

FIGURAS RESCATADAS

Heinz Hossdorf

Pepa Cassinello Plaza

Al igual que Torroja, Nervi o Ove Arup, Hossdorf pertenece a un reducido y brillante grupo de profesionales de la ingeniería civil que dedicaron su vida al diseño, cálculo y construcción, de muy distintos tipos estructurales, contribuyendo con su investigación científica y su obra a que los años 50 y 60 tomaran especial significado en la Historia de la Arquitectura Contemporánea.

Como uno de los pocos representantes vivos de esas sorprendentes generaciones de ingenieros que lograron ser eslabón entre la ingeniería y la arquitectura, Hossdorf -a sus setenta años de edad y retirado en gran parte de sus actividades profesionales- continúa investigando sobre la aportación del ordenador al mundo científico, campo en el que ha participado en algunos de los más relevantes avances de las últimas décadas de nuestro siglo.

Su relación con Torroja

En 1954 se convocaba en Suiza un concurso para la realización de un nuevo puente, próximo al histórico de San Gothardo. Hossdorf (con sólo 26 años y prácticamente sin experiencia profesional) no se presentó al concurso: pero puesto que se trataba de un tema de actualidad e indudable importancia, al conocer los proyectos presentados remitió su idea a una revista técnica, que no dudó en publicarla. Inesperadamente recibía, al poco, una carta de Torroja que, admirado por su propuesta, le felicitaba y cambiaba impresiones sobre ella.

Hossdorf contestó a Torroja presentándose en Madrid e inició así un largo intercambio científico, a través del Instituto, con todos aquellos jóvenes técnicos de distintas nacionalidades que por aquel entonces iniciaban con su maestro un importante recorrido en la evolución estructural y constructiva del mundo de la ingeniería civil y la arquitectura.

El conocimiento de la obra de Hossdorf -así como de sus importantes aportaciones científicas en el desarrollo de nuevas técnicas de ensayos con modelos- se inició en España a través de la revista "Informes de la Construcción" publicada por el Instituto Eduardo Torroja, que por entonces protagonizó la difusión técnica y científica que estaba revolucionando el mundo de la construcción con la aparición de nuevas formas estructurales, técnicas de pretensado, métodos de cálculo, ensayos sobre modelos....

La incansable iniciativa de Eduardo Torroja de intercambiar conocimientos con el resto del mundo científico y de difundirlos, así como su excepcional capacidad de convocatoria, atrajo a España a los personajes más representativos de unas indudables "décadas doradas". Wright, Le Corbusier, Neutra, Hass, Nervi, Esquillan, Olszak, Parme, Rühle, Baker, Jackobsen, Popov, Tsuboi, Hossdorf.... participaron en los Simposium, Coloquios, y Publicaciones que Torroja dirigió no sólo desde el Instituto sino desde las asociaciones internacionales que fundó (como la Asociación Internacional de Estructuras Laminares), cuyos boletines recogían

periódicamente los últimos avances en obra construida como también en el desarrollo y continua transformación de métodos de cálculo, ensayos sobre métodos...

Ligado a todas estas actividades generadas por Torroja desde Madrid, Hossdorf desarrolló en Basilea una vertiginosa carrera técnica conjugando, al igual que su maestro, la actividad investigadora con la de proyectar y construir su propia obra.

Obra construida

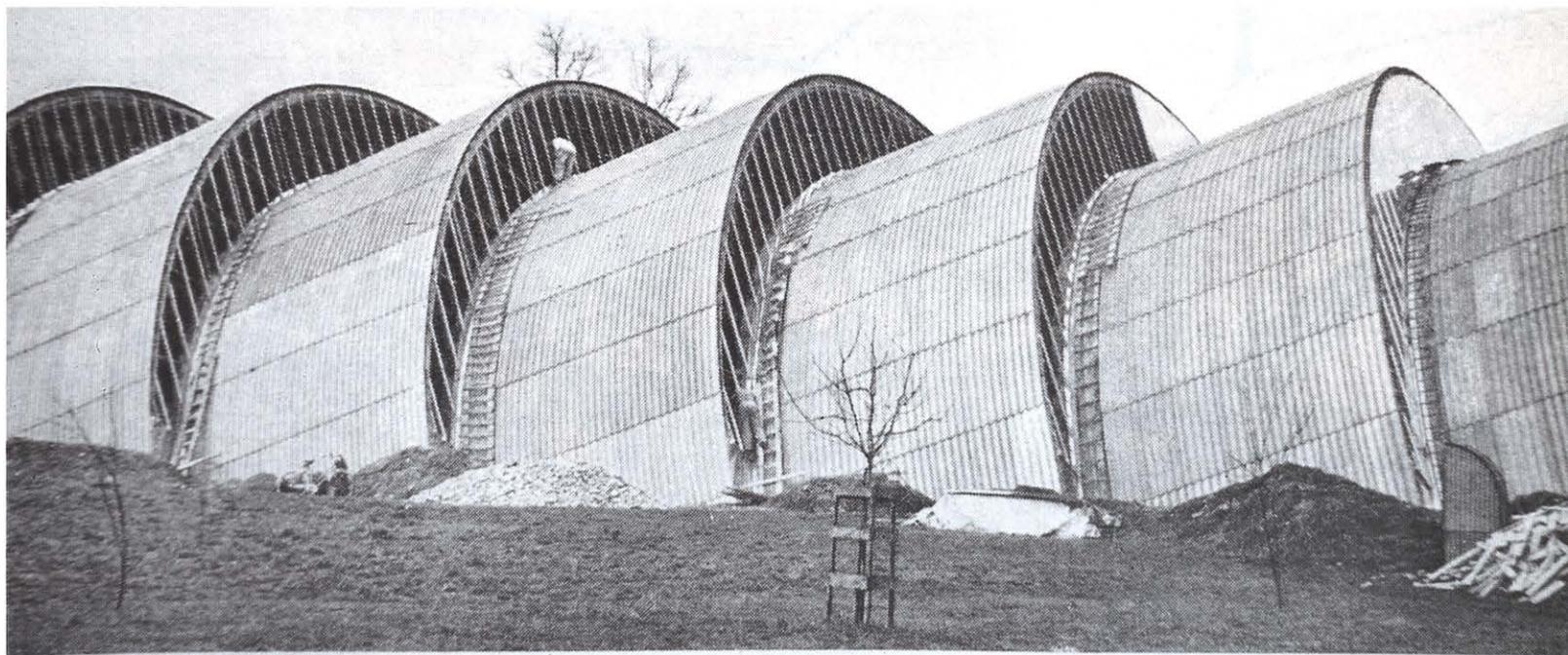
Parte de la obra construida por Hossdorf está incluida hoy en el inventario del Patrimonio Cultural y Arquitectónico de Suiza, dada su indudable relevancia en la historia evolutiva de las formas estructurales y los procesos y técnicas constructivas. Sin preferencia por determinados tipos estructurales ni materiales constructivos, a lo largo de su vida profesional ha diseñado, calculado y construido gran diversidad de formas singulares, utilizando a menudo "nuevos materiales", que además le aportaban la oportunidad de investigar sobre sus posibilidades estructurales en el mundo de la Arquitectura.

Además de desarrollar sus propios proyectos, ha colaborado con importantes arquitectos suizos, entre los que se encuentran: Danzeisen, Senn, Gutman, Ernst Gisel, Betrix y Consolasscio. En 1957 fue invitado por el Senado de Berlín a participar junto con Otto H. Senn en la "Internacionales Bau-Ausstellung de 1.957 (IBA-57), colaborando en la remodelación del Hansaviertel con arquitectos como Walter Gropius, Alvar Aalto, Oscar Niemeyer, Arne Jacobsen....

Como demuestra su obra construida, el pensamiento creativo de Hossdorf ha conjugado siempre tres aspectos fundamentales: adecuada forma estructural, sensibilidad en la imagen arquitectónica y racionalización de las técnicas y procesos constructivos, dando lugar a la creación de "continuas innovaciones".

En 1954, en el inicio de su carrera profesional, construyó la famosa, y hoy catalogada, Nave Industrial de Gossau (Suiza), proyectada por los arquitectos Danzeisen y Voser. (2) (4). La sucesión de láminas cilíndricas de eje inclinado que generaban la "forma" se unían entre sí por medio de los lucernarios laterales orientados a norte. Con una luz entre apoyos de aproximadamente 30 metros, parecía insalvable la esbeltez de las piezas proyectadas, por cuanto adquirirían un mínimo de 30 cm. de canto al dimensionarse como estructuras abovedadas de hormigón armado. Y así, el canto no sólo cegaría parcialmente la luz natural procedente de los lucernarios, sino que deformaría la imagen arquitectónica proyectada.

Con el fin de reducir el canto de las láminas de hormigón, Hossdorf introdujo unas cerchas metálicas en los bordes, que, con reducida cantidad de material, servirían de armazón a los lucernarios configurándose en parte integrante del canto total resistente del conjunto laminar, reduciendo el canto de hormigón de 6 cm. de espesor en la clave y 12 cm. en los



Nave industrial de Gosau (Suiza) proyectada por Danzeisen, Voser y Hossdorf.

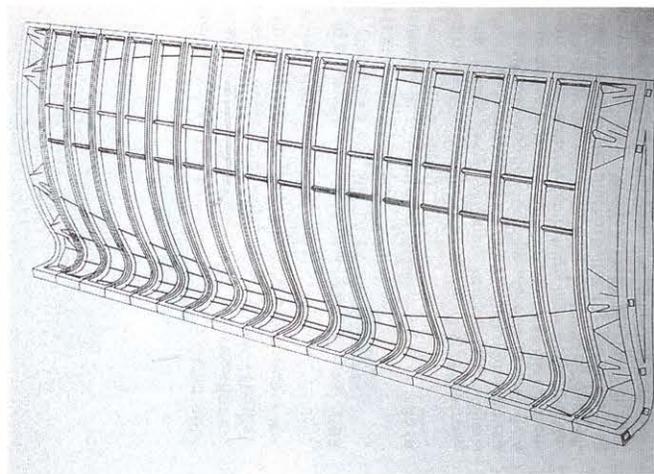
apoyos. Y este recurso estructural de generar cantos mixtos integrados en la imagen arquitectónica de superficies laminares de hormigón armado sería también utilizado por Félix Candela en algunas de sus más famosas construcciones realizadas en Méjico, como es el caso de la iglesia de San Pedro.

Una constante en la obra de Hossdorf es cuanto no se limita al correcto conocimiento del funcionamiento estructural de las formas sino que sensible ante las mismas, es capaz de integrarlas en defensa de la imagen arquitectónica.

Innovación importante en la técnica de postensado fue la que introdujo en el proyecto que realizó en 1964 para la Shed laminar del Almacén Central del Consorcio Wagen en Suiza, incluida en el citado Catálogo del Patrimonio Arquitectónico Suizo (2) (7)(8). En este caso, Hossdorf diseñó unas piezas prefabricadas de hormigón armado de 8,40 x 1,40 metros, con las que cubría toda la planta de la nave y construía la totalidad de la estructura laminar de la cubierta. Las piezas tenían los bordes con canto en resalto hacia la cara superior, con la triple finalidad de situar el postensado "fuera del canto hormigonado de la pieza", absorber flexiones y servir de apoyo al recubrimiento final de la cubierta. El espesor de las piezas prefabricadas de hormigón armado era de 4,5 cm.; y la luz, salvada entre apoyos, de aproximadamente 25 metros.

La "forma" curva de la pieza hacía posible una nueva técnica de postensado, mediante la cual se puede reducir el espesor total de la estructura laminar de hormigón, realizando la junta de las piezas en seco y garantizando su colaboración mecánica tan solo por la fricción entre sus cantos. Hossdorf consigue con esta solución, no solo una importante e innovadora adaptación de las técnicas de postensado aéreo, sino también una adecuada racionalización del proceso constructivo, optimizando el funcionamiento estructural del conjunto laminar proyectado, en el cual la ejecución en obra se simplifica y abarata, al no necesitar las piezas prefabricadas armaduras en espera para posteriormente hormigonar las juntas.

Si Freyssinet tecnificó y diseñó piezas de anclaje para los cables de pretensado, haciendo posible una controlada creación de tensiones artificiales en el interior de la masa de hormigón, Hossdorf ha contribuido sin duda al desarrollo racional de postensado aéreo. Este es otro de los casos en los



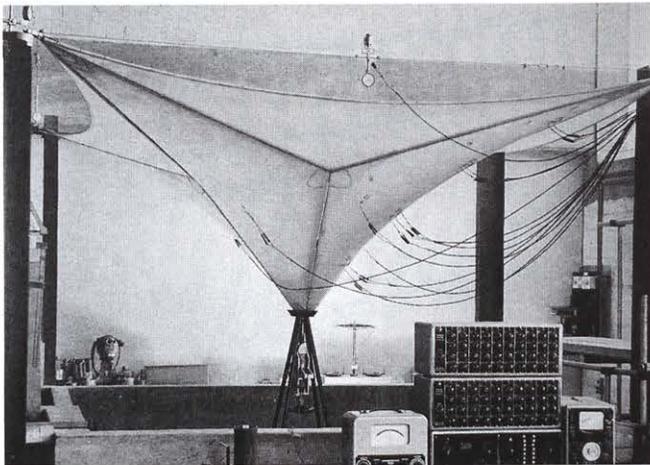
Shed laminar del almacén central del Consorcio Wagen en Suiza (1964). Sistema de postensado aéreo en las piezas prefabricadas de cubierta.



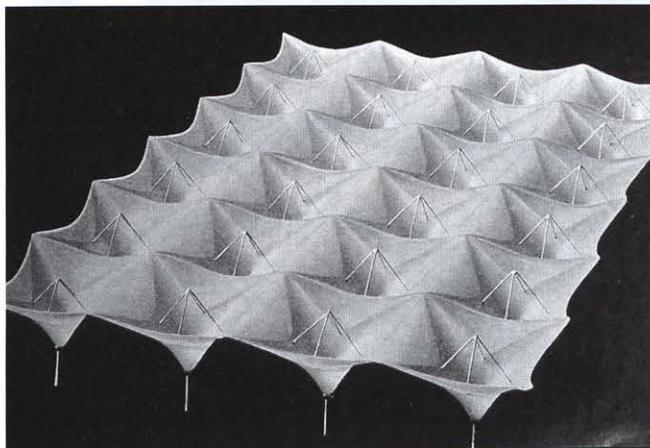
Interior de la catalogada nave industrial de Gosau. Reducido canto laminar formando sección resistente mixta con los entramados metálicos. Estructura proyectada por Hossdorf en 1954.



Pabellón de la Exposición de Intercambio Comercial celebrada en Lausana en 1964. Diseñado por Hossdorf.



Análisis sobre modelo de uno de los elementos modulares tipo hongo pertenecientes al Pabellón de Lausana de 1964. Realizado por Hossdorf en su laboratorio de Basilea.



Modelo del Pabellón de la Exposición de Intercambio Comercial celebrada en Lausana en 1964. Diseñado por Hossdorf.

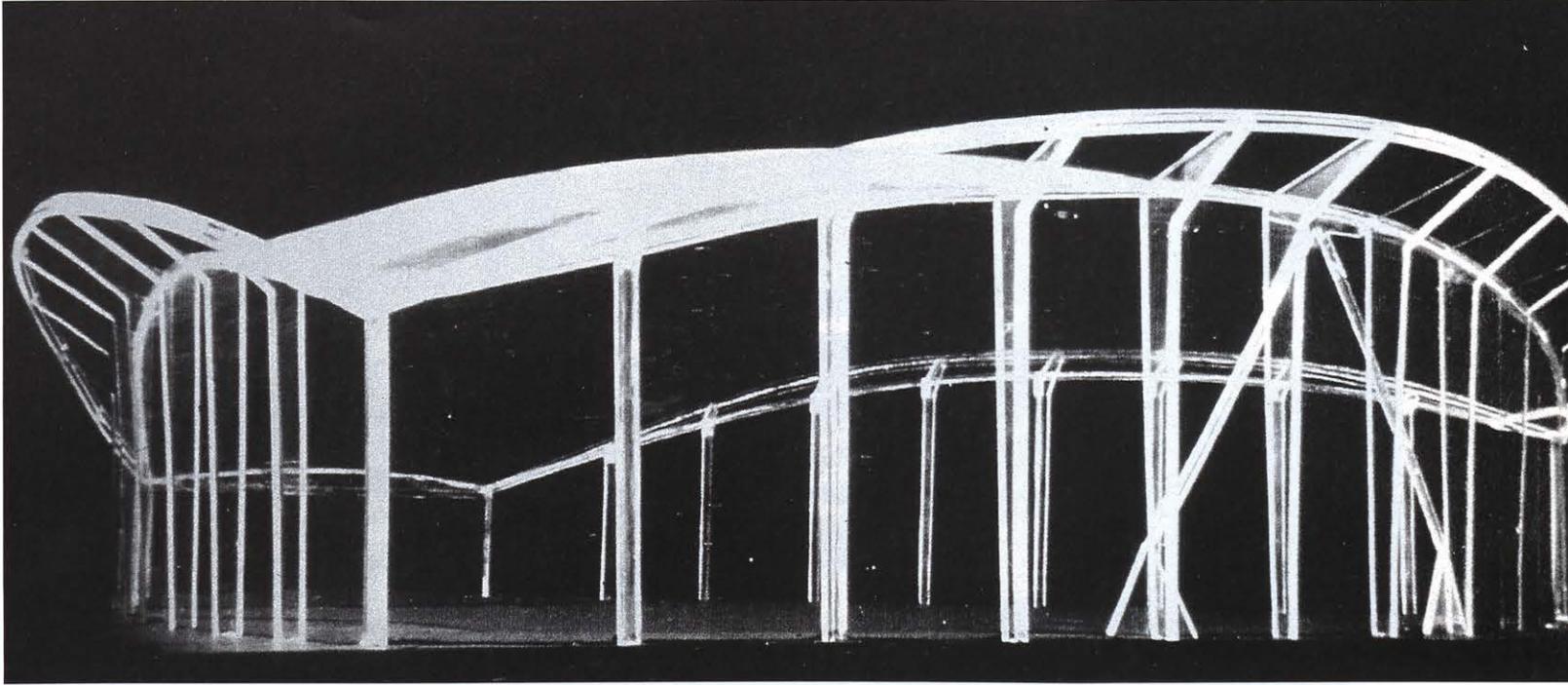
cuales Hossdorf recurre a la técnica de ensayo sobre modelo reducido para acercarse al conocimiento real del comportamiento mecánico de la estructura proyectada, caso en el que además introduce una nueva técnica de simulación de cargas.

A la década de los años sesenta pertenecen algunas de sus más conocidas obras de hormigón con muy diferentes formas estructurales y técnicas constructivas; la original cubierta del Teatro de la Ópera de Basilea -curso que ganó conjuntamente con Guttman- formada por una gran estructura laminar de planta irregular, obtenida como fragmento de un cuerpo de revolución y doble curvatura, salvando una luz de más de 60 metros (2) ; la Biblioteca de la Universidad de Basilea (2) (7), donde realiza una ingeniosa solución integrando nuevamente estructuras metálicas con laminas de hormigón; o la Central de Clasificación de Áridos de Gunzgen, ejecutada con una sencilla y racional modulación de pórticos prefabricados, muros y superficies plegadas. (5)

Pensar correctamente, dice Hossdorf... "Pensar correctamente es más importante que tener experiencia". Nada aporta la repetición continuada de pensamientos erróneos... y sin embargo pensar correctamente nos acerca al conocimiento de nuevas formas y nuevos materiales. Cuando Nervi preside en Madrid en 1.959, el solemne acto de celebración de los 25 años de existencia del Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento, defiende este mismo pensamiento... "La innovación de las formas estructurales y los procesos y las técnicas constructivas arquitectónicas no están basados en la experiencia sino en la inspiración que inevitablemente produce el correcto conocimiento estático de las formas y de los materiales..."

Y Hossdorf, movido siempre por esta "inspiración inevitable", convierte cada una de sus obras en una innovación que impulsa el avance tecnológico de "formas" y materiales, imponiéndose tras él el cambio y adaptación de Normativas específicas y procedimientos tecnológicos.

Sí Maillart fue el primero que recurrió a la forma fungiforme de los pilares, retomándola posteriormente Wright y luego tantos otros... Hossdorf fue el primero en "especializar" cada



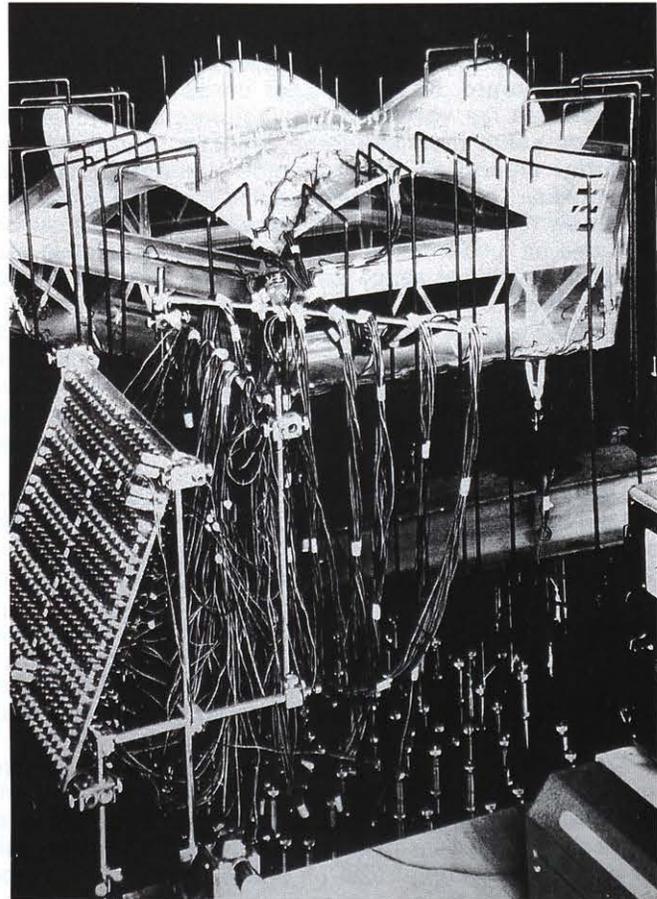
Modelo estructural laminar realizado en el laboratorio de Hossdorf en Basilea.

una de sus elementos estructurales, recurriendo a una también especializada selección de nuevos materiales en su construcción. Este fue el caso del Pabellón que realizó para la Exposición de Intercambio Comercial de Lausanna en 1964, proyectando una estructura laminar pretensada de poliéster reforzado con fibra de vidrio. (1) (6) (7). Esta fue la primera vez que un material como el poliéster se utiliza con una clara función estructural, trabajando toda su superficie a tracción.

El Pabellón para la Exposición de Lausanna se concibió como una construcción temporal, Hossdorf proyectó un pabellón abierto, sin ninguna clase de cerramiento perimetral, con una cubierta modular formada por 24 "mushroom" o elementos en forma de hongo formados por un pilar central de chapa de acero, una estructura laminar en poliéster reforzado con fibra de vidrio de 3mm. de espesor y un armazón metálico definiendo las aristas que generan su plegada forma espacial: al ser tensado como un paraguas, se garantiza la estabilidad estructural del conjunto y la correcta colaboración de todos y cada uno de los elementos proyectados.

Dado que la utilización del poliéster como material estructural no era frecuente, Hossdorf realizó un ensayo sobre modelo, analizando los resultados de su comportamiento estructural combinando diferentes composiciones de material con la misma forma proyectada, hasta llegar a aquella cuyo módulo de elasticidad le permitió obtener los resultados buscados. Por su originalidad en la nueva técnica, por la novedad de sus elementos estructurales y por su singular imagen arquitectónica, el Pabellón se convirtió en la más representativa de las realizaciones de la Exposición, siendo seleccionado -por el atractivo y versátil impacto que produjo entre los técnicos participantes- para ocupar las portadas de las publicaciones oficiales.

Esta idea de proyectar cada elemento estructural con un material diferente -por su función estructural específica dentro de una misma forma arquitectónica-, así como la pretensión de utilizar elementos estructurales plásticos penetrables a la luz, sería retomada en la década de los ochenta por arquitectos como Renzo Piano en algunas de sus más conocidas obras, como es el caso del Pabellón de la Exposición Itinerante de IBM



Modelo reducido de la estructura de la Biblioteca de la Universidad de Basilea, realizado por Hossdorf en su laboratorio.

Investigación
En calidad de
siempre por su
siempre un investigador



Interior de la Biblioteca de la Universidad de Basilea.

construido con aluminio, madera laminada y policarbonato.

En el intento de seleccionar obras de Hossdorf que representen las variadas innovaciones que Hossdorf ha aportado sobre muy diferentes aspectos, sería importante recordar alguno de los proyectos -lamentablemente no construidos-, como el Pabellón suizo para la Exposición de Sevilla de 1992. Basado en una estructura móvil, que cambiaba de forma en función de la posición del Sol -generando así un espacio habitable al abrigo de la radiación solar directa- sobre una superficie central fija, de planta circular, se levantaba una estructura hueca de hormigón armado que albergaba la sala de control y programación, servía de apoyo a la estructura móvil formada por una especie de paraguas de aluminio, cuyas varillas y plemento eran capaces de girar en planos ortogonales y oblicuos al eje de la estructura de apoyo, y de desplazarse simultáneamente hacia arriba o abajo.

Una estructura programada y controlada por ordenador no sólo para arrojar sombra en la posición adecuada, sino también para impulsar los sistemas de refrigeración con una intensidad directamente proporcional a la cantidad de calor desprendido por las radiaciones solares, que, en caso de lluvia, se desplegaba sirviendo de cobijo a los visitantes, convirtiéndose por la noche en todo un espectáculo de luces y formas cambiantes. Una estructura, en definitiva, capaz de adaptarse a la multifuncionalidad del edificio mediante una sistema de automatización con modernas tecnologías.

Todas estas obras y proyectos son tan solo una pequeña muestra de la prolífica faceta creadora que Heinz Hossdorf ha desarrollado a lo largo de su vida profesional, en la que ha sido capaz de diseñar desde una nueva adaptación de las técnicas de postensado aéreo, hasta un nuevo sistema de grúa para carga y descarga en los muelles de China.

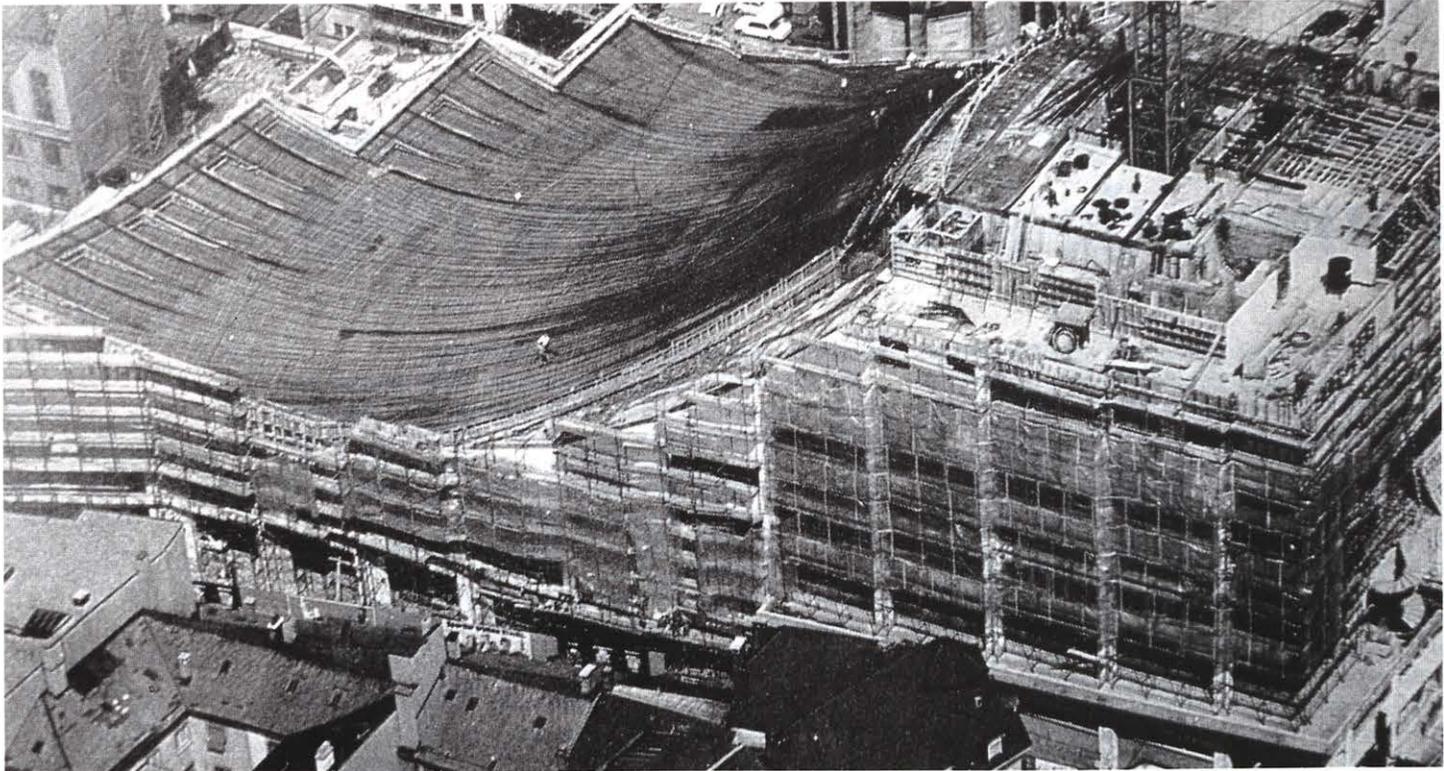
Investigaciones científicas

En calidad de observador de la naturaleza, e interesado siempre por su conocimiento cognitivo, Hossdorf ha sido siempre un investigador nato, que lleno de sensibilidad analiza

las relaciones entre las leyes de semejanza de la naturaleza y la arquitectura. "La semejanza geométrica está en contra de la Naturaleza"....afirma Hossdorf. La arquitectura es la única que a lo largo de la historia se ha preocupado por establecer este tipo de semejanzas basadas en las proporciones geométricas, pero en la naturaleza las leyes de semejanzas están basadas en la física.

Fundó su primer laboratorio en Basilea a principios de los años sesenta y durante dos décadas realizó en él ensayos con modelos reducidos fabricados con muy diferentes materiales y técnicas, no sólo de sus propias obras sino de algunas de las más representativas de aquellos momentos (7). Los ensayos sobre modelos han estado siempre dirigidos a conseguir la mayor semejanza de comportamiento físico-mecánico posible con el prototipo, con toda la dificultad que este hecho puede generar en algunos casos, como por ejemplo el de obras de hormigón con postensado de cables, cuya construcción en el modelo reducido entraña gran complejidad. Hossdorf aplicó una nueva técnica de simulación de cargas exteriores para reproducir el efecto de cualquier grupo de cables de pretensado sin llegar físicamente a construirse estos en el modelo. Esta aportación, de indudable importancia, ha servido posteriormente para proyectar puentes con esta técnica, como es el construido sobre la M-30 madrileña, realizado por José Antonio Torroja y ensayado en el laboratorio de Hossdorf en Basilea.

Si Roesset fue el primero, en 1965, en elaborar un programa que intercomunicaba un modelo a un ordenador que se ocupaba de medir los esfuerzos, fue Hossdorf, dos años después, el primero que aprovechó la aparición del ordenador para automatizar la totalidad del proceso del ensayo; desde la medición de los esfuerzos hasta el sistema de puesta en carga del modelo. Aunque sin duda, la aportación de Hossdorf más destacable en el campo del ensayo sobre modelos, es la de los denominados por él "Ensayos Híbridos", en los cuales integra en el ordenador dos tipos distintos de lectura; una analógica y otra digital. (7)



Estructura laminar de la cubierta del Teatro de la Ópera de Basilea. Proyecto ganador del concurso realizado por Guttman y Hossdorf.

La "Razón" que le lleva tanto en sus proyectos arquitectónicos como en sus investigaciones científicas a la "inevitable inspiración" que, como decía Nervi, desemboca en continuas e importantes innovaciones, constituye el eje de su pensamiento. ¿Tendría sentido desechar la permanencia de los sistemas analógicos de medida, dadas las vertiginosas ventajas de rapidez y exactitud de los sistemas digitales, pese a que el hecho de medir en sí mismo es un proceso analógico? Indudablemente no. Su permanencia es necesaria porque nos mantiene unidos a la realidad, recordándonos que la "exactitud" es tan sólo el resultado de otro "modelo" creado por nuestro pensamiento, cuyo más primitivo representante es el número.

"A veces -decía Cross- olvidamos que lo que necesitamos no es un minucioso cálculo numérico, sino una estructura estable...". Hossdorf no lo olvida..., y aún interviniendo de forma activa en la evolución científica del ensayo sobre modelos, es consciente de que por perfecto que éste sea, tan sólo podrá llegar a ser "semejante" a la realidad y nunca ocupará su "exacto" lugar en la naturaleza.

Lejos de que esta inexactitud signifique una prioridad del nuevo método de cálculo de los elementos finitos sobre el ensayo sobre modelos, ambos son métodos aproximados y ambos dependen del futuro que las nuevas aplicaciones del ordenador les pueda proporcionar. Cada uno puede ser más adecuado en un determinado caso, pero es difícil predecir si llegará antes la automatización de la construcción de modelos con nuevos e ideales materiales elásticos o la automatización de la actual "manualidad" que requiere subdividir en casi "infinitos" elementos finitos la estructura del prototipo para asegurarnos de la máxima aproximación de resultados.

Con una visión que se adelantaba a la situación actual, Heinz Hossdorf realizó la configuración de modelos de representación tridimensional por medio del ordenador, interviniendo como técnico asesor de algunas de las empresas de "software" más importantes del mundo, como Hewlett Packard y Prime, participando además de forma activa en el desarrollo de algunos sistemas de cálculo de elementos finitos.

El apasionado interés de Heinz por el desarrollo de las aplicaciones del ordenador en el mundo científico y técnico en muy diferentes campos fue la razón principal por la cual poco a poco fue abandonando tanto la dirección de su laboratorio en Basilea como su despacho profesional de proyectos y obras.

Hoy, trasladado definitivamente a España, lugar que conoció atraído por Torroja, se dedica casi por completo a la reflexión científica, y cada día... ordena y escribe sus pensamientos, llenando las páginas de un libro, que sin duda estará lleno de interés.

No sólo por la inevitable admiración que siento por Heinz, sino también por otras entrañables y nostálgicas razones..., me llena de satisfacción repetir aquellas primeras palabras que escuchó hace casi cuarenta años en el hotel Savoy.....¡Bienvenido a España, Enrique! ■

B I B L I O G R A F Í A

- (1)- Bulletin of the International Association for Shell Structures. "Design of a polyester pavilion reinforced with glass fiber for the 64 Swiss Exhibition". Heinz Hossdorf. Ingenieur SIA. (B. nº 19 Octubre 1.964. pág. 17 a 32)
- (2)- "Construcción: Hormigonera". Fernando Cassinello Pérez. Editorial Rueda S.A. Madrid 1.974. Capítulo 22 Estructuras Laminadas (pags 512, 513, 560, 596, 597) Nave Industrial ene Gosau, Shed laminar pretensada, Teatro de la Opera de Basilea. Heinz Hossdorf.
- (3)- "Construcción: Carpintería". Fernando Cassinello Pérez. Editorial Rueda S.A. Madrid 1.973. Capítulo 10. Cubiertas. (pags 209, 228, 253, 254) Cercha Suiza en Peffingen. Cubierta de madera laminada con cables pretensados en Basilea. Cubierta paraboloide hiperbólico en madera laminada. Ensayo sobre modelo reducido. Heinz Hossdorf.
- (4) (5)- Informes de la Construcción. Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y el Cemento: nº 119 (marzo 1.960). "Arquitectura e Ingeniería, arte y técnica". H.Hossdorf nº 155 (noviembre 1.963) Central Hormigonera en Gunzgenso. Heinz Hossdorf
- (6)- "Eine Ausstellung Bauen". A. Camenzind. Librairie Marguerat S.A. Lausanne 1.964 (pags 132 a 135.)
- (7)- "Modelos Reducidos. Método de cálculo". Heinz Hossdorf. Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento. Madrid 1.972. Traducción realizada por Carlos Benito Hernández.
- (8)- "Raumlliche Drachragwerke Konstruktion und ausführung". Ruhle. VEB Verlag für Banwesen Berlin. 1.969. (pags 263 Schalen-Shed-Dach) Heinz Hossdorf.