

TRUSS

Calter: ingeniería de estructuras
1998 • 2018 #0.2 siglos



#InCalterWeTruss

#SteelLovingYou

#HormigónAmado



send message

Calter, 0.2 siglos de inquietud estructural

ÍNDICE

Estructura en singular <i>Juan Carlos Arroyo</i>	04
El poder de un modelo <i>Raquel Baldellou</i>	06
Geotecnia <i>Fernando Rodríguez</i>	08
A pie de obra <i>Eduardo Medina</i>	09
Molinos de viento <i>Carlos Ríos</i>	10
Compañeros <i>M. Moscat, C. Alcolea, R. Sánchez, J. Sánchez</i>	12
En el día a día <i>Alicia Mele</i>	14
Estructura interior <i>Darío Valle</i>	16
Suma de exponentes <i>Jesús Jiménez Cañas</i>	18
Rehabilitación <i>Miriam Alonso</i>	20
Edificación <i>Nacho García</i>	21
Una apuesta por Brasil <i>Evandro Medeiros</i>	22
La aventura Mexicana <i>Luis Navas</i>	23
La obra civil <i>Alberto Costaguta</i>	24
El desafío editorial <i>Valentín Alejándrez</i>	25
Conocimiento y valor <i>Jesús Gómez</i>	26
Nodos digitales <i>Victor Manuel Sierra</i>	28
Las 7 diferencias	30

En julio de 1928, antes de salir de vacaciones, Fleming inoculó 50 placas para que creciera el estafilococo, una bacteria patógena. A su regreso, el 3 de septiembre, encontró una de ellas contaminada con moho. En lugar de tirarla a la basura, la analizó; las colonias de estafilococos cercanas al hongo habían muerto, mientras las más lejanas se reprodujeron normalmente. El hongo había liberado una sustancia bactericida que Fleming llamó penicilina.

Con toda seguridad ese hongo se había reproducido infinidad de veces con anterioridad, pero solo cuando lo hizo ante los ojos curiosos y apasionados de Fleming se reveló como el invento que todos conocemos.

A veces, al sentarte a tomar algo en una cafetería, te quedas maravillado con una sencilla estructura que descubres tras la ventana. Pasas minutos, incluso horas, proyectando y charlando acerca de los números gordos que hay tras ella. Revelas su compleja sencillez, e imaginas en todo lo que puede llegar a transformarse.

Hay pocas cosas en las que podamos aspirar a compararnos con Fleming, quizás en la curiosidad, la pasión y la constante búsqueda de posibilidades ■

EQUIPO Miriam Alonso • Juan Carlos Arroyo • David Ayllón • Raquel Baldellou • María del Campo • Jonathan Castillo • Alberto Costaguta • Javier Fernández • Alberto Gabarrón • Beatriz García • Ignacio García • Luis González • Susana González • Jesús Gómez Hermoso • Jesús Jiménez Cañas • Lourdes Lamsfus • Eduardo Loureiro • Evandro Medeiros • Eduardo Medina • Francisco Medrán • Alicia Mele • Luis Navas • Ramón Naz • Miriam Panizo • Elia María Pérez • Teresa Pérez • Carlos Ríos • Fernando Rodríguez • María José Ruiz • Marta Schüller • Víctor Manuel Sierra • Darío Valle • Marcos Vallejo



Miembros de la Asociación de Consultores Independientes de Estructuras de Edificación (ACIES)



MADRID Doctor Santero, 7 :: 28039 Madrid :: Tel. 91 319 12 00 :: calter@calter.es **BRASIL** Rua Patrício Farias, 55/212 :: Florianópolis/SC 88.034-132 :: Tel. +55 48 9 91363100 :: evandro@calterdobrasil.com.br **MEXICO** Campeche 315, 4ª planta, Col. Hipódromo de la Condesa, Del. Cuauhtémoc :: 06179 Ciudad de México :: Cel: +52 1 55 64838874 :: Teléfono: +52 1 55 78275299 :: Inavas@calter.es

ESTRUCTURA EN SINGULAR

Juan Carlos Arroyo

:: Ingeniero de caminos, Dr. en arquitectura



¿La estructura más admirable? Cualquiera construida antes de corresponderle. ¿Quién hizo el Puente de Alcántara en el 100 DC?. O el Panteón de Roma, con 44 metros de diámetro. Parece cosa de marcianos. El Empire State Building es de 1931, cuatro años antes de que Cross publicara su método.

¿Y el creador? Eduardo Torroja y Eugène Freyssinet me parecen los mejores ingenieros estructurales. Cerca estaría Félix Candela. Rafael Guastavino fue un gran "maker" valenciano que trabajó la cerámica como nadie. Fue desconocido aquí, pero triunfó en EEUU, Grand Central Station de Nueva York es un buen ejemplo. Admiro a los ingenieros y arquitectos "makers" por encima de los sabios; la gente que construyen sus sueños. La ingeniería me parece inteligencia aplicada a la sociedad.

Imagina las construcciones en 100 años... De materiales compuestos, plásticos, hechos en fábrica o impresos en obra. El hormigón, que adopta múltiples formas y se hibrida con todo adelanto, también seguirá presente. Serán simples, pensadas y detallados antes de ser construidas, además de desmontables.



La casualidad llevó a Juan Carlos a estudiar Caminos, demasiadas dioptrías para ser piloto. La misma casualidad hizo que en un voluntariado en Amnistía Internacional terminara en el laboratorio de estructuras. Desde entonces vive la profesión de ingeniero estructural de forma plena. Lo que no quita para que no termine de acostumbrarse a ese momento de la mañana en que suena el despertador.

Ayuda a otros ingenieros del equipo a resolver problemas técnicos, y mantiene una comunicación fluida con compañeros, suminis-

tradores y clientes. Considera que toda actividad, intelectual o física, desarrollada con ilusión y compromiso puede ser plenamente satisfactoria

"fábricas de casas: la edificación se está industrializando"

¿Cómo han evolucionado las técnicas para construir estructuras? Han evolucionado los medios auxiliares, como los materiales, pero las tipologías habituales

son las mismas de hace cuarenta años; a veces más grandes, más largas, más altas. En edificación, el cambio más notable, aunque en España va lento, es la técnica del postesado.

Lo que cambiará es la actividad de la construcción en sí; vamos hacia una industrialización, a “fabricar casas”

¿Y en cuanto al diseño? La ingeniería recoge las exigencias sociales. La durabilidad y sostenibilidad están cambiando nuestra forma de afrontar las estructuras. También la provisionalidad, estructuras reciclables y plegables, o la incidencia en el entorno, estructuras desmontables.

¿Qué posibilidades intuyes para el futuro? La ultra-definición. Nuestro reto es mantenerla en el producto sin perder inteligencia en el camino. El conocimiento ingenieril, la decisión tipológica y la *seniority* son fundamentales para que el producto ultradefinido sea el más económico, rápido e industrializable.

¿Cómo accede el cliente a estas alternativas menos convencionales? El ingeniero estructural es como el médico, el paciente necesita entender lo que le pasa y cómo solucionarlo. Hay que explicar la decisión; a veces dar un paso adelante en las propuestas, otras retroceder y sembrar la sensatez estructural. El cliente es inteligente, sabe lo que necesita, tenemos que ofrecer buenas alternativas y consejos ■

Un edificio con vistas

A Calter le gusta mirar hacia afuera. Ampliar constantemente los límites de sus actividades.

¿Cómo os interesáis por la divulgación? La inquietud como profesores y asistentes a Congresos nos lleva a convertirnos en editores de libros técnicos. Tenemos una Colección pequeña pero ambiciosa en calidad con la que queremos ser útiles y entretener.

¿Qué libros destacarías? Tengo muy cerca el *Números Gordos* y el recientemente editado *Montoya*, ed. 16ª. Pero hay obras tremendas de Billington, Peter Rice, Petroski.

¿Háblanos sobre el concurso de Navidad? Nos gusta dar la nota cuando toca, Navidad es un buen momento para cambiar la rutina por un toque de humanidad y humor. En nuestro cuarto año se nos ocurrió hacer un con-

curso y regalar un jamón, y hasta hoy. Recuerdo especialmente cuando propusimos descubrir las siete diferencias entre dos fotos de los miembros de la oficina. Un crucigrama que fue un éxito de crítica y público. Y la regla de cálculo de cartón diseñada y fabricada por nosotros.

¿Qué supone ser parte activa de agrupaciones como ACIES? El asociacionismo es fundamental en el desarrollo de todo sector; que la sociedad perciba la utilidad de unos servicios y la necesidad de contratarlos y ejecutarlos adecuadamente

¿Algún otro hito en esta inquietud exterior? Trabajar por el mundo nos ha llevado a hacer amigos y ampliar horizontes. Gracias al reconocimiento logrado hemos abierto oficina estable en Ciudad de México y Florianópolis, Brasil ■



Comisaría de Plasencia, (Arq.: Justo García): Estructura de hormigón postesado con un vano único de 18 metros de luz.



© Tales of a Wanderer :: flickr

Pasarela Palmas Altas (Arq.: LVA): Estructura de cubierta de la pasarela de acceso al Campus Palmas Altas sobre la SE-30.



Convento Jerónimas Escuela IDEO (Arq.: Vidal y Rogers): Rehabilitación de un antiguo convento construido con forjado autárquico durante la posguerra en los años 40.

EL PODER DE UN MODELO



Raquel Baldellou

:: Arquitecta

:: Dr^a. BIM - Producto gráfico



¿La estructura más admirable? No puedo dejar de nombrar el Panteón de Roma. Recuerdo perfectamente la sensación de estar debajo de la cúpula tras terminar el primer año en la Escuela de Arquitectura, consciente de la importancia de aquel lugar en la Historia. Tengo pendiente revivir esa sensación bajo la cúpula de Santa Sofía.

Imagina las construcciones en 100 años... Evolucionarán los materiales, más aún los procesos constructivos y la “mano de obra”. Se buscará construir más barato y mucho más rápido: materiales más ligeros, prefabricados y procesos semejantes a “montar un mueble de Ikea”. Imagino las obras sin una gota de polvo; solo acopiar materiales y montar.

El trabajo actual de Raquel discurre entre papeles y pantallas. Pero sospecha que todo empezó cuando fue a visitar La Pedrera de Gaudí con 15 años, ahí probablemente germinó su deseo de estudiar arquitectura. De poder, apenas cambiaría un par de cosas en su trabajo: las

"el resultado final ya no es un paquete de planos; es un modelo "

prisas cuando son excesivas y esos proyectos que toca rehacer hasta el aburrimiento.

¿Qué labor realiza el equipo de BIM en Calter? Una gran parte de nuestro trabajo es imagen, representación a través de planos y modelos. Nuestra misión es cuidar este servicio al detalle. Además somos un soporte importante para el equipo de ingeniería, tenemos que facilitar su labor con la incorporación de nuevas metodologías; ayudar en definitiva a optimizar la calidad del proceso y del producto en todo momento.

En lo concreto, ¿cómo mejoran estas tecnologías el proceso de trabajo?

La implementación del BIM en la ingeniería cambia las metodologías de todas las fases del trabajo. Los datos de partida, el mecanismo de coordinación entre disciplinas y el resultado final dejan de ser un paquete de planos y pasan a ser un modelo. Esto abre un mundo de posibilidades como:

- Mayor control geométrico, a nivel interno e interdisciplinar, anticipando problemas que de otro modo tocaría afrontar en obra.
- Mejor desempeño con geometrías complejas, donde la bidimensionalidad es lenta y limitada.
- Control sencillo sobre todas las fases constructivas.
- Poder exportar el modelo geométrico al programa de cálculo ahorra tiempo y limita las posibilidades de error.
- Cualquier cambio en el modelo implica planos actualizados, se pueden generar además todos los que se necesiten de inmediato.
- Se mejora el producto final, aparte de un modelo geométrico hay una base de datos con información sobre materiales, costes, fases constructivas...

¿Puede esta evolución hacer al producto gráfico más importante que el cálculo de la ingeniería estructural? Más importante desde luego que no. Pero hay que contemplar, retomando la pregunta anterior, que ya no estamos hablando solo de una información a nivel de planos. BIM abre otras muchas puertas para mejorar el producto y el servicio ■



Ampliación nave Lorca, gran nivel de detalle de estructuras metálicas con uniones atornilladas con geometrías complejas, unido al hecho de ser un proyecto de ampliación de un edificio existente, con una información de partida confusa que había que modelar también. Sin BIM habría sido un planteamiento totalmente distinto, puesto que es inviable resolver bidimensionalmente ese tipo de uniones. El uso de las fases, para poder distinguir zonas existentes, demolidas y nuevas, fue también fundamental.



© Avi Viljoen :: flickr



Metro Doha pudimos comprobar el valor real que aporta el BIM a nivel de coordinación entre disciplinas y como herramienta de asistencia técnica en obra.



© Waleed Alzuhair :: flickr



Metro Riad el modelo BIM permitió coordinar el proyecto con agentes externos gracias al gran control geométrico que permite el uso de un modelo tridimensional.



Hospitales en Chile, pudimos generar gran cantidad de documentación con recursos bastante limitados, teniendo la certeza de tener el control geométrico, tanto a nivel de planos como de mediciones.

GEOTECNIA



Fernando Rodríguez
:: Ingeniero de Caminos



¿Estructura más admirable? La catedral de Chartres es más esbelta, pero elijo la Basílica de Saint Denis, al ser la primera gótica. Me impresiona el porte de estas estructuras, la esbeltez y los amplísimos ventanales logrados privando a los muros de su función sustentante.

¿Y el creador? Newton. Sobre sus hombros cabalgan las ciencias físicas y la tecnología actual.

Imagina las construcciones en 100 años... De usar unos pocos años y tirar, como los artefactos industriales actuales. Se conseguirá si la industrialización de la construcción alcanza un umbral al que aún no ha llegado.

Un servicio necesario

CALTER incorpora la geotecnia desde el convencimiento de ser un servicio vinculado a la estructura, al ser precisamente su fundamento.

Los ingenieros estructurales se apoyan en el terreno, pero pasan de largo por la complejidad de las características mecánicas y deformacionales: “dame la tensión admisible o el balasto y déjate de gaitas”.

Es hora de pensar en equipo entre el experto geotécnico y el equipo de estructuras, sacar todo el partido al vínculo suelo/estructura. Acometer en definitiva la estructura de forma global, desde la concepción y evaluación de viabilidad, hasta el mantenimiento.

Fernando eligió Caminos por un conocido que estaba en cuarto curso y ensalzaba la carrera hasta límites insospechados. Ahora disfruta especialmente cuando las circunstancias permiten plantear una solución que no esté trillada. Por lo que le resulta tedioso ceñirse a la normativa hasta lo infinitesimal.

¿Cómo han avanzado las técnicas de cimentación? Se ha sofisticado el análisis, por la facilidad de acceso a programas de elementos finitos y los refinamientos de la modelización del terreno. Pero la calidad de los datos de entrada no ha avanzado igual. Se van extendiendo las técnicas de refuerzo y mejora de los terrenos permitiendo superar, muchas ve-

ces, la recomendación del Código de Hamurabi vigente miles de años: “ciméntese en roca sana”.

¿Qué posibilidades aparecen en el horizonte? Una mejor caracterización del terreno por el desarrollo de los ensayos geotécnicos in situ y de la geofísica. Un análisis más afinado de la interacción suelo/estructura, bien por el regreso de los ingenieros geotécnicos al diseño y cálculo de estructuras en el terreno (esto es más bien un deseo), bien porque los estructuristas estudien la geotecnia y pierdan su rechazo instintivo a sus especulaciones y “sofisticaciones”. Mejoras en la modelización “racional” de los modelos de comportamiento de suelos mejorados, muy empírica en la actualidad ■

A PIE DE OBRA



Eduardo Medina

:: Arquitecto técnico, Dr. en arquitectura

:: Departamento Edificación



¿La estructura más admirable?

No seré original, la Torre Eiffel. Impresiona colocarse debajo, ver las luces en la base, la altura alcanzada, y pensar que se construyó ¡en sólo dos años!. Una obra maestra de rapidez, eficacia y precisión. Las 1.200 piezas se fabricaron en taller con una tolerancia inferior a un milímetro.

¿Y el creador?

La historia de François Hennebique es admirable. Su apuesta en los inicios del hormigón armado, sus patentes, la empresa que logró crear en poco tiempo. Fue capaz de transformar los catálogos de perfiles de los metalistas en elementos predeterminados de hormigón armado. Posibilitó la expansión internacional al formar a los ingenieros para trabajar el nuevo material.

Imagina las construcciones en 100 años...

Como hubo una revolución con el hormigón armado, espero que surja un material más eficaz que nos cambie la forma de pensar y hacer. Sería interesante y divertido.

Eduardo disfruta contemplando el edificio que ha ayudado a construir desde sus cimientos. Sabe que esa obra tendrá el privilegio de sobrevivirle en el tiempo.

Ve la estructura como la fase más importante en la edificación. Si se hace bien, rápido, y al menor coste, todo marchará rodado.

¿Qué aporta el proyectista de la estructura a pie de obra?

En las obras, especialmente en rehabilitación, siempre aparecen condicionantes que te exigen alternativas. Diferencias entre el papel y la ejecución concreta que demandan repensar un proceso

constructivo o plantear nuevos detalles estructurales. Responder adecuadamente cuando se plantean estas necesidades es imprescindible para avanzar sin retrasos.

"siempre hay diferencias entre el papel y la ejecución concreta"

¿Cuál es el mayor desafío en este contexto?

Sin duda encontrar la respuesta capaz de satisfacer tanto las necesidades arquitectónicas como las de ejecución, donde siempre es especialmente relevante el tiempo y los costes ■



Rehabilitación Gran Vía 60 (Arq. Dedalus):
Reposición de pilar de fachada. Edificio protegido.



Hotel El Fuerte, Marbella Ampliación y consolidación.

MOLINOS DE VIENTO



Carlos Ríos

:: Ingeniero de caminos
:: Director Obra Civil



¿La estructura más admirable?

El viaducto de Millau (Michel Virlogeux). La ingeniería de puentes en su máxima expresión. Su estética, para mí, nace de la racionalidad estructural, aunque esto no sea indispensable ni frecuente. Añadiría el impacto que me causó el Firth of Forth. En España el puente Euskalduna (Javier Manterola).

¿Y el creador?

Los pioneros de los grandes puentes, Roebling, por citar uno. En España, Martínez Calzón. Como me dijo un magnífico ingeniero finlandés, "el reto es hacer cosas nuevas". Y en algunos campos "más" equivale a nuevo; más luz, mas altura.

Imagina las construcciones en 100 años...

Inteligentes. Materiales adaptativos, control numérico, impresión 3D. Distinguiría el futuro según la parte del mundo.

Carlos no recuerda el motivo por el que eligió esta profesión, imagina que la posibilidad de realizar un trabajo puramente técnico con cierta dosis de humanismo tiene algo que ver.

El proceso de medir es lo que menos le motiva y, lo más gratificante, lo que termina por compensar absolutamente todo, es el instante en el que encima de su mesa aparece un proyecto nuevo.

¿Qué retos enfrentáis al acometer una estructura para instalaciones eólicas? La altura, el comportamiento dinámico, la fatiga, el montaje. Y en los años por venir, con alturas de buje cercanas a los 200m, más aún el montaje, y los efectos de segundo orden.

"la complejidad de las estructuras eólicas exige gran tiempo de análisis"

¿Qué ayuda a lograr una buena torre? Como por lo general se plantea producción seriada, las prioridades giran en torno a ella, más aún en hormigón.

¿Varía el planteamiento al diseñar estructuras eólicas en otros países? A efectos de cálculo no, las normativas son de carácter internacional en este caso. Pero a efectos de materiales, elementos específicos, etc..., además de variar mucho es una de las claves de estos proyectos. No se puede pedir un hormigón de 70 Mpa alegremente en muchos sitios.

¿Cómo comienza Calter a trabajar en estructuras eólicas? Hace 10 años nos embarcamos en un incipiente proyecto de torre, ingenuamente nos pareció sencillo, pero resultó de extrema complejidad. Era para una empresa española, Hormifuste, que luego se fusionó con CONSOLIS, para construir cuatro torres híbridas (precast concrete 50m + steel 50m) en Finlandia. Estas torres fueron certificadas por la GL, hito difícil de lograr, que nos abrió muchas puertas. Ya hemos participado en la construcción de 104 torres con veinte diseños diferentes. Tenemos una patente concedida y otra más en curso.

¿Qué influye en que sea más limitado el número de empresas que trabaja en este sector? Aunque es ingeniería estructural pura y dura, hay factores puramente técnicos cuya complejidad exige gran tiempo de análisis. Como la importancia de la fatiga en hormigón y acero, incluido el estructural, las uniones complejas, o la necesidad de una producción seriada y optimizada. Quiero destacar que al empezar no había grandes referencias, que siempre allanan el trabajo. A día de hoy, aunque predomina la confianza, hay cada vez más disponibles. En el futuro quizás se indiquen esbelteces de torres según el tipo de turbina en algún libro ■



© Nalton Barbosa / flickr

Parques eólicos, en general cualquier parques en el que diseñamos, bien la torre o bien la cimentación, siempre suponen un reto de cierta magnitud. Los de la imagen superior e inferior están ubicados por ejemplo en Brasil, en lugares que un simple vistazo a la fotografía da idea de varios de los retos que deben ser superados.

COMPAÑEROS



Marta Moscat

Directora General Artelia Spain

¿El mayor reto al pensar en la estructura de un proyecto? Que se integre sin adquirir un protagonismo innecesario, que resuelva las necesidades formando un conjunto.

¿Qué valores de una ingeniería de estructuras? Que realmente acompañe, entienda nuestras necesidades, las del proyecto, sea un verdadero integrante del equipo. Aportando además el valor añadido de su experiencia, conocimiento y capacidades.

¿Por qué elegiste esta profesión? ¿Qué te motiva más de tu trabajo? Siempre me atrajo la arquitectura, los edificios singulares, vincular la creatividad a algo palpable y duradero. Jamás me planteé otra profesión. Al empezar me motivaba estar lejos de la rutina, entender lo que necesitaban los clientes y plasmarlo en algo real. Ahora me motiva el trabajo con equipos, con gente, especialmente arquitectos jóvenes con ilusión y grandes ideas, que además plantean un cambio en lo que hemos hecho hasta ahora.

¿Qué obra te impresiona más de cuantas conoces? Aunque parezca obvio, la arquitectura religiosa. Desde las iglesias románicas a las catedrales góticas, reflejan la voluntad de perdurar, a la vez que el progreso y el avance de los medios técnicos ■



Carlos Alcolea

Director General Grusamar

¿El mayor reto al pensar en la estructura de un proyecto? Lograr un diseño elegante y original, ajustado al servicio que debe satisfacer. Y, claro está, con un presupuesto “factible”. Los concursos hay que ganarlos, la medalla de plata no consuela.

¿Qué valores de una ingeniería de estructuras? Conocimiento técnico, fiabilidad y equilibrio en el desarrollo del diseño, para encajar el proyecto en el presupuesto óptimo.

¿Por qué elegiste esta profesión? ¿Qué te motiva más de tu trabajo? Estudié Caminos por los conocimientos que aporta en materias dispares, y también por su prestigio, que ahora lamentablemente se está perdiendo. El trabajo es muy variado, te permite conocer situaciones y personas de muy distinta condición y, por tanto interesante.

¿Qué obra te impresiona más de cuantas conoces? Desde la primera vez que lo vi, con 17 años, el Panteón de Agripa en Roma. Su magnífica sencillez, dentro de la increíble dificultad técnica para la época, ahora tampoco sería fácil la construcción. Logra, desde mi punto de vista, un equilibrio funcional perfecto ■



Ramón Sanchez

Director Oficina Edificación SACYR

¿El mayor reto al pensar en la estructura de un proyecto? Construírla en el menor tiempo posible. En edificación, la ejecución de la estructura supone alrededor del 50% del plazo de obra. Se presenta, pues, una gran oportunidad de reducir tiempo.

¿Qué valoras de una ingeniería de estructuras? Amplia experiencia y profundos conocimientos técnicos para generar los diseños seguros y competitivos que vamos demandando. También agilidad en la respuesta, contribuye a la política de diferenciarnos por prestar un buen servicio a nuestros clientes.

¿Por qué elegiste esta profesión? ¿Qué te motiva más de tu trabajo? Me atrajo el lenguaje matemático que subyace en cada proceso de ingeniería. Con el tiempo la concepción estructural y el diseño me han interesado cada vez más. Esto, junto a contribuir a que las ideas se materialicen en el mundo físico, y formar parte de un equipo humano en obra, son hoy mis mayores motivaciones.

¿Qué obra te impresiona más de cuantas conoces? El edificio del Banco de China en Hong Kong. La estructura, obra de Leslie Robertson, de tipo tubo arriostrado se muestra con toda la belleza geométrica de sus triángulos, haciendo que 30 años después aún parezca un edificio del futuro. Adicionalmente me sigue impactando que el edificio apoya únicamente en cuatro puntos situados en los vértices de su planta cuadrada y conformados mediante columnas mixtas de acero y hormigón de altas resistencias ■



Jorge Sánchez

Director de Proyectos Enero Arquitectura

¿El mayor reto al pensar en la estructura de un proyecto? Realizarla coherentemente con la propuesta global de proyecto. Normalmente buscamos minimizar su impacto, aprovechar al máximo las posibilidades del material elegido. Sostener lo máximo con lo mínimo.

¿Qué valoras de una ingeniería de estructuras? Que interiorice el proyecto a nivel conceptual, que se implique en el resultado final desde el punto de vista constructivo y formal.

¿Por qué elegiste esta profesión? ¿Qué te motiva más de tu trabajo? Es la única capaz de aunar conocimientos humanísticos y técnicos. A medida que cumpla años lo valoro aún más. En las grandes épocas de la Historia se desarrollan tanto las Ciencias como las Artes. No creo en la una sin la otra, soy antimaniqueo, no veo separación entre espíritu y carne, sino un todo indisoluble. Es fascinante crear un espacio donde la belleza está definida, no sólo por las proporciones y materiales, sino por la forma de disponer los mismos.

¿Qué obra te impresiona más de cuantas conoces? Las pirámides precolombinas mayas y aztecas. Retos increíbles, por la destreza técnica en un entorno físico nada favorable; calor, humedad, fieras, ... Como por el efecto que producen en un ecosistema denso y tupido como la selva; es la única oportunidad que tenían de ver el horizonte... La sensación que se tiene en la cima de ellas es inolvidable ■

EN EL DÍA A DÍA



Alicia Mele

:: Administración Calter



Alicia recuerda como se aliaron la amistad y la confianza para que ella terminara en Calter. En un almuerzo con amigos, en el contexto de una charla informal, surge la necesidad en Calter de incorporar a “alguien más” en Administración.

Dos horas después mantuvo una conversación telefónica que la vinculó desde ese momento y hasta hoy con la empresa. Hace ya casi 20 años. Por eso ella es testigo privilegiado de lo que ha pasado en todo este tiempo.

Alicia duda al determinar lo más gratificante en su trabajo, entran en juego muchos aspectos; aunque, las relaciones que se entablan con compañeros, con clientes y colaboradores, son especialmente enriquecedoras.

Si tiene claro que lo más complicado es informar sobre resultados no esperados y por supuesto, esto lo dice riendo, “convertirse en cobrador del frac”.

¿Cómo es vivir rodeada de ingenieros de estructuras y arquitectos? Es algo que me ha permitido aprender de un ámbito profesional totalmente desconocido, comprender el porqué de algunas estructuras, el fin de su

existencia. Mirar una estructura ahora, es pensar en quién está detrás de ese cálculo, de ese diseño. Sin proponérselo ellos me han hecho pensar en su complejidad o sencillez, me han acercado a la precisión y también al arte. Escuchar hablar de estructuras postesadas, zapatas, emboquille, pilotes... es parte de mi vida.

"el hilo conductor de Calter siempre ha sido la ilusión como colectivo"

¿Cómo has vivido la evolución de Calter en estos años? Pensar en ello me trae a la cabeza

muchos momentos, maravillosos unos y difíciles otros. Sin embargo, a pesar de los vaivenes que, como otras organizaciones, hemos vivido, el hilo conductor siempre ha sido la ilusión. Pienso que sólo la ilusión, el compromiso y el esfuerzo, no el individual sino el colectivo, ha hecho que lleguemos hasta donde hoy estamos.

¿Cuál es el mayor reto que presenta tu trabajo? Siempre ha sido y sigue siendo adaptar los recursos, fundamentalmente financieros, al momento actual, ser lo más eficiente posible en su manejo. Actualmente, la implantación de un nuevo sistema de gestión seguramente nos ayudará a mejorar y a ser más precisos en esta tarea ■



Ramón Naz
Ingeniero
caminos

Estructura ideal: Presa la Almendra, aglutina la presa bóveda de doble curvatura en el cuerpo central y la presa de gravedad aligerada y la de escollera con pantalla asfáltica en los diques laterales. Según las condiciones geotécnicas se aplica la mejor solución para resolver el abastecimiento de agua. **Creador:** Eugéne Freyssinet, por su vocación, algo imprescindible en esta profesión. Tuvo capacidad innovadora, impulsó el pretensado, sin él sería difícil imaginar la mayoría de estructuras del siglo XX. **Qué te trajo a esta profesión:** Las ganas de aprender como funcionan y se ejecutan las grandes obras de ingeniería. Además se realiza un servicio a la sociedad con el que me siento identificado ■



Marcos Vallejo
Ingeniero
caminos

Estructura ideal: El Puente de Salginatobel de Robert Maillart, es una de las primeras que descubrí. Un magnífico escenario en medio del valle alpino que, por la ligereza de la solución adoptada, es estética y funcionalmente única. ¡Además construido con los medios de 1929!. **Creador:** Maillart, Torroja, Arenas y muchos capaces de crear estructuras que impresionan estéticamente desde una limpieza que permite entender el porqué de la solución adoptada. **Qué te trajo a esta profesión:** El desconocimiento de lo que venía después, jajaja. Siempre he tenido curiosidad por saber como funcionan las cosas, y, las estructuras particularmente, siempre me han impresionado ■



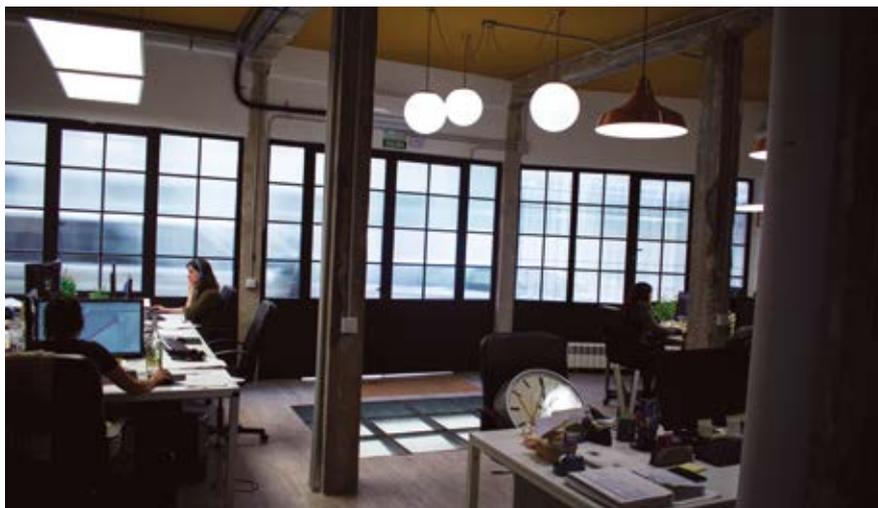
Susana González
Arquitecta

Estructura ideal: Cúpula Santa María del Fiore, Brunelleschi. Un hito arquitectónico. Inspirado por los conocimientos de la arquitectura precedente, hace una revisión en la técnica y solución constructiva, para plantear un desarrollo innovador. **Creador:** Gandhi, inspirador de movimientos sociales que, desde la no violencia, reivindicaron la igualdad y libertad de todo ser humano. **Qué te trajo a esta profesión:** No lo tenía claro, mis capacidades e inquietudes, aúna campos que me interesan; capacidad espacial, creación, técnica, análisis, conocimiento social, historia, arte, matemáticas y física ■



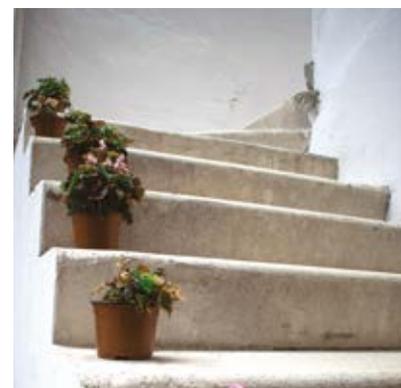
David Ayllón
Ingeniero
caminos

Estructura ideal: Los puentes de Maillart por su belleza y entorno. El antiguo frontón de Recoletos de Torroja es espectacular. **Creador:** Precisamente Torroja. Me impresiona que alguien sea capaz de utilizar la forma de las estructuras como recurso para resistir los esfuerzos. **Qué te trajo a esta profesión:** Creo que la esperanza de crear un gran puente ■



Mª José Ruiz
Arquitecta

Estructura ideal: Aquella que se considere como parte del proyecto de arquitectura, que no sea un elemento impuesto ni lo último en lo que se piense. **Creador:** Desde quienes construyeron las Pirámides de Giza hasta Norman Foster, pasando por Miguel Ángel. **Qué te trajo a esta profesión:** Las estructuras, en concreto mis profesores de la Escuela. No, mentira :-). Siempre me ha gustado y se me daba mejor que otras cosas ■



La nueva oficina

Esta primavera de 2018 nos trasladamos a una nueva oficina en la Calle Doctor Santero 7, Metro Cuatro Caminos. Apostamos por un espacio más abierto hacia dentro, mayor peso de las estancias comunes y colaborativas. Y también más abierto hacia afuera, preparado para acoger a nuestros clientes y participantes en nuestros distintos eventos.

ESTRUCTURA INTERIOR



Darío Valle

:: Ingeniero de Caminos
:: CEO



¿La estructura más admirable?

La del ser humano, la capacidad de coordinar tantas funciones distintas me parece estremecedora.

¿Y el creador? Muchos, cada uno en su rama, los que me alucinan son Larry Page y Sergey Brin por su capacidad de conectar al mundo de infinitas formas.

Imagina las construcciones en 100 años...

Más que imaginar, espero que estén proyectadas con belleza y austeridad, al servicio del ser humano.

Darío tuvo un servicio militar prolongado, con mucho tiempo para pensar. Esas reflexiones le llevaron a estudiar Ingeniería de Caminos. Aunque reconoce que la facilidad para las matemáticas y la curiosidad en la física dieron el último empujón.

En la oficina disfruta organizando ideas, conectando voluntades, facilitando actividades y, desde luego, obteniendo buenos resultados. Por eso no es extraño que, precisamente, tener que comunicar malos resultados sea la tarea menos placentera. Aunque él afirma,

con una sonrisa, que lo matiza diciendo que han descubierto una forma de ser mejores.

¿Qué supone dirigir un equipo con más de treinta ingenieros de estructuras y arquitectos?

Siempre he escuchado, en nuestro mercado, que los estructuristas proyectamos, que ese es nues-

tro servicio. Los clientes necesitan algo más que un proyecto, requieren nuestro apoyo en fases previas y posteriores al proyecto, “deben sentirnos como si fuésemos parte de su equipo”.

Para dar estos servicios y ser competitivos la clave radica en utilizar los recursos adecuados para cada fase, esto solo es posible lograrlo a través de una precisa organización.

¿En qué se substancia principalmente esa organización?

En nuestro caso concreto la filosofía ha sido de disponer de una estructura flexible, adaptable a las necesidades concretas de nuestros

"la certificación ISO 9001 nos impulsó hacia otros objetivos de gestión"

clientes, y siempre buscando innovar en la gestión.

¿Qué destacarías en este periplo?

La certificación ISO 9001 en el año 2002 nos permitió, además de obtener la llave para operar en algunos mercados, avanzar en objetivos tan importantes como dotar a los equipos de trabajo de una columna vertebral que facilitara lograr los objetivos del conjunto. Básicamente lo que hicimos fue diseñar un Sistema de Gestión, acorde a la norma, con el que delimitamos funciones y responsabilidades, reduciendo en muchos casos una duplicidad de esfuerzo. También aplicar metodologías para desarrollar varias actividades con un mínimo esfuerzo. Este aumento de la eficiencia ayudó a reducir costes e incrementar productividad.

¿Dónde se centran ahora los esfuerzos?

Profundizando en la línea que comentaba antes, estamos implantando un ERP totalmente escalable para tener un control absoluto en todos nuestros procesos: comercial, producción, I+D+i, RRHH, Economía y Finanzas. Este “gigante en la nube”, se alimenta de datos aportados por todos y cada uno de los que trabajamos en CALTER, lo que permite después extraer una información real e instantánea que nos posibilita ser más ágiles y eficientes en la toma de decisiones.

Los indicadores automatizados ayudan también a humanizar la gestión, al poner los datos en común, se ahorran tareas secundarias permitiendo una mayor dedicación al trato con el cliente ■

La encuesta

En diciembre de 2017 Calter planteó una encuesta a sus clientes para saber cómo era percibida. Aquí están algunas respuestas con el agradecimiento a todos los que participaron.

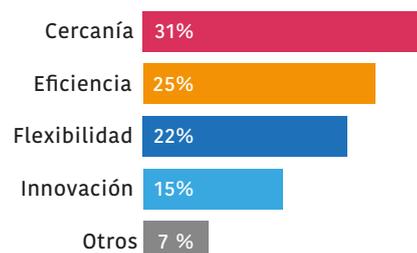
FICHA TÉCNICA

Formato: Formulario online con recogida anónima de respuestas.

Universo: Clientes de Calter, actuales y potenciales.

Participantes: 95 personas respondieron al total de 14 preguntas. El 60% de las personas a las que se envió el formulario.

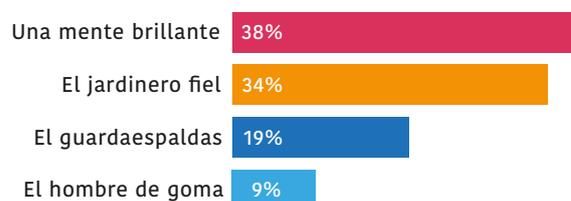
1. ¿Qué cualidad representa mejor a Calter?



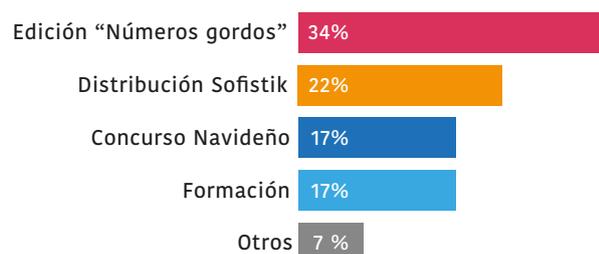
2. ¿Con qué servicios asocias a Calter?



3. ¿Qué película representaría mejor a Calter?



4. ¿Con qué actividades complementarias asocias a Calter?



SUMA DE EXPONENTES

Jesús Jimenez Cañas

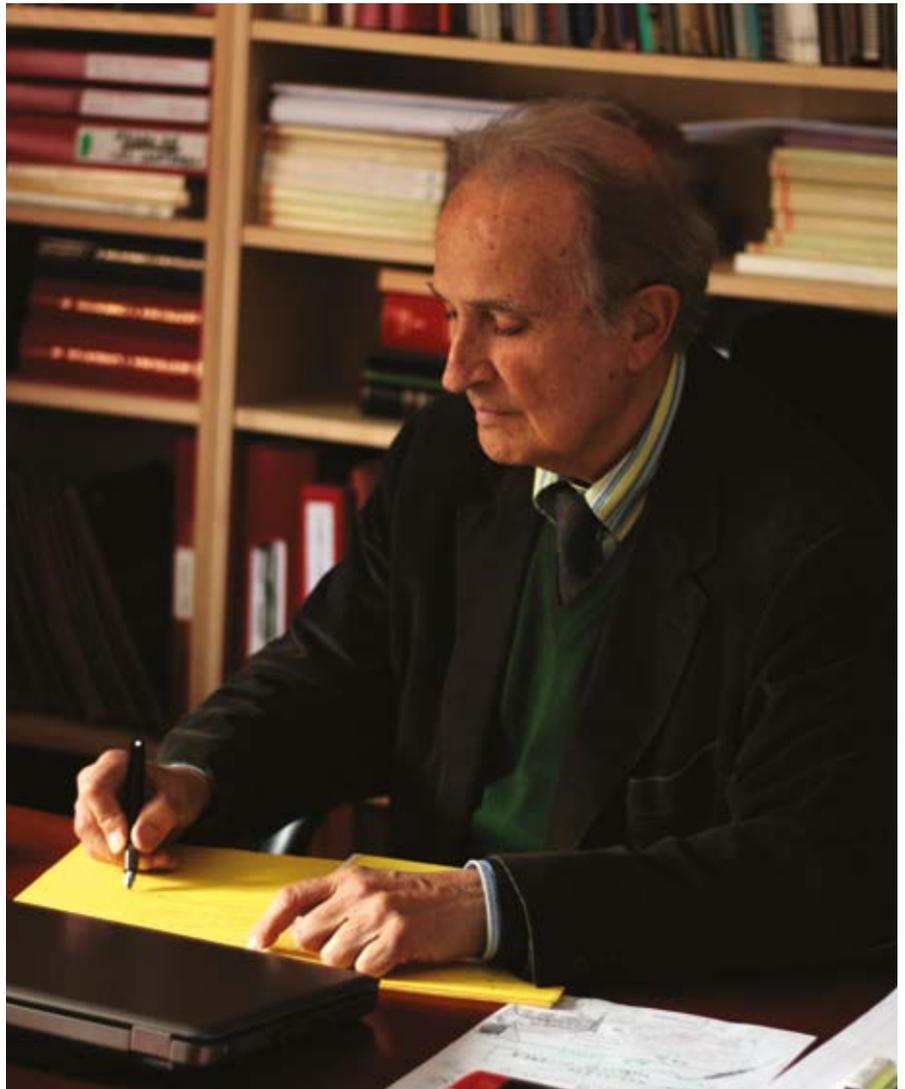
:: Ingeniero de Caminos



¿La estructura más admirable?

El Panteón de Roma es insuperable, arquitectura perfecta, bóveda de casi 43 metros de diámetro, resumen de arte etrusco, griego y romano. También las ampliaciones posteriores en la entrada y parte exterior fueron afortunadas. Si en lugar de romano hubiera sido griegos no tendría bóveda, pero el cuerpo delantero sería igual.

Hay otros ejemplos fabulosos clásicos y actuales. El puente de María Pía, Oporto, aunque se parece al Garabit, y pese a ser anterior, es mucho más sutil y elegante. La Torre Eiffel, sobre todo porque se construyó solamente en dos años y se calculó toda ella por estática gráfica; tengo los planos que lo corroboran. No quiero imaginar lo que tardaríamos ahora con nuestras empresas constructoras.



Para Jesús es gratificante hacer cosas con virtualidad real. Gracias a su profesión ha acumulado logros llamativos e imponentes en este sentido. Aunque también aprecia las cosas pequeñas y discretas. Cualquier actividad donde los aspectos formales y técnicos tengan peso específico y permitan un grado de creatividad elevado, que motiven para alcanzar el mejor resultado venciendo a las inevitables dificultades.

¿Cuáles son las claves de una buena estructura? El primer

El cálculo debe ser una comprobación, o el ajuste fino, de una estructura bien proyectada

gran reto es vencer la gravedad, como dice constantemente Javier Manterola. Ahora bien, se puede hacer de muchas maneras, algunas muy patosas. Es importante la coherencia geométrica entre tensión y geometría, así como la utilización formal y mecánica adecuada a los materiales elegidos.

Cada material tiene su expresión propia. También es importante la interpretación de las intenciones de cada proyecto. En algunos casos, la estructura no debe ser evidente, en otros, protagonista, y en otros ayudar a la buena lectura de la intencionalidad proyectual.

En la ingeniería civil es de gran importancia una buena amistad, que no quiere decir mimetismo, con el “lugar”, Miguel Aguiló escribe con gran propiedad de ello.

En resumen composición, coherencia, funcional, materiales, entregas en el terreno (son un ex-

celente ejemplo en las obras de Eiffel) y, fundamentalmente, definir con acierto la escala de la intervención.

¿Existen las estructuras arriesgadas? La expresión me parece equívoca. Todas las estructuras están calculadas y dimensionadas con sus coeficientes adecuados. Sí podríamos hablar de riesgo cuando la estabilidad del conjunto depende de uno o varios puntos cuyo fallo o error constructivo tendría demasiada significación. Lo mismo que en ajedrez, cuando hay una casilla sobrecargada cuya pérdida condiciona la de la partida.

¿Qué valoras más en tu relación con los arquitectos? Afortunadamente, hay buenísimos arquitectos. Especialmente son de apreciar las realizaciones donde estructura, escala, instalaciones... son un punto de partida tan valioso como el factor formal o artístico. Se agradecen los conceptos estructurales claros, aunque no lleguen a precisar las mejores soluciones ni, lógicamente, entren en el cálculo propiamente dicho, que debe ser una comprobación, o el ajuste fino, de una estructura bien proyectada. Se agradece también que se resuelvan problemas arreglando la geometría y no forzando las tensiones, colaborar con el proyectista de la estructura en la búsqueda de soluciones y posibilidades. En general los buenos arquitectos, -no caprichosos-, que también los hay, entienden bien cómo sujetar las cosas, aunque se despisten algo en los tamaños y secciones de las piezas de estructura. De la arquitectura siempre se puede aprender mucho ■

Jesús Jiménez & Calter

Jesús Jiménez Cañas se graduó como Ingeniero de Caminos Canales y Puertos en 1970 por la Universidad Politécnica de Madrid. Es Urbanista por el Instituto de Estudios Superiores de Administración Local de Madrid.

Tuvo, entre otras funciones para la administración local, la de Director de Servicios y Obras en el Ayuntamiento de Madrid, donde desarrolló, entre otros, el Plan de Saneamiento Integral de la ciudad. Desde NB35 Ingenieros, donde era presidente, participó en obras emblemáticas de la arquitectura española contemporánea, el Museo de Mérida, Caixa Forum de Madrid, el Gran Kursaal de San Sebastián, la ampliación del Museo del Prado de Rafael Moneo, Ciudad Telefónica, las viviendas en Sanchinarro, la rehabilitación del Mercado de la Boquería, el Hotel Diagonal Mar

en Barcelona... aportando siempre a sus proyectos rigor, imaginación estructural y un gran respeto a la arquitectura.

Acumula también más de cuarenta años de actividad docente en las Universidades y Escuelas más prestigiosas de España. Ha diseñado y coordinado numerosas exposiciones internacionales. Ha sido jurado de los premios FAD. Acumula una docena de premios y reconocimientos en arquitectura, construcción y edificación, entre ellos la Medalla al mérito profesional del Colegio de Ingenieros de Caminos 2014.

Recientemente Jesús Jiménez Cañas, y su equipo de colaboradores, han sumado su talento y experiencia a Calter.

© dirk.hamann :: flickr



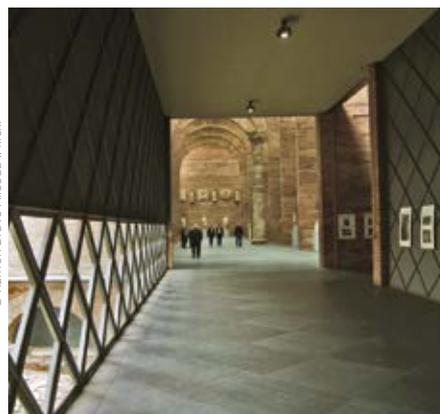
© Francisco Esteve :: flickr



© André Diogo Moecke :: flickr



© Ramón Bravo Aliseda :: flickr



REHABILITACIÓN



Miriam Alonso

:: Arquitecta

:: Departamento Edificación



¿La estructura más admirable?

El Panteón. Al estudiar su historia y la forma en la que se construyó te parece brillante. Pero la sensación que tienes cuando estás allí dentro es indescriptible. La atmósfera que se genera en el vacío que deja la estructura es sobrecogedora.

Imagina las construcciones en 100 años... 100 años pueden dar para mucho o para poco. Seguramente haya grandes avances en las edificaciones singulares, con cambios en la tecnología de los materiales, pero pienso que las construcciones convencionales serán similares a las actuales.

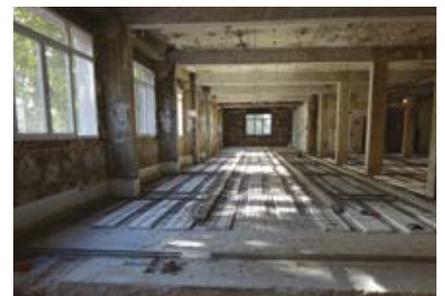
Miriam disfrutó todas las posibilidades que señalaban los estudios de Arquitectura, aunque pronto tuvo claro que lo suyo serían las estructuras. Se emociona cuando el proyecto en el que ha invertido tanto tiempo se convierte en realidad tangible. Más aún en las ocasiones en que se enquistaba y cuesta dar con la solución adecuada.

¿Cuál es el mayor reto a la hora de afrontar una rehabilitación? En primer lugar, entender la estructura existente y cómo el proyectista original la ideó. Si en esa primera comprobación la cosa no va bien, hay que dar marcha atrás, repasar los datos disponibles, repensar las hipótesis de partida y volver a chequear. El

ciclo puede repetirse hasta conseguir que encaje. En caso contrario, hay que asumir que el planteamiento de origen no era adecuado y no se puede salvar la estructura existente.

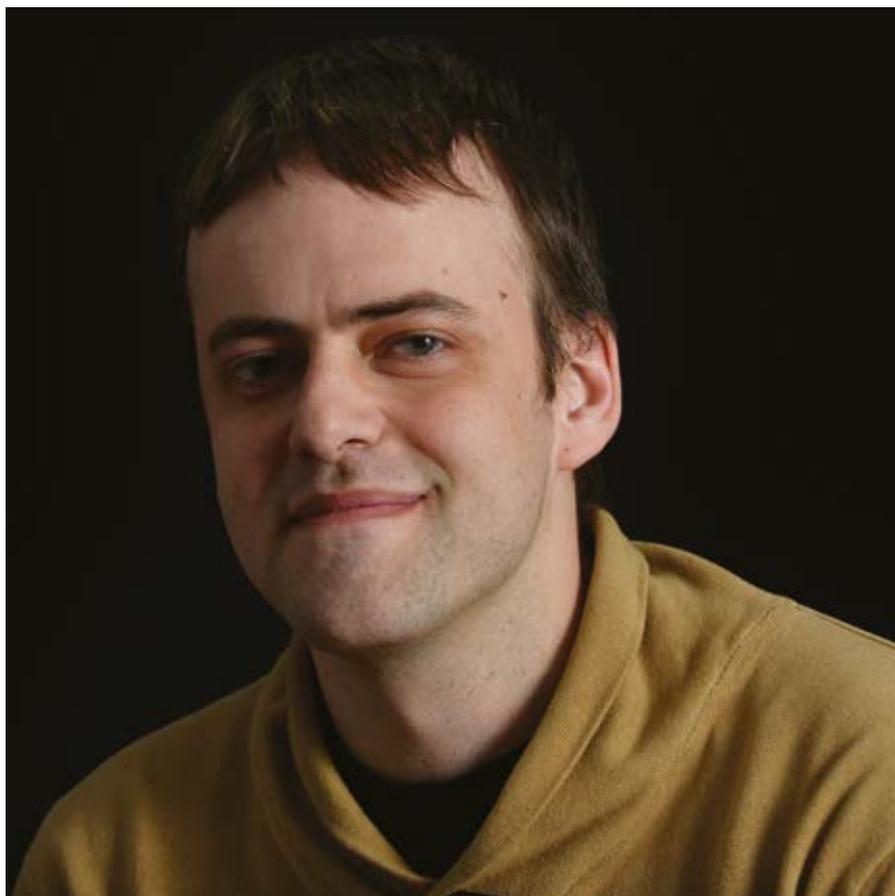
"hay que comenzar por intentar entender la estructura existente"

¿Qué factor consideras prioritario para lograr un buen resultado? Reducir la intervención a lo mínimo, teniendo en cuenta las limitaciones de accesibilidad que caracterizan a las obras que deben realizarse mientras el edificio sigue en funcionamiento ■



Tanto en la **Clínica Ruber** como en la **Fundación Jiménez Díaz** se realizan actuaciones en los edificios manteniendo la funcionalidad de los hospitales, y de este modo se adaptan a los avances de medicina.

EDIFICACIÓN



Nacho García

:: Arquitecto Técnico
:: Director Edificación



¿La estructura más admirable?

El panteón de Roma es impresionante en la época actual; si tenemos en cuenta el año de construcción y los medios usados, aún lo es más.

¿Y el creador? Miguel Ángel, no destacó tanto en arquitectura, pero la aportación en pintura y escultura me parece increíble.

Imagina las construcciones en 100 años... No imagino cambios sustanciales; los materiales y sistemas constructivos permitirán más luces y alturas en edificios e infraestructuras.

Nacho tomó este camino por su interés en las estructuras; luego le encontró el gusto al trabajo en las oficinas de proyectos. Prefiere evitar las reuniones poco prácticas y la mayor recompensa la obtiene en el agradecimiento del cliente.

¿Qué espera el cliente de una estructura de edificación? Hay que tener en cuenta la diversidad

de clientes: estudios de arquitectura, constructoras, promotoras e ingenierías. Cada uno busca una estructura que responda al conjunto de sus necesidades.

"se debe ser sensible a las necesidades de cada tipo de cliente"

¿La fórmula para lograrlo? La adecuada combinación de economía, funcionalidad y adaptación a las necesidades arquitectónicas.

¿Cómo se afronta el trabajo fuera de España? Ayuda la experiencia acumulada, hay que adaptarse a las tipologías estructurales típicas, la cualificación de la mano de obra, los sistemas y demás costumbres constructivas del país ■

© Stephen Haworth :: flickr



Aeropuerto de Ciudad Real, uno de los primeros proyectos en los que colaboré.



En el **El Estadio de Fútbol de Lucena** planteamos una estructura singular con una cubierta con grandes luces.

UNA APUESTA POR BRASIL

Evandro Medeiros

:: Ingeniero Civil

:: Country Manager Brasil

En Porto Alegre, al sur de Brasil, hay una gran pasión por el fútbol, por el Gremio. Evandro asistía desde niño a los partidos con el deseo de alcanzar el campeonato y, más aún, de sentir la atmósfera vibrante de las gradas superiores. Veía el fútbol de pie, saltando con la hinchada, la estructura de hormigón armado del estadio olímpico se balanceaba como si se fuera a caer. Ese efecto impresionante instigaba a Evandro a entender el fenómeno, iniciando su interés por la ingeniería estructural.

Hoy, que acumula más de 20 años liderando grandes proyectos, se siente tan curioso y desafiado como el niño que veía balancearse el estadio del Gremio.

¿Cómo está el mercado en Brasil? El sector de infraestructura ha crecido poco los últimos años, pero el eólico ha pasado de 25 MW de generación en 2005 a 13.000 MW en 2017.

¿Como se posiciona Calter en este contexto? Desde el principio quisimos impulsar el crecimiento del mercado eólico con proyectos de ingeniería que aprovechaban el conocimiento adquirido los últimos 20 años. Primero nos invitaron a desarrollar una torre de hormigón de 120 m. de altura para una importante empresa nacional. En 2015, con un prototipo instalado en Tubarão, un aerogenerador de 2.1 MW de potencia, llegó la consolidación. Ahora tenemos casi cien torres



iguales y Calter ya está entre las grandes proyectistas nacionales.

¿Qué aportáis en este mercado? Aparte de calidad e innovación, estos proyectos emplean mano de obra local y generan impuestos que revierten en los municipios. También tenemos el desafío de contribuir al desarrollo de proveedores locales.

"nuestros proyectos revierten especialmente en los municipios"

¿Cómo ves el futuro inmediato? A través de la legislación la generación distribuida empieza a ganar espacio, eso promueve proyectos eólicos con un número reducido de aerogeneradores, y hace poco viable la implantación de fábricas móviles. En este contexto aportamos dos soluciones; la torre híbrida que tiene menos de la mitad de su altura en hormigón y permite usar una empresa de prefabricados local. Y la verticalización con formas autotrepantes, así no necesitamos fábrica, el hormigón se realiza en el local. También esperamos que el mercado de infraestructura y construcción civil retome el crecimiento, para seguir estampando el nombre de Calter en las placas de muchas obras a lo largo de Brasil ■

LA EXPERIENCIA MEXICANA



Luis Navas

:: MSc ingeniero civil

:: Socio



¿La estructura más admirable?

Los voladizos. El de la ampliación del Reina Sofía es impresionante, con el edificio terminado no se aprecia toda su magnitud. Las estructuras colgadas, por la complejidad técnica en la ejecución, también me admiran.

¿Y el creador? No podía ser otro que Torroja, principalmente por su dominio total de la geometría. Por esta razón también me interesa Félix Candela. Junto a ellos, los grandes arquitectos de la primera mitad del siglo XX, Mies Van der Rohe, Le Corbusier,...

Luis siempre supuso que construir era una experiencia gratificante, más tarde, al conocer la complejidad de todo el proceso, vio que podía ser incluso doloroso. Aun así, siempre ha considerado que el balance es positivo.

Considera al desarrollo internacional, en el que está especializado, especialmente complejo. Por eso, cuando se logra el éxito, la recompensa es mayor. La satisfacción siempre está asociada a la dificultad del problema.

¿A qué coyuntura os enfrentáis en México? Un país inmenso y una orografía peculiar, con mucho por recorrer en infraestructuras. La situación política actual condiciona el ritmo, al periodo electoral le sucede un parón por la transición de gobierno.

¿Qué aporta Calter? La industria de la construcción española en los años previos a la crisis desarrolló sistemas productivos muy competitivos. Por eso, una vez adecuados a las circunstancias de cada país, las constructoras españolas tienen mucho que aportar en licitaciones internacionales. Nuestro papel en México es de acompañamiento y asesoramiento a nuestros clientes adaptándonos a cada entorno específico.

"queda mucho por recorrer en cuanto a infraestructuras"

¿Cuál es el impacto de los sismos? México, tras EEUU, es el país con más riesgo sísmico del mundo. Tuvo 26.123 sismos en

2017. Tras el terremoto del 85 se notó un cambio sustancial en la normativa para la protección de los edificios. Pero la naturaleza fue perversa, en 2017, el mismo día que se conmemoraban los 32 años de aquel sismo, ocurrió otro que afectó a 190.000 edificios sólo en la Ciudad de México, con más de 500 víctimas mortales. Pese a las medidas adoptadas, aún hay colonias dentro de la ciudad muy sensibles, como La Condesa y La Roma. Las actuaciones deben centrarse en edificios antiguos de más de cinco plantas de altura. Creemos que nuestra asociación con el ingeniero Eloy Retamal puede ser muy efectiva en este sentido. Los sistemas desarrollados por Eloy, centrados en la "Aislación Sísmica", son de aplicación directa en muchos casos en la Ciudad de México ■

LA OBRA CIVIL



Alberto Costaguta

:: Ingeniero de Caminos.

:: Consejero Técnico



¿La estructura más admirable? Por orden de preferencia: el Panteón Romano, cúpula de 45m. de diámetro, construido en 125, aún en perfecto estado. Acueducto de Segovia, 28m. de altura con 44 arcos dobles ejecutados con sillares de granito asentados sin argamasa entre ellos, lleva 18 siglos. La Sagrada Familia que hizo Gaudí, única. Puente do Infante, Oporto, simple, esbelto, maravilloso.

¿Y el creador? Miguel Ángel Buonarroti y Leonardo da Vinci.
¿Hace falta explicarlo?

Imagina las construcciones en 100 años... No tengo idea. Al mirar 100 años atrás, los edificios son más altos y los puentes de mayores luces. Pero siguen siendo edificios y puentes. ¿Son más bonitos?. No lo sé, cada uno responde a su época y circunstancias.



© Bryant Borrego Alvarado :: flickr



© Juan Antonio González :: flickr

Siempre destaco el trabajo en la **ampliación del graderío del Bernabéu**, a pesar de ser del Atleti, y las **estructuras para el AVE**.

Alberto no recuerda el motivo que le llevó a elegir sus estudios. Si tiene claro lo que le condujo al diseño y cálculo de estructuras; una asignatura llamada composición estructural. Una batería de problemas prácticos les servía para averiguar el funcionamiento de todo tipo de estructuras.

Quizás por eso, en el día a día actual, disfruta especialmente en el intercambio de ideas con los compañeros acerca de como funciona una determinada estructura o un detalle de la misma.

"siempre hay que adaptar el diseño al contexto"

¿Cuál es el reto en las estructuras para obra civil? Básicamente realizar un buen encaje de la obra, tanto desde el punto de vista

geométrico, como el funcional, el económico y el estético.

¿Varía el planteamiento en función de los países? Desde luego que debe variar, teniendo en cuenta la infinidad de condicionantes que impone cada contexto. Hay ejemplo concretos, dolorosos, que nos recuerdan la importancia de hacerlo. El terremoto de 2010 en Chile, mostró por ejemplo, el error que supuso no tener en cuenta los usos y costumbres antisísmicos con los que históricamente se diseñaban los puentes en este país.

¿Qué trabajos, en concreto, te causan una satisfacción especial? Lo cierto es que inmediatamente después de entregar el proyecto, no me siento satisfecho del todo con ninguno. Afortunadamente, en muchos casos, el transcurso del tiempo mejora esa percepción ■

EL DESAFÍO EDITORIAL



Valentín Alejándrez

:: Director de Cinter

:: www.cinter.es

La editorial nace tras muchas conversaciones de bar con Juan Carlos Arroyo sobre “números gordos” que terminan en la propuesta para editar un libro. Una aventura que a Elsa Chaves y a mí, entonces estudiantes de Ingeniería de caminos, nos pareció irrenunciable. Así fundamos una empresa para editar “Números gordos”, y organizar eventos de formación para ingenieros y arquitectos.

El libro funcionó, seguimos con traducciones de ensayos de ingenieros, libros de urbanismo, incluso un *rara avis* que me enorgullece, “La obra civil y el cine”. Nos reuníamos cada dos jueves algunos amigos ingenieros y arquitectos para analizar películas desde el prisma de la ingeniería. Gorka Magallón, guionista ganador del Goya, fue coautor.

¿Cómo se sostiene una editorial pequeña? Levamos 18 años. Tratamos de adaptarnos a la teoría del “Long Tail”, apuntando al nicho de la ingeniería. Editamos poco pero con unos cuidados estándares de calidad. Si un libro es interesante y se edita con mimo, aunque el universo de venta y la capacidad de marketing sea limitada como es nuestro caso, el boca a boca hará que se venda.

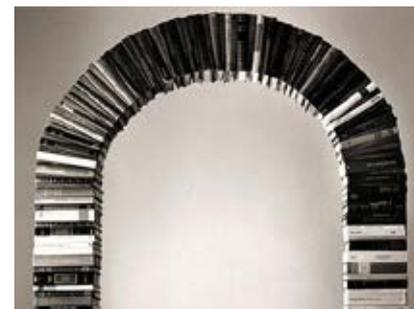
¿Qué te da este trabajo? Poder considerar amigos a gente interesantísima que no hubiera conocido de otro modo. Ingenieros que disfrutaban leyendo más allá de lo técnico y valoran nuestro atrevimiento y esfuerzo. Hemos explorado relaciones entre la ingeniería y otras disciplinas técnicas y artísticas. A ello, se une la emoción de abrir un libro recién llegado de imprenta, el olor a papel nuevo, escuchar las hojas pasar a gran velocidad en ese primer vistazo.

¿Alguna anécdota que se pueda contar? Recién editado el primer “Números gordos” fuimos con un stand a las jornadas de enseñanza del hormigón de ACHE, llevamos un arco construido con libros, como el de la famosa foto de Chema Madoz. Lo cimbramos por seguridad, pese a llevar cuñas finas de madera entre los libros pegadas con cola. Fue muy visitado y el último día se organizó una porra sobre si aguantaría o no al retirar la cimbra. El gran Álvaro García Meseguer, que después tradujo para nosotros “Un ingeniero imagina” de Peter Rice, fue uno de los más entusiastas participantes.

Debo decir que el arco no resistió, se abrió por los riñones y terminó destrozado. Lo reconstruimos de nuevo en la oficina y aún nos sigue acompañando, apoyadito en su cimbra. Confirmando también que la foto de Chema Madoz tenía una estructura invisible para resistir ■



Ha vendido ya 41.000 ejemplares.



El arco, la obra de Chema Madoz que nos inspiró.

CONOCIMIENTO Y VALOR



Jesús Gómez

:: Dr. Ingeniero de caminos,
canales y puertos

:: Dir. Consejo técnico



¿La estructura más admirable? Santa Sofía (Estambul); The Golden Gate (San Francisco). Santa Sofía: es impresionante estar dentro, simplemente eso; The Golden Gate: es la elegancia vestida de puente.

¿Y el creador? Leonardo da Vinci: no le ponía “puertas al campo”. Cualquier ámbito era bueno para crear.

Imagina las construcciones en 100 años... En gran medida, autoinspeccionables, detectarán sus propias patologías, no sólo estructurales, proponiendo mejoras.

La razón por la que eligió Jesús Gómez esta profesión fue para poder actuar en muchos campos de la construcción.

Lo que más le apasiona es el crear cosas nuevas aunando distintas voluntades, diversos frentes. Y, como tantos otros, sobrelleva como puede la organización repetitiva y burocrática, aunque no deja de reconocer que resulta fundamental para que todo fluya.

¿Cuál es el mayor reto a la hora de afrontar una estructura? A la hora de afrontar cualquier labor lo más difícil es saber lo que realmente quiere el cliente. Con la dificultad añadida de que muchas veces él mismo no lo sabe, o no es totalmente consciente de

ello, o no quiere decirlo o reconocerlo con la claridad necesaria. La estructura es un caso particular: ¿qué quiere el cliente?, ¿para qué lo va usar realmente?, ¿qué pretende obtener con ello en el corto, medio y largo plazo?.

"todo el equipo de un proyecto debe ser consciente del objetivo"

¿Qué factores consideras prioritarios para lograr un buen resultado? Además de lo anterior, que el equipo que desarrolla el proyecto sea consciente del objetivo, que tenga además los medios para alcanzarlo y, por último,

que sepa utilizarlos con eficacia y eficiencia.

Tal como evoluciona la ingeniería estructural, ¿puede el producto gráfico llegar a ser más importante que el cálculo? Todo buen proyecto necesita un buen análisis inicial, un buen desarrollo numérico, cálculo, y una buena representación. El usuario final del proyecto, sea promotor, constructor, ... necesita ver el resultado gráfico, es lo que utiliza de forma directa, pero sin un buen cálculo detrás, los planos solo son unas líneas en el “aire”. Hay que hacer valer el trabajo desarrollado con el cálculo y luego “volcarlo” en unos buenos planos. De poco vale un gran coche, con gran motor, gran potencia, y alta velocidad punta si no es fiable. No hay que perderlo de vista ■

Consejo Técnico

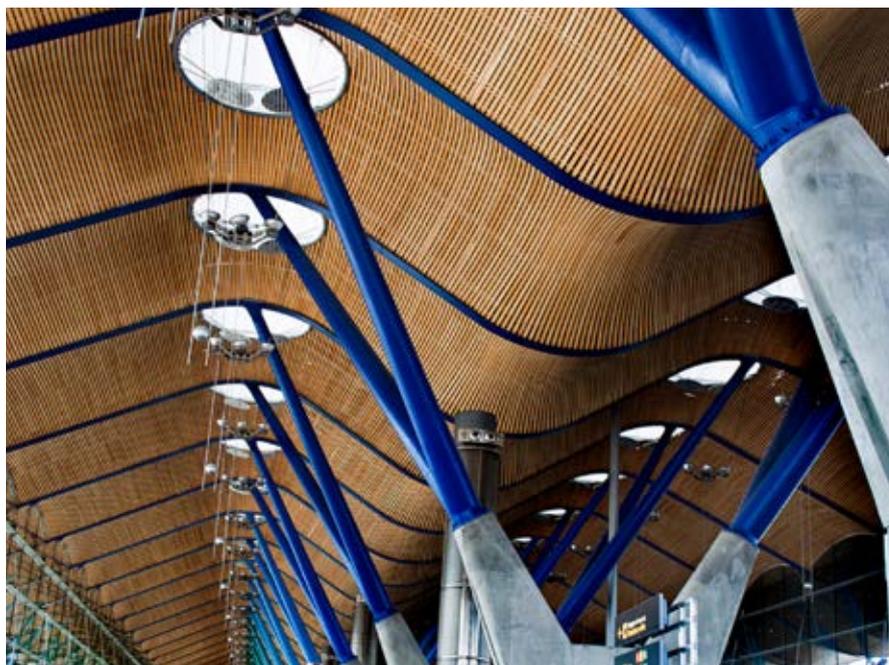
CALTER quiere ofrecer un servicio que aúne conocimiento técnico, gusto por el detalle y experiencia.

El conocimiento lo ponen los directores de departamento y sus equipos. La obsesión por el detalle y la precisión el departamento de producto gráfico BIM, que se encarga de la modelización geométrica y de la delineación de los planos.

Y la Experiencia, la *seniority*, la aporta el Consejo Técnico. Su misión es escuchar al cliente, entender lo que necesita, aconsejarle sobre la mejor solución. Atender al proyecto en todo momento para que sea óptimo, seguro y fácilmente construible. Tarea suya también es explicar el producto entregado.

Los miembros del Consejo técnico son los veteranos de Calter, los guardianes de la calidad y la garantía ante el cliente. En ocasiones el mayor reto no está en la propia construcción: los técnicos podemos caer en algún grado de arrogancia y pretendemos saber lo que el cliente necesita sin apenas escucharle. El Consejo Técnico, aparte de su visión integral, aporta la experiencia acumulada en el trato con clientes, ingenieros, arquitectos, promotores, técnicos de obra, técnicos de control de calidad,..

Un reto complementario, igualmente fundamental, es sostener la capacidad productiva de la empresa sobre los retos anteriormente definidos de calidad y detalle.



© Celestino Ruiz :: flickr

Terminal T4 del Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas, la responsabilidad de dirigir el equipo que desarrolló la Ingeniería de Detalle de Construcción, así como por la envergadura del proyecto, supusieron dos retos importantes.



© Juan Andrés :: flickr

Wanda Metropolitano, múltiples alternativas constructivas que se plantearon por las sucesivas necesidades del promotor, con los cambios de proyecto a que ello daba lugar.



© José Luis Vega :: flickr

Biblioteca Nacional, rehabilitación. El estudio que se hizo de materiales y disposición del esquema estructural.

¿Qué tiene el Panteón?



Esta revista nos ha descubierto la fascinación que causa el Panteón de Roma, tanto en las personas que trabajamos en Calter, como en nuestros clientes y amigos.

Hay algo que hace que quede grabada en la memoria y, son varios los motivos, que se exponen para explicar su magnetismo.

Otras obras que se repiten, pero a distancia, son Santa Sofía y la Torre Eiffel.

NODOS DIGITALES



Víctor Manuel Sierra

:: Ingeniero de Caminos



¿La estructura más admirable?

Que haya visto personalmente, me quedo con la presa del Atazar. Siempre me han llamado la atención las presas bóveda.

¿Y el creador? La ingeniería civil, a diferencia de la arquitectura, me parece una disciplina grupal, con menos nombres propios. Aunque Jose Torán, que no es un creador puro ni de los más famosos, me parece muy interesante por su obra y su vida.

Imagina las construcciones en 100 años... Al paso que vamos, subterráneas.

También le atraían la informática y las comunicaciones, pero la tradición familiar, su padre era aparejador, llevó a Manolo a la Ingeniería. Las circunstancias han querido que ahora trabaje combinando todos estos campos.

De su trabajo aprecia el dinamismo, poder aprender siempre algo nuevo. Por eso no le entusiasman las labores repetitivas. Afortunadamente, cuando aparecen cosas "raras" en Calter, suele acabar participando de algún modo.

¿Qué aporta Sofistik a Calter? Utilizamos programas de calidad para el cálculo de estructuras, pero Sofistik, para mí, cubre el segmento superior en cuanto a complejidad, llega más lejos.

¿Cómo mejoran estas tecnologías el proceso de trabajo? En los últimos años se ha integrado Sofistik con los mejores programas de CAD. De hecho, su interfaz gráfica principal es Autocad. Así podemos aprovechar mejor los datos que nos llegan como planos para su posterior transformación en modelo de cálculo.

"el mayor avance es la mejora en interfaces de usuario"

¿Qué avance informático ha sido más importante en vuestro trabajo? En nuestro campo, y en general, la mejora de las interfaces de usuario. Antes, manejar Sofistik u otro programa, requie-

ría saber, además de cálculo de estructuras, algo de programación. Una interfaz gráfica como Autocad ha facilitado la modelización rápida de estructuras complejas. Tal vez en un futuro, con un casco de realidad virtual y unos guantes sea aún más simple.

¿A dónde apunta la evolución? Sofistik, y programas similares, trabajan en implementar completamente la filosofía BIM en el flujo de trabajo del cálculo de estructuras. En este sentido, Sofistik permite utilizar Revit como interfaz gráfica, en obra civil aún están avanzando en la integración, pero en obras de edificación el proceso está muy definido ■

Sofistik

Calter comercializa y distribuye en España este software especializado en estructuras.

SOFISTIK facilita el cálculo y análisis por elementos finitos, está desarrollado por ingenieros civiles para ingenieros civiles.

Es líder en el mercado por su potencial en el diseño de puentes, aunque también es puntero en los proyectos de edificación, perfectamente integrable en el flujo BIM, proyectos de geotecnia, estructuras ligeras (textiles) y un largo etcétera.

Desde que se implantó en nuestro país, en 2001, no ha dejado de ganar protagonismo. Actualmente está presente en buena parte de las mejores oficinas de proyectos, prefabricados y constructoras.



Muchas obras hubieran resultado muy difíciles de realizar sin un programa con las capacidades gráficas de Sofistik. Como la

modelización de los **conos para el nuevo museo Guggenheim** o el **Auditorio del Palacio de Congresos Oviedo**.

PUSH: ESTRUCTURA LIGERA



FERNANDO BLANCO

:: CEO en PUSH

:: www.pushcompany.es

En el origen de PUSH *Pop Up Structures for Habitat* está el romance entre un alumno que admira a un profesor al que un día logra sorprender. Ocurrió en las viejas oficinas de Calter, Fernando acude en busca de apoyo para el cálculo de unas estructuras novedosas que busca comercializar. Juan Carlos Arroyo, impresionado por el concepto de plegabilidad decide apoyar el proyecto. A partir de ahí se concreta la primera patente y PUSH nace jurídicamente en Marzo de 2016.

¿Qué aportan las estructuras SPK de PUSH? Todas sus versiones se instalan en una hora, más rápido que ninguna otra carpas desmontable. A los clientes les gusta la *estética tectónica*, a veces las piden sin cerramiento solo por el atractivo arquitectónico que generan. Tienen además gran prestación estructural, en el túnel de viento permanecen estables a velocidades superiores a 120 km/h.

¿Qué dirías a quién tiene un proyecto de innovación indus-

trial y carece de recursos? Si todo lo que falta es el dinero, llegará pronto; lo importante es el trabajo anterior. En nuestro caso, ese esfuerzo nos llevó a ganar premios y acceder a programas de emprendimiento. Después, al incorporarse Calter, fabricamos el primer prototipo, tras los ajustes y mejoras dimos el salto comercial.

¿Qué te trajo a este camino? En la universidad seguí una línea de investigación poco explorada que me apasionaba; las es-

tructuras desplegables. Para 2015 ya había reproducido en maqueta todos los sistemas que idearon Emilio Pérez Piñero, Félix Escrig y otros inventores internacionales. De este modo hallé soluciones que aportaban valor a nivel geométrico conceptual y en la resolución de los nudos de encuentro entre barras articuladas. También empezaba a consolidarse una coyuntura favorable para los proyectos de emprendimiento, mas aún si aportaban innovación industrial tangible ■



DESCUBRE LAS 7 DIFERENCIAS



En este vigésimo aniversario recuperamos uno de nuestros más exitosos Concursos Navideños. Encuentra las **7 diferencias** entre estas dos fotos veraniegas de nuestro equipo en el patio de la nueva oficina. No cuentan las pequeñas diferencias en la postura, solo cambios evidentes en ropa, complementos, peinado,... Señálalas con un bolígrafo y envía la fotografía de la página a calter@calter.es. A los acertantes os mandaremos un libro de la Editorial Cinter.



Fundada en 1998
0.2 siglos



Desde **1998** hemos creado estructuras para:

33 estaciones por donde transitan **500.000 de viajeros** cada día,

105 torres eólicas que alimentan a **100.000 hogares**,

800 puentes por donde cruzan **30.000.000 de vehículos** por semana,

39 hospitales que dan servicio a **2.000.000 de personas**.

En 2018, que cumplimos 0,2 siglos de vida, el compromiso es el mismo.