

# Piezas de resistencia

CRISTINA GONZALO NOGUÉS

**PALABRAS CLAVE**

RACIONALISMO ESTRUCTURAL; CONSTRUCCIÓN HÍBRIDA; ESTADO LÍMITE; HIPERESTÁTICA; ESTANDARIZACIÓN; OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS; INFRAESTRUCTURAS EVOLUTIVAS

Diplomada por la ETSAB-UPC (Barcelona), se forma como arquitecta en el despacho E2A en Zúrich, antes de fundar el estudio GNWA (Gonzalo Neri & Weck Architekten) con sus asociados Marco Neri y Markus Weck. Su actual foco de interés se centra en la investigación y búsqueda de nuevos conceptos estructurales sostenibles, e imparte conferencias sobre ello en diferentes universidades como FADU-UBA (Argentina) y EPFL (Suiza). Ha sido invitada como crítica de proyectos en los departamentos de arquitectura e ingeniería civil de la ETHZ (Suiza), la EPFL (Suiza) y la HEIA (Suiza).

## Resumen

Este artículo de reflexión presenta una investigación, llevada a cabo en el seno del estudio GNWA, concentrada fundamentalmente en los dos últimos años, aunque recogiendo el fruto de reflexiones de casi una década.

A raíz de la finalización de las dos primeras obras en común con el despacho de ingenieros civiles Muttoni y Fernández, en Lausana, surgen una serie de intercambios e interacciones, en especial con Miguel Fernández Ruiz, sobre el uso de los materiales de construcción en la arquitectura suiza de hoy en día.

A partir de ese momento, los dos equipos deciden efectuar una serie de *workshops* para poner en común sus conocimientos —abordados desde diferentes perspectivas— y tratar de encontrar sistemas estructurales alternativos a los utilizados de forma recurrente en la arquitectura contemporánea. Diferentes temas son así planteados, entre ellos, la optimización de estructuras de hormigón —alternativas al uso de este—, las estructuras híbridas y la prefabricación.

Bajo este nuevo enfoque, basado en una sensibilidad marcada por los conceptos de la sostenibilidad, GNWA desarrolla nuevas estrategias que permiten optimizar las estructuras y proponer soluciones innovadoras.

Este artículo se divide en tres partes: la primera, desarrolla el enunciado teórico de las estrategias; la segunda, comenta tres ejemplos de obras arquitectónicas donde estos planteos se hacen visibles, facilitando su comprensión, y la tercera, presenta el centro cultural y deportivo en Romont para ilustrar el inicio de esta investigación y ver cómo estos métodos se pueden aplicar en el ejercicio arquitectónico actual.

## Introducción

Frente a la crisis climática de las últimas décadas, revelando la falta de conciencia respecto al desarrollo sostenible, nos hemos visto obligados a salir de nuestra zona de confort y cambiar de paradigma, para de este modo poder desarrollar nuevas estrategias que nos permitan evolucionar hacia un uso racional y justificado de los recursos.

Ha llegado el momento urgente de unir esfuerzos y encontrar soluciones comunes que puedan ayudar a todo el sector de la construcción. Tres ejes centrales articulan esta investigación, dando respuesta a los pilares económico, social y ambiental que asientan un desarrollo sostenible: reducir las emisiones de carbono durante el proceso de construcción y la vida útil del edificio; apostar por un uso racional y austero de los recursos disponibles; promover una economía circular con la recuperación de técnicas de construcción tradicionales y locales, abandonadas por los efectos de la globalización.

Aunque la crisis climática sea sin duda la problemática más visible del momento, y la que ha despertado las conciencias, nuestra sociedad evoluciona a tal velocidad, y se ha vuelto tan altamente inestable, que resulta imposible encontrar un adjetivo específico que pueda contener toda esta complejidad sin caer en reduccionismos. Por esta razón, fruto de una investigación con énfasis ante la crisis climática, pero también ante las actuales crisis socioeconómica y energética, hemos decidido llamar a nuestros últimos proyectos «piezas de resistencia», del francés *pièces de résistance*: elemento que forma parte de un mecanismo y lo refuerza particularmente.

Piezas de resistencia puede parecer a primera vista una denominación poco específica que pudiera aplicarse a cualquier objeto. Sin embargo, una mirada más profunda nos ayuda a entender, a través de este término, la complejidad de nuestro oficio y de la arquitectura en sí, al mismo tiempo que permite incluir nuevos conceptos en vista de los rápidos cambios que sacuden nuestra sociedad.

Piezas de resistencia engloba para nosotros todas aquellas obras que huyen del *modus vivendi* actual, donde se construye rápidamente, se consume sin preocupaciones y se desecha de manera incontrolada. Dichas piezas constituyen una arquitectura que se esfuerza por hacer construcciones perennes y de calidad, precisas y específicas con respecto a cada programa y emplazamiento, pero que permiten, a la vez, una gran adaptabilidad.

Piezas de resistencia son aquellos proyectos que abogan por una honestidad estructural, un uso racional y limitado de los recursos, y retoman el momento en que la arquitectura era espacio utilizado y puramente estructura resistente al paso del tiempo.

Con piezas de resistencia queremos huir de aquella arquitectura que es concebida desde un inicio de forma obsoleta y con una visión a corto plazo o efec-tista. Una arquitectura incapaz de integrarse al lugar, de ser reutilizada, de inter-pelarnos y generar cualquier tipo de emoción. De acuerdo con Paul Rudolph (s.f.),

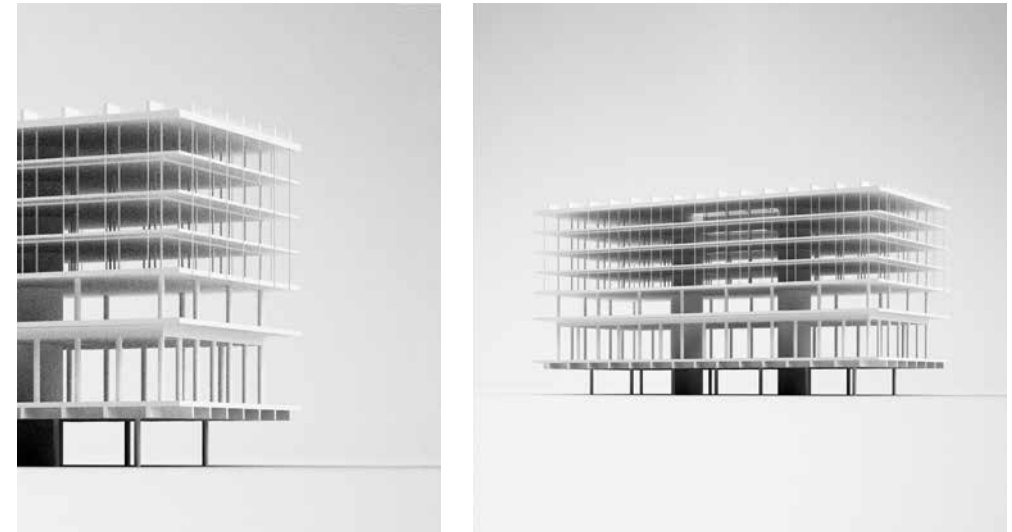


FIGURA 1. PIEZA DE RESISTENCIA. UNIVERSIDAD DE CIENCIAS HUMANAS (UNIL), LAUSANA (SUIZA). CONCURSO, 2021. FUENTE: GNWA

«I'm pleased that the building touches people, and part of that is that people's opinions oscillate about it. That's okay. The worst fate from my viewpoint would be indifference» (párr. 43), preferimos esta arquitectura, aunque ella suscite la crítica o a veces la incompreensión.

## La estructura como elemento generador del proyecto

En el transcurso del tiempo hemos ido desarrollando un gran interés por proyectos de equipamiento de tamaño medio o grande, todos ellos con una particularidad común: contener programas mixtos e híbridos que requieren estructuras adaptadas. Estas pueden ser simples o complejas, perceptibles o discretas.

Por esta razón, en la mayoría de nuestros proyectos la estructura se ha revelado como el elemento generador del proyecto. Esta es el elemento permanente, pero simultáneamente flexible y adaptable, permitiendo contener un programa con todas sus especificidades.

Según Torroja (1957) en *Razón y ser de los tipos estructurales*,

el resultado debe comprender estas cuatro cosas: el material, el tipo estructural, sus formas y dimensiones, y el proceso de ejecución en relación con los elementos auxiliares que requiera. Las cuatro cosas van unidas y se influyen mutuamente; solo una atinada elección de las cuatro puede dar la solución óptima; ninguna puede considerarse independiente de las otras; ninguna puede olvidarse. (p.21)

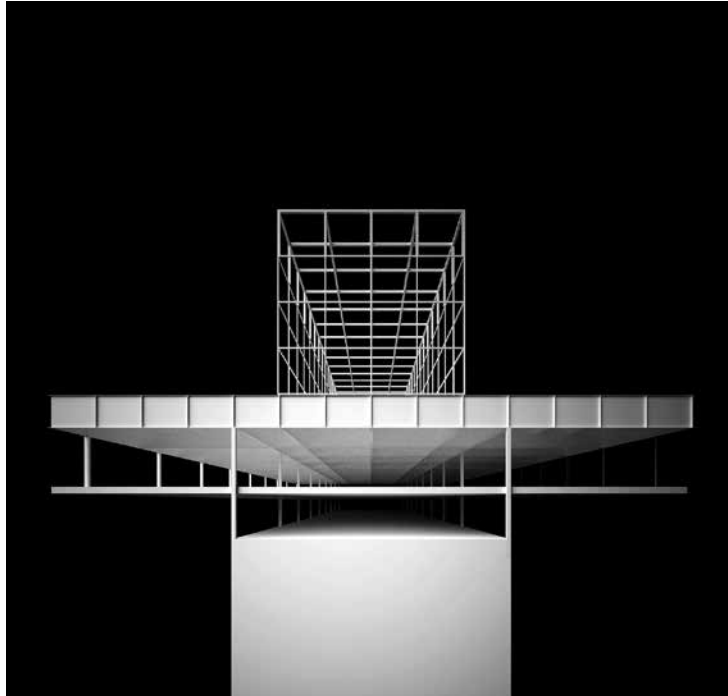


FIGURA 2. CONCEPTO ESTRUCTURAL. NUEVA SEDE PARA LA EMPRESA VITEOS S.A., LA CHAUX-DE-FONDS (SUIZA). PROYECTO EN CURSO, 2021-2026. FUENTE: GNWA

Como Eduardo Torroja en 1957, en 2023 seguimos convencidos de que la correcta elección del sistema estructural para cada proyecto, su optimización en términos cuantitativos, la selección de los materiales más coherentes según sus cualidades resistentes y su combinación adecuada para cada uso, son herramientas fundamentales para elaborar estrategias eficaces para un ahorro sustancial de recursos.

El racionalismo estructural, unido a las nuevas técnicas y avances en la construcción, pero al mismo tiempo ligado a una tradición constructiva, permitirá desarrollar estos cuatro puntos aquí abajo mencionados de una forma coherente y actual, bajo la óptica del desarrollo sostenible:

- La elección del sistema estructural correcto permitirá una reversibilidad y responderá a una arquitectura evolutiva.
- En términos cuantitativos, la estructura tiene un gran impacto en los costes globales de una obra y es la responsable de más del 50 % de gas de efecto invernadero durante la construcción. De este modo, al optimizarla desde una primera fase conceptual, tendremos la posibilidad de reducir el volumen del edificio, así como las superficies de fachadas y, por consiguiente, un ahorro en los materiales.
- El proceso de selección de los materiales deberá apostar por materiales robustos, pero también aquellos que permitan la reducción de la huella de carbono.

- Las técnicas constructivas tradicionales serán recuperadas, ya que apuestan por materiales y métodos de construcción locales, reduciendo el transporte y favoreciendo así la economía local.

Para asegurar este nuevo racionalismo estructural, la estructura debe ser tratada con la importancia que merece y ser fruto de una optimización durante todo el proceso de diseño. El concepto estructural debe ser abordado durante la fase de concepción en paralelo al concepto arquitectónico. Arquitectos e ingenieros deben trabajar desde el inicio conjuntamente y poner sus conocimientos en común para crear auténticas piezas de resistencia.

### Modo operativo

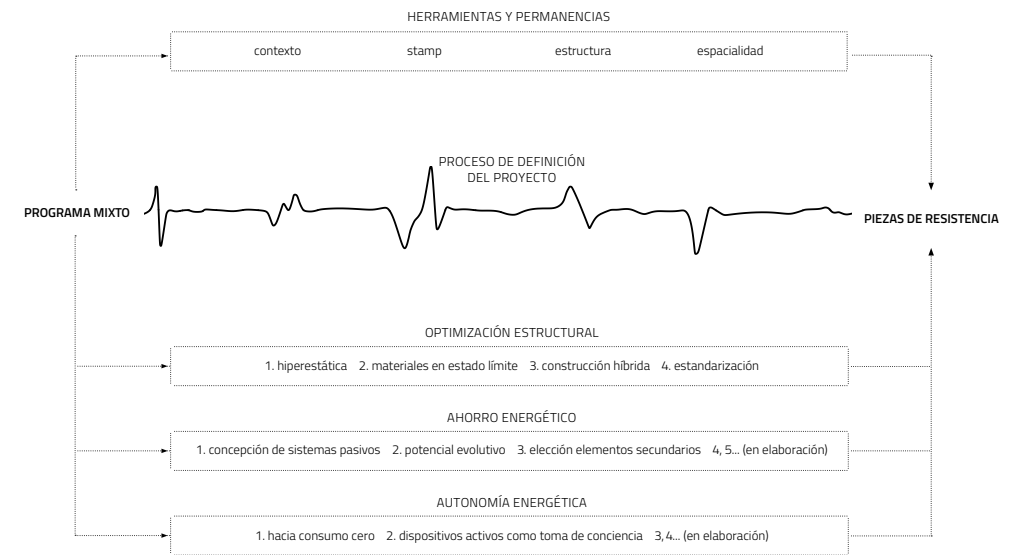


FIGURA 3. ORGANIGRAMA QUE MUESTRA DE FORMA SINTÉTICA EL MÉTODO DE TRABAJO PARA DESARROLLAR PIEZAS DE RESISTENCIA. FUENTE: ELABORADO POR GNWA

Para llevar a cabo estos objetivos, hemos elaborado una serie de herramientas que, a modo de decálogo a seguir, nos ayudan en cada uno de nuestros proyectos.

El desarrollo del proyecto se entiende, en nuestro caso, como la interdependencia entre múltiples procesos; en su transcurso, la totalidad de los componentes que lo integran son tratados de forma holística.

Mediante el primer proceso y a través de herramientas proyectuales, se establecen y estudian los datos de base y las preexistencias de cada caso. Esto permite entender las permanencias y especificidades de cada proyecto, pero también su potencial de evolución. Así podremos concebir conceptos arquitectónicos precisos para crear infraestructuras abiertas, flexibles en el futuro.

El segundo proceso se centra en aplicar una serie de estrategias bajo el foco de la sostenibilidad. Estas se van evaluando de forma objetiva y específica para cada caso, aplicándolas para ayudar a reforzar el concepto arquitectónico de base.

Estas herramientas van evolucionando y actualizándose mediante un esfuerzo diario de aprehender nuestro presente cambiante. En este artículo profundizaremos en la primera estrategia, la optimización de la estructura, desde el prisma del desarrollo sostenible.

Nuevas estrategias están siendo actualmente elaboradas en el estudio y se dejan entrever de forma incipiente en los concursos más actuales.

### Estrategias

Los términos utilizados a continuación para expresar los siguientes conceptos son adoptados, algunos de ellos, del mundo de la ingeniería y adaptados según nuestras necesidades. El objetivo es aunar el concepto arquitectónico y estructural, definiendo una terminología que nos ayude a su comprensión.

### HIPERESTÁTICA<sup>1</sup>

Bajo este término, entendemos la estrategia por la cual la estructura (sea esta isostática o hiperestática) no debe solamente asegurar el equilibrio estático del edificio. Esta debe resolver otras funciones ligadas al concepto arquitectónico.

Mediante esta estrategia, la estructura de un edificio puede ser optimizada y generar espacios habitados que permitan reducir el volumen global del proyecto. Esto permite, a su vez, generar soluciones que, si bien en un primer momento pueden parecer arbitrarias, son justificadas a mediano o largo plazo para resolver programas complejos y permitir una reversibilidad programática.



FIGURA 4. EJEMPLO DE HIPERESTÁTICA. EXTENSIÓN DE LA ESCUELA ENTLISBERG, ZÜRICH (SUIZA). CONCURSO, 2022. GNWA. FUENTE: IMAGEN DE OLIVIER CAMPAGNE PARA ARTEFACTORYLAB

1. Una estructura es hiperestática cuando los esfuerzos internos no pueden calcularse únicamente mediante condiciones de equilibrio. Eso hace que múltiples estados de esfuerzos sean posibles, y que la estructura, por tanto, pueda «adaptarse» a diferentes configuraciones y ser más robusta en rotura (siempre que se eviten las roturas frágiles).

## MATERIAL EN ESTADO LÍMITE<sup>2</sup>

Estrategia que consiste en la utilización de un material según sus capacidades estructurales y su máximo potencial. Cada material debe trabajar con toda su capacidad, resultando la resistencia estructural de una estructura hiperestática de la resistencia conjunta de sus componentes.

La elección del material según el sistema estructural es una de las decisiones más importantes del proceso de diseño. Una vez la decisión se haya tomado, se utilizará el material en su justa medida para optimizar los recursos a disposición y poder reducir el peso total de la obra.

En palabras de Bengana (2023), detectamos como el hormigón es un claro ejemplo del mal uso de los materiales de construcción:

hoy en día, en un edificio de hormigón armado, lo que más contribuye al impacto de la huella de carbono, es la multiplicación de losas macizas y muros de carga. El grosor de las losas macizas y la cantidad de barras de refuerzo no



**FIGURA 5.** EJEMPLO DE UTILIZACIÓN DE MATERIAL EN ESTADO LÍMITE. UNIVERSIDAD DE CIENCIAS HUMANAS (UNIL), LAUSANA (SUIZA). CONCURSO, 2021. GNWA. FUENTE: IMAGEN DE OLIVIER CAMPAGNE PARA ARTEFACTORYLAB

2. El «análisis límite» es una rama de la estática basada en la teoría de la plasticidad, que permite determinar la carga de colapso de una estructura asumiendo un comportamiento dúctil de sus componentes.

Fue una de las grandes aportaciones del siglo XX a la ingeniería estructural y se aplica mediante tres teoremas: límite inferior, límite superior y unicidad (bajo condiciones de plasticidad asociada).

han dejado de aumentar en el último medio siglo, sin que hayan cambiado las propiedades del hormigón. La losa maciza sigue siendo el sistema de forjado más común en Suiza para edificios residenciales y de oficinas, a pesar de que no permite modernizar los conductos técnicos que la atraviesan, y mucho menos la adaptación de sus usos en el futuro.

## CONSTRUCCIÓN HÍBRIDA



**FIGURA 6.** EJEMPLO DE CONSTRUCCIÓN HÍBRIDA. NUEVA SEDE PARA LA EMPRESA VITEOS S.A., LA CHAUX-DE-FONDS (SUIZA). PROYECTO EN CURSO, 2021-2026. GNWA. FUENTE: IMAGEN DE OLIVIER CAMPAGNE PARA ARTEFACTORYLAB

Esta estrategia apuesta por la combinación de sistemas estructurales, pero también de distintos materiales, de la forma más coherente y pertinente para cada proyecto. Para ello se emplean materiales artificiales, como el hormigón o el acero, en combinación con materiales de origen natural, como la madera. El objetivo es extraer las mejores cualidades de cada uno: robustez e impermeabilidad del hormigón, ligereza y resistencia del acero, recursos locales y renovables como en el caso de la madera. Por supuesto, esta concepción no queda reducida a estos tres materiales básicos, sino que permite incorporar otros, como la fábrica, el adobe o la piedra natural.

### ESTANDARIZACIÓN



**FIGURA 7.** EJEMPLO DE ESTANDARIZACIÓN Y PREFABRICACIÓN. NUEVO CENTRO EDUCATIVO EN GIVISIEZ, FRIBURGO (SUIZA). CONCURSO, 2022. GNWA. FUENTE: IMAGEN DE OLIVIER CAMPAGNE PARA ARTEFACTORYLAB

Utilización de elementos a partir de un modelo único para así optimizar los recursos, facilitar la puesta en obra y reducir los costes mediante la prefabricación de elementos en la estructura.

Esta técnica, cuando las reflexiones necesarias se integran desde el origen del proyecto, permite además integrar una lógica de desmontaje y reutilización de elementos.

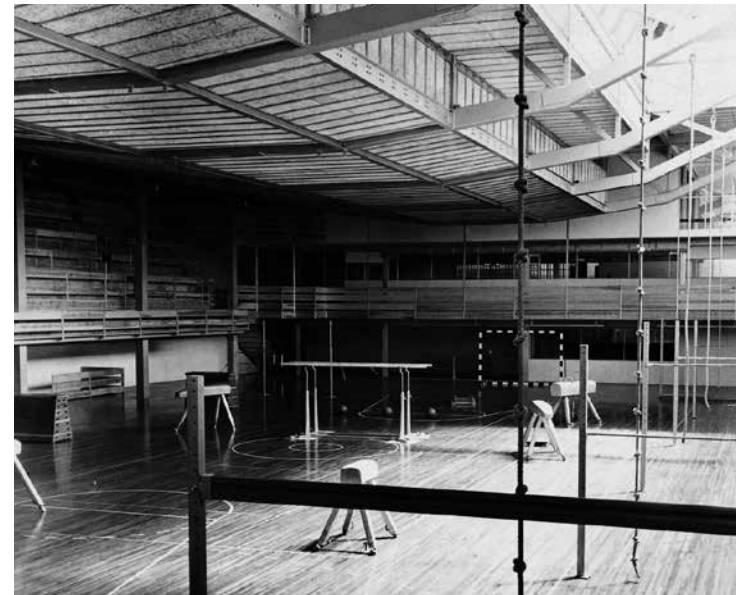
### CASOS DE ESTUDIO

GIMNASIO DEL COLEGIO MARAVILLAS, ALEJANDRO DE LA SOTA,  
MADRID, 1960-62

En el gimnasio del Colegio Maravillas de Alejandro de la Sota encontramos el gesto de hiperestática en su estado puro —a pesar de ser estáticamente un conjunto de cerchas isostáticas—.

La problemática inicial es clara: se trata de cubrir la sala de deportes de un punto a otro sin apoyos intermedios. Alejandro de la Sota resuelve esta cuestión al mismo tiempo que incrementa su complejidad al añadir otros factores externos suplementarios: incluir un dispositivo de luz cenital para la sala y albergar un programa de clases bajo cubierta.

Al resolver la estructura proyectando un sistema de cerchas metálicas de sección optimizada, consigue solventar todas las coyunturas del ejercicio



**FIGURA 8.** GIMNASIO DEL COLEGIO MARAVILLAS, ALEJANDRO DE LA SOTA. MADRID, 1960-1962. FUENTE: FUNDACIÓN ALEJANDRO DE LA SOTA

arquitectónico de un solo gesto y reclamar más funciones para la estructura, que el hecho de meramente soportar el peso de la cubierta.

La estructura habitada aloja las clases en el interior de su sección. A su vez, mediante el apoyo estricto de las cerchas en el paramento vertical, se permite la entrada de luz en el interior de la sala, proporcionando al mismo tiempo un funcionamiento estático claro y coherente.

MUSEO DE ARTE DE SAN PABLO (MASP), LINA BO BARDI,  
SAN PABLO, 1968



FIGURA 9. MUSEO DE ARTE DE SAN PABLO ASSIS CHATEAUBRIAND (MASP), LINA BO BARDI, 1968.  
FUENTE: FOTOGRAFÍA DE HANS GUNTHER FLIEG (1968), ACERVO IMS

En el proyecto para el MASP, Lina Bo Bardi utiliza la estructura en su estado límite, al desarrollar el edificio como un dintel empotrado en dos pórticos que son los núcleos de circulación vertical. La estructura trabaja en este caso en sinergia con el urbanismo y la arquitectura.

Nuevamente, a través de un gesto de pieza resistente hiperestática, el edificio se «suspende» —empotra, estructuralmente hablando— bajo los pórticos. La idea desarrollada permite la generación de una plaza urbana enfrente de un parque y con vistas a la ciudad.

Mediante un empleo audaz de la materia, todos los elementos necesarios para la arquitectura trabajan de manera estructural monolítica y conjunta, aportándole valor.

El interior del edificio se libera de apoyos y se consigue un espacio flexible para la exposición, pero también en un sentido mucho más amplio: es un ejemplo perfecto de infraestructura abierta.

CASA HELIO OLGA, MARCOS ACAYABA,  
SAN PABLO, 1990

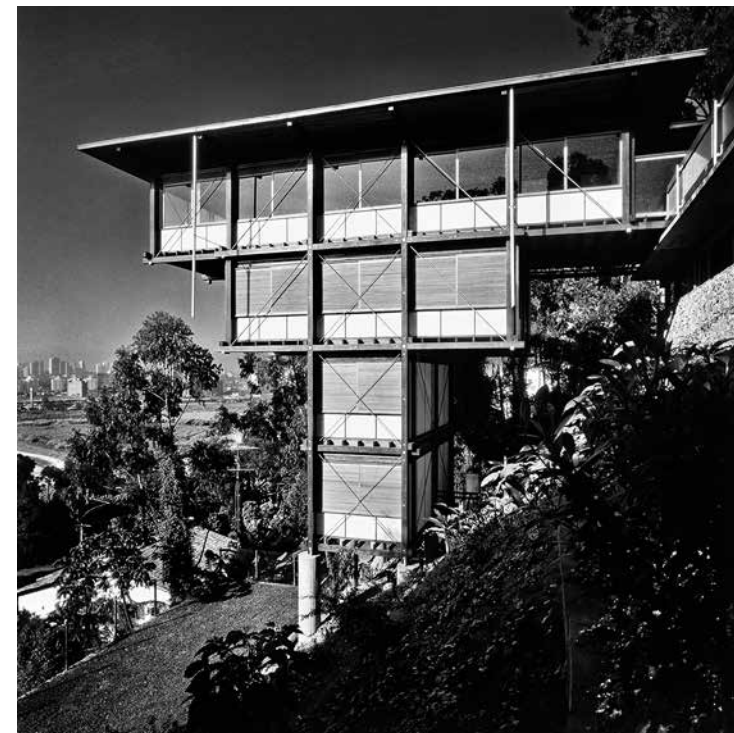


FIGURA 10. CASA HELIO OLGA, MARCOS ACAYABA. SAN PABLO, 1990.  
FUENTE: FOTOGRAFÍA DE NELSON KON

La casa Helio Olga de Marcos Acayaba representa un excelente ejemplo de estandarización, en el que, a través de la utilización de un sistema modular a partir de elementos de madera, se genera un sistema constructivo a modo de prototipo.

Este sistema permite combinar diferentes sistemas constructivos, mientras evoca una construcción tradicional basada en materiales locales. La construcción híbrida es utilizada en esta obra al emplear los elementos primarios de montaje en madera, apoyados sobre cimentaciones en hormigón y rigidizados entre ellos a través de tirantes metálicos.

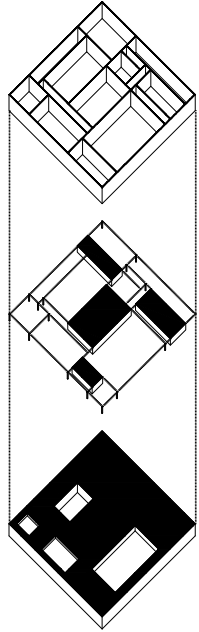


FIGURA 11. DIAGRAMA DEL CONCEPTO ESTRUCTURAL. FUENTE: GNWA

Mediante un gesto de hiperestática y de material en estado límite, se desarrolla un concepto arquitectónico en cascada invertida que permite asomar la casa al paisaje con un apoyo mínimo sobre el terreno en pendiente.

#### CENTRO DEPORTIVO Y CULTURAL EN ROMONT, GNWA, SUIZA, 2021

El proyecto para la comuna de Romont, en el cantón de Friburgo, es la primera obra construida del estudio, fruto de la participación en un concurso público en Suiza.

El solar presenta una pendiente homogénea hacia el sur, ofreciendo una vista excepcional de Romont, su casco antiguo y el castillo, y los pre-Alpes suizos al fondo.

El edificio se compone de tres elementos: el basamento contra el terreno, destinado al programa técnico; una «planta libre» con los programas públicos y la zona de piscinas, a nivel de la calle; el nivel superior, caracterizado por una trama de muros de hormigón que aloja el conservatorio, la zona *wellness* y el programa deportivo y de danza.

Cabe destacar que este equipamiento mixto contiene usos con exigencias programáticas y estructurales muy distintas. Uno de los mayores retos del proyecto es el de hacer cohabitar todos estos programas en una sola pieza.

#### HIPERESTÁTICA

El concepto estructural principal desarrollado para el proyecto se basa en la interdependencia de dos sistemas constructivos diferentes: trama de pilares y retícula de muros, ambos en hormigón armado.

Bajo esta lógica estructural y constructiva, el concepto arquitectónico se caracteriza por la reducción de los apoyos en la planta baja. Mediante esta estrategia, se consigue una máxima permeabilidad visual con el paisaje, diluyendo los límites entre el interior y el exterior a través de una fachada totalmente acristalada.

La realización de este desafío estructural se consigue gracias a la altura estática de aproximadamente 5 m de los muros de hormigón armado y al uso del hormigón pretensado mediante postensión.

Los muros estructurales en hormigón armado trabajan solidariamente y permiten una reducción del número de pilares en la planta inferior. Los pilares se encuentran solamente en el cruce entre dos muros y definen así espacialmente las diferentes células del proyecto.

Con el objetivo de hacer perceptible la sutil definición de estos subespacios dentro del «plan libre», se dejan visible parte de los muros del piso superior, a modo de dinteles. De esta manera se consigue una secuencia espacial fluida de una zona a otra, con diferentes alturas y atmósferas, dentro de un espacio unitario.



FIGURA 12. DETALLE DEL SISTEMA ESTRUCTURAL EN LA ZONA DE PISCINA DE SALTOS. FUENTE: FOTOGRAFÍA DE RASMUS NORLANDER

#### MATERIAL EN ESTADO LÍMITE

En el proyecto se yuxtaponen dos sistemas, pilares y muros, trabajando de manera solidaria. El uso moderado del hormigón se realiza compensando la masa necesaria del piso superior con la ausencia casi total de esta en planta baja.

El piso superior muestra un carácter introvertido en contraposición con la planta baja transparente. Sin embargo, eso no excluye el uso de *fenêtres en longueur*, a la manera de Le Corbusier, en algunos de los espacios.

En la zona de *fitness* y la sala de danza se recortan ventanas corridas de muro a muro, dividiendo el paramento de fachada en antepecho y dintel con el objetivo de enmarcar el paisaje exterior.

La realización de estas ventanas de hasta 28 m de longitud, sin puntos de apoyo, se consigue haciendo trabajar al hormigón en su estado límite.

Este proyecto demuestra las capacidades estructurales extraordinarias del hormigón y cómo su empleo puede hacerse con rigor y moderación.





FIGURA 13. DETALLE DE LA VENTANA CORRIDA EN LA SALA DE DANZA.  
FUENTE: FOTOGRAFÍA DE JUAN FABUEL

#### CONSTRUCCIÓN HÍBRIDA

El proyecto desarrolla un bastidor para la estructura primaria en hormigón armado. En fase de concurso se concibió un sistema de forjados y elementos de cubierta en madera, flexibles y adaptables según las alturas necesarias de cada espacio.

Durante el proceso de desarrollo, se fueron estudiando y desarrollando sistemas constructivos especiales que pudieran responder de forma eficiente a las múltiples exigencias del programa, derivando en diferentes tipos de forjados.

En la zona de piscinas se utiliza una solución de forjado mixto madera-hormigón para poder responder a las vibraciones del piso superior, donde se encuentran los espacios dedicados al *fitness* y a la danza. El recubrimiento inferior en madera, elemento estructural, sirve para rigidizar el conjunto del sistema y también como elemento acústico.

En cambio, en la zona norte se opta por el hormigón, debido a su alto potencial acústico, exigido en el programa del conservatorio. En estos espacios se trabaja con losas nervadas. Esta solución estructural, además de permitir una reducción de la cantidad de hormigón utilizado, refuerza la arquitectura y permite el paso de todas las instalaciones vistas entre los nervios.

Por último, un sistema de cerchas tridimensionales conforma la cubierta de los tres espacios principales y en doble altura del proyecto: vestíbulo, piscina de natación y piscina de saltos.



FIGURA 14. DETALLE DE SECUENCIA ESPACIAL EN LA ZONA DE PISCINAS. FUENTE: FOTOGRAFÍA DE RASMUS NORLANDER

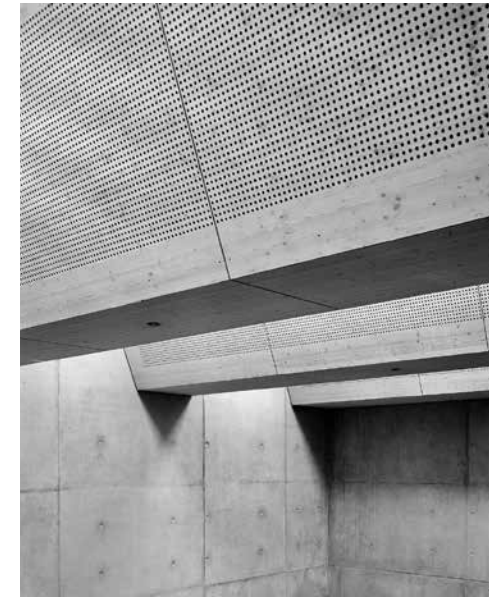


FIGURA 15. DETALLE DE LOS ELEMENTOS DE CUBIERTA. FUENTE: FOTOGRAFÍA DE RASMUS NORLANDER

#### ESTANDARIZACIÓN

Los elementos de cubierta rinden homenaje a «los huesos» de Miguel Fisac, utilizados en el Centro de Estudios Hidrográficos de Madrid y en otros proyectos.

En el proyecto de Romont, dicha cubierta se concibe en madera, material ligero y disponible en la región, con el que se construyen cajones de gran canto. Esta estructura hueca aloja las instalaciones de ventilación necesarias en una piscina. Las cerchas tridimensionales finalmente se envuelven con un panel en madera perforada, a modo de paramento acústico, y permiten, a su vez, la extracción del aire a través de las perforaciones.

Estos elementos, así como los forjados de las piscinas, se prefabrican en taller con madera regional y se transportan e instalan en obra mediante medios relativamente sencillos, considerando su reducido peso.

#### Conclusión

Este proyecto se considera un primer hito para el estudio en un largo camino por recorrer en términos de desarrollo sostenible. Su resultado pone de manifiesto la colaboración entre arquitectos e ingenieros y la capacidad de trabajar de la mano en la ejecución de todas las estrategias mencionadas anteriormente.

GNWA apuesta por el retorno a un racionalismo estructural y arquitectónico, reflexionando sobre su concepto e implicaciones, que permita reducir tanto los

recursos utilizados como las emisiones de CO<sub>2</sub>, garantizando su resistencia al tiempo.

Si somos capaces de concebir estructuras adaptables, estas se convertirán en el elemento sustancial del proyecto y podrán transmitir nuestro legado a las siguientes generaciones. Este legado hablará entonces de resistencia, no solo referida al paso del tiempo, sino también en el sentido de estandarte de la cultura arquitectónica. Las piezas de resistencia no solo hablan de una forma física de solidez, sino también de defensa de todo el patrimonio arquitectónico.

Apuntaba Alejandro de la Sota en 1989:

resultaba, además, que la limpieza obtenida sin crustáceos exigía, por y para sí misma, un cuidado muy grande en planteamientos, en claridad de esquemas, hasta en composición, y que exigía también una delicadeza y una fina sensibilidad que, tal vez, la Arquitectura al uso podía saltarse ya que luego podría ser tapado un no tan puro arranque. (p.74)

A fin de cuentas, una estructura honesta y coherente garantiza un proyecto de una belleza inherente y gran potencia, que es inteligible para todos, sin excepción.

## Referencias bibliográficas

- Bengana, A. (2023, 30 de enero). *Béton préfabriqué: en structure plutôt qu'en façade?* [Prefabricados de hormigón: ¿para estructuras más que para fachadas?]. <https://www.espazium.ch/fr/actualites/beton-prefabrique-en-structure-plutot-que-en-facade>
- De la Sota, A. (1989). *Alejandro de la Sota. Arquitecto*. Madrid: Pronaos
- Rudolph, P. (s.f.). *On Design Criticism*. <https://www.paulrudolph.institute/quotes>
- Torroja, E. (1957). *Razón y ser de los tipos estructurales*. Madrid: Instituto de la Construcción y del Cemento.