENCEDORSOMOS
ASSOCIADOS

2. Oferta y demanda de vacantes

2.1 Evolución del número de carreras de ingeniería en Brasil

La trayectoria de expansión de la oferta de cursos de ingeniería en Brasil refleja, en gran medida, el movimiento más amplio de masificación de la educación superior que comenzó en la década de 2000. A partir de programas de financiamiento estudiantil (como Fies) y programas de acceso (como Prouni), hubo un estímulo directo a la creación de nuevos cursos, principalmente por parte de instituciones privadas.

En 2010, el país tenía alrededor de 3.200 cursos de ingeniería. Este número saltó a 4.500 en 2015, alcanzando aproximadamente 5.800 cursos activos en 2020, un nivel que se mantuvo hasta 2023.

Este aumento significativo tiene un impacto directo en el número de vacantes ofrecidas en cursos de ingeniería en Brasil, como se puede ver en el gráfico 1. Cabe destacar que en 2023 se ofrecieron 111.605 vacantes en cursos públicos y casi 695 mil en instituciones privadas. La Ingeniería Civil destaca en este escenario como la modalidad más ofrecida, con cerca de 900 cursos distribuidos a nivel nacional.

Este crecimiento numérico, aunque expresivo, plantea serias preocupaciones sobre la calidad de la formación ofrecida. La rápida proliferación de cursos, a menudo sin una evaluación técnica adecuada y sin una infraestructura adecuada, comprometió la coherencia de la formación en varias regiones. La fragmentación de la oferta, con muchos cursos repartidos en ciudades pequeñas e instituciones de nueva creación, dificulta la creación de centros de excelencia y el fortalecimiento de la investigación aplicada.

Gráfico 1: Oferta anual de vagas em cursos de engenharia no Brasil



Fuente: Inep.

Otro punto importante sobre el gráfico 1 es que el año 2018 marca el punto más alto de la curva para las instituciones privadas (815.918 vacantes), coincidiendo con la intensificación de los cursos de ingeniería a distancia. Este marco temporal refuerza la tesis de que la educación a distancia fue el principal vector del crecimiento reciente de la oferta, aunque es controvertido en términos de efectividad para áreas técnicas y experimentales como la ingeniería.

2.2. Comparativo do número de matrículas: EaD x presencial

En los últimos años, la educación a distancia (ED) ha ido ganando terreno rápidamente en el escenario brasileño de la educación superior. En el caso de la ingeniería, un área tradicionalmente asociada a la práctica de laboratorio y la formación técnica presencial, el avance de la educación a distancia despierta reacciones polémicas. En 2010, prácticamente no hubo inscripciones de ED en cursos de ingeniería reconocidos por el MEC, como se muestra en el gráfico 2. Sin embargo, este número ha crecido significativamente, alcanzando casi 150 mil inscripciones en 2020 y superando las 250 mil inscripciones en 2023.

Gráfico 2: Inscrição em educação a distância em cursos de engenharia em Brasil



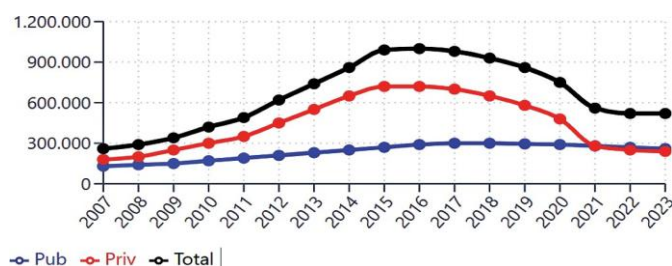
Fuente: Inep.

Mientras tanto, como se puede ver en el gráfico 3, el número total de matrículas presenciales alcanzó su **punto máximo en 2015**, con más de 1 millón de estudiantes. Desde entonces, ha habido una **caída continua y significativa**, con un total que cayó a poco más de 500 mil en 2023, una retracción de más del **50% en ocho años**.

Las **instituciones públicas** mostraron un crecimiento continuo y moderado hasta 2019, cuando alcanzaron alrededor de 300 mil matrículas. Desde entonces, los números han fluctuado ligeramente, pero se mantienen en **niveles mucho más estables** que los de la red privada. Esto sugiere una mayor resiliencia o una menor sensibilidad a los factores coyunturales.

A partir de 2022, por primera vez en muchos años, el número de estudiantes matriculados en instituciones públicas y privadas **es significativamente más cercano**. En 2023 **se consolida esta convergencia**, lo que indica un **cambio en el perfil de la enseñanza presencial de la ingeniería**, posiblemente debido a la migración a la educación a distancia o la evasión estructural del área.

Gráfico 3: Matrículas em cursos presenciais de engenharia no Brasil



Fuente: Inep.

Este fenómeno refleja dos fuerzas: por un lado, la presión por la escalabilidad y la reducción de costos por parte de las instituciones privadas; por otro lado, la flexibilidad regulatoria que permitió la expansión de los cursos sin una infraestructura física robusta.

La ingeniería, a diferencia de cursos teóricos como administración o pedagogía, requiere contacto directo con materiales, equipos y simulaciones reales.

Sin embargo, esta expansión cuantitativa no estuvo acompañada, en la misma proporción, por mecanismos de calidad

A pesar de los avances en tecnologías educativas y laboratorios virtuales, aún no existe consenso académico ni apoyo del sector productivo respecto a la equivalencia de competencias entre los egresados de educación a distancia y los presentes en ingeniería. Por lo tanto, la formación de ingenieros a distancia debe discutirse con cautela, para que la búsqueda de accesibilidad no comprometa la competencia técnica de los profesionales.

2.3. Comparación del número de vacantes: públicas x privado

Otro aspecto fundamental se refiere a la distribución de vacantes entre instituciones públicas y privadas. En 2023, las instituciones privadas concentraron alrededor **del 85% de las vacantes de ingeniería** en Brasil, mientras que las instituciones públicas representaron solo el **15%**. Esta asimetría revela una fuerte dependencia del sector privado en la formación de ingenieros brasileños, lo que, a su vez, puede tener implicaciones para la calidad, la igualdad de acceso y la capacidad de articulación con las políticas públicas para el desarrollo regional.

En números absolutos, las vacantes privadas evolucionaron de unas 290 mil en 2010 a más de 430 mil en 2023, y en 2015 tuvimos casi 500 mil inscripciones. Las instituciones públicas, por su parte, mantuvieron una curva de crecimiento más discreta, pasando de 160 mil a cerca de 280 mil vacantes.

Esta diferencia también se observa en los indicadores de infraestructura, calificación docente y producción científica. Las instituciones públicas, a pesar de ofrecer menos vacantes, generalmente concentran los cursos con mejores evaluaciones en Enade y mayores tasas de empleabilidad.

Podemos suponer que la rápida expansión del sector privado, sin mecanismos rígidos de evaluación continua, resultó en la apertura de cursos en regiones sin mercado absorbente, con falta de profesores de maestría y doctorado y con poca articulación con el sector productivo local. Por lo tanto, discutir la sostenibilidad del modelo actual implica revisar el papel del Estado tanto como proveedor directo como regulador e inductor de calidad en el sector privado.

2.4. Análisis: vacantes ofrecidas x inscritos x estudiantes de primer año

Un dato importante para entender la dinámica de atracción de los cursos de ingeniería es el desajuste entre el número de vacantes ofertadas, el número de candidatos matriculados y los que realmente ingresan. Como se puede ver en la siguiente imagen, en los cursos presenciales, en 2010, se ofrecieron alrededor de 250 mil vacantes a 680 mil inscritos y 150 mil ingresantes. En 2023, este escenario cambió: había más de 700 mil vacantes disponibles, pero solo alrededor de 640 mil registrados y alrededor de 190 mil ingresantes efectivos.

Gráfico 4: Ofertas, inscritos y estudiantes de primer año (inscritos) en cursos presenciales de ingeniería (públicos y privados) en Brasil



Fuente: Inep.

Esto revela dos fenómenos: primero, la oferta de vacantes creció más rápido que la demanda real; segundo, una parte significativa de los inscritos no se inscribe. Este desajuste se agrava en los cursos de educación privada y a distancia, donde los excedentes de vacantes suelen dar lugar a clases pequeñas, con baja competitividad.

Este crecimiento numérico, aunque expresivo, plantea serias preocupaciones sobre la calidad de la formación ofrecida

Además, la caída en el número de matriculados puede estar relacionada con la reducción del atractivo del curso de ingeniería, motivado por factores como la alta deserción histórica, la percepción de rendimiento financiero limitado y la alta demanda académica.

En cuanto a la educación a distancia, la situación es aún más alarmante. A pesar del aumento de las vacantes, el número de candidatos inscritos es significativamente menor. En 2023, hubo más de **900 mil vacantes**, pero solo se **registraron unos 320 mil candidatos**, lo que revela una **baja tasa de ocupación de vacantes** y sugiere una posible sobreoferta en relación con la demanda real.

Incluso con el desajuste entre la oferta y la demanda, el número de nuevos participantes ha crecido continuamente. De menos de 20 mil en 2015, el número de estudiantes de primer año aumentó a más de **220 mil en 2023**, lo que indica una mayor aceptación de la modalidad de educación a distancia por parte de los estudiantes y una probable mejora en los mecanismos de reclutamiento de las instituciones.

Gráfico 5: Ofertas, inscritos y entrantes (inscritos) en cursos de ingeniería a distancia (públicos y privados) en Brasil



Fuente: Inep.

La curva de nuevos participantes sigue casi en su totalidad al sector privado, lo que muestra que el sector público tiene **una participación marginal en la educación a distancia en ingeniería**. La expansión masiva de la educación a distancia en Brasil ha sido impulsada predominantemente por instituciones privadas.

Otro punto relevante es que el número de ingredientes no revierte proporcionalmente a las conclusiones. Con tasas de deserción que superan el 50% en algunas instituciones, el sistema pierde gran parte de la inversión realizada en ampliar la oferta. Esto refuerza la importancia no solo de ampliar el número de vacantes, sino también de garantizar mecanismos de retención, apoyo pedagógico y calificación de la capacitación.

Finalmente, el Gráfico 6 muestra el panorama de los aprendices por modalidad de ingeniería. Como se puede ver, la ingeniería civil sigue siendo el curso que más capacita en Brasil. Fue y es la modalidad que tiene mayor número de miembros, pero también es la más penalizada en términos de reducción de intereses, de 131 mil ingresantes en 2015 a 62 mil en 2023 (último censo del Inep).

Gráfico 6: Ingressantes em engenharia por modalidades por ano no Brasil



Fuente: Inep.

3. Deserción, retención y finalización de cursos de ingeniería

La formación de ingenieros en Brasil es un tema central para el desarrollo tecnológico e industrial del país. Sin embargo, no basta con ampliar la oferta de vacantes: es fundamental entender cómo progresan los estudiantes a lo largo del curso, tanto si completan la carrera como si abandonan por el camino. En esta sección, analizamos la evolución del número de matrículas y graduados, comparando los sectores público y privado, así como discutimos los indicadores de deserción en la educación en ingeniería.

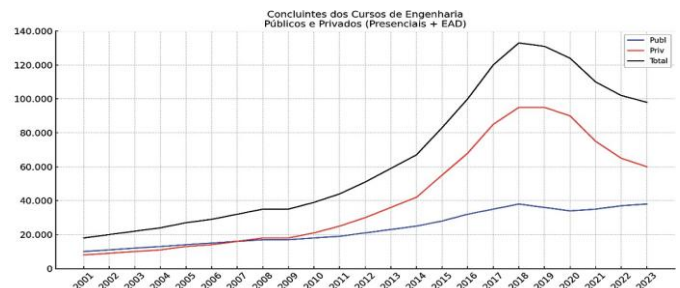
3.1. Análisis del número de graduados: sector privado x público

Cuando analizamos los datos de los graduados, las diferencias entre los sectores se hacen aún más evidentes. En 2010, por ejemplo, el sector privado capacitó a unos 30 mil ingenieros por año, mientras que el sector público registró alrededor de 20 mil. Este número aumentó hasta 2017-18, con un pico en el sector privado que alcanzó más de 80,000 graduados anuales, mientras que en el sector público alcanzó poco más de 37,000.

Por lo tanto, la formación de ingenieros a distancia debe discutirse con cautela, para que la búsqueda de accesibilidad no comprometa la competencia técnica de los profesionales.

Sin embargo, a partir de 2018, hubo una caída significativa en el número de graduados, especialmente en instituciones privadas. En 2023, el sector privado capacitó a unos 60 mil ingenieros, un nivel inferior al registrado casi una década antes. El sector público, a su vez, mantuvo una relativa estabilidad, con alrededor de 37 mil graduados en el mismo año.

Gráfico 7: Concluintes dos cursos de engenharia (presenciais e Ead) por ano no Brasil



Fuente: Inep.

Este comportamiento puede ser indicativo de la diferencia en la calidad de la formación y en los mecanismos de permanencia de los estudiantes entre los dos sectores. En general, las instituciones públicas cuentan con mayor infraestructura, docentes más calificados y programas de apoyo a la permanencia, como becas y ayudas, o

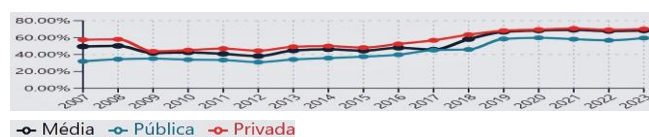
lo que contribuye a mayores tasas de finalización. El sector privado a menudo enfrenta dificultades para mantener a los estudiantes hasta el final del curso, especialmente en tiempos de crisis económica e inestabilidad política para fomentar la educación.

3.2. Análisis del abandono de cursos de ingeniería

La deserción es uno de los mayores desafíos que enfrentan los cursos de ingeniería en Brasil. Teniendo en cuenta los datos sobre matrículas y graduados, podemos estimar que solo alrededor del 50% de los estudiantes de primer año llegan al final de sus estudios de pregrado. Los estudios muestran que, en algunas instituciones, solo alrededor de 1/3 de los estudiantes completan el curso en el tiempo esperado.

El profesor Vanderli Oliveira, en un artículo para la revista *A Lanterna* (vol. 2, 2024), estudió y presentó el gráfico 8 que muestra la variación en la tasa de abandono de los cursos de ingeniería para cada año desde 1997.

Gráfico 8: Deserción por año de los cursos de ingeniería en Brasil considerando seis años para completar el curso



Fuente: Revista *A Lanterna*.

Cabe señalar que históricamente las tasas de deserción escolar en las instituciones privadas son mucho más altas que en las instituciones públicas. Esta realidad se debe a varios factores. En opinión del autor de este artículo, en primer lugar, el curso de ingeniería requiere una base sólida en matemáticas y física, lo que crea dificultades para los estudiantes con formación deficiente en la escuela secundaria (el número de estudiantes de primer año es mayor en las universidades públicas).

Además, la larga duración, la carga de trabajo intensiva y la necesidad de prácticas supervisadas son elementos que ejercen presión sobre los estudiantes. En el sector privado, la deserción también se asocia con la dificultad de pagar las tasas de matrícula, la baja calidad de algunos cursos y la percepción de que el rendimiento financiero no vale la pena la inversión.

Un dato preocupante en este gráfico es que, en los últimos 10 años, las tasas de deserción en los cursos de ingeniería han aumentado sistemáticamente, lo que muestra una tendencia de desinterés por terminar el curso por parte de los estudiantes de primer año.

Para enfrentar este escenario, es fundamental que las instituciones desarrollen políticas de acogida, nivelación y seguimiento pedagógico, así como medidas para potenciar la carrera y mejorar la empleabilidad de los ingenieros recién graduados, lo que se sabe que no es fácil de hacer.

4. Consideraciones finales

Este artículo analizó la evolución reciente de la educación en ingeniería en Brasil, con base en datos oficiales hasta 2023. Aunque no pretende agotar un tema de tanta complejidad, destacan algunas notas:

a. La expansión de la educación a distancia en ingeniería es significativa, pero plantea serias dudas sobre la calidad

En los últimos años, el número de ingresantes y asignaturas en cursos de ingeniería a distancia ha crecido exponencialmente, superando la marca de 250 mil asignaturas en 2023. Sin embargo, esta expansión se produjo de manera masiva en el sector privado y sin consenso sobre la equivalencia formativa entre la educación a distancia y el modelo presencial. Este movimiento requiere una reflexión crítica, especialmente ante la ausencia de infraestructura de laboratorio en muchos cursos a distancia.

b. El número total de graduados cayó después de 2018, incluso con una alta oferta de vacantes

A partir de 2018, el número de graduados comenzó a disminuir, especialmente en instituciones privadas. En 2023, el sector privado formó menos ingenieros que en 2015, incluso con una oferta de vacantes mucho mayor. Esto sugiere que la simple expansión de la oferta, especialmente a través de la educación a distancia, no se ha revertido en una mayor efectividad en la formación de ingenieros.

Esto refuerza la importancia no solo de ampliar el número de vacantes, sino también de garantizar mecanismos de retención, apoyo pedagógico y calificación de la capacitación.

c. El número de vacantes ofrecidas supera con creces la demanda real

El artículo muestra que, aunque hay más de 1,6 millones de vacantes disponibles, el número de afiliados efectivos es mucho menor: alrededor de 960 mil. Esto se traduce en una baja tasa de ocupación e indica un preocupante exceso de oferta, especialmente en los cursos privados de educación a distancia, donde la tasa de inscripción ronda el 30% de las vacantes disponibles.

d. La deserción en los cursos de ingeniería es estructural y creciendo

Los datos indican que la tasa media nacional de abandono escolar se sitúa entre el 40% y el 50%. Las instituciones privadas tienen tasas de deserción escolar aún más altas, que superan el 60% en ciertos años. La dificultad de la formación, el bajo atractivo económico de la profesión y el desajuste entre el bachillerato y los requisitos del curso que sustentan este abandono.

e. La ingeniería civil concentró el mayor número de participantes – y también la mayor caída

La ingeniería civil fue en gran parte responsable del crecimiento de las modalidades de ingeniería en los años de expansión (2010 a 2015), alcanzando más de 130 mil participantes en 2015. Sin embargo, también fue el más afectado por la retractsión: en 2023, este número cayó a alrededor de 62 mil. Esto indica que el sector puede estar saturado o que hay un cambio en la percepción del retorno profesional en el área.

El sector privado a menudo enfrenta dificultades para mantener a los estudiantes hasta el final del curso, especialmente en tiempos de crisis económica e inestabilidad política para fomentar la educación.

f) El sector privado domina la formación en ingeniería, pero enfrenta serios desafíos de calidad

Alrededor del 85% de las inscripciones y graduados en cursos de ingeniería provienen de instituciones privadas. Esta hegemonía, sin embargo, no se traduce en un mejor desempeño: los cursos privados enfrentan más deserción, menos infraestructura, menores calificaciones de los maestros y peores evaluaciones institucionales. La dependencia de la formación privada, sin la contrapartida de un riguroso control de calidad, compromete el nivel de los profesionales formados.

g) Incluso en instituciones públicas, La demanda de ingeniería ha ido cayendo

El artículo muestra que, contrariamente a lo que se podría suponer, la caída de la demanda no es exclusiva de lo

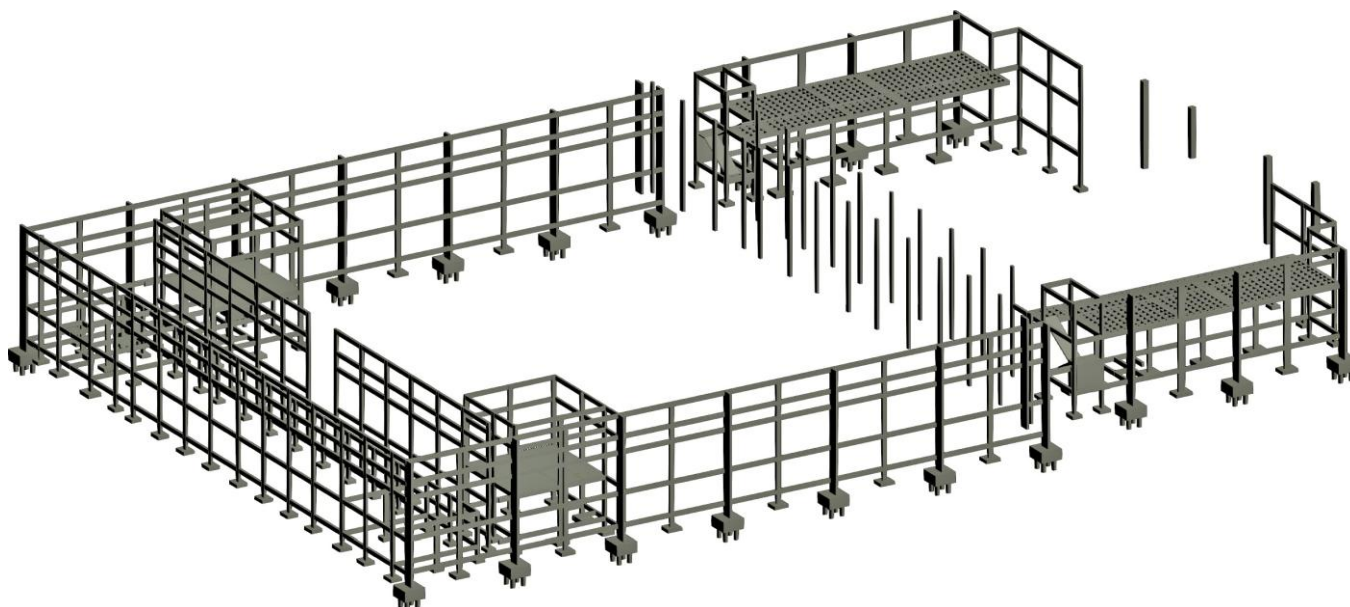
sector privado. Incluso en las universidades públicas, que son más estables y selectivas, el número de ingresantes presenciales disminuyó significativamente entre 2015 y 2023. Esto indica un cambio en la percepción social sobre el atractivo de la carrera de ingeniería en Brasil, motivado por la baja valoración profesional, la inestabilidad económica y la escasez de políticas públicas para la empleabilidad técnica.

Esto indica que el sector puede estar saturado o que hay un cambio en la percepción del retorno profesional en el área.

Para revertir este escenario, se propone:

- Fortalecer los procesos regulatorios y de evaluación de cursos, con un enfoque en la calidad, no solo en la cantidad;
- Ampliar la integración entre las universidades y el sector productivo con el fin de dar un carácter práctico a la experiencia del estudiante de ingeniería;
- Estimular la formación práctica, con laboratorios modernos, proyectos aplicados y prácticas supervisadas;
- Desarrollar políticas de apoyo y permanencia para los estudiantes, especialmente en los cursos más exigentes;
- Promover programas de capacitación y valorización docente en el área de la ingeniería.

El futuro de la ingeniería en Brasil dependerá, en gran medida, de la capacidad de enfrentar estos desafíos con valentía, planificación y compromiso con una formación de calidad.



Esfuerzo de Corte, tenemos que hablar más de ello

Por eng. Henrique César C. Gímenes
Aluno não-regular do PCV – DEC 4065
E-mail: henriquegimenes@gmail.com

Michael P. Collins y Daniel Kuchma son los autores de *How Safe Are Our Large, Lightly Reinforced Concrete Beams, Slabs and Footings*, artículo escrito el 4 de julio de 1999. Aunque es una fecha lejana, 17 años, abordan un tema que aún no está presente en los círculos de conversación técnica de los ingenieros estructurales: la disminución de la fuerza cortante final en vigas de grandes dimensiones, también conocida como efecto de escala.

En este artículo, los autores realizan ensayos en 22 vigas y discuten los cambios en la fuerza cortante última debido al factor de escala, la distribución del refuerzo de aire, la disposición longitudinal, el uso de hormigón de alto rendimiento¹ y el refuerzo transversal mínimo. Al final, sugieren una corrección en los procedimientos de cálculo del cortante del ACI para elementos estructurales sin estribos.

También demostró que a medida que aumentaba la altura útil de la viga, disminuía la resistencia a la fuerza de corte final.

El origen de toda esta discusión y propuestas de correcciones en la ACI comenzó en 1955, con el colapso parcial de un hangar de una aerolínea estadounidense, en Shelby, Ohio. En 1957, Anderson señaló que el colapso fue causado por la insuficiente resistencia al corte de las vigas 30/91 que no contenían estribos y tenían una tasa de refuerzo longitudinal del 0,45%.

En 1967, 10 años después, Kani advirtió sobre la influencia del efecto de escala en un artículo en ACI titulado *¿Qué tan seguras son nuestras grandes vigas de concreto?* – muy similar al título del artículo de Collins y Kumacha, ¿verdad? También demostró que a medida que aumentaba la altura útil de la viga, disminuía la resistencia a la fuerza de corte final. Sin embargo, en los ensayos de Kani ocurrieron algunos imprevistos y errores, los resultados no salieron como se esperaba.

En 1989, en Japón, Shioya llevó a cabo un programa experimental en vigas con bajas relaciones de refuerzo longitudinal para demostrar la disminución de la fuerza cortante final a medida que aumenta la altura útil de la viga. Al final de las pruebas, quedó claro que, con el aumento de la altura de la viga y con la disminución del diámetro del agregado, la fuerza cortante final disminuyó.

En 1994, AASHTO, junto con el estándar canadiense, CSA, introdujo medidas para el

procedimiento para calcular la fuerza cortante basado en la teoría modificada en los campos de compresión (*Teoría de campos de compresión modificada*). En este modelo, la resistencia a la fuerza cortante en elementos estructurales sin estribos se produce en función del ancho de las grietas, que, a su vez, está relacionado con el espaciamiento de estas grietas y la tensión en la armadura longitudinal. En elementos estructurales a gran escala, las grietas son más anchas y están más espaciadas, por lo que tienen predilección por el colapso debido al esfuerzo cortante. También señala que el cortante está relacionado con la rugosidad de las grietas, que, a su vez, está influenciada por el tamaño de los agregados.

En 1999, Collins y Kuchma hablaron sobre el efecto de escala y el corte final. En los ensayos de las 22 vigas, continuas y bisoportadas, con variaciones en el encofrado, disposiciones longitudinales, resistencia a la compresión del hormigón, refuerzo de la piel y refuerzo transversal, también llegan a las mismas conclusiones que los investigadores que los precedieron. El esfuerzo de corte final disminuye con el aumento de la altura útil de la viga, con la disminución del diámetro del agregado. Con el aumento del número de capas de refuerzo longitudinal, con el uso de refuerzo de piel y refuerzo transversal mínimo con un espaciado mínimo, tiene una mejora simple. Michael y Daniel también prestaron atención a los preceptos de la teoría modificada de los campos de compresión en los procedimientos de cálculo de cizallamiento.

En elementos estructurales a gran escala, las grietas son más anchas y están más espaciadas, por lo que tienen predilección por el colapso debido al esfuerzo cortante.

Cuantitativamente, los resultados de los ensayos mostraron que, en vigas que no cumplen con los preceptos indicados anteriormente, la fuerza cortante final fue aproximadamente un 60% menor que la obtenida con los procedimientos de cálculo ICA.

A mi juicio, las pruebas también mostraron que la distribución de la armadura longitudinal, la piel y el uso de armadura transversal mínima proporcionan el comportamiento de flexión simple, con ruptura dúctil en hormigones con $f_{ck} < 40$ MPa, distanciándose del comportamiento que se produjo en vigas con efecto de escala obtusa, donde se manifiestan las características mencionadas en este mismo texto.

1. *Concrete de alto desempenho (CAD) – concreto com $f_{ck} > 40$ Mpa.*

Sucintamente, el artículo también aborda las estructuras de caja de las estaciones de metro. En ellos, el efecto de escala también es determinante en el esfuerzo final de cortante y también existe una preferencia por no colocar armaduras transversales, debido a la dificultad de ejecutar e implantar esta armadura en la obra subterránea. Sin embargo, debido a la prueba realizada en un segmento reducido de la estructura de la caja, se consideró más prudente la implementación de un refuerzo transversal mínimo.

Sin embargo, debido a la prueba realizada en un segmento reducido de la estructura de la caja, se consideró más prudente la implementación de un refuerzo transversal mínimo.

Dado que el infame evento del colapso de las vigas que ocurrió en Ohio fue en 1955, debido a la dificultad de comunicación, creo que es aceptable desinformar sobre la no linealidad del aumento de la resistencia de la fuerza cortante causada por el efecto de escala. Sin embargo, el artículo de Collins y Kuchma es de 1999! Muy cercano y cronológicamente reciente para nosotros, ya inmersos en la cultura de la comunicación en internet y, aun así, son pocos los ingenieros que comparten dicha información. Lo que más me preocupa no es qué tan *seguro*, sino quién *sabe*, *qué tan seguro*... Estoy convencido de que son pocos.

Si hacemos una visita a una obra con una viga de transición con una altura superior a 1,00 m y si le dijéramos al autor del proyecto que para vigas con dicha geometría el colapso se consigue con el 50% del esfuerzo cortante de cálculo, ¿obtendríamos una respuesta tranquila y amable? No creo.

De un vistazo rápido a nuestro estándar, es fácil ver que no aborda los problemas de la teoría de los campos de compresión modificados en el procedimiento para calcular el cortante para vigas que Sufre el efecto de escala.

De un vistazo a nuestra norma, es fácil ver que no aborda los problemas de la teoría de los campos de compresión modificados en el procedimiento de cálculo de cortante para vigas que sufren el efecto de escala. Todavía hay muchos vacíos por llenar en el alcance del esfuerzo de corte, mucho por investigar, ensayar, discutir y es por eso que digo:

Esfuerzo de corte, tenemos que hablar más al respecto.

Edatec Engenharia, São Paulo, SP



Análisis modal e interacción suelo-estructura de edificios altos: dilemas conceptuales y prácticos

Por eng. Sérgio Stolovas

STO Análise e Soluções Estruturais S/S Ltda

E-mail: sergiosto@gmail.com

Resumen

El modelado de la interacción suelo-estructura (ISE) en edificios altos sobre *radiadores de pilotes* es un tema central en la ingeniería estructural moderna. Aunque el análisis modal clásico con hipótesis de cimentación no desplazada ("engarzado") es ampliamente adoptado, su adecuación frente a la flexibilidad del suelo y los fenómenos dinámicos plantea discusiones técnicas y filosóficas. Este artículo investiga aspectos centrales de los dilemas conceptuales y prácticos de este modelado, analizando el papel de las "alegorías estáticas", la incorporación de resortes, masa de suelo acoplada y *tableros* (amortiguadores), los límites de las hipótesis de Rayleigh y las implicaciones para las pruebas en túnel de viento. Se concluye que la elección de modelos analíticos debe considerar el rigor del fenómeno analizado, la naturaleza de las solicitudes y las limitaciones de los métodos disponibles.

1. Introducción

El diseño y análisis de edificios altos requiere rigor en la consideración de los efectos dinámicos y la interacción suelo-estructura (STI). El uso de cimentaciones profundas con *radiers* sobre pilotes hace que la elección adecuada del modelo de interacción sea aún más relevante. Los errores conceptuales o las simplificaciones excesivas comprometen no solo la seguridad, sino también la adherencia entre los modelos numéricos y las conclusiones de las pruebas experimentales, especialmente en contextos donde las fuerzas dinámicas dominan el comportamiento estructural.

El uso de cimentaciones profundas con *radiers* sobre pilotes hace que la elección adecuada del modelo de interacción sea aún más relevante.

El modelo empleado para la determinación de atributos dinámicos e inerciales (como frecuencias naturales, formas modales, masa solidaria y amortiguamiento) debe caracterizar el rendimiento dinámico esperado.

La forma en que modelamos los soportes y las condiciones de contorno es solo uno de los muchos parámetros inciertos que influyen en las conclusiones de un análisis estructural. Otras decisiones críticas incluyen la selección del módulo de elasticidad, la definición de masa solidaria,

la consideración o no de la flexibilidad de las conexiones, la tasa de amortiguación asociada a los modos de vibración, entre muchos otros factores.

Una práctica común entre los ingenieros estructurales es buscar seguridad que, a menudo se vuelve excesiva. Esto puede llevar a decisiones equivocadas, no siempre en el sentido de la seguridad, e incluso puede hacer que un proyecto sea inviable. Es parte del arte del ingeniero estructural lidiar con la contingencia de los supuestos adoptados. Especialmente cuando se trata de análisis modal, la sobreestimación o subestimación de parámetros relacionados con la rigidez o la masa no implica, en una mayor seguridad o inseguridad. Por ejemplo, considerar una mayor cantidad de masa solidaria puede llevar a una subestimación de las aceleraciones de respuesta.

Revisión histórica y estado del arte del modelado de fundaciones

La hipótesis de una cimentación perfectamente rígida deriva del deseo de simplificar el problema estructural, ignorando las deformaciones del terreno y tratando la cimentación como un soporte indeformable. Esta premisa favorece el uso del análisis modal clásico permitiendo la superposición modal, el cálculo simplificado de las frecuencias naturales y un mayor control sobre el proceso de diseño.

El avance de la geotecnia y las herramientas de simulación ha permitido la introducción de resortes horizontales, verticales y rotacionales para replicar la acción del suelo en las estructuras (conocido como el "modelo Winkler" y variantes). El refinamiento también incluye *dashpots* (amortiguadores viscosos) y masas de suelo equivalentes.

recursos computacionales permiten modelos multigrado de libertad, análisis en el dominio del tiempo, técnicas de elementos acoplados suelo-estructura y simulaciones avanzadas de respuesta sísmica y eólica, aunque, en la práctica, en el diseño actual, todavía predominan las simplificaciones, ya sea debido a limitaciones técnicas o requisitos reglamentarios.

El dilema de la flexibilidad: el uso de resortes en el análisis dinámico

La adopción de la condición de perfecta incrustación de la estructura en la cimentación, aunque proporciona simplicidad y facilita la aplicación del análisis modal clásico, presenta una limitación crucial al no reflejar la deformabilidad del suelo.

Por el contrario, la conformación de resortes representa un avance considerable sobre el engarzado, especialmente para estructuras de gran altura o particularmente sensibles. Este enfoque permite incorporar la deformabilidad del suelo, las interacciones de los pilotes, la rigidez vertical y horizontal de la cimentación, la impedancia rotacional, entre otros factores. Al hacerlo, el modelo aparentemente se acercaría mucho más al comportamiento físico real del sistema suelo-estructura.

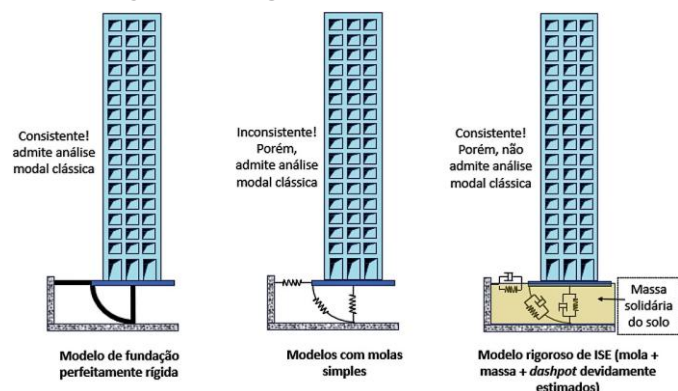
2. La inconsistencia del modelo de resorte "pure" para dinámica

Sin embargo, el modelado de resortes, cuando se usa de forma aislada para problemas dinámicos, carece de realismo. Si la base de la estructura se modela solo con resortes, solo se replica una parte del sistema físico. Para que el modelado de primavera logre la consistencia necesaria en el análisis dinámico, es esencial incluir la masa solidaria del suelo y los elementos de amortiguación (*dashpots*). Esto implica la incorporación de parámetros geotécnicos que a menudo son poco conocidos y altamente sensibles a las variaciones locales.

Un modelo avanzado, que incorpore la flexibilidad de los soportes en la cimentación, debe incluir necesariamente "el resto del universo" o, al menos, la masa solidaria del suelo y la amortiguación o disipación de energía. Los tableros amortiguadores representan pérdidas de energía debido a ciclos de histéresis y disipación en el suelo debido a la propagación de ondas (amortiguación de radiación).

En proyectos prácticos, se emplea comúnmente un enfoque "intermedio", con el objetivo de mitigar las incertidumbres, por ejemplo, considerando rangos de valores para frecuencia y desplazamiento, equilibrando la precisión del modelado con la viabilidad práctica de la recopilación de datos.

Figura 1: El modelo que representa la interacción suelo-estructura con los manantiales es consistente solo para el análisis estático. Para acciones dinámicas, es fundamental incluir la masa solidaria del suelo y la amortiguación



3. Las falsas intuiciones de las alegorías estáticas

Muchos diseñadores, acostumbrados al razonamiento de equilibrio instantáneo, extrapolan esta comprensión a problemas dinámicos. Esta intuición, sintetizada como un modelo alegórico de la realidad, puede llevarnos a interpretar falsamente la dinámica estructural como una sucesión de estados de equilibrio estático.

La capacitación en ingeniería tradicional enfatiza el análisis estático, que es más sencillo y, a menudo, suficiente para muchas aplicaciones comunes en ingeniería civil y mecánica. Sin embargo, la dinámica involucra fenómenos que no tienen paralelo directo en el sistema, como la resonancia, los modos propios, los efectos inerciales y el amortiguamiento, las respuestas transitorias y sostenidas, entre otros.

Las intuiciones estáticas pueden ser "engañosas", ya que a menudo ignoran la importancia del tiempo, la frecuencia y los acoplamientos dinámicos. Un ejemplo de falsa intuición es el que nos lleva a suponer que basta con multiplicar una carga máxima por un factor para "garantizar" la seguridad ante temblores, impactos o vibraciones.

Por ejemplo, considerar una mayor cantidad de masa solidaria puede llevar a una subestimación de las aceleraciones de respuesta.

Como ingenieros estructurales, estamos expuestos a caer en esta trampa conceptual debido a los hábitos que se derivan de los enfoques estáticos y estáticos equivalentes:

- Respuesta proporcional a la fuerza aplicada:** En estadística, el desplazamiento es siempre proporcional a la fuerza (Ley de Hooke, $\Delta = F / k$). Sin embargo, en dinámica, la respuesta depende del historial de carga, frecuencia de excitación, masas, amortiguamiento y puede presentar amplitudes muy superiores a la carga estática.
- Superposición directa e independencia de las partes:** En estática, los efectos de las cargas se suman linealmente. Debido al acoplamiento dinámico, el movimiento de un punto a menudo afecta a todo el sistema debido a los efectos inerciales. Los modos de vibración pueden implicar desplazamientos coordinados de múltiples puntos, lo que hace imposible separar una parte de la estructura y reemplazar el resto del universo mediante la implementación de resortes adecuados.
- El tiempo y la frecuencia no importan:** En estática, basta con conocer el valor de la fuerza en equilibrio. En dinámica, la duración, la variación temporal y la frecuencia de acción son cruciales. Una fuerza pequeña, puede producir grandes respuestas.

- d) **Ignorar la inercia:** En estático, la masa solidaria del sistema es irrelevante y no afecta a los resultados, ya que la aceleración es cero. En dinámica, la inercia (masa) participa activamente en la ecuación del movimiento ($F = ma$). Las estructuras ligeras pueden, paradójicamente, ser más sensibles a las excitaciones dinámicas.
- e) **La amortiguación estática "no existe":** En tácticas, la amortiguación no se incluye en el análisis, ya que las velocidades se restablecen. En dinámica, la amortiguación puede controlar la respuesta, especialmente cerca de la resonancia, e influye fuertemente en la disipación de energía (incluidas las respuestas transitorias).
- f) **Equilibrio instantáneo:** En estático, se supone que la estructura responde inmediatamente a la aplicación de la carga. En dinámica, hay un tiempo de respuesta, y puede haber oscilaciones y comportamiento transitorio antes de alcanzar un nuevo estado de equilibrio o nunca alcanzar un estado fijo.
- g) **Fuerzas dinámicas tratadas como cargas estáticas equivalentes:** Es una práctica común que los ingenieros apliquen multiplicadores dinámicos (tipo "factor de impacto") para convertir una tensión dinámica en una fuerza estática equivalente. En la práctica, esto puede subestimar o sobreestimar la demanda estructural, especialmente en casos de excitación cercana a la frecuencia natural o en sistemas con múltiples modos relevantes.

4. El impacto en el análisis modal clásico: la ruptura de las hipótesis de Rayleigh

El análisis modal clásico implementado en el *software* asume tácitamente la **hipótesis de Rayleigh**. Esta hipótesis supone que la matriz de amortiguamiento es una combinación lineal de las matrices de masa y rigidez. Es aceptable suponer que las estructuras habituales, en las que la amortiguación no se concentra en un determinado lugar o nivel, concuerdan con la hipótesis de Rayleigh. Es decir, se supone que son sistemas proporcionales en los que las matrices de masa y rigidez son diagonalizables juntas y que cada modo clásico tendrá una tasa modal asociada. Esto permite la adopción de la superposición modal clásica.

Sin embargo, el sistema estructurado con resortes, masas y amortiguadores se desvía de las hipótesis clásicas de Rayleigh (masa proporcional y rigidez). Esto se debe a que existen elementos disipativos e inertes acoplados no solo a la estructura, sino también al suelo, y con "talentos" muy diferentes en el mecanismo y magnitud de la disipación de energía.

De hecho, los sistemas suelo-estructura casi nunca son proporcionales. Incluso para cargas verticales puras, la respuesta modal se acopla y depende del estado vibratorio global, ya no segmentado por modos independientes.

Al modelar resortes, masas y *tableros* unidos a la base del edificio, a través de cualquier intento serio de capturar la dinámica suelo-estructura, se pierde la hipótesis de proporcionalidad. Debido a esto, los modos están acoplados y dependen de las frecuencias de excitación y las características del suelo y ya no de las propiedades estructurales puras.

Por el contrario, el modelado de resorte representa un avance considerable sobre el engarzado, especialmente para estructuras de gran altura

En la práctica, según el ISE así formulado, el problema deja de ser "modal clásico" y se convierte en un problema no proporcional que requiere técnicas complejas de análisis modal o simulaciones en el dominio del tiempo. Esto no solo hará que el análisis sea mucho más pesado y con resultados poco intuitivos, sino que tampoco admitirá el uso de *software* de análisis estructural estándar, ni siquiera los más avanzados de uso común. En otras palabras, el precio de refinar el cálculo será que el modelo se aleje del contexto del *software* comercial de *análisis estructural* y de los métodos establecidos en las normas, lo que dificulta su aplicación en la vida diaria del ingeniero.

5. Análisis de los efectos inducidos por el viento y metodología HFPI

En Brasil, el análisis modal de estructuras de edificios altos tiene como objetivo conocer los atributos que rigen la respuesta a los efectos inducidos por el viento. Estos atributos se utilizarán generalmente en la integración de la ecuación de movimiento utilizando la metodología HFPI (*High Frequency Pressure Integration*) de los registros de la prueba a escala del túnel de viento.

El análisis de un modelo realista que se desvíe de las hipótesis de Rayleigh también debería obligar al abandono de los algoritmos de integración de alta frecuencia, que son una parte esencial de los procedimientos de análisis de respuesta disponibles y ampliamente aceptados.

6. Síntesis del dilema conceptual y práctico

Por lo tanto, existe una *compensación* entre la consistencia teórica, la practicidad del uso de las herramientas disponibles (*software* y pruebas) y la seguridad en los análisis:

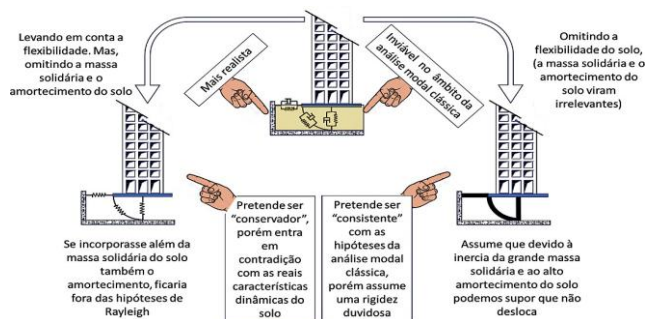
- **El modelo de cimentación perfectamente rígido (relieve)** mantiene la compatibilidad con las hipótesis modales clásicas (Rayleigh), la integración modal, la superposición y las herramientas de validación experimental en túnel de viento.

- **Los modelos con resortes simples**, aunque representan mejor (en apariencia) la realidad física de la deformabilidad, cuando se usan de forma aislada, violan la coherencia teórica para el análisis dinámico, porque ignoran la masa y la amortiguación del suelo.
- **El riguroso modelo ISE (resorte + masa + bote-guion correctamente estimado)** se desvía de las hipótesis de Rayleigh, requiriendo herramientas especializadas (elementos finitos acoplados, análisis no proporcional, solución en el dominio del tiempo), con resultados menos intuitivos e incompatibles con el *software* comercial estándar.

Las intuiciones estáticas pueden ser "engañosas", ya que a menudo ignoran la importancia del tiempo.
Acoplamientos de frecuencia y dinámicos.

La elección debe guiarse por el tipo de carga predominante, el grado de precisión requerido y los límites (normativos, computacionales, prácticos) del contexto de diseño.

Figura 2: El dilema entre utilizar muelles o apoyos fijos para la cimentación en el modelo de obtención de atributos modales



7. Conclusión

Desde la perspectiva del análisis modal clásico, la base de la práctica actual y los recursos experimentales tradicionales, la única hipótesis completamente consistente para los edificios altos sobre *radiantes apilados* es asumir que los cimientos son infinitamente rígidos. Esto garantiza la armonía entre la teoría, la práctica del modelado estructural, la validación del túnel de viento y los métodos recomendados en las regulaciones internacionales.

Cabe señalar que el análisis modal es la base para la integración de HFPI mediante la cual se integra la ecuación de movimiento en estado de servicio. Incluso si el análisis modal se realiza con un modelo pegado en la cimentación, una vez obtenidas las fuerzas estáticas equivalentes, se aplicarán a un modelo analítico con soportes flexibles idealizados por resortes para el diseño final. Este es un punto crucial que a menudo

genera confusión, porque el modelo para *obtener los atributos dinámicos* puede ser diferente del modelo para el *dimensionamiento estructural*.

Para situaciones en las que la precisión bajo la acción del viento (especialmente la comodidad del usuario) es crítica, o en suelos de rigidez excepcionalmente baja, se recomienda un análisis complementario con modelos flexibles completos (incluida la masa del suelo y la amortiguación), teniendo en cuenta que este enfoque requiere métodos numéricos avanzados y, en general, no puede conciliarse con los resultados estandarizados obtenidos a través del análisis modal clásico.

Esto garantiza la armonía entre la teoría, la práctica del modelado estructural, la validación del túnel de viento y los métodos recomendados en las regulaciones internacionales.

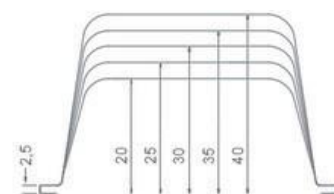
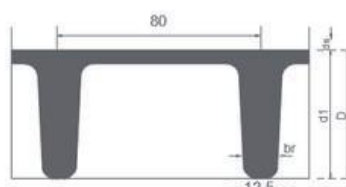
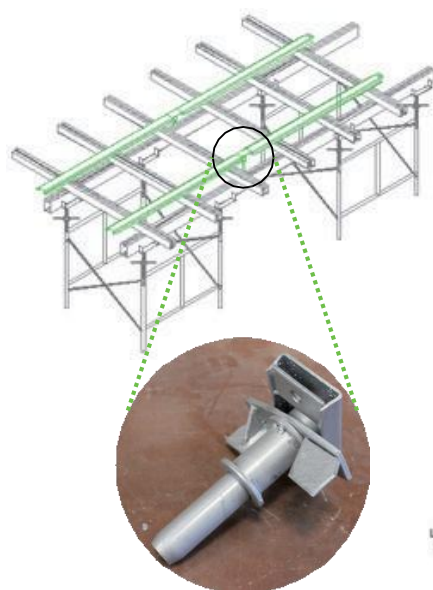
Por último, se destaca que desarrollar y difundir modelos experimentales y computacionales accesibles que respeten la física del problema sin descuidar los aspectos prácticos del diseño sigue siendo un reto y un camino abierto para los avances en el mundo de la ingeniería estructural.

Referencias bibliográficas

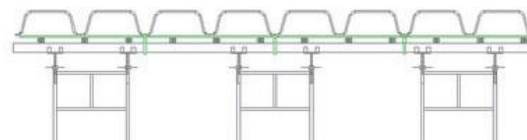
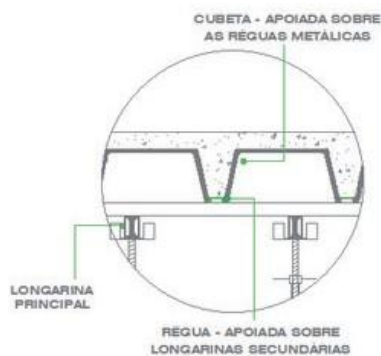
- MEEK, J. W. e VELETOS, A. S. 1974. Dynamic behaviour of building-foundation systems. **Earthquake Engineering & Structural Dynamics**, 3(2), p. 121-138.
- GAZETAS, G. 1983. Analysis of machine foundation vibrations: state of the art. **Soil Dynamics and Earthquake Engineering**, 2(1), p. 2-42.
- CLOUGH, R. W. e PENZIEN, J. 2003. **Dynamics of Structures**. Computers & Structures, Inc.
- WOLF, J. P. e DEEKS, A. J. 2004. Foundation vibration analysis using simple physical models. **Earthquake Engineering & Structural Dynamics**.
- EUROCODE 8: **Design of Structures for Earthquake Resistance**. EN 1998-5.
- ASCE/SEI 7-22. **Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures**.
- ACI 318-19. **Building Code Requirements for Structural Concrete**.
- VELETOS, A. S. 1977. Dynamics of structure-soil systems. **Structural Engineering Conference**, ASCE.
- BREEZE, G. e STOLOS, S. 2015. The practical implementation of high frequency pressure integration (HFPI) using discrete cosine transforms (DCT). **XIV International Conference on Wind Engineering (ICWE)**, Porto Alegre.



FÔRMAS CIENTIFICAMENTE PROJETADAS PARA EVITAR DEFORMAÇÕES DURANTE A CONCRETAGEM



Disponibilizamos meias-fôrmas em todas as alturas citadas acima.



Ao utilizar a fôrma 80x72,5 cm, o cliente encontra à sua disposição alguns fornecedores, podendo negociar melhores preços.

31 3392.6550 • 31 99712.6642
contato@brasilformas.com • www.brasilformas.com



En esta sección se publican los mensajes que destacaron en el grupo Comunidad y Calculadoras de TQS durante los últimos meses.

Para registrarse y formar parte del grupo, solo tiene que acceder

<https://groups.io/g/comunidadeTQS/> e
<https://groups.google.com/g/calculistas-ba>

Recuperación estructural de una losa maciza de hormigón armado

Buenas noches

¿Alguien tendría los procedimientos y recomendaciones 'básicos' para la recuperación estructural de la parte inferior de una losa maciza de hormigón armado, sabiendo que habrá que sustituir las barras de refuerzo de la parte inferior, ya que tienen un alto nivel de corrosión?

Saludos

Eng. Bonifácio Neves de Souza, Salvador, BA

Querido Bonifacio, buenos días.

Mi experiencia dice que, en el caso de las losas, lo más rápido, seguro y económico es demoler y reconstruir.

Si esto no es factible, averigüe primero si es CLORURO o simplemente CARBONATACIÓN.

Si se trata solo de carbonatación, se puede diseñar con mucho cuidado un mortero estructural bien diseñado, después de limpiar las barras corroídas y reemplazar algunas, para evitar sombras detrás de los refuerzos.

¡Tenga cuidado de no caer en el proceso de limpieza y preparación!

Puntuación.

Abrazos

Prof. Dr. Paulo Helene, São Paulo, SP

Buenos días.

Una alternativa:

1. Apuntale la losa con puntales apretados para aliviar las tensiones en los refuerzos positivos.
2. Limpie toda la parte inferior de la losa, incluidos los marcos.
 3. Reemplace la cubierta de refuerzo con lechada.
4. Use cintas de fibra de carbono para restaurar la gran capacidad de la losa.
5. Retire el apuntalamiento para que los refuerzos y cintas existentes puedan funcionar.

Eng. Antônio Alves Neto, Recife, PE
Engedata - Engenharia Estrutural Ltda
Projetar Serviços de Engenharia e Consultoria Ltda

Deformación de mampostería en losas con grandes luces

Colegas

He visto algunas losas con grandes luces y flexibilidad que soportan mampostería lineal y larga (hasta 8 m). Cuestiono la deformación que sufrirá esta mampostería, así como futuras patologías que deberían aparecer. ¿Existe alguna solución paliativa?

Abrazos a todos,

Eng. Roberto Solano, Rio de Janeiro, RJ

Buenos días, Solano,

Por deflexión final NBR 6118, después de la instalación de la carga de pared, no debe exceder $L/500$; 0,017 rad o 10 mm.

Para evitar patologías, es posible recurrir a la disposición de armaduras y pantallas en algunas juntas de asentamiento, la adopción de acunamientos con material resistente y, mejor que eso, subdividir el muro en secciones con la introducción de juntas de control.

Un gran abrazo

Dr. Ércio Thomaz, São Paulo, SP

Con el tiempo: si haces una correa reforzada en la losa y colocas la mampostería sobre esta correa, ¿no habría una reducción en la deformación de la pared?

Abrazos a todos,

Eng. Roberto Solano, Rio de Janeiro, RJ

Haveria sim.

Abraço

Dr. Ércio Thomaz, São Paulo, SP

Compartimentación de losas nervadas en sótanos: diseño de edificios

Estimados colegas, ¡buenos días!

Estamos trabajando en un proyecto de edificación con 40 plantas y dos sótanos para garajes, y los sótanos cuentan con rampas que conectan las plantas.

En nuestro proyecto, las losas de garaje se desarrollaron con el sistema Atex.

La duda que surgió se refiere al cumplimiento de las dimensiones mínimas exigidas por la norma de fuego (ABNT NBR 15200) para estas losas.

Con la presencia de rampas, entendemos que la función de compartimentación vertical de las losas se ve comprometida.

Me gustaría consultar con colegas nobles sobre cómo han abordado este tema en sus proyectos.

Saludos

Eng. Charly Duque, São Paulo, SP

Caro ing. Charly Duque,

Esta es una pregunta recurrente, cuya solución no está clara en las TI de los OC. Trato de arrojar un poco de luz.

Inicialmente, me gustaría señalar: estoy de acuerdo en que las rampas prometen **compartimentación vertical**.

Precisamente por esta razón, la NBR 15200:2024 es realista y sensata cuando señala en los párrafos 2º y 3º de la subsección 8.2.3:

"Los valores de h indicados en los cuadros 6, 7, 9 y 10 son los mínimos para garantizar las funciones de compartimento. Si no existe tal requisito, solo se deben respetar los valores de c1 y b min, cuando corresponda, para que la estructura cumpla con la propiedad de capacidad resistente (R). En este caso, el espesor de las losas se puede obtener calculando la temperatura ambiente, según ABNT NBR 6118.

El requisito o no de la función de compartimentación debe definirse con base en la legislación y normativa vigente y las normas aplicables".

Sin embargo, su proyecto ahora debe considerar otros requisitos de TI. Por ejemplo, como máximo, al interconectar tres pisos consecutivos (generalmente hay tres), el la suma de las superficies no puede exceder de "x" m2 (de- depende del uso del edificio), y otros aspectos.

Creo que debería calcular el TRRF específico para este pavimento "total-especial", comprobando si es o no más alto que el TRRF de los pavimentos compartimentados.

En la página 114 del libro mencionado anteriormente del Prof. Valdir Pignatta hay algunas notas sobre losas nervadas en una situación de incendio.

Espero haber ayudado.

Dr. Petrus Nóbrega, Natal, RN

Prezado eng. Petrus Nóbrega,

Os agradezco vuestro tiempo en la preparación del texto: iha arrojado luz sobre este tema!

Aprovecho la oportunidad, dentro del mismo contexto, para investigar con colegas sobre el uso **del método del tiempo equivalente**, más específicamente para reducir el TRRF del edificio en 30 minutos.

La Norma Técnica del Cuerpo de Bomberos de Mato Grosso, donde se llevará a cabo el trabajo que estamos diseñando, "parece" decir que el método de tiempo equivalente solo se puede utilizar para "edificios existentes", aumentando significativamente el costo de la estructura, ya que el TRRF para estos edificios que hacemos es casi siempre de 120 min.

Hicimos una encuesta en otros estados y, nos parece, no los encuestamos a todos, pero la TA parece ser la única que hace esta diferenciación en el texto.

A continuación se muestra una imagen del NTCB de MT:

5.3 Método de tempo equivalente para redução do TRRF

5.3.1 Admite-se, para as edificações existentes, o uso do método de tempo equivalente para redução dos TRRF (vide Anexo D desta NTCB), excetuando-se as edificações do Grupo L (Explosivos) e das divisões M-1 (Túneis), M-2 (Líquidos ou gases, inflamáveis ou combustíveis) e M-3 (Centrais de comunicação e energia), contudo, fica limitada a redução de 30 min dos valores dos TRRF constantes da Tabela A, Anexo A desta NTCB.

5.3.2 Na utilização do método de tempo equivalente, os TRRF resultantes dos cálculos não podem ter valores inferiores a:

5.3.2.1 15 minutos, para edificações com altura menor ou igual a 6 metros dos Grupos A, D, E, G e das Divisões I-1, I-2, J-1 e J-2.

5.3.2.2 30 minutos, para as demais edificações.

Lo más interesante es que, en el Ministerio de Salud, no hay ninguna parte en el texto "edificios existentes":

5.3 Método de tempo equivalente para redução do TRRF

5.3.1 Admite-se o uso do método de tempo equivalente para redução dos TRRF (vide Anexo D), excetuando-se as edificações do grupo L (explosivos) e das divisões M1 (túneis);

M2 (parques de tanques) e M3 (centrais de comunicação e energia), contudo, fica limitada a redução de 30 min dos valores dos TRRF constantes da Tabela A, Anexo A, desta NT.

Nota:
Para classificar as ocupações quanto ao Grupo e Divisão, consultar a Tabela 1 da Lei Estadual nº 4335 que Institui Código Segurança Contra Incêndio, Pânico e outros Riscos no âmbito do Estado de Mato Grosso do Sul.

5.3.2 Na utilização do método de tempo equivalente, os TRRF resultantes dos cálculos não podem ter valores inferiores a:

5.3.2.1 15 minutos, para edificações com altura menor ou igual a 6 metros dos Grupos A; D; E; G e Divisões I-1; I-2, J-1 e J-2;

5.3.2.2 30 minutos, para as demais edificações.

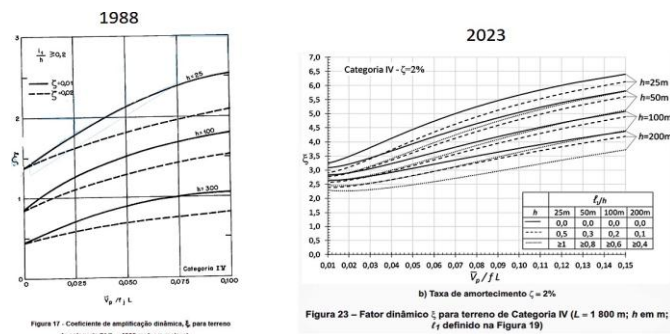
Arriba está la impresión del extracto del NTCB del Ministerio de Salud.,

Eng. Charly Duque, São Paulo, SP

Coeficiente de amplificación dinámica

Colegas, buenas tardes!

Espero equivocarme, pero lo que entiendo es que dormimos con un Coeficiente de Amplificación Dinámica por NBR 6123:1988 del orden de dos para edificios entre 50 y 100 m de altura, y nos despertamos con un Factor Dinámico (la misma magnitud con otro nombre) del orden de cinco o más para los mismos edificios entre 50 y 100 m de altura. ¿Me equivoco?



Si esto es correcto, procese los edificios nuevamente usando NBR 6123:2023 en lugar de NBR 6123:1988, y vea que las aceleraciones se duplican al menos. Hice esto (TQS) con dos edificios que estamos diseñando, y las aceleraciones han aumentado demasiado. Espero estar equivocado, pero muy equivocado. Si estoy en lo cierto, este cambio abrupto de una norma a otra está en contradicción directa con lo que enseñó el difunto profesor Fusco: las normas no pueden presentar cambios tales como para provocar miedo y desconfianza en los ingenieros y la sociedad.

Abrazos a todos.

Eng. Luis Fernando Benvenha, Santo André, SP
Benvenha & Associados Engenharia

Puente sobre el río Tocantins

Buenas tardes

A continuación se muestra el estudio completo de tres páginas sobre puentes brasileños, del cual parte de los datos Roberto Solano citó en otro post, y cuyo evento fue divulgado por nuestro jefe Carnaúba.

<https://site.ibracon.org.br/wp-content/uploads/2020/07/MANIFESTO-PELA-SEGURAN-CAE-MANUTENCAO-DAS-PONTES-BRASILEIRAS.pdf>

Simplemente espantoso. No hay palabras que puedan describir la debacle total.

Eng. Carlos Henrique Consoni

En efecto... Cuántos años, quizás décadas de abandono de nuestros puentes y viaductos.

Lo cierto es que el concepto de Durabilidad y Vida Útil es reciente. En Brasil, tiene solo 22 años y solo ingresó a nuestro estándar matriz, ABNT NBR 6118, en 2003.

En 2003, se habían publicado varios artículos sobre el tema, así como el concepto en 1993, en el Código Modelo de 1990.

Los puentes pretensados tienen un envejecimiento complejo y son difíciles de diagnosticar. Así como es complejo reforzar e intervenir de forma correctiva de forma segura.

Además, para complicar las cosas, tienen el enorme riesgo de corrosión bajo tensión que debilita el acero y puede provocar colapsos repentinos sin previo aviso, como lo ocurrido en el puente de arco de Génova, Socorro en São Paulo, Remedios en São Paulo y ahora en el puente Juscelino, solo por nombrar algunos.

La ingeniería de puentes, y especialmente la inspección, el diagnóstico y la intervención correctiva, se está quedando atrás y requiere un gran esfuerzo y asociaciones entre universidades, especialistas, gestores privados y autoridades públicas.

No tiene sentido tirar piedras solo al poder público si ni siquiera la mejor ingeniería de puentes y los mejores especialistas saben cómo inspeccionar, diagnosticar e intervenir de manera segura.

¿Dónde están las normas, los procedimientos, las pruebas, para inspeccionar puentes pretensados?

Espero que no ocurra lo mismo con el tema de la sostenibilidad.

Nos tomó 10 años después de que el CEB-FIP introdujera la durabilidad y ahora publicamos nuestro ABNT NBR 6118 que ignora el término **sostenibilidad**, a pesar de que el tema se ha discutido durante más de 25 años y el Código Modelo fibonacchi ya se ha introducido claramente en la versión 2023.

Hagamos **un mea culpa** antes de tirar piedras a los gerentes.

Abrazos

Prof. Dr. Paulo Helene, São Paulo, SP

Buenos días, querido profesor Paulo Helene,

Gracias por la breve descripción histórica del concepto de durabilidad y vida útil y otros conceptos pertinentes a la seguridad de las estructuras.

Estoy de acuerdo en gran medida con lo que escribió.

En el caso del puente JK, el informe Dnit de 2019 indicó, en la nota 2, que la estructura requería atención. Todavía más para el audaz diseño estructural. Y se reportaron vibraciones en la sección central.

Y no se ha hecho nada concreto para mejorar la situación, en los pocos más de cinco años transcurridos entre la fecha del informe y la fecha del colapso.

Según los datos publicados en el manifiesto de Ibracon, tenemos un puente con problemas

en cada área de 27 x 27 km² en Brasil (proporción que puede disminuir o aumentar dependiendo del estado de la infraestructura en la región). Y un camionero puede pasar por encima de unos 12 puentes con problemas en un día. ¿Y qué pasa con un inocente cabeza de familia que camina por ahí?

En Brasil, no ha habido cultura de mantenimiento desde la época colonial y todavía hay otros factores que involucran a las obras de arte, como profesionales sin capacidad para calcularlas, irregularidades con el material, uso incorrecto de recursos y, para muchos, simples adornos para campañas.

Sé que hay personal capacitado y de buena voluntad involucrado en estos casos. Pero, ¿serán suficientes para resolverlo realmente?

Volviendo al caso del puente JK, Estadão publicó un informe especial y largo, solo para firmantes, que muestra el destino de las enmiendas para los respectivos municipios atendidos por el puente, a orillas del río Tocantins. Fueron R\$ 35,6 millones destinados específicamente a mejorar la infraestructura de la región, pero que se utilizaron para otros fines, como conciertos y compras de lámparas LED.

Saludos.

Eng. Carlos Henrique Consoni

Estimado Carlos,

Agradezco su respuesta muy esclarecedora y estoy de acuerdo con ella.

Necesitamos hacer algo, pero no podemos simplemente esperar y exigir que los gobiernos federal, estatal y municipal lo hagan.

Tampoco podemos simplemente esperar y exigir que ese grupo de políticos que elegimos para el Poder Legislativo exijan fondos asombrosos del Poder Ejecutivo para, sin rendir cuentas, usar en sus corrales electorales.

Estoy de acuerdo con usted, les cobraremos, elegiremos mejores representantes, pero tenemos que hacer nuestra parte.

Por ejemplo:

1. ¿iiiiCómo inspeccionar cables de pretensado que están dentro de fundas rellenas de lechada... durante años!!!!?
2. ¿Cómo medir las pérdidas por pretensado in situ?
3. ¿Cómo medir el riesgo de agrietamiento por corrosión bajo tensión dentro de fundas antiadherentes (grasa) o con soporte de pegajosidad (lechada)?
4. ¿Cómo inspeccionar una cabeza de anclaje y juzgar si está bien o en riesgo de corrosión en la interfaz con la mordaza?

5. ¿Cómo utilizar correctamente equipos con potencial de corrosión que ni siquiera está normalizado en Brasil? ... ¿Y un equipo de corriente corroída? ... ¿Y una prueba de carbonatación? ¿Cuántos laboratorios son capaces de identificar AAR o DEF? ... ¿Y un equipo de tipo piameter/magnético? ... ¿Y una prueba de percusión o de impulso eléctrico? ¡Todos estos, y me detendré aquí, aún no tienen un estándar en Brasil ni profesionales suficientemente capacitados para hacer el ensayo e interpretarlo bien!
6. ¿Cómo remediar o rehabilitar un puente pretensado?
7. Es fácil y desde hace años existe una lista de verificación para inspeccionar desagües, equipos de soporte, juntas, barandillas, cuernos, estribos, muros, pilares, vigas y losas reforzadas. Pero, ¿qué pasa con las vigas y losas pretensadas? Y los cimientos?

Ya he recibido un informe de inspección con 65 puntos de anomalías y la nota 2 tenía una sola grieta transversal en los cables tensores que era importante pero que permanecía unida en la canasta del gato de las otras 64 anomalías y el gerente, evidentemente no sabía, que tenía que tomar provisiones inmediatas ...

8. Tenemos algunas posibilidades de intervenir para corregir problemas, pero ninguna consensuada. No existe una norma ni siquiera para decir cómo corregir un problema de corrosión de refuerzo en estribo y refuerzo principal de piezas reforzadas. Y mucho menos corregir la corrosión por refuerzo de tensión en pretensado.... Hay personas que usan aditivos inhibidores (no estandarizados), otros tabletas anódicas (no estandarizados), otros humo de sílice, otros decapantes (no estandarizados) y otros fosfatantes (no estandarizados), etc., y todos piensan que su solución es la mejor del mundo.

Por eso hago un llamamiento a que, además de responsabilizar a las autoridades, critique las desviaciones de los parlamentarios, también hagamos nuestra parte en este latifundio.

Y esto cuesta horas de voluntariado, investigación, reuniones, un espíritu humilde y flexible para comprender y ver todos los lados.

Ibracon ya se inició hace años en la sostenibilidad y la durabilidad, pero va poco a poco porque el voluntarismo sigue siendo raro en la ingeniería civil y cambiar algo se mete con una estructura inercial de grandes proporciones.

Ahora el profesor Ademir ha iniciado un grupo de voluntarios para discutir la salud del puente. Maravilloso!

Hablemos... Abrazos

Prof. Dr. Paulo Helene, São Paulo, SP

Buenos días a todos,

Conocer el grado de seguridad de una estructura es, quizás, el problema más complejo de la ingeniería. ¿Cómo medir el compromiso del hormigón y el acero a lo largo del tiempo? Si ponemos los cables de pretensado en esta cuenta, rozaremos lo imposible.

Abrazos a todos.

Eng. Roberto Solano, Rio de Janeiro, RJ

Caro

La inspección de puentes es de hecho un problema complejo, sin embargo, no creo que el problema sea la tecnología disponible.

Los puentes se inspeccionan con precisión y calidad en todo el mundo. Existen métodos suficientemente competentes para determinar el estado y diagnosticar cada patología de cada elemento de cada tipo de puente.

Algunos

<https://www.screeningeagle.com/en/industries/infrastructure/bridges>

aquí:

En mi opinión, el problema es otro: la mentalidad.

El bridge es algo caro. Se deben hacer cosas caras para durar. Cualquier otra cosa que no sea eso es un desperdicio de dinero (ipúblico!).

Un puente debe diseñarse y ejecutarse para que dure 100 años. Si dura 30 años, es dinero tirado a la basura.

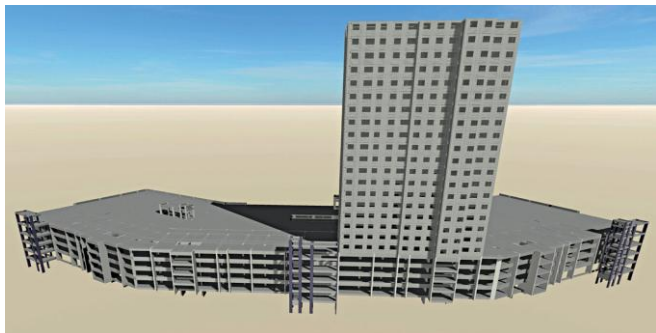
Colegas de Finlandia comentaron hace unas semanas que se están diseñando algunos puentes grandes para hace 200 años.

Un puente mal hecho es obviamente más barato que uno bien hecho. Un proyecto mal hecho o hecho apresuradamente es más barato que uno bien hecho. Pero nada de esto puede ser más caro que tener que construir el puente de nuevo.

Hay quienes piensan que como Brasil no es un país rico (tengo mis dudas), no puede permitirse hacer las cosas con calidad. Sin darse cuenta de que hacer cosas malas es tirar el dinero. Es esta mentalidad la que tiene que cambiar.

Es precisamente porque no nos sobra dinero que no podemos desperdiciarlo. Finlandia ya lo ha entendido.

Kreft Engenharia de Projetos, Campinas, SP



Es por eso que la ingeniería y sus escuelas deben ser valoradas y tomadas en serio. Los proyectos deben estar bien remunerados, tener plazos razonables y es necesario que se revise el valor de las obras en las licitaciones. Las empresas no utilizan buenas juntas de dilatación porque "son demasiado caras", los dispositivos de soporte son "demasiado caros", los equipos para pilotes de gran diámetro son "demasiado caros", el encofrado de calidad es "demasiado caro"...

El error comienza en la subasta.

Aquellos que deciden los precios parecen no tener idea de lo que están haciendo y, por alguna razón, la industria no tiene fuerza para impugnarlo. Ya estamos en la etapa en la que se piensa que es así, y esto es muy preocupante.

Necesitamos una buena ingeniería.

He visto videos de puentes con problemas donde claramente la ejecución estaba mal hecha. Es recurrente en casos como este que el precio de la obra era muy bajo.

La calidad es responsabilidad con el dinero público. Nuestro dinero.

Vale la pena. Evita muchos

problemas. Abrazos

Eng. Franklin Gratton, Southbank Vitória, Australia

Calculistas Bahia

Teniendo en cuenta la situación actual de los puentes en Brasil, sugiero la ejecución de pruebas de carga.

Tema: Prueba de carga en puentes

Symposium de Estruturas, Julho de 1944, INT, RJ

Artículo: Pruebas y verificación de estructuras

Autor: Paulo Franco Rocha, IPT, SP

<http://aquarius.ime.eb.br/~webde2/prof/ethomaz/provas-decarga.pdf>

Fernando Lobo Carneiro, INT, RJ, UFRJ, ver página 25.

Telemaco Van Langendonck, USP, ver página 28.

Paulo Franco Rocha, IPT, SP, ver página 30.

"Realizar prueba de carga con la carga móvil incrementada en un 20%".

OSMB, São Carlos, SP



Comentarios de Eduardo Thomaz:

1. Teniendo en cuenta la situación actual de los puentes en Brasil, sugiero la realización de pruebas de carga con la carga móvil que realmente pasa por el puente, (Dnit debe saber) aumentada por 20%.
2. Observar:
 - agrietamiento (la grieta máxima en la prueba debe ser inferior a 0,2 mm)
 - deflexión residual no deseada, *después de completar la prueba de carga (ver página 31: "Siempre que la deflexión residual no exceda el 20% del total, se concluye que existe un régimen elástico de deformaciones. ")*.
3. Las pruebas de carga evalúan la estructura de forma global y garantizan una mayor seguridad para los usuarios.
4. Las pruebas de carga son relativamente fáciles de hacer, y hay empresas en Brasil capaces de hacerlas.
5. Las sugerencias y comentarios son bienvenidos.

Eng. Eduardo Thomaz, Rio de Janeiro, RJ

Poemas del ingeniero Roberto Solano Carneiro Novaes

El fantástico mundo de los matemáticos

Viven en un mundo virtual y virtuoso Saben contar e ir más allá en la fantasía Números reales, racionales e irracionales
Independientemente de
Números finitos e infinitos Sin límites
Los matemáticos son magos sin vara Inventan teorías, rebosan de comprensión Merecen el aplauso de los científicos
Son los dioses de lo imaginario
Saben ver todo dentro de la nada
Y demostrar que nada puede ser todo

Pretensado

¿El pretensado del sujetador de ingeniería es Down? ¡Plantea!
Un truco de magia
Un extra de alegría
Algunos dirán: "un mal necesario"
Otros aplauden
Existe la pretensión de salvar, no de amar

Punto de momento nulo

En el rayo de la vida hay un rincón especial Allí el momento es nulo, el rayo descansa
En el auge y la caída de las tensiones, el oasis existe

iMomento zero, que alegría!

Un domingo a mitad de semana
El descanso antes de subir la rampa Y dar el máximo en el apoyo

iLa vida de la viga es difícil y sufriente, Pero es valiente y supera la brecha Respétala mi hermano!

La encuesta y el sueño

El sueño nace primero, el sondeo después
El sueño es construir una casa o un edificio
El sondeo viene a descubrir misterios Sí, el suelo es un gran misterio
¿No realizarás tu sueño sobre lo desconocido? Así que mantengamos el suelo sin miedo
El sistema SPT te ayudará hasta que una piedra la encuentre ¿Es un palo, es una piedra, es el final del camino? ¡No!
Ni siquiera Tom Jobim sabrá lo que hay en esta piedra En esta lucha por hacer realidad tu sueño, el sondeo es el comienzo del camino
Con las bendiciones de Tom.

El rayo de la vida

La viga de la vida tiene tres soportes
A la izquierda, el amor, en el centro, la salud, a la derecha, el dinero
Las cargas distribuidas son de educación y familia
Ocasional tenemos a la pareja e hijos
Todos generan momentos negativos y positivos
Los filos de corte cambian a lo largo de la vida útil (viga)
Se produce la represión de los soportes
Si el amor se hunde, el dinero trata de resolverlo
Si reprimes el dinero, hay salud que aguantar Si reprimes tu salud, la viga corre el riesgo de colapsar Y así vamos llenos de momentos y cortes Construyendo nuestra vida (viga)

Zapata

Vivo en el suelo
Tengo vocación de ser una pirámide,
Pero me tiran al suelo
Y, lo que es peor,
¡me entierran! Finjo estar muerto...

Cuando el edificio se agrieta, es mi culpa
La vida como un zapato no es fácil no

Soporto todo en el suelo
En cuanto al solo, no me ama, demasiada presión

Así vivimos este matrimonio, él y yo hasta que el dueño de la tierra nos separe

66° Congresso Brasileiro del Hormigón

Con el lema "Hormigón: el material del Pasado, Presente y Futuro", el Congreso Brasileño del Hormigón 2025 se realizará en Curitiba – Paraná, los días 28, 29, 30 y 31 de octubre.



El mayor foro técnico nacional de debates sobre la tecnología del hormigón y sus sistemas constructivos. Un encuentro nacional e internacional de profesionales y expertos en el campo de las estructuras de hormigón.

Este año cuenta con una gran novedad: la STARTUP ISLAND!

En este espacio exclusivo, las startups innovadoras tendrán una oportunidad única de presentar sus soluciones disruptivas a un público altamente cualificado, formado por expertos líderes, empresas líderes del sector, inversores y responsables de la toma de decisiones.

TQS volverá a estar presente con stand propio en FEIBRACON – Feria Brasileña de la Construcción de Hormigón.

Obtenga más información, en:
<https://concreto.org.br/66cbc/>

ENECE 2025 – 28° Encontro Nacional de Ingeniería y Consultoría Estructural



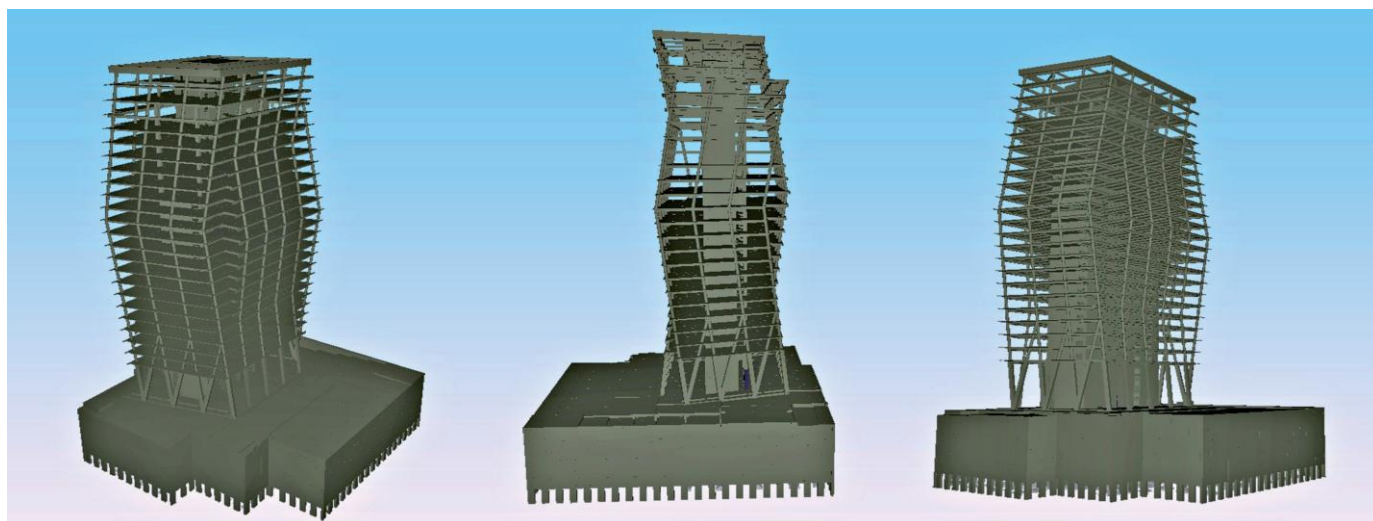
En 2025, ENECE llega a su 28ª edición con un tema central que refuerza la relevancia del papel del diseñador estructural en la búsqueda de obras más eficaces, seguras y sostenibles:

Calidad y eficacia en proyectos estructurales: constructibilidad y productividad

El evento tiene como objetivo explorar cómo las decisiones de diseño impactan directamente en la calidad del trabajo, el consumo racional de materiales, la productividad de la mano de obra y la reducción del impacto ambiental. La propuesta es integrar a los profesionales en la cadena productiva de la construcción civil, promoviendo el diálogo entre el diseño, la planificación y la ejecución estructural.

El evento se realiza el 3 de octubre de 2025, en São Paulo, SP.

Obtenga más información, en:
<https://enece.abece.com.br/enece-2025/>



GERDAU DESIGN: O FUTURO DA CONSTRUÇÃO COMEÇA AQUI.

PENSAR JUNTO É CONSTRUIR MELHOR.



Seu projeto merece mais do que estrutura: merece estratégia construtiva, inovação e soluções sob medida.



GERDAU DESIGN

A Gerdau Design é uma consultoria exclusiva que apoia construtoras, arquitetos, projetistas, incorporadoras e investidores na busca pela melhor solução construtiva para cada obra.

Com presença técnica próxima e estudos comparativos de sistemas estruturais, ajudamos a otimizar custos, prazos e logística de execução.

Apoiamos desde a concepção do projeto até a conexão com parceiros estratégicos, sempre com foco em produtividade, eficiência e sustentabilidade.

Transformamos desafios em vantagens construtivas. Porque cada projeto é único, e merece uma solução pensada junto com você.



mais.gerdau.com.br



TQS asiste a la Convención ACI Spring 2025 en Toronto

Entre el 30 de marzo y el 2 de abril, Toronto fue sede de la *Convención de Concreto ACI Spring 2025*, una de las principales reuniones internacionales en ingeniería de concreto. El evento reunió a más de 2.500 participantes de diferentes partes del mundo, entre profesionales, investigadores y estudiantes en un intenso programa de sesiones técnicas, comités y actividades dirigidas a la nueva generación de ingenieros.

Tuvimos el placer de participar una vez más, aportando contenidos técnicos y estrechando lazos con la comunidad internacional. Esta fue la segunda participación de la compañía en el evento, tras la presencia de Alio Kimura, socio director de TQS, en la edición de 2024, en Nueva Orleans. Este año, nuestro equipo estuvo representado nuevamente por Alio Kimura y por Adriana Abrahão, del equipo de desarrollo de TQS. Ambos participaron como ponentes en la sesión *Comparación Internacional de Códigos: ACI 318, Brasileño y Eurocódigo*, compartiendo lecciones aprendidas del trabajo que se ha desarrollado en el subcomité ACI 318-L.

Además, conocimos a otros compañeros y amigos de TQS que también estuvieron presentes.



Brasileños que se presentaron en la sesión de Comparación Internacional de Códigos: ACI 318, Brasileño y Eurocódigo – Alio Kimura, Adriana Patricia Abrahão y Marco Carnio



Aprendizajes y conclusiones de algunos ejemplos de comparación de códigos de diseño RC no Convención ACI 2025 por Alio Kimura

Participación brasileña en el evento

La presencia brasileña fue modesta en números, pero relevante dentro de un evento global como este. En la misma sesión en la que se presentaron Alio Kimura y Adriana Abrahão (TQS), el profesor Marco Carnio (PUC-Campinas) habló sobre el uso del hormigón reforzado con fibras en Brasil. También se presentó un estudio del grupo de investigación formado por los ingenieros Matheus Marquesi, Fernando Stucchi, Matheus Carvalho y Carolina Silva, que abordó la dimensión del cortante de losas según la norma ACI 318-19. Los representantes de IBRACON, Julio Timerman y Rafael Timerman, estuvieron presentes y lograron un hito importante: el establecimiento del *Capítulo Brasil ACI*, fortaleciendo aún más los lazos entre las comunidades técnicas brasileña e internacional.

Aprendizaje y colaboración en el escenario internacional

Las presentaciones formaron parte de las actividades del Subcomité de Enlace Internacional ACI 318-L, coordinado por el ingeniero Neven Krstulovic-Opara de ExxonMobil. Desde 2021, el grupo se dedica a la comparación técnica entre las normas de diseño de edificios de hormigón, como ACI 318:2019, NBR 6118:2023, Eurocódigo y KDS, mediante la resolución de ejemplos prácticos.



Comparación de códigos de presentación: ACI318:19 y NBR 6118:2023 en la Convención ACI 2025 por Adriana Patricia Abrahão

Este intercambio técnico ha reunido a ingenieros de diferentes partes del mundo, fomentando un espacio de colaboración internacional y demostrando ser valioso para acercar las filosofías de los proyectos, inspirar mejoras y favorecer el aprendizaje mutuo. Discusiones como el uso de ejemplos hipotéticos o reales, cálculos manuales o de software, muestran que no existe un camino único o un ejemplo perfecto -

lo importante es empezar y avanzar. La comparación entre estándares permite identificar las adaptaciones necesarias a los contextos regionales, además de apoyar a los ingenieros que trabajan en proyectos internacionales, donde a menudo se combinan diferentes estándares. Aunque solo estamos al comienzo del trabajo, ya hemos podido percibir diferencias, plantear hipótesis y contribuir con importantes reflexiones. Más que comparar números, buscamos crear conexiones entre diferentes culturas técnicas, promoviendo una comprensión más amplia y colaborativa del diseño de edificios de hormigón armado.

Temas destacados: sostenibilidad, innovación y el futuro de la ingeniería

Además de las sesiones técnicas y las reuniones de los comités, la convención estuvo marcada por temas que reflejan las transformaciones del sector. El lanzamiento de ACI 318-25 y otros estándares actualizados fue uno de los principales hitos del evento, con sesiones dedicadas a explicar los cambios. La sostenibilidad también desempeñó un papel central, con debates prácticos sobre el uso de hormigón con bajas emisiones de carbono, los desafíos de implementación y la evolución de los estándares regulatorios.



Sesión de la ACI Convention 2025

La innovación también estuvo en la agenda, con debates sobre nuevos materiales, métodos de construcción y el uso de tecnologías digitales, como la inteligencia artificial, en la ingeniería cotidiana. Otro punto fuerte fue el compromiso de estudiantes y jóvenes profesionales, que batieron un récord de participación, con actividades interactivas y programas de mentoría que refuerzan la renovación de la comunidad técnica.

Mantener viva la cultura de colaboración

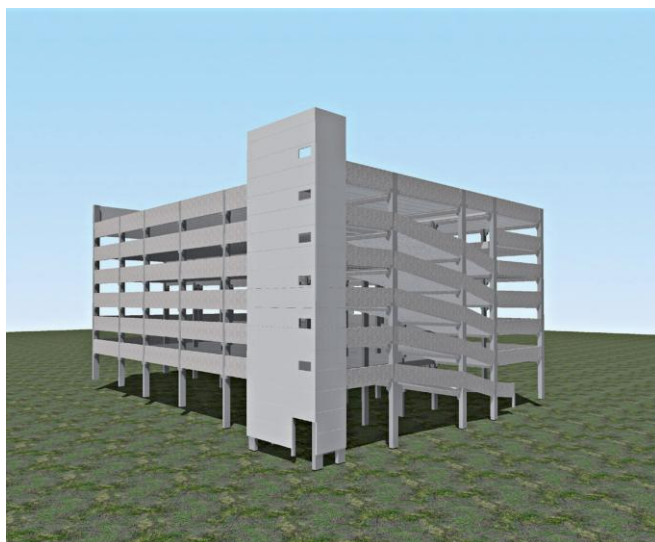
Nuestra participación en la Convención ACI 2025 refleja los valores que siempre han guiado a TQS desde su fundación en 1986: la búsqueda del conocimiento y la valoración de las relaciones humanas. Creemos que el progreso técnico se construye con diálogo, generosidad y amistad entre profesionales.

Este espíritu de colaboración, tan presente en la historia de TQS, sigue vivo y renovado en cada evento, cada asociación y cada contribución al avance de la ingeniería estructural.



Celebrando el logro del Capítulo ACI Brasil

MARNA PRÉ-FABRICADOS, Pinhais, PR



RM Mais Projeto Estrutural, Vinhedo, SP



Lanzamiento del libro *A Protensão Não Aderente no Brasil – A História a partir do Ceará*

En este libro, el ingeniero, profesor e historiador Ricardo Brígida presenta la trayectoria de la introducción del Pretensado No Adherente en Brasil, liderado por un grupo de profesionales de Ceará. Él mismo participó en los primeros viajes de intercambio técnico a los Estados Unidos, donde la técnica ya se aplicaba ampliamente. El trabajo reúne información técnica, fotos y tableros que documentan la llegada y difusión de esta innovación en el país. Lectura esencial para ingenieros, arquitectos y estudiantes interesados en la evolución de las técnicas de construcción en Brasil.

El lanzamiento nacional del libro tendrá lugar en el Salón del Hormigón, el 21/08, en el stand de Impacto Proten- são (E53), con la presencia del autor, que estará disponible para conversar con los presentes.

Además, el libro ya está disponible para pre-pedido en Amazon, en el siguiente enlace: <https://a.co/d/1ab8K36>



Ingeniero Nelson Covas e o docente e historiador Ricardo Brígida



Prof. Augusto Carlos de Vasconcelos - Inscripción en el libro de méritos de la CONFEA

"La Medalla al Mérito, la inscripción en el Libro del Mérito y las menciones honoríficas del Premio al Mérito del Sistema Confea/Crea 2025, durante la 80ª Semana Oficial de Ingeniería y Agronomía (SOEA), ya tienen sus nombres definidos y aprobados por el pleno de Confea. Soea se realizará del 6 al 9 de octubre, en Vitória-ES. La aprobación de los nombres indicados por la Comisión de Mérito - CME se realizó este jueves (29/5), en pleno 1711.

El Canciller del Mérito, ing. civ. Carmen Petraglia, presentó las nominaciones. "Hemos mejorado los criterios de evaluación. Solicitamos a los Crea que mejoraran la descripción de los currículos a evaluar. Funcionó. Podemos decir que estos nombres serán una inspiración para los futuros profesionales". El CME también está formado por consejeros federales Giucélia Fi- gueiredo; Neemias Barbosa e Cândido Carnaúba.

*Ingeniero Civil Augusto Carlos de Vasconcelos -
Indicación Crea-SP*

Nota de muerte del Ing. Antonio Carlos Reis Laranjeiras

Es con el más profundo e inmenso pesar que anunciamos el fallecimiento de uno de los grandes referentes de la Ingeniería Estructural brasileña: el querido ingeniero Antonio Carlos Reis Laranjeiras, más conocido como Prof. Laranjeiras.



(1956-1993). Fue presidente del Club de Ingeniería de Bahía.

Además de los honores recibidos por ABECE, fue galardonado con el Emílio Baumgart, Ibra-con, Destaque en Ingeniería; Diploma INT / ABCP (Río de Janeiro), Servicios relevantes.

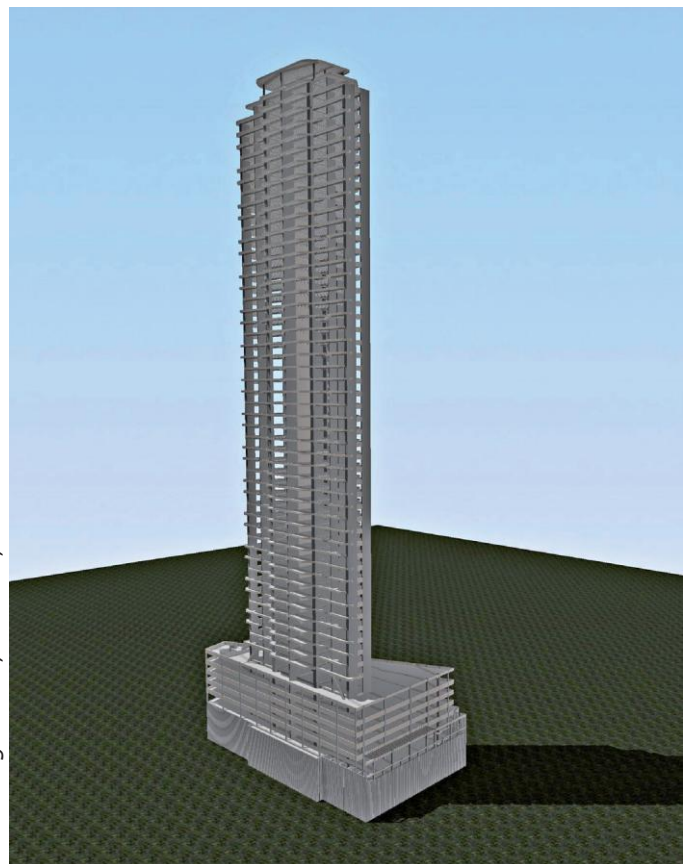
Fue socio director de ACR Laranjeiras & Cia. Ltda. Proyectos Estructurales, habiendo diseñado estadios, obras hidráulicas, puentes, edificios, obras industriales, pavimentos; además de haber escrito tesis, es autor de tesis, publicaciones técnicas, traducciones y borradores de Normas.

Fue honrado con el título de "Personalidad de la Ingeniería Estructural" en la inauguración de la 11ª ENECE, en 2008, durante la ceremonia del VI Premio al Talento en Ingeniería Estructural. Muy conmovido por el homenaje, el ing. Laranjeiras pronunció un hermoso y emotivo discurso en agradecimiento por el homenaje y también conmovió a los presentes.

Ingeniero Civil por la Escuela Politécnica de la UFBA (1954), con posgrado en Estructuras por la Escuela Nacional de Ingeniería - UFRJ, Technische Hochschule - München (Alemania), la Universidad de Texas en Austin (EE.UU.) y el Laboratorio Nacional de Ingeniería Civil, Portugal, Laranjeiras fue profesor titular de la Escuela Politécnica de la UFBA (1957-1987).

Tiene los títulos de Profesor Emérito de la UFBA, Profesor de Hormigón Armado (por concurso) de la UFBA y Profesor Estab. Construir. y Hormigón Armado (por concurso) de la UFBA. Es ingeniero jubilado del Departamento de Carreteras de Bahía

MD Engenheiros, Fortaleza, CE



Homenaje al ingeniero Godart Silveria de Sepeda



Es con gran honor y admiración que rendimos este homenaje al ingeniero Godart Silveira de Sepeda, cuya trayectoria está entrelazada con la historia de la propia ingeniería estructural brasileña.

A lo largo de décadas de dedicación, Godart ha construido un legado marcado por la excelencia técnica, la innovación y la integridad profesional. Graduado en Ingeniería Civil por la PUC-Rio, con formación complementaria en Matemáticas por el IMPA y especialización en Ingeniería Estructural por la UERJ, siempre se ha adelantado a su tiempo. Su sólida formación fue solo el comienzo de una brillante carrera, que abarca proyectos de gran alcance e impacto nacional e internacional.

Como director técnico de M. Sepeda Projetos de Engenharia, trabajó en algunas de las obras más importantes del país, entre ellas las centrales nucleares de Angra II y III, el metro de Recife y los proyectos de refinería de Petrobras. Su contribución trascendió las fronteras, con un desempeño notable en Irak, donde desempeñó funciones técnicas y académicas, enseñando en la Universidad de Bagdad.

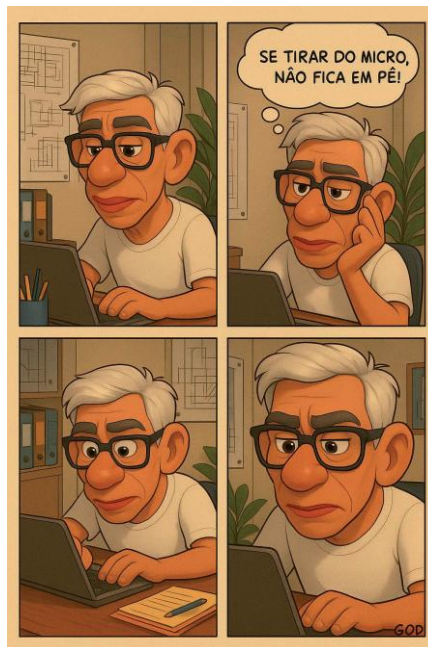
Pionero en el desarrollo del "Método B", una herramienta ahora presente en el software de cálculo estructural, Godart demostró su visión innovadora y su compromiso con la evolución de la ingeniería. Su capacidad

de transformar la teoría en práctica la ha convertido en un referente indiscutible entre profesionales y académicos.

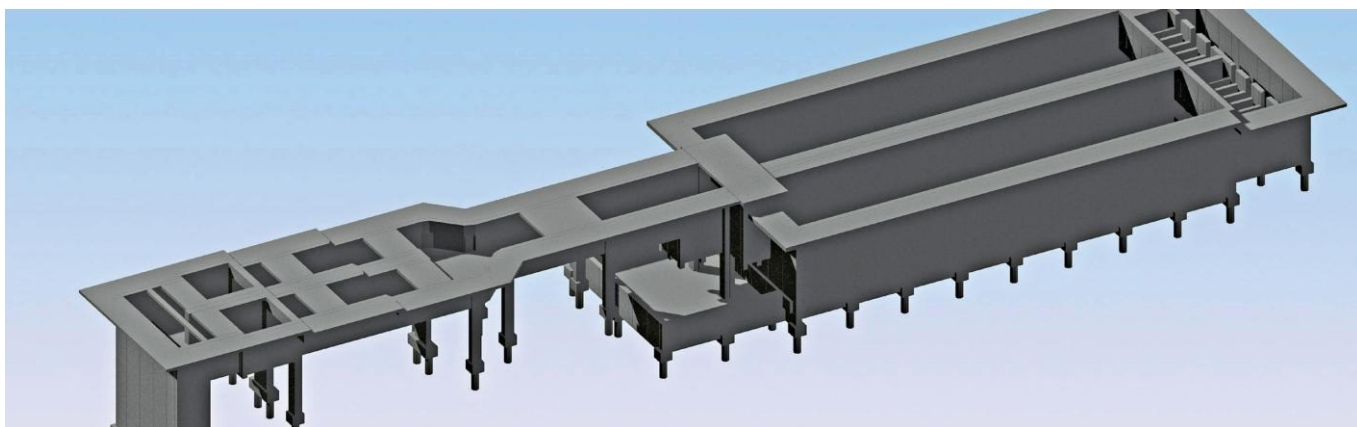
Más que un ingeniero, Godart era un maestro. Fue profesor de la PUC-Rio, formador de generaciones de ingenieros y pensador inquieto, siempre presente en debates y reuniones técnicas. Su mirada crítica y a la vez constructiva marcó caminos e inspiró a innumerables profesionales.

Por lo tanto, honramos no solo un nombre, sino una historia viva de dedicación, competencia y pasión por la ingeniería. Un ejemplo que quedará como referencia ética y técnica para las generaciones futuras.

Nuestro respeto, nuestra gratitud y nuestra más profunda admiración al ingeniero Godart Sepeda, descanse en paz.



Charge Godart Sepeda





Aplicativos na TQS Store

<https://www.tqs.com.br/apps/calculators>

Além de *plug-ins* para BIM, a TQS Store conta com inúmeras ferramentas auxiliares para engenheiros, de diversos assuntos, desenvolvidos por terceiros e que não dependem do TQS para funcionar.

V-PRO | Calculadora de Vigas Protendidas
Sander David Cardoso Junior

Reservatórios | Calculadora de reservatórios
TQS Informática Ltda.

CalcLajes | Calculadora de Lajes
Valério S.A.

SECAOVIG | Mudança Brusca de Seção em Viga
Celso Jaco Faccio Júnior

GeoEst | Reações e Capacidade de carga de estacas
TQS Informática Ltda.

AlfaR | Fator de Restrição à Rotação
TQS Informática Ltda.

LPUNC | Calculadora de Punção
Celso Jaco Faccio Júnior

DETPRO | Ancoragens de Protensão
Celso Jaco Faccio Júnior

LIP | Pontes em Vigas Múltiplas
Sander David Cardoso Junior

LocBase | Locações de pilares
Guilherme Luiz Pereira Pinto

KROKI-FCR | Estabilidade de Pilares e Seção de Concreto Armado.
Lucas Chaves de Aguiar

Conten | Muros de contenção/arrimo
Sander David Cardoso Junior

CALCMOLA | Estimativa de molas de fundação
TQS Informática Ltda.

MetalCheck | Elementos metálicos
TQS Informática Ltda.

ESCPLIS | Escadas Plissadas
Celso Jaco Faccio Júnior

ProUni | Peças pré-moldadas protendidas
Augusto C. Vasconcelos e Alio Kimura

ESCAD | Escadas Usuais
Celso Jaco Faccio Júnior

QFER | Extração dos Quantitativos de Ferros TQS
TQS Planear Consultoria Ltda.

PREF | Programa de Reforço Estrutural com Fibra de carbono
Fabio Sello Prado, Pedro Henrique Cerento de Lyra

PRECALC | Vigas e lajes protendidas com armadura reta aderente
João de Oliveira Dorta Filho, Rafael Alves de Souza

HFIPIBR | High Frequency Pressure Integration
Sérgio R. P. Medeiros e Sérgio Stolovas

CARAMBOLA | Calculadora de Vida Útil
Thomas Garcia Carmona

Sapforte | Sapata isolada rígida
João Pedro Aparecido Mestre Farinelli

CALCLaje | Calculadora de armadura para lajes
Murilo José Marques da Silva

P-Calc | Pilares de concreto
Sander David Cardoso Junior

FSCalc | Seções de concreto armado sujeitas a flexão normal simples e cisalhamento
Jackson Deliz Ditz

T-Rüsch | Tabelas de Rüsch para pontes
Gustavo Elias Khouri, Mariana Silva Serapião e Sander David Cardoso Junior

CalculaTimber_CLT | Calculadora de Lajes de Madeira Engenheirada (CLT)
Johnny Fontana, Maurizio Vairo, Ana Carolina Pegoraro

FlexCisTor | Dimensionamento à Flexão Normal Simples, Cisalhamento e Torção
Reginaldo Lopes Ferreira

Alvena | Resistência do prisma e bloco de alvenaria estrutural à compressão
Rangel Lage e TQS Informática Ltda.

SECC | Seções de concreto armado ou protendido
Sander David Cardoso Junior

SCAPE | Aparelhos de apoio elastoméricos
Felipe Premazzi Rego, Larissa Xavier de Melo, João Paulo Bortolazzo de Campos e Sander David Cardoso Junior

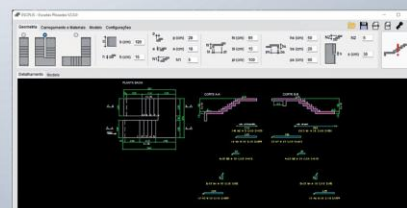
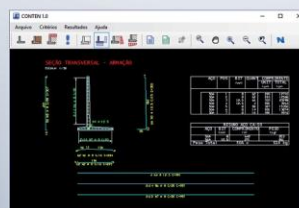
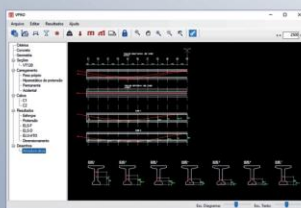
RLF SecPro | Seções Protendidas
Reginaldo Lopes Ferreira

ARMSUSP | Armadura de Suspensão de Vigas
Petrus Gorgônio B. da Nóbrega, Eduardo Marques Vieira Pereira e Ítalo Samuel da Silva Araújo

PROPGEOM | Propriedades geométricas de seções arbitrárias
Ítalo Samuel da Silva Araújo, Selma Hissae Shimura da Nóbrega e Petrus Gorgônio B. da Nóbrega

LDB | Geração de Linhas de Balanço
TQS Planear Consultoria Ltda.

Se tiver interesse em publicar seu trabalho na TQS Store, acesse <https://www.tqs.com.br/developers>. Há inúmeras bibliotecas de programação disponíveis no SDK (Standard Development Kit) da TQS.



Nota de muerte del Ing. Antonio Oscar Cavalcanti da Fonte

Con gran pesar anunciamos el fallecimiento del Ing. Antonio Oscar Cavalcanti da Fonte, asociado de ABECE y ex director de la Regional de Recife.

Graduado en Ingeniería Civil por la UFPE (Universidad Federal de Pernambuco) en 1970, con una maestría en Ingeniería Civil por la UFRJ (Universidad Federal de Río de Janeiro) en 1972 y un doctorado en Ingeniería Civil por la misma Universidad en 1992, fue investigador y profesor adjunto IV en la Universidad Católica de Pernambuco.

Tenía experiencia en el área de Ingeniería Civil, con énfasis en Docencia e Investigación en Ingeniería, trabajando principalmente en los siguientes temas: análisis estructural, análisis no lineal, análisis dinámico, edificios altos, ingeniería civil, estructuras de hormigón, interacción suelo-estructura, compatibilidad de proyectos, Ingeniería Simultánea.

Fue evaluador del SINAES, Miembro de la Facultad de Estructuración del Curso de Ingeniería Civil y del Colegiado del Curso de Ingeniería Civil.

Deja un importante legado de conocimientos en el área de Ingeniería Estructural y es muy extrañado por familiares y amigos.



Nota de muerte Ing. Claudio Renato Penteado De Luca

Con profundo pesar anunciamos el fallecimiento de Claudio Renato Penteado De Luca, a la edad de 85 años, en São Paulo (SP).

Ingeniero Civil por la EPUSP - Escuela Politécnica de la Universidad de São Paulo (1962), fue director de De Luca Engenharia de Estruturas y asociado de ABECE.

Nuestras condolencias a familiares, amigos y compañeros de trabajo.

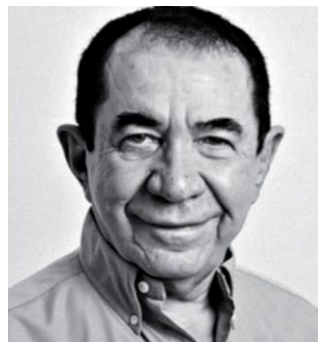


Nota de muerte del Ing. Gerardo Santos Filho

Lamentamos anunciar el fallecimiento del Ing. Gerardo Santos Filho, ex Director Regional de Ceará.

Ingeniero civil, entusiasta del IBRACON, nunca dejó de participar en congresos y eventos, además de imprimir una dinámica notable en la Regional de Ceará.

A la familia, nuestros más sinceros sentimientos.



Disertaciones y Tesis

LISBOA, Guilherme de Paula

Propuesta de una metodología para la simulación computacional del colapso progresivo de estructuras de celosía en hormigón armado

Trabajo Fin de Máster: Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil da Universidade Federal de Goiás, 2020
Consejero: Prof. Dr. Daniel de Lima Araújo

El colapso progresivo es un evento relativamente raro asociado con la propagación de daños locales a la estructura, pero que resulta en daños desproporcionados con respecto a la causa inicial. Las normas y recomendaciones de proyectos más referenciadas sobre el tema, cuando tratan el tema de forma explícita, lo hacen de dos maneras principales. Por métodos indirectos, basados en la provisión de continuidad, redundancia y ductilidad, mediante el uso de enlaces entre elementos estructurales con el uso de armaduras actuales o cordones de pretensado no tensados dentro de dichos elementos, por ejemplo. La otra forma se basa en métodos directos, que, basados en técnicas avanzadas de análisis estructural, buscan dimensionar elementos clave para que resistan fuerzas excepcionales o establecer caminos de carga alternativos para la redistribución de fuerzas resultantes de la pérdida de un elemento vertical, por ejemplo. La definición de las fuerzas de dimensionamiento de los amarres en métodos indirectos generalmente se realiza empíricamente. En el método directo, para que la estructura resista daños locales sin colapsar en gran parte o en su totalidad, es necesario verificar la resistencia final de la estructura en situaciones excepcionales, haciendo uso de las no linealidades físicas y geométricas de toda la disposición. En este trabajo se desarrolla una metodología de modelado computacional basada en un modelo numérico simplificado.

Realizado via Método dos Elementos Finitos, implementado no software DIANA© v.10.2,

utilizando elementos finitos de pórtico, resorte rotacional y carcasa. La metodología desarrollada se basa, entre otras consideraciones, en la definición de una ley constitucional para resortes rotacionales representativos de conexiones viga-columna basada en la modificación del comportamiento definido de acuerdo con la Teoría de Campo de Compresión Modificado (MCFT). Con la metodología de modelado validada, se realizan análisis paramétricos, cuyos resultados sugieren que es posible predecir desplazamientos y fuerzas últimas en estructuras monolíticas en pórticos de hormigón armado bajo colapso progresivo en función de las características físicas y geométricas de la estructura definida mientras aún se encuentra en la fase de diseño. La metodología de modelado desarrollada también se aplica al estudio de un pavimento completo. Los resultados obtenidos se comparan con las recomendaciones de diseño de dos referencias: una con un enfoque proporcionando caminos de carga alternativos y la otra con un enfoque proporcionando amarres entre elementos estructurales. Según el método de amarre utilizado, los refuerzos longitudinales de las vigas pueden considerarse como amarres solo si estos elementos tienen una capacidad verificada para soportar rotaciones superiores a 0,20 rad. Los resultados obtenidos indican que esta consideración es conservante.

Link:



MIRANDA, Paulo De Souza Tavares

La influencia de las acciones sísmicas en los edificios brasileños de hormigón

armado Tesis doctoral: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto,
2021 Consejero: Prof. Dr. Humberto Salazar Amorim Varum
Coorientador: Prof. Dr. Nelson Saraiva Vila Pouca

Como país de considerable estabilidad sísmica, Brasil actualmente tiene pequeñas inversiones y pocos investigadores vinculados a estudios sísmicos. Sin embargo, las características constructivas de los edificios brasileños apuntan a la necesidad de estudios más profundos destinados a reducir la vulnerabilidad sísmica incluso en situaciones de terremotos moderados. En este contexto, e impulsada por la estandarización de las normas técnicas en el continente sudamericano, asociada al mayor número de terremotos en Brasil en los últimos años, la Asociación Brasileña de Normas Técnicas (ABNT) publicó en 2006 la NBR 15421 – proyectos de estructuras sismorresistentes, que trata de la obligación de considerar las acciones sísmicas en el diseño de estructuras de edificios. Debido a la baja sismicidad en Brasil, muchos diseñadores estructurales desconocen la norma y son reacios a adoptar los procedimientos establecidos en ella, hecho comprobado por las respuestas a un cuestionario enviado a ingenieros de todos los estados brasileños. Evaluar la influencia de las acciones sísmicas en los edificios brasileños en

En el caso del hormigón armado, se realizaron varios análisis sobre estructuras modelo que representan el parque edificatorio de Fortaleza, la capital del estado de Ceará y la ciudad con mayor riesgo sísmico de Brasil. Los resultados presentan las posibles acciones sísmicas (S) aplicadas a las estructuras frente a un escenario sísmico y también relacionan estas acciones con las obtenidas del viento (V), definiendo así el parámetro S/V . Dichos análisis se llevaron a cabo en los 120 barrios de la ciudad y se evaluaron e interpretaron considerando características particulares de los edificios, como el número de pisos, período en el que fueron diseñados, características de las estructuras, etc. Los valores encontrados en el parámetro S/V exponen claramente la duda sobre el comportamiento sísmico de las estructuras de hormigón de los edificios residenciales de la ciudad de Fortaleza, especialmente aquellos que son más bajos.

Link:



PEREIRA, Nathalia Coelho

Concepción arquitectónica y estructural de dos obras de Oscar Niemeyer: la Iglesia de Pampulha y el Pabellón Gameleira

Dissertação de Mestrado: Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil, 2012

Consejero: Prof. Dr. Luciano Mendes Bezerra

Coorientador: Prof. Dr. Márcio Augusto Roma Buzar

Aunque la obra del arquitecto Oscar Niemeyer tiene un gran reconocimiento en Brasil y en el mundo, aún existen lagunas en cuanto al conocimiento de cómo se definieron el sistema estructural y el método de construcción de algunos edificios diseñados por él. Así, incluso con la vasta bibliografía sobre el arquitecto, todavía es posible plantear algunos puntos a aclarar sobre su obra, que sorprende desde el principio por la forma en que se utilizó la tecnología del hormigón armado y por su estética. En este trabajo, en un primer momento, buscamos identificar y discutir cuestiones teóricas relevantes sobre la obra de Niemeyer y sobre la relación entre la arquitectura y la estructura de un edificio, de las cuales se destacan algunas cuestiones, tales como: ¿Cuándo podemos considerar realmente que hubo integración entre la arquitectura y la estructura de un edificio? Por qué las obras de Niemeyer se destacan en términos de estética, y por qué la estética y la belleza son tan importantes para un edificio; y en qué aspectos las obras de Niemeyer han contribuido a la innovación de la tecnología de

hormigón armado. Además de la revisión teórica, esta investigación optó por presentar estudios de caso de estructuras de edificios Oscar Niemeyer. Por lo tanto, los edificios de la Iglesia de Pampulha en Belo Horizonte y el Pabellón Gameleira, un edificio que también se construiría en Belo Horizonte, fueron asumidos como un estudio de caso. Luego, luego de una investigación de revisión bibliográfica y documental sobre los edificios elegidos y visitar uno de ellos, se desarrollaron modelos numéricos tridimensionales en el software SAP2000, versión 14, con el objetivo de describir y analizar su estructura. También se utilizaron software como AutoCAD y Sketchup para apoyar el modelado en el SAP2000. En el caso de la Igrejinha da Pampulha, el estudio de caso buscaba esencialmente investigar el funcionamiento de la estructura construida. En el caso del Pabellón de Gameleira, el estudio buscó describir la estructura del edificio en la medida de lo posible con la información disponible y traer una reflexión sobre un caso que no tuvo éxito.

Link:



TQS Pleno

La solución definitiva para edificios de Hormigón Armado y Pretensado. Premiado y homologado por los diseñadores más reconocidos del país, totalmente adaptado a la nueva norma NBR 6118:2014. Análisis de tensiones a través de Marco Espacial, Cuadrícula y Placas de Elementos Finitos, cálculo de Estabilidad Global. Acotamiento, detalle y diseño de Vigas, Columnas, Losas (convencionales, nervadas, sin vigas, cerchas), Escaleras, Rampas, Bloques y Zapatas.

TQS Unipro / TQS Unipro 12

La versión ideal para edificios de hasta 12 y 20 plantas (más otras capacidades limitadas). Incorpora las funciones de cálculo más actualizadas presentes en la versión completa.

TQS EPP Plus

Versión intermedia entre EPP y Unipro, para edificios de hasta 8 plantas (además de otras capacidades limitadas). Incorpora las funciones de cálculo más actualizadas presentes en la versión completa. Adaptado a la nueva NBR 6118:2014.

TQS EPP

Una gran solución para edificios pequeños de hasta 5 plantas (además de otras capacidades limitadas). Adaptado a la nueva NBR 6118:2014.

TQS Universidade

Versión ampliada y remodelada para universidades, basada en todas las facilidades e innovaciones ya incorporadas en la Versión EPP. Adaptado a la nueva NBR 6118:2014.

TQS Editoração Gráfica

Ideal para usar junto con las versiones Plena y Unipro, contiene todas las funciones de edición gráfica para refuerzos y formas.

AGC & DP

Lenguaje de diseño paramétrico y editor gráfico para el diseño de armaduras genéricas de hormigón armado aplicadas a estructuras especiales (puentes, presas, silos, escaleras, galerías, muros, cimentaciones especiales, etc.).

ProUni

Análisis y verificación de elementos estructurales prefabricados pretensados (vigas, losas con viguetas, correas, losas de nido de abeja, etc.), con o sin hormigonado local.

TQS EPP 3

Gran solución para edificios pequeños de hasta 3 plantas (más otras capacidades limitadas). Incorpora las funciones de cálculo más actualizadas presentes en la versión completa. Adaptado a NBR 6118:2014. Software para el diseño, cálculo, análisis, dimensionamiento y detallado de estructuras de hormigón armado.

Paredes de concreto

Cálculo de tensiones, diseño, detalle y diseño de edificios de muros de hormigón.

Alvest

Cálculo de fuerzas de solicitud, dimensionamiento (cálculo f_p), detalle y diseño de edificios de mampostería estructural.

SISEs

Sistema enfocado en el diseño geotécnico y estructural a través del cálculo de las tensiones y asentamientos de los elementos de cimentación y superestructura considerando la interacción suelo-estructura en el modelo integrado. A partir de los sondeos, el suelo se representa mediante coeficientes de resorte calculados automáticamente. Se realiza la capacidad de carga de cada elemento (suelo y estructura). Elementos tratados: aislados, zapatas asociadas, radier, pilotes circulares y cuadrados (hincados o desplazados), pilotes rectangulares (casquetes) y tuberías.

Lajes Protendidas

Realiza lanzamientos estructurales, cálculo de peticiones (modelo de cuadrícula), desplazamientos, diseño (ELU), detallado y diseño de armaduras (cables y barras de refuerzo) para losas convencionales, lisas (sin vigas) y nervadas con o sin capiteles. Formato genérico de losa y cualquier disposición de columnas. Calcula pérdidas en cables, pretensado de red hiperestático y verifica voltajes (ELS). Adecuado para cables trenzados de gancho y/o antiadherentes.

Vigas Protendidas (V-Pro)

realiza análisis, dimensionamiento y detalle con post-tracción, adherente y no adherente. Comprobaciones: ELS-D, ELS-F, ELU- ACT, diseño a flexión considerando tanto la armadura activa como la pasiva y el diseño a cortante considerando el efecto del pretensado.

G-Bar

Almacenamiento de "posiciones", optimización del corte y gestión de datos para la organización y racionalización de la planificación, corte, doblado y transporte de barras de acero utilizadas en la construcción civil. Emisión de informes de gestión y etiquetas en impresora térmica.

GerPrE

Gestión de la producción de estructuras de hormigón armado, software de integración entre la empresa constructora y sus obras, diseñadores estructurales, proveedores de insumos y laboratorios de pruebas.

TQS-PREO - Pré-Moldados

Software para el diseño, cálculo, dimensionamiento y detallado de estructuras prefabricadas de hormigón armado. Generación automática de varios modelos intermedios (fases de construcción) y uno de la estructura terminada, considerando juntas durante el montaje, engarzado parcial en las etapas solidarizadas y cargas intermedias y finales. Consideración de ménsulas, dientes gerber, orificios de elevación, manijas de elevación, tuberías de agua de lluvia, etc..

TQS Advanced

El paquete TQS Advanced está dirigido a proyectos de estructuras muy altas, como edificios súper altos (más de 80 pisos) o con una gran cantidad de elementos (hasta 1.000 columnas). Además de incluir los módulos de PRETENSADO (Losas y Vigas Pretensadas), SISEs Geo y AGC&DP. También tiene características específicas como el análisis incremental con fluencia y retracción.

TQSN^{NEWS}**DIRETORIA**

Eng. **Nelson Covas**
Eng. **Abram Belk**
Eng. **Adriano Lima**
Eng. **Alio Kimura**
Eng. **Rodrigo Nurnberg**
Eng. **Guilherme Covas**
Eng. **Henrique Covas**
EDITOR RESPONSÁVEL
Eng. **Guilherme Covas**
JORNALISTA
Mariuzza Rodrigues

EDITORACÃO ELETRÔNICA

Alex Wissenbach
Irineu de Carvalho Santana

TRATAMENTO DE IMAGEM

Effort Tratamento de Imagem
IMPRESSÃO

Hawaii Gráfica e Editora

TIRAGEM DESTA EDIÇÃO
16.000 exemplares
TQSN^{News} é uma publicação da
TQS Informática Ltda.

Rua dos Pinheiros, 706 - c/2
05422-001 - Pinheiros - São Paulo - SP
Fone: (11) 3883-2722
E-mail: tqs@tqs.com.br

Este jornal é de propriedade da TQS Informática Ltda. para distribuição gratuita entre os clientes e interessados.

Todos os produtos mencionados nesse jornal são marcas registradas dos respectivos fabricantes.