

# La estructura de entramado ligero como recurso proyectual en la obra de Frank O. Gehry (1978-1997)

## The light-frame construction as a design resource in the work of Frank O. Gehry (1978-1997)

Ezequiel Collantes 

Universidad del País Vasco. [scpcogae@ehu.eus](mailto:scpcogae@ehu.eus)

Received 2022-01-27

Accepted 2022-09-15



To cite this article: Collantes, Ezequiel. "The light-frame construction as a design resource in the work of Frank O. Gehry (1978-1997)." *VLC arquitectura* 10, no. 1 (April 2023): 1-23. ISSN: 2341-3050. <https://doi.org/10.4995/vlc.2023.17086>



**Resumen:** Este artículo analiza el papel de la estructura ligera como recurso proyectual en la obra de Frank Gehry entre 1978 y 1997. El artículo realiza un análisis histórico-crítico de su obra en este periodo, en el que se identifican tres etapas diferentes. La primera etapa (1978-1987) incluye los proyectos domésticos en los que Gehry desarrolló diversas operaciones agregativas simples basadas en el entramado ligero. La segunda etapa (1983-1992) incluye los proyectos Fish, caracterizados por la búsqueda de formas complejas a través de la manipulación del entramado ligero. La tercera y última etapa (1991-1997) corresponde al Museo Guggenheim, donde trabajó con operaciones agregativas complejas basadas en unidades de entramado ligero distorsionadas. El uso del entramado ligero como recurso proyectual en la obra de Gehry tiene dos vertientes principales: por un lado, la creación del bloque one-room-house ligado a las operaciones de anexión y apilamiento, y por otro lado, la constante subversión del entramado ligero que genera complejidades espaciales, formales y perceptivas. Ambas vías le sirvieron para evolucionar su arquitectura en el periodo estudiado. La investigación demuestra que la estructura ligera está en el origen de muchos de sus proyectos.

**Palabras clave:** estructura; proyecto; casas; Fish; Guggenheim.

**Abstract:** This article analyses the role of light-frame construction as a design resource in Frank Gehry's work between 1978 and 1997. It carries out a historical-critical analysis of his work over this period, identifying three different stages. The first stage (1978-1987) includes residential projects in which Gehry experimented with a variety of simple combinations of forms based on lightweight framing. The second stage (1983-1992) includes the Fish projects, characterised by a search for complex forms through adaptations of this construction technique. The third and final stage (1991-1997) includes the Guggenheim Museum, a project which he based on the complex assemblage of contorted light-frame units. The use of lightweight framing as a design resource in Gehry's work includes two main dimensions: on the one hand, the creation of one-room-house blocks involved annexation and stacking. On the other, the constant subversion of the conventions of light-frame construction generated spatial, formal and perceptive complexity. Both avenues of exploration provided a means for Gehry to evolve his architecture in the period addressed in this paper. This research demonstrates that lightweight framing is at the core of many of Gehry's projects.

**Keywords:** framework; project; houses; Fish; Guggenheim.

## INTRODUCCIÓN

La Bienal de Arquitectura de Venecia de 1980 es recordada por la *Strada Novissima*, una calle artificial que mostraba la pluralidad de propuestas de lo que se conoce como posmodernismo. La exposición se titulaba "La presencia del pasado" y mostraba 20 intervenciones de 20 arquitectos, entre ellos Frank O. Gehry.<sup>1</sup> Muchas de las intervenciones rememoraban un pasado clásico a través de simulacros de fachada formados por elementos arquitectónicos falsos. Gehry, sin embargo, presentó una estructura de entramado ligero, que mostraba la cultura arquitectónica popular de los Estados Unidos de América (EEUU).

La estructura de entramado ligero fue un elemento que influyó enormemente en el proceso proyectual de Gehry entre 1978 y 1997. A partir de ella, Gehry experimentó con cuestiones espaciales, formales, perceptivas y comunicativas. Sus casas de finales de los 70 y principios de los 80 le permitieron desarrollar una experimentación arquitectónica basada en la "reinterpretación de las estructuras vernáculas."<sup>2</sup> Más tarde, con los proyectos Fish, Gehry comenzó a curvar las estructuras de entramado ligero, lo que dotó de mayor plasticidad y dinamismo a su arquitectura. El trabajo experimental desarrollado en estos proyectos se sintetizó en uno de los proyectos más importantes de su carrera, el Museo Guggenheim de Bilbao.

Este artículo tiene dos objetivos principales. En primer lugar, la investigación pretende rebatir la opinión de algunos autores que han cuestionado el papel de la estructura en la arquitectura de Gehry, especialmente en el Museo Guggenheim de Bilbao.<sup>3</sup> Según estos críticos, la estructura no influye en el diseño de la obra de Gehry, por lo que pierde el rol de elemento constitutivo en su arquitectura.

En segundo lugar, esta investigación toma la obra de Gehry como caso de estudio para analizar el papel de la estructura como elemento generador en el proceso de la ideación proyectual. La revisión de la literatura

## INTRODUCTION

The 1980 Venice Architecture Biennale is remembered for the *Strada Novissima*, a staged street that displayed multiplicity of architectural facades which fell within the genre that is known as postmodernism. The exhibition was entitled *The Presence of the Past* and showed 20 designs by 20 architects, including Frank O. Gehry.<sup>1</sup> Many of the projects referenced the classical past through simulacra façades including fake architectural elements. Gehry's contribution, however, featured light-framed construction and represented popular architectural culture of the United States of America.

Light-frame construction had an enormous influence on Gehry's design practice between 1978 and 1997. Based on this construction method, Gehry experimented with spatial, formal, perceptual and communicative questions. Designs for houses from the 1970s through to the early 1980s allowed him to engage in architectural experimentation based on the "reinterpretation of vernacular structures."<sup>2</sup> Subsequently, through the Fish projects, Gehry began to add curves to his light-frame designs, which lent his architecture greater plasticity and dynamism. The experimentation Gehry engaged in over the course of these projects was eventually synthesised in one of the most important projects of his career, the Guggenheim Museum in Bilbao.

This article has two main objectives. Firstly, it aims to refute the conclusions of some authors who have questioned the importance of the structural system employed in Gehry's architecture, especially the Guggenheim Museum in Bilbao.<sup>3</sup> According to these critics, this did not influence the design of Gehry's work, and its role as a basic element in his architecture has therefore been ignored.

Secondly, this research takes Gehry's work as a case study to analyse the role of structure as a generative element in processes of project ideation. A review of the existing literature shows

mostró que la mayoría de los trabajos relacionados con las estructuras arquitectónicas se centran en cuestiones tipológicas,<sup>4</sup> aspectos mecánicos,<sup>5</sup> o consideraciones tectónicas, estéticas y compositivas.<sup>6</sup> Sin embargo, faltan estudios que aborden la estructura como recurso en la ideación del propio proyecto arquitectónico, a pesar de ser algo fundamental en la formación de los arquitectos y arquitectas. En este sentido, la obra de Gehry es un buen ejemplo para entender la estructura como generadora del proyecto arquitectónico.

Los dos principales aportes de Gehry al utilizar el entramado ligero como recurso proyectual fueron dos. Por un lado, el uso de este sistema estructural como base del bloque *one-room-house* que empleó en la mayoría de sus proyectos a partir de los 90. Por otro lado, la constante subversión de la estructura a partir de la deconstrucción y la alteración de sus condiciones geométricas, tipológicas, escalares y materiales del entramado ligero tradicional, que le permitieron emprender diversas líneas investigativas-proyectuales en el campo de lo espacial, lo perceptivo, lo semiótico y lo formal.

La investigación se basó en el método histórico-crítico. Se utilizaron estrategias histórico-interpretativas y cualitativas para realizar un análisis crítico de la obra de Gehry entre 1978 y 1997, periodo en el que utilizó el entramado ligero.<sup>7</sup> En cuanto al diseño histórico-interpretativo, la investigación recopiló el registro documental de todas sus obras a partir de 1968. Posteriormente se seleccionaron los proyectos en los que utilizó el entramado ligero como sistema estructural. Este primer análisis sirvió para identificar como relevantes los proyectos de Gehry comprendidos entre 1978 y 1997.

También, se realizó una revisión de la literatura para recopilar diversos textos críticos y entrevistas sobre la obra de Gehry, lo que permitió contextualizar y realizar un análisis crítico de sus obras en ese periodo. Finalmente, a través de una metodología cualitativa, se analizaron las implicaciones mecánicas, formales y espaciales de los patrones estructurales en las obras

that most existing work on architectural structure focuses on typological issues,<sup>4</sup> mechanical aspects or tectonic,<sup>5</sup> aesthetic and compositional considerations.<sup>6</sup> However, there is a relative lack of material that addresses structure as a resource in the ideation of architectural projects in and of itself, despite it being fundamental in architect's preparation. In this sense, Gehry's work can be taken as an example in which structure should be understood as a generator of architectural projects.

Gehry can be attributed with two main contributions to the use of light-frame construction as a design resource. On the one hand, this includes the use of this structural system in most of his projects from the 1990s onwards as the basis of the *one-room-house*. On the other hand, he engaged in constant subversion of this system through deconstruction and alteration of the geometric, typological, scalar and material conventions for traditional framing, which enabled him to engage in various lines of experimentation in different projects across spatial, perceptual, semiotic and formal fields.

This research is based on a historical-critical method, using historical-interpretative and qualitative strategies to carry out a critical analysis of Gehry's work between 1978 and 1997, a period in which he used the lightweight framing.<sup>7</sup> The initial research encompassed the documentary record of all the architect's works from 1968 onwards. Subsequently, the projects in which he used lightweight framing as a structural system between 1978 and 1997 were identified.

The literature review also compiled various critical texts and interviews related to Gehry's work, which facilitated the contextualisation and critical analysis of his works in that period. Finally, I used a qualitative methodology to analyse the mechanical, formal and spatial implications of the structural patterns in the works from the

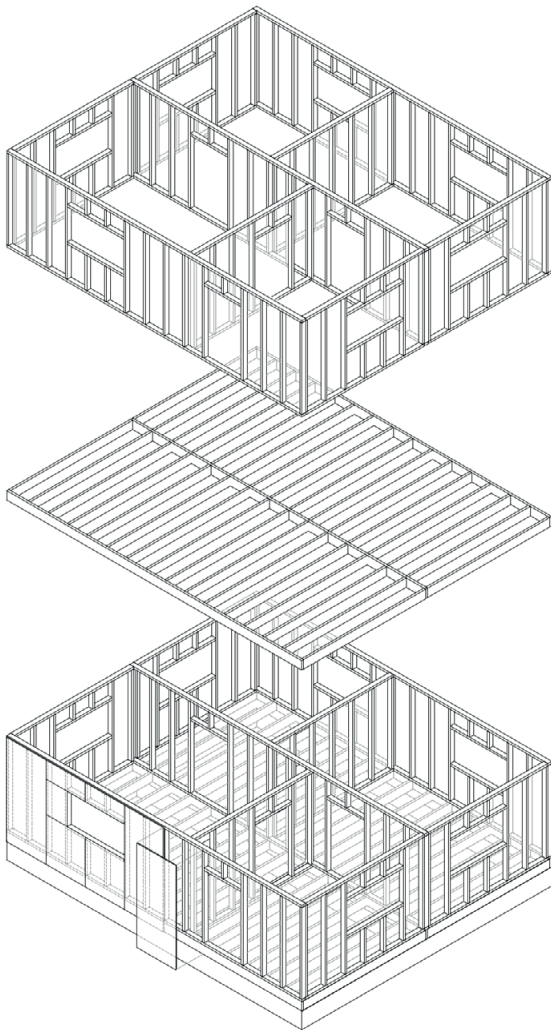


Figura 1. Axonometría de una estructura tipo *platform frame*.

Figure 1. Perspective drawing of a *platform frame* structure.

del periodo elegido. Este análisis detallado sirvió para demostrar cómo el proceso proyectual de Gehry siguió una evolución lógica en la que el entramado ligero tuvo un rol generador a lo largo del periodo estudiado.

#### EL ENTRAMADO LIGERO TRADICIONAL

Los sistemas estructurales de entramado ligero, el *balloon frame* y el *platform frame* principalmente,

chosen period. Based on a detailed analysis, a logical evolution can be identified in which lightweight framing played a generative role throughout the period studied.

#### TRADITIONAL LIGHT-FRAME CONSTRUCTION

Light-frame structural systems, especially the *balloon frame* and the *platform frame*, were central to

fueron determinantes en la expansión y colonización de EE.UU. El *balloon frame*, creado en Chicago en la primera mitad del siglo XIX, fue el sistema estructural más extendido en EE.UU hasta principios del siglo XX.<sup>8</sup> Posteriormente, el *platform frame* (Figura 1) fue imponiéndose como el sistema estructural más común en la arquitectura popular, hasta convertirse en el entramado ligero dominante en la actualidad en EE.UU.<sup>9</sup>

El entramado ligero tradicional se caracteriza por ser un armazón industrializado de gran liviandad, racionalidad y rapidez en el montaje. La estrategia más común para estabilizar un edificio construido mediante entramado ligero es generar "cajas." Habitualmente, los edificios de entramado ligero están constituidos por una gran "caja" estructural que a su vez está subdividida por "cajas" menores (Figura 1). Al igual que en los edificios constituidos por muros pesados, los muros de entramado ligero son a la vez elementos portantes y delimitadores del espacio. Es por ello que la mayoría de veces los espacios están compartimentados en "cajas," siendo la posición de las aberturas lo que puede generar cierta continuidad entre los diferentes espacios interiores y entre estos y el exterior. A diferencia de los muros pesados, el entramado ligero ofrece un mayor grado de flexibilidad espacial y formal. Al ser estructuras livianas y rígidas, los muros no tienen por qué estar totalmente a plomo, lo que permite generar variantes y volados en cada planta.

### EXPERIMENTACIÓN PROYECTUAL A PARTIR DEL ENTRAMADO LIGERO: CUATRO PROYECTOS DOMÉSTICOS (1978-1987)

Con el proyecto de su propia casa, Gehry inició una línea de investigación proyectual de una década, donde el entramado ligero jugó un papel determinante. La Gehry House (1978), situada en Santa Mónica (Figura 2), es la ampliación y transformación de una vivienda unifamiliar existente. El proyecto consistió en añadirle una crujía a tres de los cuatro lados de la preexistencia, generando un espacio intermedio y continuo entre la calle y la antigua casa.

expansion and colonization in the United States. The *balloon frame*, created in Chicago in the first half of the 19<sup>th</sup> century, was the most widespread structural system in the USA until the beginning of the 20<sup>th</sup> century.<sup>8</sup> Subsequently, the *platform frame* (Figure 1) gradually established itself and is currently the dominant lightweight framing system in popular architecture in the USA.<sup>9</sup>

Traditional light-frame construction is based around a very lightweight industrialised framework, which is very rationally organised and fast to construct. The most common strategy to generate stability in a light-frame structure is to create "boxes." Typically, a light-frame building consists of a large structural 'box' which is further subdivided into smaller 'boxes' (Figure 1). As in heavy walled buildings, light-frame walls act as both load bearing and space-delimiting elements. For this reason, spaces are usually compartmentalised into "boxes," and the position of the openings creates a certain continuity between different interior spaces and between the interior and the exterior. Unlike heavy walls, lightweight framing offers a greater degree of spatial and formal flexibility. Walls, being light, rigid structures, do not necessarily have to be completely plumb, allowing for variations and overhangs to be generated on each floor.

### DESIGN EXPERIMENTATION BASED ON LIGHT-FRAME CONSTRUCTION: FOUR RESIDENTIAL PROJECTS (1978-1987)

With the design of his own house, Gehry began a decade-long research process in which light-frame construction played a central role. The Gehry House (1978), located in Santa Monica (Figure 2), is an extension and transformation of an existing single-family dwelling. The project involved adding bays to three of the four sides of the existing structure, generating a continuous intermediate space between the street and the original house.



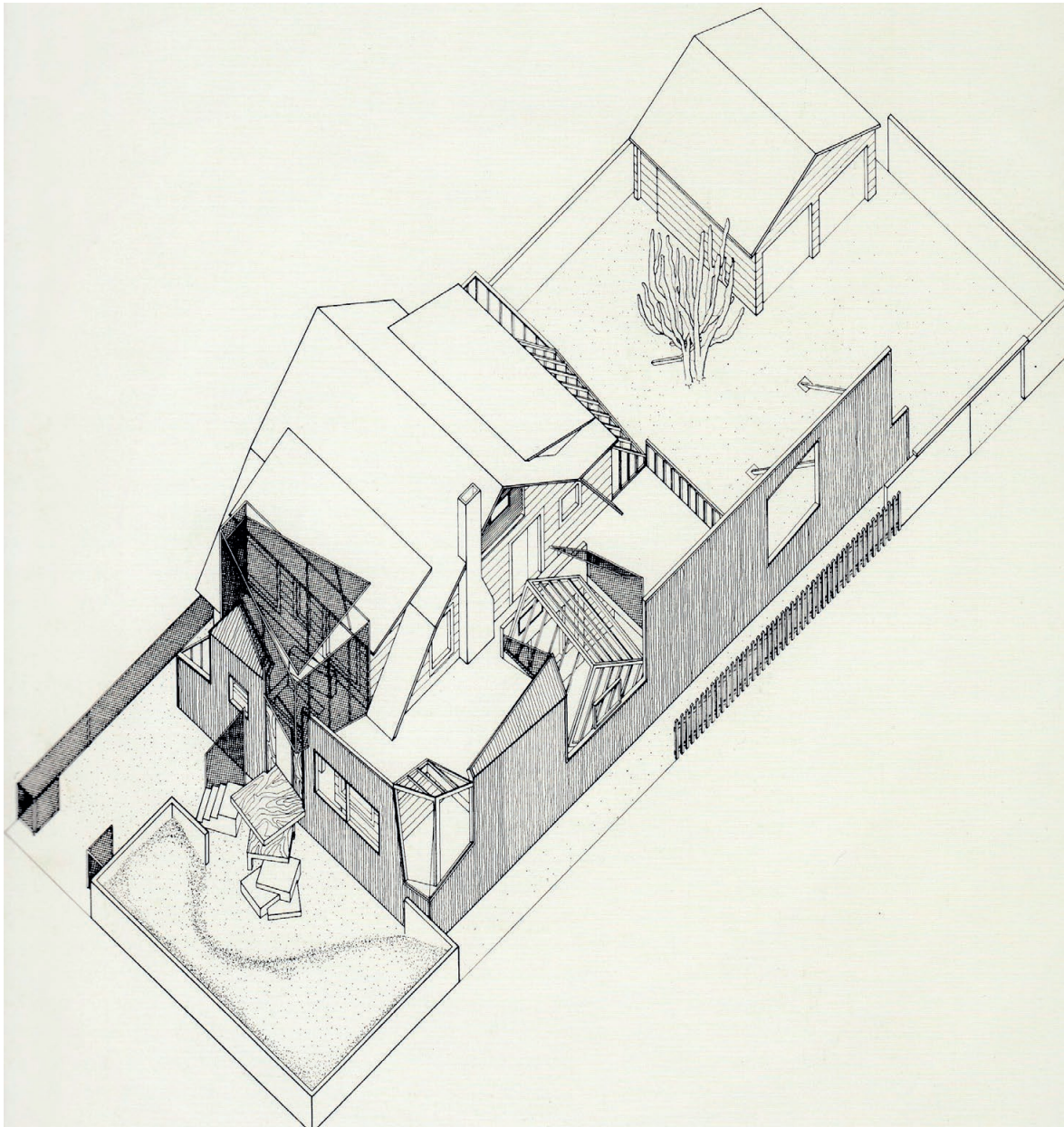


Figura 2. Axonometría de la Gehry House, 1978.

Figure 2. Perspective sketch of the Gehry House, 1978.

La nueva crujía está resuelta mediante una estructura de entramado ligero (Figura 5.B), revestida por una chapa metálica ondulada, de la cual surgen diferentes volúmenes. La nueva fachada va mutando a lo largo del perímetro de la casa para dar respuesta a los nuevos usos. El exterior de la antigua casa permanece intacto, no así el interior y las partes que se han convertido en interior tras añadirse la nueva crujía. Gehry elimina los revestimientos de techos y muros, dejando al descubierto el entramado ligero de la vivienda existente. Muchos artistas de

The new bay was resolved by means of a light-frame structure (Figure 5.B), clad in corrugated sheet metal, which generated different volumes. The new façade was adapted to the intended uses of the spaces it generated and thus changes around the perimeter of the house. Some of the exterior of the old house remains intact, but not the interior nor the parts which became internal as result of the addition of the new bay. Gehry removed the ceiling and wall cladding, exposing the framework of the existing house. Many Los Angeles artists who

Los Ángeles, contemporáneos y cercanos a Gehry, tenían la práctica habitual de dejar los montantes del entramado de madera a la vista en sus estudios. Mediante esta subversión del entramado ligero, las estructuras de la ampliación y del edificio existente se funden, creando una especie de entramado de capas que dificulta la comprensión de los límites físicos de la casa.<sup>10</sup>

En esta obra, Gehry deconstruye y revela el entramado ligero haciendo que los interiores de la casa existente parezcan más amplios de lo que en realidad son. La eliminación del revestimiento de diversas partes del entramado ligero otorga continuidad espacial y visual entre las distintas estancias y se extiende al exterior gracias a la loggia que da al patio trasero y los lucernarios de la fachada noroeste. La amplitud, el dinamismo y la continuidad espacial y visual se ve potenciada por el "protagonismo de la diagonal, así como la concatenación de unidades espaciales" a la hora de generar fugas visuales.<sup>11</sup> Los lucernarios, generados a partir de sendos volúmenes de entramado ligero, dotan de dinamismo a la fachada noroeste, ya que parecen elevarse respecto al paño de chapa ondulada. En el interior, los lucernarios sirven para generar distorsiones geométricas y lumínicas, que dotan de emoción perceptiva al espacio interior. Como se puede apreciar, ya desde este proyecto Gehry comenzó a subvertir la estructura de entramado ligero para dotar de continuidad espacial y complejidad perceptiva a su arquitectura.

El mismo año que construyó su propia casa, Gehry proyectó la Familiar House (1978). El proyecto, que finalmente no se construyó, proponía una casa dividida en dos piezas ligeramente giradas entre sí: un paralelepípedo alargado que albergaba los dormitorios de la familia, y un cubo que acogía las zonas comunes. La maqueta del proyecto (Figura 3) muestra dos unidades independientes, pero formando un conjunto formalmente unitario, constituidas ambas por una estructura de entramado ligero. A cada uno de los dos bloques principales se le adosaron diferentes volúmenes, como una pasarela, un mirador, una claraboya (Figura 5.A) o una terraza, dejando a la

were Gehry's contemporaries and with whom he maintained close relationships shared a practice of leaving the studs of the timber framing in their studios exposed. Through this subversive engagement with lightweight framing, the extension and the existing building merge, creating a kind of layered fabric that makes it difficult to understand the physical boundaries of the house.<sup>10</sup>

In this work, Gehry deconstructed and exposed the framing, making the interior of the existing house appear more spacious than it is. The removal of the cladding from various parts of the frame lent spatial and visual continuity between the different rooms which extended to the exterior thanks to the *loggia* overlooking the rear courtyard and the skylights on the north-west façade. In terms of visually extending space, this amplitude, dynamism and spatial and visual continuity is enhanced by the "prominence of the diagonal, as well as the linkage between different spatial units."<sup>11</sup> The skylights, generated from two light-framed volumes, add dynamism to the north-west façade, as they appear to rise above the corrugated sheet metal wall. Inside, the skylights serve to generate distortions in the light and geometry, which gives the interior space a perceptual emotion. As can be seen, as early as this project Gehry began to subvert light-frame construction to enhance the spatial continuity and perceptual complexity of his architecture.

In the same year he built his own house, Gehry designed the Familiar House (1978). The project, which was never built, was a house divided into two slightly rotated pieces: an elongated parallelepiped that housed the bedrooms, and a cube containing the common areas. The model of the project (Figure 3) shows two independent units that constitute a formally unitary whole, both light-frame constructions. Different volumes were attached to each of the two main blocks, including a lookout point, a skylight (Figure 5.A) and a terrace, in all of which the light timber frame was left exposed. The project model also



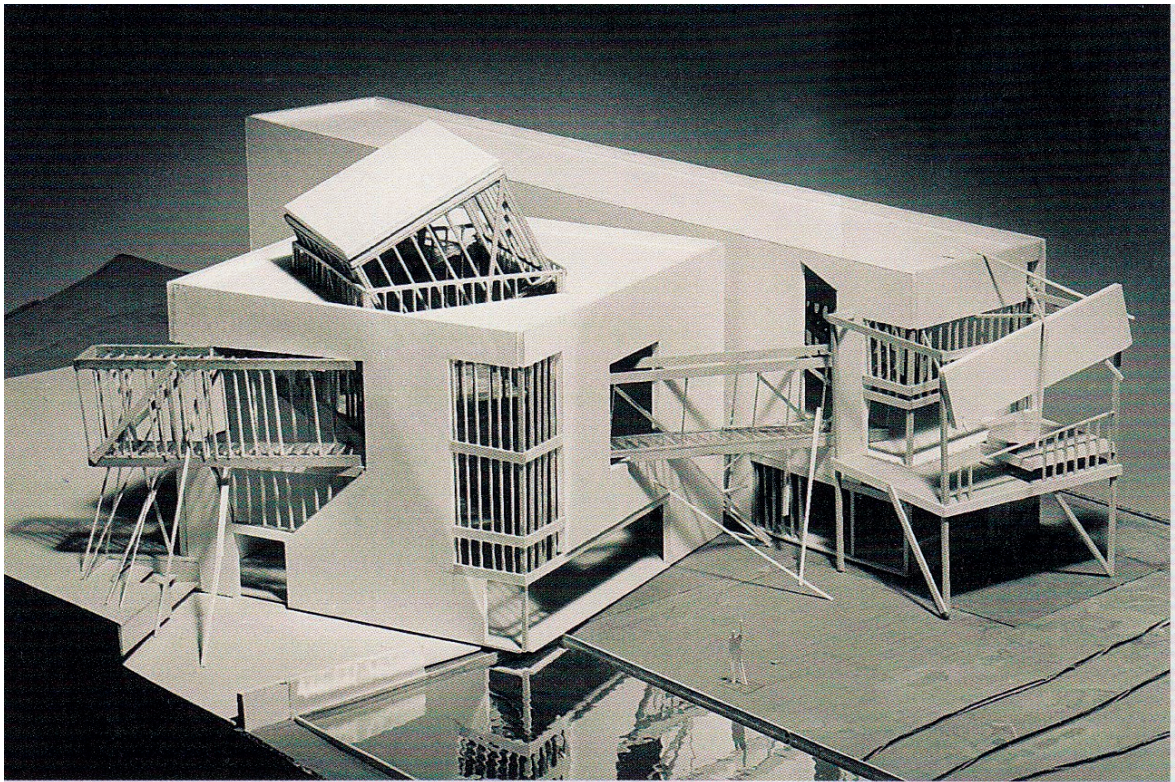


Figura 3. Maqueta de la Familian House, 1978.

Figure 3. Model of the Familian House, 1978.

vista el entramado ligero de madera en todos ellos. La maqueta del proyecto también muestra las diferentes rasgadas de la fachada, donde el entramado ligero aparece ininterrumpidamente tras el vidrio de ventanales y claraboya, revelando la condición ligera e inacabada de su arquitectura, algo que también se puede observar en la sede de Gemini G.E.L. (1976-1980), en la Gehry House (1978) o en la Spiller House (1980). En este sentido, Gehry afirma que:

(...) a todos nos gustan más los edificios en construcción que los terminados, creo que la mayoría estamos de acuerdo. La estructura es siempre mucho más poética que lo terminado. (...) Supongo que me interesaba lo inacabado, o la calidad que se encuentra en los cuadros de

shows different ruptures in the façade, where the framework is visible without interruption behind the windows and skylight. This reveals a light and unfinished architectural aesthetic, which can also be identified in the headquarters of Gemini G.E.L. (1976-1980), the Gehry House (1978) and the Spiller House (1980). In this respect, Gehry stated that:

(...) we all like buildings under construction better than finished buildings, I think most of us agree. The structure is always much more poetic than the finished (...) I suppose I was interested in the unfinished, or the quality you find in the paintings of Jackson Pollock,



Jackson Pollock, por ejemplo, o de Kooning, o de Cézanne, que parece que la pintura se acaba de aplicar.<sup>12</sup>

La maqueta también muestra “el interés por el valor de lo no gravitatorio y por la creación de estructuras espaciales”<sup>13</sup> que se refieren tanto a obras de la vanguardia rusa (Tatlin, Popova o Lissitzky) como a la tradición vernácula de los EE.UU. Por otro lado, también ilustra la postura poco ortodoxa que Gehry tiene al emplear la estructura como recurso proyectual, ya que no tiene inconveniente en romper la modulación impuesta por el sistema estructural, eliminar montantes o generar soluciones estructurales mixtas. En este sentido, Gehry rehúye de la idea moderna de “honestidad estructural.”<sup>14</sup>

En 1980, Gehry construyó la Spiller House en un pequeño solar de Venice (Los Ángeles). La casa estaba compuesta por dos unidades habitacionales separadas por un patio: una delantera de dos pisos para alquilar y otra trasera de cuatro pisos para la propietaria. En la Spiller House, Gehry inició otra línea de trabajo mediante el apilamiento de cajas de entramado ligero que le permitió indagar en las relaciones espaciales en vertical (Figura 5.C). El entramado ligero permitió a Gehry apilar cajas con cierta libertad, generando dislocaciones que dotaban de dinamismo tanto a los espacios interiores como a la volumetría exterior. Esta operación agregativa que apareció de forma embrionaria en la Spiller House, se repitió con más claridad en otros proyectos como la Schnabel House (1989) y adquirió una mayor relevancia en obras posteriores de Gehry como el Museo Guggenheim.

En 1982 Gehry recibió el encargo de realizar la Winton House (Figura 4), una casa de huéspedes para un coleccionista de arte de Minnesota. Inspirada en las naturalezas muertas de Morandi, la casa está compuesta por seis pequeños edificios-objeto, unidos a un volumen central que alberga la sala de estar. Cada uno de los volúmenes es estructuralmente autónomo e independiente, y apenas se tocan entre sí. El conjunto resulta ser visualmente complejo, aunque las formas

for example, or de Kooning, or Cézanne, where it looks like the paint has just been applied.<sup>12</sup>

The model also shows “an interest in the value of the non-gravitational and in the creation of spatial structures,”<sup>13</sup> in allusion to works of both the Russian avant-garde (Tatlin, Popova and Lissitzky) and to the vernacular tradition of the United States. On the other hand, it also illustrates Gehry’s unorthodox stance with respect to the use of structure as a design resource, as he has no objection to breaking with the modular organisation generally imposed light-frame construction, eliminating uprights and generating mixed structural solutions. In this sense, Gehry shuns the modern idea of “structural honesty.”<sup>14</sup>

In 1980, Gehry built the Spiller House on a small site in Venice, Los Angeles. The house consisted of two living units separated by a courtyard: a two-storey front unit for rent and a four-storey rear unit for the owner. In the Spiller House, Gehry initiated another line of experimentation by stacking light-frame boxes, which allowed him to investigate vertical spatial relationships (Figure 5.C). The lightweight framework allowed Gehry to stack boxes with a certain degree of freedom, generating dislocations that endowed both the interior spaces and the exterior volumetric balance with dynamism. This combination of different forms, which appeared in embryonic form in the Spiller House, was later reused and appears more explicitly in other projects including the Schnabel House (1989) and became more central in Gehry’s later works including the Guggenheim Museum.

In 1982 Gehry was commissioned to build the Winton House (Figure 4), a guest house for a Minnesota art collector. Inspired by Morandi’s still life painting, the house is composed of six small object-buildings, linked to a central volume that houses the living room. Each of the volumes is structurally autonomous and independent, and barely touch each other. The ensemble is visually complex, although the geometry of the component forms

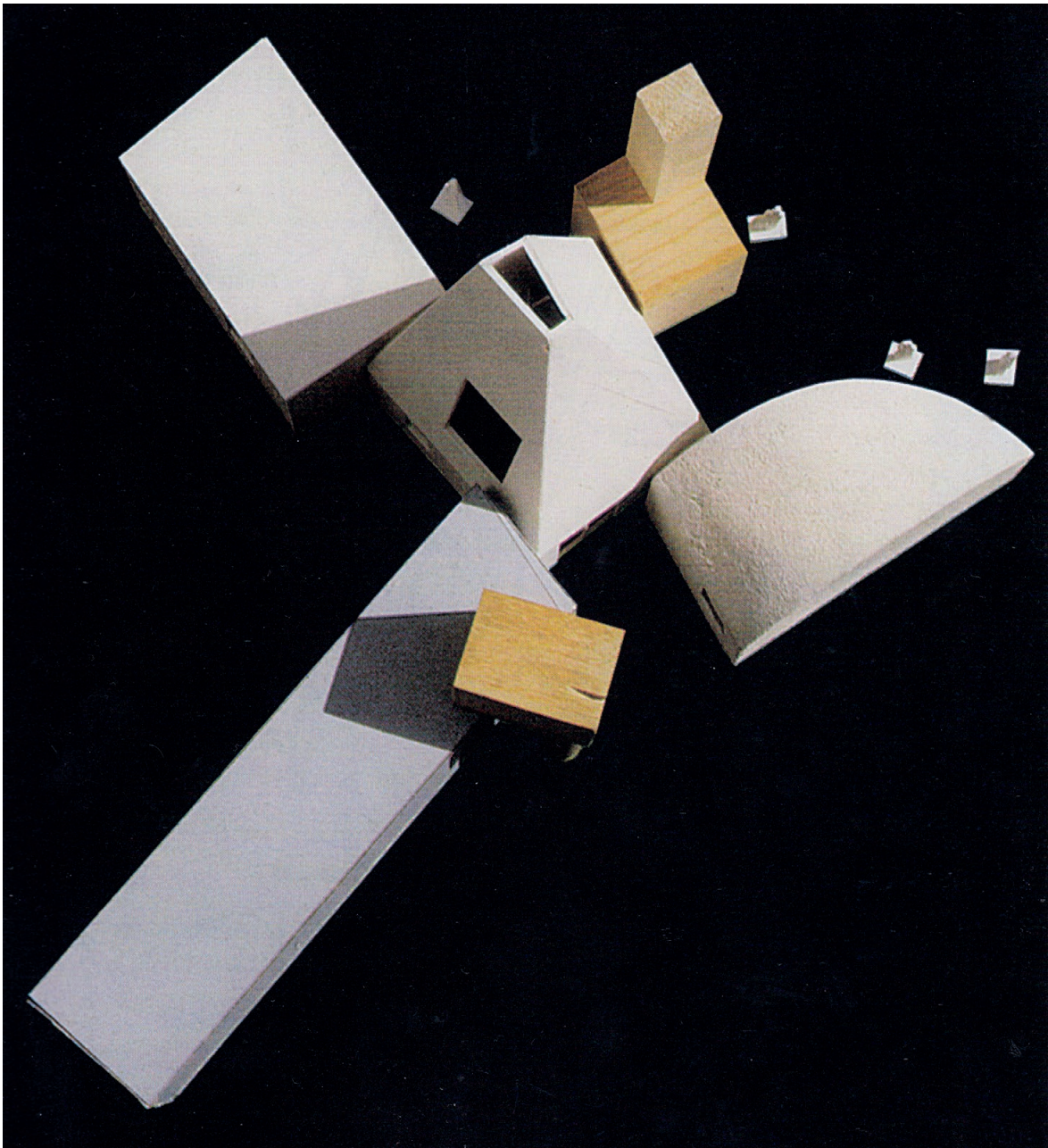


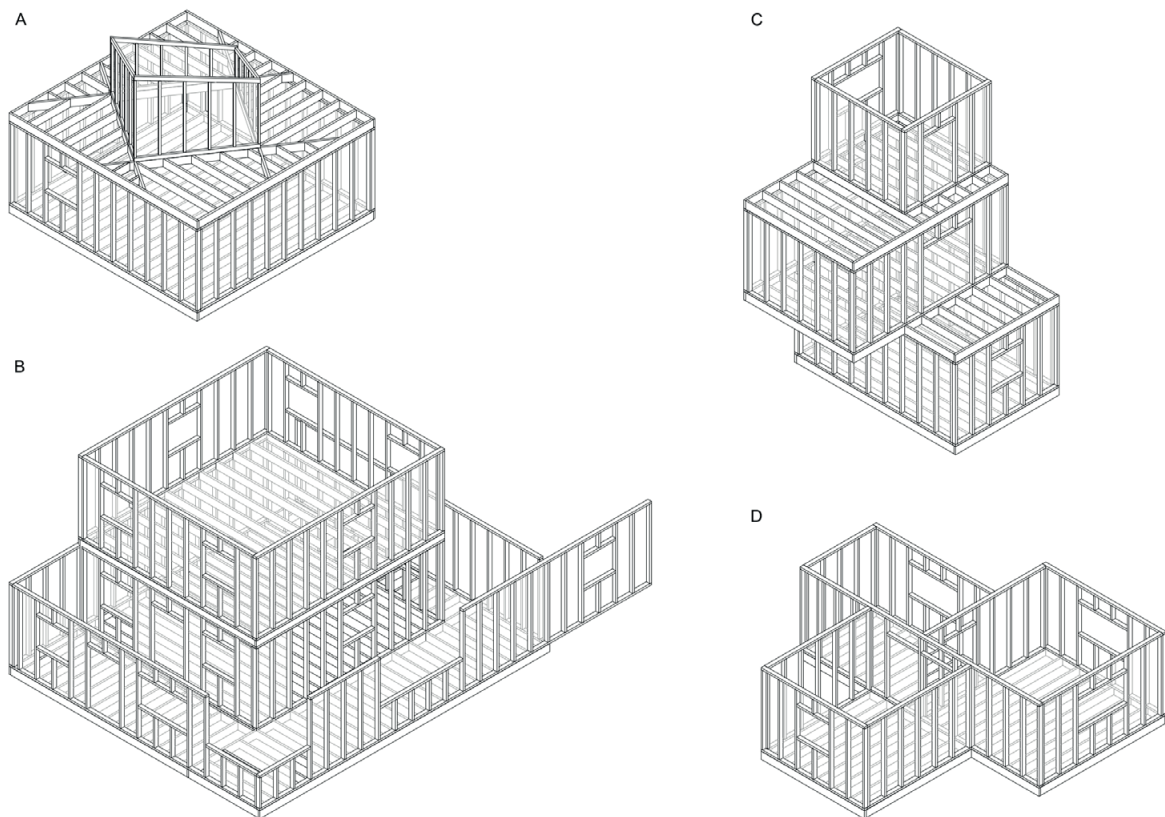
Figura 4. Maqueta de la Winton House, 1982.

Figure 4. Model of Winton House, 1982.

que lo componen son convencionales en su geometría. La Winton House materializa de manera clara y explícita la idea de la *one-room-house* esbozada en la Familiar House.<sup>15</sup> En la Winton House, Gehry subvierte la idea de una gran "caja" estructural subdividida por "cajas" menores (Figura 1), generando un conjunto totalmente fragmentado donde cada habitación de la casa es un volumen y una unidad estructural (Figura 5.D). La estrategia agregativa de la Winton House, donde una *one-room-house* principal articula los demás bloques,

is conventional. The Winton House clearly and explicitly materialises the idea of the *one-room-house* anticipated in the Familiar House.<sup>15</sup> In the Winton House, Gehry subverts the idea of a large structural "box" subdivided by smaller "boxes" (Figure 1), instead generating a totally fragmented ensemble where each room of the house is its own volume and a structural unit (Figure 5.D). The strategy of integrating units like those used in the Winton House, where a principal *one-room-house* brings together





**Figura 5.** Operaciones formales simples utilizadas en las casas de entramado ligero de finales de los 70 e inicios de los 80: A) aneji3n o macla de vol6menes simples a una unidad de entramado principal (Familian House o Gehry House); B) aneji3n perimetral de una cruj3a a la unidad de entramado ligero principal (Gehry House); C) apilamiento de unidades de entramado ligero (Spiller House); D) agrupaci3n de unidades independientes de entramado ligero o bloques *one-room-house* (Winton House).

**Figure 5.** Simple formal operations used in the light-framed houses of the late 1970s and early 1980s: A) annexation or pairing of simple volumes to a central light-frame unit (the Familian House and the Gehry House); B) addition of a bay around the central light-frame unit (Gehry House); C) stacking of light-frame units (Spiller House); D) grouping of independent light-frame units or *one-room-house* blocks (Winton House).

es un paso determinante en la metodolog3a de trabajo que el equipo de Gehry desarrollar3a en la d3cada de los 90. Las propiedades de rigidez y ligereza del entramado ligero tradicional son determinantes para la creaci3n de la unidad proyectual *one-room-house*, la cual permitir3a a Gehry proyectar mediante la libre aneji3n y apilamiento de cajas.

the other blocks, represents a decisive step in the working methodology that Gehry's team went on to develop in the 1990s. The rigidity and reduced weight of traditional light-frame construction were decisive for the creation of the *one-room-house* project unit and allowed Gehry to design through the free annexing and stacking of boxes.

### B3SQUEDA FORMAL Y EVOLUCI3N DEL ENTAMADO LIGERO: LOS PROYECTOS "FISH" (1983-1992)

Entre la segunda mitad de la d3cada de los 80 y principios de los 90, Gehry llev3 a cabo una exploraci3n formal basada en la forma del pez.<sup>16</sup> La b3squeda de dinamismo en la expresi3n formal le llev3 a crear varias esculturas, muebles y *follies* con forma de pez.<sup>17</sup> Estas

### DELIBERATE EXPLORATION AND EVOLUTION OF LIGHT-FRAME CONSTRUCTION: THE "FISH" PROJECTS (1983-1992)

From the latter half of the 1980s through to the early 1990s, Gehry carried out a formal exploration based on the fish shape.<sup>16</sup> The search for dynamism in formal expression led him to create several



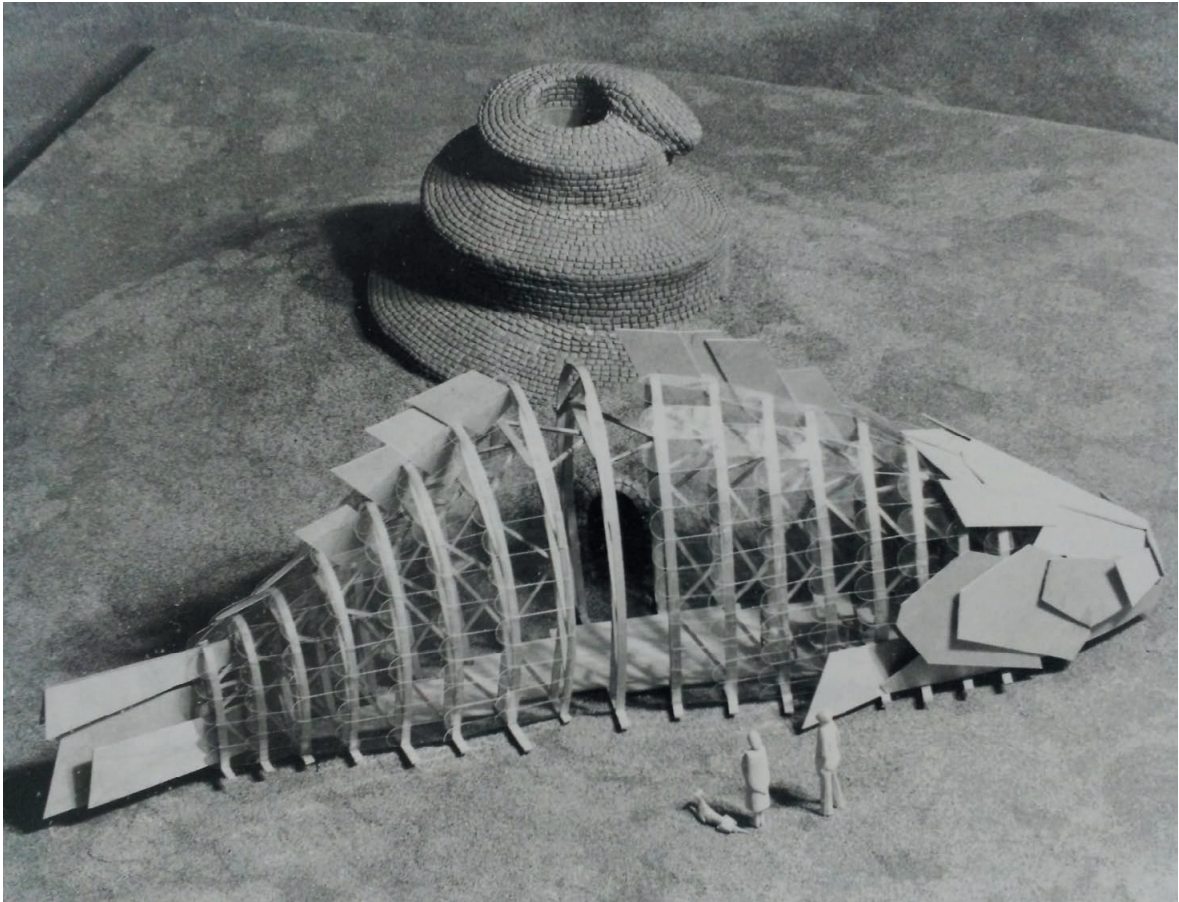


Figura 6. Maqueta de The Prison, 1983.

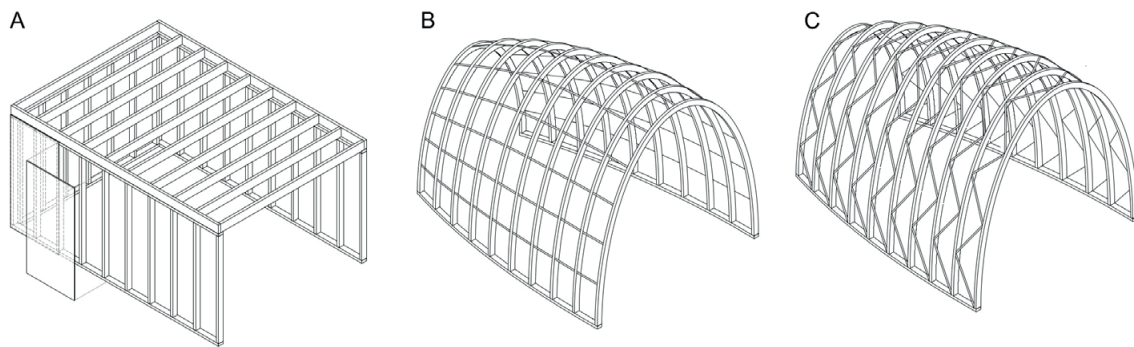
Figure 6. Model of The Prison, 1983.

obras permitieron a Gehry trabajar y experimentar en torno a la expresión del movimiento y la resolución geométrica y material de formas complejas, utilizando una versión evolucionada de la estructura de entramado ligero.

En el año 1983 Gehry propuso una *folie* conocida como The Prison. La maqueta del pequeño pabellón en forma de pez (Figura 6) muestra un cerramiento de material transparente y una serie de piezas lineales arqueadas a modo de estructura. La maqueta representa una construcción basada en un entramado

fish-shaped sculptures, furniture and *follies*.<sup>17</sup> These projects allowed Gehry to work and experiment with the expression of movement and the geometric and material resolution of complex forms, using an evolved version of light-frame construction.

In 1983 Gehry drew up plans for a *folie* known as The Prison. The model of the small fish-shaped pavilion (Figure 6) shows an enclosure constructed using transparent material and a series of arched linear pieces as the framework. The model uses lightweight truss-based construction



**Figura 7.** Tres versiones de entramado ligero tipo utilizadas por Gehry en la década de 1980. A) Entramado utilizado en los proyectos domésticos; B) Entramado de los pabellones Walker Art Center y Chiat/Day; C) Entramado de la *follie* The Prison.

**Figure 7.** Three versions of lightweight framework types used by Gehry in the 1980s. A) Framing used in domestic projects; B) Framing used for the Walker Art Centre and Chiat/Day pavilions; C) Framework of The Prison *follie*.

ligero en la cual los elementos sustentantes curvados se sitúan paralelos y a una distancia constante a lo largo de una directriz curva (Figura 7.C). La solución recuerda a una embarcación tradicional de madera, en la que las cuadernas dan estabilidad al volumen en el sentido transversal, mientras que una serie de piezas diagonales estabilizan el volumen en el sentido longitudinal.

in which the curved supporting elements are positioned in parallel at a regular spacing along a curved guideline (Figure 7.C). This design solution is reminiscent of a traditional wooden boat, in which the frame provides stability to the volume in a transverse direction, while a series of diagonal pieces stabilise it longitudinally.

Entre 1986 y 1988, Gehry trabajó en dos encargos en los que puso en práctica el conocimiento adquirido en el diseño de lámparas, esculturas y *follies*: un pabellón para la exposición de su obra en el Walker Art Center de Minneapolis y la oficina temporal para la compañía Chiat/Day. Ambos pabellones tenían unas dimensiones similares a las de una habitación y su estructura se basaba en un entramado ligero curvado realizado con piezas longitudinales de madera de pequeña escuadría, similar a *The Prison*. En estos dos pabellones, las cuadernas estaban unidas por una serie de piezas lineales de madera, en lugar de diagonales como en *The Prison* (Figura 7.B).

Between 1986 and 1988, Gehry worked on two commissions in which he put into practice the knowledge he had acquired over the course of designing lamps, sculptures and *follies*: a pavilion for the exhibition of his work at the Walker Art Centre in Minneapolis and a temporary office for the Chiat/Day company. Both pavilions had room-like dimensions and their structure was based on a curved lightweight framework made of longitudinal pieces of dimensional lumber, similar to that used in *The Prison*. In these two pavilions, the frames were joined by a series of small-section linear timber pieces, rather than diagonally as in *The Prison* (Figure 7.B).

Estos pabellones sirvieron para evolucionar el concepto *one-room-house*. El entramado ligero curvo de estos últimos proyectos posibilitó a Gehry pasar a otro

These pavilions were useful in the evolution of the *one-room-house* concept. The lightweight curved framework used in these later projects

estadio, ya que comenzó a trabajar con formas complejas, generando una nueva unidad que podríamos denominar *one-fish-house*. Estos pabellones sentaron las bases de proyectos posteriores en los que Gehry alcanzó una enorme complejidad formal, donde los bloques *one-room-house* se funden y distorsionan mediante el alabeo del entramado ligero.

Otro proyecto clave en la evolución arquitectónica de Gehry fue el proyecto Fish de la Villa Olímpica de Barcelona (1989-1992). Esta obra supuso un cambio de paradigma en la metodología de trabajo del estudio, ya que fue la primera vez que se utilizó una herramienta informática para afrontar el reto de ejecutar una estructura de formas complejas de manera rápida y económica. El programa informático Catia permitió al estudio Gehry parametrizar geoméricamente la escultura-pezu, lo que hizo posible trabajar con modelos concretos de formas complejas, especificar a las empresas cómo ejecutar la obra y mantener los costes de ejecución bajo control.

### MUSEO GUGGENHEIM (1991-1997)

En 1991, Gehry ganó el concurso restringido convocado por la Fundación Solomon R. Guggenheim para construir un nuevo museo en Bilbao. La idea de acumulación de bloques *one-room-house*, reminiscencia de las cajas livianas y rígidas del entramado ligero, fue determinante en el desarrollo del Museo Guggenheim. Como se mencionó anteriormente, esta estrategia proyectual tuvo inicio en los 80 y se fue desarrollando en los 90 a partir del Museo Guggenheim. El propio Gehry lo explica:

Empecé haciendo edificios muy sencillos de una sola habitación (*one-room-house*). Eso me llevó a intentar conectarlos, a hacer conexiones entre objetos diferenciados, y eso me llevó a todo un vocabulario de conexiones.<sup>18</sup>

enabled Gehry to move on to another stage, as he began to work with complex forms, generating a new module that we might call the *one-fish-house*. These pavilions laid the foundations for subsequent projects in which Gehry achieved enormous formal complexity, and in which *one-room-house* blocks were merged and distorted through the warping of light-frame construction.

Another key project in Gehry's architectural evolution was the Fish project for the Olympic Village in Barcelona (1989-1992). This work represented a paradigm shift in his studio's working methodology, as it was the first case in which CAD tools were used to meet the challenge of executing a structure involving complex shapes quickly and economically. The Catia computer programme enabled the Gehry studio to parameterise the fish sculpture geometrically, which in turn made it possible to work with precise models of complex shapes and provide detailed specifications to construction companies with respect to how to execute the work and keep the execution costs under control.

### THE GUGGENHEIM MUSEUM (1991-1997)

In 1991, Gehry won the invitation-only design competition organised by the Solomon R. Guggenheim Foundation to build a new museum in Bilbao. The assemblage of *one-room-house* blocks, reminiscent of the rigid lightweight boxes which are the basic units of light-frame construction, was a determining principle in the development of the Guggenheim project. As mentioned above, this design strategy was first employed in the 1980s and then further developed in the 1990s through the Guggenheim Museum. Gehry himself explained:

I started doing very simple one room buildings. That led to trying to connect them, to making connections between differentiated objects, and that led to a whole vocabulary of connections.<sup>18</sup>



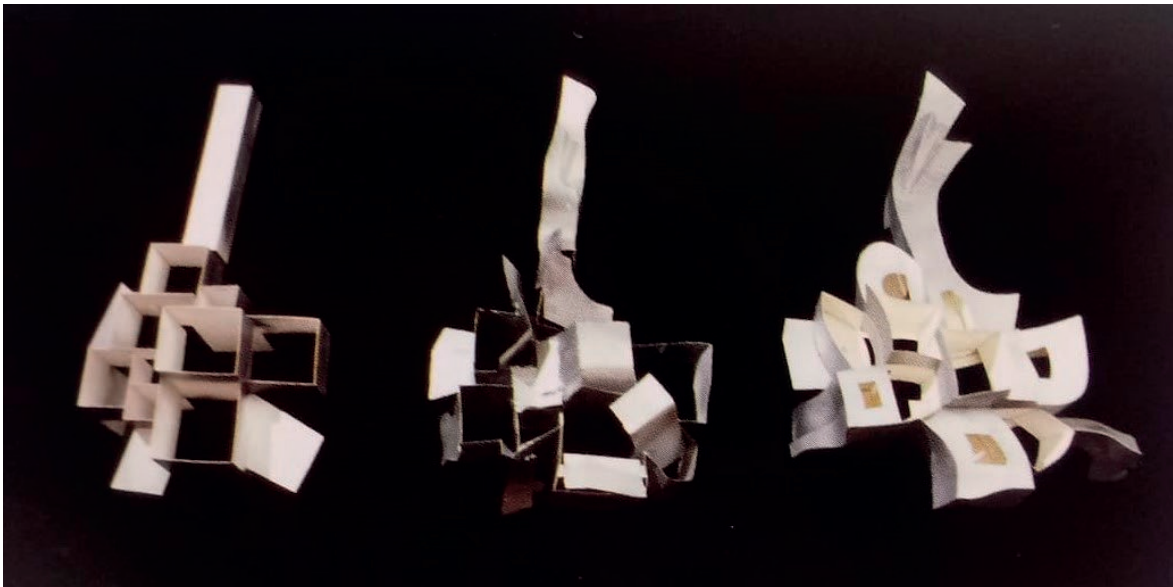


Figura 8. Maquetas del proceso proyectual del Guggenheim, 1991.

Figure 8. Models from the Guggenheim design process, 1991.

En los 80, Gehry ya había utilizado el apilamiento de elementos de entramado ligero. Las conexiones entre estos objetos diferenciados solían producirse mediante elementos auxiliares (una pasarela en la Familiar House), maclas (los lucernarios de la Gehry House), mediante anexiones (en la Winton House) o relaciones escalares (en el Cabrillo Marine Aquarium).<sup>19</sup> En el Guggenheim, estas conexiones entre objetos se producen mediante la fusión y la distorsión de salas-caja apiladas,<sup>20</sup> generando una fuerte tensión entre lo fragmentado y lo unitario. Este sistema de composición, de apilamiento y cobertura, donde, por un lado, se enfatiza la individualidad de los bloques, pero, por otro lado, se acentúa el conjunto unificado mediante el uso de uno o dos materiales, sería repetido posteriormente en el Disney Music Hall o la fundación Louis Vuitton.

La importancia de la estrategia agregativa de cajas o bloques *one-room-house* basados en el entramado ligero se puede ver también en el Museo Guggenheim (Figura 8). Como explicó el propio Gehry, el proceso agregativo de cajas sirvió para

In the 1980s, Gehry had already begun to use the technique of stacking of light-framed elements. Connections between these objects were often executed by means of auxiliary elements (a footbridge in the Familiar house), pairing (the skylights in the Gehry house), annexes (the Winton house) or scalar relationships (in the Cabrillo Marine Aquarium).<sup>19</sup> In the Guggenheim, connections between objects are produced through fusion and distortion of stacked box-rooms,<sup>20</sup> generating a striking tension between the fragmented and the unitary. This system of composition, stacking and cladding emphasises the individuality of the blocks on the one hand but, on the other, accentuates the unified whole using one or two materials. It was later reused in the Disney Music Hall and the Louis Vuitton Foundation.

The importance of the strategy of assembling boxes or *one-room-house* blocks based on light-frame construction can also be identified in the Guggenheim Museum (Figure 8). As Gehry himself explained,

establecer la escala del edificio, organizar el programa y relacionar el proyecto con el contexto.<sup>21</sup> Además de ello, el apilamiento de cajas livianas y rígidas permitió a Gehry generar equilibrios estructurales que otros sistemas constructivos no permitirían (Figura 9) y tener en todo momento bajo control las luces máximas de la estructura. Una vez conseguido esto, comenzaba un proceso iterativo entre los esbozos, la construcción de maquetas y la representación mediante métodos computacionales, hasta llegar a un resultado satisfactorio de forma intuitiva y experimental.<sup>22</sup> En palabras de Rafael Moneo:

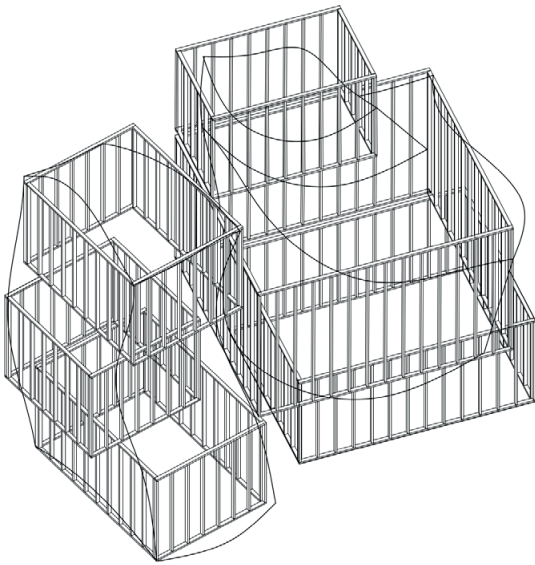
Gehry sabe que el conocimiento que tiene de la arquitectura, en cuanto que disciplina, le permitirá llevar a cabo el necesario proceso de adaptación.<sup>23</sup>

Hasta el proyecto del Guggenheim, Gehry sólo había empleado la estructura de entramado ligero en edificios residenciales y de pequeñas dimensiones. A partir del Guggenheim, Gehry propuso un cambio de escala y de material del entramado ligero, con el propósito de subvertir el uso habitual y estereotipado del sistema estructural, para servir a otros fines que aquellos para los que fue creado.<sup>24</sup> Esta voluntad de subversión de los objetos, los materiales y los sistemas constructivos<sup>25</sup> que fue habitual en su obra a partir de los 70, está ligada a la "libre asociación de ideas" utilizada por dadaístas y surrealistas en las vanguardias, y que influirán a artistas neo dadaístas y pop como Claes Oldenburg, Robert Rauschenberg o Jasper Johns, muy cercanos a Gehry.<sup>26</sup> Si en los 70 y 80 Gehry subvirtió el uso habitual de los materiales vulgares y cotidianos para explorar sus posibilidades estéticas, en el Guggenheim hace lo propio con el sistema estructural mediante su cambio de escala. En este caso, el nuevo entramado ligero permitió proyectar un edificio institucional, superando las limitaciones impuestas por el entramado ligero tradicional de madera, ligado a la escala doméstica.<sup>27</sup> La nueva estructura de entramado ligero de acero, resultante de este ejercicio de descontextualización, aportó la versatilidad suficiente para generar una

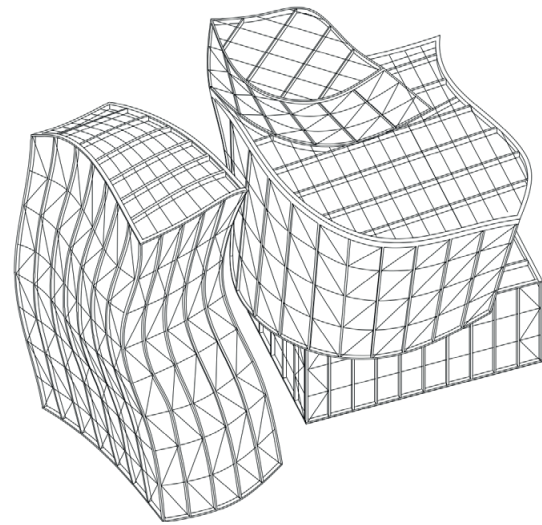
the box assembly process served to establish the scale of the building, meet the brief, and create a relationship between the project and context.<sup>21</sup> In addition, stacking rigid lightweight boxes allowed Gehry to generate structural balance that other construction systems would not allow (Figure 9) and to always keep the maximum spans of the structure within limits. Once the structural basics were established, the studio began an iterative process which included sketches, the construction of models and representation using computational methods, until a satisfactory result was reached intuitively and experimentally.<sup>22</sup> In the words of Rafael Moneo:

Gehry knows that his knowledge of architecture as a discipline will enable him to carry out the necessary process of adaptation.<sup>23</sup>

Up until the Guggenheim project, Gehry had only used light-frame construction in residential and small-scale buildings. Starting with the museum project, Gehry initiated a change in the scale and material used for light-frame construction, with the aim of subverting its standard, stereotyped use to serve purposes other than those for which it was created.<sup>24</sup> This desire to subvert objects, materials and construction systems,<sup>25</sup> which was common in his work from the 1970s onwards, is linked to the "free association of ideas" used by Dadaists and Surrealists in the avant-garde, and which influenced neo-Dadaist and Pop artists including Claes Oldenburg, Robert Rauschenberg and Jasper Johns, who moved in the same circles as Gehry.<sup>26</sup> If Gehry subverted the habitual use of vulgar, everyday materials to explore their aesthetic possibilities in the 1970s and 1980s, in the Guggenheim he did the same with a structural system, by changing its scale. In this case, new lightweight steel framing made it possible to design an institutional building in a way that overcame the limitations imposed by traditional lightweight timber framing, which had restricted the use of this system of construction to the domestic scale.<sup>27</sup> The steel light-frame structure resulting from this exercise in decontextualization



**Figura 9.** Evolución de la estructura de entramado ligero: del apilamiento de cajas a la forma compleja (interpretación del autor).



**Figure 9.** The evolution of light-frame construction: from stacked boxes to complex forms (author's interpretation).

arquitectura de gran dinamismo formal y complejidad perceptiva (Figura 9).

Desde un punto de vista conceptual, el tipo estructural empleado en el Guggenheim es una evolución del esbozado en *The Prison* (Figura 7.C). La estructura tipo está conformada por una serie de montantes verticales curvadas, los cuales absorben las acciones gravitacionales principalmente, y una serie de barras horizontales y diagonales menores que dotan de rigidez al conjunto. El alabeo de los muros, lejos de ser algo negativo, dota de mayor inercia al plano y por tanto de mayor estabilidad a cada bloque. La gran rigidez y liviandad de los bloques aportan una gran versatilidad para resolver los problemas mecánicos, ya que tienen la capacidad de mutar de un entramado convencional cuando está apoyado en el suelo, a vigas de gran canto que generan grandes aberturas.

offered sufficient versatility to generate architecture characterised by enormous formal dynamism and perceptive complexity (Figure 9).

From a conceptual point of view, the structural system used in the Guggenheim is an evolution of that identified in *The Prison* (Figure 7.C). The basic structure is made up of a series of curved vertical uprights, which absorb gravitational forces primarily, and a series of horizontal and smaller diagonal bars that provide overall rigidity. The curvature of the walls, far from being a negative, increases the area moment of inertia relative to the plane and therefore the stability of each block. The remarkable rigidity and lightness of light-frame boxes offers enormous versatility in terms of the resolution of mechanical problems. When reinforced with diagonal bracing, what might be a conventional framework when supported on the ground can be morphed into a beam of considerable length, which can be used to generate large open spaces.



## CONCLUSIONES

Como se desprende del análisis, la estructura de entramado ligero desempeñó un papel fundamental en la obra de Gehry entre los años 1978 y 1997. El uso de la estructura como recurso proyectual en el caso de Gehry tiene una doble vertiente: la creación del bloque *one-room-house* por un lado, y la constante subversión del entramado ligero, por el otro. Ambas vías sirven como punto de partida para que la arquitectura de Gehry evolucione en el periodo estudiado.

El bloque *one-room-house* es la trasposición directa de una "caja" de entramado ligero. Sus propiedades de liviandad y rigidez son claves en el proceso proyectual de Gehry, ya que le permiten anexarlas, maclarlas y apilarlas con gran libertad. En los proyectos de casas de los años 70 y 80 Gehry realiza operaciones agregativas simples de unidades de entramado ligero (Figura 6). La Familiar House y la Winton House subvierten la idea tradicional de "gran caja" que contiene "cajas" menores, para pasar a conjuntos fragmentados compuestos por "cajas" estructuralmente independientes, pero formalmente y espacialmente relacionadas. Proyectos posteriores, como la Schnabel House, la residencia Davis o el Museo Guggenheim sirvieron para evolucionar este recurso proyectual.

Por otro lado, la obra de Gehry muestra diversos modos de subversión del entramado ligero, convertidos todos ellos en recurso proyectual. Ejemplos de esta actitud subversiva son la deconstrucción material o la distorsión formal y escalar del entramado ligero. La deconstrucción material del entramado ligero, en proyectos como su propia casa, permite a Gehry dotar de continuidad espacial, riqueza perceptiva o dimensión temporal (condición de inacabada) a su arquitectura. Esta estrategia se evidencia también en los proyectos Fish, en los que busca formas complejas mediante la manipulación formal del entramado ligero (Figura 7). La distorsión formal y escalar del entramado, tienen su culmen en el proyecto del Museo Guggenheim, que se caracteriza por operaciones

## CONCLUSIONS

The above analysis suggests that light-frame construction played a fundamental role in Gehry's work between 1978 and 1997. Gehry's use of structure as a design resource was twofold and included the creation of *one-room-house* blocks on the one hand, and the constant subversion of light-frame construction on the other. Both forms of engagement represent starting points from which Gehry's architecture evolved over the period discussed in this article.

The *one-room-house* block is a direct transposition of a light-frame "box." The lightness and rigidity of these boxes was key in Gehry's design process, as they allowed him to join, pair, and stack them with enormous flexibility. In the house projects of the 1970s and 1980s Gehry produced simple assemblies of light-frame units (Figure 6). The Familiar House and the Winton House subvert the traditional idea of the "big box" containing smaller "boxes," representing instead fragmented assemblages composed of structurally independent units, which are formally and spatially related. Later projects, including the Schnabel House, the Davis residence and the Guggenheim Museum demonstrate the subsequent evolution of this design resource.

Gehry's work also demonstrates various ways of subverting light frame construction, all which were converted into design resources. Material deconstruction and the formal and scalar distortion of light-frame construction are examples of this subversive attitude. The material deconstruction of light-frame construction in projects, such as his own house, allowed Gehry to provide his architecture with spatial continuity, perceptive richness, and a temporal dimension (the appearance of being unfinished). This strategy is also evident in the Fish projects, in which Gehry sought out complex forms through the formal manipulation of light-frame forms (Figure 7). The formal and scalar distortion of the light-frame lattice culminated in the Guggenheim Museum project, which is characterised by the

agregativas complejas de unidades de entramado ligero distorsionadas (Figuras 8 y 9).

Diversos autores han puesto en cuestión el papel de la estructura como elemento constitutivo en los proyectos de Gehry.<sup>28</sup> Según estas críticas, los condicionantes formales y espaciales derivados de la estructura dejan de ser limitantes en el proceso proyectual de Gehry, pasando a un segundo plano. Según Willis, en referencia a Gehry, “la lógica del dibujo ha superado la lógica de la construcción, dando como resultado edificios que aspiran a ser como dibujos. (...) la libertad sin inhibiciones de tales dibujos se traducirá a menudo en un edificio que es muy difícil de construir, y por eso la lógica del edificio está en contradicción directa con la lógica del dibujo que lo inspira.”<sup>29</sup> Estas críticas consideran que el sistema estructural usado por Gehry se acomoda a una forma ya establecida por el trazo libre del arquitecto, optando por el más puro formalismo y la arbitrariedad.<sup>30</sup>

Como podemos deducir de esta investigación, la estructura de entramado ligero tiene un rol determinante en los proyectos de Gehry antes estudiados. La evolución y experimentación proyectual en la obra de Gehry, muestra que la estructura de entramado ligero está en la génesis del proceso de ideación, se trata de una condición de posibilidad para el desarrollo posterior de su obra. La estructura en las obras de Gehry va más allá de ser un elemento limitador, llegando a convertirse en un elemento generador. Así, el entramado ligero es una de las bases desde la que evoluciona su trabajo experimental, ya que se convierte en un sistema que permite investigar y desarrollar aspectos formales, espaciales y perceptivos. Por último, el análisis de la relación entre el sistema estructural y el proceso de ideación del proyecto arquitectónico en la obra de Gehry, muestra el potencial de la estructura como generadora del proyecto.

complex combination and assemblage of distorted light-frame units (Figures 8 and 9).

Several authors have questioned the role of structure as a constitutive element in Gehry's projects.<sup>28</sup> According to these critics, the formal and spatial factors imposed by structure cease to condition Gehry's design process, and thus become of secondary importance. According to Willis (1999), in reference to Gehry, “the logic of the drawing has superseded the logic of building, resulting in buildings that aspire to be like drawings (...) during construction, the uninhibited freedom of such drawings will often translate into a building that is very difficult to construct, and so the logic of the building stands in direct contradiction to the logic of the drawing that inspired it.”<sup>29</sup> These critics consider that the structural system used by Gehry was adapted to forms born of his freehand sketches, in which he opted for the purest formalism and arbitrariness.<sup>30</sup>

Based on this research, we can therefore conclude light-frame construction played a decisive role in all of Gehry's work addressed above. The evolution and design experimentation in Gehry's work shows that light-frame construction forms lie at the genesis of the process of ideation; it was a condition of possibility for the subsequent development of his work. Structure in Gehry's works is not simply a limiting factor but becomes a generative element. Thus, light-frame forms are one of the bases from which his experimental work evolved, as it became a system that allowed him to investigate and develop responses to formal, spatial and perceptive questions. Finally, the analysis of the relationship between the structural system and the ideation process in Gehry's architectural projects demonstrates the wider generative potential of structural systems.

## Notas y Referencias

- <sup>1</sup> Léa-Catherine Szacka, "Historicism versus communication: The basic debate of the 1980 Biennale," *Architectural Design* 81, no. 5 (2011): 98-105.
- <sup>2</sup> Carlos Labarta, "Revisitando a Schindler, comprendiendo a Gehry, Los Ángeles 1921-1987," *Revista de Arquitectura* 14, (2012): 72.
- <sup>3</sup> Daniel Willis, "The Contradictions Underlying the Profession of Architecture," en *The emerald city and other essays on the architectural imagination*, ed. Daniel Willis (Nueva York: Princeton Architectural Press, 1999), 173-196; Javier Cenicacelaya, "La legibilidad de la estructura en los espacios arquitectónicos," *Fabrikart*, no. 2 (2002): 30-43; Dancho Azagra y Alejandro Bernabeu, "La estructura de las formas libres," *Informes de la Construcción* 64, no. 526 (2012): 133-42.
- <sup>4</sup> Eduardo Torroja, *Razón y ser de los tipos estructurales* (Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2010); Mario Salvadori y Robert Heller, *Estructuras para arquitectos* (Buenos Aires: CP67, 2021).
- <sup>5</sup> Bjørn N. Sandaker, Arne P. Eggen, y Mark R. Cruvellier, *The structural basis of architecture* (Londres: Routledge, 2019).
- <sup>6</sup> Andrew Charleson, *La estructura como arquitectura: formas, detalles y simbolismo* (Madrid: Reverte, 2006); Yonca Huroi, *The tectonics of structural systems: an architectural approach* (Londres: Routledge, 2015).
- <sup>7</sup> Linda N. Groat y David Wang, *Architectural research methods* (London: John Wiley & Sons, 2013), 173 y 215.
- <sup>8</sup> Paul E. Sprague, "The origin of balloon framing," *The Journal of the Society of Architectural Historians* 40, no. 4 (1981): 311-19; Paul E. Sprague, "Chicago balloon frame," en *The technology of historic American buildings: studies of the materials, craft processes, and the mechanization of building construction*, ed. H.W. Jandl (Washington, DC: Foundation for Preservation Technology, 1983), 35-61; Ted Cavanagh, "Balloon houses: The original aspects of conventional wood-frame construction re-examined," *Journal of Architectural Education* 51, no. 1 (1997): 5-15.
- <sup>9</sup> Michael J. O'Brien, "Hybrids on the way to the Western Platform Frame: Two Structures in Western Virginia," *Preservation Education & Research* 3, (2010): 37-52.
- <sup>10</sup> Frank Gehry, "Suburban Changes: Architect's House, Santa Monica 1978," *International Architect* 1, no. 2 (1979): 33-46.
- <sup>11</sup> Labarta, "Revisitando a Schindler, comprendiendo a Gehry, Los Ángeles 1921-1987," 76.
- <sup>12</sup> Frank O. Gehry, Peter Arnell, y Ted Bickford, *Frank Gehry, buildings and projects* (Nueva York: Rizzoli, 1985), 128. (Traducción del autor. Original: We all like buildings in construcción better than we do finished – I think most of us agree on that. The structure is always so much more poetic than the finished thing. (...) I guess I was interested in the unfinished-or the quality you find in paintings by Jackson Pollock, for instance, or de Kooning, or Cézanne, that look like the paint was just applied).
- <sup>13</sup> Labarta, "Revisitando a Schindler, comprendiendo a Gehry, Los Ángeles 1921-1987."
- <sup>14</sup> Julian Rose, "Tectonic Arts: Frank Gehry talks with Julian Rose," *Artforum*, 2018. <https://www.artforum.com/print/201805/frank-gehy-talks-with-julian-rose-75052>. Acceso 27 enero 2022.
- <sup>15</sup> Bruce Lindsay, *Digital Gehry: Material Resistance Digital Construction* (Basel-Boston: Birkhauser, 2001), 23-24.
- <sup>16</sup> Ángel Asenjo Díaz, «Aproximación a la arquitectura de Frank Gehry," *Anuario Real Academia de Bellas Artes de San Telmo*, no. 15 (2015): 101; Frank O. Gehry y Mildred Friedman, *Gehry talks: architecture+ process* (Londres: Thames & Hudson, 1999), 42. Ambos textos hacen referencia a la obsesión de Gehry con los peces.
- <sup>17</sup> Eric Valentin, *Claes Oldenburg et Coosje Van Bruggen: la sculpture comme subversion de l'architecture (1981-1997)* (Dijon: Les Presses du réel, 2012). Valentin muestra la interrelación entre la arquitectura y la escultura a través de las colaboraciones de Oldenburg y Van Bruggen con Gehry.

## Notes and References

- <sup>1</sup> Léa-Catherine Szacka, "Historicism versus communication: The basic debate of the 1980 Biennale," *Architectural Design* 81, no. 5 (2011): 98-105.
- <sup>2</sup> Carlos Labarta, "Revisitando a Schindler, comprendiendo a Gehry, Los Ángeles 1921-1987," *Revista de Arquitectura* 14 (2012): 72.
- <sup>3</sup> Daniel Willis, "The Contradictions Underlying the Profession of Architecture," in *The emerald city and other essays on the architectural imagination* (New Jersey: Princeton Architectural Press, 1999); Javier Cenicacelaya, "La legibilidad de la estructura en los espacios arquitectónicos," *Fabrikart*, no. 2 (2002); Dancho Azagra and Alejandro Bernabeu, "La estructura de las formas libres," *Informes de la Construcción* 64, no. 526 (2012): 133-42.
- <sup>4</sup> Eduardo Torroja, *Razón y ser de los tipos estructurales* (Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2010); Mario Salvadori and Robert Heller, *Estructuras para arquitectos* (Buenos Aires: CP67, 2021).
- <sup>5</sup> Bjørn N. Sandaker, Arne P. Eggen, and Mark R. Cruvellier, *The structural basis of architecture* (London: Routledge, 2019).
- <sup>6</sup> Andrew Charleson, *La estructura como arquitectura: formas, detalles y simbolismo* (Madrid: Reverte, 2006); Yonca Huroi, *The tectonics of structural systems: an architectural approach* (London: Routledge, 2015).
- <sup>7</sup> Linda N. Groat and David Wang, *Architectural research methods* (London: John Wiley & Sons, 2013), 173, 215.
- <sup>8</sup> Paul E. Sprague, "The origin of balloon framing," *The Journal of the Society of Architectural Historians* 40, no. 4 (1981): 311-19; Paul E. Sprague, "Chicago balloon frame," in *The technology of historic American buildings: studies of the materials, craft processes, and the mechanization of building construction*, 1983, 35-61; Ted Cavanagh, "Balloon houses: The original aspects of conventional wood-frame construction re-examined," *Journal of Architectural Education* 51, no. 1 (1997): 5-15.
- <sup>9</sup> Michael J. O'Brien, "Hybrids on the way to the Western Platform Frame: Two Structures in Western Virginia," *Preservation Education & Research* 3, (2010): 37-52.
- <sup>10</sup> Frank Gehry, "Suburban Changes: Architect's House, Santa Monica 1978," *International Architect* 1, no. 2 (1979): 33-46.
- <sup>11</sup> Labarta, "Revisitando a Schindler, comprendiendo a Gehry, Los Ángeles 1921-1987," 76.
- <sup>12</sup> Frank O. Gehry, Peter Arnell, and Ted Bickford, *Frank Gehry, buildings and projects* (New York: Rizzoli, 1985), 128.
- <sup>13</sup> Labarta, "Revisitando a Schindler, comprendiendo a Gehry, Los Ángeles 1921-1987."
- <sup>14</sup> Julian Rose, "Tectonic Arts: Frank Gehry talks with Julian Rose," *Artforum*, 2018. <https://www.artforum.com/print/201805/frank-gehy-talks-with-julian-rose-75052>. Accessed 27 January 2022.
- <sup>15</sup> Bruce Lindsay, *Digital Gehry: Material Resistance Digital Construction* (Basel-Boston: Birkhauser, 2001), 23-24.
- <sup>16</sup> Ángel Asenjo Díaz, "Aproximación a la arquitectura de Frank Gehry," *Anuario Real Academia de Bellas Artes de San Telmo*, no. 15 (2015): 101; Frank O. Gehry and Mildred Friedman, *Gehry talks: architecture+ process* (London: Thames & Hudson, 1999), 42. Both texts refer to Gehry's obsession with fish.
- <sup>17</sup> Eric Valentin, *Claes Oldenburg et Coosje Van Bruggen: la sculpture comme subversion de l'architecture (1981-1997)* (Dijon: Les Presses du réel, 2012). Valentin shows the inter-relationship between architecture and sculpture through Oldenburg and Van Bruggen's collaborations with Gehry.



- <sup>18</sup> Frank O. Gehry, "Beyond Function," *Design Quarterly*, no. 138 (1987): 2-11. <https://doi.org/10.2307/4091193>. (Traducción del autor. Original: I started doing very simple one room buildings. That led to trying to connect them, to making connections between differentiated objects, and that led to a whole vocabulary of connections).
- <sup>19</sup> Iñaki Begiristain, "La invención del lugar: estrategias proyectuales de tres proyectos de Frank Gehry en Los Ángeles," *Cuadernos de Proyectos Arquitectónicos*, no. 2 (2011): 46-51.
- <sup>20</sup> Michael Sorkin, "Frozen Light," in *Gehry talks: architecture+process* (Londres: Thames & Hudson, 1999), 34. La búsqueda de distorsiones geométricas que producen alteraciones perceptivas es una constante en la obra de Gehry. Sorkin argumenta que Gehry insufla una nueva vida a las viejas formas, comenzando en la Davis House donde se produce una de las torsiones seminales de la historia de la arquitectura, siguiendo por su propia casa donde ensaya diversas estrategias de descomposición y distorsión, hasta llegar al Guggenheim.
- <sup>21</sup> Lindsay, *Digital Gehry: Material Resistance Digital Construction*, 49.
- <sup>22</sup> Grupo Ferrovial, "El Museo Guggenheim Bilbao," *Informes de la Construcción* 49, no. 451 (1997): 13-17. "La aplicación del diseño tridimensional ha servido para trazar superficies curvadas, mediante control numérico finito, permitiendo su traducción a fórmulas matemáticas de la digitalización de una maqueta que el arquitecto ha creado artesanalmente (diseño de formas). Grabada por tres cámaras, al seleccionar un punto relevante de la maqueta con un lápiz digitalizador se obtiene la ubicación en el espacio de ese punto, que se une con el siguiente punto significativo mediante una fórmula."
- <sup>23</sup> Rafael Moneo, "Sobre el concepto de arbitrariedad en arquitectura" (Discurso pro-mulgado con motivo de su incorporación a la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando en Madrid, 2005).
- <sup>24</sup> Moneo. El texto hace referencia a la influencia de Oldenburg sobre Gehry.
- <sup>25</sup> Janet Nairn, "Frank Gehry: The Search for a 'No Rules' Architecture," *Architectural Record*, no. 159 (junio de 1976): 95.
- <sup>26</sup> Ángela Rodríguez Fernández, "La Casa Gehry. Un uso metafórico del material como método especulativo del proyecto," *Zarch: Journal of interdisciplinary studies in Architecture and Urbanism* 4 (2014): 36-47.
- <sup>27</sup> César Caicoya, "Algunos aspectos del proceso de construcción del museo Guggenheim Bilbao. Bilbao/España," *Informes de la Construcción* 49, no. 451 (1997): 6. El entramado de madera empleado por Gehry en proyectos de escala residencial no suele superar los 5 metros de luz y los 3 metros de altura libre. Como explica Caicoya, con el uso del entramado ligero de acero las luces pasan a ser de 25 metros y las alturas libres de hasta 54 metros.
- <sup>28</sup> Cenicacelaya, "La legibilidad de la estructura en los espacios arquitectónicos," 41.
- <sup>29</sup> Willis, "The Contradictions Underlying the Profession of Architecture." (Traducción del autor. Original: The logic of the drawing has superseded the logic of building, resulting in buildings that aspire to be like drawings (...) during construction, the uninhibited freedom of such drawings will often translate into a building that is very difficult to construct, and so the logic of the building stands in direct contradiction to the logic of the drawing that inspired it.)
- <sup>30</sup> Azagra y Bernabeu, "La estructura de las formas libres," 137.
- <sup>18</sup> Frank O. Gehry, "Beyond Function," *Design Quarterly*, no. 138 (1987): 2-11. <https://doi.org/10.2307/4091193>.
- <sup>19</sup> Iñaki Begiristain, "La invención del lugar: estrategias proyectuales de tres proyectos de Frank Gehry en Los Ángeles," *Cuadernos de Proyectos Arquitectónicos*, no. 2 (2011): 46-51.
- <sup>20</sup> Michael Sorkin, "Frozen Light," in *Gehry talks: architecture+process* (London: Thames & Hudson, 1999), 34. The pursuit of geometric distortions that produce perceptual alterations is a constant in Gehry's work. Sorkin argues that Gehry breathes new life into old forms, beginning with the Davis House where one of the seminal twists in the history of architecture takes place, followed by his own house where he tries out various strategies of decomposition and distortion, all the way to the Guggenheim.
- <sup>21</sup> Lindsay, *Digital Gehry: Material Resistance Digital Construction*, 49.
- <sup>22</sup> Grupo Ferrovial, "El Museo Guggenheim Bilbao," *Informes de la Construcción* 49, no. 451 (1997): 13-17. "Three-dimensional design has been used to plot curved surfaces by means of finite numerical control, facilitating the translation of an architect's handcrafted model into mathematical formulae for digitalisation. Selecting a relevant point on a digital model produced by re-recording a physical model with three cameras using a digitising pen identifies a point in space, and this point is joined to other important points by means of a formula."
- <sup>23</sup> Rafael Moneo, "Sobre el concepto de arbitrariedad en arquitectura" (Discurso promulgado con motivo de su incorporación a la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando en Madrid, 2005).
- <sup>24</sup> Moneo. The text refers to Oldenburg's influence on Gehry.
- <sup>25</sup> Janet Nairn, "Frank Gehry: The Search for a 'No Rules' Architecture," *Architectural Record*, no. 159 (june 1976): 95.
- <sup>26</sup> Ángela Rodríguez Fernández, "La Casa Gehry. Un uso metafórico del material como método especulativo del proyecto," *Zarch: Journal of interdisciplinary studies in Architecture and Urbanism* 4 (2014): 36-47.
- <sup>27</sup> César Caicoya, "Algunos aspectos del proceso de construcción del museo Guggenheim Bilbao. Bilbao/España," *Informes de la Construcción* 49, no. 451 (1997): 6. The timber framing used by Gehry in residential-scale projects usually limits spans to 5 metres and clear heights to three meters. As Caicoya explains, light-weight steel framing permits spans of 25 metres and clear heights of up to 54 metres.
- <sup>28</sup> Cenicacelaya, "La legibilidad de la estructura en los espacios arquitectónicos," 41.
- <sup>29</sup> Willis, "The Contradictions Underlying the Profession of Architecture."
- <sup>30</sup> Azagra and Bernabeu, "La estructura de las formas libres," 137.

## BIBLIOGRAPHY

- Asenjo Díaz, Ángel. "Aproximación a la arquitectura de Frank Gehry." *Anuario Real Academia de Bellas Artes de San Telmo*, no. 15 (2015): 98-116.
- Azagra, Dancho, and Alejandro Bernabeu. "La estructura de las formas libres." *Informes de la Construcción* 64, no. 526 (2012): 133-42. <https://doi.org/10.3989/ic.11.015>

- Begiristain, Iñaki. "La invención del lugar: estrategias proyectuales de tres proyectos de Frank Gehry in Los Angeles." *Cuadernos de Proyectos Arquitectónicos*, no. 2 (2011): 46-51.
- Caicoya, César. "Algunos aspectos del proceso de construcción del museo Guggenheim Bilbao. Bilbao/Spain." *Construction Reports* 49, no. 451 (1997): 5-11. <https://doi.org/10.3989/ic.1997.v49.i451.931>
- Cavanagh, Ted. "Balloon houses: The original aspects of conventional wood-frame construction re-examined." *Journal of Architectural Education* 51, no. 1 (1997): 5-15. <https://doi.org/10.1080/10464883.1997.10734741>
- Cenicacelaya, Javier. "La legibilidad de la estructura en los espacios arquitectónicos." *Fabrikart*, no. 2 (2002).
- Charleson, Andrew. *La estructura como arquitectura: formas, detalles y simbolismo*. Madrid: Reverte, 2006.
- Gehry, Frank O. "Suburban Changes: Architect's House, Santa Monica 1978." *International Architect* 1, no. 2 (1979): 33-46.
- Gehry, Frank O. "Beyond Function." *Design Quarterly*, no. 138 (1987): 2-11. <https://doi.org/10.2307/4091193>
- Gehry, Frank O., Peter Arnell, and Ted Bickford. *Frank Gehry, buildings and projects*. New York: Rizzoli, 1985.
- Gehry, Frank O., and Mildred Friedman. *Gehry talks: architecture+ process*. London: Thames & Hudson, 1999.
- Groat, Linda N., and David Wang. *Architectural research methods*. London: John Wiley & Sons, 2013.
- Ferrovial Group. "El Museo Guggenheim Bilbao." *Informes de la Construcción* 49, no. 451 (1997): 13-17. <https://doi.org/10.3989/ic.1997.v49.i451.932>
- Hurol, Yonca. *The tectonics of structural systems: an architectural approach*. London: Routledge, 2015. <https://doi.org/10.4324/9781315720302>
- Labarta-Aizpún, Carlos. "Revisiting Schindler, understanding Gehry, Los Angeles 1921-1987." *RA Revista de Arquitectura* 14 (2012): 71-80. <https://doi.org/10.15581/014.14.2015>
- Lindsay, Bruce. *Digital Gehry: Material Resistance Digital Construction*. Basel-Boston: Birkhauser, 2001.
- Moneo, Rafael. "On the concept of arbitrariness in architecture." Speech promulgated on the occasion of his incorporation into the Real Academia de Bellas Artes de San Fernando in Madrid, 2005.
- Nairn, Janet. "Frank Gehry: The Search for a 'No Rules' Architecture." *Architectural Record*, no. 159 (June 1976): 95.
- O'Brien, Michael J. "Hybrids on the way to the Western Platform Frame: Two Structures in Western Virginia." *Preservation Education & Research* 3, (2010): 37-52.
- Rodríguez Fernández, Ángela. "The Gehry House. a metaphorical use of material as a speculative method of the project." *Zarch: Journal of interdisciplinary studies in Architecture and Urbanism* 4 (2014): 36-47.
- Rose, Julian. "Tectonic Arts: Frank Gehry talks with Julian Rose." *Artforum*, 2018. <https://www.artforum.com/print/201805/frank-gehry-talks-with-julian-rose-75052>. Accessed 27 January 2022.
- Salvadori, Mario, and Robert Heller. *Structures for Architects*. Buenos Aires: CP67, 2021.
- Sandaker, Bjørn N., Arne P. Eggen, and Mark R. Cruvellier. *The structural basis of architecture*. London: Routledge, 2019. <https://doi.org/10.4324/9781315624501>
- Sorkin, Michael. "Frozen Light." In *Gehry talks: architecture+process*. London: Thames & Hudson, 1999.
- Sprague, Paul E. "Chicago balloon frame." In *The technology of historic American buildings: studies of the materials, craft processes, and the mechanization of building construction*, edited by H. Ward Jandl, 35-61. Washington, D.C.: Published by the Foundation for Preservation Technology, for the Association for Preservation Technology, 1983.
- Sprague, Paul E. "The origin of balloon framing." *The Journal of the Society of Architectural Historians* 40, no. 4 (1981), 311-19. <https://doi.org/10.2307/989648>
- Szacka, Léa-Catherine. "Historicism versus communication: The basic debate of the 1980 Biennale." *Architectural Design* 81, no. 5 (2011): 98-105. <https://doi.org/10.1002/ad.1299>
- Torroja, Eduardo. *Razón y ser de los tipos estructurales*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2010.
- Valentin, Eric. *Claes Oldenburg et Coosje Van Bruggen: la sculpture comme subversion de l'architecture (1981-1997)*. Dijon: Les Presses du réel, 2012.
- Willis, Daniel. "The Contradictions Underlying the Profession of Architecture." In *The emerald city and other essays on the architectural imagination*, edited by Daniel Willis. New Jersey: Princeton Architectural Press, 1999.

### Images source

**1.** Author's image. **2.** Friedman, Mildred (2009). *Frank Gehry: the houses*, Rizzoli International Publications, Inc, New York, p. 66. Original: © Frank O. Gehry. Getty Research Institute, Los Angeles (2017.M.66), Frank Gehry Papers. **3.** Friedman, Mildred (2009). *Frank Gehry: the houses*, Rizzoli International Publications, Inc, New York, p. 150. Original: © Frank O. Gehry. Getty Research Institute, Los Angeles (2017.M.66), Frank Gehry Papers. **4.** Friedman, Mildred (2009). *Frank Gehry: the houses*, Rizzoli International Publications, Inc, New York, p. 253. Original: © Frank O. Gehry. Getty Research Institute, Los Angeles (2017.M.66), Frank Gehry Papers. **5.** Author's image. **6.** AA.VV. (1986). *The architecture of Frank Gehry*, Rizzoli International Publications, New York, p.78. Original: © Frank O. Gehry. Getty Research Institute, Los Angeles (2017.M.66), Frank Gehry Papers. **7.** Author's image. **8.** Celant, Germano (2009), *Frank O. Gehry: dal 1997*, Skira, Milan, p. 54. Original: © Frank O. Gehry. Getty Research Institute, Los Angeles (2017.M.66), Frank Gehry Papers. **9.** Author's image.