



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE ARQUITECTURA
MAESTRÍA EN PROYECTOS ARQUITECTÓNICOS

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
"MASTER EN PROYECTOS ARQUITECTÓNICOS"

LA INCIDENCIA DE LA **ESTRUCTURA**
EN EL PROCESO PROYECTUAL
ARQUITECTÓNICO

Una aproximación a través de la obra de
Javier García-Solera y **David Gallardo Llopis**:
dos casos de estudio

Autor: Arq. Ing. Luis Enrique Barrera Peñafiel / Director: Arq. Msc. Jaime Guerra Galán / Cuenca - Ecuador / 2017

CI: 010336180-4

CI: 010242436-3





UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO
CENTRO DE POSGRADOS DE LA FAUC
MAESTRÍA EN PROYECTOS ARQUITECTÓNICOS

TEMA:

LA INCIDENCIA DE LA ESTRUCTURA EN EL PROCESO PROYECTUAL ARQUITECTÓNICO

Una aproximación a través de la obra de Javier García-Solera
y David Gallardo Llopis: dos casos de estudio

Tesis previa a la obtención del título de:
Máster en Proyectos Arquitectónicos

Autor: Ing. Arq. Luis Enrique Barrera Peñafiel
CI: 010336180-4

Director: Arq. Jaime Augusto Guerra Galán
CI: 010242436-3

Cuenca - Ecuador
Septiembre, 2017

Trabajo previo a la obtención del título de
Máster en Proyectos Arquitectónicos

Créditos:

Portada: Dis. José Macías Saldarriaga
Impresión: La Huella Digital

Edición:
Tipo de letra: Helvética
Tamaño: 10pts.

Planos Originales:

Autores:
Javier García-Solera Vera
David Gallardo Llopis

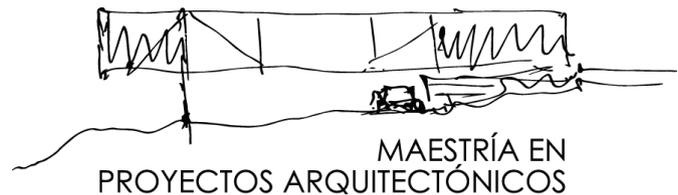
Fuentes:
Archivo de la oficina de Javier García-Solera Vera.
Archivo de la oficina de David Gallardo Llopis.

Universidad de Cuenca
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Centro de Postgrados de la FAUC
Maestría en Proyectos Arquitectónicos

Cuenca, a septiembre de 2017



FAUC
FACULTAD DE
ARQUITECTURA



Resumen:

Este estudio, se centra en el análisis de la implicación que el aspecto estructural tiene dentro del proceso de diseño arquitectónico, proceso que, aunque se caracteriza por su alto contenido creativo, demanda una gran responsabilidad técnica y económica, donde, el conjunto de conocimientos técnicos del arquitecto proyectista, requiere contar con un mínimo de nociones básicas.

La comprensión de los fenómenos estructurales y constructivos no radica únicamente en el cálculo matemático, sino también en el sentido común y la experiencia, incluso en la íntima relación que han tenido los avances científicos dentro de la historia de la arquitectura.

La complejidad encerrada en el proceso de planificación, obliga al trabajo multidisciplinario, por lo que, es indispensable sostener una relación productiva, así como, una adecuada comunicación y respeto entre los profesionales involucrados en el proyecto.

Si bien el campo de acción, de los profesionales de la arquitectura y la Ingeniería, está supuestamente establecido, la delimitación de las fronteras es muchas veces incierta, aquí la necesidad de evidenciar los aspectos que facilitan el trabajo colaborativo.

A través del estudio de casos, se pretende pormenorizar en los aspectos técnicos que se reflejan en el producto estético en la obra de Javier García-Solera, así como en los pormenores del trabajo colaborativo con David Gallardo Llopis (Calculista Estructural). Se procura establecer las condiciones estructurales y fundamentos de estabilidad, que se reflejan en los casos de estudio, y de igual forma, se definirán las particularidades estructurales que enriquecen el resultado estético de la arquitectura.

Palabras clave:

Arquitectura; Estructura; Proyecto; Diseño; Planteamiento Estructural; Javier García-Solera; Trabajo Colaborativo; Estética; Planificación Arquitectónica.

Abstract:

This study focuses on the analysis of the implications that the structural aspect has within the process of architectural design. This process is characterized by its high creative content but also demands great technical and economic responsibility as the project architect requires not only technical knowledge but also a minimum of basic concepts.

The understanding of structural and constructive phenomena lies not only in mathematical calculation but also in common sense, experience and even in the intimate relationship that scientific advances have had in the history of architecture.

The complexity involved in the planning process requires multidisciplinary work. It is indispensable to maintain a productive relationship as well as adequate communication and respect among the professionals involved in the project.

Despite the fact that the field of architecture and engineering professionals is supposedly well established, delimitation of borders is often uncertain, which is why it is important to highlight the aspects that facilitate collaborative work.

Through case study we intend to detail the technical aspects that are reflected in the aesthetics of Javier Garcia-Solera's work as well as his detailed collaborative work with David Gallardo Llopis (Structural Calculator). This research seeks to establish the structural conditions and fundamentals of stability which are reflected in the case studies and will define the structural particularities that enrich the aesthetic result of architecture.

Keywords:

Architecture; Structure; Project; Design; Structural Approach; Javier García-Solera; Collaborative work; Aesthetic; Architectural Planning.

Índice:

Cláusula de Propiedad intelectual.	05	1.3.4.2 Hormigón pretensado.	87
Cláusula de derechos de autor.	07		
Resumen.	09	Capítulo II.	97
Abstract.	11	Historia.	
Introducción.	13	2.1 Reflexión.	97
I.1 Objetivo General.	13	2.2 Breve reseña histórica.	98
I.2 Objetivos específicos.	13	2.3 Línea de tiempo.	122
I.3 Introducción.	14	Capítulo III.	133
Capítulo 1.	21	El Proyecto.	
La Estructura.		3.1 Reflexión.	133
1.1 Reflexión.	21	3.2 Importancia de las estructuras en la arquitectura.	134
1.2 ¿Qué nociones estructurales debe conocer un arquitecto?	22	3.3 El diseño integrador y el trabajo colaborativo.	142
1.2.1 Definiciones.	22	3.4 La estructura como recurso proyectual.	147
1.2.2 Esfuerzos internos.	32	3.4.1 La estructura como forma determinante: casa Farnsworth, Ludwig Mies van der Rohe.	148
1.2.3 Formas de resistir.	36	3.4.2 La estructura como refuerzo de la forma: casa de la cascada, Frank Lloyd Wright.	153
1.2.3.1 Resistir por adaptación de su forma.	37	3.4.3 La estructura sometida a la forma: VillaSavoye, Le Corbusier.	162
1.2.3.2 Resistir por división de esfuerzos.	40	Capítulo IV.	171
1.2.3.3 Resistir por su sección transversal.	42	Análisis.	
1.2.3.4 Resistir por dispersión de esfuerzos.	46	4.1 Introducción.	171
1.2.3.5 Resistir como sistema.	49	4.2 Reseñas biográficas de los autores.	173
1.3 Los materiales.	53	4.2.1 Javier García-Solera Vera	173
1.3.1 Pétreos.	55	4.2.2 Catálogo de proyectos: Javier García-Solera Vera.	178
1.3.1.1 Tierra.	55	4.2.3 David Gallardo Llopis.	189
1.3.1.2 Aglomerantes.	57	4.2.4 Catálogo de proyectos: David Gallardo Llopis.	190
1.3.1.2.1 Cemento – Hormigón.	57	4.3 Síntesis de entrevistas realizadas a los autores.	205
1.3.1.3 Piedras naturales.	61	4.4 Análisis de obras	207
1.3.1.3.1 Piedra.	61	4.4.1 Edificio de Oficinas Benigar.	207
1.3.1.4 Piedras artificiales.	64	4.4.1.1 Ficha técnica del proyecto.	208
1.3.1.5 Ladrillo.	64	4.4.1.2 Contexto urbano y análisis de sitio.	209
1.3.2 Metales.	68	4.4.1.3 Emplazamiento y descripción del proyecto.	219
1.3.2.1 Hierro fundido.	69	4.4.1.4 Programa funcional.	222
1.3.2.2 Acero laminado.	72	4.4.1.5 Configuración del edificio.	232
1.3.2.3 Aluminio.	75	4.4.1.6 Planos ejecutivos del proyecto.	235
1.3.3 Orgánicos.	78	4.4.1.7 Identificación de los componentes básicos del proyecto.	251
1.3.3.1 Madera.	78	4.4.1.7.1 Sistema portante.	251
1.3.3.2 Bambú / Guadúa.	81	4.4.1.7.2 Envoltentes y cerramientos.	284
1.3.4 Materiales mixtos.	83		
1.3.4.1 Hormigón armado.	83		

4.4.1.7.3	Cubiertas.	286
4.4.1.7.4	Divisiones interiores.	286
4.4.1.7.5	Escaleras.	287
4.4.1.8	Secciones constructivas.	291
4.4.2	Edificio Quórum I.	299
4.4.2.1	Ficha técnica del proyecto.	300
4.4.2.2	Contexto urbano y análisis de sitio.	301
4.4.2.3	Emplazamiento y descripción del proyecto.	311
4.4.2.4	Programa funcional.	313
4.4.2.5	Configuración del edificio.	325
4.4.2.6	Planos ejecutivos del proyecto.	328
4.4.2.7	Identificación de los componentes básicos del proyecto.	341
4.4.2.7.1	Sistema portante.	341
4.4.2.7.2	Envolventes y cerramientos.	364
4.4.2.7.3	Cubiertas.	366
4.4.2.7.4	Divisiones interiores.	367
4.4.2.7.5	Escaleras.	368
4.4.2.8	Secciones constructivas.	370

Capítulo V. Conclusiones. 381

5.1	De las estructuras y el trabajo colaborativo.	382
5.2	De los casos de estudio.	386

Anexos. 389

A01	Ejemplo de uso de la carta solar estereográfica.	390
A02	Entrevista a Javier García-Solera Vera	394
A03	Artículo de Javier García-Solera Vera El aprender gustoso.	402
A04	Entrevista a David Gallardo Llopis.	409
A05	Infografía resumen.	422

Bibliografía 429



Universidad de Cuenca

Cláusula de propiedad intelectual

Luis Enrique Barrera Peñafiel, autor del Trabajo de Titulación: "La incidencia de la estructura en el proceso proyectual arquitectónico. Una aproximación a través de la obra de Javier García-Solera y David Gallardo Llopis: dos casos de estudio.", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, a 13 de septiembre de 2017

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Luis Enrique Barrera Peñafiel", written over a horizontal line.

Luis Enrique Barrera Peñafiel

CI: 010336180-4



Universidad de Cuenca

Cláusula de Licencia y Autorización para Publicación en el Repositorio Institucional

Luis Enrique Barrera Peñafiel, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación “La incidencia de la estructura en el proceso proyectual arquitectónico. Una aproximación a través de la obra de Javier García-Solera y David Gallardo Llopis: dos casos de estudio.”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, a 13 de septiembre de 2017

Luis Enrique Barrera Peñafiel

CI: 010336180-4

Agradecimientos:

Al **Arq. Javier García-Solera Vera** y su equipo de trabajo, por su invaluable colaboración y enseñanzas impartidas, por compartir desinteresadamente la información de sus proyectos, y sobre todo por inspirar con su obra y manera de trabajar.

Al **Arq. David Gallardo Llopis**, por su generosidad al compartir sus conocimientos y la información indispensable para realizar este trabajo, pero sobre todo por su amistad.

Al **Arq. Jaime Guerra Galán**, Director de la Maestría de Proyectos Arquitectónicos, y director de este trabajo, por su gestión, dedicación y compromiso, por saber aconsejarme como profesor y como amigo.

Al **Arq. Pablo León González**, Coordinador Académico de la Maestría de Proyectos Arquitectónicos, por su apoyo y oportuno consejo.

Al **Arq. Juan Pablo Carvallo Ochoa**, Director del Centro de Postgrados de la FAUC, por su asesoramiento y contribución.

Al **Arq. Xavier Saltos Carvallo** y al **Arq. Sebartián Mora Serrano**, docentes de la MPA, y lectores de esta tesis, por sus recomendaciones y correcciones.

Al **Arq. Leonardo Bustos Cordero**, por el apoyo incondicional.

Al **Dis. José Macías Saldarriaga**, por su tiempo y amistad.

A la **Arq. Carla Hermida Palacios**, por sus sugerencias y consejos.

A la **Arq. Gemma Aparicio de Gallardo**, por sus fotografías.

A la **Universidad del Azuay**, y en su nombre al **Econ. Carlos Cordero Díaz**, por el auspicio económico para cursar esta maestría.

A mis padres y hermanas: por su apoyo, amor y tolerancia

A mis profesores, compañeros, y a todos los que han contribuido para que este proyecto culmine, a todos quienes han ofrecido su valioso asesoramiento y cooperación.

Y de una manera muy especial a **Verónica Sarmiento Jara**, por ser el pilar de mi vida y el cimiento de mis sueños, mi ciencia infusa, mi inspiración y mi aliento; por su apoyo ilimitado, comprensión, confidencia y ternura.

Dedicatoria:

A Verónica y Renata...

*Por comprender mis manías,
por alentar mis locuras,
por perdonar mis ausencias,
por abrazar mis quimeras.*

Prefacio del director

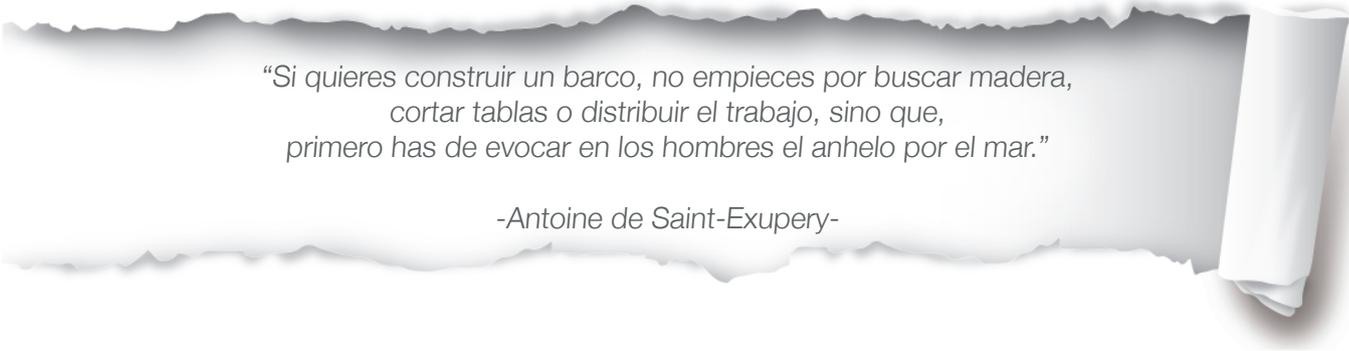
El planteamiento de un proyecto arquitectónico conlleva reflexiones y criterios proyectuales enmarcados dentro de una visión multidisciplinaria, las cuales, conjugadas entre sí, permiten la concreción de una obra de calidad.

Dentro de esta realidad, la relación adecuada y permanente entre el arquitecto y el ingeniero estructural, hace que los criterios de proyecto sean analizados, consensuados y plasmados con absoluta rigurosidad y respeto entre ellos, buscando armonía y no la supremacía de uno de estos.

El presente trabajo de titulación de la Maestría en Proyectos Arquitectónicos, aborda con absoluta pertinencia esta temática, contando no sólo con la visión de investigador del maestrante, sino con el conocimiento y experticia del mismo al poseer la formación académica en estas dos áreas del conocimiento.

Sin duda alguna, el enfoque multidisciplinar para el abordaje del proyecto, enriquece la visión que los profesionales de estas ramas deben considerar, en donde la disociación entre estos elementos, no está permitida.

Jaime Guerra Galán
Director de la Tesis



*“Si quieres construir un barco, no empieces por buscar madera,
cortar tablas o distribuir el trabajo, sino que,
primero has de evocar en los hombres el anhelo por el mar.”*

-Antoine de Saint-Exupery-



INTRODUCCIÓN

II.1 Objetivo general:

Analizar la influencia que tiene la estructura dentro del proceso proyectual arquitectónico, con el fin de determinar la importancia que tiene el trabajo multidisciplinario entre el arquitecto y el ingeniero estructural.

II.2 Objetivos específicos:

1. Estudiar dos casos de la colaboración entre Javier García-Solera (Arquitecto) y David Gallardo Llopis (Calculista Estructural): Edificio Quórum 2006-2010 y Edificio de Oficinas Benigar 2007.
2. Establecer cuáles son las condiciones estructurales y fundamentos de estabilidad que se reflejan en los casos de estudio.
3. Definir las singularidades estructurales adoptadas en los casos de estudio, que potencian el resultado arquitectónico.
4. Estudiar la interacción arquitectura – estructuras en los casos de estudio, y su importancia dentro del producto arquitectónico.

II.3 Introducción:

“La estructura artística se añade a la estructura objetiva y funcional de las construcciones, o mejor dicho, se consume en ellas. Pero no en el sentido de añadirse, sino en el sentido de contribuir a la configuración.”

-Ludwig Mies van der Rohe-

A lo largo de la historia de la humanidad el hombre ha buscado transformar las circunstancias naturales de su entorno y adaptarlas a su conveniencia para conseguir mejores condiciones de subsistencia, el hombre, instintivamente ha supuesto ser un arquitecto; con su potencial de razonamiento y su capacidad de aprehensión, dominó el uso de las primeras herramientas y entendió el comportamiento de los materiales, el hombre se valió de su ingenio para alcanzar su objetivo: modificar su contexto inmediato, acomodándolo a sus necesidades de supervivencia.

Quizás, dentro de este razonamiento yace la explicación del por qué cualquier persona se siente con la capacidad de opinar e incluso discutir soluciones arquitectónicas y constructivas, sin haber tenido una formación previa en este campo, de una u otra forma, todos habitamos en un contexto transformado. Al señalar la actividad “instintiva” de transformación del contexto a conveniencia, se hace énfasis en esa capacidad natural del hombre de concebir un espacio y poderlo materializar.

Desde que el hombre empezó a construir, y hasta el siglo XVII, no hubo una distinción clara entre el oficio de la arquitectura y el de la ingeniería, la actividad de un arquitecto y la de un ingeniero estaban ligadas a la planificación y construcción, es decir, a la solución espacial y al control del proceso evolutivo de materialización de una edificación.

Históricamente, el primer registro que se tiene de la actividad de un arquitecto o ingeniero en el mundo es el de Imhotep (aprox. 2690-2610 a. C.), quien fuera también científico, astrónomo, médico y constructor en el antiguo Egipto.

En la antigüedad el “constructor” era la persona responsable de todos los aspectos inherentes al proyecto, cualquier ajuste o modificación del proyecto era solucionado y ejecutado directamente “in situ”.

La representación gráfica más antigua de un proyecto que se conoce, y que aún se conserva en el museo de Louvre en París, es la vista en planta del templo de Eninnu, que estuviera ubicado en la antigua

Mesopotamia, en la región de Sumeria, (actual Irak y Kuwait), la misma que fue esculpida sobre las rodillas de la estatua sin cabeza del príncipe Sumerio Gudea de Lagash (aprox. 2120 a. C.), tallado en piedra diorita.

Marco Lucio Vitruvio Polión (80-70 a. C. – 15 a. C.) en su tratado “De Architectura” nos da cuenta de la actividad del arquitecto, cuando nos dice: “conviene que domine el arte del dibujo, con el fin de que, por medio de reproducciones gráficas, le sea posible formarse una imagen de la obra que se proponga construir” (*Vitruvio Polión, 23 a. C.*), no obstante no será la única, ni la más importante habilidad que se demanda de un arquitecto, ya que un proyecto requiere cumplir con las tres condiciones básicas e imperativas de la arquitectura: Firmitas, Utilitas y Venustas.



Imagen 02: Estatua del Príncipe Gudea de Lagash. <http://historiasdelahistoria.com/wordpress-2.3.1-ES-0.1-FULL/wp-content/uploads/2015/03/Plano.jpg>



Imagen 01: Imhotep <http://www.arkiplus.com/wp-content/uploads/2013/07/imhotep.jpg>

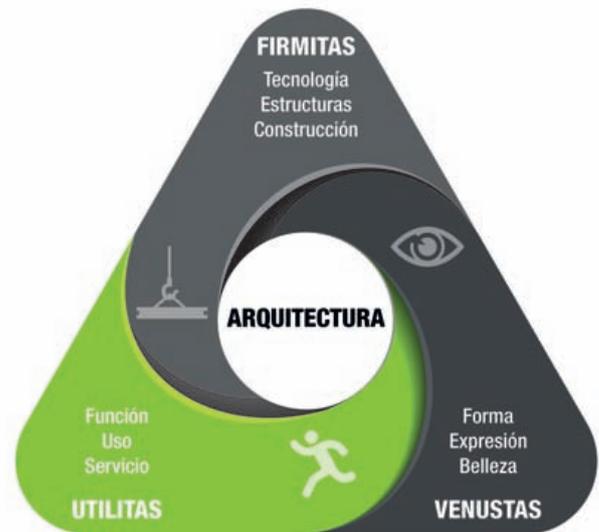


Imagen 03: Firmitas, Utilitas, Venustas. Infografía de autor.

“Las construcciones deben lograr seguridad, utilidad y belleza. Se conseguirá la seguridad cuando los cimientos se hundan sólidamente y cuando se haga una cuidadosa elección de los materiales... La utilidad se logra mediante la correcta disposición de las partes de un edificio... obtendremos la belleza cuando su aspecto sea agradable y esmerado” (*Vitruvio Polión, 23 a.C.*)

“Será en el Renacimiento cuando se encuentren los primeros testimonios de un proyecto arquitectónico previo a la construcción, como herramienta de trabajo, cuyas directrices se depositan en esquemas, gráficos y modelos que explican el modo de proceder para la solución constructiva, y además permitía anticiparse a la solución final de la edificación” (*Barrera Peñafiel, 2016*); claramente, un proyecto es concebido en la mente del arquitecto, inclusive muchos de sus detalles y particularidades que deberán ser ejecutados en el proceso de construcción.

La necesidad de anticiparse al resultado final del proyecto, representando gráficamente el resultado en un documento, se establece como una actividad que en nuestros días es un requisito de todo proyecto, y que, cada vez demanda ser más detallado y específico, pero que, como efecto colateral con su evolución ha arrancado del adiestramiento arquitectónico la capacidad espontánea de solución “in situ”, la misma que exigía al arquitecto un sentido común intuitivo estructural.

“La acumulación de conocimiento y el grado de complejidad del mismo, lleva al hombre a racionalizarlo y documentarlo, permitiendo así que el conocimiento pueda ser transmitido entre generaciones y se constituya como patrimonio.” (*Barrera Peñafiel, 2016*), esta profusión de conocimiento predispone a la especialización, y con ella la fractura del arquetipo renacentista, la especialización persigue concentrar los saberes de un oficio en actividades localizadas y

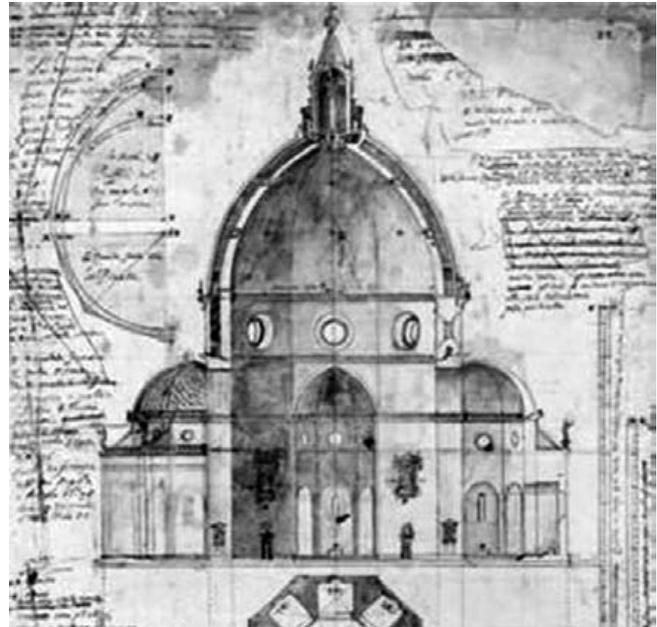


Imagen 04: Dibujo de la cúpula de Santa María di Fiore de Filippo Brunelleschi.
<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/15/23/40/152340f050158dce5a2f2aa7b66ca817.aa7b66ca817.jpg>



Imagen 05: Oficina de arquitectos en Lyon
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ee/Lyons_Architects_Office.jpg

específicas, y en el caso de la arquitectura, origina el alejamiento progresivo del aspecto técnico; será cuando se empieza a diferenciar la arquitectura de la ingeniería e identificarlas como dos actividades separadas e independientes.

Etimológicamente la palabra ARQUITECTO, fue tomada del latín ARCHITECTUS y a su vez este del griego ἀρχιτέκτων (arxitektoon), palabra compuesta por ἀρχετας (arxetas) que significa “ser el primero” y τίχτειν (tiktein) que significa “producir, dar a luz, concebir”, es decir, el arquitecto es la primera persona en concebir un proyecto (Corominas & Pascual, 1980).

“El acto de concebir no disocia al arquitecto de la responsabilidad de resolver, o por lo menos entender, todos los aspectos fundamentales de un proyecto.” (Barrera Peñafiel, 2016)

Con el objetivo de beneficiar al proyecto, el arquitecto debe ocuparse conjuntamente con otros especialistas en una propuesta de solución técnica, que no se convierta en una imposición a la cual hay que acomodarse, sino que, armonice con la concepción figurativa arquitectónica.

“...La ciencia de la arquitectura es tan compleja, tan esmerada, e incluye tan numerosos y diferenciados conocimientos que los arquitectos no pueden ejercerla legítimamente a no ser que... alimentados por el conocimiento nutritivo de todas las artes, lleguen a alcanzar el supremo templo de la arquitectura... el arquitecto no puede ser especialmente experto en las demás ciencias especulativas, pero tampoco las puede ignorar.” (Vitruvio Polión, 23 a. C.)

“Como consecuencia de una creciente ampliación y complejidad de la práctica arquitectónica, en la actualidad el arquitecto se enfrenta, más que en ninguna época de la historia, al desconcertante



Imagen 06: Arquitecto vs Ingeniero Comic
http://4.bp.blogspot.com/-_rY-iEb90fi/UMTcb7-GDkI/AAAAAAAAAE0/EOL4G-bp6Ac/s320/architect_vs__engineer_cartoon1.jpg



Imagen 07: Arquitecto
<https://founterior.com/wp-content/uploads/2014/08/Education-of-architects-is-important.jpg>

problema de trasladar los múltiples avances científicos y técnicos al arte de la arquitectura. Una parte esencial de este problema está en la integración de estructuras portantes creativas, originales y económicas en el proceso de diseño” (Rapson, 2006).

La responsabilidad de un arquitecto recae en la solución de los aspectos funcionales, tecnológicos y formales, conjugándolos equilibradamente en la concepción misma del proyecto arquitectónico: una solución funcional lógica, procedimientos constructivos sensatos y simples, así como definiciones formales armoniosas y pertinentes.

Finalmente, se debe entender que la solución estructural de un proyecto no es un efecto colateral del mismo, ni siquiera un aspecto independiente que puede solventarse de manera autónoma, la estructura se concibe en la propia esencia del objeto arquitectónico, su planteamiento es un aspecto medular.

La estructura, no asumirá la única misión de soportar las cargas solicitadas a la edificación, ya que, además del sustento físico, la estructura deberá brindar al edificio un sustento formal y geométrico, coherente con la tipología arquitectónica, atendiendo a los aspectos económicos, constructivos e incluso sociales que atañen al proyecto.

El presente documento pretende exponer el elevado nivel de implicación que tienen las estructuras en el proceso proyectual arquitectónico a través de una aproximación teórica, una revisión histórica y un análisis de casos, deliberadamente se ha concebido el documento de forma que se pueda revisar individual los apartados, sin que exista la necesidad de leer todo el documento para su comprensión.



Imagen 08: ITT Crown Hall, Ludwig Mies Van der Rohe
http://static1.squarespace.com/static/5478d170e4b04a873e34969e/5480985be4b0bc87c5213520/54822c2ce4b0a6f1a1ac617d/1417817135768/009_Vision_01001_IIT_CGG_001bw.jpg?format=1500w



LA ESTRUCTURA

Nociones y conceptos básicos

CAPÍTULO

I

1.1 Reflexión.

El proyectista no puede confiar únicamente en la “intuición” para alcanzar el estímulo creativo que le permita plantear adecuadamente una obra arquitectónica, y resolverla de manera técnica y eficaz; y si bien la arquitectura es considerada como un arte, es preciso encomendar la capacidad creativa no solamente a las musas, sino sobre todo, apoyarse en la razón y el conocimiento; no olvidemos que el producto arquitectónico debe ser concretado bajo las leyes fundamentales que rigen la materia, por lo que el conocimiento teórico de las circunstancias que permiten construir, la comprensión de los fenómenos físicos que afectan la materia, las propiedades y características de los materiales, así como, los códigos que gobiernan la forma y el espacio, se constituirán como recursos indispensables en el quehacer arquitectónico.

La formación politécnica del arquitecto, permite disminuir las incertidumbres que se tienen respecto de las diferentes circunstancias y comportamientos que se registran en el mundo natural, muchas veces anticiparse a situaciones que podrían resultar perjudiciales para el objeto arquitectónico; pero, sobre todo, permite madurar en el arquitecto, los sentidos de orden, de rigurosidad y de reflexión lógica, que solamente los números pueden otorgar; y que, sin duda, están implícitos en la disciplina profesional, y son absolutamente necesarios en ámbito arquitectónico.

1.2 ¿Qué nociones estructurales debe conocer un arquitecto?

“Los que se enamoran de la práctica sin la teoría son como los pilotos sin timón ni brújula, que nunca podrán saber a dónde van.”

-Leonardo da Vinci-

1.2.1 Definiciones.

El sentido común nunca será suficiente para resolver plenamente los pormenores técnicos de un proyecto, por eso, es necesario recurrir al conocimiento, e introducir definiciones, de manera sintética, sobre algunos principios que deberían considerarse fundamentales para la comprensión de las particularidades estructurales en la arquitectura.

Acciones (Cargas):

Se entiende como acción a toda carga de diferente origen, índole o tiempo de intervención, que actúa sobre la estructura.

Toda acción se representa por una fuerza, la que a su vez se transforma en esfuerzo dentro de los elementos estructurales, que son los encargados de conducirlas desde su punto de aplicación hasta los cimientos, y que por último se entregan al terreno.



Imagen 09: Proceso de transferencia de cargas.
<http://www.acerosarequipa.com/fileadmin/templates/AcerosCorporacion/images-marzo/Manual-de-Construccion-para-Maestros-de-Obra/proceso-transferencia-caegas-FIGURA-10.png>

Las acciones nacen por la materialización misma de la arquitectura, es preciso emplazar el proyecto en un contexto geográfico específico, del que pueden desprenderse acciones propias del terreno o de los agentes climáticos; es preciso utilizar el material que configurará la estructura, el mismo que evoluciona y reacciona de maneras distintas en función del tiempo y frente a los agentes atmosféricos; será preciso reconocer la finalidad funcional de la arquitectura, de la que nacen las acciones por servicio, las mismas que esencialmente serán de naturaleza gravitatoria.

Resulta conveniente clasificar las acciones por su constancia a través del tiempo, según este criterio las acciones pueden ser:

a) Acciones permanentes, o comúnmente conocidas como cargas muertas, son las que intervienen todo el tiempo sobre el edificio y cuya posición es fija.

Dentro de estas se pueden considerar el peso propio de los elementos constructivos, los empujes del terreno o del agua, las acciones de retracción y fluencia, las acciones por pretensado y las que nacen por deformaciones impuestas en la estructura.

b) Acciones variables, o comúnmente llamadas cargas vivas, son aquellas cuya acción puede o no estar presente sobre el edificio, y su ubicación es variable.

Dentro de estas podemos considerar las debidas al uso de la edificación o las acciones provenientes de los agentes climáticos.

c) Acciones accidentales, estas serán las que tienen una probabilidad de ocurrencia mínima, pero de proporciones trascendentales para la estructura, como puede ser un sismo, un incendio, un impacto o una explosión.

Deformación:

Se define como el cambio en la forma, o en alguna de las dimensiones de un cuerpo debido a la aplicación de fuerzas. Si al eliminar la fuerza, el cuerpo recupera su forma original, se le conoce como deformación elástica, pero si la deformación o parte de ella persiste después de retirada la fuerza, se le conoce como deformación plástica.

Cuando trabajamos con cuerpos elásticos, y las deformaciones son pequeñas, podemos afirmar que estas son proporcionales a los esfuerzos que la provocan (Ley de Hooke), pero si la deformación aumenta progresivamente, dejará de ser proporcional y a partir de ese instante parte de la deformación será permanente.

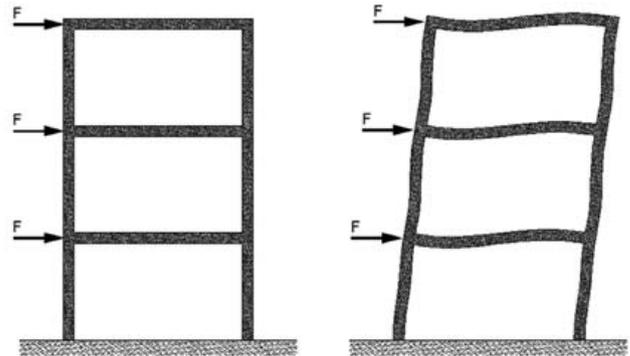


Imagen 10: Deformación en un pórtico reticular.
<http://sisbrick.com/wp-content/uploads/Deformaci%C3%B3n-p%C3%B3rtico-vac%C3%ADo.png>

El propósito final de la arquitectura es satisfacer una necesidad del ser humano y brindar un servicio utilitario, cuando las deformaciones son excesivas, aunque no comprometan la estabilidad general de la estructura, pueden afectar su normal funcionamiento o parte de él, por lo tanto es importante comprobar que las deformaciones se produzcan dentro de un rango admisible para que el servicio de la edificación sea adecuado.

Las deformaciones son consecuencia de la acción de un esfuerzo sobre el elemento estructural, por lo que el tipo de deformación depende del esfuerzo que la provoca, podemos encontrar alargamientos, acortamientos, distorsiones, flechas, pandeos, alabeos, etc.

Ductilidad:

Aunque es una propiedad común en los metales, usaremos esta expresión para indicar la capacidad de un elemento estructural de admitir deformación bajo la acción de un esfuerzo, comúnmente se suele usar este término para indicar la habilidad de un material para aceptar grandes deformaciones antes de llegar a la rotura, particularidad que es de gran importancia en el diseño estructural, ya que un material dúctil es usualmente muy resistente frente a impacto, pero sobre todo porque tiene la ventaja de “advertir” cuando va a ocurrir la rotura, al hacer visible su deformación.

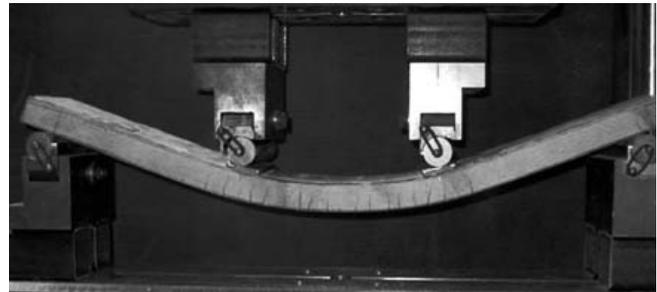


Imagen 11: comportamiento dúctil de una pieza de hormigón armado.
http://www.tectonica-online.com/images/metadosier/zoom/ducon_ductilidad_resistencia_compresion_elevada_hormigon_armado_estructura.jpg?0.03589733876287937

Equilibrio:

Se define como la condición mecánica de estabilidad en la que existe un balance general entre las fuerzas y los momentos que podrían provocar movimientos de tipo traslacional o rotacional en un cuerpo, es decir, la resultante absoluta de todas las fuerzas que actúan en un cuerpo debe ser nula, situación análoga a la que debería ocurrir con los momentos que actúan sobre el cuerpo.



Imagen 12: Equilibrio
http://4.bp.blogspot.com/-XjWPLB_8cUA/UHaI-N0uZWI/AAAAAAAAAM8s/zLgIUorrOjU/s1600/colon28+30+formas_equilibrio1.gif

El equilibrio será una condición necesaria para garantizar el reposo de los cuerpos.

El equilibrio puede ser de tres tipos:

Equilibrio **INDIFERENTE**: Si, al moverlo ligeramente, la resultante correspondiente a la nueva posición también es nula.

Equilibrio **ESTABLE**: Si la nueva resultante tiende a devolver el cuerpo a su posición primitiva.

Equilibrio **INESTABLE**: Si la resultante tiende a separarlo de su posición inicial.

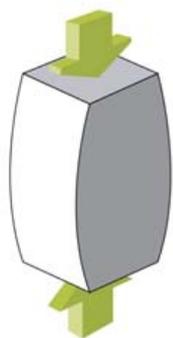
Esfuerzo:

Entenderemos el esfuerzo como la consecuencia de la acción de las cargas al distribuirse sobre la sección transversal de un elemento estructural.

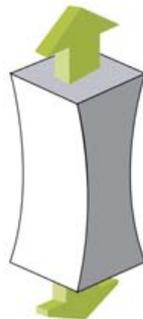
Los esfuerzos suelen considerarse actuando al interior de un elemento, y serán estos esfuerzos internos los que se transmiten a través de los elementos de la estructura, un elemento estructural debe tener la capacidad de provocar una respuesta interna, que permitirá equilibrar la acción de las cargas externas.

Los esfuerzos se consideran perpendiculares (axiales) o tangenciales (cortantes) a la sección de estudio y se miden en unidades de fuerza sobre área, conocidas como unidades de presión.

Dentro de los esfuerzos internos de un elemento se incluyen los momentos de giro perpendicular (torsores) y tangencial (flectores) a la sección transversal.



COMPRESIÓN



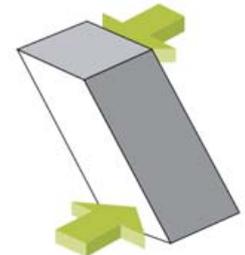
TRACCIÓN



FLEXIÓN



TORSIÓN



CORTANTE

Estructura:

Es el conjunto, la disposición y el orden en el que están dispuestos en el espacio los elementos, que conectados entre sí, tienen la capacidad de receptor las acciones del medio natural desde su punto de actuación, hasta los puntos en los que el sistema se apoya sobre el terreno, garantizando en este cometido seguridad, estabilidad y firmeza.

Cada parte o elemento que forma el sistema depende de los otros y existe en función del todo; la estructura hace referencia a los materiales que constituyen los elementos resistentes, la forma y sección de estos elementos, la manera en la que se unen y combinan, y en general, del sistema que de manera combinada posibilita cumplir adecuadamente el destino utilitario para el que fue planificado el proyecto; la estructura deberá garantizar que cualquier deformación no sea excesiva e interfiera en el normal funcionamiento de las actividades contenidas en la edificación, así como que no se produzcan degradaciones o anomalías inadmisibles.

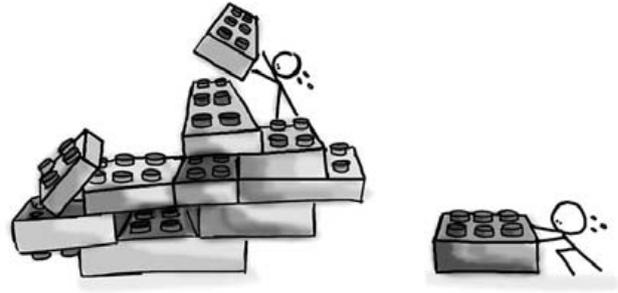


Imagen 14: Estructura
<http://designblog.uniandes.edu.co/blogs/documentacion/files/2008/08/restruct.jpg>

Fatiga:

Entenderemos por fatiga la acción que tienen sobre los materiales las cargas y descargas sucesivas y repetidas, que sin alcanzar el límite resistente del material, pueden provocar que este fracase, por tal motivo son adecuados los sinónimos de agotar, extenuar y torturar.

Podemos decir, que la fatiga se presenta cuando el material pasa de ser dúctil a frágil por la acción de una fuerza de tracción aplicada durante cierto tiempo o si el material pierde fuerza de cohesión entre sus partículas, debido a la aplicación continua de una fuerza durante un largo periodo de tiempo.



Imagen 15: Fatiga: ¿Podríamos romper un alambre estirándolo con nuestras manos?, pero, ¿Si lo dobláramos repetidas veces en sentido contrario se rompería?
https://3.bp.blogspot.com/-J8wm63b3ly0/UT7pcuazyyl/AAAAAAAAABhg/bZKe01svpVw/w1200-h630-p-nu/wire_breaking_methods.gif

Flexibilidad:

Es la característica que tiene un material, pieza o elemento para permitir el cambio de forma, un cuerpo flexible será más fácil de formar, la flexibilidad será lo opuesto a la rigidez, entendemos a un cuerpo flexible al que tiene la capacidad de dejarse doblar o deformar, indica la cualidad de maleabilidad.

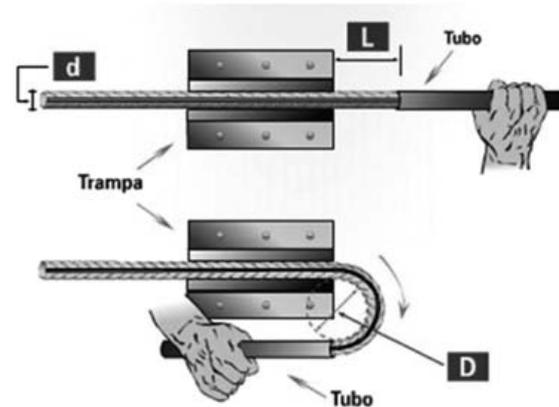


Imagen 16: Las varillas de refuerzo son flexibles, por esto permiten doblarlas y conformarlas antes de colocarlas en obra.
http://www.qsindustrial.biz/sites/default/files/knowledge_base/images/wymeditor/captura_8.jpg

Flexión:

Se refiere a la acción de doblar, por la actividad de una carga perpendicular al eje longitudinal de un elemento estructural; del mismo modo este término hace referencia al tipo de deformación que aparece en un elemento que recibe una carga con la direccionalidad indicada. Dicha deformación consiste en curvar el eje longitudinal del elemento, sometiendo a los extremos superior e inferior a esfuerzos axiales de signo contrario.

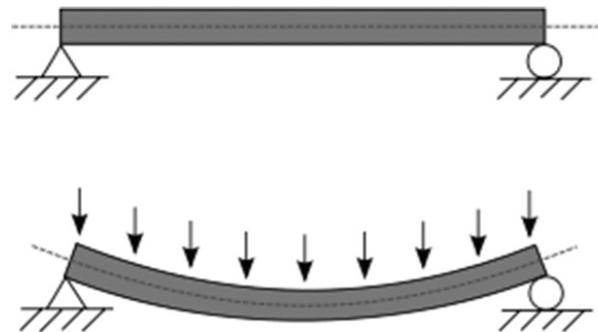


Imagen 17: Flexión
<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/c9/Bending.svg/300px-Bending.svg.png>

Fragilidad:

Entenderemos que la fragilidad hace referencia a un material o un elemento que no admite deformaciones apreciables antes de su colapso, al impedir disipar energía a través de la deformación o el agrietamiento, el colapso suele ser muy brusco, se alcanza el límite de resistencia sin una deformación considerable; estructuralmente esta situación no es conveniente, ya que un elemento frágil no posee la facultad de alertar sobre un posible colapso, ya que, no muestra deformación o agrietamiento; a simple vista un elemento frágil puede mostrarse íntegro y dar la impresión de no tener ningún tipo de afectación y realmente estar al borde del colapso.

Comúnmente la fragilidad se la asocia con la resistencia, específicamente la relacionamos con la incapacidad de soportar una carga, pero este concepto es erróneo ya que un material puede tener un potencial resistente muy alto pero a la vez ser muy frágil.

La fragilidad entonces será lo opuesto a la ductilidad, generalmente cuando un material es frágil tiene un mal comportamiento frente a cargas de impacto y se fractura aún frente a cargas estáticas sin acompañarse de una deformación o agrietamientos perceptibles.



Imagen 18: Falla frágil en columna corta
<https://marodyc.files.wordpress.com/2014/06/22.jpg>

Fuerza:

Es cualquier acción sobre un cuerpo, que tiene la capacidad de alterar su estado de movimiento o reposo. Para el Sistema Internacional de Unidades, la fuerza es una de las cuatro magnitudes fundamentales, espacio, tiempo y masa son las magnitudes fundamentales independientes, y la fuerza es la magnitud dependiente a través de la relación $F=m \cdot a$ de la segunda ley de Newton, que nos dice que al aplicar una fuerza sobre un cuerpo este experimentará una aceleración que tendrá el mismo sentido que la fuerza y una magnitud directamente proporcional a la misma, lo que significa que una fuerza tiene la capacidad de acelerar un objeto, modificando su velocidad, su dirección o el sentido de su movimiento.

Para lo que nos concierne a los arquitectos, el efecto que tienen las fuerzas sobre los elementos está relacionado directamente con su deformación.

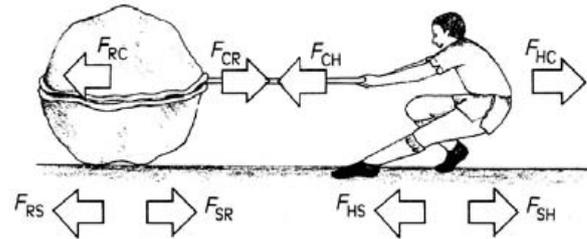


Imagen 19: Fuerzas activas y reactivas
Presentación David Gallardo Llopis.

Momento de inercia:

Lo que comúnmente conocemos como el momento de Inercia de una sección, debería conocerse como el segundo momento de área de una sección, y es una propiedad netamente geométrica de la sección transversal de elementos estructurales.

Esta propiedad se relaciona directamente con la capacidad que tiene una sección para a través de su forma y sus dimensiones, resistir frente a esfuerzos de flexión. Físicamente el segundo momento de área no tiene significado, se mide en unidades de longitud a la cuarta potencia, por lo que debe ser entendido más como un coeficiente antes que una propiedad física de la sección.

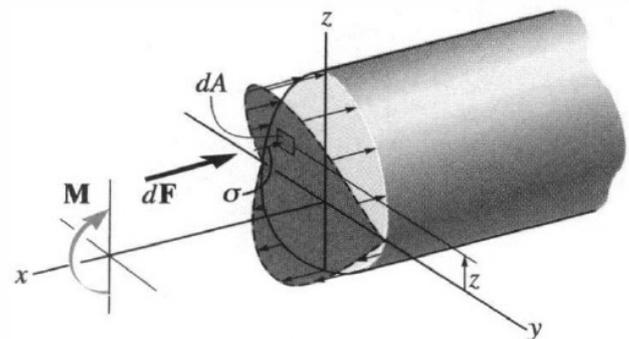


Imagen 20: Distribución de esfuerzos normales y momento de inercia
Hibbeler, R. C. (2004). Mecánica vectorial para Ingenieros. Estática. (Décima ed.), pág. 500, Ciudad de México, México: PEARSON, Educación.

Pandeo:

Se refiere a la acción de doblar, por la actividad de una carga de compresión, es decir por la acción de una fuerza paralela al eje longitudinal de un elemento estructural. Por lo tanto el pandeo aparecerá fundamentalmente en las columnas, que reciben carga axial de compresión.

Una columna afectada por el pandeo reduce notablemente su capacidad de resistir carga, debido a que la deformación provocada por el pandeo genera una excentricidad frente a un eje longitudinal doblado; por lo tanto el trabajo de la columna será frente a una

combinación de esfuerzos: compresión debida por la carga axial y flexión por el momento de excentricidad.

Un elemento bajo la acción de la compresión y el pandeo es sumamente inestable, ya que las consecuencias de deformación incrementan el valor de la excentricidad, que a su vez aumenta el momento de excentricidad, lo que nuevamente aumenta la deformación de excentricidad, etc., formando una condición cíclica de incrementos sucesivos de deformación que deriva en el colapso del elemento.

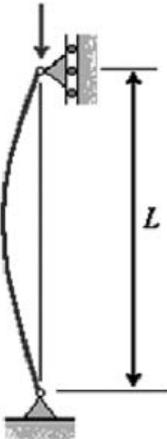
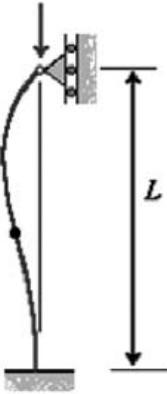
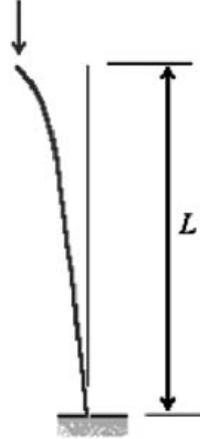
Columna articulada-articulada	Columna empotrada-articulada	Columna empotrada-empotrada	Columna empotrada-libre
			
$L_e = L$	$L_e = 0.699L$	$L_e = 0.5L$	$L_e = 2L$
$K = 1$	$K = 0.699$	$K = 0.5$	$K = 2$

Imagen 21: Longitudes efectivas de pandeo y curvaturas de pandeo según el tipo de apoyo.
<http://webdelprofesor.ula.ve/nucleotrujillo/amicab/05-elementosSolicitadosACompresion/5-4-2.gif>

Resistencia:

Se refiere a la facultad que tiene un material, pieza, elemento o construcción de afrontar la acción de una fuerza, invirtiendo para este fin su sección transversal, su forma, esfuerzos, materiales y condiciones de unión, de modo que se aproveche de la mejor manera su capacidad, su materialidad y disposición dentro del sistema estructural, y al mismo tiempo contribuyendo para alcanzar estabilidad y seguridad en todo el conjunto.



Imagen 22: La estructura metálica permite salvar grandes luces por su capacidad resistente. Nueva Galería Nacional de Berlín, 1962 - 1965, Ludwig Mies van der Rohe, Berlín, Alemania.

https://ajwateridge.files.wordpress.com/2014/03/2902_g.jpg

Rigidez:

Es la característica que tiene un material, pieza o elemento para oponerse al cambio de forma, a mayor rigidez será más difícil deformar un cuerpo, la rigidez será lo opuesto a la flexibilidad, entendemos a un cuerpo rígido como robusto, sólido o fuerte.



Imagen 23: Los muros de piedra resisten muy poca tracción, pero tienen mucha rigidez. Piedra de los 12 ángulos, muro en la calle Hatun Rumiyoq, en la ciudad de Cuzco, Perú.

<https://laplacamadre.files.wordpress.com/2013/12/12-sided-stone.jpg>

1.2.2 Esfuerzos internos:

Los esfuerzos internos de un elemento estructural se originan con el propósito de cumplir con las leyes fundamentales de la física de Newton (Principio de Inercia, principio de fuerza y principio de acción y reacción), y procuran neutralizar las fuerzas externas que actúan sobre él. Al analizar internamente una pieza y seccionándola imaginariamente, en su interior aparecerán una fuerza y un momento de par resultantes, que estarían equilibrando las acciones exteriores de la pieza, y cuyas componentes las podemos clasificar como fuerzas y momentos paralelos al eje axial del elemento o perpendiculares al mismo; cuando analizamos la distribución de estas fuerzas y momentos en la sección transversal del elemento, estaríamos clasificando sus esfuerzos internos según su dirección. Los esfuerzos principales que intervienen en una pieza o elemento son:

- Esfuerzos axiales
- Esfuerzos Tangenciales o cortantes
- Momentos axiales o Torsores
- Momentos tangenciales o flectores

Esta clasificación resulta conveniente desde el punto de vista de análisis, ya que simplifica notablemente la formulación matemática, pero sobre todo, porque esta simplificación no devuelve errores apreciables, suele ser común que uno o un par de ellos sean los esfuerzos dominantes en una pieza, por lo que un análisis diferenciado nos brinda un resultado lo suficientemente aproximado para considerarlo satisfactorio.

Es importante también señalar que cada uno de los esfuerzos analizados por separado, lleva consigo sus respectivas consecuencias tensionales y deformacionales, por lo que conviene entenderlos:

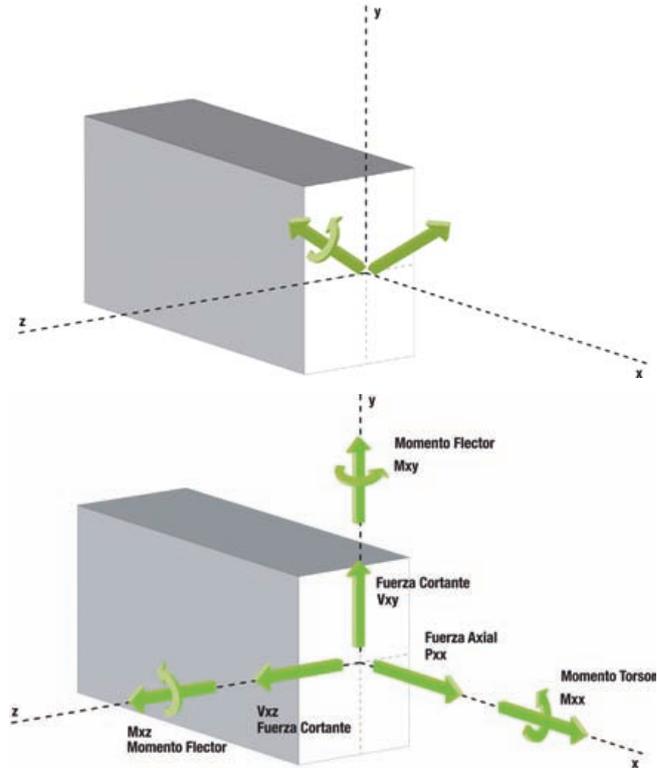


Imagen 24: Esfuerzos internos
Infografía de Autor

Tracción:

Será la fuerza que actúa en dirección paralela al eje longitudinal de un elemento, distribuida en el área de la sección transversal, que busca estirar sus fibras, por lo tanto será un esfuerzo axial divergente. La línea de acción de la fuerza y la sección de análisis son perpendiculares entre sí.

El efecto de deformación del esfuerzo de tracción es el estiramiento del elemento.

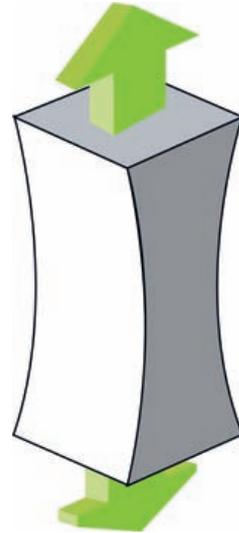


Imagen 25: Esfuerzo de tracción
Infografía de Autor

Compresión:

Será la fuerza que actúa en dirección paralela al eje longitudinal de un elemento, distribuida en el área de la sección transversal, que busca aplastar sus fibras, por lo tanto será un esfuerzo axial convergente. La línea de acción de la fuerza y la sección de análisis son perpendiculares entre sí.

El efecto de deformación del esfuerzo de tracción es la disminución de la longitud del elemento.

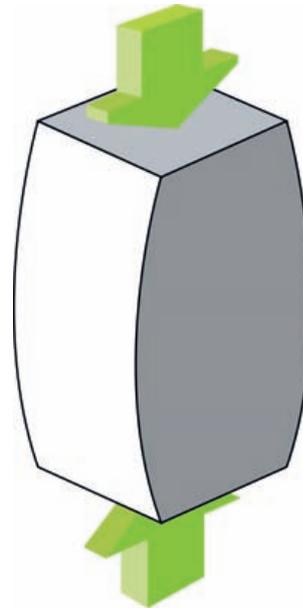


Imagen 26: Esfuerzo de compresión
Infografía de Autor

Cortante:

Será la fuerza que actúa en dirección perpendicular al eje longitudinal de un elemento, distribuida en el área de la sección transversal, que busca desplazar dos secciones contiguas, por lo tanto será un esfuerzo transversal. La línea de acción de la fuerza y la sección de análisis son paralelas entre sí.

El efecto de deformación del esfuerzo de tracción es la distorsión angular del elemento.

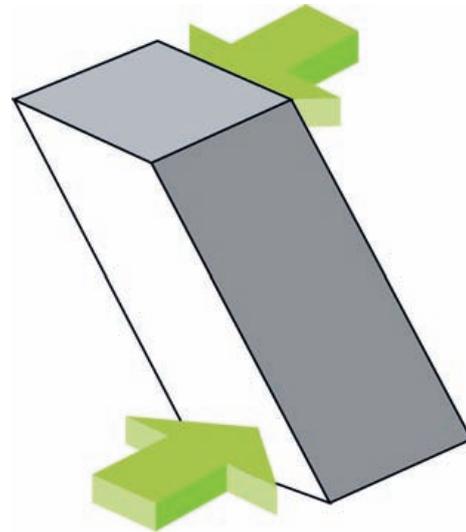


Imagen 27: Esfuerzo cortante
Infografía de Autor

Torsión:

La torsión se manifiesta cuando en los extremos de una pieza actúan dos momentos opuestos cuya dirección es paralela al eje longitudinal de la pieza que los soporta. “Las tensiones que se generan en una sección normal son tangenciales y están distribuidas a lo largo de curvas cerradas llamadas líneas de torsión.”
(Barrera Peñafiel, 2007)

Como consecuencia de este esfuerzo la pieza experimenta una deformación en la que dos secciones contiguas giran una con respecto a la otra, al tiempo que acortan la distancia entre ellas, es común que la torsión aparezca combinada con flexión y cortante.

Cuando se utilizan secciones metálicas, los perfiles de sección abierta (H, I, G, U, etc.) no responden adecuadamente frente a torsiones, mientras en las secciones cerradas, prácticamente no se necesita

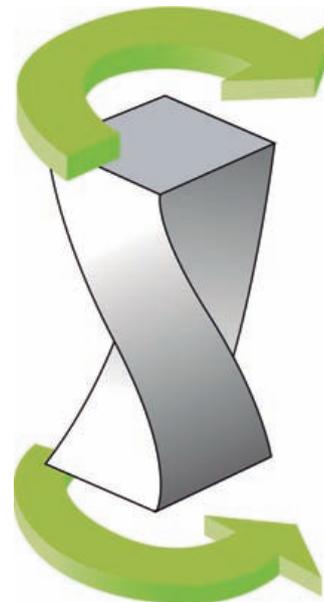


Imagen 28: Esfuerzo de torsión
Infografía de Autor

comprobar el efecto de torsión.

Flexión:

La flexión aparece cuando una pieza recibe una carga perpendicular a su eje, la que genera un momento que pretende doblar el eje longitudinal de la pieza, este momento tiene una directriz perpendicular al eje principal del elemento que la soporta.

La hipótesis de deformación debida a flexión supone que dos secciones contiguas, giran una con respecto a la otra de forma que las fibras del lado convexo se separan debido a tracción y las del lado cóncavo se juntan debido a compresión.

La distribución de los esfuerzos en la sección no es uniforme, varía linealmente, siendo cero en el eje neutro, alcanzando los máximos en las fibras más alejadas.

“El alargamiento unitario en la parte traccionada (o el acortamiento en la comprimida) que sufre cualquier fibra situada a una distancia cualquiera del eje neutro es proporcional a la distancia al eje neutro e inversamente proporcional al radio de curvatura”. (Barrera Peñafiel, 2007)

El elemento que está sujeto a flexión también debe resistir un esfuerzo cortante que lo acompaña, y cuya distribución depende directamente de la variación del momento flector.

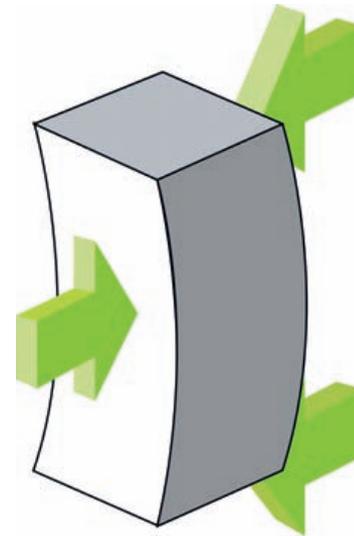


Imagen 30: Esfuerzo de flexión
Infografía de Autor

1.2.3 Formas de resistir:

El objetivo fundamental de la arquitectura es diseñar y crear espacios para el uso y ocupación de las personas, a través del establecimiento de una forma que contenga dicho espacio. Esta forma se encontrará expuesta a diversos peligros que pretenden comprometer su permanencia.

Entre las diversas amenazas que afectan a un edificio podemos nombrar las diferentes acciones: permanentes, variables y accidentales; las mencionadas acciones, al comprometer la forma, en consecuencia, estarían amenazando la razón de ser y la finalidad de la arquitectura.

Las formas materiales solamente son posibles gracias a su estructura, la que a su vez permite a la forma abrazar un espacio propicio para la satisfacción de las necesidades y usos que las personas exigen de la edificación, que, como se señaló anteriormente, son el objetivo esencial de la arquitectura.

Consecuentemente el componente de la arquitectura que se encargará de contrarrestar las amenazas impuestas por las acciones es la estructura, encargándose de recoger estas acciones y guiarlas por “rutas” que no permitan el deterioro de la integridad formal del proyecto. Por lo tanto, **la estructura es el custodio de la razón de ser de la arquitectura.**

Las maneras de resistir de una estructura, se clasificará en función del trabajo que esta realiza para recolectar las acciones que afectan a la edificación, encauzarlas a través de su organismo, y depositarlas en el terreno.

Guiado en la clasificación que hace Heino Engel, en su libro: “Sistemas de Estructuras”, podemos entender que existen las siguientes maneras de resistir:



Imagen 30: Tipologías estructurales en función de la manera de resistir. Infografía de Autor

1.2.3.1 Resistir por adaptación de su forma:

Las estructuras resisten fundamentalmente adaptando su forma a los esfuerzos que son producidos por las acciones, por lo general estos sistemas de estructuras buscan un estado tensional de un solo signo, es decir tracción o compresión.

La estabilidad se logra a través de la forma de la estructura, la que debe ser propicia para el tipo de esfuerzos a los que se le va a someter, es decir que la forma de la estructura reconoce textualmente la distribución de esfuerzos, por ende, la estructura es la expresión material de las direcciones naturales de las fuerzas que son resistidas.

La catenaria y el arco funicular son las formas propias de estos tipos de estructuras, y al ser formas sometidas solamente a tracción o compresión, permiten cubrir un espacio, optimizando la cantidad de material en su composición; además al poseer un estado tensional simple, y optimizar recursos, estas estructuras son adecuadas para salvar grandes luces y cubrir grandes espacios sin la necesidad de apoyos intermedios.

Estas estructuras que resisten por adaptación de su forma pueden tener los siguientes tipos:

- Estructuras de cables.
- Estructuras de tienda.
- Estructuras neumáticas.
- Estructuras de arco.

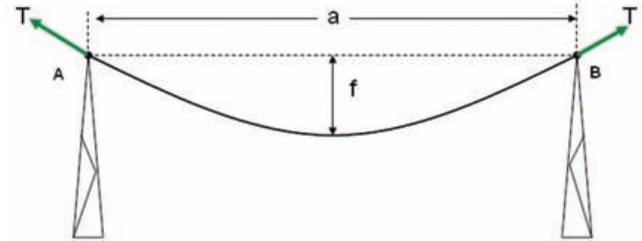


Imagen 31: Catenaria, es una curva ideal que representa físicamente la deformación de una cuerda, un cable o una cadena, suspendida por su extremo debido a su peso propio.
http://4.bp.blogspot.com/-VdD_64a0YFg/Uv1cxwhKu0I/AAAAAAAAACkg/jrZbdel8HqA/s1600/Catenaria.png

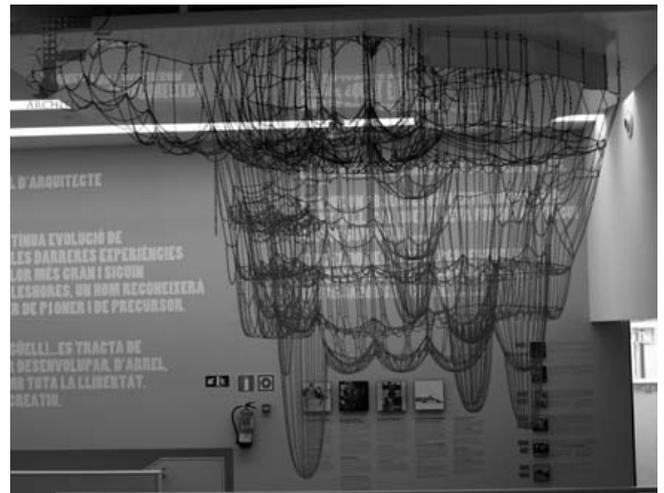


Imagen 32: Estudio del anti-funcular de cargas para la cripta de la Colonia Güell, Antonio Gaudí.
http://efecuadrado.weebly.com/uploads/2/1/2/5/21251824/3897613_orig.jpg

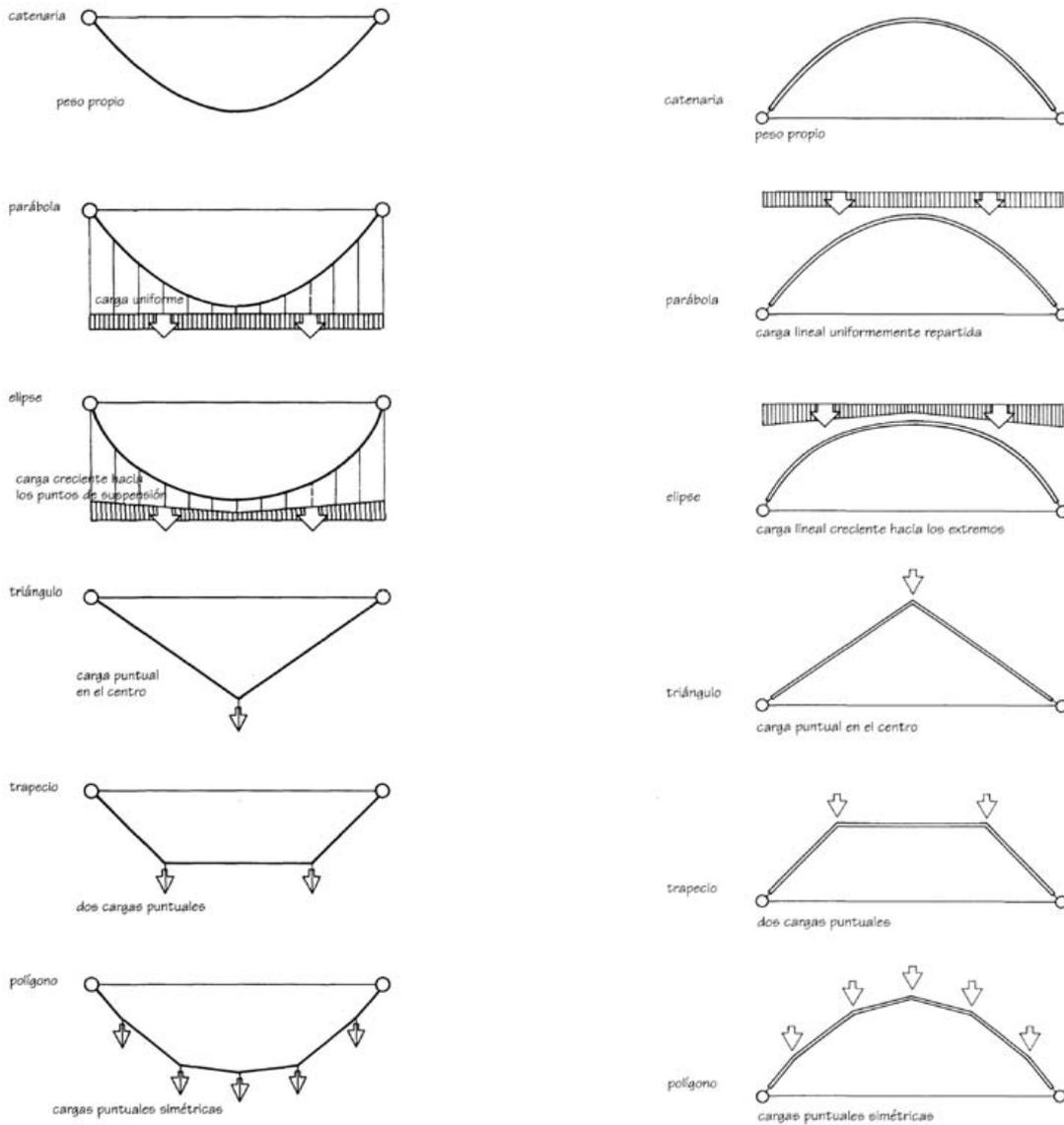


Imagen 33: Arco Funicular, es la curva inversa de la catenaria, la forma del arco funicular convierte a todas las cargas en compresiones que son resistidas por el arco. Relación entre la catenaria y el arco funicular Heino Engel. (2001). Sistemas de estructuras, pág. 64 y 113, Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili S.A.

Estructuras de Cables:



Imagen 34: Estructura de cables radiales. Sony Center, Berlín, Alemania, 2000, Murphy/Janh Inc. Architects.
http://www.location-award.de/fileadmin/redakteure/dokumente/presse/2012/Sony_Center.jpg

Estructuras Neumáticas:



Imagen 36: Estructuras Neumáticas, Proyecto Edén, Cornwall, Inglaterra, 2001, Nicholas Grimshaw.
<http://www.capital.cl/wp-content/uploads/2015/02/wikipedia-eden-project-e1424958081479.jpg>

Estructuras de Tienda:



Imagen 35: Estructura de Tienda. Aeropuerto Internacional de Denver, Denver, EEUU, 1991-1994, Curtis Worth Fentress / James H. Bradburn.
<http://planestrainsandreadmills.com/wp-content/uploads/2016/01/Denver-International-Airport.jpg>

Estructuras de Arcos:



Imagen 37: Estructuras de Arcos, desván de la casa Milá (La Pedrera), Barcelona, España, 1906-1910, Antonio Gaudí.
<http://www.bcnatfilmcommission.com/sites/default/files/styles/fancybox/public/locations/4.%20Espai%20Gaud%C3%AD,%20les%20Golfes%20.jpg?itok=QsgEuaxu>

1.2.3.2 Resistir por división de esfuerzos:

Estas estructuras se caracterizan por estar constituidas por barras, cuyas uniones se suponen articuladas y se disponen de tal manera que reciban las distintas acciones directamente sobre sus nudos.

El trabajo de este tipo de estructuras básicamente consiste en desviar las acciones y dividir las en fuerzas que obligatoriamente seguirán la dirección las barras, que al ser elementos lineales sólo pueden transmitir esfuerzos en su misma dirección, dichos elementos podrán estar sometidos bien sea a tracción o a compresión; el estado tensional de cada barra es simple, aunque muchas veces el estado tensional en conjunto sea complejo.

La particularidad fundamental de la configuración de estas estructuras es la triangulación, que brinda estabilidad al conjunto y reduce significativamente las consiguientes deformaciones que la estructura podría alcanzar.

La eficacia de este tipo de estructuras se fundamenta en su comportamiento en conjunto. Dentro de estas estructuras están las llamadas armaduras, cerchas o celosías. Y pueden ser:

- Cerchas planas o armaduras simples.
- Cerchas combinadas.
- Cerchas Curvas.
- Mallas espaciales.

Las estructuras que trabajan por división de esfuerzos, se suelen relacionar con el desarrollo técnico de un proyecto, se caracterizan por su transparencia, y dan fe de la capacidad y destreza que tiene el ser humano para manipular fuerzas y optimizar los recursos al enfrentarse a la gravedad.

La lógica y razón de las celosías tiene un gran desarrollo desde el punto de vista técnico, mientras que su beneficio expresivo y formal dentro del proyecto arquitectónico ha sido poco explotado, quizás por el desprestigio expresivo que muchas veces se tiene por las soluciones ingenieriles dentro del proyecto; el empleo de este tipo de estructuras podría combinar convenientemente los logros técnicos de eficiencia estructural con los intereses figurativos y plásticos que se procuran plasmar en un proyecto arquitectónico.

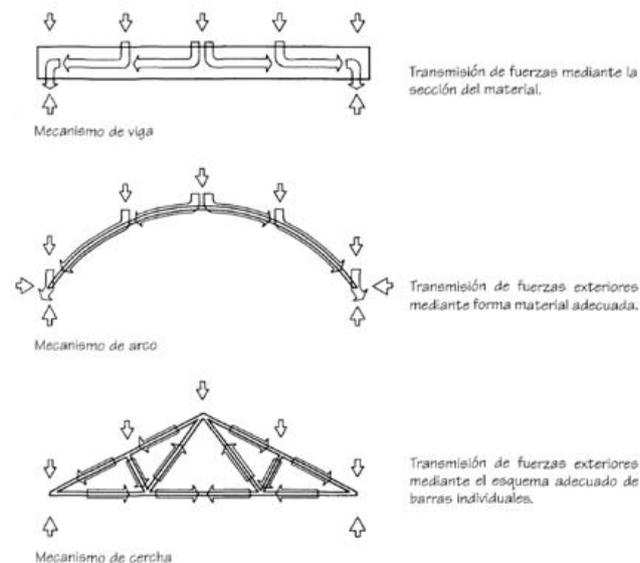


Imagen 38: Comparativa de conducción de fuerzas entre diferentes mecanismos. Resistir por sección transversal, resistir por forma o resistir por división de esfuerzos.

Heino Engel. (2001). Sistemas de estructuras, pág. 139, Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili S.A.

Cerchas Planas o armaduras simples:



Imagen 39: Cerchas planas, Edificio "Ciudad de las Ciencias y las Industrias", Parque de la Villette, París, Francia, 1982, Bernard Tschumi. Fotografía del autor

Cerchas Curvas:



Imagen 41: Cerchas curvas, Gran patio del Museo Británico, Londres, Inglaterra, 1994-2000, Foster + Partners architects. <http://www.fosterandpartners.com/media/1705123/img4.jpg>

Cerchas planas combinadas:



Imagen 40: Cerchas planas combinadas, Aeropuerto Internacional de Kansai, Osaka, Japón, 1994, Renzo Piano. http://elviajero.elpais.com/elviajero/imagenes/2013/06/04/album/1370348039_701720_1370357898_album_normal.jpg

Mallas espaciales:



Imagen 42: Mallas espaciales, Estadio BBVA Bancomer, Guadalupe, Nuevo León, México, 2011-2015, Populous / V&FO arquitectos. <http://somosinvictos.com/wp-content/uploads/2015/08/Rayados-6.png>

1.2.3.3 Resistir por su sección transversal:

La gran mayoría de las actividades para las que se proyecta una edificación, requieren de superficies horizontales sobre las cuales se puedan realizar, dichas superficies generalmente deben resistir acciones que son verticales, es decir perpendiculares a su dirección, siguiendo la conducta gravitatoria.

Los medios geométricos para definir estas superficies y satisfacer las necesidades geométricas del espacio, son elementos lineales y rectos, a los que al dotarlos de rigidez pueden desempeñar funciones estructurales y resistentes a través de su capacidad para oponerse a ser deformados, la misma que depende de su sección transversal.

La rigidez que se otorga a estos elementos les brinda la capacidad de resistir esfuerzos de flexión, es decir la combinación de tracciones, compresiones y cortantes; los ejemplos más claros de estos elementos son las vigas, las mismas que tienen la capacidad no solo de absorber fuerzas en la dirección de su eje longitudinal, sino además las fuerzas transversales, re-direccionándolas en la alineación de su eje, lo que le permite depositar las fuerzas en los apoyos; las vigas se constituyen como el elemento fundamental de las estructuras de este tipo.

Claramente se manifiesta un antagonismo entre la dirección en las que se materializan estos elementos y la dirección de la gravedad, las vigas y las losas deben resolver esta pugna entre el comportamiento gravitatorio y la voluntad humana de modificar su entorno y ajustarlo a sus necesidades, alcanzando su objetivo a través de la inversión de su masa, su material y su sección transversal, así como la necesidad de contar con uniones rígidas en sus extremos.

Las vigas dispuestas en dos direcciones, distribuidas a manera de retícula y rígidamente unidas entre sí, impulsan sistemas de resistencia suplementarios que permiten disminuir las deformaciones y a la vez optimizar la cantidad de material: sistemas de vigas reticulares.

La densificación de la distribución de las vigas en un sistema reticular, genera la losa, que se constituye como un elemento plano que combina su resistencia a flexión en dos direcciones principales, por lo que ofrece una gran eficiencia estructural, es decir optimiza su masa, material y sección para alcanzar una gran utilidad resistente.

A través de las uniones rígidas se logra por un lado disminuir las deformaciones que intentan curvar el eje longitudinal de los elementos, y por otro lado permiten que los diferentes elementos que se unen, trabajen como un único sistema resistente, en el que todos los elementos aportan para alcanzar la estabilidad global del conjunto.

La flexión es el esfuerzo fundamental al que se enfrentan las estructuras de sección activa, en estos elementos, la distribución de la masa del elemento en relación a su centroide (Eje Neutro) es esencial para definir su comportamiento frente a flexión; mientras más alejada esté la masa del centroide seccional, mayor será su resistencia a la flexión, razón por la cual es tan importante el cálculo y análisis del momento de inercia.

La resistencia frente a flexión de un elemento de sección rectangular, es directamente proporcional al cubo de su peralte.

Los esfuerzos de flexión y cortante no son uniformes a lo largo del eje de un elemento lineal recto, y su distribución es complementaria: donde el momento

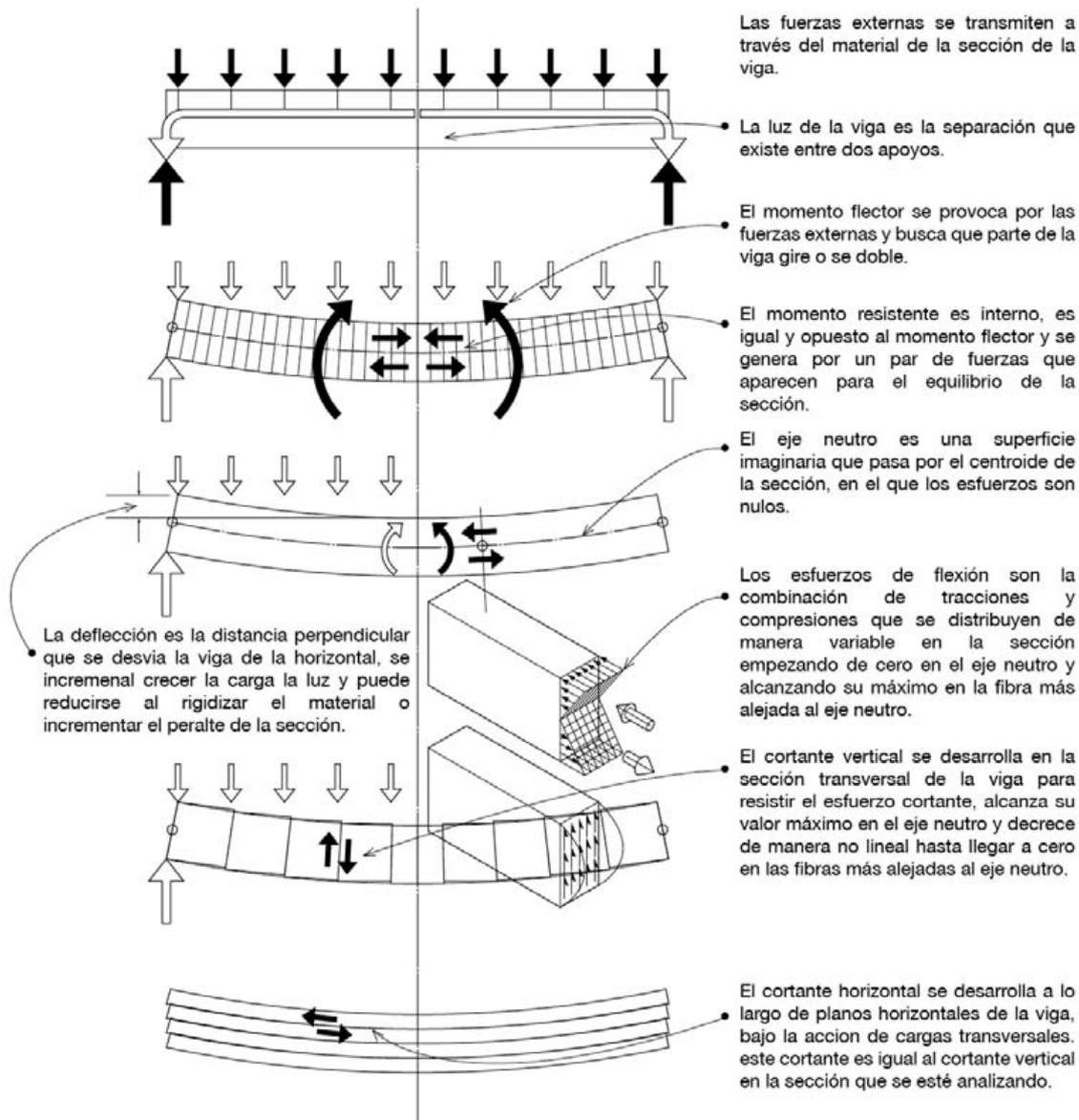


Imagen 43: Mecanismos de flexión.

Francis, D. K. Ching. (2014). Manual de Estructuras Ilustrado, pág. 82, Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili S.A.

flector es máximo, el esfuerzo cortante es nulo, y viceversa, la sección del elemento responde a las solicitaciones de flexión con una fuerza vertical que se opone al cortante y un par de fuerzas de tracción y compresión que actúan simétricamente respecto al eje neutro de la sección y a su vez generan un momento resistente que se opone al momento flector.

La forma de sección más común de este tipo de estructuras es la sección rectangular, caracterizada por su simplicidad geométrica, que simplifica procesos constructivos, resta las dificultades de análisis y potencia las cualidades estáticas y resistentes, de aquí la justificación del empleo tan difundido mundialmente de este tipo de secciones.

A través de este tipo de estructuras se logra salvar grandes luces, generando espacios diáfanos y plantas libres.

Dentro de este tipo de estructuras tenemos:

- Estructuras de vigas.
- Estructuras de pórticos.
- Sistemas de vigas reticulares.
- Estructuras de losas.

El conocimiento del fenómeno de flexión, el entendimiento del comportamiento estructural, así como las consecuencias tensionales como deformacionales, resultan indispensable para un arquitecto, no solo para resolver técnicamente un proyecto, si no para diseñar espacios que se beneficien de la geometría ortogonal.

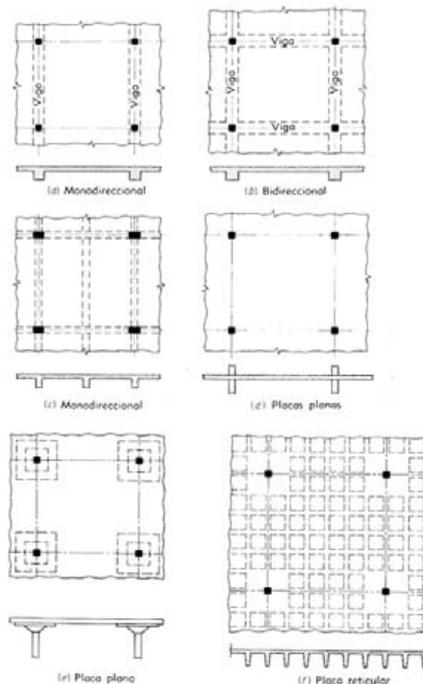


Imagen 44: Tipos de losas. Arthur H. Nilson (2001), Diseño de estructuras de concreto, pág. 366, Bogotá, Colombia, Editorial Mc Graw Hill.

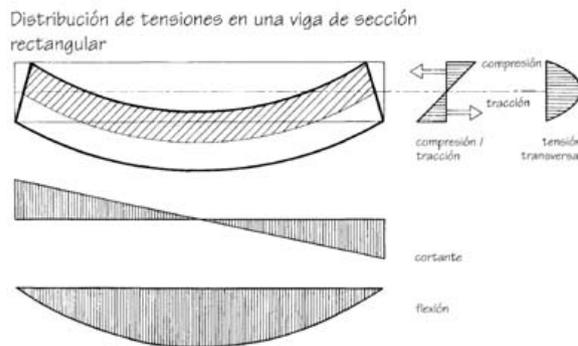


Imagen 45: Distribución de esfuerzos en flexión. Heino Engel. (2001). Sistemas de estructuras, pág. 178, Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili S.A.

Estructuras de vigas:

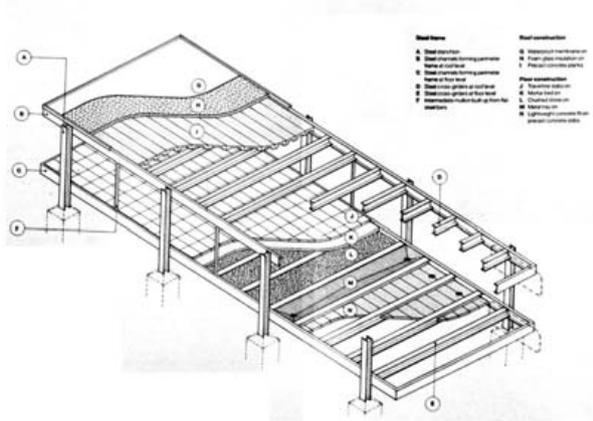


Imagen 46: Estructuras de vigas. Casa Farnsworth, Plano, Illinois, Estados Unidos, 1945 - 1951, Ludwig Mies Van der Rohe.
http://3.bp.blogspot.com/_tkGD5qZs5-Y/TTGz45_M8DI/AAAAAABAw/W2fKQ48vKlc/s1600/0046%2BCasa%2BFarnsworth%2B%252820%2529.jpg

Estructuras de pórticos:

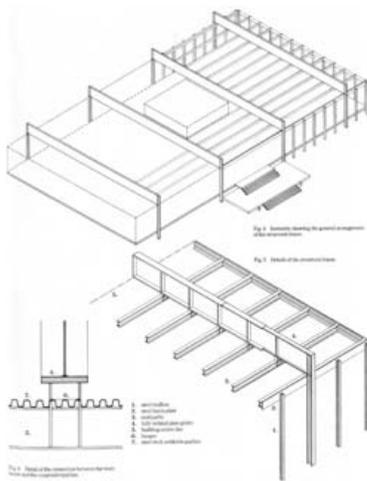


Imagen 47: Estructuras de pórticos. S. R. Crown Hall, Instituto de Tecnología de Illinois, Chicago, Estados Unidos, 1956, Ludwig Mies Van der Rohe.
http://images.adsttc.com/media/images/5385/44df/c07a/8044/af00/0122/large_jpg/Crown_Hall_II_Architecture_and_Construction_in_Steel_Alan_Blanc_Michael_Mc_Evoy_Roger_Plank.jpg?1401242827

Sistemas de vigas reticulares:



Imagen 48: Sistemas de vigas reticulares. Nueva Galería Nacional de Berlín, Berlín, Alemania, 1962 - 1965, Ludwig Mies Van der Rohe.
<http://santiagorobayo.com/wp-content/uploads/cache/2014/07/NNG-2/772008543.jpg>

Estructuras de losas:



Imagen 49: Estructuras de losas. Villa Savoye, Poissy, Francia 1928-1931, Le Corbusier.
http://orig01.deviantart.net/0194/f/2010/270/9/e/villa_savoye_by_tfrost1-d2zm7ym.jpg

1.2.3.4 Resistir por dispersión de esfuerzos:

La arquitectura utiliza planos para subdividir, delimitar, aislar, cubrir, envolver y definir un espacio; estos planos que tienen un fin formal y funcional imprescindible, pueden a su vez cumplir una labor estructural, donde, debidamente conectados y conservando la continuidad, pueden formar mecanismos resistentes, que tengan la capacidad de transmitir las cargas a sus apoyos, mediante la dispersión y distribución de los esfuerzos en su faz.

Sin el refuerzo de otros medios estructurales un mecanismo resistente de superficies estructurales debe poder enfrentarse a compresiones, tracciones y cortantes, ya que su aptitud a flexión es prácticamente nula. Su rigidez se logra a través de la continuidad constructiva, su espesor, inclinación, curvatura y su material.

Las superficies estructurales pueden estar dispuestas respecto a la dirección de las cargas, de manera perpendicular, paralela, o inclinada, y su capacidad resistente dependerá de esta relación de inclinación, resultando más eficaz cuando el plano resistente y la fuerza sean paralelos (mecanismo de lámina), y menos eficaz cuando son perpendiculares (mecanismo de losa); al inclinar la superficie entre 0° y 90° , o curvándola, es posible combinar la eficacia espacial de cubrir espacios que tienen las superficies y la eficacia estructural que tienen las láminas.

La forma que se confiera a la superficie, inclinándola, plegándola o curvándola, es determinante para el modo de transmitir, direccionar y disipar los esfuerzos, donde se combinará la capacidad resistente de la superficie con la eficacia estructural de la forma, lo que conducirá a una distribución apropiada en la que los esfuerzos serán pequeños pero actuando en toda la superficie. Encontrar una forma adecuada, desde el

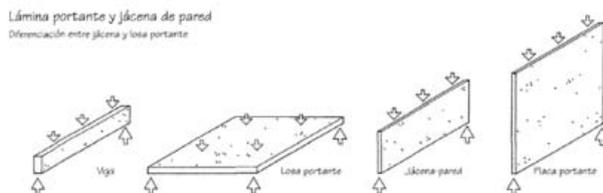


Imagen 50: Planos estructurales en relación a la dirección de las fuerzas. Heino Engel. (2001). Sistemas de estructuras, pág. 217, Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili S.A.

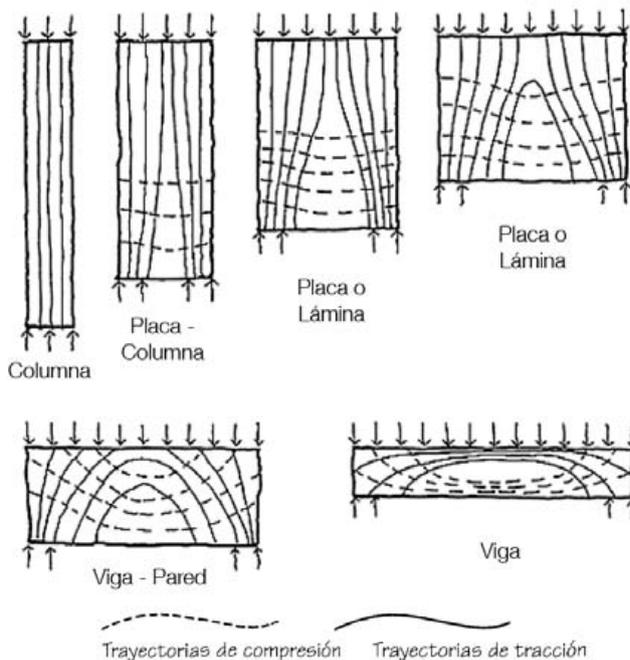


Imagen 51: Variación de distribución de esfuerzos en Columnas, Placas y Vigas. Malcolm Millais. (2010). Estructuras de edificación, pág. 105, Barcelona, España: Celeste Ediciones

punto de vista estructural, estético y funcional para el proyecto es fundamental para la arquitectura.

La búsqueda de la forma apropiada se puede apoyar en la eficacia del arco, en el que se convierten los esfuerzos en compresiones (cascarones), o la eficacia del cable que transmite únicamente tracciones (membranas), aquí, será fundamental proteger la forma portante perimetral a través de la rigidización se sus bordes, procurando que el cambio de rigidez entre la superficie y sus bordes no sea excesivo, y se produzcan zonas donde se concentren esfuerzos.

Por lo tanto los sistemas estructurales de este tipo serán simultáneamente el ente generador del espacio interior y la piel envolvente de la forma exterior, aquí tendríamos el ejemplo más claro en el que los elementos estructurales son el elemento de conformación funcional, técnico y estético de un proyecto.

Cabe recalcar que la forma no podrá ser arbitraria, por lo tanto la creatividad del arquitecto deberá responder a las leyes de la mecánica, requiriendo en el proceso de diseño la disciplina y el conocimiento técnico, puesto que cualquier alteración de la forma implicaría una afección en el funcionamiento estructural y la rentabilidad del proyecto.

Las posibilidades que nos brindan este tipo de estructuras son muy variadas, y se puede clasificar en las siguientes tipologías estructurales:

- Estructuras laminares.
- Estructuras plegadas.
- Estructuras de membranas.
- Estructuras de cascarones.

Proyectar con planos resistentes presupone un conocimiento de la manera de trabajar de las superficies frente a los diferentes esfuerzos, la geometría y la importancia de la forma para la distribución de esfuerzos, el material y las posibilidades espaciales que este tipo de estructuras nos brinda.

Estructuras laminares:



Imagen 52: Estructuras laminares. Metropol Parasol, Sevilla, España, 2011, Jürgen Mayer.
<http://www.conlallave.com/noticias/wp-content/uploads/2016/05/portada.jpg>

Estructuras de láminas plegadas:



Imagen 53: Estructuras de láminas plegadas. Terminal Internacional de pasajeros de Yokohama, Yokohama, Japón, 2002, Foreign Office Architects, Alejandro Zaera-Polo y Farshid Moussavi.
<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/cd/46/1a/cd461a12549f45815b1145d79260022c.jpg>

Estructuras de Membranas:



Imagen 54: Estructuras de membranas. Pabellón de Portugal Expo Lisboa, Lisboa, Portugal, 1998, Álvaro Siza Vieira.
http://images.adsttc.com/media/images/543c/a8c3/c07a/8076/2d00/0197/large_jpg/Pedro_Moura_Pinheiro.jpg?1413261500

Estructuras de Cascarón:



Imagen 55: Estructuras de cascarón. Restaurante Los Manantiales, Xochimilco, México, 1957, Félix Candela.
http://www.pencil.com/files/U_40_119744394989_Cafe_Los_Manantiales.jpg

1.2.3.5 Resistir como sistema:

Esta tipología de estructuras conjugará todos los sistemas antes mencionados, es decir la resistencia a través de la forma, la división de esfuerzos, la resistencia por sección transversal de los elementos y por dispersión de esfuerzos, aquí, el proyecto se desarrolla en altura, y la estructura se encarga de recoger las cargas de los diferentes niveles y guiarlos a través de su organismo hasta depositarlas en la cimentación y finalmente entregarlas al terreno.

Este tipo de estructuras técnicamente no posee un mecanismo propio de resistencia, pero demanda el dominio de los otros cuatro grupos tipológicos.

La condición para que estas edificaciones funcionen adecuadamente es la rigidización frente a cargas laterales, el comportamiento de estas edificaciones no se puede resolver con una simple superposición de sistemas resistentes en planta; y aunque su comportamiento estructural pretenda asemejarse a una gran viga en voladizo colocada en vertical mientras mayor sea la altura del edificio, no es idéntico.

La labor de estas edificaciones consiste en recoger las cargas en cada uno de los niveles y guiarlos verticalmente de manera continua hasta el terreno, haciendo que todos los elementos trabajen como conjunto y se respalden unos a otros.

La capacidad de recoger, absorber, disipar y transmitir las cargas laterales, puede constituirse como el factor que imponga la forma del edificio; por otra parte los elementos verticales desempeñan un papel crucial en la estabilidad y eficacia de este tipo de estructuras, ya que su rigidez y continuidad son las encargadas de transmitir las cargas hasta el suelo.

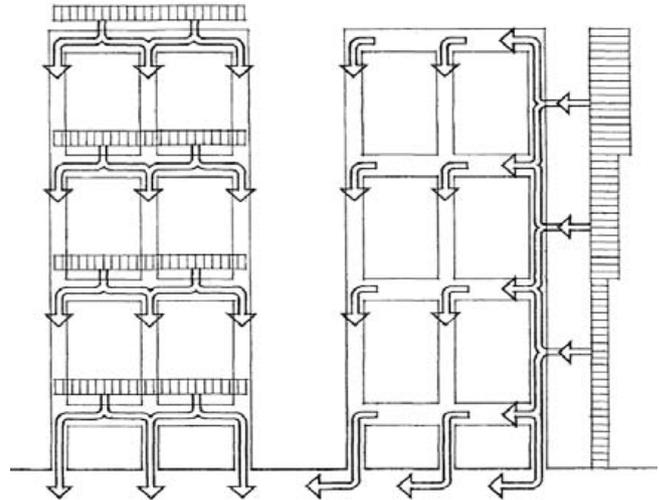
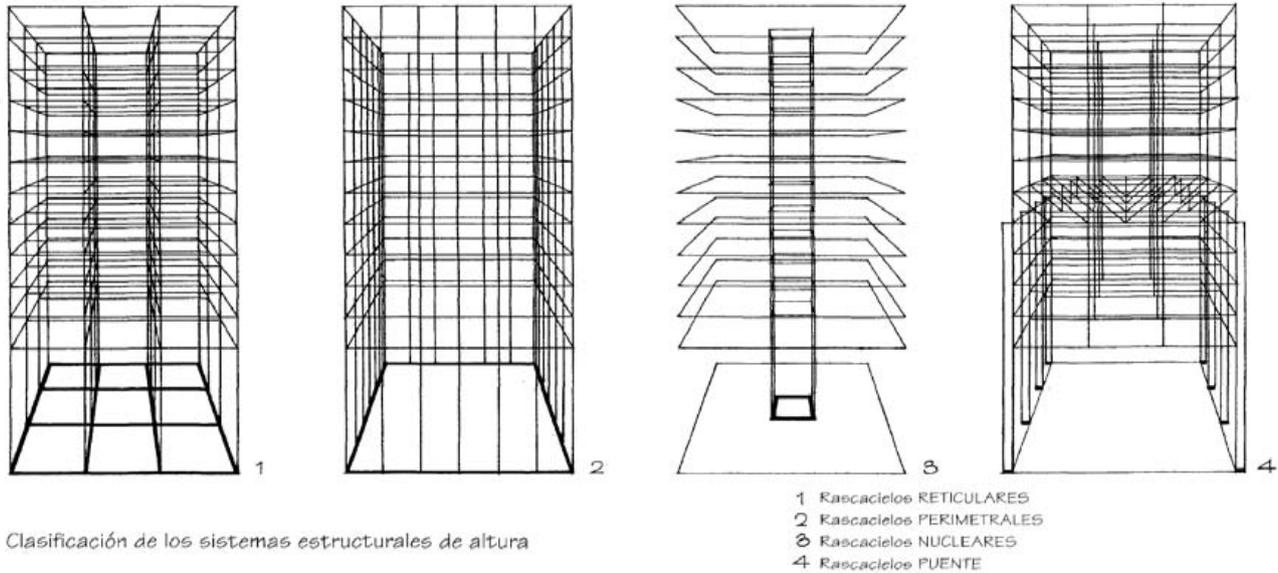


Imagen 56: Recorrido de Cargas en estructuras de altura.
Heino Engel. (2001). Sistemas de estructuras, pág. 269, Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili S.A.

En cada nivel se recogerán las cargas, para concentrarlas en elementos rígidos que las transfieran verticalmente, estos puntos de concentración de cargas no se pueden distribuir aleatoriamente, y deberán responder no solamente a un análisis técnico de estabilidad y resistencia, conjugarse con la situación funcional, colaborando en su conformación, mientras respetan en todo momento la continuidad vertical.

La tipología estructural de los edificios en altura puede clasificarse en función de su configuración estructural de concentración de cargas en planta en los siguientes tipos:

- Sistemas de conformación reticular.
- Sistemas de conformación perimetral.
- Sistemas de conformación nuclear.
- Sistemas de conformación de puente.



Clasificación de los sistemas estructurales de altura

Imagen 57: Tipologías estructurales de edificios en altura.

Heino Engel. (2001). Sistemas de estructuras, pág. 269, Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili S.A.

En cada una de estas tipologías, la conformación estructural condiciona la funcionalidad espacial en planta del proyecto, por lo que, la tipología resistente se vuelve un factor preponderante en el diseño arquitectónico, en el que, la continuidad vertical y la optimización de recursos portantes son los criterios fundamentales que responden a la lógica estructural, a la par de armonizar con la intención arquitectónica.

Los pilares son los elementos fundamentales de transferencia vertical de cargas, y cuando el proyecto es en altura, estos demandan una sección importante, la que, generalmente termina afectando a la superficie útil de cada planta, por lo que, su optimización dimensional no tendrá únicamente un fin estructural y económico, sino también funcional, consiguientemente, el objetivo será procurar que todos los elementos que definen el

espacio y cuya presencia es imprescindible desde el punto de vista funcional en el proyecto, deberían ser elementos estructurales y potencialmente resistentes: cajas de circulación vertical, ductos de instalaciones y envolventes de fachada.

Las maneras de resistir no son excluyentes, es decir, que pueden asociarse dentro de una estructura configurando sistemas híbridos mientras cumplen con su propósito de recolección, transporte y distribución de cargas de manera sistémica.

En conclusión, para diseñar una edificación en altura no solo será necesario el conocimiento técnico de los mecanismos resistentes y sus implicaciones estructurales, sino también, de las diferentes interacciones que se producen entre las variables

que determinan el proyecto: el sistema estructural, la metodología constructiva, las necesidades funcionales, la integración de los elementos de instalaciones, los sistemas de fachadas, los vínculos de circulación vertical, la intencionalidad formal, etc.

Sistemas de conformación reticular:



Imagen 58: Sistemas de conformación reticular. Las zonas de concentración de cargas se distribuyen lo más uniformemente posible por cada nivel. Lever House, New York, Estados Unidos, 1952, Gordon Bunshaft y Skidmore, Owings & Merrill. (Foto de Ezra Stoller) <https://sobrearquitecturas.files.wordpress.com/2014/06/lever-house-skidmore-owings-merrill-new-york-ny-1952-35m-001-96825bf2779c6c2ae2547fb031e91ec20c30d29a-s6-c30.jpg>

Sistemas de conformación perimetral:



Imagen 59: Sistemas de conformación perimetral. Las zonas de concentración de cargas son envolventes al edificio. Hotel Arts, Barcelona, España, 1991-1992, Bruce Graham. http://cdn.designrulz.com/wp-content/uploads/2015/02/hotel-arts-barcelona_barcelona-17.jpg

Sistemas de conformación nuclear:



Imagen 60: Sistemas de conformación nuclear. La zona de concentración de cargas está en un núcleo central.
Edificio Castelar, Madrid, España, 1975-1983, Rafael de la Hoz.
http://www.tureforma.org/wp-content/uploads/2015/01/Edificio-Castelar_01.jpg

Sistemas de conformación de puente:



Imagen 61: Sistemas de conformación de puente. La forma de recoger las cargas se logra a través de una estructura principal de mayor magnitud.
Unidad habitacional de Marsella, Marsella, Francia, 1945-1952, Le Corbusier.
<http://1.bp.blogspot.com/-D1-aJ9ejW80/Tr7CVRV6mqI/AAAAAAAAADqI/pbyr49deto/s1600/unitedhabitation.1240769019.jpg>

1.3 Los materiales:

Todo lo conocido tiene forma, y toda forma requiere de una estructura para garantizar su subsistencia, todo material que proporcione rigidez puede soportar de alguna manera la acción de esfuerzos; sin embargo para la arquitectura los materiales deben cumplir con un conjunto de exigencias específicas: los materiales estructurales deben ser resistentes, rígidos, durables y económicos.

Para deshacernos de la subjetividad de los términos, se deberá exigir la resistencia necesaria para soportar las acciones permanentes, variables y accidentales presentes en la edificación; la rigidez será la necesaria para que, en la tarea del transporte de cargas no se sufran deformaciones excesivas, deberá ser lo suficientemente durable para persistir dentro de un período de vida útil que se demandará para la edificación; y será lo suficientemente económico, para que permita la viabilidad del proyecto.

El consumo de materiales en la construcción de estructuras de edificación es elevado, en consecuencia, la condición económica se traduce en la necesidad de que el material se encuentre en abundancia en la naturaleza, y que los procesos de explotación y/o fabricación sean asequibles, por lo tanto son muy pocos los materiales que cumplen con este conjunto de requisitos, dejando de lado las variables culturales, históricas, sociales y geográficas.

Cada material tiene su propio carácter, dialéctica y conducta, cada material posee sus respectivas propiedades mecánicas, y cada material origina una técnica constructiva; según la conjugación de todas estas variables, se puede plantear un sistema estructural adecuado, el mismo que influye directamente en el establecimiento de la forma.

Aquí recae la importancia de tener un acercamiento a la comprensión de los materiales, el conocimiento de sus singularidades puede abrirnos el camino a la estrecha relación entre materia y tectónica, por consiguiente a la de la tectónica con la estructura y como epílogo a la de la estructura con la estética.

Las singularidades de cada material proporcionarán ventajas en ciertos aspectos y desventajas en otros, y estas singularidades, harán que un material sea más o menos apto para un tipo estructural y constructivo.

Dentro del amplio abanico de materiales utilizados para la construcción, nos enfocaremos en los que sirven para conformar los elementos estructurales en una edificación, es decir, la materia prima de las tipologías estructurales.

La resistencia del material elegido deberá garantizar la capacidad de transferencia de cargas, su rigidez y durabilidad concederán la permanencia de la forma, y la economía establecerá la factibilidad del proyecto.

A pesar de tener una gran variedad de materiales disponibles en el repertorio constructivo, se considerarán solamente los materiales utilizados para la conformación estructural, agrupándolos según sus orígenes en cuatro grandes familias:

1. Pétreos.
2. Metálicos.
3. Orgánicos.
4. Mixtos

CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES ESTRUCTURALES SEGÚN SU ORIGEN

MATERIALES ESTRUCTURALES



Imagen 62: Clasificación de los materiales estructurales por su origen
Infografía de autor

1.3.1 Pétreos.

Dentro de este grupo, consideraremos los que provienen de distintas fases de la roca y que por lo general se pueden obtener de yacimientos naturales, o a través de procesos químicos relacionados con la calcinación de parte de los compuestos. Además de su origen estos materiales tienen en común el trabajar fundamentalmente a compresión, debido a que su baja resistencia a tracción.

Los materiales pétreos usados en construcción como elementos que resisten carga son:

1.3.1.1 Tierra.

No debemos olvidar que todas las estructuras de los edificios se apoyan en la superficie de la tierra a través de su sistema de cimentación. Las cargas que los edificios depositan sobre el planeta son despreciables, pero el comportamiento local del suelo bajo la estructura puede ser trascendental.

El propósito de los cimientos es depositar la totalidad de cargas del edificio sobre el terreno, asegurándose de que la presión sobre la superficie se encuentre dentro de un valor admisible por el suelo, garantizando seguridad frente a vuelco, hundimiento y desplazamiento.

Sin embargo, y a pesar de la importancia que atañe a este asunto, no trataremos aquí la mecánica de suelos, sino más bien, la utilización de la tierra como material de construcción, y elemento resistente de la edificación.

La tierra como material de construcción se origina de la erosión mecánica y la degradación química de la roca primigenia, disgregándose en partículas minerales de dimensiones variables y diferente composición.

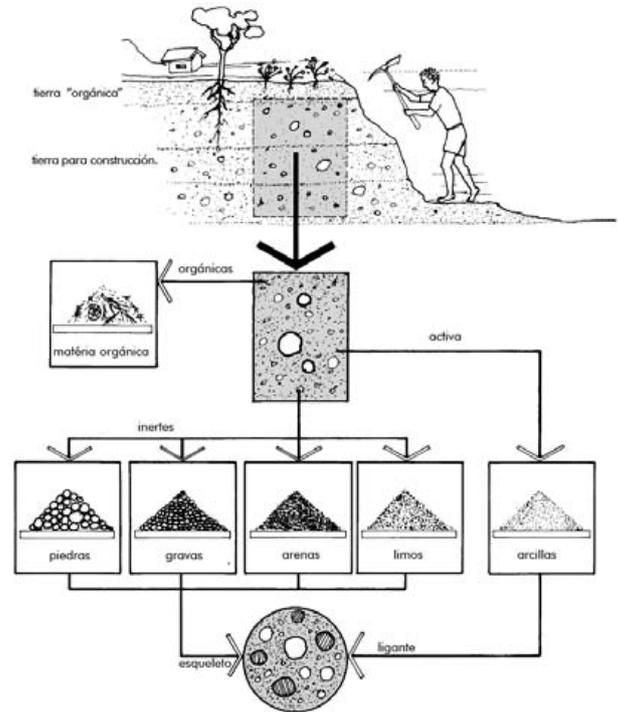


Imagen 63: Composición de la tierra como material de construcción. Wilfredo Carazas Aedo, Alba Rivero Olmos. (2002). Bahareque: Guía de construcción parasísmica., Villefontaine, Francia: Ediciones CRATerre.

La tierra es uno de los materiales de construcción más antiguo en la historia de la humanidad, desde sus inicios, el hombre ha experimentado diferentes maneras de utilizar el barro, aprovechando su contenido de arcilla, moldeándolo, batiéndolo, secándolo al sol, apisonándolo, reforzándolo con carrizo o con madera.

Hasta nuestros días es muy común el uso de este material, empleando diferentes técnicas constructivas, generalmente, su bajo costo, la posibilidad de auto-construcción, y la obtención del material in-situ facilitan su empleo en diversas partes del mundo.

“El origen de la técnica primitiva de uso del barro como material de construcción, pudiera remontarse, según evidencian los vestigios existentes de las primitivas comunidades agrícolas de la antigua Mesopotamia, hace más de 7.000 años antes de la era cristiana.

Sea como fuere, el “estilo” de la construcción de adobe migró hace muchos siglos de Marruecos, en el norte del África, a territorio español desde donde se difundió a sus dominios, popularizando el uso de moldes de madera para sistematizar la construcción con adobe.

En América el uso de un material equivalente al adobe aparece por primera vez en el Valle de Chicama, en el Perú, hacia el año 3000 antes de Cristo.” (Barrera Peñafiel, 2007)

Muchas son las ventajas del barro como material de construcción, es el resultado de la meteorización y una lenta eflorescencia de feldespato, cuarzo y mica.

Es muy fácil obtenerlo por su abundancia, convirtiéndose en una materia prima económica y reciclable, tiene excelentes características térmicas y de aislamiento acústico, además, tiene la capacidad de absorber olores y es ignífugo.

Quizás, sus principales desventajas recaen en su vulnerabilidad frente al agua y los agentes climáticos, así como su baja capacidad resistente, por lo que este material debe utilizarse en grandes volúmenes y valerse de la masividad para resistir.

De manera general, podemos decir que los sistemas constructivos desarrollados con tierra permiten principalmente trabajar en un sistema estructural basado en la dispersión de esfuerzos, es decir sistemas estructurales donde la superficie del material aporta la resistencia, por lo general estaremos hablando de sistemas de placas portantes.

Las tecnologías constructivas con tierra pueden resumirse según el siguiente cuadro:



Imagen 64: Tecnologías de construcción con tierra
Infografía de autor

1.3.1.2 Aglomerantes.

1.3.1.2.1 Cemento - Hormigón.

Desde la antigüedad se ha utilizado y experimentado con diferentes tipos de argamasas en base a cal, yeso, arcillas o piedras volcánicas, aprovechando su comportamiento al entrar en contacto con el agua; en Egipto para la construcción de la pirámide de Giza (2570 a.C.), se utilizaron mezclas de Cal, yeso y calizas disueltas en aguas como pegantes para los grandes bloques de piedra, siendo esta la primera evidencia del uso de los primeros materiales cementantes.

En la antigua Grecia (500 a. C.) se utilizaron mezclas de piedra caliza calcinada, arena arcillosa y agua, a la que se añadían escombros cerámicos o piedra volcánica triturada, constituyéndose como testimonio del primer hormigón en la historia de la construcción.

Posteriormente en Roma (100 a.C.) se utilizaron cenizas volcánicas con alto contenido de sílice, obtenidas en la región de Pozzuoli, al oeste del volcán Vesubio, el cual se combinaba con cal y agua; mezcla que se denominó cemento puzolánico debido al origen de su materia prima.

Debemos a los romanos la técnica del hormigón como elemento constructivo, ellos experimentaron, pusieron a prueba y perfeccionaron esta técnica, en la que esta mezcla viscosa al entrar en contacto con el agua se solidifica adoptando la forma del molde que la contiene. Es indiscutible que los romanos entendieron que esta roca artificial, que se conseguía como resultado, era descendiente directa de la roca madre y, por lo tanto, de su linaje heredaba las características mecánicas, por lo que, se debía procurar que soporte principalmente esfuerzos de compresión, prueba de ello es que utilizaron el hormigón para la conformación de arcos y cúpulas, resistiendo por la forma, es decir promoviendo que por la conformación dimensional y



Imagen 65: Construcción en hormigón. Cúpula del Panteón de Agripa, 125 d.C. Estructura en base al arco.
https://c2.staticflickr.com/6/5545/10188515295_a7a84ae3b2_b.jpg

geométrica, los esfuerzos que recibiría el material sean específicamente de compresión.

Cuando se añadieron escombros cerámicos y piedra pómez a la mezcla se obtuvo un hormigón alivianado de baja densidad que por ejemplo, hizo posible la construcción de la cúpula del Panteón de Agripa (125d.C.), que salva una luz de 43 metros, y que durante 500 años fue la más grande del mundo.

A más de la construcción de acueductos, tuberías, e instalaciones portuarias, entre las obras romanas emblemáticas construidas con hormigón destacan: El Coliseo Romano (80 d.C.), la basílica de Majencio (306 d.C.) y las termas de Caracalla (217 d.C.), que si bien no fueron construidas íntegramente con hormigón, tuvieron este material como parte fundamental del conjunto constructivo.

Junto con la caída del imperio romano, el uso del hormigón prácticamente se perdió, y por más de 500 años no apareció una obra de importancia en la que se atestigüe su empleo; en el periodo medieval, el surgimiento del gótico, y su notable búsqueda por

la optimización estructural, motivará que aparezcan nuevamente evidencias del uso de este material, aunque, esencialmente para la conformación de cimentaciones, en el siglo XI se lo utilizó para la cimentación de la Torre de Londres, y en el siglo XIII para la de la catedral de Salisbury en Inglaterra.

Probablemente, la escasez de medios técnicos, la falta de conocimiento del sistema constructivo, la renuncia de la exploración en esta técnica por más de medio milenio, así como la mala calidad de la cocción de la cal, seguida de la escasez de material volcánico en las regiones económicamente importantes posteriores al imperio romano, indujeron al abandono de esta técnica, incluso en el renacimiento su empleo fue escaso y sin obras de trascendencia histórica o arquitectónica.

En América, culturas precolombinas como los mayas, los aztecas y los incas, utilizaron materiales cementantes, pero solamente como pegante, y para ciertos tipos de construcciones.

En el siglo XVII resurge el interés por el hormigón, se lo empieza a estudiar y utilizar nuevamente, en el siglo XVIII se le confía a John Smeaton la reconstrucción de un faro en el acantilado de Eddystone en la costa de Cornwall (1759), el mismo que había sido destruido en dos ocasiones anteriores por la fuerza del mar y la agresividad del ambiente salino, Smeaton utilizó un hormigón con piedras unidas con un cemento de cal calcinada, concibiendo una cimentación monolítica e impermeable destinada a funcionar como base del faro, confiando en su capacidad de hacer frente a las acciones violentas del mar, esta intervención funcionó sin problemas hasta el siglo XIX cuando fue desmontado, actualmente se conserva únicamente lo que se construyó con este hormigón, sobre el cual James Douglas en 1882 construyó el actual Faro de Eddystone.

El desempeño y resistencia del hormigón captó la atención en sector de la construcción y motivó a que se investiguen y profundicen diversas soluciones con este material.

Será en el siglo XIX cuando se desarrolle la tecnología y aparezca la patente del cemento que conocemos actualmente, Joseph Aspdin y James Parker lo patentaron en 1824 como “Cemento Portland”, debido a que su color gris verdoso, era muy parecido al de las piedras de la isla de Portland, para obtener este material se utilizaba caliza arcillosa y carbón calcinados y triturados; la técnica se irá perfeccionando y desarrollando hasta que en 1845 Isaac Johnson desarrolla el prototipo del cemento como lo conocemos actualmente, en el que para su obtención hace uso de los hornos giratorios y los molinos tubulares.

El hormigón es un material artificial compuesto, sus ingredientes básicos son: un aglomerante, fragmentos de agregado y agua; el hormigón que utilizamos para las estructuras emplea al cemento Portland como aglomerante y los agregados provienen de la desintegración natural o trituración artificial de la roca, los mismos que se dosifican en la mezcla en función de su tamaño promedio; cuando se añade el agua a la mezcla, ésta entra en contacto con el cemento y produce una reacción química que concede al material características plásticas y propiedades adherentes, la reacción de hidratación produce calor, el que posteriormente provoca deshidratación, modificando su consistencia, haciéndola perder plasticidad y ganar resistencia, a este proceso se lo denomina fraguado.

Debido a que inicialmente el material es viscoso y maleable, necesita de moldes rígidos que lo contengan y conformen durante el fraguado, por lo tanto, el interés adicional en el hormigón está en que se lo puede moldear a voluntad obteniendo un elemento monolítico de consistencia pétreo.

Consecuencia de su origen pétreo, el hormigón exhibe una conducta que se distingue esencialmente por su capacidad resistente frente a esfuerzos de compresión, mientras que su resistencia a tracción, cortante y flexión es prácticamente inapreciable; esta falencia dio pie al desarrollo de una técnica que consiste en la inclusión de varillas de acero con el propósito de hacer frente a estos esfuerzos en los que el hormigón es deficiente; al hormigón armado se lo considera como un material mixto, y se lo profundizará posteriormente.

En la actualidad la fundición en hormigón simple no es común en la construcción, generalmente se relaciona al hormigón con el acero para realizar un trabajo conjunto de resistencia, y así cada material ocuparse diferenciadamente de esfuerzos específicos, sin embargo, si los esfuerzos predominantes son de compresión, su uso puede estar perfectamente justificado.

Los sistemas estructurales aptos para trabajarse en hormigón simple son: por adaptación de su forma, como la utilización en arcos, cúpulas y bóvedas, y los sistemas que trabajan por dispersión de esfuerzos, generalmente estamos haciendo referencia a estructuras laminares de placas portantes, sistemas de láminas plegadas y cascarones.

El hormigón, exige un encofrado y una cimbra, capaces de sustentar el peso del hormigón fresco y sus empujes laterales, por eso, debido al limitante económico, el encofrado limitará al hormigón a formas poliédricas sencillas o a superficies regladas de curvatura ligera.

Como en el muro “Crushed Wall” de Cornwall, la inversión en las labores de encofrado, disminuyen la ventaja económica del hormigón, de todas formas resulta más económico que el mismo elemento labrado en piedra.



Imagen 66: Tipos de hormigón
Infografía de autor.

Construcción con hormigón en masa:



Imagen 67: Muros de contención con hormigón en masa. Sistema laminar de placas portantes.
Crushed Wall, Heartlands, Cornwall, Inglaterra, 2012, Walter Jack.
<https://aajpress.files.wordpress.com/2012/03/crushedwall-7-photo-credit-simon-burt.jpg>



Imagen 68: Muros de contención con hormigón en masa. Sistema laminar de placas portantes.
Crushed Wall, Heartlands, Cornwall, Inglaterra, 2012, Walter Jack.
<https://aajpress.files.wordpress.com/2012/03/crushedwall-5-photo-credit-simon-burt.jpg>

1.3.1.3 Piedras Naturales.

1.3.1.3.1 Piedra.

La piedra natural hace referencia a un material sólido que se extrae directamente de la corteza terrestre, y que en su proceso de fabricación no interviene el hombre, la piedra está compuesta por aleaciones de minerales en distintas proporciones; existe una gran variedad de piedras naturales con distintas características de aspecto y diferentes propiedades físicas y mecánicas, y se las puede distinguir en función de su constitución mineralógica, composición química, según su estructura, su yacimiento o su origen.

Según su origen las piedras se clasifican en:

Piedras ígneas:

De origen volcánico, se originan por la solidificación del magma volcánico, sus propiedades dependen de la velocidad de enfriamiento del magma, las piedras ígneas más utilizadas en construcción son el granito y el basalto.

Piedras sedimentarias:

Se forman en depósitos sedimentarios en el fondo del mar, lagos, ríos o grandes masas de tierra, las piedras sedimentarias más utilizadas en la construcción son la caliza y la arcilla.

Piedras metamórficas:

Son el producto de la cristalización de rocas ígneas o sedimentarias debido a la acción de altas temperaturas o grandes presiones al interior de la corteza terrestre, las piedras metamórficas más utilizadas para la construcción son los mármoles y las pizarras, y por lo general tienen un propósito estético, y no tanto resistente.

La piedra es familiar al hombre desde sus orígenes, como elemento inherente al entorno natural, los primeros refugios fueron cuevas, que sirvieron como medio de defensa frente a las inclemencias del clima, y protección contra los depredadores.

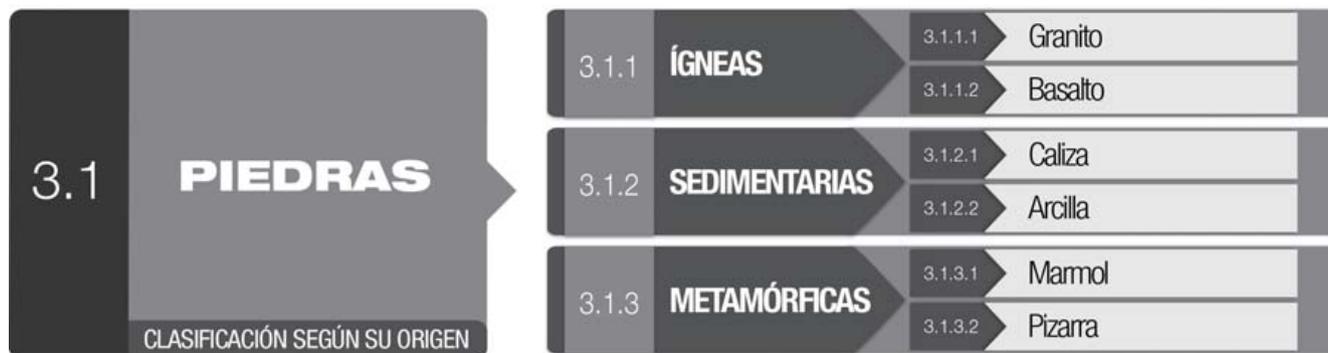


Imagen 69: Clasificación de las piedras según su origen
Infografía de Autor.

La piedra ha estado presente en la arquitectura prehistórica, como elemento constructivo fundamental, es indiscutible el papel protagónico que el hombre le ha asignado a través de la historia, aprovechando su versatilidad la utilizó desde la fabricación de herramientas, hasta la construcción de obras monumentales y suntuarias.

La piedra se considera indeleble, incorruptible, inmune al paso del tiempo, es símbolo de resistencia, es imponente por su peso y exige poco o nada de mantenimiento; el amplio repertorio de tipologías nos brinda gran diversidad de propiedades, colores y texturas.

Para las antiguas civilizaciones, la piedra fue un elemento fundamental en el establecimiento de la conciencia religiosa. Su absoluta inmutabilidad escenifica un poder que trasciende la permanencia física, símbolo del vínculo sagrado entre el cielo con la tierra; originariamente consignada para la fabricación de templos, donde su presencia denota nobleza, digna de los Dioses, hoy se lo prefiere para la arquitectura de instituciones, donde la materia ancestral representa estabilidad y firmeza.

La piedra ofrece buena capacidad resistente frente a esfuerzos de compresión, por el contrario su resistencia a tracción es pequeña, no solo porque la piedra normalmente adolece de este efecto, sino porque cualquier junta vertical es incapaz de garantizar resistencia frente a tracción; por lo tanto se confiará en su masividad para alcanzar la estabilidad.

Las formas tradicionales de paredes ahusadas, contrafuertes y el uso de capiteles responden a un principio técnico más que formal, es evidente la necesidad de que la piedra pueda transmitir cargas sin introducir esfuerzos de tracción, cortantes o flexión.

Construcción con piedra:



Imagen 70: Construcción con piedra. Sistema laminar de placas portantes. Vivienda en Ritka, Ritka, República Checa, 2011, Studio Pha. http://images.adsttc.com/media/images/50e5/932b/b3fc/4b32/7e00/00ca/large_jpg/Photo_05.jpg?1413927038



Imagen 71: Construcción con piedra. Sistema laminar de placas portantes. Vivienda en Ritka, Ritka, República Checa, 2011, Studio Pha. http://images.adsttc.com/media/images/50e5/9328/b3fc/4b32/7e00/00c9/large_jpg/Photo_06.jpg?1413927033

La piedra es apropiada para la conformación de muros vistos donde se apareja debidamente, frustrando la continuidad de las juntas horizontales y donde el material delata la verdad de su robustez.

Su empleo es acertado en aquellos elementos donde interese la masa, el peso, y sobre todo la resistencia a compresión: por lo tanto los sistemas estructurales aptos para su utilización son por adaptación de su forma: arcos, cúpulas y bóvedas, y los sistemas que trabajan por dispersión de esfuerzos, sistemas de muros portantes, es decir estructuras laminares de placas resistentes.

Debido a su masividad, la piedra es inevitablemente pesada, lo que ha provocado que, actualmente se la

utilice en formatos de espesor reducido, solamente como revestimiento, el que, se puede diseñar de manera que se adapte a cualquier forma, característica que deja nuevamente manifiesta la versatilidad y generosidad del material, aunque en este caso, desperdicia su potencial resistente.

La piedra como material estructural, exige muros anchos, que además de su presencia formal consigna aislamiento térmico y acústico a la construcción, son además, buenos aislantes eléctricos y resistentes al fuego; su propia voluminosidad afianza al objeto arquitectónico, ligándolo físicamente al terreno, su carácter simbólicamente expresa estabilidad, solidez e invariabilidad.

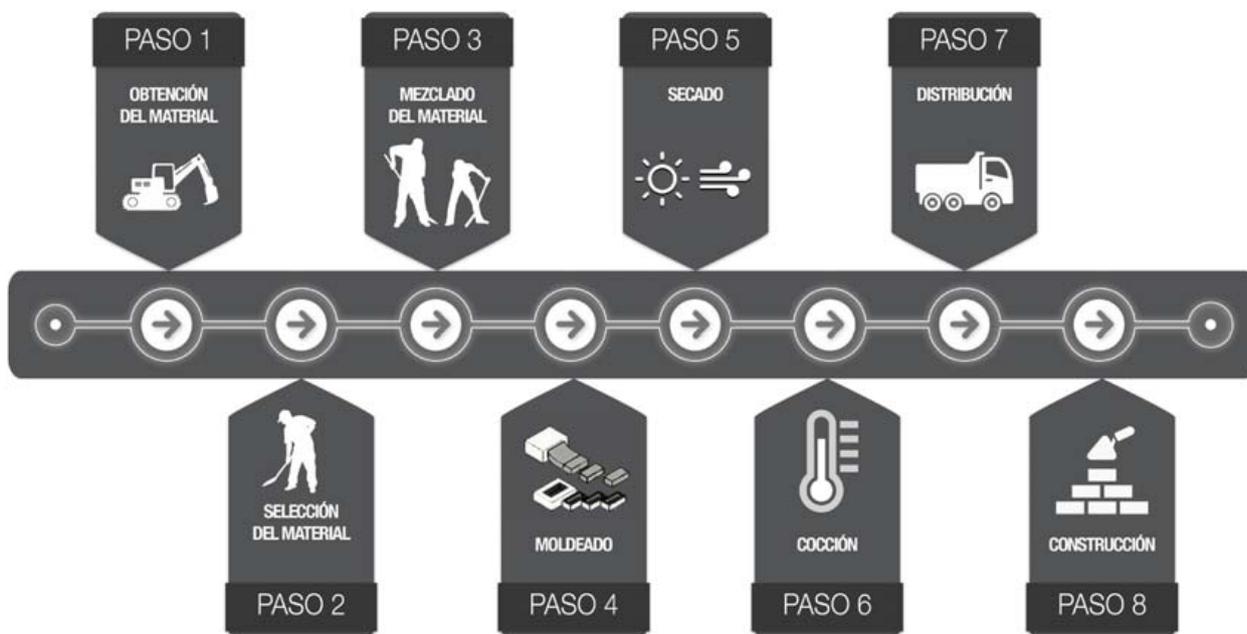


Imagen 72: Proceso de fabricación del ladrillo cerámico. Infografía de Autor

1.3.1.4 Piedras Artificiales.

1.3.1.4.1 Ladrillo.

“El ladrillo es el primer material creado por el dominio de la inteligencia humana sobre los cuatro elementos: tierra, aire, agua y fuego.

Este material, tan dócil y humano presenta características y morfología, en sus fábricas, netamente específicas y totalmente diferentes de las de las piedras naturales.” (Torroja, 2007)

El ladrillo nace de la arcilla, que a su vez es el resultado de la descomposición natural de rocas que contienen feldespato, obteniendo granos diminutos en el que su color depende directamente de su composición, es higroscópico, y cuando entra en contacto con el agua aumenta de volumen y adquiere consistencia plástica, lo que le confiere maleabilidad en estado saturado.

El primer paso para la fabricación del ladrillo es la extracción del material arcilloso, luego se procede a la selección del mismo mediante tamizaje.

Posteriormente se procede con la fase de maduración y homogenización, en donde se eliminan del material rocas, materia orgánica, terrones, y se desintegran las partículas de mayor tamaño, para finalmente humedecerlo y brindarle consistencia plástica.

Cuando la mezcla de arcilla ha alcanzado el grado de maleabilidad deseado se lo moldea, ya sea manualmente o por medio de equipos extrusores, aquí el ladrillo adquiere la geometría deseada.

La fase de secado en las fábricas artesanales se suele realizar a cielo abierto, mientras que en las industrias se utilizan hornos de secado que utilizan aire caliente, en los que la temperatura está debidamente controlada para evitar cualquier variación brusca de temperatura



Imagen 73: Construcción con ladrillo cerámico.
La Giralda, campanario de la Catedral de Santa María de la Sede de la ciudad de Sevilla, Andalucía, España, s. XII d. C.
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/93/La_Giralda_August_2012_Seville_Spain.jpg

que provoque cambios perjudiciales de volumen y a su vez fisuras en las piezas, este proceso de secado puede tomar entre 24 y 48 horas dependiendo del tipo de ladrillo.

Finalmente se realiza la cocción en hornos que manejan temperaturas entre 800°C y 1300°C aquí las piezas adquieren rigidez, impermeabilidad y resistencia.

Como parte del proceso de optimización y abaratamiento de producción, ésta, debe ejecutarse en serie, procurando la regularidad tanto formal como dimensional, lo que en consecuencia nos deja una variedad tipológica forzosamente reducida.

“Sin embargo, la gran variedad de dibujos y efectos que los artistas de otros tiempos, y en especial los mudéjares, supieron lograr para sus frogas con un elemento tan monótono y rígido en sus dimensiones, es solo comparable a la belleza que el poeta obtiene ajustándose en sus versos a la rigidez de un metro” (Torroja, 2007), pero no fue su condición de aparejo la única peculiaridad que proporcionó posibilidades creativas, no podemos olvidarnos del color, que brinda una riqueza de matices que van desde el ocre neutro y pálido, pasando por los tonos rojizos hasta los marrones oscuros, lo que ha ayudado a identificar no solamente obras emblemáticas, sino en ciertos casos a ciudades enteras.

Junto con la construcción en tierra, el uso del ladrillo en la construcción es milenario y se puede afirmar que el ladrillo ha acompañado al hombre como uno de los materiales más importantes de su tradición constructiva; la materia prima, estuvo siempre a la mano, tan evidente que no hubo casi necesidad de descubrirla.

Posiblemente el azar de un incendio, o tal vez la exposición prolongada al fuego de las piezas de

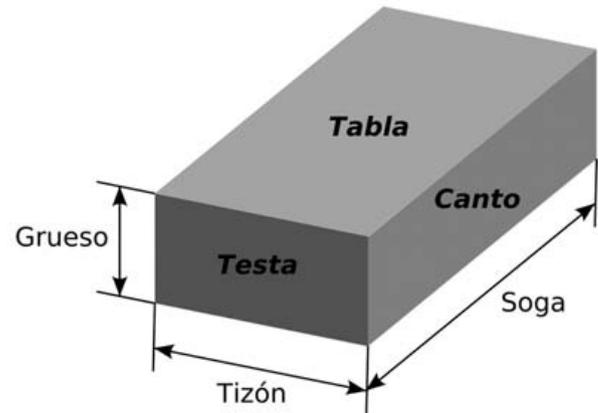


Imagen 74: Partes del ladrillo cerámico.
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/49/Nomenclatura_ladrillo.svg/1280px-Nomenclatura_ladrillo.svg.png

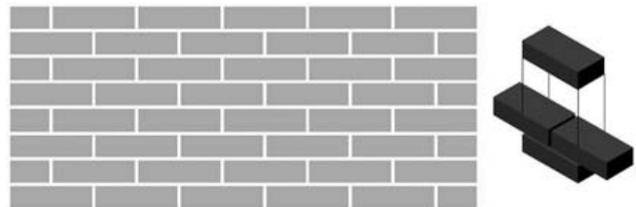


Imagen 75: Aparejo de ladrillo a soga.
<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d3/Soga.JPG>

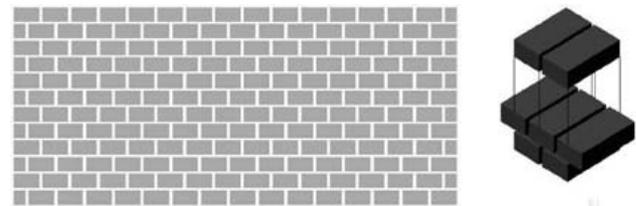


Imagen 76: Aparejo de ladrillo a tizón.
<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f1/Tizon.JPG>

adobe que se utilizaban para sostener sobre ellos la leña del hogar, nos llevó a este feliz hallazgo casual e imprevisto.

Su historia se remonta al neolítico pre-cerámico (9500 a. C.), generalmente en sitios en donde escaseaba la madera y la piedra. Los sumerios y babilonios utilizaron el adobe; sin embargo, para reforzar sus muros y murallas, hacia los extremos, los recubrían con ladrillos cocidos, por ser estos más resistentes.

Su presencia en las construcciones en la antigua Mesopotamia y Palestina fue manifiesta, en Sumeria y Babilonia, se utilizaron ladrillos secados al sol para levantar zigurats, palacios y murallas, fue un material conocido y utilizado por constructores persas, chinos y romanos arraigando su presencia prácticamente en todas las culturas del mundo.

En la edad media, en el imperio bizantino, al norte de Italia, en los Países Bajos y en Alemania, y en general en cualquier otro lugar donde no hubiera a la mano piedra y madera, los constructores valoraron el ladrillo por su facilidad de obtención, sus características resistentes y simplicidad constructiva.

El material prevaleció en el renacimiento y fue llevado a América por los colonos, aunque los indígenas americanos de las civilizaciones prehispánicas ya conocían los bloques de adobe secados al sol.

Su bajo peso y escaso volumen sugieren ser los adecuados y convenientes para permitir al hombre manipular una pieza con una sola mano, se piensa que el ladrillo es una unidad modular diseñada para conveniencia del ser humano; pero realmente su tamaño está limitado por las condiciones de fabricación, no se utilizan formatos más grandes, con el fin de evitar fisuras en las etapas de secado y cocción, sin duda las dimensiones reducidas de una

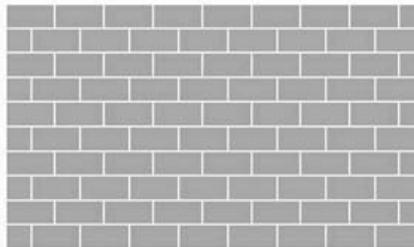


Imagen 77: Aparejo de ladrillo a panderete.
<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0f/Panderete.JPG>

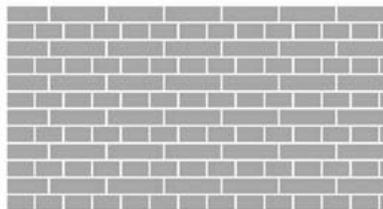


Imagen 78: Aparejo Inglés.
<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fe/Ingles.JPG>

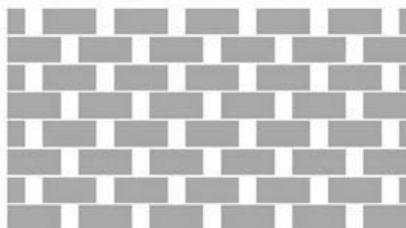


Imagen 79: Aparejo Palomero.
<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cd/Palomero.JPG>

pieza no responden a una optimización de rendimiento constructivo o económico.

Las tipologías estructurales factibles con este material son tres, podemos construir arcos y cúpulas de ladrillo, es decir elementos que resisten por adaptación de su forma, y también se pueden plantear muros que conformarían sistemas laminares de placas resistentes, es decir sistemas de superficie activa, y finalmente se pueden plantear placas curvas, bóvedas, placas plegadas y cascarones, es decir sistemas de superficie activa.

Cada pieza de ladrillo tiene forma un paralelepípedo rectangular, cada una de sus dimensiones reciben el nombre de sogá, tizón y grueso, así mismo, cada una de sus caras reciben el nombre de tabla, canto y testa.

El comportamiento en conjunto de las piezas unidas formando una unidad se debe al aparejo, que se caracteriza por interrumpir la continuidad vertical de las juntas entre piezas, existen una gran variedad de aparejos, permitiendo romper la monotonía dimensional de los ladrillos, agregándole riqueza expresiva a la fábrica en conjunto.



Imagen 80: Construcción con ladrillo. Sistema laminar de placas cilíndricas plegadas.
Iglesia Cristo Obrero y Nuestra Señora de Lourdes, Atlántida, Canelones, Uruguay, 1952-1960, Eladio Dieste.
http://static.wixstatic.com/media/8d29ef_5ce5d8b4975ccd45617db4cb8874c2f6.jpg_1024



Imagen 81: Construcción con ladrillo. Sistema laminar de placas cilíndricas plegadas.
Iglesia Cristo Obrero y Nuestra Señora de Lourdes, Atlántida, Canelones, Uruguay, 1952-1960, Eladio Dieste.
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/59/Iglesia_At%C3%A1ntida_Dieste_2.jpg

1.3.2 Metales.

Aunque el metal es un material muy antiguo, su utilización en las estructuras es relativamente reciente, a ciencia cierta no se conoce la fecha en la que se descubrió la técnica para la obtención del hierro a partir de la fusión de minerales, pero existen vestigios arqueológicos que dan fe de la utilización del metal para la fabricación de utensilios y herramientas desde el antiguo Egipto (3000 a. C.).

A lo largo de la historia en diferentes lugares y civilizaciones los metales han sido materiales trascendentales para la supervivencia y desarrollo de las culturas.

Su alta resistencia en comparación con otros materiales de construcción, permiten tener piezas de sección reducida, por lo que, los metales a pesar de tener un peso específico mucho mayor, alcanzan una ligereza que antes no se pudo conseguir con los materiales

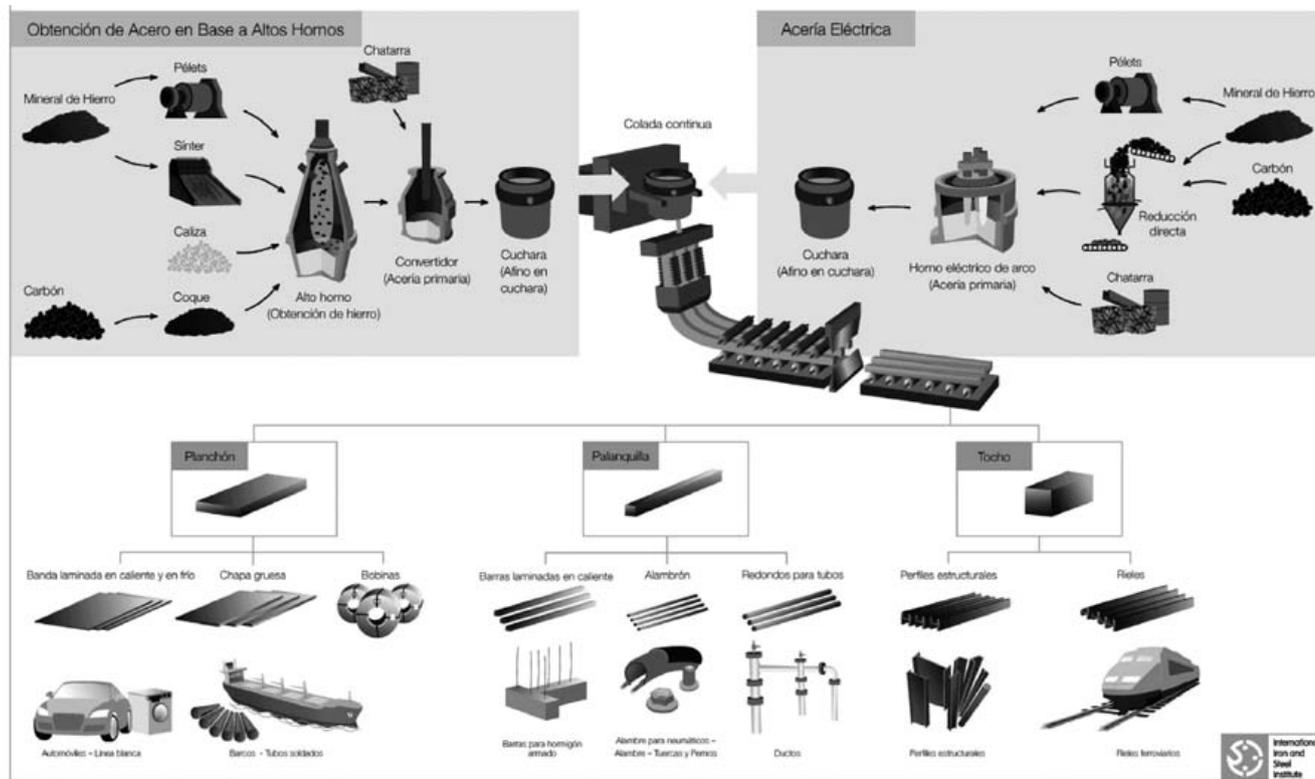


Imagen 82: Procesos comunes para obtención de elementos de acero. (International iron and Steel Institute)
<http://2.bp.blogspot.com/-8pceREaMQf8/UX2A0thmdHI/AAAAAAAAB8M/LusG1PQkWhE/s1600/Proceso+sider%C3%B3gico.gif>

tradicionales, sus ventajas son muchísimas: su alta resistencia, su capacidad a resistir tracción, su aptitud de admitir menores secciones, su sencillez y agilidad de ejecución, su posibilidad de reciclaje, su capacidad de soportar mayores luces y transparencia en los diseños, y su versatilidad constructiva son algunas de las ventajas que podemos reconocer de manera general .

Sin duda las características mecánicas ligadas a su alta resistencia son el motivo de que este material haya tomado un papel protagónico e insustituible en la historia de la construcción, como ejemplo, el acero es un material isotrópico, es decir, que su comportamiento es muy similar en diferentes direcciones de carga y frente a diferentes tipos de esfuerzo, lo que le permite enfrentarse a la compresión, tracción, cortante, torsión y flexión con similar consistencia.

Los metales son vulnerables frente a dos agentes principalmente: los medios oxidantes, que afectan principalmente a su durabilidad y a su aspecto, y al fuego; es posible mitigar de cierta manera su condición de riesgo a través de revestimientos y productos aditivos protectores que en cierto grado mejoran las características del metal frente a estos elementos, situación que implica un componente de mantenimiento necesario de considerar para salvaguardar el adecuado funcionamiento de la estructura y preservar su durabilidad.

Por lo general los metales requieren mayor tecnología tanto en su fabricación y producción, así como en su empleo, y al poseer unas propiedades tensionales muy distintas a los materiales tradicionales, su tipología constructiva ha permitido desarrollar distintas configuraciones formales y espaciales para la arquitectura, gracias a las cualidades resistentes de este material; las edificaciones pueden ser más altas y salvar mayores luces, lo que demuestra que

el material crea la técnica, y a su vez la técnica determina la forma, provocando que incluso que en el caso del acero se confunda entre tipología estructural y el tipo arquitectónico, así mismo, estas posibilidades de nuevas formas estructurales llegan a determinar la estructura mínima, contando con piezas de gran esbeltez y conjuntamente con la utilización del vidrio, llegando a la transparencia máxima.

Las tipologías estructurales aplicables con los metales son: sistemas por adaptación de su forma: tanto arcos como cables, sistemas por división de esfuerzos, todo tipo de cerchas y mallas espaciales, sistemas por sección transversal: vigas, pórticos y estructuras reticulares, sistemas por dispersión de esfuerzos: estructuras laminares, y estructuras en altura, incluso a raíz de su utilización a gran escala aparecen los nuevos tipos arquitectónicos: el rascacielos, los espacios diáfanos y las fachadas ligeras.

El movimiento moderno debe muchos de sus preceptos y alcances, a las posibilidades que se abrieron debido a la versatilidad y resistencia del metal.

1.3.2.1 Hierro Fundido.

Cronológicamente la técnica de fundición apareció primero que la técnica del acero laminado, el hierro fundido tiene una densidad muy alta, y su resistencia a compresión es muy grande, superando la resistencia de cualquier material tradicional utilizado con anterioridad, y aunque su resistencia frente a tracción supuso un cambio significativo en el comportamiento mecánico de los materiales constructivos, ya que superaba notablemente a otros materiales, ésta es mucho menor y no brinda la confiabilidad que tiene su resistencia frente a compresión; sin embargo esto no implica que en el s. XIX el acometimiento del hierro fundido no haya supuesto un revuelo en el medio

tecnológico, constructivo y arquitectónico, ya que estas nuevas cualidades resistentes acompañadas de las posibilidades que proporcionaba el vidrio, permitieron desarrollar nuevas tipologías arquitectónicas y estructurales: las grandes luces, las edificaciones en altura y los espacios diáfanos se constituyeron como los planteamientos innovadores y emblemáticos de la construcción moderna.

En el hierro fundido, la resistencia a compresión y la resistencia a tracción no son iguales, su comportamiento no es perfectamente elástico, lo que quiere decir que su respuesta frente a deformaciones producidas por compresión aumentan más rápidamente que el incremento de carga, y al producirse la descarga conserva deformaciones remanentes, que aunque se consideran pequeñas, pueden ser apreciables.

El hierro fundido se caracteriza por tener un coeficiente de dilatación térmico elevado, es altamente sensible a la humedad por su vulnerabilidad frente a los agentes oxidantes, así como, es significativa su debilidad frente al fuego.

Una de las características singulares del hierro fundido es que previamente se lo moldea confiriéndole la forma que se desee, particularidad que comparte con el hormigón, la forma de las piezas de acero fundido se ven afectadas directamente por su proceso de fundición a altas temperaturas, con la inevitable retracción por enfriamiento, lo que trae consigo limitaciones tanto dimensionales como formales en las piezas.

Las uniones de elementos de hierro fundido se han ejecutado mayormente con pasadores, pernos o remaches, solución técnica que ha aportado significativamente a su característica estética y su aspecto tecnológico de finales del siglo XIX; estas



Imagen 83: Construcción con hierro fundido. Sistema por división de esfuerzos: cerchas curvas.
Estación de trenes St. Pancras, Londres, Inglaterra, 1869, W. H. Barlow.
Salva una luz de 73.00 metros, con un peralte de 1.80 metros.
<http://salon-9elements GmbH.netdna-ssl.com/system/files/545fb0/3d342b8285c6000087/inside.jpg>

uniones siempre han sido más aptas para enfrentarse a la compresión y al cortante que a la tracción, y aunque existen nuevas y mejoradas técnicas de soldadura para el hierro fundido, estas mejoras técnicas no han influido en las limitaciones estructurales propias del material.

Aunque se pueden encontrar ejemplos en los que se han conseguido piezas de una esbeltez considerable, las estructuras de hierro fundido nunca podrá igualarse a las de acero laminado, su aptitud resistente propia es frente a esfuerzos de compresión, es decir para configuraciones estructurales mucho más robustas y pesadas.

El hierro fundido puede emplearse para proponer estructuras bajo los criterios de sistemas resistentes

por adaptación de su forma, al poder generar arcos de hierro fundido, también son factibles los sistemas resistentes por división de esfuerzos, al permitir plantear cerchas y mallas, y se pueden proponer estructuras resistentes por su sección transversal, para vigas y en general estructuras en base a pórticos.

El planteamiento de las nuevas tipologías arquitectónicas de espacios continuos está absolutamente determinada por la técnica constructiva y el diseño estructural, es indispensable subrayar que dentro de la evolución arquitectónica a lo largo de la historia, se evidencia que las innovaciones más significativas están siempre vinculadas con el desarrollo tecnológico de los materiales y sus técnicas constructivas, así como el progreso en el campo de las tipologías estructurales, de aquí el argumento en el cual la arquitectura moderna basa sus soluciones formales en una geometría comprensible y precisa, separada de los frecuentes problemas de “estilo”, y posibilita de esta manera direccionar su valor a su eficiencia, situación que se persigue no solamente en el sentido estructural, sino también en el aspecto espacial, funcional e integrador.



Imagen 84: Construcción con hierro fundido. Sistema por división de esfuerzos: cerchas curvas.
Gran Hotel México, México D. F., México, 1895-1899, Daniel Garza.
https://pausaid.files.wordpress.com/2014/03/8642837772_065a9fc388_o.jpg



Imagen 85: Construcción con hierro fundido. Sistema por división de esfuerzos: cerchas curvas.
Gran Hotel México, México D. F., México, 1895-1899, Daniel Garza.
http://pre11.deviantart.net/a43c/th/pre/i/2012/036/5/d/gran_hotel_de_la_ciudad_de_mexico_vintage_by_mgorbea-d4oqvzp.jpg

1.3.2.2 Acero laminado.

El acero laminado es el material que por sus atributos mecánico-resistentes ha desafiado a todo el resto de materiales constructivos, presumiendo de un comportamiento estructural óptimo, así como una supremacía resistente frente a todo tipo de esfuerzo, por mucho tiempo ha amenazado con reemplazar a otros materiales y monopolizar el campo de las estructuras, y aunque es muy improbable que lo logre, porque estéticamente no ha conseguido hasta hoy, expresar valores semejantes a los de la piedra, la madera o el ladrillo, sin embargo permanece irremplazable en la ejecución de grandes alturas y de grandes luces en la construcción.

El acero requiere de una mayor tecnología para su fabricación, demanda del alto horno, donde sometido a altas temperaturas es fundido en grandes lingotes, que posteriormente irán al proceso de laminación, donde se calientan a una temperatura que facilite su deformación dentro de una cadena de cilindros a presión llamado tren de laminación, aquí se va transformando el acero en los diferentes perfiles que comercialmente se pueden conseguir.

El tipo y la forma de los perfiles responden directamente a la optimización tensional frente a los esfuerzos predominantes a los cuales se enfrentará una pieza, por eso el tipo de perfil, así como sus características dimensionales son determinantes a la hora de elegir las para su ubicación dentro de un proyecto, importará su forma, sus medidas, su sección transversal, su peso, y su longitud, como consecuencia del proceso se adoptan secciones abiertas, es decir I, C, H, U, G, que permiten unirse para obtener perfiles compuestos, puesto que las secciones cerradas no son factibles de conseguir por simple laminación.

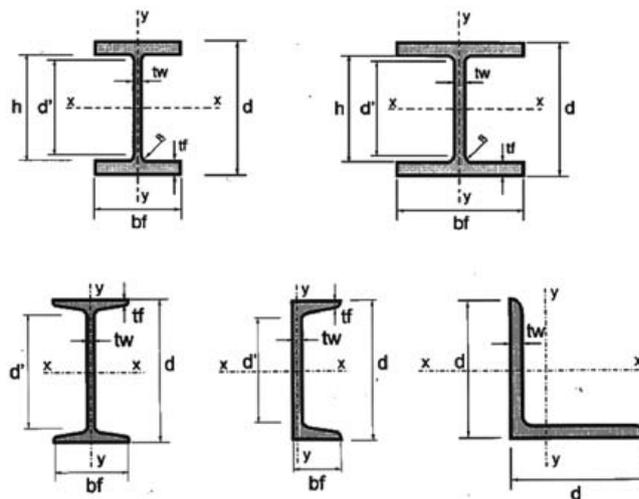


Imagen 86: Secciones estructurales de Acero.
<http://webdelprofesor.ula.ve/nucleotrujillo/americanab/01-introducion/1-11-1.gif>



Imagen 87: Construcción con acero laminado. Sistema de estructuras de pórticos y retículas de vigas.
 Casa Farnsworth, Plano, Illinois, Estados Unidos, 1945-1951, Ludwig Mies Van der Rohe.
http://2.bp.blogspot.com/_tkGD5qZs5-Y/TTG0HrdQnZI/AAAAAAAAABA4/hhOZFtkCP4/s1600/0046a%2Bfotos%2Btemporal%2B1144.jpg

El diseño de las piezas está impuesto por su forma de trabajo frente a los esfuerzos principales que sustenta, además de las posibilidades tecnológicas que ofrece el material, donde nuevamente la eficiencia estructural lleva al desarrollo de nuevos arquetipos que persiguen eficacia, integridad y economía; la optimización de recursos materiales a través del entendimiento del funcionamiento de las estructuras y las interrelaciones entre los elementos conformantes del sistema constructivo.

“En el acero, es su tenaz resistencia lo que predomina, sus aristas las que nos hieren, su potente ligereza la que nos subyuga. Es, en el conjunto estructural, donde puede buscarse su belleza; nunca en sus piezas ni en las calidades aparentes de su superficie.” (Torroja, 2007)

El acero es el material más costoso y el más pesado por unidad de volumen, pero al mismo tiempo el que ofrece mayor potencial resistente, y a pesar de su coste, sus características mecánico-resistentes permiten desarrollar secciones relativamente esbeltas conservando la rigidez necesaria, es decir, que invierten menor cantidad de material, y por ende, son económicas y factibles para las estructuras, sin embargo, el acero es el material de más estricto determinismo morfológico, como resultado del proceso de laminación, continuamente restringido a una cantidad específica de alternativas tanto formales como dimensionales, de las cuales el proyectista no puede huir.

Una de las grandes ventajas que presenta el acero laminado es la de manifestar grandes deformaciones de pre-rotura, cualidad que se constituye como la base de la eficacia y la seguridad que brinda el material para las diferentes soluciones, tanto geométricas formales, así como constructivas; esta ductilidad hace también que el material sea óptimo para utilizarse en zonas de



Imagen 88: Construcción con Acero Laminado (Envoltente de fachada). Estructura reticular, resistencia por su sección Transversal. Edificio Seagram, New York, Estados Unidos, 1958, Ludwig Mies Van der Rohe.

https://static1.squarespace.com/static/54f736c6e4b04864be30173d/561d54b7e4b0b5f8adc5ec3c/561d54e0e4b0245b1868b706/1445805191961/_64A8227.Z_5.S.jpg

alta sismicidad, ya que la deformación manifiesta de los elementos estructurales sirven de aviso previo a un colapso.

“Puede asegurarse que el acero ideal para las construcciones no es el hidalgo de las espadas toledanas, cuyo duro temple, si le permitía curvarse con elegante cortesía, le obligaba a quebrarse antes de aceptar un doblez. Es, por el contrario, el que, sin merma de su fortaleza, acepta el trabajo de la lima, del punzón o de la taladradora; y el que, ante un exagerado esfuerzo, sabe ceder con prudencia, y amoldarse a una forma que le permita redistribuir sus tensiones para mejor soportar la carga, manteniendo firme su tenacidad aún en el momento extremo de obligarle a rendirse.” (Torroja, 2007)

La humedad no afecta al acero desde el punto de vista deformacional, no se presentan deformaciones higroscópicas, ni diferidas, pero siempre los agentes oxidantes serán un inconveniente en los metales, afectando directamente a su durabilidad; en el acero el coeficiente de dilatación térmica es elevado, y su mayor enemigo es el fuego; por lo tanto la estructura demandará de un tratamiento previo y un posterior mantenimiento periódico, lo que se traduce en un sobrecosto de ejecución, y un gravamen de servicio en el proyecto.

Finalmente, es preciso mencionar la importancia que tienen las uniones dentro de este sistema constructivo, inicialmente, como herencia del hierro fundido se propusieron uniones roblonadas, empernadas y remachadas; posteriormente se desarrolló el enlace por soldadura, permitiendo uniones a tope, por solape, con cordones transversales o longitudinales respecto a la dirección del esfuerzo principal que soporta la pieza, incluso en planos oblicuos; sin duda la soldadura ofrece ventajas frente a los otros tipos de unión: la transmisión de tensiones, el ahorro de material, la continuidad



Imagen 89: Construcción con Acero Laminado (Envolvente de fachada). Estructura reticular, resistencia por su sección Transversal. Edificio Seagram, New York, Estados Unidos, 1958, Ludwig Mies Van der Rohe.
<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/b3/01/4e/b3014e6f52f052a3af08f85bc2b7aaab.jpg>

estructural, sin embargo la soldadura produce estados tensionales anormales debidos a las deformaciones térmicas del propio proceso de soldadura, situación que deberá contemplarse, asegurándose que la ejecución de este tipo de uniones se la realice con mano de obra calificada, sujeta a un adecuado control de ejecución, y previo a la admisión de cargas, la correspondiente prueba de control de calidad; por consiguiente, tanto el proyectista como el constructor, han de conocer y entender la técnica de unión por soldadura, para no exponerse a fracasos.

1.3.2.3 Aluminio.

El aluminio es un metal no ferromagnético, que además es el tercer elemento más abundante en la corteza terrestre después del oxígeno y del silicio, por lo tanto, es el material de construcción más abundante en la naturaleza.

El aluminio se obtiene del óxido de aluminio (Al_2O_3), que habitualmente está en una proporción entre el 30% al 60% en un mineral llamado bauxita que se descubrió el en s. XIX en una localidad francesa llamada Les Baux.

Quizás, el motivo principal para que el aluminio no haya ocupado un espacio de mayor protagonismo en el ámbito constructivo y estructural, radica en el alto costo energético y medioambiental que su producción implica, proceso que normalmente se divide en dos etapas: la separación del óxido de aluminio a partir de la bauxita, y la subsiguiente electrolisis.

En cierto grado este inconveniente se suple por su aptitud de reciclaje a bajo coste, su amplia vida útil y la relativa estabilidad que ha tenido su precio en las últimas décadas, y, aunque la economía deseable de este material para que sea competitivo con el acero en la producción arquitectónica no se ha podido alcanzar, cabe mencionar que el 54% de la producción mundial de aluminio se destina para el campo de la edificación, situando al aluminio como un material calificado y procedente dentro del campo constructivo, ya que permite disminuir el desperdicio, producir con calidad y propiciar la permanencia, dando paso a una arquitectura sostenible, conveniente y responsable.

A inicios del s. XIX la producción de aluminio llegó a ser tan costosa, que se lo considero como un metal precioso, comparado con el oro o el platino, (durante la Exposición Universal de 1855 se expusieron unas

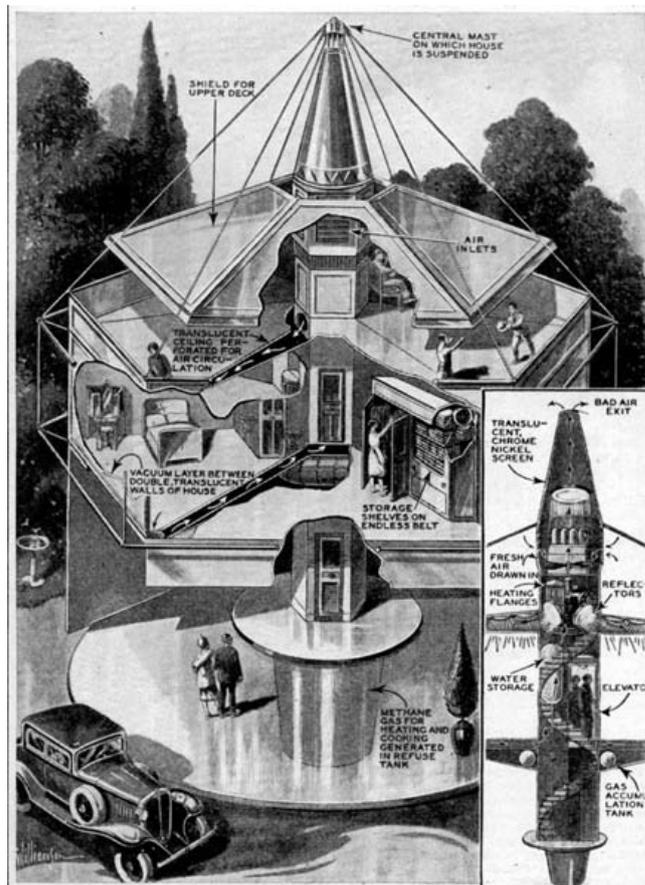


Imagen 90: Construcción con Aluminio. Estructura reticular, de núcleo central. Dymaxion House, Chicago, Estados Unidos, 1929, Richard Buckminster Fuller. http://images.adsttc.com/media/images/51f0/501e/e8e4/4e94/e500/013b/large_jpg/%C2%A9_The_Estate_of_R._Buckminster_Fuller__via_myipamm.net.jpg?1374703641

barras de aluminio junto a las joyas de la corona de Francia).

Será el desarrollo de diferentes métodos de extracción y producción a finales del s. XIX, los que deprecien el material en más de un 90%, y lo vuelvan asequible, viable y apropiado para el campo constructivo, logrando que sea hoy en día, el metal no férreo con mayor volumen de producción a nivel mundial.

Por motivos medioambientales, y económicos, el aluminio se empezó a reciclar desde 1960, alcanzando en la producción a partir de la chatarra un costo energético de apenas un 5% del que normalmente se utiliza para su extracción a partir de la bauxita.

No obstante, contrario al vertiginoso desarrollo del aluminio a lo largo del siglo XX, este no ha conseguido sobresalir ni a identificarse dentro de un sistema estructural constructivo, limitándose a copiar soluciones desarrolladas para el acero, sin alcanzar una expresión y actitud propia o característica. Desafortunadamente el aluminio solamente se identifica como un material secundario utilizado en las carpinterías y fachadas ligeras.

Una de las grandes ventajas del aluminio es su capacidad de extrusionarse, lo que le ha permitido desarrollar una gran variedad de secciones, aunque las verdaderas posibilidades arquitectónicas del aluminio aún están por descubrirse, por ahora, los arquitectos dependen de la producción industrial, que generalmente plantea recursos eficaces desde el punto de vista resistente, pero deberían proponerse satisfacer demandas constructivas, estéticas y creativas.

El aluminio posee un conjunto de propiedades que lo hacen conveniente en diversos ámbitos de aplicación, desde la construcción, pasando por la aeronáutica y el automovilismo, hasta la conservación

de alimentos, entre las cualidades fundamentales de este material podemos nombrar: su densidad baja (aproximadamente la tercera parte de la del acero, 2700 kg/m³), su alta resistencia a la corrosión, con aleaciones adecuadas se mejora sensiblemente su resistencia mecánica, su ductilidad y maleabilidad lo que le concede la capacidad de extruirse con relativa facilidad, es prácticamente inalterable ante el ataque de un gran número de sustancias químicas, es buen conductor de la electricidad y del calor, tiene una gran afinidad con el oxígeno: se oxida rápidamente formando una capa de alúmina que lo protege de la corrosión. Por todo ello es el segundo metal más utilizado en el mundo después del acero.

Sin embargo igual que todos los metales su punto débil es el fuego, a pesar de ser un material incombustible, su alta conductividad térmica, su coeficiente de dilatación alto (es aproximadamente el doble que el del acero), y su punto de fusión muy bajo (658°C), lo vuelven muy vulnerable frente al fuego, lo que provoca que alcance un colapso inminente en caso de incendio.

Dentro de la arquitectura, las características que más interesan son su ligereza, su resistencia a la corrosión, y su extrusionabilidad. Los principales usos en arquitectura son: perfiles extruidos para acristalamiento exterior, perfiles extruidos para recubrimiento de fachadas e interiorismo, chapas lisas, grecadas o impresas para la construcción de fachadas ventiladas o cubiertas, perfiles para uso estructural, paneles sándwich, paneles fundidos o moldeados también para fachadas, lamas para protección solar, tejidos para protección solar, paneles termo-conformables, aislantes termo-reflectantes, tubos y conductos, encofrados ligeros y aditivos para la fabricación de hormigón celular.

Por lo tanto, el aluminio es apto en prácticamente cualquier aspecto que la arquitectura lo requiera,

desde la estructura hasta las instalaciones.

“Es ese material que, por las condiciones que plantea, exige del arquitecto un sabio entender, un resolver, cada vez más necesario. La precisión de corte que permite, la dificultad de soldado en obra, su delicadeza superficial... exigen de quien proyecta una pericia que sólo puede tener su origen en un buen saber y ordenar. Si no es así, el material lo delata.

Para quienes confiamos en que la construcción no es diseño sino resolución, los múltiples productos del aluminio abren las puertas al ejercicio de esa convicción exigiéndonos, a su vez, de un saber que va más allá del manejo del catálogo y enlaza con los inicios y los orígenes de esta profesión. Aquellos que nos sitúan en los comienzos del saber material, del conocimiento industrial, del buen hacer... y que, haciéndolo, nos comprometen con esa forma de ser arquitecto que tiene que ver con el devenir de las cosas y el acontecer social.” (García-Solera, 2006)



Imagen 91: Construcción con Aluminio. Sistema mixto de estructuras de pórticos y láminas plegadas, resistencia por su sección transversal y por superficie.
 Casa de aluminio en Sakurajosui, Setagaya-ku, Tokio, Japón, 1997-2000, Toyo Ito. Fotografía Tomio Ohashi.
<http://image.slidesharecdn.com/dfaluminumhousetoyoito-100720225357-phpapp02/95/df-aluminum-housetoyoito-4-728.jpg?cb=1279666801>

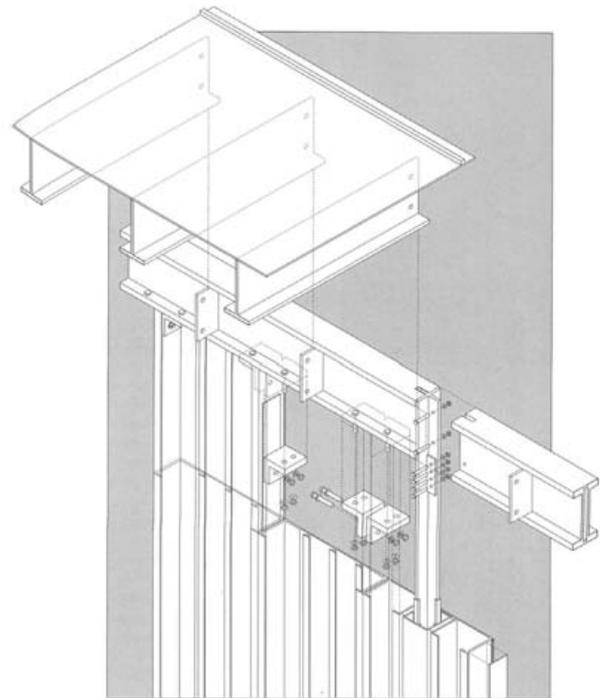


Imagen 92: Construcción con Aluminio. Sistema mixto de estructuras de pórticos y láminas plegadas, resistencia por su sección transversal y por superficie.
 Casa de aluminio en Sakurajosui, Setagaya-ku, Tokio, Japón, 1997-2000, Toyo Ito.
 Revista Tectónica – monografías de arquitectura, tecnología y construcción, N°22, Aluminio, pág. 43, ATC Ediciones S. L., Madrid España, 2006.

1.3.3 Orgánicos.

1.3.3.1 Madera.

La madera, es uno de los primeros materiales en utilizarse con fines estructurales en la historia de la humanidad, la experiencia manifiesta en su obtención, manipulación, transformación, así como, el posterior desarrollo de métodos constructivos con madera, son milenarios, y por un período muy amplio de tiempo, se estableció como el material más significativo en el perfeccionamiento constructivo y el florecimiento de la arquitectura ancestral; evidencia de esto es, que incluso cuando la madera fue sustituida por nuevos materiales, se conservaron y adaptaron muchas de sus soluciones constructivas, claros ejemplos de esta afirmación se encuentran en los órdenes clásicos y en los sistemas constructivos populares.



Imagen 93: Ejemplo de aplicación de la madera. Estructura del Pabellón de Japón para la EXPO Sevilla'92, diseñada por Tadao Ando.
<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/2c/5f/38/2c5f38a198d2032abf37a5de68846006.jpg>

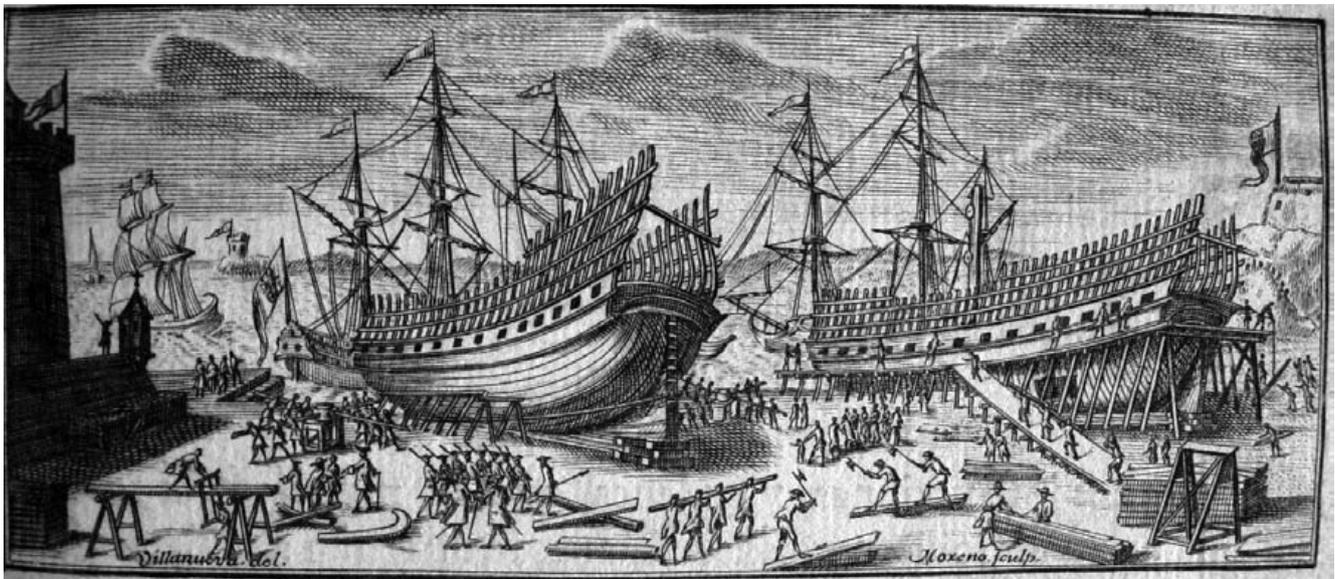


Imagen 94: Ejemplo de aplicación de la madera. Construcción de embarcaciones, astillero de Ferrol, España.
<http://3.bp.blogspot.com/-M0iAbt2jHVk/VEgaYcnNhGI/AAAAAAAAJns/ZcQmQ3DRYMY/s1600/ferrol%2Bastillero.jpg>

A lo largo de la historia, la madera, ha ostentado su versatilidad y adaptabilidad, constituyéndose como el material constructivo más polivalente utilizado por el hombre; el abanico de posibilidades para su utilización permite tener desde estructuras portantes hasta armas, se lo ha utilizado para construcción de cerramientos, acabados interiores, mobiliario, pisos, cubiertas, carpinterías, para el cimbrado y encofrado del hormigón, también sirvió como materia prima para la construcción de puentes, muelles, puertos y embarcaciones, ha estado presente en la industria automotriz, aeronáutica y marítima, se lo emplea en la fabricación de lámparas, objetos, herramientas, instrumentos musicales, escultura y arte, incluso en la industria informática, al iniciar la era de los computadores personales en 1976 el primer computador personal de Apple tuvo una carcasa de madera.

Sus propiedades mecánicas-resistentes, y su espléndida versatilidad han jugado un rol decisivo para que en diversos campos se elija la madera como material, además la gran variedad de maderas existentes permite elegir entre una amplia gama de posibilidades cromáticas y texturas.

La madera por naturaleza tiene una direccionalidad fuertemente marcada, determinada por el sentido longitudinal de sus fibras, las mismas que provocan que sus propiedades mecánicas y físicas sean distintas según la dirección en la que se realiza el corte para la obtención de una pieza: axial, radial o tangencial.

Dentro de las numerosas ventajas que se pueden apreciar en la madera podemos nombrar:

- Su extracción requiere un bajo costo energético y su puesta en obra es inmediata.
- Facilidad para corregir los defectos que puedan aparecer durante la ejecución y puesta en obra.



Imagen 95: Ejemplo de aplicación de la madera. Escultura tallada a mano, il Pensiero, Peter Demetz, Italia, 2011
<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/ed/0d/22/ed0d220c8b1dd3faea22af3cf7c19634.jpg>

- Producción bajo condiciones sostenibles para el medio ambiente.
- Es el único recurso natural renovable dotado de buenas propiedades estructurales.
- Excelente comportamiento frente a flexión.
- Relación muy favorable entre peso y resistencia.
- Alta resistividad térmica junto a una inercia térmica muy apreciable.

- Cuenta con propiedades que permiten la absorción acústica.
- Oferta de un amplio abanico de densidades y resistencias características.
- Gran número de especies y tipos de madera, con color y textura características y bien diferenciadas.
- Disponibilidad de adhesivos y medios de unión de alta calidad y aplicaciones múltiples.
- Su flexibilidad permite grandes deformaciones antes del colapso.
- Sísmicamente funciona favorablemente frente a cambios bruscos de esfuerzos, siempre que trabaje dentro de las cargas admisibles.

Sin embargo la madera también cuenta con importantes puntos débiles, entre los que podemos mencionar:

- Requiere un riguroso proceso de selección y extracción.
- La técnica de aserrado exige cortes adecuados y precisos.
- Posterior a su extracción y corte, requiere de un proceso de secado y tratamiento, según la finalidad de la pieza.
- Su durabilidad se ve directamente afectada por su sensibilidad a los cambios de humedad, y los cambios de temperatura, así como por el ataque de xilófagos.
- Es altamente sensible a la degradación por la acción de los rayos del sol.

- Al ser un material orgánico es vulnerable frente a la acción de organismos vivos (bacterias, líquenes, insectos y hongos).
- Requiere de un mantenimiento periódico.
- La madera es altamente inflamable.

Indudablemente, en la actualidad se han desarrollado tratamientos y procedimientos que reducen estos inconvenientes, pero siempre suponen un costo adicional que deberá considerarse para la adecuada aplicación del material.

No se puede ignorar el hecho de que la madera es un material orgánico, y está sometido a los principios invariables de la naturaleza, por lo que, a través de otros organismos consumidores (bacterias, líquenes, insectos y hongos), la materia que un día estuvo viva se transforma en materia inorgánica.



Imagen 96: Ejemplo de despiece en un tronco madera.
<http://monoculodesign.com/wp-content/uploads/2013/12/Artist-Vincent-Kohler-shows-how-a-tree-is-used.-600x468.jpg>

1.3.3.2 Bambú / Guadúa.

La guadúa es una especie nativa de los países de clima tropical ligadas a la cuenca del río Amazonas y las regiones andinas, pertenece a la misma familia botánica de los bambúes, tanto bambú como guadúa son plantas gramíneas de características únicas que las diferencian de la madera, específicamente en la guadúa, el grosor de su tronco varía según la especie entre 10 cm. y 30 cm., mientras que la altura que pueden alcanzar fácilmente supera los 20 metros, la naturaleza concibe en esencia un material predispuesto a la esbeltez, que, asociado con un tronco hueco e interpuesto por nudos separados entre 10 cm. y 20 cm., presenta un comportamiento óptimo frente a pandeo; su relación peso-resistencia, y su capacidad frente a flexión, superan incluso a algunos tipos de madera.

La planta del Bambú es originaría del Asia, aunque se lo puede encontrar en otras regiones del mundo, existen más de 1200 especies de esta gramínea perenne gigante, su ciclo de crecimiento es mucho más rápido que el de la madera, la especie llamada Guadúa que se puede encontrar en Ecuador es la *Angustifolia Kuntw*, especie propia de regiones de Ecuador, Colombia y Venezuela.

El bambú es un material tan versátil como la madera, se lo puede utilizar para la fabricación de herramientas, instrumentos musicales, textiles, papel, e incluso para la construcción de estructuras, se conoce también que en algunos países asiáticos se lo consume como alimento o se lo utiliza como planta medicinal.



Imagen 97: Guadúa.
<http://confidencialcolombia.com/images/cms-image-000049387.jpg>



Imagen 98: Construcción con guadúa. Sistema mixto de mallas espaciales y arcos apuntados.
 Iglesia sin religión, Cartagena, Colombia, 2002, Simón Vélez.
<http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-265878/arquitectura-en-bambu-la-obra-de-simon-velez/51ae2a47b3fc4b225b0000b7-arquitectura-en-bambu-la-obra-de-simon-velez-foto>

Cuando la finalidad de la guadúa es estructural, normalmente debe esperarse a que cumpla una edad de entre 4 a 6 años para cosecharla, necesita un riguroso proceso de corte, selección, secado y tratamiento, con el propósito de garantizar un comportamiento mecánico adecuado.

A través del diseño, se podrá proteger de la radiación solar, así como de la humedad, y como material orgánico debe tratarse frente al ataque de insectos y hongos.

La selección de las piezas de guadúa estructural, suele ser muy exigente, verificando la ausencia de deformaciones iniciales, irregularidades en su sección transversal, así mismo, será importante rechazar las piezas que presenten fisuras perimetrales en los nudos o fisuras longitudinales paralelas al eje longitudinal del elemento, se desecharán piezas que tengan evidencia de ataque de xilófagos, hongos, o que hubiesen iniciado un proceso de pudrición.

La solución de las uniones de piezas suele ser el mayor inconveniente en la construcción con guadúa, actualmente se han encontrado soluciones de unión con materiales auxiliares como el hormigón, el acero, o fibras artificiales, buscando siempre garantizar la transferencia de esfuerzos y la rigidización de los nudos.

Las tipologías estructurales adaptables con guadúa son: sistemas por adaptación de su forma: principalmente arcos, más comunes son los sistemas por división de esfuerzos, todo tipo de cerchas y mallas espaciales, sistemas por sección transversal: vigas, pórticos y estructuras reticulares.



Imagen 99: Construcción con guadúa. Sistema mixto de mallas espaciales y arcos apuntados. Iglesia sin religión, Cartagena, Colombia, 2002, Simón Vélez. <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-265878/arquitectura-en-bambu-la-obra-de-simon-velez/51ae2a47b3fc4b225b0000b7-arquitectura-en-bambu-la-obra-de-simon-velez-foto>

1.3.4 Materiales mixtos.

1.3.4.1 Hormigón armado.

El papel protagónico del hormigón armado en la arquitectura y en la construcción en los últimos años es incuestionable, incluso, se podría afirmar que el hormigón armado es el material más importante de construcción de las últimas décadas, a pesar de ser también el material más técnico utilizado por el hombre en la construcción de elementos estructurales.

Históricamente, el mérito de la invención del hormigón armado recae en las patentes de las jardineras prefabricadas por el francés Joseph Monier en 1867, a pesar de un gran número de experiencias, pruebas e intentos previos, como por ejemplo: John Smeaton en 1759-1774 utilizó escoria de hierro machacada en la mezcla del hormigón para el faro de Eddystone en Inglaterra, Fleuret en 1807, James Frost en 1822, R. de Charleville en 1824, Fox y Barret en 1844, Louis Lambot en 1849, William Wilkinson en 1854, Coignet en 1861, Cecil D. Elliot en 1865, entre otros.

El sistema constructivo en hormigón armado heredó del tapial el encofrado de madera, y las pautas constructivas de la mampostería sin armar; en sus orígenes representó una revolución en la manera de concebir las estructuras, y a pesar de que inicialmente se constituyó como un caso de escepticismo y desconfianza entre los constructores, progresivamente se abrió camino y forjó su reputación de un material resistente, trabajable, renuente frente al fuego, y de ágil ejecución, pero sobre todo, destacó por brindar una libertad formal antes desconocida y hasta entonces desconocida en el campo arquitectónico.

“El hormigón otorga la posibilidad de acceder a la forma a través de la ambición proyectual, la pureza técnica y los cálculos precisos; su imagen final es la transcripción



Imagen 100: Primer puente de hormigón armado. Castillo de Chazelet, Francia, 1875, Joseph Monier. Luz de 13.80 m. http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Monier

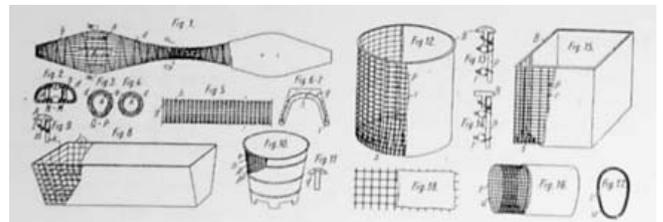


Imagen 101: Dibujos explicativos de la patente alemana de hormigón armado, 1880, Joseph Monier. Grinda Efrén, (1996). Tectónica 3 – Hormigón (I) “In situ”, pág. 4, Madrid, España, ATC Ediciones.

hecha realidad de unas fórmulas científicas cuyo control depende de ensayos y pruebas.” (Pérez Arnal, 1995)

“A finales del s. XIX el Hormigón aporta nuevos esquemas estructurales, la utilización de la retícula estructural de losas, vigas y columnas de hormigón, revoluciona la concepción estructural que había hasta la fecha, reduciendo los elementos resistentes hasta llegar al esqueleto portante.” (Barrera Peñafiel, 2007)

De esta manera, el hormigón define una tipología estructural y una tecnología constructiva masivamente extendida en el mundo, y particular de la tectonicidad de gran parte de la obra del siglo XX.

Lo fascinante del hormigón armado es que, se constituye como un nuevo material constructivo, cuyo comportamiento es completamente diferente que el del hormigón en masa o el del acero, a pesar que, los dos materiales que lo componen conservan sus características mecánicas y leyes de comportamiento.

En general, se puede afirmar que, el acero suministra al hormigón de la fibra necesaria para enfrentarse a la tracción y sobrellevar la flexión, mientras que, el hormigón a más de proteger el acero, le provee de la masa que éste demanda para conservar su forma cuando aparezcan esfuerzos de compresión.

“El hormigón armado es una piedra orgánicamente construida, dentro de cuya masa el complejo tendinoso de la armadura se distribuye óptimamente, se dosifica para prestar al hormigón la resistencia a la tracción que necesita en cada punto, y se orienta y se refuerza según las exigencias del plexo tensional previsto. Es, por eso, el material más técnico de todos” (Torroja, 2007), por lo tanto, el hormigón tiene la capacidad de designar diferenciadamente el componente que resiste, en función de las exigencias tensionales que internamente la sección demande.

Aunque exteriormente, no es posible diferenciar el hormigón en masa del hormigón armado, sus comportamientos son totalmente diferentes.

Inicialmente surgió un gran escepticismo en el medio de la construcción, factor que ralentizó su fácil asimilación y aceptación como material estructural.

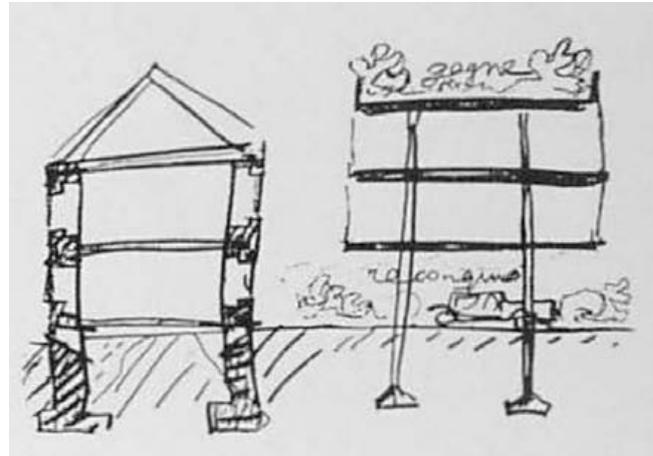


Imagen 102: Esquema comparativos de la construcción con muros de carga y la estructura reticular de hormigón armado, 1930, Le Corbusier. Grinda Efrén, (1996). Tectónica 3 – Hormigón (I) “In situ”, pág. 9, Madrid, España, ATC Ediciones.

“El hormigón armado es el único material cuyo comportamiento estructural no puede enjuiciarse por los solos valores somáticos aparentes, puesto que el alma resistente, que es la armadura, se oculta en su interior, y hay que imaginarla dando a la piedra clásica un nuevo vigor y una tenacidad desconocidos en los engendros de la naturaleza inorgánica” (Torroja, 2007).

Exceptuando casos especiales, las varillas de refuerzo que se colocan dentro del hormigón, no necesitan un sistema de enlace adicional a la adherencia que se logra con las corrugas de las varillas, que garantizan una superficie de rozamiento cuando el hormigón ha endurecido, muchas veces por situaciones de geometría se suelen disponer ganchos en los extremos del refuerzo para brindar anclaje sobre todo en zonas traccionadas. Normalmente cuando se han utilizado recubrimientos adecuados a las condiciones de exposición a las que se encontrará el elemento estructural en su condición de servicio, estos medios de adherencia y anclaje favorecen la transmisión de esfuerzos entre hormigón y armadura de acero.

La alcalinidad del hormigón sostiene un ambiente adecuado para la inoxidabilidad del acero, brindando al material así formado, excelentes condiciones de durabilidad.

“Teniendo el hormigón y el acero coeficientes de dilatación sensiblemente diferentes, poseyendo el hormigón unas deformaciones higroscópicas y una retracción inicial que no tiene en absoluto el acero, y siendo diferentes sus comportamientos tensionales, es necesario recurrir a otros fenómenos de adaptabilidad y a explicaciones, que tanto tienen de sutiles como de obtusas, para demostrar que el acero va a mantenerse dentro del hormigón sin roturas ni deslizamientos relativos. El hecho es que, el hormigón y el acero se mantienen unidos como un sólido único, gracias a ese conjunto de características no elásticas, a esas condiciones de adaptabilidad, de capacidad de distensiones locales y hasta de microfisuraciones y recristalizaciones en la pasta, sin rotura propiamente dicha”. (Torroja, 2007)

En el proceso de fraguado del hormigón, éste sufre una retracción que provoca compresiones en las armaduras; además el hormigón cambia de temperatura y exuda el contenido de humedad de la mezcla en un proceso relativamente lento, que de alguna manera amortigua las consecuencias que podrían resultar perjudiciales para el conjunto, de esta manera, no se alcanzan roturas nocivas, siempre y cuando la proporción de armadura dentro del elemento, los anclajes, los recubrimientos y muchos otros detalles se encuentren cumpliendo las recomendaciones recogidas en las normativas, que generalmente son consecuencia de la práctica y la experimentación.

Por eso la importancia de cumplir con las especificaciones y recomendaciones establecidas en las normativas, referente a las cuantías, disposiciones, separaciones, ganchos, anclajes, dobleces y

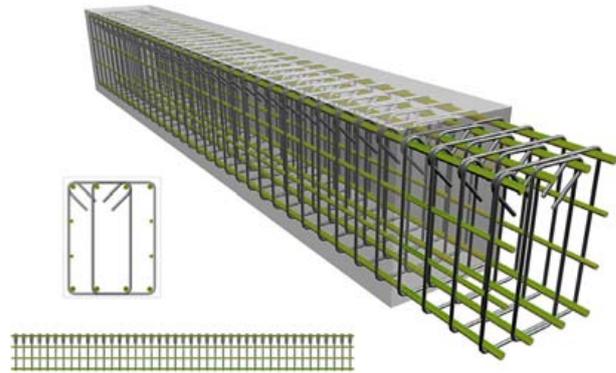


Imagen 103: Tecnología del hormigón armado.
<http://debug.pi.gr/BookimagesEn/00540.jpg>

recubrimientos para la colocación del refuerzo dentro del hormigón.

Y, aunque las restricciones de normativa sean sustanciales para el buen funcionamiento del material, al mismo tiempo brinda libertades proyectuales tanto de forma como de dimensiones, así como de cantidad y disposición del refuerzo, lo cual implica el no responder a un catálogo de secciones comerciales como suele hacerse en el acero, sino, elegir y detallar las condiciones de conformación estructural, buscando por un lado las posibilidades formales y expresivas del material, y por otro lado la optimización de recursos, la facilidad de ejecución y puesta en obra.

Por lo tanto, el hormigón armado se elabora con la intención de que las armaduras de refuerzo resistan las tracciones, mientras que el hormigón se encarga de las compresiones, por lo que las armaduras de refuerzo son elementos lineales esbeltos previstos para trabajar a tracción y geoméricamente nulos frente a la posibilidad de pandeo, alcanzando de esta forma un balance económico para el conjunto: poco

acero muy resistente a tracción y mayor cantidad de hormigón (más económico) para la compresión.

Es importante entender que el potencial del acero de refuerzo no está limitado por su límite de fluencia, sino por la posibilidad de aparición de fisuras y desprendimientos del hormigón que lo envuelve.

Aunque se trabaje bajo las recomendaciones que imponen las normativas, y se garantice un adecuado control de calidad tanto de materiales así como de ejecución de la obra, es imposible conseguir un hormigón libre de fisuras, la mayor o menor cantidad de fisuras dependerá de la cuantía de acero que se disponga, del reparto adecuado de los refuerzos, las separaciones previstas entre varillas así como la utilización de diámetros reducidos, logrando muchas veces que las fisuras que aparecen no sean apreciables; de todas formas éstas se harán presentes, y, mientras no permitan la oxidación de los refuerzos, o comprometan la integridad del elemento, las fisuras serán un efecto que el proyectista deberá sobrellevar, y que, al no ser evitables, desde el punto de vista meramente estético, pueden ser disimulables.

Será esta fisuración el principal impedimento para no utilizar aceros de alta resistencia, que hoy en día pudiesen economizar la construcción, pero con el cual el hormigón no promete compatibilidad y sincronía.

Las tipologías estructurales factibles con hormigón armado son: sistemas por adaptación de su forma: arcos, bóvedas, cúpulas; sistemas resistentes por sección transversal: vigas, pórticos, estructuras reticulares y estructuras de losas; sistemas por dispersión de esfuerzos: estructuras laminares, sistemas de láminas plegadas, estructuras de membranas y de cascarones; y sistemas estructurales para edificación en altura; constituyéndose en el material que más tipologías estructurales adopta.



Imagen 104: Construcción en hormigón armado, sistema mixto (por sección transversal y por dispersión de esfuerzos), estructura laminar y pórticos. Koshino House, Ashiya, Hyogo, Japón, 1983-1984, Tadao Ando. <https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/47/24/fb/4724fb2f1b63dfd078eda5db72edd5ad.jpg>



Imagen 105: Construcción en hormigón armado, sistema mixto (por sección transversal y por dispersión de esfuerzos), estructura laminar y pórticos. Koshino House, Ashiya, Hyogo, Japón, 1983-1984, Tadao Ando. http://gonzalopmartos.com/wp-content/uploads/2013/10/5939132050_116d03953e_o.jpg

1.3.4.2 Hormigón pretensado.

Últimamente ha surgido un interés por prefabricar los elementos de hormigón armado, disminuyendo de este modo el costo que impone el encofrado y mejorando el control de calidad en su producción, este proceso ha cambiado notablemente el carácter y las variables del sistema constructivo; debido a que la pre-fabricación esta comúnmente asociada a la técnica del hormigón pretensado, aprovecharemos para tratar los dos sistemas conjuntamente.

El hormigón pretensado consiste en incluir un refuerzo de acero a manera de un tendón, el cual recibe una tensión inicial antes de fundir el hormigón, la posición de este tendón se planificará de manera que se ubique en la zona en la que se solicitará el elemento a tracción, de esta forma compensando esfuerzos iniciales de compresión con esfuerzos de sollicitación a tracción; se debe diferenciar del hormigón pos-tensado cuyo refuerzo recibe tensión después de fraguado el hormigón, y por lo el método constructivo no es el mismo, y las condiciones tensionales son distintas; y aunque se ha generalizado el uso del término pretensado para ambas técnicas desde el punto de vista estructural, se deben considerar como dos técnicas diferentes.

Quizás la técnica del pretensado sea la más táctica, así como la más complicada de las maneras de poner a trabajar conjuntamente al hormigón con el acero, y aunque en sus inicios la técnica supuso un coste elevado de mano de obra, hoy en día ya no es tan marcada; sin embargo la precisión y delicadeza que implica el tensionar adecuadamente los tendones dentro de su cavidad previo al fraguado, solamente es viable al elaborarse en taller y bajo los controles adecuados, lo que impone la consideración del transporte dentro de los componentes económicos del rubro.

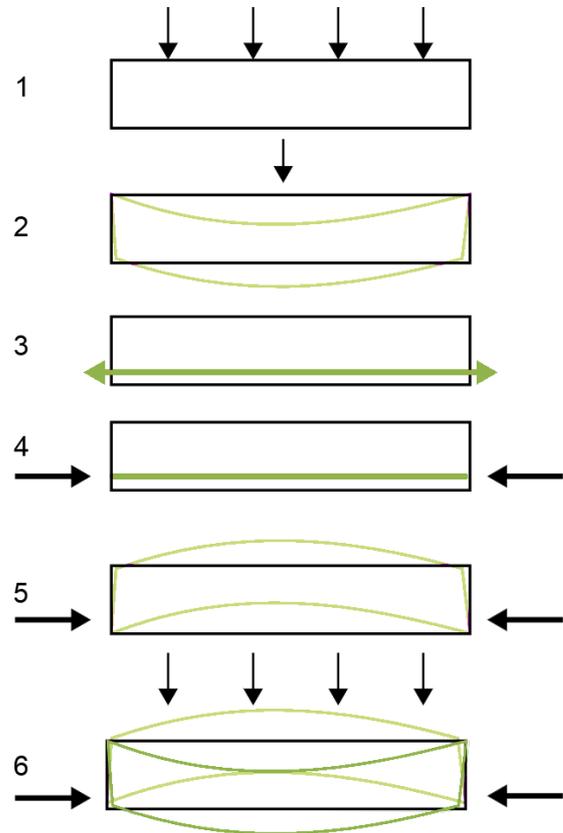


Imagen 106: Tecnología del hormigón pretensado.

1. Esquema de cargas sobre la viga.
2. Deformación normal a flexión en la viga.
3. Tensión en el refuerzo ubicado en la zona traccionada.
4. Compresión impuesta en el hormigón.
5. Deformación inicial impuesta por la pretensión del tendón.
6. Compensación de deformaciones entre la pretensión y la sollicitación

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1a/Prestressed_concrete_en.svg

Actualmente las nuevas tecnologías han facilitado que esta técnica gane terreno, perfeccionando sus operaciones e industrializando su producción, para obtener los beneficios y ventajas que la técnica ofrece.

El acero que se utiliza para el hormigón pretensado no es el mismo que se utiliza para las varillas de refuerzo, su límite elástico es mucho más alto, y los tendones se conforman a través del trefilado en diámetros muy reducidos, alcanzando mayores resistencias y por lo tanto una relación costo-resistencia conveniente.

Su gran límite elástico le permite alargarse más, y de esta manera soportar las retracciones y deformaciones lentas que sufre el hormigón en su proceso de endurecimiento, bajo las compresiones que los tendones imponen al elemento.

Uno de los principales problemas que debe afrontar esta técnica, se relaciona con la posibilidad de anulación, sea total o parcial, de la pre-tensión que se ha introducido en el acero, por efecto de la retracción y deformación lenta que puede sufrir el hormigón en el proceso de fraguado y posteriormente sometido a la compresión que el tendón le impone, por tal motivo, desde los cálculos iniciales deberá considerarse las propiedades visco-plásticas del hormigón, lo que implica que el tiempo sea una variable a considerar dentro de la técnica del pretensado.

Independientemente del trabajo que cumpla la pieza de hormigón pretensado, y de los esfuerzos que se produzcan, la tracción en el acero y la compresión en el hormigón, propios del pretensado se puede mantener gracias a la adherencia que existe entre el hormigón y el refuerzo, por tal motivo se recomienda utilizar diámetros pequeños y de esta forma aumentar la superficie específica de contacto, si no es posible disponer armaduras delgadas, siempre se puede recurrir al uso de piezas de anclaje especiales que con el tiempo se han ido desarrollando para este material.

Lo interesante de esta técnica es que manifiesta una resistencia a tracción aparente en el hormigón, y es únicamente ficticia, porque realmente las tracciones

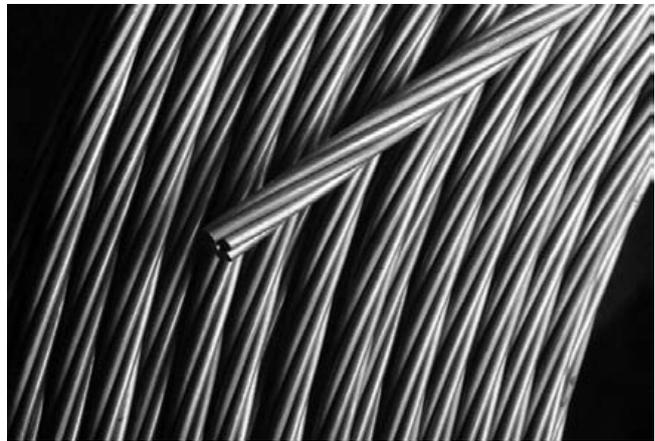


Imagen 107: Tipología de refuerzo usado para el pretensado. Torón de acero trefilado.
<http://www.herpaco.com.ar/fotos/prp17rtaeij64k8755mss16s01o971.jpg>

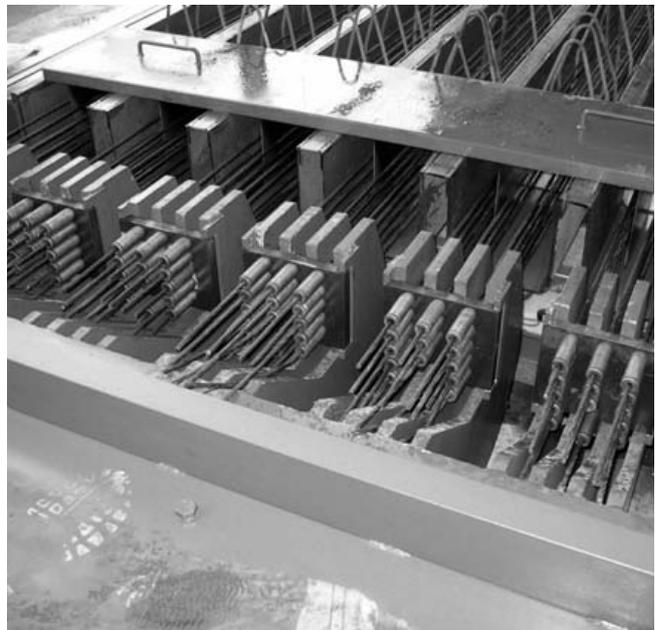


Imagen 108: Tipología de refuerzo usado para el pretensado. Torón de acero trefilado.
<http://www.herpaco.com.ar/fotos/prp17rtaeij64k8755mss16s01o971.jpg>

se superponen a las compresiones iniciales inducidas por la pre-tensión, así que realmente son únicamente descompresiones; además, al no existir realmente tracciones se aleja el peligro de fisuración en el hormigón; incluso si se llegase a superar la capacidad a tracción del material y aparecieran fisuras, al descargar el elemento, el acero, siempre que siga en régimen elástico, induce la compresión en el hormigón y cierra nuevamente las fisuras.

Cuando se diseñan elementos de hormigón pretensado o pos-tensado, hay que considerar dos aspectos, el primero es que los tendones no se pueden curvar, y el segundo es que se debe considerar no solo el estado tensional de trabajo, si no que deberá considerarse también la situación de esfuerzos inicial, es decir, al momento de tensar el tendón y antes de entrar en servicio, donde muchas veces el elemento se ve expuesto a estados tensionales inversos a los de la sollicitación de trabajo; dichas consideraciones pueden incluso modificar la geometría seccional de la pieza al momento de diseño.

Al fabricar los elementos en taller, se puede controlar de mejor manera el proceso, tanto en la calidad de los materiales como en el proceso de mezclado, vertido, vibrado y curado del hormigón, de igual forma, existe mejor control de las condiciones térmicas y de humedad, mejorando las facultades de resistencia, impermeabilidad, durabilidad, ductilidad, economía, precisión dimensional, e incluso de aspecto.

Todas estas ventajas que la pre-fabricación implica, traen consigo el problema del transporte, la colocación y los sistemas de enlace entre piezas de hormigón, problema que en el hormigón “in situ” no existen; constituyéndose éste como el punto débil del sistema constructivo, ya que los problemas suelen concentrarse en las zonas de enlace, generalmente se suelen prever esperas metálicas y juntas frías entre hormigón



Imagen 109: Montaje de elementos prefabricados y pretensados. Colocación de una viga pretensada de un puente.
<http://www.gruasyequiposgarcia.com/wp-content/uploads/2012/11/DSC07116.jpg>

endurecido y hormigón fresco, que se conforman como zonas en las que no habrá como evitar la fisuración.

Obviamente la estructura no puede fabricarse en taller, para luego transportarla y colocarla en su sitio, como si de un mueble se tratase, sin embargo en todas las técnicas constructivas algo de pre-fabricación existe (las varillas de refuerzo se fabrican, cortan y doblan antes de colocarla en el encofrado de la pieza, los ladrillos y piezas cerámicas se pre-fabrican antes de colocarlos en obra, que decir de la perfilería metálica, etc.).

Para el hormigón se empieza a notar la tendencia de pre-fabricación, sobre todo por el impulso que la técnica de pretensado le ha dado, y actualmente por la economía que implica, el ahorro de mano de obra “in situ”, y la supresión de encofrados y cimbras.

La clave de factibilidad para la pre-fabricación radica en la reutilización de los moldes, buscando un gran volumen de producción de elementos del mismo tipo, forma y dimensiones, es decir, la necesidad de la modulación, estandarización e industrialización de la construcción.

Los tamaños de los elementos que se pueden prefabricar generalmente están limitados por los medios de transporte, y equipos necesarios para su colocación.

Con todo lo expuesto, es claro porque no es únicamente un sistema constructivo diferente, sino, debe considerarse como un material diferente, que obligan desde la concepción misma del proyecto a plantearlo acorde a sus condiciones tectónicas.

Las posibilidades del hormigón pretensado, en cuanto a las tipologías estructurales son: sistemas resistentes por sección transversal: vigas, pórticos, estructuras reticulares y estructuras de losas; sistemas por dispersión de esfuerzos: estructuras laminares, sistemas de láminas plegadas, estructuras de membranas y en general elementos que estén sujetos a tracción; de igual forma sistemas estructurales para edificación en altura.

Esta somera revisión de las nociones estructurales fundamentales, así como, de los diferentes materiales utilizados como estructuras, pretenden establecerse como un recordatorio de lo que el proyectista debe tener en su memoria el momento de diseñar, no como un limitante, sino más bien como una herramienta que permita resolver lógica y racionalmente la arquitectura.

El proyectista, cuanto más familiarizado esté con estos principios básicos, más preparado estará para discernir entre las posibilidades de solución a un problema, no solo desde el punto de vista constructivo, sino también expresivo y funcional; por lo tanto, el conocimiento amplía la capacidad creativa, agudiza el criterio e impulsa la lógica y la razón como medios de organización, planificación, expresión y solución óptimos y apropiados.



Imagen 110: Construcción en hormigón pretensado, sistema por sección transversal conformando pórticos. Cais das Artes, Bahía de Suã, Vitoria, Brasil, 2011, Paulo Mendes da Rocha, João Eduardo de Gennaro y METRO Arquitectos Asociados.
http://images.adsttc.com/media/images/512c/84c1/b3fc/4b11/a700/de1e/large_jpg/1324958735-1324475885-cais-cam4-final-1000x571.jpg?1414247449



Imagen 111: Construcción en hormigón pretensado, sistema por sección transversal conformando pórticos. Cais das Artes, Bahía de Suã, Vitoria, Brasil, 2011, Paulo Mendes da Rocha, João Eduardo de Gennaro y METRO Arquitectos Asociados.
http://images.adsttc.com/media/images/512c/84c1/b3fc/4b11/a700/de1e/large_jpg/1324958735-1324475885-cais-cam4-final-1000x571.jpg?1414247449

Grupo	Materiales	Densidad	Resistencia a Compresión	Resistencia a Tracción	Resistencia a Cortante	Módulo de Elasticidad	Precios (2016)	
		kg/m ³	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²	U.S.D./kg	
1	PETREOS	1.1.1 Adobe	1800.00	15.00	2.00	0.25	1700.00	0.142
		1.1.2 Tapial	1900.00	25.00	2.00	0.40	750.00	0.141
		1.1.3 Bahareque	1200.00	40.00	40.00	15.00	2100.00	0.096
		1.2.1 Hormigónen Masa	2200.00	240.00	24.00	100.00	210000.00	0.066
		1.3.1 Piedra (Granito)	2800.00	750.00	60.00	400.00	250000.00	0.034
		1.4.1 Ladrillo (Macizo Artesanal)	1600.00	100.00	10.00	20.00	40000.00	0.003
2	METÁLICOS	2.1.1 Hierro Fundido	7200.00	2300.00	1500.00	2000.00	1000000.00	1.800
		2.2.1 Acero Laminado (Perfiles)	7850.00	2350.00	2350.00	2350.00	2100000.00	2.550
		2.2.1 Acero (Varillas de refuerzo)	7850.00	4200.00	4200.00	4200.00	2100000.00	2.230
		2.3.1 Aluminio Estructural	2700.00	2300.00	2300.00	1150.00	700000.00	14.444
3	ORGÁNICOS	3.1.1 Madera Aserrada (Pino - C24)	630.00	210.00	140.00	25.00	110000.00	0.825
		3.1.2 Madera Laminada C24	420.00	240.00	165.00	27.00	94000.00	2.238
		3.2.1 Bambú / Guadua	700.00	420.00	2000.00	23.00	203873.00	0.660
4	MIXTOS	4.1.1 Hormigón Armado	2400.00	240.00	24.00	100.00	233928.19	0.100
		4.2.1 Hormigón Pretensado	2400.00	350.00	300.00	100.00	282495.13	0.227

Imagen 112: Propiedades mecánicas de los materiales
Infografía de Autor.

*Precios al más de diciembre de 2016, y el APU contempla su ejecución íntegra para el elemento estructural (material, mano de obra, heramientas y equipo).

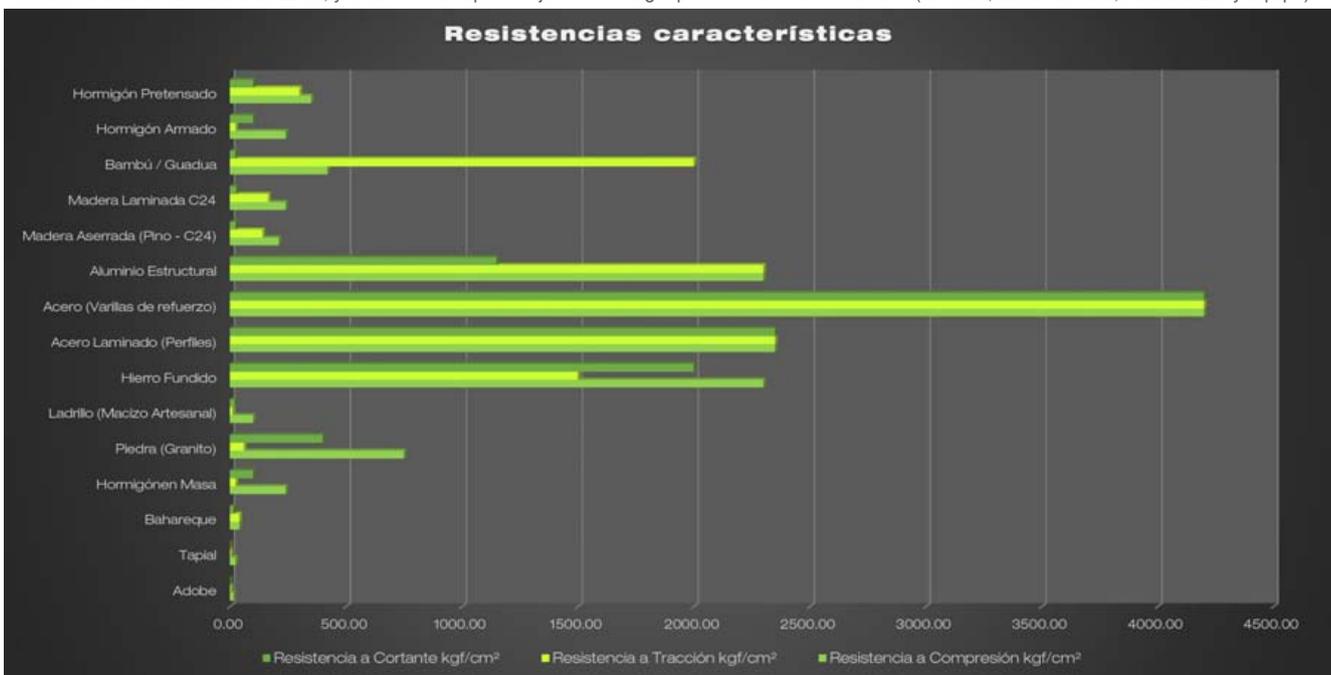


Imagen 113: Resistencias características de los materiales
Resistencia a Compresión (kgf/cm²) / Resistencia a Tracción (kgf/cm²) / Resistencia a Cortante (kgf/cm²)
Infografía de Autor



Imagen 114: Densidades y resistencias a compresión de los materiales
Infografía de Autor

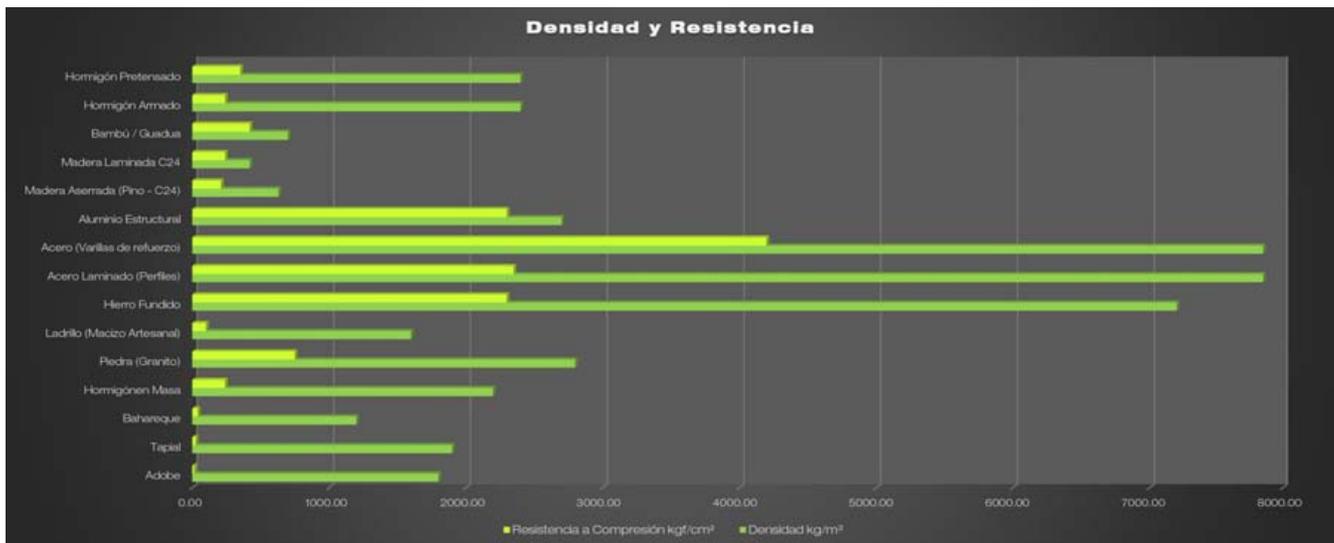


Imagen 115: Relación de Rigidez vs. Resistencia a compresión.
Infografía de Autor

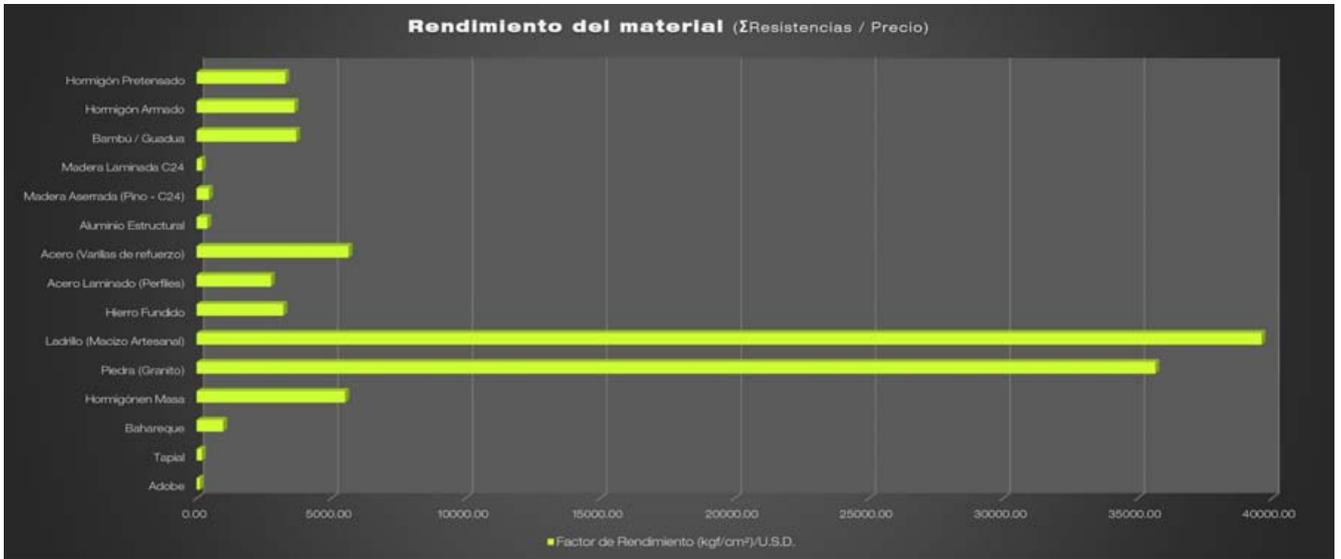


Imagen 116: Rendimiento resistente del material en función del peso.
Infografía de Autor

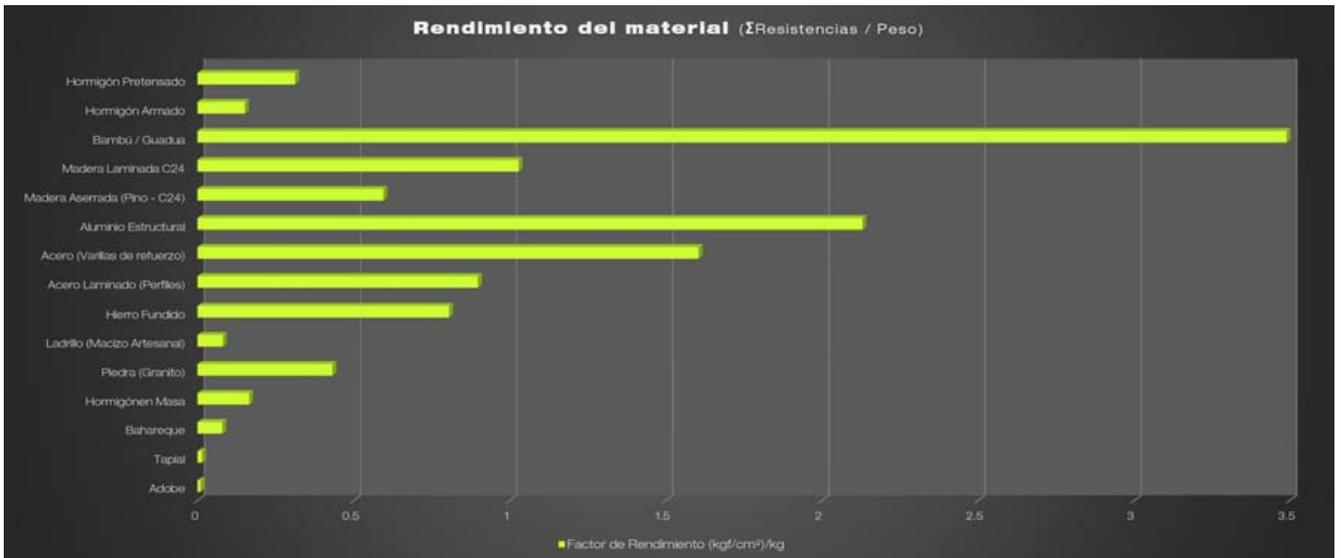


Imagen 117: Rendimiento resistente del material en función del costo.
Infografía de Autor



Imagen 118: Nivel tecnológico necesario para desarrollar el material y el sistema constructivo vs Resistencia a compresión.
Infografía de Autor



HISTORIA

Historia de las estructuras dentro de la historia de la arquitectura

CAPÍTULO

II

2.1 Reflexión.

A lo largo de la historia, en su trayecto por el tiempo, el hombre no ha estado solo, ha tenido una escolta, producto de su ingenio y creatividad, cómplice para solucionar los problemas elementales de supervivencia, modificando el entorno que lo rodea para ajustarlo a su medida y necesidades: la arquitectura.

La historia de la arquitectura es casi tan antigua como la historia del hombre, se puede considerar que en sus inicios esta se limitó al uso y entendimiento de los materiales para posteriormente acomodarlos y organizarlos dando inicio así a la construcción, como un medio para generar refugio, abrigo y protección.

Es innegable la relación que ha existido a lo largo de la historia entre los adelantos técnicos y científicos con la evolución arquitectónica, muchas veces influenciados por aspectos políticos, sociales, económicos o culturales, resulta de sumo interés reseñar los aspectos históricos más relevantes en cuanto al desarrollo y evolución de la arquitectura destacando los avances científicos y técnicos con los que se relacionan, al mismo tiempo que se los contextualiza en una realidad histórica específica.

2.2 Breve reseña histórica.

“La arquitectura es el punto de partida del que quiera llevar a la humanidad hacia un porvenir mejor”.

-Le Corbusier-

En la prehistoria, dentro del período Paleolítico (3.2 millones de años a. C. hasta 12.000 a. C.) aparecen las primeras evidencias de la presencia del hombre en el planeta; en sus inicios fue nómada y en sus desplazamientos, generalmente estacionales, tenían como objetivo encontrar agua y comida, eran cazadores - recolectores, y con el tiempo se las ingeniaron para realizar sus actividades de manera más segura y eficiente, entendieron que los materiales se podían trabajar y cada uno de ellos tenía sus propias características y cualidades, se dan los primeros pasos en el entendimiento de la resistencia, la flexibilidad y la dureza de los materiales a través de la elaboración de herramientas, fabricándolas con piedras, huesos de animales, madera, cuero, fibras vegetales, etc.

Dentro de este período existen vestigios de permanencias en cavernas, evidencia de ello son las pinturas rupestres; pero también existen evidencias de las primeras incursiones del hombre en la construcción.

En el Mesolítico (12.000 a. C. hasta 9000 a. C.) el hombre seguía siendo cazador y recolector, y existe una combinación entre el nomadismo y el sedentarismo, ya que se cree existieron asentamientos estacionales sobre todo en invierno y verano, este período es crucial ya que se marca una transición entre el Paleolítico y el Neolítico, además de perfeccionar sus herramientas, el hombre mejora y perfecciona sus métodos constructivos, se da inicio a la agricultura, además, utiliza la piedra y la madera, el hombre utiliza la tierra como material; se ve fuertemente afectado por los cambios climáticos productos de la des-glaciación, lo que modifica también sus costumbres.

Según Violet Le Duc la construcción de la primera edificación fue así: “... elige dos árboles jóvenes que crecen a pocos pasos uno de otro. Trepando a uno de ellos, lo dobla con el peso de su propio cuerpo y empujando la copa del otro hacia abajo con la ayuda de un palo curvo, une sus ramas y las ata con unos juncos... trenza y ata arbolillos para construir el

armazón de una cabaña circular, revestida de barro y con suelo de tierra batida.” (Rykwert, 1974)

Sin embargo: “No puede haber existido una primera casa cuya autenticidad puedan certificar los arqueólogos. Ni siquiera podrían indicar su emplazamiento más probable... esto equivaldría a encontrar el Jardín del Edén.” (Rykwert, 1974)

Generalmente se afirma: “La primera habitación del hombre fue un conjunto de apoyos provisionales colocados contra alguna superficie rocosa que los primeros hombre ingeniaron para protegerse contra las inclemencias del tiempo y sus diversos enemigos.” (Rykwert, 1974)

En el Neolítico (9.000 a. C. hasta 4000 a. C.) el hombre se volvió sedentario, el hombre pasa de ser cazador y recolector a ser productor, aquí se desarrolla plenamente la agricultura, y la domesticación de animales para el consumo, en este período saldrán a la luz los primeros asentamientos comunitarios, por lo que podría decirse que en esta época se ve el nacimiento del urbanismo, aproximadamente con una datación de 7000 a. C. se hallan las evidencias de la existencia de Jericó, cerca del río Jordán en el actual Estado de Palestina, fue una aldea de cuatro hectáreas de superficie, con una muralla de piedra y un foso excavado que debió servir para el control de las inundaciones, y con una torre de planta circular y una altura de nueve metros, que sirvió como almacén de grano; esta es la evidencia del desarrollo y perfeccionamiento la construcción.

Aunque los materiales son los mismos, las técnicas son las que cambian, por ejemplo la piedra que en el paleolítico era tallada en base al golpeo, en el Neolítico se pulía, permitiéndole brindar mayores resistencias evitando las micro fisuras, el barro se trabaja como adobe, aparece la alfarería con arcilla, el trenzado de fibras y los primeros textiles.



Imagen 119: Bifaces de piedra tallada, paleolítico inferior (1.6 millones de años a. C.).
<http://es.sott.net>



Imagen 120: Primera edificación del hombre según Violet Le Duc. (1875)
http://1.bp.blogspot.com/_R3rhEB23BTU/TOLPruWSgdl/AAAAAAAAAZQ/KinQajkFR9w/s1600/Viollet-le-Duc.JPG

El entendimiento del comportamiento de los materiales, la noción de la acción de cargas sobre los elementos que utilizaban para construir debía ser desarrollado de manera empírica, la deformación y la resistencia aunque no estaban definidos se utilizaban para poder trabajar con los materiales.

“Los conceptos más esenciales y evidentes que incluso hoy se consideran en la construcción de grandes rascacielos, vieron la luz en este período, si bien no se teorizaron, empíricamente se comprendieron y resolvieron: cargas, apoyos, uniones, deformaciones y, resistencia, son elementos conceptuales del análisis estructural que debieron ser aplicados en la construcción prehistórica.” (Barrera Peñafiel, 2016)

La condición humana provoca también que los rituales religiosos sean más elaborados, sobre todo los rituales vinculados con la muerte: “el sedentarismo pudo dar inicio a las organizaciones sociales y a las primeras ciudades, pero la religión será la que origine una nueva tipología de edificaciones relacionadas con el culto a los muertos, y la adoración a deidades.” (Barrera Peñafiel, 2016)

El producto edificado ya no busca únicamente satisfacer las necesidades físicas de supervivencia y refugio, sino, aparecen nuevas necesidades inmateriales de carácter espiritual.

La experimentación histórica con los materiales es trascendental para el desarrollo de la ciencia de las estructuras, y obviamente para el avance de la arquitectura, de manera paralela al progreso de la civilización, la arquitectura fue desarrollándose, entendiendo su conexión con el suelo de fundación, las diferentes tipologías estructurales, los métodos constructivos; la piedra, la madera y el barro fueron los materiales característicos de la construcción, y conjuntamente a este desarrollo el hombre aprendió

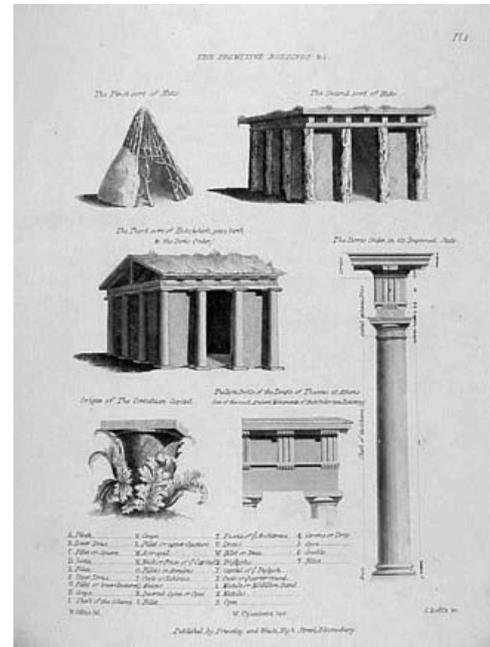


Imagen 121: Cabañas primitivas y el origen de la arquitectura según Sir William Chambers. (1825)
<http://www.unav.es/ha/003-ORDE/chambers/cham-001.jpg>



Imagen 122: Restos del poblado neolítico de Jericó.
http://www.nationalgeographic.com.es/historia/grandes-reportajes/el-nacimiento-de-la-civilizacion_9526/2

a transmitir a través de generaciones la forma de trabajar con los materiales, lo que inicialmente se guió por el instinto ahora era aprendido como tradición constructiva.

La experimentación permitió al hombre probar nuevos materiales, y con estos poder crear utensilios y herramientas, así surge la Edad de los Metales: Edad de Cobre (aprox. 6500 a. C. hasta aprox. 3000 a. C.), la Edad de Bronce (aprox. 3000 a. C. hasta aprox. 1200 a. C.) donde se descubre la posibilidad de alear los metales, y la Edad de Hierro (aprox. 1200 a. C. hasta aprox. 750 a.C.), esta búsqueda llevo al descubrimiento de nuevas técnicas para trabajar los materiales que ya se conocían.

Los metales fueron el centro de experimentación en esta etapa histórica, el hombre buscó dominarlo, entenderlo y aplicarlo. “El trabajo con los metales enseñó al hombre que los materiales no se transforman únicamente con las manos, sino que el fuego y el agua servían también como agentes de cambio en el comportamiento de la materia.” (*Barrera Peñafiel, 2016*)

En este período se produce la invención de la rueda (hacia 3600 a.C.), y la aparición de las primeras civilizaciones: Mesopotamia (2900 a. C. hasta 1600 a. C.), Egipto (2649 a. C. hasta 332 a. C.) y el imperio Hitita (1800 a. C. hasta 1160 a. C.), que se asentaron en la zona de Medio oriente rodeando el Mediterráneo.

De esta época son los primeros vestigios de escritura encontrados en Mesopotamia (3200 a. C.), surgen las construcciones Megalíticas, destacan: la construcción de templos Uruk y Eridu (3000 a. C.); y el imperio egipcio llega a su máxima plenitud (2649 a. C. a 1640 a. C.), la construcción de las pirámides, en Giza, la gran pirámide de Keops (2590 a. C.), donde se tiene la primera evidencia del uso de materiales cementantes; dejando de lado las incertidumbres que existen en



Imagen 123: Fundición de cobre en murales funerarios egipcios.
http://es.wikipedia.org/wiki/Edad_de_los_metales



Imagen 124: Stonehenge (aprox. 2500 a. C.), construcción megalítica tipo crómlech, claramente se identifica el uso de una estructura aporticada, Amesbury, Wiltshire, Inglaterra.
<https://elhistoriadores.files.wordpress.com/2013/03/stonehenge-aereo.jpg>



Imagen 125: Conjunto de las Pirámides de Giza: Pirámide de Keops (2590 a. C.), pirámide de Kefrén (2532 a. C.) y pirámide de Micerino (2525 a. C.), El Cairo, Egipto.
<http://4.bp.blogspot.com/-rIMInk2Cqik/U9s-Cz9kXbl/AAAAAAAABLA/iOR2FTnmak/s1600/Imagen1.jpg>

torno al proceso constructivo, estos monumentos son claros ejemplos de la combinación de técnica, ciencia y creatividad; de esta época también es la más antigua representación gráfica de un proyecto arquitectónico que se conserve, la planta del templo de Eninnu (2120 a. C.), también destaca el templo de Luxor (1400 a. C.), el desarrollo de las antiguas civilizaciones no solamente perfeccionó el uso de los materiales, y el descubrimiento de nuevas técnicas, también desarrolló el arte, la agricultura y el sistema social.

La construcción y las estructuras de los templos se caracterizan por su gran masividad, y por estar notablemente sobredimensionadas para las cargas que realmente resisten, situación que ha posibilitado conservar los vestigios hasta nuestros días; hecho que no ocurrió con la arquitectura de vivienda, que utilizó la madera y el barro como materiales principales, materiales que son perecederos en el tiempo y de los cuales, en el mejor de los casos se conserva únicamente la piedra utilizada en su cimentación.

El final de la prehistoria es marcado por el uso de la escritura alfabética, la que no tiene una fecha exacta pero está alrededor de 3200 a. C.

En Grecia aparecen las culturas Minóica (3000 a. C. hasta 1200 a. C.) asentada en la isla de Creta, y la cultura Micénica (1600 a. C. hasta 1100 a. C.) asentada en la península del Peloponeso, culturas que influirían en el desarrollo, costumbres, religión, ciencia y tecnología de la Grecia antigua (900 a. C. hasta 146 a. C.), donde la arquitectura estaba profundamente vinculada al desarrollo del conocimiento y a la técnica, surgen nuevos recursos, que a su vez posibilitan la innovación.

Las ciencias se ponen al servicio de la arquitectura, Geometría, Astronomía, y Matemáticas son recursos fundamentales en el planteamiento arquitectónico y



Imagen 126: Templo de Luxor (1400 a. C.), Sistemas apuntados y muros portantes, Antigua ciudad de Tebas, Luxor, Egipto.
<http://www.happylowcost.com/wp-content/uploads/2016/04/oct5247.gif>



Imagen 127: Palacio de Cnosos (Cultura Minoica 2000 a. C. -1700 a. C. primera reconstrucción - 1500 a. C. segunda reconstrucción), 14000 m² de construcción, contiene más de 1000 habitaciones, isla de Creta, Grecia.
https://es.wikipedia.org/wiki/Cnosos#/media/File:Palazzo_Minosse7.jpg

estructural, la profundización en el conocimiento de los materiales y las técnicas constructivas permitieron crear una arquitectura icónica, fundamentada en principios no únicamente funcionales, sino de orden y proporción, los valores estéticos de la arquitectura griega marcarán una influencia para la arquitectura de los siglos por venir; en el siglo V a. C. se desarrollaron

los órdenes arquitectónicos, como normas de composición canónicas de la arquitectura: Dórico, Jónico y Corintio.

En Grecia destacan las figuras de los grandes matemáticos, científicos y filósofos de la historia, por ejemplo, Arquímedes (287-212 a. C.), quien definió los principios fundamentales del equilibrio y la estática, constituyéndose como la base fundamental para las futuras proposiciones que cimentarán el análisis de estructuras.

En la península itálica, aparece la Civilización Nuraga (1600 a. C. hasta 750 a. C.), y la cultura Etrusca (800 a. C. año de fundación de Roma, hasta 509 a. C. año de la última monarquía etrusca), quienes heredaron de los Hititas la técnica de la Forja, donde el hierro tuvo un impacto sustancial en el desarrollo de la agricultura, pero también en la construcción de armas, de igual forma desarrollaron muchos fundamentos arquitectónicos que posteriormente serían adoptados por los romanos, se establecieron pautas arquitectónicas muy refinadas que tendrían un impacto en la arquitectura europea en los siglos posteriores.

Posiblemente debido a que mucha de la arquitectura del medio oriente fue destruida por las innumerables guerras, se les atribuye a los etruscos la contribución del arco y la bóveda como elementos arquitectónicos, estructurales y constructivos. Otra aportación de los etruscos fueron los ejes cardo (norte-sur) y decumano (este-oeste), los que posteriormente resultaran fundamentales para urbanismo romano.

Tras el derrocamiento de la última monarquía etrusca Roma se convierte en república (509 a. C. hasta 27 a. C.) para posteriormente convertirse en Imperio Romano (desde 27 a. C., en el año 395 se da la división del Imperio, hasta el 476, caída del imperio Romano de Occidente, lo que marca el inicio del



Imagen 128: El Parthenon (447-432 a. C.), Acrópolis de Atenas, Grecia. https://es.wikipedia.org/wiki/Parten%C3%B3n#/media/File:The_Parthenon_in_Athens.jpg

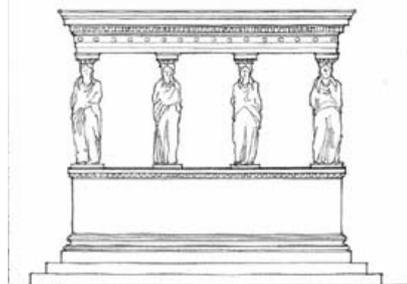


Imagen 129: Pórtico de las Cariátides en el Erecteión (421-405 a. C.), Acrópolis de Atenas, Grecia. Francis D. K. Ching, Mark M. Jarzomberk, Vikramaditya Prakash, (2011). Una Historia Universal de la Arquitectura, vol. 1, pág. 126, Barcelona, España, Gustavo Gili S. A.

medievo – y en 1453 caída del Imperio Romano de Oriente: Constantinopla –Imperio Bizantino-, lo que marca, junto con la invención de la imprenta el final del medievo), debido a su vocación expansionista, la cultura romana se vio influenciada no solamente por sus antepasados, sino sobre todo por las culturas de los pueblos que conquistaba.

Roma fue un ejemplo en Ingeniería, Arquitectura, Legislación y Arte; sin duda, aquí la arquitectura no se limitó a satisfacer las necesidades de supervivencia; los valores estéticos, las estrategias de ubicación, orientación y conectividad, la infraestructura vial, acueductos, templos, anfiteatros, palacios, teatros, foros, villas y coliseos, respondían a un entendimiento superior del hombre en sí mismo, como individuo, y como parte de un organismo social urbano.

“El arquitecto, escritor, ingeniero y tratadista romano Marco Lucio Vitruvio Polión (siglo I a. C.), es el autor del tratado de arquitectura más antiguo que se conserva “Los diez libros de la arquitectura”, que es el único de la Antigüedad clásica, en él afirma que la arquitectura se sustenta sobre tres pilares fundamentales: utilitas (utilidad), firmitas (solidez), y venustas (belleza); puntales que deben estar en equilibrio sin que ninguno sea más importante que otro.” (Barrera Peñafiel, 2016)

Dentro del legado arquitectónico de los romanos está el conjugar el sistema constructivo con las capacidades mecánicas de los materiales; por ejemplo, la experimentación con distintas argamasas para la fabricación de mamposterías, piedras calizas, tierra, arcilla cocida, puzolanas, servirían muchos años después, para el desarrollo del hormigón como lo conocemos actualmente; la constante búsqueda de optimización estructural permitió desafiar lo establecido, y desarrollar sistemas estructurales que combinan el papel resistente de las estructuras, con su presencia representativa en la obra arquitectónica y la

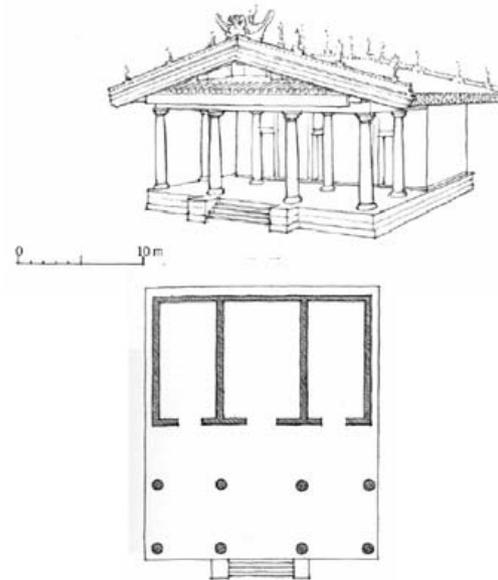


Imagen 130: Planta y perspectiva de un templo Etrusco (515 a. C. -490 a. C.), Reconstrucción basada en descripciones de Marco Lucio Vitruvio, Italia. Francis D. K. Ching, Mark M. Jarzombek, Vikramaditya Prakash, (2011). Una Historia Universal de la Arquitectura, vol. 1, pág. 99, Barcelona, España, Gustavo Gili S. A.



Imagen 131: Ruinas del acueducto Aqua Marcia (144 a. C.), Tivoli, Roma, Italia. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d5/Tivoli_Acquedotto_Arci_0511-03.JPG

voluntad simbólica establecida por la fuerte tradición religiosa de Roma.

“El conocimiento, el ingenio y la inventiva seguían siendo el combustible de la creatividad. Columnas con capiteles y basamentos, arcos, bóvedas de cañón, de arista y de crucería, cúpulas, fueron aportaciones que dejan claro un propósito estructural, en el que se manejan conceptos muy avanzados de optimización estructural y distribución planificada de esfuerzos; y al mismo tiempo conforman un espacio estéticamente interesante.” (*Barrera Peñafiel, 2016*)

En Asia oriental, existió una fuerte tradición de construcción en madera y barro, lo que lamentablemente no permitió conservar evidencias de su patrimonio construido, se destacan la civilización Ghaggar-Hakra (2600 a. C. hasta 1800 a. C.) con sus aportes en planeamiento urbano e ingeniería hidráulica, y las Dinastías: Xia (2100 a. C. hasta 1600 a. C.), Shang (1600 a. C. hasta 1050 a. C.) donde la ciudad de Zhengzhou fue capital China, Zhou –significa “Estado”- (occidental de 1046 a. C. hasta 771 a. C. oriental de 771 a. C. hasta 256 a. C.) constituyéndose como el mayor grupo geográfico y lingüístico unificado del mundo, aquí los ritos de culto, la ideología y la religión fueron cruciales para vincular a las autoridades políticas con las religiosas, muchos de los principios sociales fueron recogidos por el filósofo Confucio (551 – 479 a. C.).

En general el siglo IV a. C. destaca el hecho de un fuerte debate filosófico y teórico sobre religión y el pensamiento social, que marcarán el rompimiento de paradigmas jerárquicos y sociales en todo el mundo, la influencia de Confucio (551 – 479 a. C.) en China, Buda -Sidarta Gautama-(566 ~ 486 a. C.) y Vardhamana Mahavirá Jain (549 – 477 a. C.) en la India, Sócrates (470 – 399 a. C.), Platón (427 – 347 a. C.) y Aristóteles (384 – 322 a. C.) en Grecia, por nombrar solo algunos de los personajes que desafiaron la ortodoxia social



Imagen 132: Coliseo Romano (72-80), Roma, Italia.
http://www.nationalgeographic.com.es/medio/2013/05/14/a325302d_2000x1345.jpg

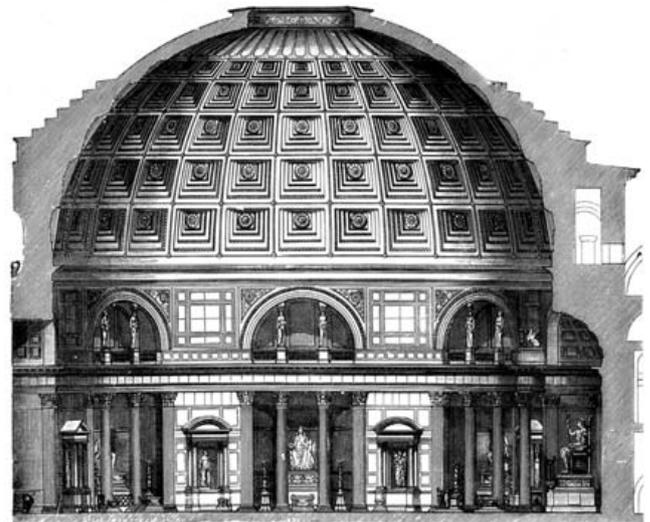


Imagen 133: Sección del Pantheon de Agripa (125), Roma, Italia.
<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7b/Pantheon.drawing.jpg>

y política representada por las monarquías; dichas influencias filosóficas y religiosas se reflejaron en arte, la arquitectura, la religión y la política.

Posteriormente en China sobresalen la cultura Han occidental (206 a. C. hasta 9), Han Oriental (25 hasta 220), si bien desde s. V a. C. (Dinastía Zhou)

se habían construido pequeñas murallas de defensa, aquí se decide unificar los tramos y crear la Gran Muralla China, la que se construirá hasta el s. XVII d. C. (Dinastía Ming) en su gran mayoría se trata de una estructura de tierra apisonada recubierta de ladrillo cocido y piedra.

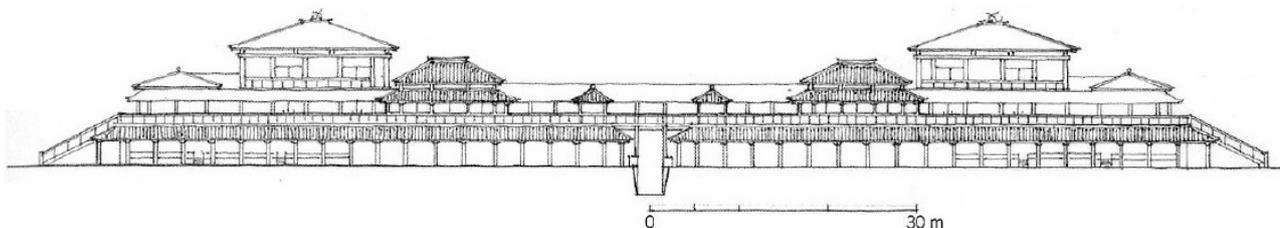


Imagen 134: Alzado del palacio de Xianyang (421-405 a. C.), Xian, China. Francis D. K. Ching, Mark M. Jarzombek, Vikramaditya Prakash, (2011). Una Historia Universal de la Arquitectura, vol. 1, pág. 141, Barcelona, España, Gustavo Gili S. A.



Imagen 135: La Gran Muralla China (s. V a. C. – s. XVII), 21196 km de longitud, China. <http://img.ev.mu/images/attractions/641/1605x642/905.jpg>

Tras la caída del Imperio Romano de occidente en 476, se marca el inicio de la edad media, la que se caracteriza en occidente por la imposición de la religión cristiana en prácticamente todo el continente Europeo, aparecía una nueva potencia jerárquica en el mundo: la iglesia Católica. Al Imperio Romano de Oriente se lo conoció como el Imperio Bizantino, el mismo que perduraría por toda la edad media hasta 1453, año que coincide con la invención de la imprenta, y tan solo 39 años antes de la llegada de Cristóbal Colon a América.

Al inicio los cristianos fueron perseguidos y tenían prohibido construir templos, era común celebrar los rituales en casas y de manera clandestina, en 313, Constantino promulga el edicto de Milán, que ponía punto final a tres siglos de persecuciones, a partir de ese momento los cristianos podían ya edificar templos y celebrar públicamente su fe, sin embargo el cristianismo fue reconocido como religión oficial del Imperio en 380 mediante el edicto de Tesalónica; muchas tradiciones paganas y diferentes religiones han coexistido durante el medioevo, se destacan obras emblemáticas sobre todo de carácter religioso, basílicas, iglesias, monasterios, mausoleos, templos, sinagogas y mezquitas.

Durante el medioevo, para la construcción, se siguieron utilizando materiales como la madera, la piedra, el barro y el ladrillo, siguiendo métodos artesanales, que eran transmitidos generacionalmente como herencia y patrimonio ancestral.

Las posibilidades fueron limitadas y los principales sistemas constructivos se conservaron durante mucho tiempo como saberes tradicionales. Existían, pocos, pero muy delimitados y específicos modelos arquitectónicos, cuyo impacto e influencia marcaron esta época; donde ya se utilizaban estructuras de resistencia por forma (arcos, bóvedas, cúpulas, etc.), por división de esfuerzos (cerchas y marcos de madera),

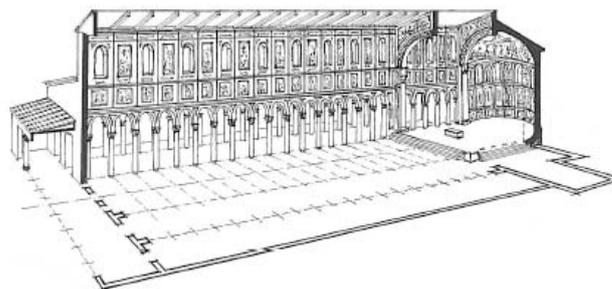


Imagen 136: la Archibasílica de San Juan de Letrán (314), arquitectura paleocristiana, construida siguiendo la tipología de la Basílica Romana, es el primer gran templo cristiano de la historia, en cuyo baptisterio se bautizó Constantino, y durante 1000 años fue la residencia del papa y sede central de la iglesia católica, la única iglesia que ostenta el título de "cabeza y madre de todas las iglesias del mundo", Roma, Italia.
<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/14/a2/ef/14a2ef5d5daf0b25ab823974fc48cdc1.jpg>



Imagen 137: Basílica de Santa Sofía (532 - 537), Estambul, Turquía.
<http://www.kastelotravel.com/uploads/7d80e0f63fc3a2a8d41399984b778592.jpg>

de resistencia por sección transversal (estructuras aporticadas) y estructuras laminares (estructuras de muros resistentes), en los que siempre la estructura estuvo expuesta como elemento expresivo de la arquitectura.

Desde la perspectiva estructural la arquitectura gótica, marca un hito en el quehacer arquitectónico y constructivo, el claro entendimiento y manejo de la técnica reflejan una maestría es el entendimiento de la resistencia de los materiales así como en el flujo inducido de cargas, la simplificación de la masividad del muro resistente hacia arbotantes y contrafuertes para contener los pináculos, la disposición de líneas resistentes que encausan el flujo de cargas, acomodadas muchas veces en complejas composiciones geométricas, que brotan desde columnas nervadas cuyas bifurcaciones resaltan las forma misma de resistir los esfuerzos; estos principios claramente desafían el conocimiento experimental de las estructuras, y evidencian un entendimiento mucho más agudo del fenómeno estructural.

Como percepción personal: el simbolismo y la intencionalidad de monumentalidad tienen en el gótico su máximo esplendor arquitectónico y audacia estructural.

La intención, de aparente ingravidez estructural, lograr grandes alturas, conseguir espacios interiores llenos de luz, obtener esbeltez en los elementos verticales, son algunos de los desafíos que se impuso el arquetipo gótico, demandando un gran esfuerzo intelectual del arquitecto, no solo en el aspecto de concepción espacial, sino en el ingenio y perspicacia mostradas en las elaboradas hazañas metodológicas concebidas para sortear las dificultades constructivas.



Imagen 138: Mezquita de Córdoba (787), Córdoba, España.
<http://i.huffpost.com/gen/1917479/images/o-MEZQUITA-CORDOBA-facebook.jpg>



Imagen 139: Basílica de Saint-Denis (1140), primera edificación de estilo gótico de la historia, Saint-Denis, Francia.
<http://www.paris-infinito.com/wp-content/uploads/2014/07/La-leyenda-de-Saint-Denis-la-basilica.jpg>

Interesa subrayar también que los elementos resistentes de la edificación están expuestos, desempeñando un papel expresivo y simbólico en el proyecto, sus proporciones, situación y orden son parte de la configuración espacial del objeto arquitectónico. Para el gótico, solucionar el planteamiento estructural implicaba concebir la arquitectura.

Posterior a la Edad Media, es decir, luego de la caída del Imperio Romano de oriente (1453) surge la Edad Moderna, que se durará hasta la Revolución Francesa (1789), inicialmente emerge el Renacimiento, un movimiento vinculado a la ciencia, el arte, la filosofía y la arquitectura, en el que se evocan los principios humanistas y antropocentristas que definieron una nueva forma de ver al mundo y al ser humano; el progreso científico debía estar fuertemente enlazado al carácter espiritual, social, filosófico y artístico.

Surge un redescubrimiento de la cultura clásica griega y romana, se estipulan principios humanistas que marcaran el camino para establecer una renovada visión de las artes, la política, la filosofía, las ciencias e incluso la religión.

En el Renacimiento, destaca el culto al conocimiento y a la razón, como precepto vinculante entre ciencia y arte, promoviendo una cultura multidisciplinar e interdisciplinar, la que proporcionó un espacio favorable para el desarrollo de la arquitectura, donde se reinterpretaron los principios clásicos adaptándolos a la nueva realidad técnica y científica.

Durante mucho tiempo la representación gráfica se limitó a la bidimensionalidad, hacia el final de la edad media, el pintor gótico Giotto (1267-1336), se constituyó como el precursor de la perspectiva en sus pinturas. El desarrollo y perfeccionamiento de la perspectiva (1416 -1420) por Filippo Brunelleschi (1377 - 1446), quien definió las nociones geométricas que ordenan la perspectiva cónica provocando la entelequia visual de profundidad, fue un factor crucial para entender los cambios conceptuales: la posibilidad gráfica de expresar profundidad y representar el infinito sirvió como herramienta escénica en la concepción arquitectónica.



Imagen 140: Catedral de Notre Dame (1163 - 1345), París, Francia.
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a2/Notre_Dame_de_Paris_by_night_time.jpg



Imagen 141: Catedral de Salisbury (1220 - 1320), Salisbury, Wiltshire, Inglaterra.
<http://www.lasescapadas.com/fondos/imagenes/catedral-de-salisbury.jpg>

La perspectiva permitió entender y controlar el espacio por medio de la razón, el dibujo se convirtió en la principal herramienta de proyección para el arquitecto, cuya figura trasciende al anonimato para convertirse en el protagonista, en contraposición a los maestros constructores medievales.

Esta nueva herramienta originó una nueva metodología de trabajo para el arquitecto proyectista, por medio de la representación gráfica, se marcaban las directrices espaciales y constructivas en las que las percepciones visuales podían ser controladas y enfatizadas desde puntos de vista específicos, y por primera vez alguien, que no fuere el arquitecto, podía ver anticipadamente la concreción final de la edificación.

La representación gráfica se constituye en el medio de comunicación, difusión y trabajo de la proyección arquitectónica: “la arquitectura en su conjunto se compone del proyecto y la construcción. En cuanto al proyecto, todo su objeto y método consisten en hallar un modo exacto para adaptar y conjuntar líneas y ángulos por medio de los cuales resulte enteramente definido el aspecto del edificio... La función del proyecto es, pues, asignar a los edificios y a las partes que los componen una posición apropiada, una exacta proporción, una disposición conveniente y un armonioso ordenamiento... Se podrán proyectar mentalmente tales formas en su totalidad prescindiendo incluso de los materiales: bastará diseñar ángulos y líneas, definiéndolas con exactitud de orientación y de conexión...” (*Tómsic Cerkez, 1999*).

Los recursos estructurales más usados en el renacimiento fueron: el arco de medio punto, las columnas, la cúpula semiesférica, la bóveda de cañón y la cubierta plana con casetones. Interesa resaltar la simetría, la claridad estructural, la simplicidad y, sobre todo, la escala arquitectónica adaptada a la medida del hombre.



Imagen 142: Catedral de Santa María del Fiore (Construcción: 1294 – 1418, Arnolfo di Cambio/ Cúpula 1471, Filippo Brunelleschi), Florencia, Italia. <https://danielsanztorresblog.files.wordpress.com/2014/02/el-domo.jpg>



Imagen 143: Basílica de San Pedro (Construcción: 1506 - 1629) en 1506 Bramante y Giuliano da Sangallo, en 1514 Rafael Sanzio con Giuliano da Sangallo y Antonio da Sangallo, en 1520 Antonio da Sangallo con Baldassarre Peruzzi, en 1546 Miguel Ángel Buonarroti, en 1564 Pirro Ligorio y Jacopo Barozzi da Vignola, en 1573 Giacomo della Porta con Domenico Fontana, en 1603 Carlo Maderno y en 1629 Gian Lorenzo Bernini, Plaza de san Pedro, El Vaticano. <http://donjuego.es/uploads/donjuego/productos/8/d/26-p3-san-pedro-roma-paisajes-p3-17034.jpg>

El Renacimiento es la época de los grandes maestros, Filippo Brunelleschi (1377 - 1446), León Battista Alberti (1404 - 1472), Donato Bramante (1443 - 1514), Leonardo da Vinci (1452-1519), Miguel Ángel Buonarroti (1475 - 1564), Rafael Sanzio (1483 – 1520), Antonio da Sangallo (1484 - 1546), Mimar Sinan (1490-1588), Giacomo della Porta (1540 - 1602), Andrea Palladio (1508 - 1580) y Galileo Galilei (1564-1642), entre otros, quienes de forma directa o indirecta influenciaron en el desarrollo de la arquitectura; por ejemplo, Leonardo da Vinci, introdujo los conceptos de fuerza y de momento, o, Galileo Galilei, analiza una viga en voladizo, constituyéndose en el primer cálculo estructural de la historia.

La llegada de Cristóbal Colón a América el 12 de Octubre de 1492, trajo consigo consecuencias políticas, económicas, sociales y comerciales para toda Europa, cuyo impulso se vió reflejado principalmente en España, Portugal e Inglaterra, aparecen los movimientos del Manierismo (1530 -1580) y el Barroco (1580 – 1750), los que a más de influenciar en Europa, fueron trasladados a América.

“El diseño estructural pre-renacentista se desarrollaba a partir de la comprensión empírica de las propiedades del material y sus comportamientos estructurales relacionados. El desarrollo de las ciencias y la definición de Newton de la fuerza que actúa en una dirección, conducen a un enfoque racional y eventualmente a la aproximación mecánica a la lógica estructural. Nuevos materiales combinados con las leyes de equilibrio estático dan lugar al cálculo como base de diseño estructural” (*Mainstone, 2001*).

“Esta sería la época de los grandes matemáticos, y físicos: René Descartes (1596 - 1650), Robert Hooke (1635 - 1703), Isaac Newton (1642 - 1727), Johann Bernoulli (1667 - 1748), Daniel Bernoulli (1700 - 1782), Leonhard Paul Euler (1707 - 1783), Joseph-Louis

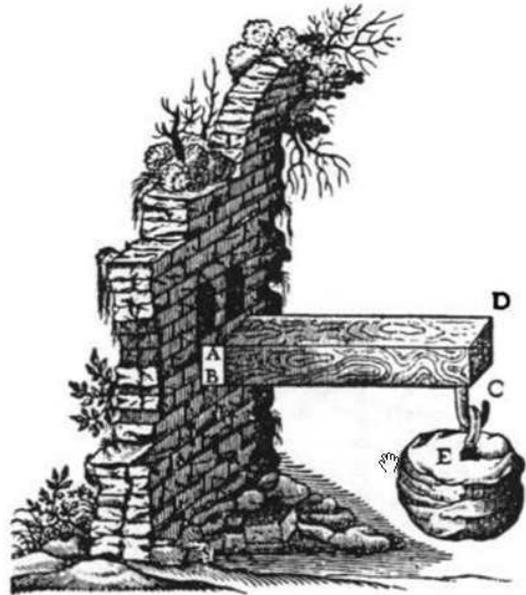


Imagen 144: Ilustración de una Viga en Voladizo en el Libro “Discorsi e Dimostrazione Matematiche, intorno à due nuove scienze” de Galileo Galilei <http://www.dicmf.uma.es/contenidos/general.action?id=12>



Imagen 145: Palacio de Versalles (1661 – 1756), del barroco clasicista Francés, 67121 m² de construcción, Louis Le Vau, Jules Hardouin-Mansart, Robert de Cotte, Ange-Jaques Gabriel, Versalles, Francia. <http://www.fotosdecidades.com/1920x1080/palacio-de-versailles.jpg>

LaGrange (1736 - 1813) son algunos de los científicos que establecieron los principios fundamentales del análisis de las estructuras: la teoría de la elasticidad, los métodos de análisis y cálculo de deformaciones, las leyes fundamentales del movimiento, fueron contribuciones invaluable a la evolución del análisis de estructuras como una teoría. El empleo extendido de la imprenta facilitó la documentación de la teoría; la instauración de las academias y universidades posibilitaron su difusión.” (Barrera Peñafiel, 2016)

Simultáneamente, con estos avances, resurge el interés por los principios intelectuales de la ilustración, y la estética del período clásico, surgiendo el movimiento Neoclásico (1750 – 1830), período que coincide con la principal transformación económica, social y tecnológica que ha tenido el mundo: la Revolución Industrial (1750 – 1840); además se producen dos transformaciones políticas y sociales importantes en el mundo: la declaración de independencia de los Estados Unidos de América el 4 de julio de 1776, y la Revolución Francesa el 14 de julio de 1789, hecho que marcara el final de la Edad Moderna y dará inicio a la Edad Contemporánea.

La Revolución Industrial es punto de inflexión en la historia; la aplicación del conocimiento científico en los diferentes aspectos de la actividad del hombre, la migración a las grandes ciudades, la obtención de hierro en grandes cantidades, los procesos de industrialización y producción en serie, la aparición de las máquinas a vapor y las máquinas de combustión, el descenso en los índices de mortandad, el ascenso de la esperanza de vida y los índices de natalidad, son entre muchas, las circunstancias que impulsaron un cambio radical en el mundo, influenciando prácticamente a todos los aspectos de la sociedad. La arquitectura, la construcción y las estructuras sufrirían también cambios categóricos, no únicamente conceptuales y procedimentales sino inclusive orgánicos.



Imagen 146: Retrato de Sir Isaac Newton, por Sir Godfrey Kneller.
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/50/Sir_Isaac_Newton_by_Sir_Godfrey_Kneller,_Bt.jpg



Imagen 147: Capitolio de los Estados Unidos de América (1792-1859), William Thornton, Benjamin Henry Latrobe, Charles Bulfinch, Thomas U. Walter y August Schoenborn, Washington D. C., Estados Unidos de América.
https://es.wikipedia.org/wiki/Capitolio_de_los_Estados_Unidos#/media/File:Capitol_Building_Full_View.jpg

La aparición de nuevos materiales de construcción, con notables ventajas sobre los materiales usados hasta esas fechas, abrió nuevas posibilidades técnicas, estructurales y por ende proyectuales, que se vieron reflejadas en el aspecto formal de la arquitectura.

El campo de aplicación del conocimiento empezó a volverse específico, la complejidad de los aspectos inherentes a la solución de un proyecto aumentó; se hizo necesario la subdivisión de funciones y la especialización del conocimiento, distinguiendo la disciplina específica del arquitecto, esencialmente creador y diseñador, y la del ingeniero, responsable de la estabilidad y los aspectos técnicos del proyecto.

Si bien el hierro se ha utilizado desde 1200 a. C.; su utilización a gran escala en la construcción inicia en el siglo XVII, en 1670 en París, Claude Perrault y Charles Le Brun usaron refuerzos de hierro para las columnatas del Louvre; en 1752 en Portugal, se fabricaron columnas de hierro para el Monasterio de Santa María de Alcobaza; y será en 1781, en Inglaterra, la primera vez que se construye una obra íntegramente en hierro, el puente de Coalbrookdale sobre el río Severn.

En el inicio y desarrollo temprano de la construcción y planteamiento estructural en hierro, se copian y adaptan métodos utilizados para la construcción con madera, el hierro colado fue el antecesor del acero, sus propiedades y comportamiento eran limitados, al no poder recibir suelda sus soluciones constructivas debían asemejarse a las de la madera, con el tiempo se aprovechan de mejor manera las cualidades mecánicas del material y se desarrollan sistemas que serán propios para el nuevo material, como las conexiones mediante roblón o mediante pernos, así como el diseño de nuevas y mejores secciones pertinentes a las características mecánicas del hierro.



Imagen 148: Puente de Coalbrookdale sobre el río Severn (1781), Thomas Farnolls Pritchard, John Wolkinson y Abraham Darby III, Shropshire, Inglaterra.
http://es.wikipedia.org/wiki/Puente_de_Coalbrookdale

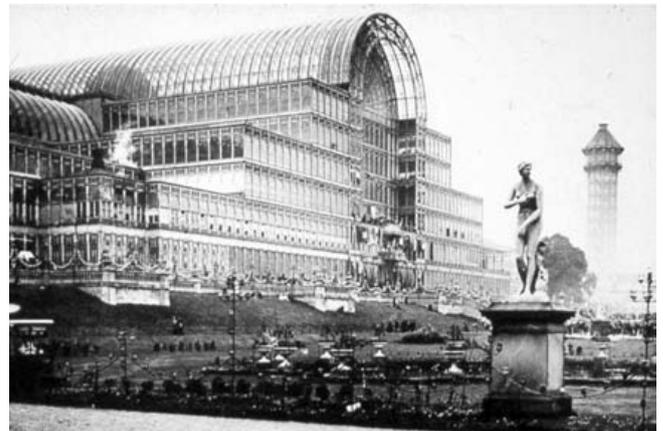


Imagen 149: El Crystal Palace (1851), Joseph Paxton, Hyde Park, Londres, Inglaterra.
<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/61/a9/8c/61a98c5de26212a940fb533f3ceab328.jpg>

El primer edificio cuya estructura fue íntegramente con hierro fue la Biblioteca de Sainte Geneviève en París, proyectada en 1843 y construida entre 1845 y 1851 por el arquitecto francés Henri Labrouste; posteriormente en Inglaterra, con motivo de la exposición mundial de 1851, el ilustrador y paisajista Joseph Paxton lleva a cabo el proyecto del Crystal Palace en el Hyde Park de Londres, constituyéndose como el prototipo de la síntesis arquitectónica de la Revolución Industrial, el uso masivo del hierro y el vidrio, la estandarización de elementos constructivos, la construcción en base a prefabricados y la lógica aditiva modular, proclaman a esta obra como el paradigma productivo de la época industrial, manifestado en la arquitectura.



Aunque existen evidencias del uso de materiales cementantes desde el antiguo Egipto, no será hasta 1788, cuando el Diccionario de las Nobles Artes

Imagen 150: Biblioteca Sainte Geneviève (1845-1851), Henry Labrouste, París, Francia.
<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/08/e9/e6/08e9e681cf507454c4ab41147c676cca.png>

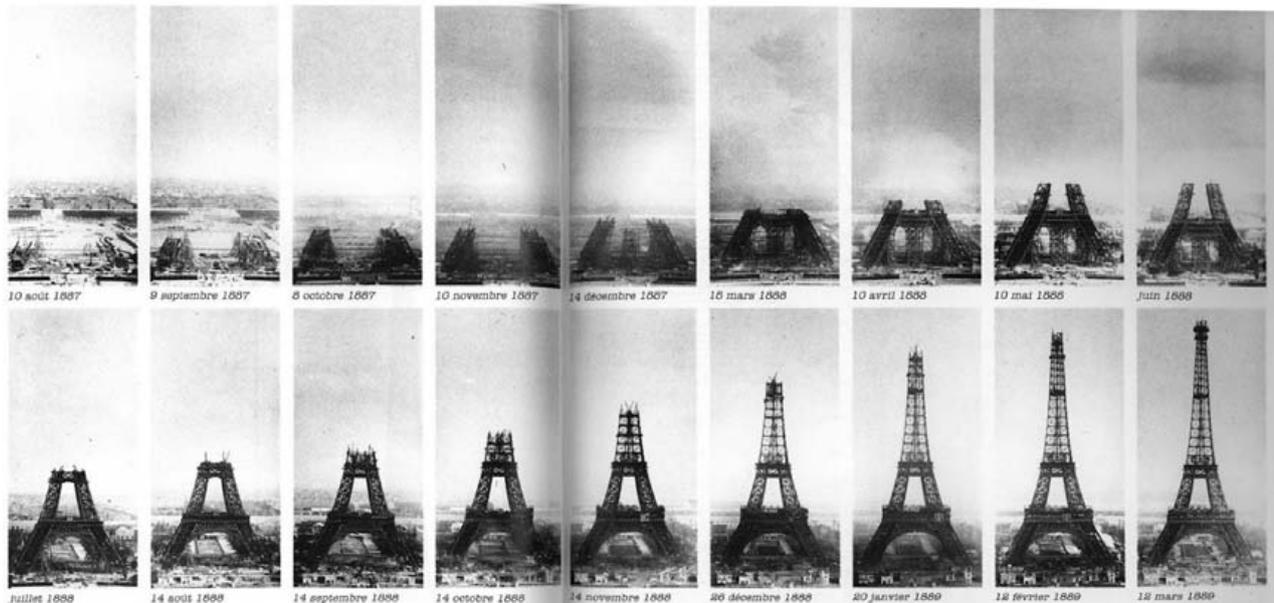


Imagen 151: Torre Eiffel (1887 – 1889), Stephen Sauvestre, Gustave Eiffel, Maurice Koechlin y Emile Nouguier, Campo de Marte, París, Francia.
<http://pullzone-tiempo.editorialhondura.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2017/01/construccion-de-la-torre-eiffel.jpg>

incluiría el término hormigón: “Argamasa compuesta de piedras menudas, piel y betún, que dura infinito”; apenas en 1824 Joseph Aspdin (1778 – 1855) desarrolla la tecnología del cemento Portland como la conocemos actualmente, en 1830 aparece la primera referencia de la utilización de un refuerzo dentro del hormigón en una publicación titulada “Enciclopedia de la arquitectura de casas de campo, granjas y aldeas”.

La invención del hormigón armado se la atribuye a la patente de 1867 del francés Joseph Monier (1823 – 1906), a pesar de que, en 1845 Joseph Louis Lambot (1814 – 1887) experimentó con elementos de hormigón armado para la confección de mobiliario de jardín, en 1849 William Boutlan Wilkinson (1819 – 1901) patentó unas losas armadas, y en 1853-1855 François Coignet (1814 – 1888) construyó la primera estructura de hormigón armado, incluso, a pesar de conocer experimentos y pruebas, realizadas casi cien años antes en Inglaterra: John Smeaton en 1759-1774, Fleuret en 1807, James Frost en 1822, R. de Charleville en 1824, Fox y Barret en 1844 y Cecil D. Elliot en 1865 entre otros.

En Francia en 1875, Joseph Monier diseña y construye el primer puente de hormigón armado para el castillo de Chazelet, salvando una luz de 13.80 m con cuatro vigas en arco.

Al inicio no se aprovecho el verdadero potencial del hormigón armado, debido a incertidumbres en su comportamiento, la construcción adoptó las soluciones de las obras de mampostería sin armar.

A pesar de que el hierro y el hormigón ya se conocían, necesitaron el impulso de los acontecimientos de la Revolución Industrial para reinventarse e instituirse con la presencia que tienen en la historia contemporánea, cambiando significativamente la manera de proyectar y de construir.



Imagen 152: Edificio Monadnock (1891 – 1893), primer rascacielos moderno con 17 plantas (16 más un ático) y una altura de 46m, Daniel Burnham y John Wellborn Root, 53 West Jackson Boulevard, Chicago, Illinois, Estados Unidos de América.
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0c/Monadnock_Building_Vintage_Postcard.jpg

Al s. XIX se lo considera como la época dorada de la ingeniería estructural, Thomas Young (1773 - 1829), Louis Navier (1785-1836), Saint-Venant (1797-1886), Emile Clapeyron (1799-1864), George Biddell Airy (1801-1892), J. C. Maxwell (1831-1879), Otto Mohr (1835-1918), Alberto Catigliano (1847-1884), C. E. Grene (1842 – 1903), contribuyeron con métodos de análisis y cálculo, para que posteriormente G. A. Maney (1888 – 1925) y Hardy Cross (1885 – 1959) desarrollaran métodos de análisis de estructuras en base a aproximaciones sucesivas, permitiendo, con estas teorías establecer metodologías de análisis y cálculo, que tendrán como objetivo a la solución dimensional de la estructura, garantizando seguridad, estabilidad y firmeza, buscando el máximo rendimiento de los materiales, con el mínimo de inversión.

A finales del s. XIX, la introducción de los nuevos materiales llegó a América donde destaca la “Escuela de Chicago”, aparecen nuevas técnicas de construcción y se erigen los primeros rascacielos (hasta 16 plantas), donde la estructura aposticada usando hormigón armado y la estructura metálica, eliminaron los muros de carga, permitiendo plantear ventanas corridas y fachadas permeables; también sobresale la invención del ascensor eléctrico por Elisha Graves Otis (1811 – 1861), que a su vez permitió que funcionalmente se puedan plantear edificaciones con mayor altura.

Son figuras representantes de esta época los arquitectos William Le Baron Jenney (1832 – 1907), Henry Hobson Richardson (1838 – 1886), Dankmar Adler (1844 – 1900), Daniel Burnham (1846 – 1912), John Wellborn Root (1850 – 1891), William Holabird (1854 – 1923), Martin Roche (1853 – 1927), y Louis Henry Sullivan (1856 – 1924); con este último trabajaría en su despacho Frank Lloyd Wright (1867 – 1959), considerado por muchos el mayor representante de la arquitectura de estados unidos del siglo XX, y precursor de la arquitectura organicista.

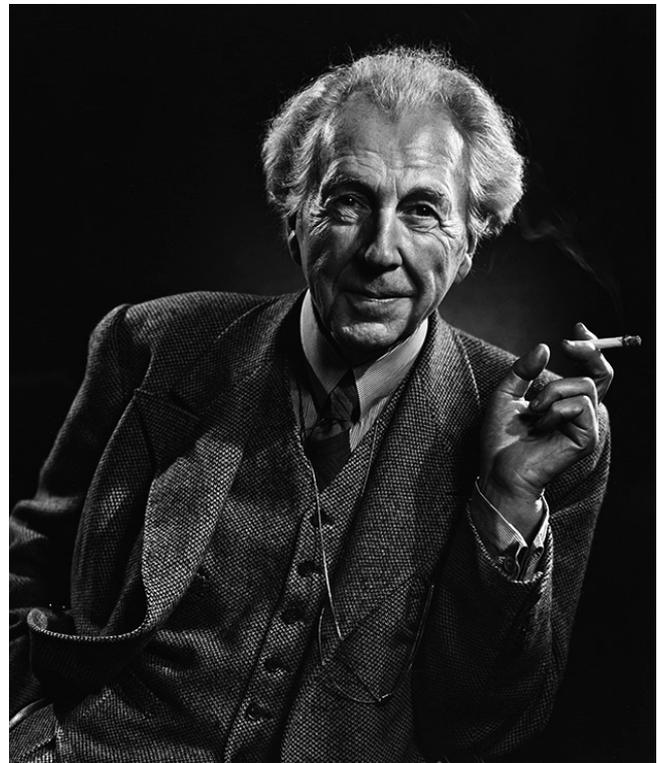


Imagen 153: Frank Lloyd Wright (1867 – 1959).
http://xpressados.com/wp-content/uploads/2014/11/Frank_Lloyd.jpg



Imagen 154: Casa Kaufmann o casa de la cascada (1935-1939), Frank Lloyd Wright, Bear Run, Pennsylvania, Estados Unidos de América.
http://www.fallingwater.org/img/home_assets/new_first.jpg

Considerando el conjunto de cambios que surgían a finales del s. XIX, e inicios del s. XX: La invención de la luz eléctrica por Thomas Alva Edison (1847 – 1931) en 1878, la fuerte transición demográfica, el continuo crecimiento urbano, la imponente generalización del consumo, la ascensión del nivel de vida, la gran presión social para obtener una vivienda en los países industrializados, las transformaciones económicas, sociales y tecnológicas; y la evidente influencia que tuvieron la Revolución Industrial con la arquitectura de hierro y hormigón, el movimiento Art and Crafts (1861 -1910) en Inglaterra, la Escuela de Chicago en Estados Unidos (1871 – 1910), la Belle Époque en Europa (1871 – 1914), el “Modernismo” en España – llamado “Art Nouveau” en Francia , “Jugendstil” en Alemania, “Sezession” en Austria, “Floreale” en Italia- (1883 – 1914), así como el acaecimiento de la Primera Guerra Mundial (1914 – 1918), viabilizaron el surgimiento de una filosofía racionalista en cuanto al arte y la arquitectura; en 1919 el arquitecto alemán Walter Adolph Georg Gropius (1883 – 1969) funda la Bauhaus (1919 – 1933), como una escuela de diseño, arte y arquitectura en Weimar, Alemania, donde uno de sus principios fundamentales dictaba “La forma sigue a la función”, que permite advertir el carácter pragmático y racionalista de su filosofía, que perseguía la fusión bien lograda entre uso, estética y técnica.

El movimiento que así empieza, se denomina arquitectura moderna, proponiendo una ruptura de la tradicional configuración de espacios y formas compositivas en la arquitectura, aprovechando los nuevos materiales: el hormigón armado, el acero laminado y el vidrio; y los preceptos de uso de geometrías simples, la planta libre, la fachada independiente de la estructura, las ventanas corridas, la estructura exenta y la cubierta plana, se distinguieron como estrategias de diseño y composición, basadas en el racionalismo y el aprovechamiento de recursos.



Imagen 155: Charles-Édouard Jeanneret “Le Corbusier” (1887 – 1965).
<https://waldinadotcom.files.wordpress.com/2016/10/le-corbusier-01.jpg>



Imagen 156: Villa Savoye (1928-1931), Le Corbusier, Poissy, Francia.
http://2.bp.blogspot.com/-xfri-pPB6UA/T9oTL8DgTRI/AAAAAAAAMBs/k_uDjneyvEU/s1600/Sin+!%C3%ADtulo-1.jpg



Imagen 157: Ludwig Mies van der Rohe (1886 – 1969).
<http://amanecemetropolis.net/wp-content/uploads/2010/09/Ludwig-Mies-Van-Der-Rohe.jpg>

Dentro de los principales representantes de la arquitectura Moderna podemos nombrar:

- Peter Behrens (1868 - 1940).
- Walter Adolph Georg Gropius (1883 - 1969).
- Ludwig Mies van der Rohe (1886 - 1969).
- “Le Corbusier” (1887 - 1965).
- Hans Emil Meyer (1889 - 1954).
- Richard Neutra (1892 - 1970).
- Hugo Alvar Henrik Aalto (1898 - 1976).
- Arne Jacobsen (1902 - 1971).
- Marcel Lajos Breuer (1902 - 1981).
- Philip Johnson (1906 - 2005).

Posteriormente a las funestas consecuencias que la Segunda Guerra Mundial (1939 – 1945) había dejado en Europa, sobreviene la tarea de reconstrucción, una tarea que no implicaba únicamente la reconstrucción física, sino también social, económica y política.



Imagen 158: Pabellón de Barcelona (1928-1929), Ludwig Mies van der Rohe, Barcelona, España.
[https://es.wikipedia.org/wiki/Pabell%C3%B3n_alem%C3%A1n_\(Barcelona\)#/media/File:The_Barcelona_Pavilion,_Barcelona,_2010.jpg](https://es.wikipedia.org/wiki/Pabell%C3%B3n_alem%C3%A1n_(Barcelona)#/media/File:The_Barcelona_Pavilion,_Barcelona,_2010.jpg)



Imagen 159: Seagram Building (1954-1958), cuenta con 39 plantas y 157m de altura, Ludwig Mies van der Rohe, Philip Johnson, Park Avenue, Nueva York, Estados Unidos de América.
http://www.375parkavenue.com/sites/375park.com/files/styles/gallery_history/public/gallery/1990_0.jpg?itok=YISsOw5



Imagen 160: Sede de la Organización de las Naciones Unidas (1947-1952), cuenta con 39 plantas y 154m de altura, Oscar Niemeyer, Le Corbusier, Manhattan, Nueva York, Estados Unidos de América.
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/14/UNO_New_York.JPG



Imagen 161: Lever house (1951-1952), cuenta con 21 plantas y 94m de altura, Gordon Bunshaft, SOM, Park Avenue, Nueva York, Estados Unidos de América.
http://www.som.com/FILE/16462/leverhouse_788x900_ezra_stoller_esto_11jpg.jpg

Desde el punto de vista arquitectónico el “estilo” moderno se constituyó en la solución estética y funcional más aceptada hasta la década de los 1960, la influencia se hizo más evidente en la construcción de los rascacielos, principalmente en Nueva York.

La arquitectura de la segunda mitad del s. XX, puede entenderse como una reacción a las propuestas del movimiento moderno, sin embargo es discutible el ocaso del mismo, ya que muchos arquitectos

contemporáneos siguen utilizando sus preceptos como estrategias de diseño; es innegable la presencia de nuevas influencias denominadas postmodernas o postestructuralistas que proponen concepciones estéticas radicalmente nuevas, que pretenden superar, criticar o contraponerse a la modernidad.

Desde la segunda mitad del s. XX han aparecido movimientos que se han identificado con posiciones contrapuestas a los principios del movimiento moderno,

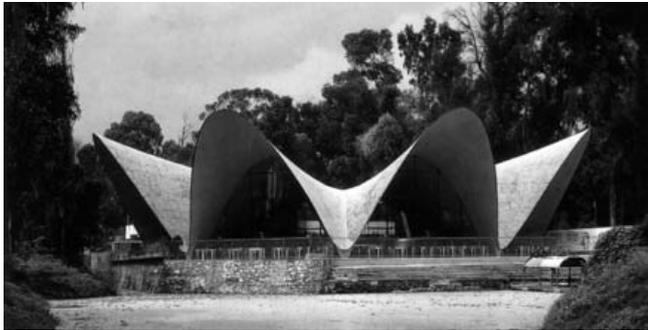


Imagen 162: Restaurante los Manantiales (1957), Félix Candela (1910-1997), Xochimilco, México.
http://images.adsttc.com/media/images/5349/3e7f/c07a/80f3/5100/0082/large_jpg/LosManantiales1.jpg?1397309047



Imagen 163: Instituto Salk (1959 – 1965), Louis Kahn (1901-1974), La Jolla, California, Estados Unidos de América.
http://images.adsttc.com/media/images/50ad/4eab/b3fc/4b12/7800/01f7/large_jpg



Imagen 164: Ópera de Sydney (1959 – 1973), Jørn Utzon (1918-2008), Sydney, Australia.
https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%93pera_de_S%C3%ADdney#/media/File:Sydney_Opera_House_Sails.jpg



Imagen 165: Museo Guggenheim de Bilbao (1997), Frank Gehry (1929), Bilbao, España.
http://3.bp.blogspot.com/-doc7DBHB05Q/T52ngFkBgpl/AAAAAAAAHD0/BI_sSW_Vucs/s1600/223-126-guggenheim-large.jpg

en la década de los 50, la búsqueda escultórica de la arquitectura, influenciados por el Arte Contemporáneo; en las décadas de los 60, el brutalismo evidenciando el rechazo y crítica al movimiento moderno, tildando de deshumanizada la utilización del ángulo recto y la geometría paralelepípeda, donde se nota un alejamiento del recurso geométrico, la uniformidad y la rigidez; en 1970, comienza la era informática, el uso de las computadoras ha colaborado para optimizar significativamente el proceso proyectual del arquitecto, y además el análisis estructural del ingeniero; en la década de los 80, el deconstructivismo y posteriormente, desde 1990, lo que se denomina arquitectura de vanguardia, que busca sacar provecho a los avances tecnológicos, optimizar los recursos invertidos, generar sostenibilidad en la construcción y en el funcionamiento de la edificación, cabe mencionar, que en esta década vio la luz el servicio de consulta remota a través de Internet World Wide Web (WWW), que junto con el correo electrónico, la transmisión de archivos, la mensajería instantánea, la comunicación multimedia y el acceso remoto han revolucionado el sistema de comunicaciones, e incluso la manera de relacionarse ente las personas; avances que no son extraños a los procesos de proyección arquitectónica, la interacción remota junto con los programas BIM, permiten actualmente realizar trabajos colaborativos, interactivos, simultáneos entre varios usuarios ubicados en distintas partes del mundo.

Las lecciones y experiencia que nos deja la historia a través de la evolución de la arquitectura, nos enseña que el objetivo de alcanzar la excelencia en un proyecto arquitectónico es alcanzable siempre que el arquitecto sepa conjugar adecuadamente función, firmeza y forma a través del orden riguroso, la adecuada disposición, la distribución pertinente, y la proporción armónica.

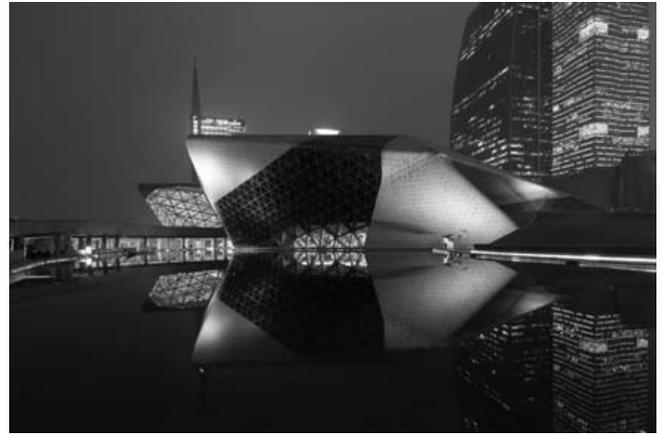


Imagen 166: Ópera de Guangzhou (2003 – 2010), Zaha Hadid (1950-2016), Guangzhou, China.
<http://static.thousandwonders.net/Guangzhou.Opera.House.original.11310.jpg>



Imagen 167: Sluishuis (2016 – 2017 en ejecución), Bjarke Ingels (1974) & Barcode Architects, Steigereiland, Holanda.
<http://afasiaarchzine.com/wp-content/uploads/2016/11/BIG-and-BARCODE--Sluishuis--Amsterdam-3.jpg>

Parfraseando al arquitecto costarricense Ibo Bonilla en la Conferencia en la LXXXII Asamblea Nacional de la FCARM de México en 1977: “Arquitectura es esculpir el espacio para satisfacer necesidades físicas, emocionales y espirituales, protegiendo el resultado con una piel armónica con la estética, técnicas y sitio, del momento en que se realiza. Arquitectura es modelar meta piel social con arte... Cuando la piel se vuelve preponderante por su valor estético, tiende a ser escultura, si el predominio es técnico, tiende a ser

ingeniería constructiva, si el énfasis es el sitio, tiende a ser paisajismo, si se da una armonía entre todos los sistemas, estamos en presencia de una buena obra arquitectónica. Cada obra tiene su proporción y la justa medida es tarea del arquitecto, que si hace de su diálogo y síntesis una sinergia poética, tenemos una obra de arte”. (Bonilla, 1977)

2.3 Línea de tiempo.

“La arquitectura es la voluntad de la época traducida al espacio.”

-Ludwig Mies Van Der Rohe-

La breve reseña histórica desarrollada en el apartado anterior, nos muestra la íntima vinculación que ha existido siempre entre función, técnica y estética, esta interacción que muchas veces difumina las fronteras entre ingeniería y arquitectura, las que nosotros nos encargamos de resaltar cada vez más, la indiscutible conexión entre técnica y creación, manifiesta desde sus inicios: forma, materia, utilidad, técnica, imaginación e ingenio como medios de expresión y solución a las necesidades del hombre.

La gran lección que nos deja la historia es que no hay una distinción clara entre lo que comúnmente

se considera estructura y lo que se supone es arquitectura, estas dos entidades son miembros indisolubles de un mismo organismo, que cuando se desarrollan de manera objetiva y racional, no solo se logra un producto edificado de alta calidad espacial y estética, sino, además destaca el ingenio humano cuya expresión es la técnica, la misma que se encarga de garantizar eficacia y seguridad.

Para ilustrar de mejor manera lo expuesto, se presenta a continuación un esquema gráfico que se sintetiza en formato de línea de tiempo:

PERSONAJES

Australopithecus Afarensis
3'200.000 a. C.



Homo Habilis
2'500.000 a. C.



Homo Sapiens Sapiens
desde 40.000 a. C.



Meskiaggasher
1er rey de Uruk s. XXX a. C.



Enmerkar
2do Rey de Uruk s. XXIX a. C.



OBRAS

Nomadas
Cazadores - Recolectores



Herramientas
Bifaces



Pinturas Rupestres



Construcción de planta
circular semienterada



Fundación de Uruk
4000 a. C.



Invención de la Rueda
3600 a. C.



ACONTECIMIENTOS

PALEOLÍTICO

PRIMEROS HOMBRES

Datación del primer homínido
hallado en Adis Abeba, Etiopía



MESOLÍTICO

NACE LA AGRICULTURA

Primeras experiencias en
agricultura



EDAD DE COBRE

EL ALBA DE LAS CULTURAS CLÁSICAS

Poblaciones en constante crecimiento
demográfico en la zona del Egeo.



1

3'200.000 a.C.

2'000.000 a.C.

12.000-9.000 a.C.

9.000-4.000 a.C.

6.500-3.000 a.C.

3.000-1.200 a.C.

ACONTECIMIENTOS

PALEOLÍTICO

Construcción primitiva
Madera, barro, piedra, fibras vegetales



PRIMERA CASA?

NEOLÍTICO

Jericó fundada 8300 a. C.
Ciudad amurallada



PRIMERAS CIUDADES

EDAD DE BRONCE

Mesopotamia
2900 a. C.



GRANDES CIVILIZACIONES

OBRAS

Herramientas
Hachas y lanzas



Domina
el Fuego



Molinos de piedra
para la harina



Desarrollo de
la ganadería



Desarrollo de
la Escritura y el Cálculo
3.200 a.C.-2.500 a. C.



Templo de Uruk
3.000 a.C.



PERSONAJES

Homo Erectus
1'900.000 a. C.



Homo Sapiens
165.000 a. C.



Homo Sapiens Sapiens
desde 40.000 a. C.



Sargón I de Acadia
2.270 - 2.215 a. C.



Naram-Sin
2.254 - 2.218 a. C.



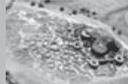
PREHISTORIA

EDAD ANTIGUA

PERSONAJES

OBRAS

ACONTECIMIENTOS

<p>Isla de Malta 3.000 a. C.</p> 	<p>Cultura Beaker 2.800-1.800 a. C.</p> 	<p>Ghaggar-Hakra 2.600 - 1.800 a. C.</p> 	<p>Dinastía Xia 2.100 - 1.600 a. C.</p> 	<p>Dinastía Shang 1.600 - 1.100 a. C.</p> 	<p>Cultura Nuraga 1.600 - 750 a. C.</p> 	<p>Grecia Posmicénica 900-700 a. C.</p> 
<p>Mnajcra 3.000 a. C.</p> 	<p>Stonehenge 2.500 a. C.</p> 	<p>Mohenjo-Daro 3.000 - 2.000 a. C.</p> 	<p>Ciudad de Zhengzhou 1.700 a. C.</p> 	<p>Nuraghe Tipología constructiva en piedra</p> 	<p>Fundación de los Juegos Olímpicos 776 a. C.</p> 	
<p>EDAD DE BRONCE CONSTRUCCIÓN MEGALÍTICAS</p> <p>Edificaciones de culto y tumbas monumentales</p> 		<p>EDAD DE BRONCE CULTURA ASIÁTICA</p> <p>Primeras civilizaciones y culturas dinásticas</p> 		<p>EDAD DE HIERRO GRECIA Y ROMA</p> <p>Culturas Pre-Clásicas.</p> 		

N

3.000-1.200 a.C.

3.000-1.200 a.C.

3.000-1.200 a.C.

2.600-1.200 a.C.

1.200-750 a.C.

900-700 a.C.

ACONTECIMIENTOS

EDAD DE BRONCE

Egipto
2649 a. C.



GRANDES CIVILIZACIONES

EDAD DE BRONCE

Civilización Minóica
3000 a. C.



GRANDES CIVILIZACIONES

EDAD DE HIERRO

Consolidaciones culturales



CULTURA ASIÁTICA

OBRAS

Pirámide de Keops
2.590 a.C.



Templo, Pirámide y esfinge de Kefrén
2.532 a.C.



Palacio de Cnosos
2.000 - 1.700 a.C.



Palacio de Festo
2.000 - 1.700 a.C.



Ciudad Sagrada de Benarés
1.000 a.C.



Complejo ritual en Fengchu
1.000 a.C.



PERSONAJES

Imhotep
2.690 - 2.610 a. C.



Keops
2.589 - 2.566 a. C.



Kefrén
2.547 - 2.521 a. C.



Cultura Minóica
3.000 - 1.600 a. C.



Cultura Micénica
1.600 - 1.100 a. C.



Hinduismo



Dinastía Zhou Occidental
1.046 - 771 a. C.



PERSONAJES

Tarquino Prisco
616 - 578 a. C.



Tarquino el Soberbio
534 - 509 a. C.



Sidarta Gautama -Buda-
566 - 486 a. C.



Confucio
551 - 479a. C.



Platón
427 - 347 a. C.



Aristóteles
384 - 322 a. C.



Alejandro Magno
356 - 323 a. C.



OBRAS

Fundación de Roma
753 a. C.



El Arco



Babilonia
Reconstrucción 605 a. C.



Palacio de Xingyang
421 - 405 a. C.



Parthenón
447 - 432 a. C.



Erección
421 - 405 a. C.



ACONTECIMIENTOS

ANTIGUEDAD CLÁSICA

CULTURA ETRUSCA

Predecesores de la Cultura Romana



ANTIGUEDAD CLÁSICA

GRANDES IMPERIOS

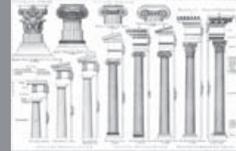
Dinastía Zhou Oriental
771 - 256 a. C.



ANTIGUEDAD CLÁSICA

GRECIA PERÍODO CLÁSICO

Órdenes Clásicos



3

800 - 509 a. C.

700 - 480 a. C.

650 - 400 a. C.

509 - 27 a. C.

480 - 323 a. C.

323 - 30 a. C.

ACONTECIMIENTOS

ANTIGUEDAD CLÁSICA

Ciudad - Estado Griego



GRECIA PERÍODO ARCAICO

ANTIGUEDAD CLÁSICA

Cambios políticos y sociales



REPÚBLICA ROMANA

ANTIGUEDAD CLÁSICA

Transición al Imperio Romano



GRECIA PERÍODO HELENÍSTICO

OBRAS

Atenas
508 a. C.



Esparta
950- 146 a. C.



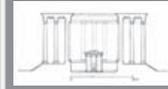
Vía Apia
312 a. C.



Arco de
Séptimo Severo 203 a. C.



Templo de Apolo
313 - 41 a. C.



Santuario de Atena
190 a. C.



PERSONAJES

Tales de Mileto
625 - 547 a. C.



Pitágoras de Samos
569 - 475 a. C.



Leonidas I
540 - 480 a. C.



Espartaco
113 - 71 a. C.



Cayo Julio Cesar
100 - 44 a. C.



Euclides
325 - 265 a. C.



Arquimides
287 - 212 a. C.



Apolonio de Perga
262 - 190 a. C.



PERSONAJES

OBRAS

ACONTECIMIENTOS

<p>César Augusto 63 a.C. - 14</p> 	<p>Marco Vespasiano Agripa 63 - 12 a. C.</p> 	<p>Marco Aurelio 121 - 180</p> 	<p>Constantino 272 - 337</p> 	<p>Teodosio I 347 - 395</p> 	<p>Flavio Honorio Augusto 384 - 423</p> 	<p>Papa León I 390 - 461</p> 	<p>Atila el Huno 395 - 453</p> 
<p>Foros Imperiales 48 a.C. - 112</p> 	<p>Acueducto Aqua Virgo 19 a. C.</p> 	<p>Coliseo Romano 72-80</p> 	<p>Panteón de Agripa 125</p> 	<p>Santa Sabina 425 - 432</p> 	<p>Santa María Mayor 432</p> 		
<p>ANTIGUEDAD CLÁSICA</p> <p>IMPERIO ROMANO</p> <p>Transición de República a Imperio</p> 		<p>ANTIGUEDAD CLÁSICA</p> <p>IMPERIO ROMANO</p> <p>Máxima Expansión del Imperio 117</p> 		<p>ANTIGUEDAD CLÁSICA</p> <p>IMPERIO ROMANO DE OCCIDENTE</p> <p>División del Imperio Romano Establecimiento de la religión Cristiana</p> 			

4

256 - 1 a. C.

27 - 1 a. C.

1*

1-395

1 - 589

395-476

ACONTECIMIENTOS

OBRAS

PERSONAJES

ANTIGUEDAD CLÁSICA

Unificación China a Imperio
Shi Huangdi se proclamó Emperador



IMPERIO CHINO

Tumba del primer Emperador
246 - 210 a. C.



Complejo Pítilul
Mingtang-Biyong
141 - 86 a. C.



Qin Shi Huang
260 - 210 a.C



Dinastía Han Occidental
206 a. C. - 9



ANTIGUEDAD CLÁSICA

1 **Era Cristiana**

547 **Calendario Budista**

752 **Calendario Babilónico**

756 **Calendario Romano**

3763 **Calendario Judío**

4239 **Calendario Egipcio**

* El calendario Gregoriano promovido por el papa Gregorio XIII, sustituyó en 1582 al calendario Juliano. El calendario Gregoriano es oficial en casi todo el mundo

En el calendario Gregoriano no existe el año cero
El año 1 a. C. inmediatamente precede al año 1 d. C.

ANTIGUEDAD CLÁSICA

Renacimiento del Hinduismo en India
Establecimiento del Budismo en China



ASIA

Muralla China
s. V a. C. - s. XVII



Templo de Mahanodhi
Reconstrucción 500



Dinastía Han Oriental
25 - 220



Imperio Gupta
321-500



PERSONAJES

Flavio Arcadio Augusto
378 - 408



Flavio Rómulo Augusto
461 - 476



Mahoma
570 - 632



Leovigildo Rey de los Visigodos
572 - 586



Carlomagno
742 - 814



OBRAS

Iglesia de Acheiropietos
470



Qalat Siman
470



Bagdad
761



Mezquita de Córdoba
787



Palacio de Aquisgrán
792 - 814



Iglesia de Saint-Riquier
799



ACONTECIMIENTOS

ANTIGÜEDAD CLÁSICA

IMPERIO ROMANO DE ORIENTE

Imperio Bizantino
Caída del Imperio Romano de Occidente



EDAD MEDIA

IMPERIO ISLÁMICO

Nacimiento del Islam



EDAD MEDIA

SISTEMAS FEUDALES

Población agrícola, grandes invasiones



5

395-476

476 - 1.453

622 - 1.453

550 - 1.453

476 - 1.000

1.000 - 1.100

ACONTECIMIENTOS

EDAD MEDIA

Imperio Bizantino



IMPERIO ROMANO DE ORIENTE

EDAD MEDIA

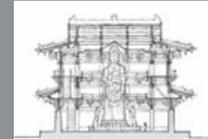
Indobudismo



ASIA

EDAD MEDIA

Nacimiento de Reinos en Asia



ESTADOS REGIONALES

OBRAS

Santa Sofía
532 - 537



Santa Vital en Rávena
538 - 545



Borobudur
842



Reino de Pagan
802 - 1.431



Templo de
Khandariya Mahadeva
1.000 - 1.025



Pagoda de
madera Yingxian
1.056



PERSONAJES

Justiniano I
483 - 565



Nicéforo I
765 - 811



Imperio Jemer
802 - 1.463



Rashtrakutas
750 - 973



Imperio Hoysala
1.026 - 1.343



Dinastía Song
960 - 1.127



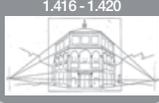
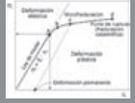
EDAD ANTIGUA

EDAD MEDIA

PERSONAJES

OBRAS

ACONTECIMIENTOS

<p>Gengis Kan 1.162 - 1.227</p> 	<p>Marco Polo 1.254 - 1.324</p> 	<p>Donato Bramante 1.444 - 1.1514</p> 	<p>Cristobal Colón 1.451 - 1.502</p> 	<p>Leonardo da Vinci 1.452 - 1.519</p> 	<p>René Descartes 1.596 - 1.650</p> 	<p>Robert Hooke 1.635 - 1.703</p> 	<p>Isaac Newton 1.642 - 1.727</p> 
<p>Catedral de Notre Dame 1163 - 1345</p> 	<p>Catedral de Chartres 1.194 - 1.220</p> 	<p>Perspectiva por Filippo Brunelleschi 1.416 - 1.420</p> 	<p>Catedral de Florencia 1294 - 1418</p> 	<p>Ley de Hooke 1660</p> 	<p>Principios matemáticos de la filosofía natural 1687</p> 		
<p>EDAD MEDIA</p> <p>GÓTICO CLÁSICO</p> <p>Las cruzadas 1.096 - 1291</p> 		<p>EDAD MEDIA EDAD MODERNA</p> <p>RENACIMIENTO - QUATTROCENTO</p> <p>Llegada de Cristibal Colón a América en 1492</p> 		<p>EDAD MODERNA</p> <p>SIGLO DE LA FÍSICA</p> <p>Nacimiento de la física clásica</p> 			

6

1.100 - 1.200

1.200 - 1.300

1.300 - 1.400

1.400 - 1.500

1.500 - 1.600

1.600 - 1.700

ACONTECIMIENTOS

EDAD MEDIA

Sacro Imperio Romano
962 - 1806



NACIMIENTO GÓTICO

EDAD MEDIA

Hambuna y peste negra en Europa



ASOLACIÓN EUROPEA

EDAD MODERNA

Exploración y conquista de América



RENACIMIENTO - CINQUECENTO

OBRAS

Basilica de Saint Denis
1.140



Catedral de San Mauricio en Angers
1.147 - 1.159



Santa Croce
1.294



Palacio público de Siena
1.297 - 1.310



Basilica de San Pedro
1.506 - 1.629



Iglesia del Gesù
1.568 - 1.584



PERSONAJES

Rodrigo Diaz de Vivar
"El Cid" 1.048 - 1.099



Guillermo I
1.028 - 1.087



Giotto di Bondone
1.267 - 1.337



Filippo Brunelleschi
1.377 - 1.446



Miguel Angel Buonaroti
1.475 - 1.564



Andrea Paladio
1.508 - 1.580



Galileo Galilei
1.564 - 1.642



EDAD MEDIA

EDAD MODERNA

PERSONAJES

Gian Lorenzo Bernini
1.598 - 1.680



Francesco Borromini
1.599 - 1.667



Benjamin Franklin
1.706 - 1.790



George Washington
1.732 - 1.799



Joseph Bramah
1.748 - 1.814



Napoleón Bonaparte
1.769 - 1.821



Abraham Lincoln
1.809 - 1.865



Otto von Bismark
1.815 - 1.898

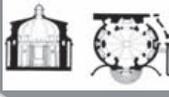


OBRAS

San Carlo alle Quattro Fontane
1.638 - 1.667



Sant'Andrés al Quirinale
1.658 - 1.670



El Retrete
1.778



Capitolio
1.792 - 1.859



Locomotora a Vapor
1.804



Biblioteca de Sainte Genevieve
1.845 - 1.851



ACONTECIMIENTOS

EDAD MODERNA

BARROCO

Ciudades Estado en Italia



EDAD MODERNA

REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

Transformación económica, social y tecnológica



EDAD CONTEMPORÁNEA

SIGLO DE LAS INVENCIONES

Desarrollo científico



7

1.600 - 1.700

1.700 - 1.750

1.750 - 1.800

1.750 - 1.800

1.800 - 1.850

1.850 - 1.900

ACONTECIMIENTOS

EDAD MODERNA

Reafirmación de la Razón sobre la Fe



PERIODO DE LA ILUSTRACIÓN

EDAD MODERNA

Final de la Edad Moderna 1.789



REVOLUCIÓN FRANCESA

EDAD CONTEMPORÁNEA

La luz eléctrica



SEGUNDA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

OBRAS

Máquina a Vapor
1705



Hierro de alta Calidad 1.711
Obtención de Acero fundido 1.740



Sainte Genevieve
1.757



Biblioteca Nacional
de Francia 1.788



Luz Eléctrica
1.878



Radio
1.894



PERSONAJES

Leonhard Euler
1.707 - 1.783



Abraham Darby
1.678 - 1.717



Benjamin Huntsman
1.704 - 1.776



Luis XVI
1.754 - 1.793



María Antonieta
1.755 - 1.793



Maximilien Robespierre
1.758 - 1.794



Thomas Alva Edison
1.847 - 1.931



Nikola Tesla
1.856 - 1.943



EDAD MODERNA

EDAD CONTEMPORÁNEA

PERSONAJES

OBRAS

ACONTECIMIENTOS

Otto Wagner 1.841 - 1.918 	Antoni Gaudí 1.852 - 1.926 	Victor Horta 1.861 - 1.947 	Frank Lloyd Wright 1.867 - 1.959 	Albert Einstein 1.879 - 1.955 	Arne Jacobsen 1.902 - 1.971 	Jorn Utzon 1.918-2.008 	Frank Gehry 1.929 	Zaha Hadid 1.950 - 2.016 
Le Grand Bazar 1.903 - 1.905 	Casa Batlló 1.904 - 1.906 	Casa de la cascada 1.935 - 1.939 	SAS Royal Hotel 1.958 - 1.960 	Ópera de Sidney 1.959 - 1.973 	Museo Guggenheim de Bilbao 1.992 - 1.997 			

EDAD CONTEMPORANEA ART & CRAFTS - MODERNISMO La Belle Époque 	EDAD CONTEMPORANEA ARQUITECTURA MODERNA Dos Guerras Mundiales 	EDAD CONTEMPORANEA ARQUITECTURA CONTEMPORANEA Era de la informática y la comunicación 
--	--	---

8

1.850 - 1.910

1.850 - 1.910

1.910 - 1.950

1.910 - 1.950

1.950 - 2.000

1.970 - 2.017

ACONTECIMIENTOS

EDAD CONTEMPORANEA

Escuela de Chicago
1.871 - 1.910


LOS NUEVOS MATERIALES

EDAD CONTEMPORANEA

Bauhaus 1.919 - 1.933


ARQUITECTURA MODERNA

EDAD CONTEMPORANEA

Exploración Espacial


ARQUITECTURA MODERNA - CONTEMPORANEA

OBRAS

Crystal Palace 1.851 	Edificio Monadnock 1.891 - 1.893 
Joseph Monier 1.823 - 1.906 	Daniel Burnham 1.846 - 1.912 

Villa Savoye 1.928 - 1.931 	Pabellón de Barcelona 1.928 - 1.929 
Walter Gropius 1.883 - 1.969 	Mies van der Rohe 1.886 - 1.969 

Lever House 1.951 - 1.952 	Seagram Building 1.954 - 1.958 
Hardy Cross 1.885 - 1.959 	Louis Kahn 1.901 - 1.974 

PERSONAJES

Louis Henry Sullivan 1.856 - 1.924 
--

Le Corbusier 1.887 - 1.965 
--

Gordon Bunshaft 1.909 - 1.990 



EL PROYECTO

Relación de las estructuras y el proyecto arquitectónico

3.1 Reflexión:

La arquitectura tiene su origen y principal objetivo en la satisfacción de una necesidad fundamental del hombre, además de un conjunto de necesidades impuestas para el hombre, por lo tanto, la determinante proporcional y geométrica de la arquitectura es la medida del hombre.

De igual forma, la actividad generatriz, otorga las pautas para establecer la tipología arquitectónica; el servicio que la obra arquitectónica brinda, debe permitir que las actividades se cumplan de manera segura, confortable y eficaz, garantizando en este propósito protección, estabilidad y firmeza.

Aquí, radica la razón por la cual la materialización de la obra, así como la disposición de los elementos resistentes, deben ser adecuadas y coherentes con el servicio que el objeto arquitectónico procura; la presencia de los elementos resistentes proporciona a la obra arquitectónica de una geometría y modulación, que responden directamente a la capacidad mecánica de los materiales y a sus proporciones.

A la vez que la disposición, geometría y dimensiones de los elementos resistentes determinan la forma y espacialidad de la obra arquitectónica, por lo tanto, esta íntima relación entre espacio y materialidad, está implícita en todo proyecto arquitectónico; la finalidad de la arquitectura se fundamenta intrínsecamente con el vínculo esencial entre forma, función y estructura.

La forma es la que brinda al objeto de condiciones intangibles, que son percibidas a través de los sentidos físicos, y responden a la subjetividad enigmática de los preceptos y prejuicios individuales y particulares de cada usuario.

El arquitecto no debe enfocarse en la condición funcional, en la estética o en la de estabilidad como empresas separadas e independientes, el enfoque debe recaer en la relación óptima entre éstas, resolviéndolas de manera conjunta y articulada, identificando en ellas lo esencial, lo conveniente y lo accesorio.

3.2 Importancia de las estructuras en la arquitectura:

“Arquitectura...es la cristalización de su estructura interior, el lento desplegar de la forma. Esta es la razón por la cual tecnología y arquitectura están tan estrechamente relacionadas.”

-Ludwig Mies Van Der Rohe-

Dentro de la arquitectura, el aspecto estructural es uno de los más influyentes en cuando a decisiones formales, funcionales y económicas, su importancia radica en varios factores derivados de su propia presencia dentro del proyecto:

- Para el aspecto estético, la estructura será el conjunto de elementos que hacen posible la conservación y definición de la forma, independientemente si estos se muestran y forman parte de la expresión estética del objeto o no.
 - Para el aspecto funcional, el conjunto de elementos estructurales determina el espacio utilitario para el que la obra fue planificada, a la vez que le proporciona características que garantizan que las actividades que se deban realizar, se cumplan de manera segura y eficiente.
 - Para el aspecto económico, la estructura no solo ocupa una parte considerable del presupuesto general del proyecto, sino que garantiza, a través de la resistencia y rigidez de sus elementos, la inversión total del objeto arquitectónico tenga un apoyo firme en el cual sostenerse; la disposición y tamaño de los elementos resistentes dependerá directamente del material y del sistema constructivo elegidos. Económicamente debe garantizarse que la inversión realizada cumpla con un período mínimo de vida útil.
- Un error muy común es suponer que la estructura ayuda a la arquitectura, como elemento accesorio, cuando realmente arquitectura y estructura forman un organismo indisoluble, la estructura forma parte de la esencia misma de la arquitectura, y su cometido inicial de estabilidad, posibilita la existencia y permanencia del objeto arquitectónico.

La forma, disposición, proporciones y dimensiones de los elementos que conforman la estructura deben nacer de la comprensión intuitiva de los fenómenos mecánicos, resistentes y deformacionales que legislan a los diferentes materiales, los que se obtienen de la conjugación del conocimiento, la razón y la experiencia.

No se puede descuidar el conocimiento y entendimiento de los principios esenciales de la configuración resistente; es decir que de nada sirven las herramientas de cálculo, mientras no se tenga claro el funcionamiento de la estructura como un sistema resistente. “Es absurdo descender en la concreción cuantitativa sin la seguridad de tener encajado el conjunto en sus acertados dominios.” (Torroja, 2007).

“Cada material tiene una personalidad específica distinta, y cada forma impone un diferente fenómeno tensional. La solución natural de un problema <<arte sin oficio>> óptimo frente al conjunto de impuestos previos que lo originaron, impresiona con su mensaje, satisfaciendo, al mismo tiempo, las exigencias del técnico y del artista.

El nacimiento de un conjunto estructural, resultado de un proceso creador, fusión de técnica con arte, de ingenio con estudio, de imaginación con sensibilidad, escapa del puro dominio de la lógica para entrar en las secretas fronteras de la inspiración.

Antes y por encima de todo cálculo está la idea, moldeadora del material en forma resistente, para cumplir su misión.” (Torroja, 2007)

Para ilustrar mejor la importancia de la estructura dentro de la arquitectura, tomaremos como ejemplo la Nueva Galería Nacional de Berlín construida en 1968 por Ludwig Mies van der Rohe, en ella intentaremos analizar la interacción entre función, estética y estabilidad.

Empezemos, describiendo el proyecto: funcionalmente, la caja de vidrio cuadrada para exposiciones itinerantes de 2540 m² se encuentra en una amplia terraza; y debajo de ésta se encuentra la galería para la colección permanente, la administración y bodega.



Imagen 168: Nueva Galería Nacional de Berlín, 1962 - 1965, Ludwig Mies Van der Rohe, Berlín, Alemania.
<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/2/d/7/0b/2dd70b2c8d36910b7037f123b005b161.jpg>



Imagen 169: Nueva Galería Nacional de Berlín, 1962 - 1965, Ludwig Mies Van der Rohe, Berlín, Alemania.
<http://mms.businesswire.com/bwapps/mediaserver/ViewMedia?mgid=240103&vid=5&download=1>

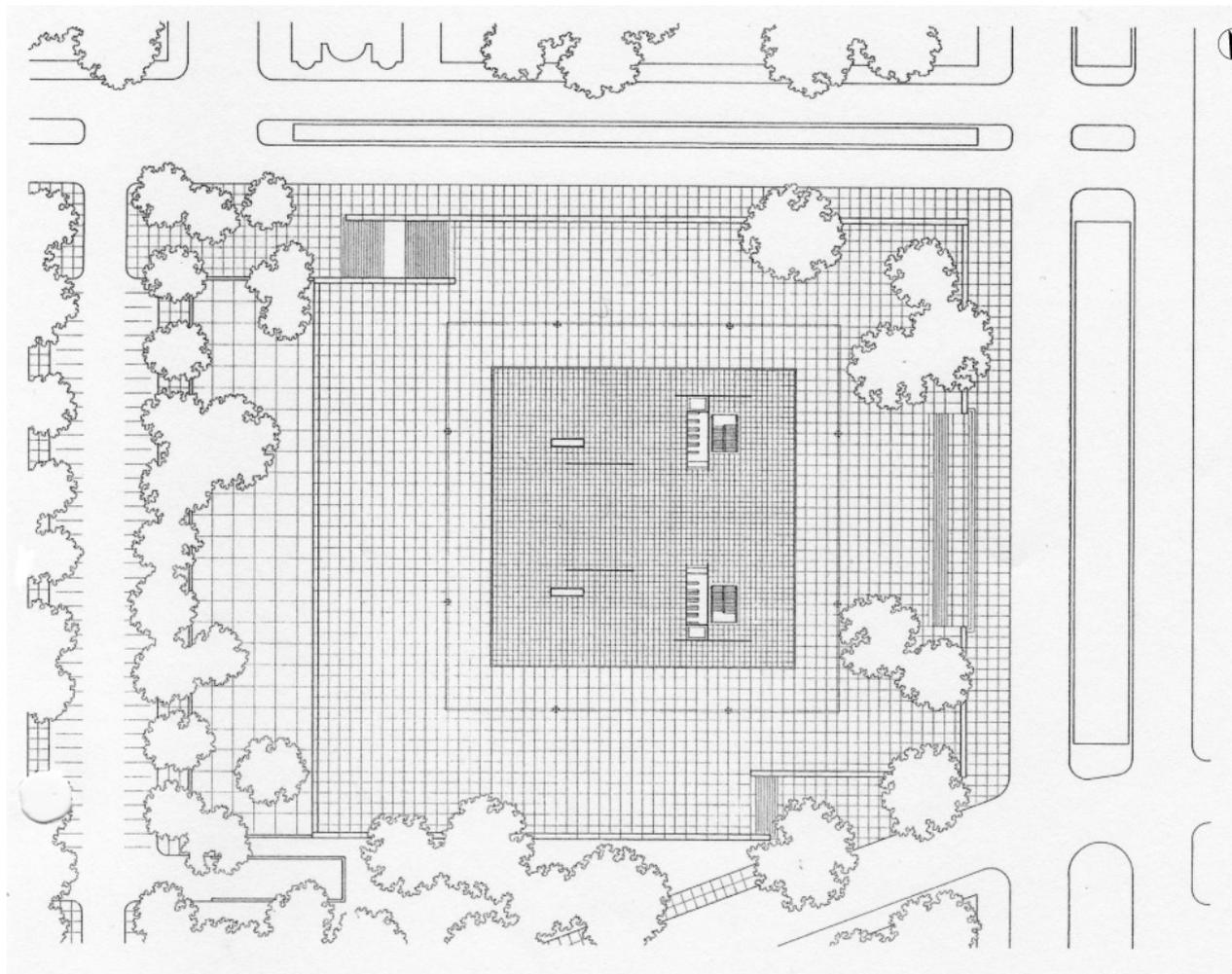


Imagen 170: Planta de la Nueva Galería Nacional de Berlín, 1962 - 1965, Ludwig Mies Van der Rohe, Berlín, Alemania. Werner Blaser (1993). Mies van der Rohe – The Art of Structure, pág. 205, New York, USA, Whitney Library of Design.

En el extremo occidental hay una depresión del terreno, donde la terraza forma un patio amurallado que proporciona iluminación natural para las salas de la galería en la planta baja.

La estructura de la cubierta consiste en un sistema de vigas reticulares, soportado por ocho columnas metálicas, dos en cada arista; el techo de la sala es una estructura plana, bidireccional de 1.80 metros de peralte. El sistema reticular consiste en vigas de acero soldadas cada 3.60 m en ambas direcciones, dando forma al sistema reticular ortogonal.

La placa continua que constituye el alma de las vigas está reforzada con pletinas a manera de costillas para evitar el alabeo. La estructura del techo mide 64,80 m x 64,80 m, cubriendo un área de 4200 m² y el interior de la sala tiene 8,40 metros de altura.

Las paredes acristaladas se retranquean 7.20 m. en todos los lados para dejar corredores perimetrales entre la caja de vidrio y las columnas. En el nivel inferior, el edificio es una estructura de hormigón armado, con columnas cada 7,20 m.

Ahora bien, existen principios básicos que se cumplen para aprovechar el planteamiento estructural como potenciador de la forma y la función.

La condición funcional aspira reflejar a través del programa el estímulo básico para la constitución de la forma, adecuándose sistemáticamente con los elementos resistentes; la intención no es únicamente conformar el espacio requerido para el propósito utilitario del proyecto, sino comprometerse con la planificación integral, en la que las actividades y usos del objeto arquitectónico se logran de manera confortable, óptima, y organizada, además de permitir que las conexiones, relaciones e interacciones entre espacios se articulen de manera eficiente.

El mérito estructural de haber logrado una planta totalmente libre de 2540m² dentro de la caja de cristal y un espacio cubierto de 4200 m², facilita el desarrollo funcional de la galería.

La condición estética parecería ser la menos pragmática de las esencias arquitectónicas, pero se debe considerar siempre, y valorar su grado de importancia dentro del producto arquitectónico es primordial, determinar la índole de las exigencias estéticas como de orden visual o intelectual y justificar su presencia como escenográfica o determinante, son puntos muy difíciles de definir y cuya meditación exige del arquitecto una combinación especial de sensibilidad artística con rigurosidad técnica; la finalidad estética del proyecto se definirá bajo sus propias reglas y determinará sus relaciones específicas con las otras condiciones de diseño.

La condición de estabilidad hace referencia a las características técnicas y materiales que permiten que la construcción contenedora de las funciones garantice la conservación de su forma, así como su permanencia durante el tiempo de servicio, asegurando las condiciones de estabilidad y equilibrio, mientras se cumpla con un grado de seguridad acorde al sitio de emplazamiento, a la legislación vigente, al tipo de proyecto y al presupuesto del mismo.

Es claro que la finalidad de una obra no es únicamente la de resistencia, pero ésta es una condición fundamental del proyecto, la resistencia, no es el objetivo único de un proyecto, ni siquiera el principal, pero tampoco es un requisito prescindible en el proceso de conformación y planteamiento de la solución.

Dentro de las estrategias estructurales destacan: el colocar un sistema de rótula en las coronas de los pilares para anular el momento que podría transmitirle la viga al pilar, y al mismo tiempo separa

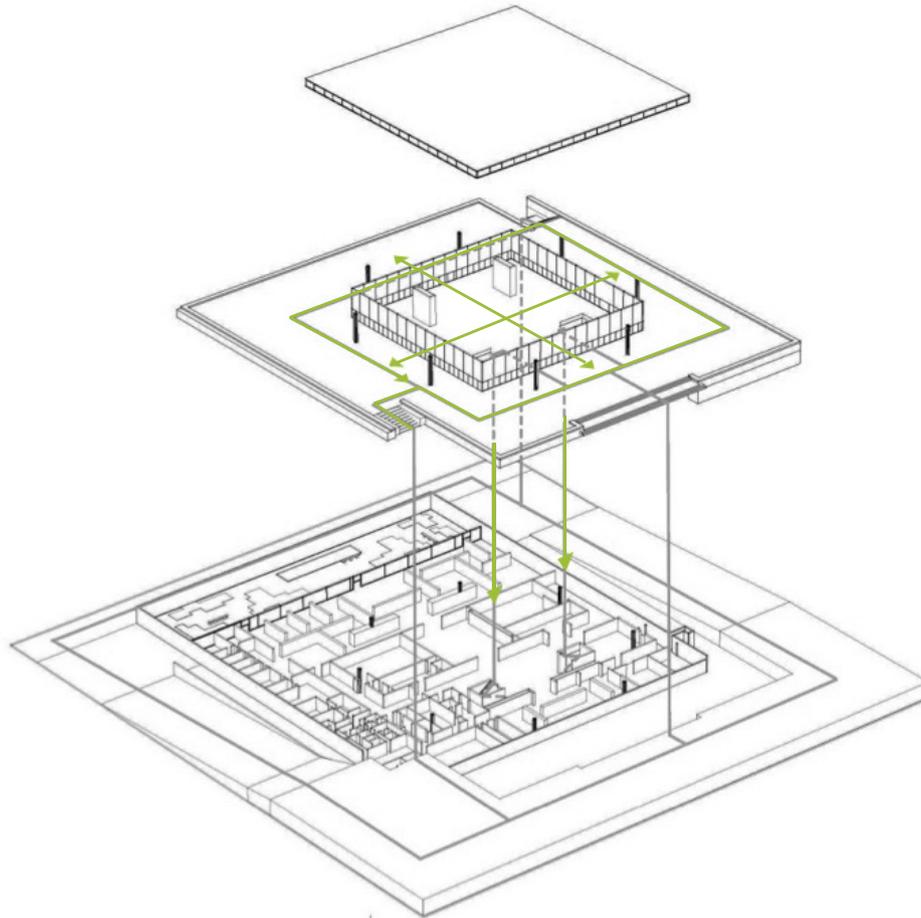


Imagen 171: Esquema de circulación y ejes de desarrollo funcional en la Nueva Galería Nacional de Berlín, 1962 - 1965, Ludwig Mies Van der Rohe, Berlín, Alemania.

Infografía de Autor en base a imagen
<http://www.pathofkahn.com/wp-content/uploads/2014/08/20.jpg>

visualmente los elementos constructivos, brinda un detalle de transición entre el elemento vertical y el elemento horizontal; también es notable la estrategia de compensación de momentos que se logra con la eliminación de los pilares de las esquinas, que permite reducir los momentos del tramo y alcanza volados de 18.0 m y una luz entre pilares de 28.8 m, gracias al sistema de vigas reticulares, que distribuyen los esfuerzos bidireccionalmente.

Estructura, utilidad y forma son el producto de fases importantes de la creatividad: inspiración, análisis, conocimiento, comprensión, invención y producción.

El arquitecto muchas veces se dirige hacia la estructura a través de la forma; otras veces resuelve la forma a través de la función; pero el arquitecto creativo buscará resolver forma, función y estructura, no con carácter exclusivo sino como un alternar de estados de relación, de manera conjunta e integral.

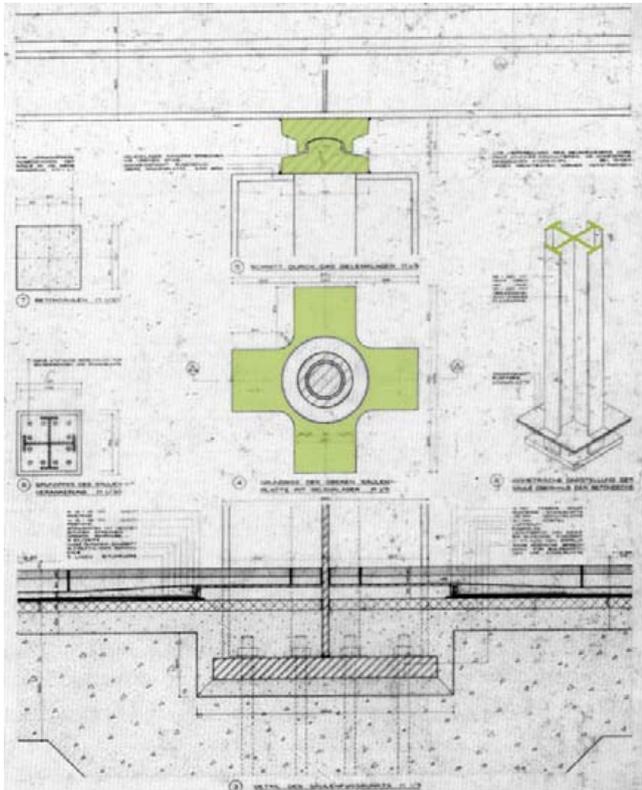


Imagen 172: El detalle constructivo como potenciador de la forma en la Nueva Galería Nacional de Berlín, 1962 - 1965, Ludwig Mies Van der Rohe, Berlín, Alemania.

Infografía de Autor en base a imagen.

<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/d1/f9/59/d1f959ca424eb7d041becd7a1350ccce.png>



Imagen 173: El detalle constructivo como potenciador de la forma en la Nueva Galería Nacional de Berlín, 1962 - 1965, Ludwig Mies Van der Rohe, Berlín, Alemania.

<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/236x/cb/a3/14/cba3149db3455abf405d17cf65807fc6.jpg>

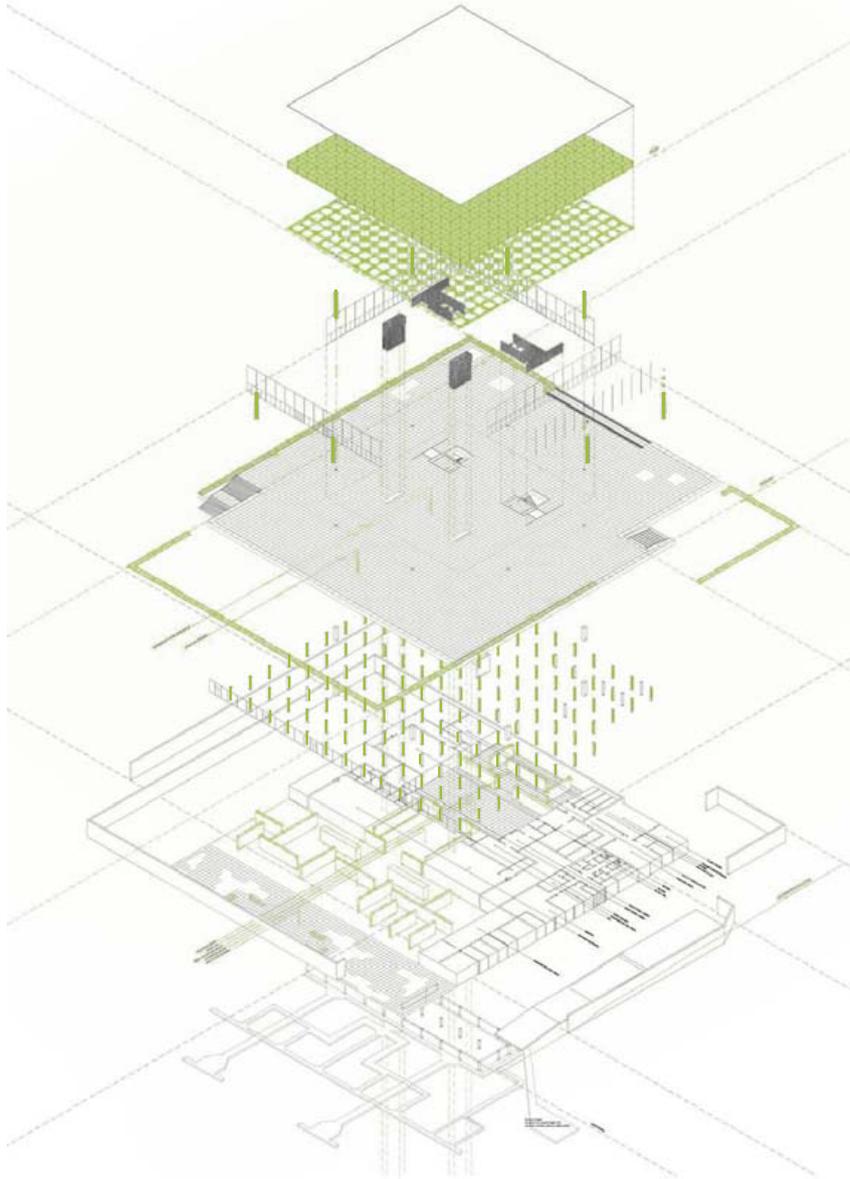


Imagen 174: La disposición estructural en la Nueva Galería Nacional de Berlín, 1962 - 1965, Ludwig Mies Van der Rohe, Berlín, Alemania.
Infografía de Autor en base a imagen.
http://www.presidentsmedals.com/showcase/2007/1/2112_2.jpg

“Cuando se alcance un justo equilibrio entre lo estructural o necesario y lo decorativo o superficial; cuando la misión de esto último sea subrayar o contrapuntar el tema fundamental que es la estructura, se habrá logrado una verdadera arquitectura que valdrá la pena de consolidar en estilo.” (*Candela, 1995*)

Debe ser claro también que las tres condiciones mencionadas no son las únicas que intervienen en el proceso de planificación, la complejidad implícita en el desarrollo de un proyecto deberá contemplar factores tales como:

- Estrategia urbana y contexto.

- Análisis de sitio.
- Economía.
- Sostenibilidad.
- Sistemas de automatización, gestión energética, seguridad, confort, y comunicaciones.
- Factores sociales y culturales.

Por nombrar algunos componentes que deben ser considerados en el momento de la planificación arquitectónica.

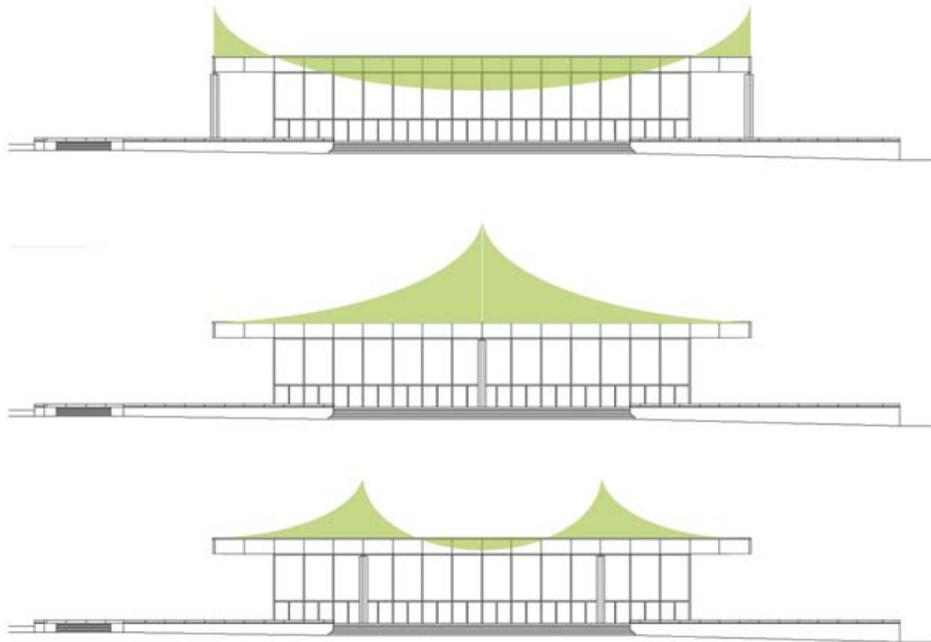


Imagen 175: Estrategia de compensación de momentos en la Nueva Galería Nacional de Berlín, 1962 - 1965, Ludwig Mies Van der Rohe, Berlín, Alemania.

Imagen superior: Ley de momentos para una luz de 64.80m y apoyos en los extremos.

Imagen intermedia: Ley de momentos con un apoyo central.

Imagen inferior: Ley de momentos para una luz de 28.80m y volados de 18m en los extremos.

Infografía de Autor en base a imagen.

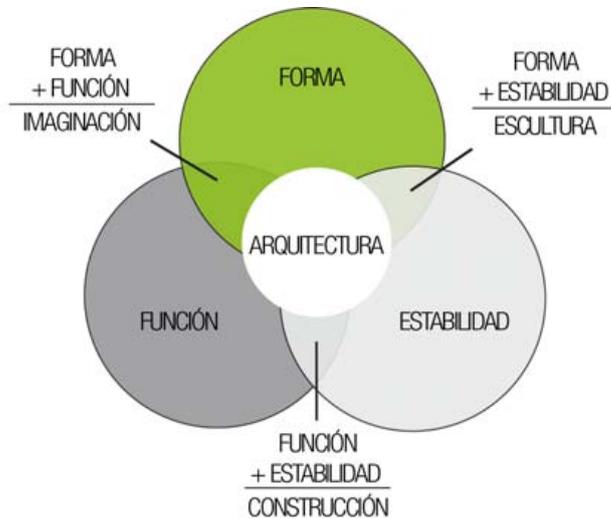


Imagen 176: Relación entre forma, estabilidad y función.
Infografía de autor.

3.3 El diseño integrador y el trabajo colaborativo:

“Todo edificio se construye con muchas piedras diferentes; sin embargo, cada una depende de la otra en un grado tal que si alguna se desplazara, todo el edificio sufriría; y si alguna fuese defectuosa, la estructura sería imperfecta.”

-Abdul Baha-

Se encontró muy oportuna la frase de Abdul Baha (1844 – 1921), dirigente del movimiento religioso bahaísta, escritor y filósofo persa; cuyo significado se puede entender no como una referencia textual a la construcción, sino como una metáfora que alude a la relación sistémica que debe existir en un trabajo colaborativo. Dentro de un equipo de trabajo cada miembro cumple un rol importante, y para que todo marche bien, es preciso que exista una interacción vinculativa entre todos sus miembros; pero, justamente como afirma Abdul Baha, si un miembro falla todo el equipo sufrirá, y si alguno de ellos plantea mal su encomienda, el resultado global será imperfecto.

Es notorio que con el grado de complejidad y pormenorización que alcanza un proyecto, se ha vuelto imposible ser manejado por una sola persona, y no se debería pretenderse que así sea, ya que la participación multidisciplinaria y transdisciplinaria de hecho, enriquece considerablemente un proyecto, siempre que todos los actores estén conscientes de la concepción global del proyecto, así como de las diferentes posibilidades de solución.

Del mismo modo que en una edificación, los diferentes componentes se disponen en situaciones diferenciadas, cumpliendo una tarea específica, y categorizada según su nivel de significancia; en un equipo de trabajo la responsabilidad independiente de cada miembro debe ser diferenciada y jerárquica.

El papel de coordinación y liderazgo debe recaer sobre la figura del arquitecto, cuyo rol más que suponer una superioridad administrativa, representa una responsabilidad, en el sentido de que el arquitecto debe encargarse de organizar, administrar, planificar y ejecutar el proyecto optimizando los recursos humanos, técnicos y financieros, para lo cual debe estar enterado del cometido que cada uno de los miembros cumple, y como estos aportan a la concreción final del proyecto.



Imagen 177: Liderazgo del arquitecto en el equipo de trabajo.
 Infografía de autor en base a imagen
http://d25medu75j19j3.cloudfront.net/wp-content/uploads/2016/06/14_Leadership-01.jpg



Imagen 178: Trabajo en equipo.
http://www.today.mcombs.utexas.edu/sites/default/files/teamwork-gears_iStock_3x4.jpg

El primer paso para lograr una coordinación y vinculación efectiva entre los diferentes actores que intervienen en un proyecto, es otorgar el debido valor a las distintas tareas que cumplen los diferentes componentes del proyecto arquitectónico: soluciones técnicas, legales, económicas, constructivas, etc, donde cada una cumple con un objetivo dentro de un determinado dominio, y cuyo centro de intersección es la arquitectura.

Refiriéndonos específicamente al componente estructural dentro de la arquitectura, es innegable la importancia que cumple como medio soportante, pero muchas veces se desaprovecha el potencial que éste brinda como recurso proyectual.

Las soluciones funcionales, tecnológicas y formales deben desarrollarse equitativamente y permanecer en el patrimonio de las capacidades básicas de un arquitecto, pretendiendo que el proceso creativo sirva como eje integrador del proyecto arquitectónico.

Es preciso entender los componentes del proceso de planificación arquitectónica, los requerimientos y los recursos que se necesitan dentro del mismo, su lógica de evolución y sus diferentes etapas; de igual forma, conocer el proceso del cálculo estructural, con la finalidad de distinguir sus similitudes y conexiones, para así poder determinar cuáles son las exigencias que cada proceso demanda del otro.

“Uno de los temas predominantes que enfrenta la industria de la construcción en el mundo actual es el equilibrio entre la ingeniería y la arquitectura: tradicionalmente, el objetivo del arquitecto se ha centrado más en la <<estética>>, o la <<forma>> de una estructura, mientras que el objetivo del ingeniero ha estado centrado en la estabilidad y la eficiencia, o la estructura como <<medio de soporte>>.”

La importancia de una estrecha colaboración entre estas disciplinas, exige un enfoque alternativo para generar nuevas ideas de diseño integrado, por medio de un marco de optimización de las tipologías estructurales, lo que potencialmente puede ser de beneficio tanto para el arquitecto como para los ingenieros estructurales.” (Beghini, 2014)



Imagen 179: Etapas de planificación estratégica del arquitecto. Infografía de autor



Imagen 180: Trabajo colaborativo en equipo. Infografía de autor en base a imagen. <http://www.ide.marketing/wp-content/uploads/2016/05/equipo-600x280.png>

Como en toda relación humana, un vínculo colaborativo entre profesionales de la arquitectura y de la ingeniería deberá sustentarse en tres pilares fundamentales: comunicación, confianza y respeto; para lograr una comunicación asertiva ambos actores deberán entender los objetivos del otro, buscando una comprensión intuitiva de las estructuras como medio resistente y como recurso generador de forma; es verdad que la confianza y el respeto se ganan y no se exigen, pero en el trabajo colaborativo los profesionales deben hacerse conscientes de sus limitaciones y aceptar que la jurisdicción profesional del otro es específica y complementaria; el trabajo colaborativo se lleva en buenos términos y culmina con éxito, cuando el objetivo común supera la vanidad y los intereses personales.

“La comprensión intuitiva de las estructuras es clave, tanto para los métodos numéricos, así como para la capacidad de integrar el pensamiento estructural en el proceso de diseño. La enseñanza de las estructuras como componente integral e inicial del proceso de planificación, exige que las estructuras sean reconocidas como ente generador de forma a la par con el contexto, el programa y la organización espacial...”

En el Instituto de Tecnología de Illinois, hay una rica historia de colaboración entre el arquitecto y el ingeniero ejemplificados por Mies van der Rohe y Frank J. Kornacker respectivamente. El dominio estructural del acero y el cristal en el Crown Hall es un determinante de la forma del edificio.

En una arquitectura estructuralmente determinada, la estructura es un componente principal de diseño en lugar de una necesidad secundaria del edificio. Para Mies van der Rohe, los principios estructurales fueron parte integral de la concepción del edificio.



Imagen 181: Oscar Niemeyer y Le Corbusier en 1947, con su equipo de trabajo después de ganar el concurso para la sede de la ONU en New York. <http://www.jotdown.es/wp-content/uploads/2012/11/Niemeyer-gana-por-unanimidad.-ONU.-1947-el-de-la-izquierda-con-gafas-es-le-Corbusier.jpg>



Imagen 182: Equipo de la Bauhaus en 1908, Mies van der Rohe, Meyer, Hertwig, Weyrather, Krämer, Gropius.

Si bien, las ideas de diseño han avanzado desde 1956, el respeto a la cohesión estructural integrada se ha mantenido. El esfuerzo por concebir edificios como algo más que la suma de partes, replantea el papel de la educación estructural en el proceso de diseño.” (Endres, 2013)

Se debe indagar en los contenidos de formación de arquitectos e ingenieros estructurales, con el propósito de deducir donde se encuentran las divergencias, pero también será importante potencializar las semejanzas que faciliten la cooperación interdisciplinaria.

“Arquitectura e ingeniería no deben pasar por alto la necesidad de desarrollo de la intuición estructural de la naturaleza empírica antes o simultáneamente con la secuencia académica de la Estática, Resistencia de Materiales y Análisis Estructural. Los estudiantes de arquitectura, en particular, tienen un tiempo limitado para aprender los principios estructurales y el análisis estructural correspondiente. Una comprensión visual del esfuerzo y la tensión es de mayor importancia que cualquier teoría matemática aplicada.” (Torroja, 1958).

Bien hace Eduardo Torroja al criticar con su frase: “... el caso es que en las escuelas hay tanto que aprender que rara vez queda tiempo para pensar.” (Torroja Miret, 2007), denunciando el menosprecio con el que se abandona la formación filosófica y pragmática de las estructuras, reemplazándolas con el estudio de la teoría mecánica y las herramientas de cálculo.

“Un encadenamiento de tres elementos pretende desarrollar la intuición estructural de los estudiantes: identidad, expresión y economía. Un vocabulario común y una apreciación de intercambio colaborativo disuelven la línea entre la estructura y la arquitectura, creando un espacio de oportunidades.” (Endres, 2013)

“La teoría matemática sólo es valiosa cuando afina y complementa la comprensión estructural intuitiva o experimental. Los cálculos deben confirmar en lugar de predecir el comportamiento estructural.” (Endres, 2013)

“Los arquitectos diseñan edificios con estructuras, aunque el diseño estructural es la profesión de los ingenieros estructurales. Resulta mejor para los arquitectos e ingenieros estructurales iniciar la colaboración en las fases iniciales del diseño arquitectónico. Sin embargo, esto no es muy común debido a que las dos profesiones manejan procesos de diseño contradictorios y sistemas de valores diferentes. El diseño arquitectónico de estructuras es un proceso complejo, que se basa en sistemas de valores contradictorios. Se sugiere a los arquitectos e ingenieros estructurales utilizar un <<Valor de Diseño Sensible>> y elegir un líder de equipo adecuado con el fin de resolver el conflicto de manera ética para evitar cualquier toma de decisiones irracionales.” (Hurol, 2014)

“Los ingenieros estructurales interesados en la arquitectura tienden a considerar las estructuras visibles en el edificio y prestan mucho cuidado en su solución y diseño de las mismas para corresponder con la calidad arquitectónica del proyecto. Se trata de una concepción que más que basada en la profesión del ingeniero, puede ser explicada por interés particular y conocimiento de la estructura, sin embargo esto no evita el sesgo que descalifica fácilmente a los ingenieros dentro de los debates relativos a la calidad arquitectónica en general. Con la finalidad de mejorar la colaboración con los arquitectos y aumentar la influencia que el ingeniero puede tener en el diseño de edificios, los ingenieros podrían aprovechar su enfoque sesgado de la arquitectura y ser consciente del papel que la estructura juega dentro de la arquitectura.” (Manum, 2013)

3.4 La estructura como recurso proyectual:

“El hombre ha tomado siempre a la naturaleza como modelo en sus intentos de dar forma a su entorno según sus ideas. La ciencia y la tecnología surgen a partir de la exploración de la naturaleza.”

-Heino Engel-

La arquitectura gótica y la arquitectura moderna tienen una característica en común: utilizar la estructura como medio determinante de la forma, en las que los principios lógicos, racionales, de orden y de rigurosidad que brindan las estructuras llevaron a soluciones formales claramente distintas.

Dentro del proceso proyectual, no debería resolverse la forma sin pensar en cómo se ha de materializar y soportar; la organización estructural en la arquitectura moderna ha sido justamente la que permitió distinguir su expresión y reconocerla como un movimiento artístico fundamentado en la razón.

La comprensión de los fenómenos que afectan a la estructura, así como el entendimiento de sus respuestas mecánicas y deformacionales, y en general, la intuición acerca de su comportamiento ante las distintas sollicitaciones físicas, permiten al arquitecto proponer estrategias estructurales que favorezcan la sintonía con la voluntad formal, y de esta forma reforzar

la concepción arquitectónica, que se verá reflejada en la expresión plástica del proyecto.

No puede pensarse en una arquitectura dissociada de la estructura, independientemente de si la estructura está manifiesta o no; la solución estructural será un requisito de cumplimiento obligatorio en toda construcción, por lo tanto, la estructura no se constituye como un complemento de la arquitectura, ni siquiera como un componente transcendental, la estructura está en la esencia misma de la arquitectura, permitiéndole existir... siendo ella.

“El papel de las estructuras dentro de la arquitectura puede ser de muy diferentes clases, que van desde las estructuras que son inseparables de la expresión formal arquitectónica a estructuras que son arquitectonicamente poco importantes.” (Manum, 2013)

Me permito clasificar el grado de significación de las estructuras en la arquitectura, en los tres niveles que se indican a continuación:

1. **La Estructura como forma determinante:** en este caso, la estructura se constituye como un elemento fundamental del conjunto expresivo del proyecto, la estructura necesariamente se exterioriza perteneciendo al sistema perceptible y formal arquitectónico, en conclusión la estructura es un recurso figurativo y proyectual necesario para la manifestación estética.
2. **La Estructura como recurso de la forma:** en este caso, la estructura puede ser o no manifiesta en la expresión arquitectónica, aquí la estrategia estructural sirve para potenciar el propósito formal y expresivo del proyecto.
3. **La Estructura sometida a la forma:** en este caso, la estructura puede variar de un protagonismo absoluto hasta el total anonimato, y la estrategia estructural reside en la concepción misma, así como en los detalles que permiten conjugar la forma, la función y la estabilidad.

Acudiremos a ejemplos para ilustrar de mejor manera los fundamentos de esta clasificación:

3.4.1 La Estructura como forma determinante: casa Farnsworth de Ludwig Mies van der Rohe (1945 – 1951).

En 1945, después de haber estado trabajando en obras de gran envergadura, Mies van der Rohe recibe el encargo de una casa de fin de semana para la nefróloga Edith Farnsworth, encargo que le permitió regresar a la escala doméstica pero luego de haber explorado las posibilidades estructurales del acero.

Esta casa de fin de semana de una sola habitación y una sola planta se encuentra en una pradera plana entre árboles altos y frondosos.

El flanco donde se ubica el área social se enfrenta al río Fox, que forma el límite sur del sitio.



Imagen 183: Planta de la Casa Farnsworth de Ludwig Mies van der Rohe (1945 – 1951).
Werner Blaser (1993). Mies van der Rohe – The Art of Structure, pág. 106, New York, USA, Whitney Library of Design.



Imagen 184: Casa Farnsworth de Ludwig Mies van der Rohe (1945 – 1951).
<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/9d/a2/6b/9da26b38f39c6d5b20f071ad8730123a.jpg>

El techo y las losas tanto del piso como de la terraza de acceso son estructuras de forjados metálicos unidireccionales, que se levantan sobre el suelo “colgadas” de ocho columnas de sección “I” de 200 mm exentas del eje de las vigas “C” perimetrales; dos plataformas desplazadas conforman la losa de la casa y la terraza de acceso, las que rompen la simetría en planta y comparten un eje con cuatro de los ocho pilares “I”.

En la losa superior se encierra una caja de cristal que se desplaza hasta sobrepasar por medio módulo el segundo y el cuarto eje de columnas, dejando las esquinas libres de estructura, y centrando la caja de cristal respecto al tercer eje de columnas. Un núcleo interno de madera natural contiene las instalaciones de servicio y separa los ambientes de cocina, dormitorio y zona social.

Las columnas se sitúan exentas, para mostrarse y brindar una libertad absoluta en la disposición interna.

El uso del acero y del vidrio, ofrece una visión ininterrumpida del entorno natural y permite proyectar el espacio exterior interiormente.

Esta estructura de acero y vidrio se establece en medio de la exuberancia de la naturaleza, donde la discreción del cristal permite destacar la estructura metálica pintada de color blanco.

Sólo el arte de la omisión revela la verdad estructural de un edificio y lo reduce a elementos de pura belleza y espíritu.

La condición de libertad funcional permite a su vez, determinar la forma a través del ritmo impuesto por los pilares metálicos y la presencia de los planos horizontales, alcanzando la máxima eficiencia formal a través de la estructura; se logra no solo constituir



Imagen 185: Emplazamiento de la Casa Farnsworth respecto al río Fox, Ludwig Mies van der Rohe (1945 – 1951). Colección personal de imágenes

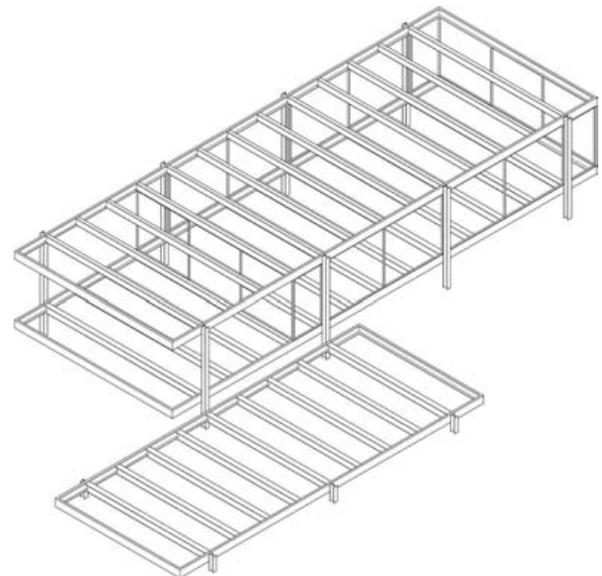


Imagen 186: Esquema estructural de la Casa Farnsworth de Ludwig Mies van der Rohe (1945 – 1951). <https://acdn.architizer.com/thumbnails-PRODUCTION/45/2f/452f1d01db30436bc4d983689159a95d.jpg>

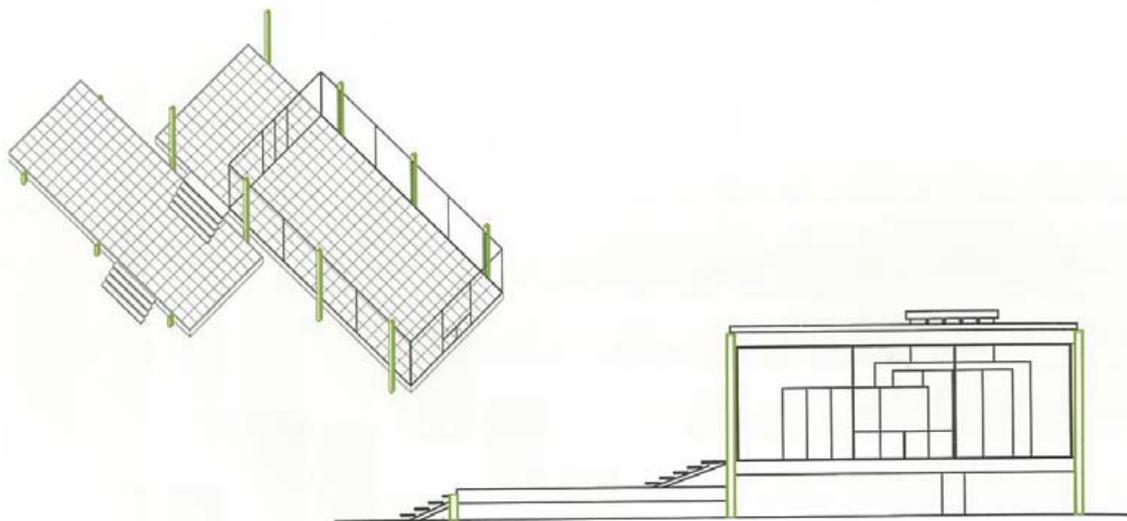


Imagen 187: Disposición de las columnas en la casa Farnsworth de Mies van der Rohe (1945 – 1951). Peter Eisenman (2011). Diez edificios canónicos 1950-2000, pág. 66, Barcelona, España, Editorial Gustavo Gili S. A.

la planta libre, sino también organizar las conexiones, relaciones e interacciones entre el espacio exterior e interior.

La terraza elevada frente a la casa forma un enlace con el terreno. Alineados y a distintos niveles se unen dos escaleras de 5 huellas cada uno recubiertas con losas de travertino de 2'x2'9" ft (0.61x0.84 m). Todos los elementos de acero expuestos están pintados de blanco.

Las hojas de vidrio transparentes pueden ser filtradas por cortinas de seda de color natural. Las dimensiones de la casa son 77'3" x 28'8" ft (23.55x8.74 m). El pedestal mide 55x22 ft (16.76x6.71 m) y el interior es 9'6" ft (2.90 m) de alto. Las columnas se colocan a 22 ft (6.71 m) de distancia.

La estructura tiene una presencia determinante en la conformación formal del proyecto, no solamente

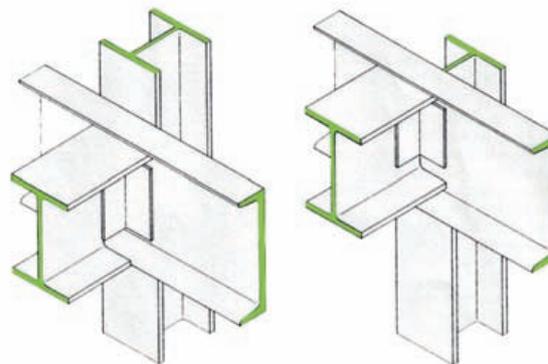


Imagen 188: Esquema estructural de la Casa Farnsworth de Ludwig Mies van der Rohe (1945 – 1951). <https://acdn.architizer.com/thumbnails-PRODUCTION/45/2f/452f1d01db30436bc4d983689159a95d.jpg>



Imagen 189: Conexión estructural a nivel de piso y cubierta en la casa Farnsworth de Mies van der Rohe (1945 – 1951). Werner Blaser (1993). *Mies van der Rohe – The Art of Structure*, pág. 116, New York, USA, Whitney Library of Design.

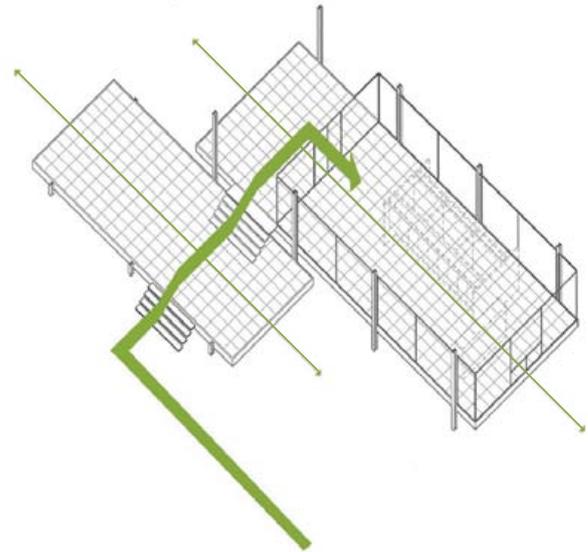


Imagen 190: Esquema de circulación y ejes de desarrollo funcional en la casa Farnsworth de Mies van der Rohe (1945 – 1951). Peter Eisenman (2011). *Diez edificios canónicos 1950-2000*, pág. 62, Barcelona, España, Editorial Gustavo Gili S. A.

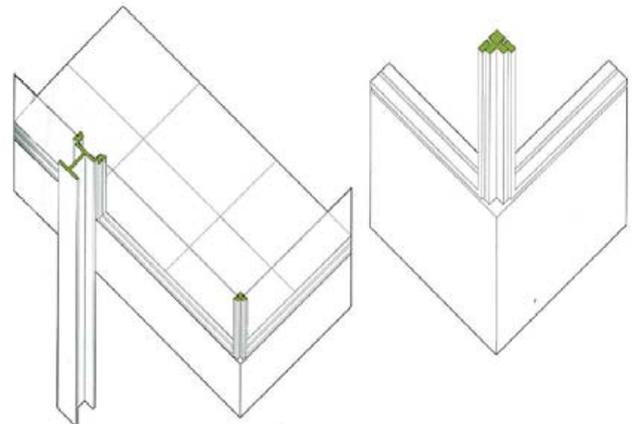


Imagen 191: El detalle constructivo como potenciador de la forma en la casa Farnsworth de Mies van der Rohe (1945 – 1951). Peter Eisenman (2011). *Diez edificios canónicos 1950-2000*, pág. 65, Barcelona, España, Editorial Gustavo Gili S. A.

en el orden visual sino incluso en la esencia misma del proyecto, donde la máxima de Mies van der Rohe “menos es más” se escenifica de manera indiscutible, la sensación de ingravidez lograda por la estrategia de colocación de los pilares exentos podría tener el inconveniente de someterlos a flexo-compresión, pero hábilmente utiliza la simetría respecto al forjado para disminuir este efecto en los pilares, por compensación.

La articulación de las carpinterías con la estructura metálica, la solución de las esquinas liberándolas de las columnas, la conexión entre plataformas a través de las escaleras, los encuentros entre elementos horizontales y verticales denotan el interés que Mies ha presentado en los detalles como elementos potenciadores de la forma, destacando los medios tectónicos, mostrando sinceramente los materiales y aprovechando al máximo la sencillez estructural.

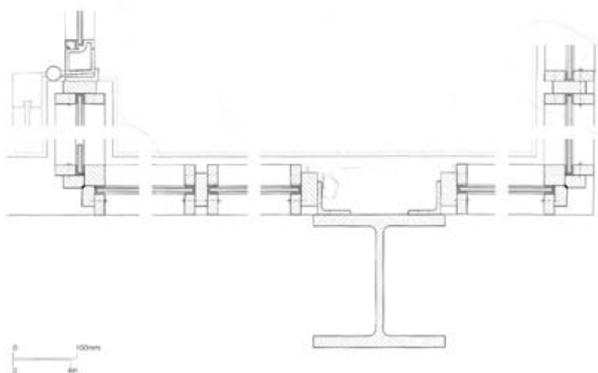


Imagen 192: El detalle constructivo como potenciador de la forma en la casa Farnsworth de Mies van der Rohe (1945 – 1951).
[Architecture eBook] Mies Van Der Rohe - Farnsworth House

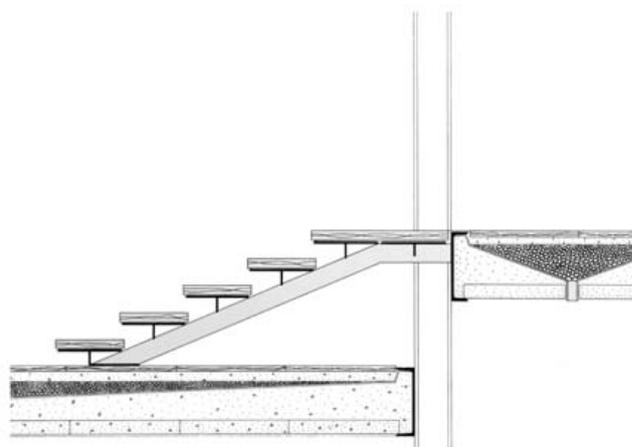


Imagen 193: La estructura como forma determinante en la casa Farnsworth de Mies van der Rohe (1945 – 1951).
Werner Blaser (1993). Mies van der Rohe – The Art of Structure, pág. 108, New York, USA, Whitney Library of Design.



Imagen 194: La estructura como forma determinante en la casa Farnsworth de Mies van der Rohe (1945 – 1951).
[Architecture eBook] Mies Van Der Rohe - Farnsworth House

3.4.2 La Estructura como refuerzo de la forma: casa de la cascada de Frank Lloyd Wright (1935 – 1939).

Frank Lloyd Wright en 1935, a sus 68 años de edad recibe el encargo por parte Edgar Kaufman, padre de uno de sus aprendices del Taller-Escuela “Taliesin Fellowship”, para el diseño de una casa a ubicarse en un terreno de 650 ha en Allegheny Mountains, Pensilvania, Estados Unidos; ahí Wright escogió una localización singular y fuera de lo común para emplazar el proyecto, un sitio junto a una gran roca por donde discurría un pequeño riachuelo y una pequeña cascada, sitio que se había convertido en el predilecto del cliente para descansar cuando visitaba el sitio.

Esta obra forma parte de la lista de las 17 edificaciones de Wright, determinadas por el Instituto Americano de Arquitectura, como patrimonio Arquitectónico nacional en los Estados Unidos, en 1996 fue declarada como hito histórico nacional y en 2015 fue nominada por Estados Unidos para ser nombrada como patrimonio cultural de la humanidad por la UNESCO, y cuya votación se realizará en el mes de julio de 2017.

Funcionalmente el programa arquitectónico se resuelve en tres niveles:

1. El primer nivel donde se dispone el acceso principal al inmueble y se desarrolla el área social y de servicios, la planta es dominada por su gran salón principal, que, con su generosa iluminación y acertado direccionamiento de vistas, contrasta con la penumbra del acceso entre muros de piedra, este gran salón no solo está permitiendo la vinculación con el exterior a través de las vistas, éste también se abre hacia arriba, a través de una gran pérgola con vigas de hormigón, y hacia abajo con unas escaleras

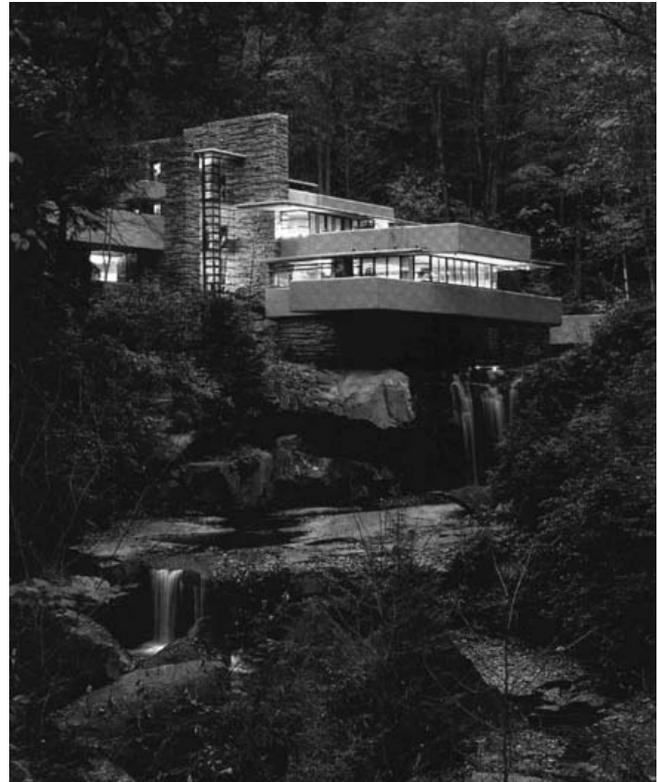


Imagen 195: La casa de la cascada, Frank Loyd Wright (1935 – 1939), Bear Run, Pensilvania, Estados Unidos.
Ingenieros: Mendel Glickman y William Wesley Peters; restauración estructural John Matteo / Robert Silman Associates.
Colección personal de imágenes

2. En el segundo nivel se encuentra la habitación principal, cuya conformación espacial reproduce la concepción espacial del salón principal, cuenta con su propia chimenea y su propia terraza, además, en esta planta existe otra habitación con su propia terraza.

3. Finalmente en la tercera planta se ubica un estudio y una tercera habitación, con acceso a la terraza más alta que domina las vistas hacia el paisaje.

La lógica de diseño de la casa propone que a cada cuarto o ambiente le corresponda una terraza, y que cada terraza sobresalga en voladizo.

A la casa se accede mediante un puente ubicado a un costado, que conduce al acceso principal de la casa por planta baja, este se encuentra en la parte posterior, donde la casa se conecta con la roca a través de un conjunto de vigas de hormigón, donde una de ellas describe un semicírculo permitiendo el paso libre de un árbol, para enfatizar el respeto por la naturaleza.

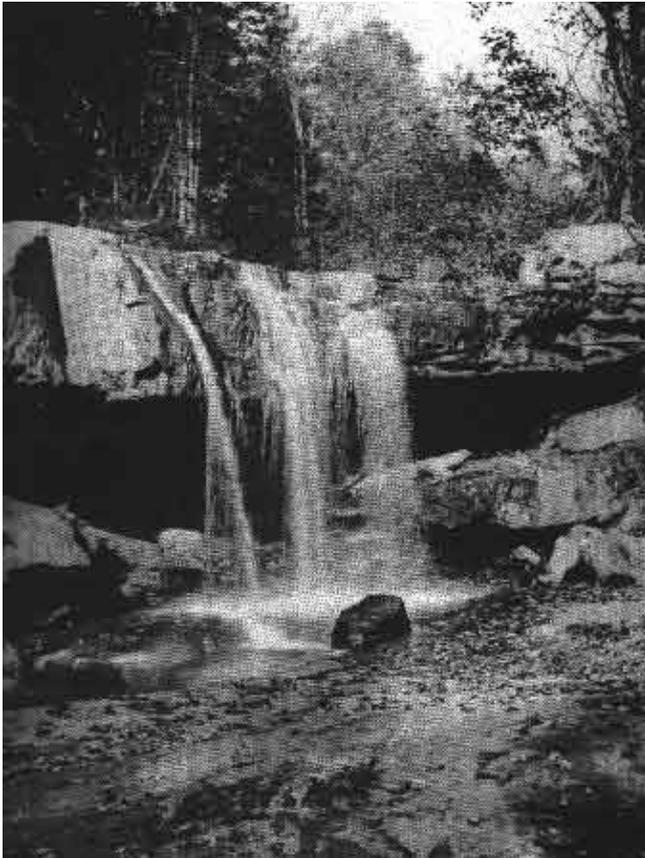


Imagen 196: Sitio de emplazamiento de la casa de la cascada, Frank Loyd Wright (1935 – 1939), Bear Run, Pensilvania, Estados Unidos. Colección personal de imágenes



Imagen 197: Disposición del encofrado de la casa de la cascada en agosto de 1936, Frank Loyd Wright (1935 – 1939), Bear Run, Pensilvania, Estados Unidos. Colección personal de imágenes

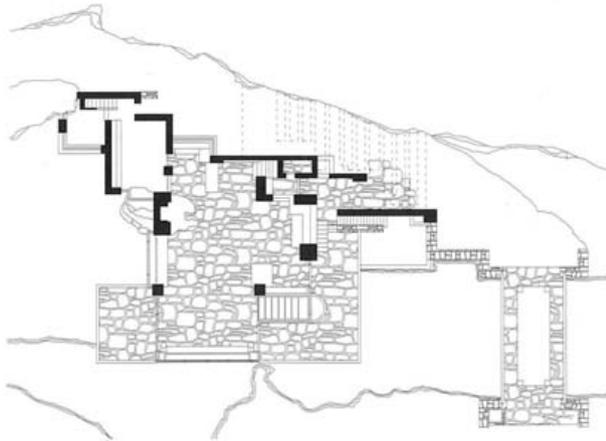


Imagen 198: Planta baja de la casa de la cascada, Frank Lloyd Wright (1935 – 1939), Bear Run, Pensilvania, Estados Unidos. Richard Weston (2005). Plantas, secciones y alzados – Edificios clave del siglo XX, pág. 79, Barcelona, España, Editorial Gustavo Gili S. A.

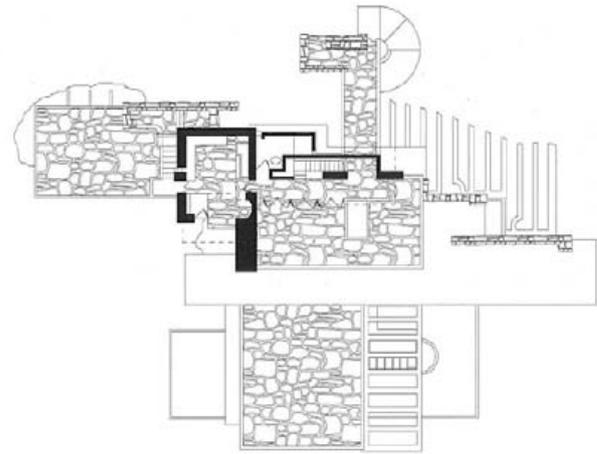


Imagen 200: Segunda planta alta de la casa de la cascada, Frank Lloyd Wright (1935 – 1939), Bear Run, Pensilvania, Estados Unidos. Richard Weston (2005). Plantas, secciones y alzados – Edificios clave del siglo XX, pág. 79, Barcelona, España, Editorial Gustavo Gili S. A.

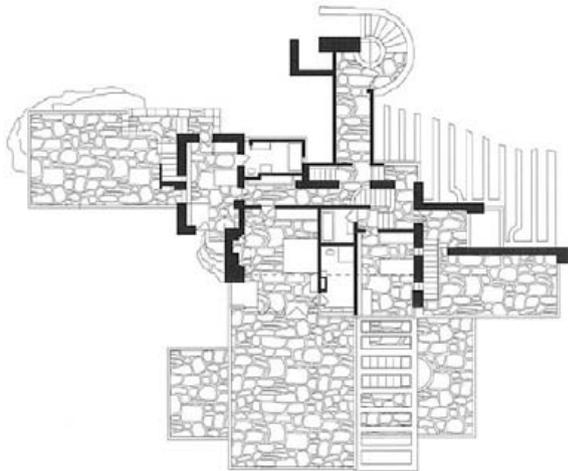


Imagen 199: Primera planta alta de la casa de la cascada, Frank Lloyd Wright (1935 – 1939), Bear Run, Pensilvania, Estados Unidos. Richard Weston (2005). Plantas, secciones y alzados – Edificios clave del siglo XX, pág. 79, Barcelona, España, Editorial Gustavo Gili S. A.



Imagen 201: Elevación oeste de la casa de la cascada, Frank Lloyd Wright (1935 – 1939), Bear Run, Pensilvania, Estados Unidos. <https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/3c/2f/77/3c2f77f8ef61e6eb1c6007e189f3812d.jpg>

El espacio interior fluye y el espacio exterior intermitentemente se apropia de la arquitectura que, entre diferentes tonalidades de luz, difumina su contorno desvaneciendo la percepción de interior y exterior, donde las terrazas cumplen el propósito de vínculo con el infinito; recursos que sobrecogen y llenan la experiencia de armonía y tranquilidad, admitiendo que el edificio a su vez, se fusione con la naturaleza.

El propósito funcional es totalmente compatible con la intención formal, las terrazas determinan los planos horizontales, a manera de lajas de piedra suspendidas de la roca, reforzando la topografía natural del terreno y representando la configuración de la cascada.



Imagen 203: Acceso a casa de la cascada, Frank Loyd Wright (1935 – 1939), Bear Run, Pensilvania, Estados Unidos. Colección personal de imágenes

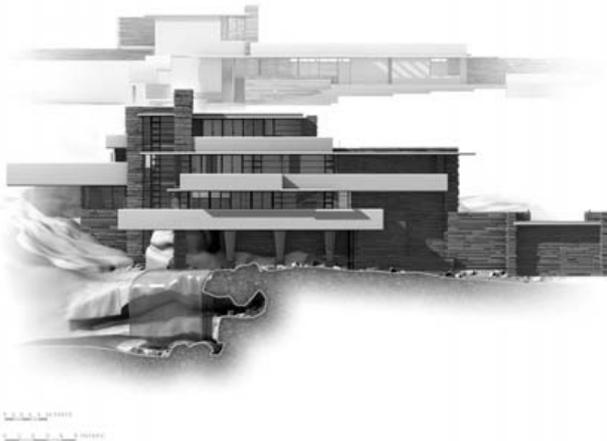


Imagen 202: Elevación Sur de la casa de la cascada, Frank Loyd Wright (1935 – 1939), Bear Run, Pensilvania, Estados Unidos. <https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/564x/78/d0/93/78d093700939b6cdf4d7b25c55209931.jpg>



Imagen 204: Imagen Interior – afloramiento de rocas de cimentación en salón principal, casa de la cascada de Frank Loyd Wright (1935 – 1939), Bear Run, Pensilvania, Estados Unidos. Colección personal de imágenes

Wright, diferencia claramente los elementos estructurales y los contrasta: los elementos verticales de la casa son muros portantes de piedra local, cortados en un tamaño aproximado de 0.30x0.60 m y de espesor variable, aparejados de tal manera que respeten la aleatoriedad escalar y dimensional de la roca, generando una textura rica en relieve, estos muros otorgan peso y estabilidad visual a la edificación, por otro lado, los planos horizontales de las losas y terrazas se resuelven en hormigón armado (que en 1936 era un material innovador en Estados Unidos), para los cuales, Wright con sus ingenieros idearon un sistema de losa nervada aliviada, que se asienta sobre tres vigas peraltadas, estos planos horizontales que se suspenden dramáticamente en voladizo sobre la caída de agua.

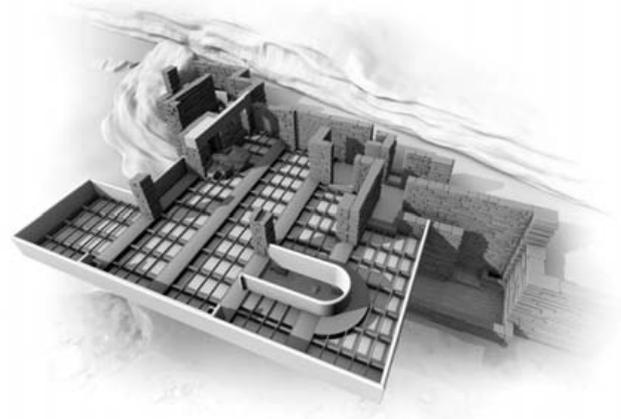


Imagen 206: Sistema de losa nervada aliviada para la primera terraza, casa de la cascada de Frank Lloyd Wright (1935 – 1939), Bear Run, Pensilvania, Estados Unidos.
http://www.eteraestudios.com/docs_html/fallingwater_html/perspective_02.htm



Imagen 205: Sistema cimentación y de vigas de apoyo para soporte de la primera terraza, casa de la cascada de Frank Lloyd Wright (1935 – 1939), Bear Run, Pensilvania, Estados Unidos.
http://www.eteraestudios.com/docs_html/fallingwater_html/perspective_01.htm



Imagen 207: Primera terraza, casa de la cascada de Frank Lloyd Wright (1935 – 1939), Bear Run, Pensilvania, Estados Unidos.
http://www.eteraestudios.com/docs_html/fallingwater_html/perspective_03.htm



Imagen 208: Sistema de losa nervada alivianada para la segunda terraza, casa de la cascada de Frank Loyd Wright (1935 – 1939), Bear Run, Pensilvania, Estados Unidos.
http://www.etereaestudios.com/docs_html/fallingwater_htm/perspective_04.htm

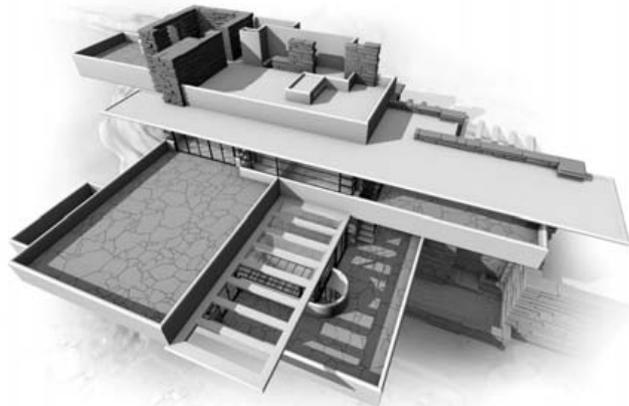


Imagen 210: Sistema de losa para la tercera terraza, casa de la cascada de Frank Loyd Wright (1935 – 1939), Bear Run, Pensilvania, Estados Unidos.
http://www.etereaestudios.com/docs_html/fallingwater_htm/perspective_06.htm



Imagen 209: Segunda terraza, casa de la cascada de Frank Loyd Wright (1935 – 1939), Bear Run, Pensilvania, Estados Unidos.
http://www.etereaestudios.com/docs_html/fallingwater_htm/perspective_05.htm

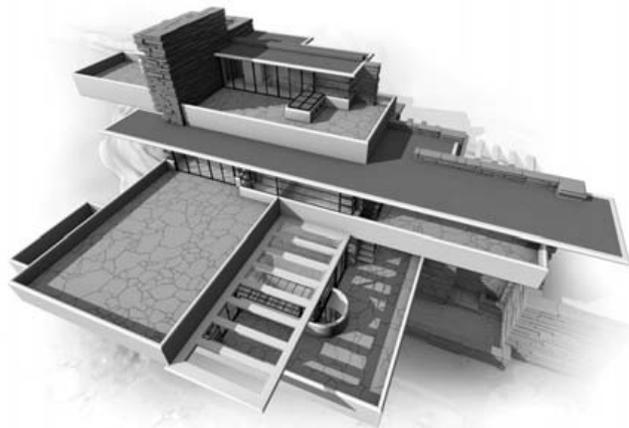


Imagen 211: Sistema de cubierta, casa de la cascada de Frank Loyd Wright (1935 – 1939), Bear Run, Pensilvania, Estados Unidos.
http://www.etereaestudios.com/docs_html/fallingwater_htm/perspective_07.htm

Esta obra logra un emplazamiento que, aunque dramático y escenográfico, resulta sutil con el entorno, y cuyo resultado formal favorece a una convivencia armónica entre arquitectura y naturaleza.

Destacan tres estrategias de Wright para la conformación de este proyecto:

- Se logra una libertad espacial en la planta del salón principal, a pesar que los muros portantes y las pilastras no se presten para este cometido, y donde el uso audaz del hormigón armado posibilita la notable articulación de sus plantas así como, la potencia expresiva de sus terrazas lanzadas en voladizo sobre el curso del riachuelo.
- El fuerte y marcado contraste entre la expresión de los planos blancos de hormigón armado presente en las terrazas horizontales, que simulan la disposición de las lajas rocosas presentes en el curso de la cascada, con el carácter firme y pesado de los muros pétreos de carga, fuertemente texturados, y marcando volúmenes verticales, que se relacionan con el sentido de elevación de la vegetación circundante.
- La escenográfica implantación del proyecto, que logra armonizar con la naturaleza, explotando al máximo las posibilidades estructurales del hormigón armado.

La distribución volumétrica del proyecto está resuelta de tal manera que el momento desestabilizante que provoca la gran terraza en voladizo es compensado por la acción de dos elementos: en primer lugar un conjunto de tres vigas peraltadas de hormigón armado que reducen la longitud del volado principal y ubican

el eje de volcamiento a aproximadamente cinco metros del extremo más saliente, y en segundo lugar la gran masa del bloque dispuesto como contrapeso, resolviendo de una manera simple el equilibrio estático del conjunto.

En las gráficas se explica de manera sintética la compensación de momentos analizada en una elevación:

- Primer momento estabilizante, se produce por la acción de soporte de las tres vigas peraltadas, a la vez que reducen la longitud del volado.
- Momento desestabilizante, producido por la terraza del salón principal y el balcón del dormitorio principal.
- Secundo momento estabilizante, se produce por el efecto de contrapeso que se logra por la composición volumétrica del proyecto.

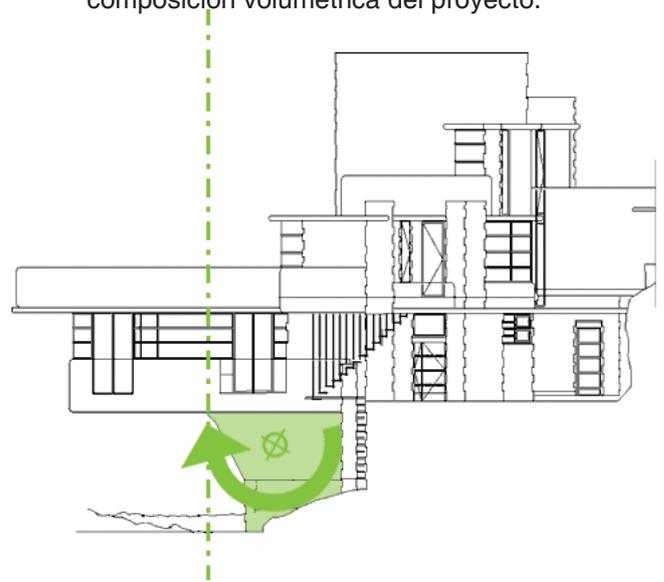


Imagen 212: Momento estabilizante de vigas de apoyo. Infografía de Autor.

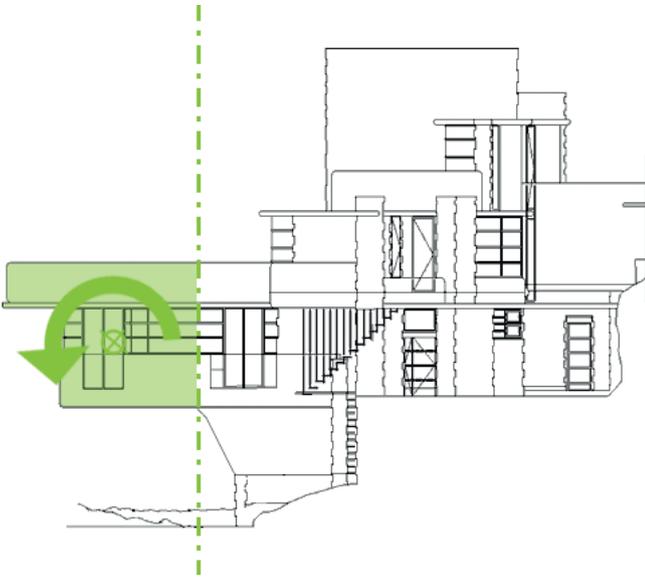


Imagen 213: Momento desestabilizante de voladizo.
Infografía de Autor.

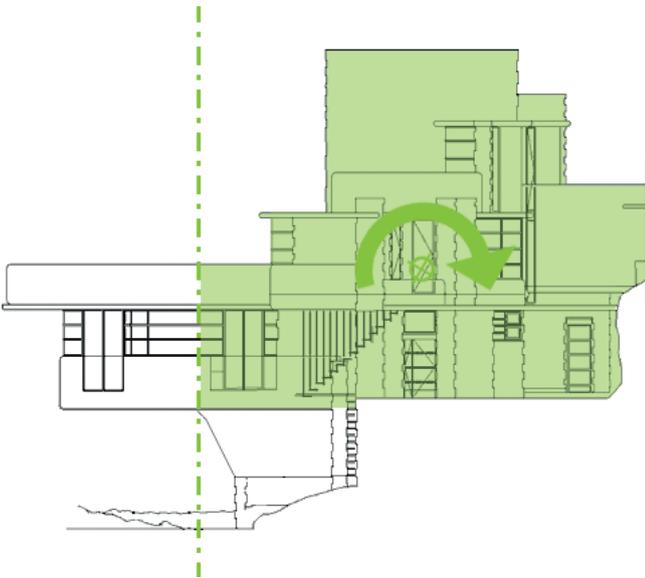


Imagen 214: Momento estabilizante de contrapeso.
Infografía de Autor.

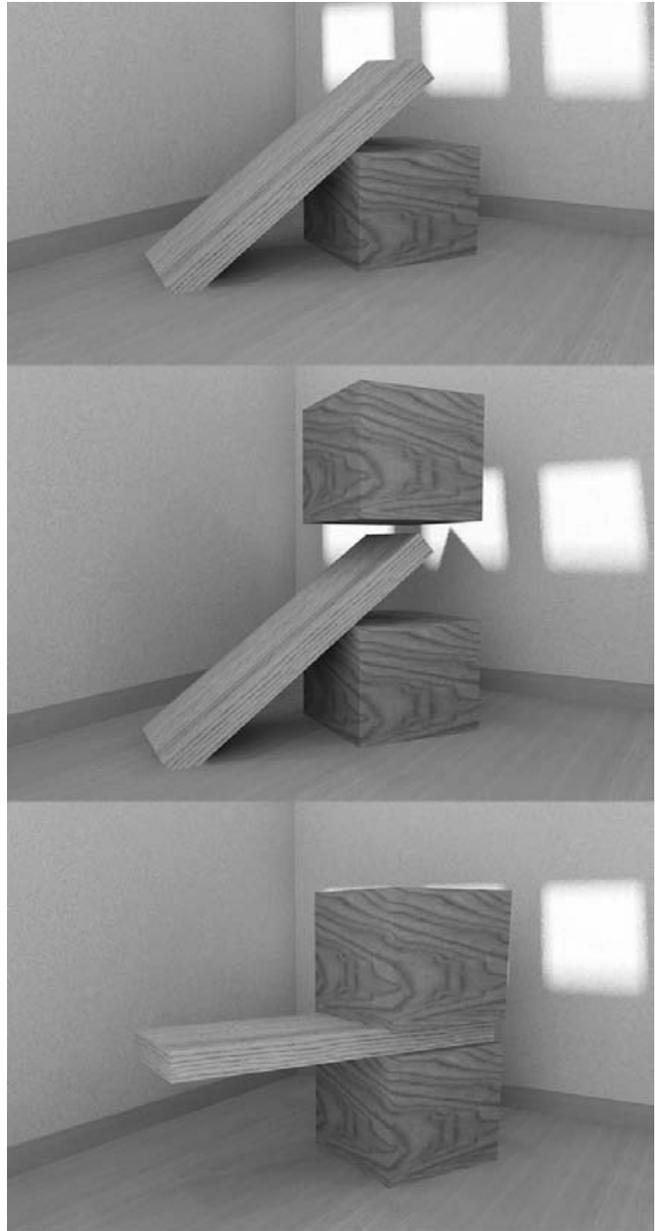


Imagen 215: Ejemplo de efecto estabilizante de contrapeso.
Infografía de Autor.

Los grandes voladizos, a través del tiempo han contado con serios problemas de deflexiones excesivas, fisuras y grietas, en 1997 fue necesario colocar un apuntalamiento metálico temporal, hasta que en 2002 se retiró el suelo del salón para la instalación de cables postensados en las vigas principales, permitiendo a la estructura ser nuevamente auto portante e incluso cerrando las fisuras y grietas originales, pero sobretodo respetando la estética original del proyecto.

La intención formal se refuerza con la estrategia estructural, la reducción del peso en las terrazas a través de una losa nervada alivianada para disminuir el efecto del momento desestabilizante, la composición volumétrica para lograr el contrapeso, la disposición de los muros de carga en el flanco favorable a la



Imagen 216: La casa de la cascada, Frank Lloyd Wright (1935 – 1939), Bear Run, Pensilvania, Estados Unidos.
http://images.adsttc.com/media/images/5037/ddef/28ba/0d59/9b00/0094/medium_jpg/stringio.jpg?1414033826

estabilización de momentos, son entre otros los recursos que, a más de demostrar el lucido manejo de los criterios estructurales por parte del proyectista, refuerzan la audacia del manejo material y favorecen a la concepción estética plasmada por Wright.

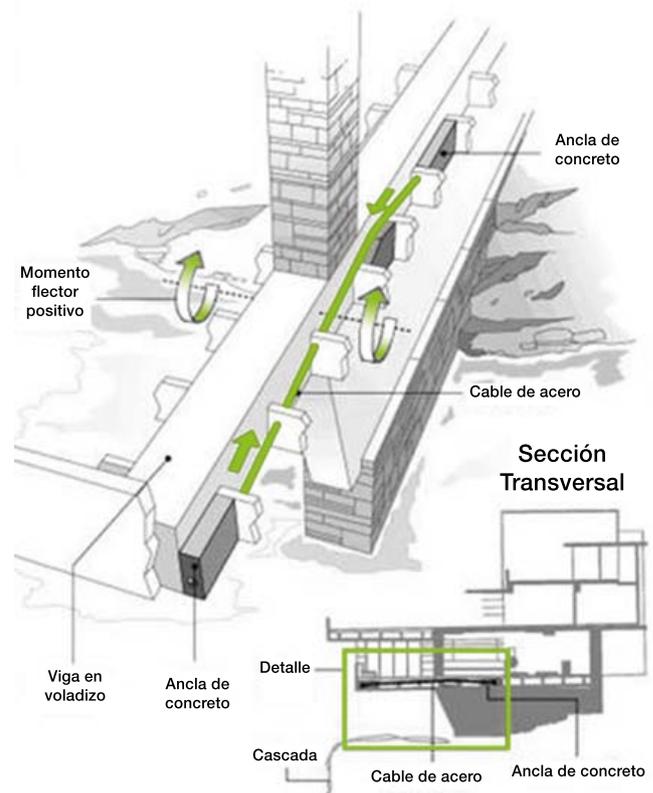


Imagen 217: Refuerzo con cables post-tensados en vigas principales. Infografía en base a imagen.
https://failures.wikispaces.com/file/view/PT_graphic.jpg/179876893/325x424/PT_graphic.jpg

3.4.3 La Estructura sometida a la forma: Villa Savoye de Le Corbusier (1928 – 1931).

En 1928, Pierre Savoye confía al taller de Le Corbusier y Pierre Jeanneret, el encargo para el proyecto de una residencia de fin de semana, en Poissy, un pequeño suburbio rural ubicado a 30 km al oeste de París, sobre un lote de 7 ha, situada en el nº 82 de rue de Villiers 78300, dominado por una frondosa vegetación.

En el verano de 1928 se iniciaron los trabajos de diseño y para la primavera de 1929 se daba inicio a la construcción; la obra fue entregada en junio de 1931, aunque poco después fueron necesarias obras de reparación por problemas de estanqueidad del agua en las terrazas planas y arreglos al sistema de calefacción.

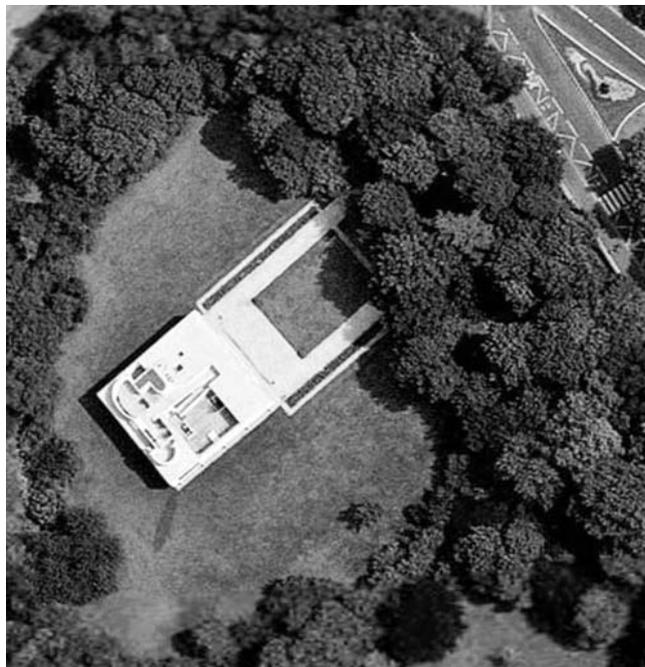


Imagen 219: Vista aérea de la Villa Savoye, Charles Edouard Jeanneret –Le Corbusier- (1928 – 1931), Poissy, Francia.
<http://www.quadraturaarquitectos.com/blog/wp-content/uploads/Le-Corbusier-Villa-Savoye-A%C3%A9rea.jpg>



Imagen 218: La Villa Savoye, Charles Edouard Jeanneret –Le Corbusier- (1928 – 1931), Poissy, Francia.
http://www.fondationlecorbusier.fr/CorbuCache/900x720_2049_2897.jpg?r=0



Imagen 220: La Villa Savoye, Charles Edouard Jeanneret –Le Corbusier- (1928 – 1931), Poissy, Francia.
http://www.fondationlecorbusier.fr/CorbuCache/900x720_2049_2897.jpg?r=0

Funcionalmente el programa arquitectónico se resuelve en tres niveles:

1. El primer nivel destaca por el protagonismo de las columnas de sección circular dispuestos en retícula cada 4.75 m, si bien al lote se ingresa por el norte, el acceso principal al inmueble está en la parte posterior, orientado hacia el sur, lo que obliga a recorrer exteriormente la casa antes de ingresar; este ingreso al inmueble se lo resuelve en el centro de un muro acristalado curvo, cuya curvatura responde al radio de giro de un automóvil Voisin. En esta planta se desarrolla el garaje con capacidad para tres automóviles, el vestíbulo recibidor de donde arrancan las escaleras y una rampa central, se resuelve también la lavandería, dos dormitorios de servicio y el apartamento para el chofer. El área de emplazamiento de la retícula de columnas es de 408 m² de los cuales 205 m² forman parte del espacio interior de la vivienda, incluido el garaje.
2. En el segundo nivel encontramos la circulación vertical articulando el espacio, aquí está el salón principal, el comedor, la cocina, la despensa, una habitación de huéspedes con área de lavabo, la habitación para el hijo con su baño, y la habitación principal, con tocador y baño, finalmente una gran terraza en la esquina noreste de la planta que colinda con la rampa central, el salón y la habitación principal. Este nivel se resuelve en un área de 270 m² de superficie cerrada y 138 m² de terrazas.
3. Finalmente en la tercera planta se ubica un solárium con jardines, que ocupa un área de 70 m² cerrado al norte por un conjunto de muros curvos y formas geométricas, que estratégicamente presentar aberturas para enmarcar las vistas privilegiadas.

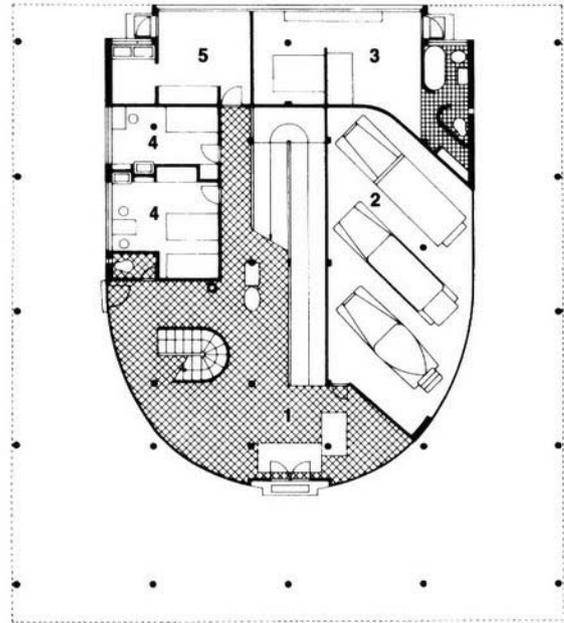


Imagen 221: Planta baja de la Villa Savoye, Charles Edouard Jeanneret –Le Corbusier- (1928 – 1931), Poissy, Francia.

1. Vestíbulo, recibidor, circulación vertical.
2. Estacionamiento.
3. Apartamento Chofer.
4. Dormitorio de Servicio.
5. Lavandería.

Richard Weston (2005). Plantas, secciones y alzados – Edificios clave del siglo XX, pág. 63, Barcelona, España, Editorial Gustavo Gili S. A.

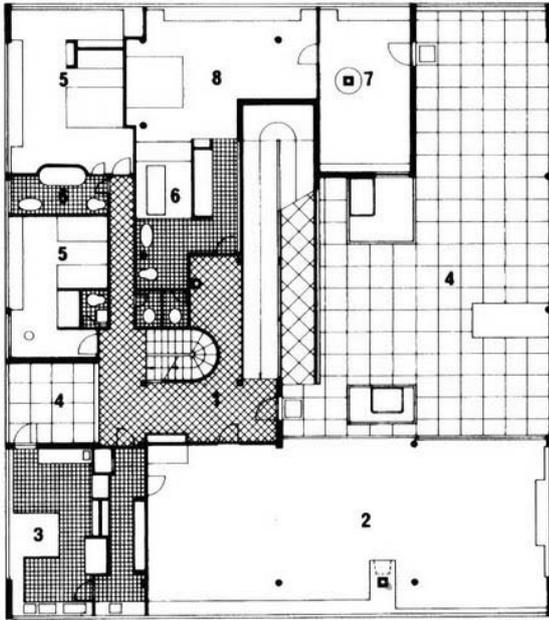


Imagen 222: Primera planta alta de la Villa Savoye, Charles Edouard Jeanneret –Le Corbusier- (1928 – 1931), Poissy, Francia.

1. Distribuidor, circulación vertical.
2. Salón.
3. Cocina.
4. Terraza.
5. Habitación de huéspedes.
6. Baño.
7. Gabinete.
8. Habitación principal.

Richard Weston (2005). Plantas, secciones y alzados – Edificios clave del siglo XX, pág. 63, Barcelona, España, Editorial Gustavo Gili S. A.

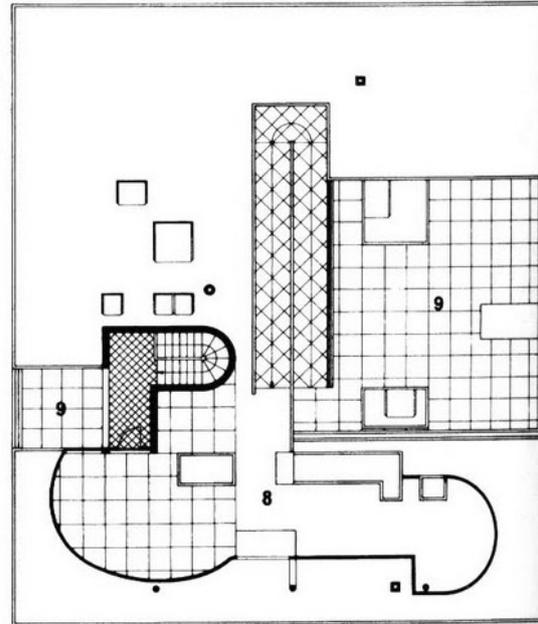


Imagen 223: Segunda planta alta de la Villa Savoye, Charles Edouard Jeanneret –Le Corbusier- (1928 – 1931), Poissy, Francia.

8. Solarium.
9. Terraza.

Richard Weston (2005). Plantas, secciones y alzados – Edificios clave del siglo XX, pág. 63, Barcelona, España, Editorial Gustavo Gili S. A.

Esta obra es considerada como el paradigma de la arquitectura moderna, aquí Le Corbusier exhibe de manera práctica sus cinco postulados para una nueva arquitectura, formuladas en base al uso del hormigón armado y las innovaciones estructurales y constructivas derivadas de éste:

1. Edificación elevada sobre pilotes, con el objetivo de liberar la planta bajo el edificio, y despegarlo del terreno.
2. La cubierta plana y la terraza jardín, que favorecen el aislamiento térmico de las losas de hormigón, y se convierten en un espacio aprovechado para el descanso, la contemplación y el esparcimiento.
3. La planta libre, al liberar el espacio de los muros portantes, por lo tanto la distribución funcional es independiente de la estructura.
4. La ventana corrida, que son posibles al retranquear la estructura del paramento más exterior, y se aprovecha al máximo la posibilidad de iluminación natural.
5. La fachada libre de elementos estructurales, libre de la función estructural y libre de resolverse sin los limitantes impuestos por la modulación de los elementos resistentes.

Le Corbusier pretendió demostrar en esta obra que la casa se podía entender como una “máquina para habitar”, logrando un resultado altamente racionalista, geométrico y purista. En su momento el acceso en vehículo se consideró como un requisito fundamental del proyecto, y un determinante tanto funcional, formal y de modulación estructural.

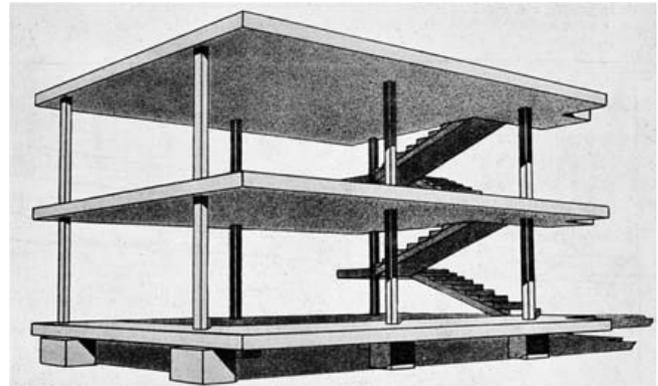


Imagen 224: Casa Dominó, Charles Edouard Jeanneret –Le Corbusier (1914).
<https://classconnection.s3.amazonaws.com/16/flashcards/1438016/png/domino21363367091795.png>

La estructura saca provecho de las bondades del hormigón armado, utiliza una trama aparente de 4.75 m. x 4.75 m., donde, como se dijo antes, las columnas en planta baja son las protagonistas del espacio, guardando su rigor y modulación en el ámbito perimetral de la planta, pero interiormente prevalecen otros valores y no se respetan los ejes, principalmente por la presencia de la rampa, inclusive algunas de las columnas interiores abandonan la sección circular y se proponen con sección cuadrada; tanto la losa de entrepiso como la de la cubierta-terraza se resuelven con un sistema de losa plana, reforzada por un conjunto de vigas, que aunque no actúan uniendo todos los pilares se disponen estratégicamente según la conformación funcional del proyecto.

En la primera planta alta, la estrategia proyectual de retranquear las columnas de la línea de fachada anula completamente el protagonismo que las columnas ostentaban exteriormente en planta baja, interiormente las columnas gozan de una relativa importancia y en ocasiones surgen con más presencia expresiva que resistente. Esta estrategia de retranqueo posibilita que la composición de fachada sea absolutamente independiente de la modulación estructural, y entre estas libertades aparece posibilidad de proponer aberturas continuas para el ingreso de luz natural.

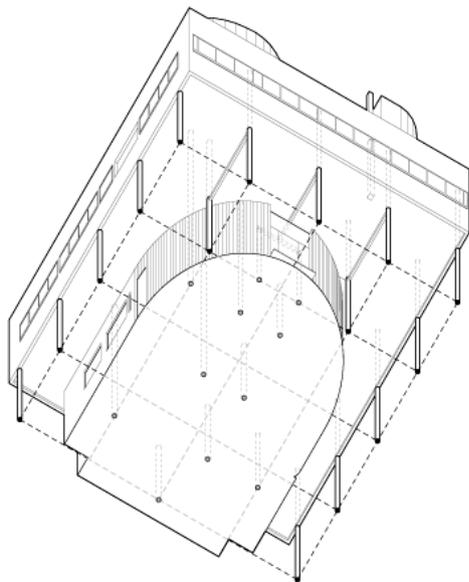


Imagen 225: Interrupción de la retícula estructural en la Villa Savoye, Charles Edouard Jeanneret –Le Corbusier- (1928 – 1931), Poissy, Francia.
<https://static1.squarespace.com/static/561450cbe4b0a283deef441/56155ab3e4b0af974cd819c7/56155ad7e4b07177b37f446d/1444240087905/Corb-VillaSavoye.png>

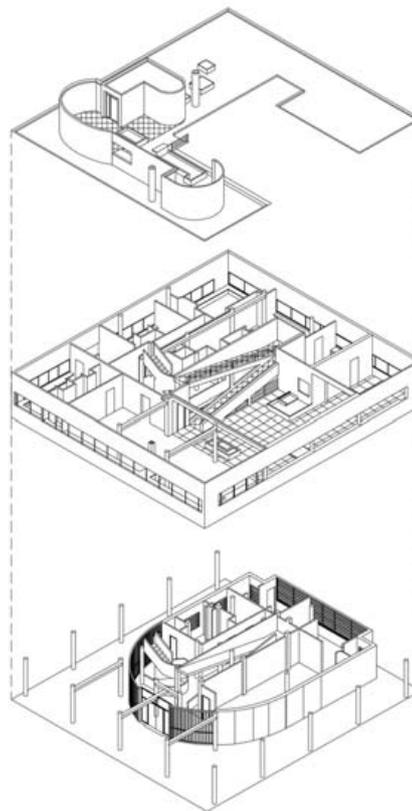


Imagen 226: Superposición de plantas en la Villa Savoye, Charles Edouard Jeanneret –Le Corbusier- (1928 – 1931), Poissy, Francia.
<http://1.bp.blogspot.com/-usi0-Grworg/Tc9r3E-zc2I/AAAAAAAAAqw/cOfJvnYpV8/s1600/Drawing2.jpg>

El papel estructuralmente fundamental y formalmente modesto, en este caso es interpretado por la losa de hormigón, que a más de facultar la interrupción de la modulación de la trama de columnas, permite romper la continuidad vertical de las mismas, la ubicación de las columnas en la primera planta alta responden más a condicionantes funcionales que al rigor de la lógica estructural.

Esta obra estuvo habitada y en funcionamiento por un periodo de tiempo corto, si bien éste fue entregado en 1931, tras la invasión alemana en junio de 1940 fue abandonada y posteriormente se vio afectada por los bombardeos e incendios producto de la Segunda Guerra Mundial, durante la cual se utilizó como bodega de almacenaje de heno, terminada la guerra la casa quedó en el abandono debido al desinterés de Pierre Savoye de restaurarla, alegando que antes del bombardeo la casa ya era un problema, debido a las



Imagen 227: Imagen de la Villa Savoye antes de su restauración, Poissy, Francia.
http://www.e-architect.co.uk/images/jpgs/paris/ville_savoye_g090310_6.jpg

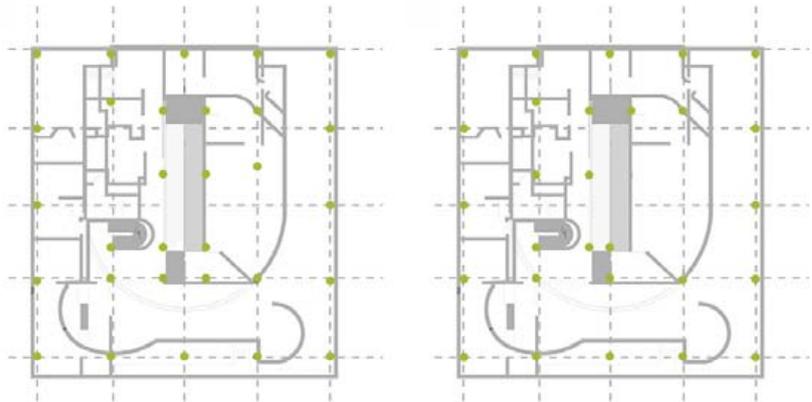
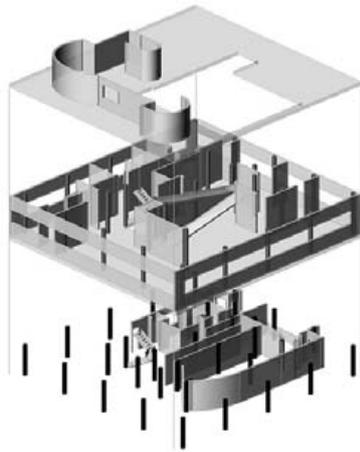
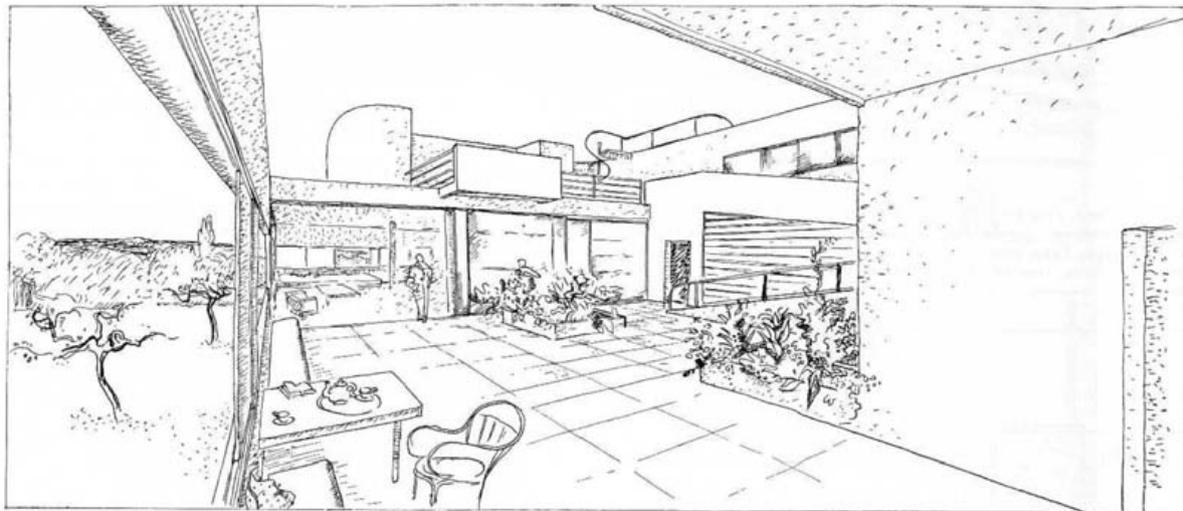
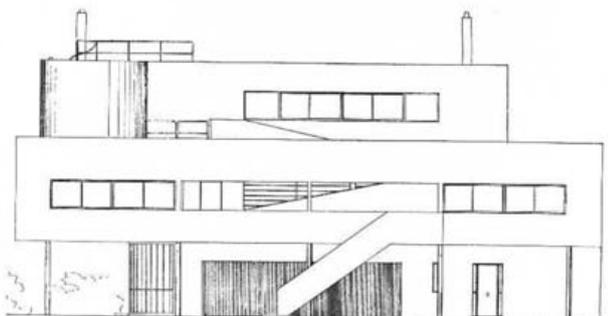


Imagen 228: Distribución de pilares en la Villa Savoye, Charles Edouard Jeanneret –Le Corbusier– (1928 – 1931), Poissy, Francia.
 Infografía de Autor

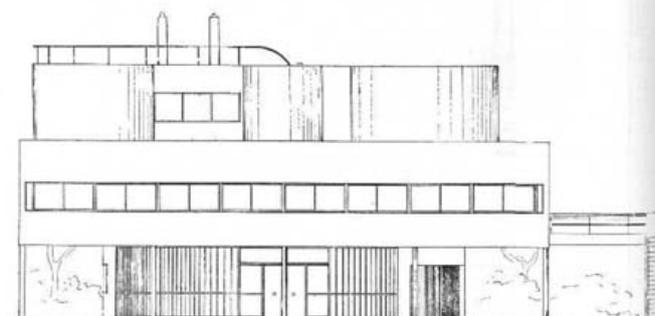
VILLA SAVOYE 1929



Du jardin supérieur on monte au toit



Façade est



Façade sud (l'entrée)

188

Imagen 229: Perspectiva, elevación Sur y elevación Este de la Villa Savoye, Charles Edouard Jeanneret –Le Corbusier- (1928 – 1931), Poissy, Francia.
https://i2.wp.com/misfitsarchitecture.com/wp-content/uploads/2015/08/le_corbusier_vol_1_1910_1929-185.jpeg

goteras y las patologías derivadas de una mala calidad constructiva; en 1958 se tuvo la intención de demoler la casa, pero en 1963 André Malraux consiguió declararla monumento histórico patrimonial de Francia, procediendo finalmente a restaurarla y convertirla en museo permanente dedicado a la vida y obra de Le Corbusier.

Es claro, que en este último caso la estructura ya no cumple un rol determinante para la forma, ni su aporte es trascendente para lograr una situación formal, su presencia en el proyecto es más de servicio que de imposición, la rigurosidad y la precisión se flexibilizan otorgándole mayor jerarquía a otros aspectos del proyecto, todo esto, sin nunca perder la responsabilidad de entidad soportante y la lógica de sistema resistente.

La clasificación realizada permite destacar una de las cualidades menos reconocidas en las estructuras: su conducta maleable y diversa, que le permite, de ser necesario, adoptar el protagonismo y la responsabilidad de la esencia expresiva de la arquitectura, o someterse al silencioso anonimato de un órgano interno, que a pesar de no manifestarse exteriormente cumple una función vital en el proyecto.

Para concluir este apartado, y siguiendo la sugerencia realizada por los lectores de esta tesis en el Anexo 05 se representa un resumen gráfico en el que se realizan recomendaciones estructurales a considerarse en la fase de proyección arquitectónica, las mismas que responden a criterios recogidos principalmente en las normativas y en la teoría estructural.



ANÁLISIS

CAPÍTULO IV

Edificio de oficinas Benigar y Edificio Quórum I
Javier García Solera con David Gallardo Llopis

4.1 Introducción:

En el sentido estricto de la palabra, analizar hace referencia al estudio exhaustivo y profundo de una obra, no puede limitarse a la somera descripción de un aspecto determinado, es por esto, que posterior a la introducción teórica, debería entenderse que el objeto arquitectónico se constituye como la conciliación de un sinnúmero de aspectos, muchos de ellos esenciales y otros complementarios, sin embargo todos ellos importantes, donde todos y cada uno son piezas indispensables, para el funcionamiento adecuado del proyecto, todo componente contribuye en algún nivel a conseguir el resultado final.

Por lo tanto, se pretende descubrir los distintos aspectos que han contribuido a la concepción del proyecto, indagando sobre sus motivaciones y directrices, procurando destacarlas dentro de su ámbito específico, pero sin descuidar su compleja

interacción sistémica; persiguiendo siempre entender el proyecto en su conjunto y no simplemente como la suma de partes.

Se subrayará particularmente la faceta estructural, analizando las distintas estrategias que argumentan a la estructura como herramienta proyectual, y de esta manera enfatizar sobre su influencia en la consecución del producto arquitectónico.

El rigor, el orden y la sensatez está manifiesto en las obras de Javier García-Solera, donde la sutileza del detalle resuelto en la construcción, las elevan al nivel de obras de arte, pero no ese arte simplemente expresivo y formal, sino el arte objetivo y racional, que hace de la lógica y la técnica su paradigma.

La silenciosa y armónica correspondencia entre el aspecto estructural y el aspecto expresivo, en la obra de Javier García-Solera, me condujo a interesarme en dos aspectos fundamentales: la incidencia de la estructura en el resultado formal y estético del objeto arquitectónico, y, la relación de colaboración entre el arquitecto y el proyectista estructural.

El ingenio, la audacia, y la lógica se mimetizan en la solución estructural de David Gallardo Llopis, quien es el encargado del proyecto estructural de las obras que se analizarán, demostrando en todo momento empatía y sensibilidad que sintonizan íntegramente con la intención arquitectónica, y permiten un diálogo sincero entre técnica y estética.

Las obras elegidas para el análisis a mi criterio ejemplifican magníficamente la simbiosis indisoluble que debe existir entre técnica y arte; la arquitectura entendida como un organismo complejo donde forma, función y tecnología alcanzan una asociación eficaz, donde el mutualismo no permite sobresalir a una sobre las otras, sino que, a través de una dialéctica armónica, el beneficio absoluto lo consigue la arquitectura.

Se ha elaborado una breve reseña biográfica de los autores, destacando únicamente los datos más relevantes, con la intención de conocer su formación e influencias, buscando entender las distintas motivaciones proyectuales y las diversas premisas de trabajo de cada uno de ellos, además de conocer la situación y realidad que contextualizan el ejercicio profesional de los autores y sus circunstancias.

Además, se presenta abreviadamente un catálogo de las obras más destacadas de cada uno de los autores, que nos permitirá relacionar el análisis específico de las obras seleccionadas, con su producción.

Finalmente, se acentuará lo más importante que resultó de las entrevistas realizadas a los dos autores, en las que se procuró conocer sus perspectivas particulares respecto del proyecto estructural y su importancia dentro de la arquitectura, la transcripción de las entrevistas se anexarán al final del documento para su revisión y consulta.

Se anexa también un artículo escrito por Javier García-Solera, en homenaje a su padre, Juan Antonio García-Solera en marzo del 2000, por motivo de una condecoración que recibía su padre por su trayectoria profesional “Mestre Valencia d’Arquitectura 1996”.

Artículo en Anexo 03

4.2 Reseñas biográficas de los autores:

*“Un mundo que ve el arte y la ingeniería como dividido,
no está viendo el mundo como un todo”*

-Edmund Happold-

4.2.1 Javier García-Solera Vera

- 1958** El 21 de Septiembre de 1958 nace en Alicante España, hijo del arquitecto español Juan Antonio García-Solera, en el seno de una familia de cuatro hermanos.
- 1984** Se gradúa de arquitecto por la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.
- 1990** Participa en la muestra: Diez años de Arquitectura Española 1980-1990.
- 1998** Participa en el II Encuentro Luso-Español de Arquitectura.
- 1999** Profesor de proyectos de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Alicante.



Imagen 230: Javier García-Solera Vera (1958)
<https://i2.wp.com/www.miprimavez.es/wp-content/uploads/2014/10/Javier.jpg?fit=305%2C305>

Ganador de 71 premios y distinciones en concursos y obras de arquitectura, entre los cuales están:

Premios a obra construida:

1988 Premios COACV-87 de Arquitectura (Vivienda en Lomahermosa).
Premio

1988 Premios COACV-87 de Arquitectura (Tienda en calle Colón 26, Alicante).
Mención

1994 Premios COACV-92/93 de Arquitectura (Centro de Salud de Onil, con Lola Alonso).
Premio

1995 III Bienal de Arquitectura Española (Edificio Finalista IMPIVA, Alicante, con Lola Alonso).

1995 III Premio HYPALIT, Arquitectura de ladrillo Finalista (Edificio IMPIVA, Alicante, con Lola Alonso).

1996 Premios COACV-94/95 de Arquitectura (Edificio Mención IMPIVA, Alicante, con Lola Alonso).

1997 Premios COACV-96 de Arquitectura (Instituto Premio Bernabeu con Lola Alonso).

1997 IV Bienal de Arquitectura Española (Oficinas Premio Diputación, Alicante, con Alfredo Payá).

1998 Fundación Camuñas. Jóvenes Arquitectos Premio (Oficinas Diputación, Alicante, con Alfredo Payá).

1998 Premio PAD (Oficinas Diputación, Alicante, Mención con Alfredo Payá).

1999 V Bienal de Arquitectura Española (Escuela de Premio Negocios, Universidad de Alicante).

2001 Premios COACV 99/00 de Arquitectura (Aulario III, Universidad de Alicante).
Premio

2001 Premios COACV 99/00 de Arquitectura (Muelle y Edificio de Servicios, Puerto de Alicante).
Mención

2001 VI Bienal de Arquitectura Española (Aulario III, Universidad de Alicante).
Premio

2001 VI Bienal de Arquitectura Española (Muelle y Edificio de Servicios, Puerto de Alicante).
Premio

2001 Premio FAD Arquitectura (Aulario III, Universidad de Alicante).
Mención

2002 Premio FAD Interiores (Restaurante Monastrell, Alicante).
Finalista

2002 Premio Saloni (Restaurante Monastrell, Alicante).
Finalista

2002 CEOE de Arquitectura (Aulario III, Universidad de Alicante).
Premio

2003 Premios COACV 01/02 de Arquitectura (Edificio Premio IVI Valencia).

2003 Premios COACV 01/02 de Arquitectura (Edificio Mención GESEM, Elche).

2003 Premios COACV 01/02 de Arquitectura (Restaurante Monastrell, Alicante).
Mención

2004 Premios COAIB-M 02/03 de Arquitectura (Edificio Premio CITTIB, Palma de Mallorca).

2005 Premio Saloni (Casa de la Juventud de Villajoyosa).
Finalista

2005 Premio FAD de Arquitectura (Viviendas Tuteladas en San Vicente, Alicante).
Finalista

2006 Premio Bienal a la Vivienda Comunidad Valenciana (Viviendas Tuteladas en San Vicente, Alicante).
Premio

2007 Premios COACV 05/06 de Arquitectura (Edificio de Oficinas BENIGAR, Alicante).
Premio

2007 Premios COACV 05/06 de Arquitectura (Viviendas Tuteladas en San Vicente, Alicante).
Finalista

2008 Premio SALONI (Estación Mercado, Alicante).
Finalista

2009 A la Vivienda, X Bienal de Arquitectura Española (40 Viviendas Tuteladas en Benidorm).
Premio

2009 Premio FAD de Arquitectura (40 Viviendas Tuteladas en Benidorm).
Finalista

2011 Premio Ciutat de Palma (Escoleta El Molinar, Palma de Mallorca).
Premio

2011 XI Bienal de Arquitectura Española (Estación FGV Luceros, Alicante).
Finalista

2011 XI Bienal de Arquitectura Española (Edificio Quórum I, UMH, Elche).
Finalista

2011 Premio FAD de Arquitectura (Estación FGV Luceros, Alicante).
Finalista

2013 Premios COACV-2010-2012 de Arquitectura (Instituto de Educación Superior L'Alluser, Mutxamel).
Mención

Premios en concursos:

1985 Oficinas Diputación, Alicante, con Alfredo Payá.
1er Premio

1988 EUROPAN I. Viviendas en Burriana, con Alfredo Payá.
1er Premio

1988 EUROPAN I. Viviendas en Madrid, con Alfredo Payá.
Finalista

1989 Viviendas en el Recinto Amurallado de Madrid, con Lola Alonso.
1er Premio

1991 Centro de Salud en Villamarxant, con Lola Alonso.
Mención

1991 Colegio de Arquitectos de Lugo.
Finalista

1993 EUROPAN III Viviendas en Giubiasco.
Finalista

1995 Centro Tecnología Química, Universidad de Alicante, con Alfredo Payá.
1er Premio

1997 Edificio Politécnico IV, Universidad de Alicante.
Finalista

1997 Muelle y Embarcadero de Cercanías, Puerto de Alicante.
1er Premio

1998 Delegación en Elche del C.O.A.A.
1er Premio

1997 Viviendas en Rabasa, Alicante (IVVSA).
Finalista

2000 Edificio CITTIB en Palma de Mallorca.
1er Premio

2000 Edificios IDI, Universidad Politécnica de Valencia.
2do Premio

2001 Nuevo Campus de Arquitectura y Edificio de CCTT en San Cugat del Vallés.
1er Premio

2003 Biblioteca de la Universidad Pública de Islas Finalista Baleares, Palma de Mallorca.

2004 Viviendas Sociales para Ancianos, Benidorm 1er Premio (IVVSA).

2004 Viviendas Sociales para Jóvenes, Benidorm 2do Premio (IVVSA).

2004 Instituto de Educación Superior L'Alluser, 1er Premio Mutxamel (CIEGSA).

2005 Ayuntamiento, Mercado y Centro Social en 1er Premio Mutxamel.

2007 Edificio Quórum I, Parque Científico Empresarial 1er Premio en la UMH de Elche.

2008 Escoleta El Molinar, Palma de Mallorca. 2do Premio

2009 Viviendas Sociales en San Juan. Alicante 2do Premio (IVVSA).

2010 Remodelación de la Plaza del País Valenciano 1er Premio en Picanya, Valencia.

2011 Edificio BIPOLO en Complejo Hospitalario la Finalista Fe, Valencia.

2012 Ampliación de las Oficina Europea de Marcas 2do Premio OAMI, Alicante.

2012 Nueva Escuela Monserrat Vayreda de Roses, 3er Premio Girona, con Bosch-Capdeferro.

Su obra ha sido objeto de 120 referencias de obras y proyectos en publicaciones dentro de España, y 45 referencias de obras y proyectos en publicaciones internacionales, además de 6 publicaciones monográficas.

Se han publicado 63 textos sobre su obra en España y fuera de España.

Autor de 45 textos en publicaciones nacionales y extranjeras.

Entre estos podemos nombrar:

Textos:

1997 Arquitectura y Detalle Constructivo (Arquitectura al Detalle, ETSA Valencia).

2000 Todo con nada (VIA Arquitectura).

2000 Las Palabras de la Arquitectura, (Revista DPA N.16, ETSAB, Barcelona).

2001 Arquitectura desde el Retrovisor.

2001 A Ras de Suelo (Premio de Arquitectura Española).

2001 Desaparecer (Premios Torres Clave, COA Cádiz).

2001 El Aprender Gustoso, (VIA Arquitectura, 2001 / Juan Antonio García-Solera, COA Alicante).

2002 Viajar a Jacobsen (Jacobsen, COA Cádiz).

2006 Construir, Inventar. (Revista Tectónica N.22).

2007 Antonio Miranda, La Inteligencia Cómplice (Construir con palabras, COA, Alicante).

2008 La Enseñanza de Proyectos, por un compromiso ampliado. (Arquitectas, un reto profesional).

2010 Nuevos Caminos (Publicación EUROPLAN X Aniversario, 2010).

2011 Abstracta y Atenta (Publicación Taller de Arquitectura UFLO, Neuquén, Argentina).

2011 El PFC como experiencia (Publicaciones ETSA Granada, Departamento de Proyectos).

2011 Adecuación y Pertinencia como un Modo de Estar (Orts-Trullenque, 2001-2011. TC, Ediciones, 2011).

2012 Esa Casa (La Ilusión de la Luz, Ed. Lampreave).

2012 Para Vivir (Vivienda Colectiva, investigación crítica y obra, ETSA Cartagena).

2013 Dibujos y Palabras en la habitación tranquila.

Monografías:

2000 Documentos de Arquitectura N.45 (COA-Almería).

2003 Arquitecturas de Autor N.21 (Universidad de Navarra).

2003 Edificio IVI Valencia (TC-Ediciones).

2005 Construyendo Barcos (Papeles de Arquitectura).

2007 DA2 N.2 (COA-Almería).

2010 Tram, Estación Central Mercado, Alicante (Construcciones, Infraestructuras y transporte,, GVA).

2012 Edificio Marsamar (Corisa).

2012 CYES / García-Solera (Cyes).

Ha participado en 98 conferencias en España, Europa y América Latina.

Ha dictado conferencias, cursos y talleres dentro de España en: Alicante, Valencia, Almería, Salamanca, Madrid, Granada, La Coruña, Murcia, La Rioja, Canarias, Barcelona, Gerona, Tarragona, Sevilla, Tenerife, Navarra, San Sebastián, Castellón, Jaén, Lérida, Cantabria, Zaragoza, Cádiz, Badajoz, Bilbao, Huelva, Asturias, Palma de Mallorca, Tortosa, Pamplona y Málaga.

Y fuera de España en: Argentina, Chile, Bélgica, Brasil, Italia, Alemania, Colombia y Ecuador.

Docente invitado en Universidades Españolas y en América Latina por 30 ocasiones.

Ha sido 52 veces jurado de concursos de arquitectura.

Ha participado en exposiciones individuales y colectivas en España, Portugal, Italia, Francia, Suiza, República Checa, Holanda, Turquía, Alemania y Chile.

4.2.2 Catálogo de Proyectos. Javier García-Solera Vera



Nombre del proyecto:
Oficinas Diputación Provincial.



Año: 1986-1996.



Ubicación: Alicante, España.



Arquitectura:
Javier García-Solera Vera & Alfredo Payá.



Estructura: Domingo Sepulcre.



Imagen 231: Oficinas Diputación Provincial, Alicante, España, Javier García-Solera Vera, 1986 - 1996.
Imagen cortesía de Javier García-Solera Vera.



Nombre del proyecto:
Vivienda en Lomahermosa.



Año: 1987.



Ubicación: Alicante, España.



Arquitectura: Javier García-Solera Vera.



Estructura: Juan Antonio García-Solera.



Imagen 232: Vivienda en Lomahermosa, Alicante, España, Javier García-Solera Vera, 1987.
https://i0.wp.com/www.miprimeraez.es/wp-content/uploads/2014/10/LOMAHERMOSA_02.jpg



Nombre del proyecto:
Centro de Salud.



Año: 1988-1991.



Ubicación: Castalla, España.



Arquitectura:
Javier García-Solera Vera & Lola Alonso



Estructura: Domingo Sepulcre.



Imagen 233: Centro de Salud, Castalla, España, Javier García-Solera Vera, 1988 - 1991.
<https://lolaalonsovera.wordpress.com/equipamiento-sanitario/>



Nombre del proyecto:
Centro de Salud.



Año: 1990-1992.



Ubicación: Onil, España.



Arquitectura:
Javier García-Solera Vera & Lola Alonso.



Estructura: Domingo Sepulcre.



Imagen 234: Centro de Salud, Onil, España, Javier García-Solera Vera, 1990 - 1992.
<https://lolaalonsovera.wordpress.com/equipamiento-sanitario/>



Nombre del proyecto:
29 Viviendas, Locales y Garajes.



Año: 1990-1993.



Ubicación: Aspe, España.



Arquitectura: Javier García-Solera Vera.



Estructura: Domingo Sepulcre.



Imagen 235: 29 Viviendas, Locales y Garajes, España, Javier García-Solera Vera, 19890 - 1993.
<http://www.alfredopaya.es/aspe.html>

 Nombre del proyecto:
Escuela de Estudios de Empresa IMPIVA.

 Año: 1992-1994.

 Ubicación: Alicante, España.

 Arquitectura:
Javier García-Solera Vera & Lola Alonso.

 Estructura: Domingo Sepulcre.



Imagen 236: Escuela de Estudios de Empresa IMPIVA, Alicante, España, Javier García-Solera Vera, 19892 - 1994.
<https://lolaalonsovera.wordpress.com/equipamiento-docente/>

 Nombre del proyecto:
Escuela de Negocios Universidad de Alicante.

 Año: 1994-1996.

 Ubicación: Alicante, España.

 Arquitectura: Javier García-Solera Vera.

 Estructura: Domingo Sepulcre &
Juan Antonio García-Solera.



Imagen 237: Escuela de Negocios Universidad de Alicante, Alicante, España, Javier García-Solera Vera, 1994 - 1996.
Imagen cortesía de Javier García-Solera Vera.

 Nombre del proyecto:
Instituto Bernabéu - Fertilidad y Ginecología.

 Año: 1992 - 1994 - 2012.

 Ubicación: Alicante, España.

 Arquitectura:
Javier García-Solera Vera & Lola Alonso.

 Estructura: Domingo Sepulcre



Imagen 238: Instituto Bernabeu, Alicante, España, Javier García-Solera Vera, 1996.
<https://unexpectedlittlewist.files.wordpress.com/2016/04/300px-a5j02fg2.jpg?w=300&h=393&crop=1>



Nombre del proyecto:
Centro Tecnología Química Universidad Alicante.



Año: 1996-2000.



Ubicación: Alicante, España.



Arquitectura:
Javier García-Solera Vera & Alfredo Payá.



Estructura: Pascual Sirvent.



Imagen 239: Centro Tecnología Química Universidad Alicante, Alicante, España, Javier García-Solera Vera, 1996 - 2000.
<http://www.alfredopaya.es/ctq.html>



Nombre del proyecto:
Muelle y Edificio de Servicios Puerto de Alicante, "Café Noray".



Año: 1998-2000.



Ubicación: Alicante, España.



Arquitectura: Javier García-Solera Vera.



Estructura: Juan Antonio García-Solera.



Imagen 240: Muelle y Edificio de Servicios Puerto de Alicante, Alicante, España, Javier García-Solera Vera, 1997 - 2000.
Javier García-Solera (2005). Construyendo barcos, pág. 46, Alicante, España, Papeles de Arquitectura S. L.



Nombre del proyecto:
Aulario III Universidad de Alicante.



Año: 1998-2000.



Ubicación: Alicante, España.



Arquitectura: Javier García-Solera Vera.



Estructura: Domingo Sepulcre.



Imagen 241: Aulario III Universidad de Alicante, Alicante, España, Javier García-Solera Vera, 1998 - 2000.
Imagen cortesía de Javier García-Solera Vera

-  Nombre del proyecto:
Instituto Valenciano de la Infertilidad.
-  Año: 1998-2000.
-  Ubicación: Valencia, España.
-  Arquitectura:
Javier García-Solera Vera & Lola Alonso.
-  Estructura: Domingo Sepulcre.



Imagen 242: Instituto Valenciano de la Infertilidad, Valencia, España, Javier García-Solera Vera, 1998 - 2000.
<https://lolaalonsovera.wordpress.com/equipamiento-sanitario/>

-  Nombre del proyecto:
Edificio GESEM.
-  Año: 2000.
-  Ubicación: Elche, España.
-  Arquitectura: Javier García-Solera Vera.
-  Estructura: Domingo Sepulcre.



Imagen 243: Edificio GESEM, Elche, España, Javier García-Solera Vera, 2000.
<http://vacarquitectura.es/edificio-gesem/>

-  Nombre del proyecto:
Edificio CITTIB Consellería de Turismo.
-  Año: 2000-2003.
-  Ubicación: Palma de Mallorca, España.
-  Arquitectura: Javier García-Solera Vera.
-  Estructura: José Fermoselle.



Imagen 244: Edificio CITTIB Consellería de Turismo, Alicante, España, Javier García-Solera Vera, 2000 - 2003.
DEADOS 2 - Javier García-Solera (2007, pág. 18, Almería, España, Colegio Oficial de Arquitectos de Almería).

-  Nombre del proyecto:
Campus de Arquitectura y CRITT.
-  Año: 2001.
-  Ubicación: San Cugat del Vallés, España.
-  Arquitectura: Javier García-Solera Vera.
-  Estructura: Robert Brufau.



Imagen 245: Campus de Arquitectura y CTT, San Cugat del Vallés, España, Javier García-Solera Vera, 2001.
<https://genwebv3.upc.edu/etsav/i-d>

-  Nombre del proyecto:
Casa de la Juventud Ayuntamiento de Villajoyosa.
-  Año: 2001-2004.
-  Ubicación: Villajoyosa, España.
-  Arquitectura:
Javier García-Solera Vera & Lola Alonso.
-  Estructura: Domingo Sepulcre.



Imagen 246: Casa de la Juventud Ayuntamiento de Villajoyosa, Villajoyosa, España, Javier García-Solera Vera, 2001-2003.
<https://lolaalonsovera.wordpress.com/equipamiento-docente-2/>

-  Nombre del proyecto:
Restaurante Monastrell.
-  Año: 2000.
-  Ubicación: Alicante, España.
-  Arquitectura: Javier García-Solera Vera.
-  Estructura: (Interiorismo, no aplica estructura).



Imagen 247: Restaurante Monastrell, Alicante, España, Javier García-Solera Vera, 2000.
Imagen cortesía de Javier García-Solera Vera.

-  Nombre del proyecto:
Escuela Oficial de Idiomas.
-  Año: 2002-2004.
-  Ubicación: Elche, España.
-  Arquitectura: Javier García-Solera Vera.
-  Estructura: Domingo Sepulcre.



Imagen 248: Escuela Oficial de Idiomas, Elche, España, Javier García-Solera Vera, 2002-2004.
http://alejahandlowa.eu/upload/image/books/3251-3500/3461_el_croquis_149_collective_experiments_ii_018.jpg

-  Nombre del proyecto:
Centro de fomento empleo y desarrollo tecnológico del sector metal.
-  Año: 2003 - 2007 - 2009.
-  Ubicación: Alicante, España.
-  Arquitectura: Javier García-Solera Vera.
-  Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 249: Centro de fomento empleo y desarrollo tecnológico del sector metal, Alicante, España, Javier García-Solera Vera, 2003.
Imagen cortesía de Javier García-Solera Vera.

-  Nombre del proyecto:
Centro de acogida en el yacimiento arqueológico de la Alcudia.
-  Año: 2003.
-  Ubicación: Elche, España.
-  Arquitectura: Javier García-Solera Vera.
-  Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 250: Centro de acogida en el yacimiento arqueológico de la Alcudia., Elche, España, Javier García-Solera Vera, 2003.
<https://web.ua.es/es/laalcudia/imagenes/centro-de-interpretacion/centro-de-interpretacion.jpg>



Nombre del proyecto:
Centro de Día y Viviendas Tuteladas.



Año: 2003-2005.



Ubicación: San Vicente del Raspeig, España.



Arquitectura: Javier García-Solera Vera.



Estructura: Domingo Sepulcre.



Imagen 251: Centro de Día y Viviendas Tuteladas, San Vicente del Raspeig, España, Javier García-Solera Vera, 2003-2005.
<https://www.via-arquitectura.net/16/072/01-03-072bis.jpg>



Nombre del proyecto:
Café del Puerto



Año: 2004-2006.



Ubicación: Alicante, España.



Arquitectura: Javier García-Solera Vera.



Estructura: Ernesto Martínez Arenas.



Imagen 252: Café del Puerto, Alicante, España, Javier García-Solera Vera, 2004-2006.
<https://www.via-arquitectura.net/ara07/036/05-036.jpg>



Nombre del proyecto:
Edificio de Oficinas Benigar.



Año: 2004 - 2007.



Ubicación: Alicante, España.



Arquitectura: Javier García-Solera Vera.



Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 253: Edificio de Oficinas Benigar, Alicante, España, Javier García-Solera Vera, 2007.
<https://unexpectedlittletwist.files.wordpress.com/2016/04/300px-a5j02fg2.jpg?w=300&h=393&crop=1>



Nombre del proyecto:
Apartamentos Tutelados para Mayores.



Año: 2004-2008.



Ubicación: Benidorm, España.



Arquitectura: Javier García-Solera Vera.



Estructura: Domingo Sepulcre.



Imagen 254: Apartamentos Tutelados para Mayores, Benidorm, España, Javier García-Solera Vera, 2004-2008.
<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/6b/85/05/6b85057426c328781872c2f16584f08b.jpg>



Nombre del proyecto:
Instituto de enseñanza secundaria L'Alluser de Mutxamel.



Año: 2005.



Ubicación: Mutxamel, España.



Arquitectura: Javier García-Solera Vera.



Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 255: Instituto de enseñanza secundaria de Mutxamel, Mutxamel, España, Javier García-Solera Vera, 2005.
Imagen cortesía de Javier García-Solera Vera.



Nombre del proyecto:
Centro Social polivalente de Mutxamel.



Año: 2006.



Ubicación: Mutxamel, España.



Arquitectura: Javier García-Solera Vera.



Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 256: Centro Social polivalente de Mutxamel, Mutxamel, España, Javier García-Solera Vera, 2006.
Imagen cortesía de David Gallardo Llopis
Fotografía: Estudio de Javier García-Solera Vera.



Nombre del proyecto:
Estación El Mercado.



Año: 2006-2007.



Ubicación: Alicante, España.



Arquitectura: Javier García-Solera Vera.



Estructura: F.C.C.



Imagen 257: Estación de Tranvía El Mercado, Alicante, España, Javier García-Solera Vera, 2006-2007.
DEADOS 2 - Javier García-Solera (2007, pág. 94, Almería, España, Colegio Oficial de Arquitectos de Almería).



Nombre del proyecto:
Estación Luceros.



Año: 2006-2010.



Ubicación: Alicante, España.



Arquitectura: Javier García-Solera Vera.



Estructura: Florentino Regalado
(CyPE Ingenieros).



Imagen 258: Estación de Tranvía Luceros, Alicante, España, Javier García-Solera Vera, 2006-2010.
http://davidfrutos.com/wp-content/uploads/2010/06/06910_043DFR.jpg
Fotografía: David Frutos.



Nombre del proyecto:
Edificio Quórum 1.



Año: 2006-2010.



Ubicación: Elche, España.



Arquitectura: Javier García-Solera Vera.



Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 259: Edificio Quórum, Elche, España, Javier García-Solera Vera, 2006-2010.
Imagen cortesía de David Gallardo Llopis
Fotografía: Estudio de Javier García-Solera Vera.



Nombre del proyecto:
Edificio Marsamar.



Año: 2008 - 2012.



Ubicación: Alicante, España.



Arquitectura: Javier García-Solera Vera.



Estructura: Florentino Regalado.



Imagen 260: Edificio de oficinas Marsamar, Alicante, España, Javier García-Solera Vera, 2008 - 2012.
http://hicarquitectura.com/wp-content/uploads/2014/09/Edificio-Oficinas-Marsamar_i15.jpg



Nombre del proyecto:
Escoleta el Molinar.



Año: 2009.



Ubicación: Palma de Mallorca, España.



Arquitectura: Javier García-Solera Vera.



Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 261: Escoleta el Molinar, Palma de Mallorca, España, Javier García-Solera Vera, 2009.
Imagen cortesía de David Gallardo Llopis.
Fotografía: Jaime Sicilia.



Nombre del proyecto:
Museo Semana Santa de Torrevieja.



Año: 2009.



Ubicación: Torrevieja, España.



Arquitectura: Javier García-Solera Vera.



Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 262: Museo Semana Santa de Torrevieja, Torrevieja, España, Javier García-Solera Vera, 2009.
<http://torrevieja.es/sal/noticias/2010/04/museo%20semana%20santa/20100416-museosemanasanta02-g.jpg>

4.2.3 David Gallardo Llopis

1972 El 8 de Septiembre de 1972 Nace en Valencia, España, hijo del arquitecto español: José Luis Gallardo Blanquer, y la arquitecta española Ana Llopis Reyna, catedrática Universitaria. Es el primero de cuatro hermanos.

1990 Se gradúa en el colegio Alemán de Valencia, obteniendo el segundo mejor expediente de su promoción.

1994 Designado como becario colaborador del profesor Eugenio Abdilla Muedra en la UPV.

1996 Cumple con el servicio militar a través del programa de Milicias Universitarias alcanzando el número uno de la promoción en el Cuerpo de Infantería.

1996 Desde este año es contratado como profesor de la Universidad Politécnica de Valencia en el Departamento de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras.

1997 En febrero se gradúa de Arquitecto por la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia.

1997 Desde noviembre de este año tiene su despacho profesional elaborando encargos de asesoramiento en el campo estructural y colaboración con numerosos arquitectos de prestigio como: Javier García-Solera Vera, Fran Silvestre, Eduardo de Miguel, Gallardo Llopis Arquitectos, Ramón Esteve, Carlos Ferrater, Enrique Fernández Vivancos, Grupo Aranea, entre otros.



Imagen 263: David Gallardo Llopis (1972).
Imagen cortesía de David Gallardo Llopis

1997 Docente de la Rheinisch Westfälische
1998 Technische Hochschule Aachen en la Fakultät
1999 für Architektur.

2001 Contrae matrimonio con la arquitecta y fotógrafa Gemma Aparicio Valero, con quien tiene dos hijos.

2001 Es designado como miembro del tribunal de Proyecto Final de Carrera (ahora proyecto Final de Master), en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la UPV, hasta la fecha.

2004 Es miembro de la Junta de Centro de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Valencia.

2007 Se gradúa de Doctor Arquitecto por la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia, con su tesis doctoral “Sobre el dimensionado de secciones rectangulares de hormigón armado en flexión simple bajo criterios de calidad constructiva y optimización económica real”, obteniendo una calificación sobresaliente cum-laude.

2011 Obtiene el premio a la Excelencia Docente UPV.

2012
2014 Es designado como responsable de la Subdirección de Relaciones Internacionales y prácticas en la Empresa de la ETSA dela UPV.

Es socio fundador de la Asociación de Projectistas y Consultores Estructurales. Profesor invitado en diferentes Universidades de España, Alemania, Holanda y Ecuador.

4.2.4 Catálogo de Proyectos. David Gallardo Llopis

 Nombre del proyecto:
Colegio Público Virgen Vallivana.

 Año: 2001.

 Ubicación: Picassent, Valencia, España.

 Arquitectura: Carlos Meri Cucart.

 Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 264: CP Virgen Vallivana, Picassent, España, Carlos Meri Cucart, 2001.

Imagen cortesía de David Gallardo Llopis.

Fotografía: Mariela Apolonio.

 Nombre del proyecto:
Rehabilitación Finca la Barbera.

 Año: 2001.

 Ubicación: Villajoyosa, Valencia España.

 Arquitectura: Gallardo Llopis Arquitectos.

 Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 265: Rehabilitación Finca la Barbera, Villajoyosa, España, Gallardo Llopis Arquitectos, 2001.

<http://www.yosoynoticia.es/wp-content/uploads/2017/01/villajoyosa-casa-la-barbera.jpg>



Nombre del proyecto:
Aularios y departamentos de ADE y Cartografía UPV.



Año: 2002.



Ubicación: Valencia, España.



Arquitectura: Vetges Tu i Mediterrania.



Estructura: David Gallardo Llopis & Eugenio Abdilla Muedra.



Imagen 266: Aularios y departamentos de ADE y Cartografía UPV, Valencia, España, Vetges Tu i Mediterrania, 2002.
Imagen cortesía de David Gallardo Llopis.
Fotografía: Gemma Aparicio.



Nombre del proyecto:
70 viviendas de protección pública para IVVSA.



Año: 2002.



Ubicación: Castellón, España.



Arquitectura: Carlos Meri Cucart.



Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 267: 70 viviendas de protección pública para IVVSA, Castellón, España, Carlos Meri Cucart, 2002.
http://www.coacv.org/docs/amccv/amccv/img/114/grandes/114_001.jpg



Nombre del proyecto:
Nave Industrial Aiguapres.



Año: 2003.



Ubicación: Aldaia, España.



Arquitectura: Juan Ignacio Fuster Marcos.



Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 268: Nave Industrial Aiguapres, Aldaia, España, Juan Ignacio Fuster Marcos, 2003.
<http://www.vam10.com/images/aiguapres%2006.jpg?crc=4288321701>

-  Nombre del proyecto:
Centro de fomento empleo y desarrollo tecnológico del sector metal.
-  Año: 2003 - 2007 - 2009.
-  Ubicación: Alicante, España.
-  Arquitectura: Javier García-Solera Vera.
-  Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 269: Centro de fomento empleo y desarrollo tecnológico del sector metal, Alicante, España, Javier García-Solera Vera, 2003. Imagen cortesía de David Gallardo Llopis. Fotografía: Joan Roig.

-  Nombre del proyecto:
Centro de acogida en el yacimiento arqueológico de la Alcudia.
-  Año: 2003.
-  Ubicación: Elche, España.
-  Arquitectura: Javier García-Solera Vera.
-  Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 270: Centro de acogida en el yacimiento arqueológico de la Alcudia., Elche, España, Javier García-Solera Vera, 2003. DEADOS 2 - Javier García-Solera (2007, pág. 87, Almería, España, Colegio Oficial de Arquitectos de Almería.

-  Nombre del proyecto:
Edificio de Oficinas Benigar.
-  Año: 2004 – 2007.
-  Ubicación: Alicante, España.
-  Arquitectura: Javier García-Solera Vera.
-  Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 271: Edificio de Oficinas Benigar, Alicante, España, Javier García-Solera Vera, 2004 – 2007. Imagen cortesía de David Gallardo Llopis. Fotografía: Joan Roig.



Nombre del proyecto:
Casa del acantilado.



Año: 2005.



Ubicación: Alicante, España.



Arquitectura: Fran Silvestre Arquitectos.



Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 272: Casa del acantilado, Alicante, España, Fran Silvestre Arquitectos, 2005.

Imagen cortesía de David Gallardo Llopis.
Fotografía: Gemma Aparicio.



Nombre del proyecto:
Instituto de enseñanza secundaria de Mutxamel.



Año: 2005.



Ubicación: Mutxamel, España.



Arquitectura: Javier García-Solera Vera.



Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 273: Instituto de enseñanza secundaria de Mutxamel, Mutxamel, España, Javier García-Solera Vera, 2005.

Imagen cortesía de David Gallardo Llopis.
Fotografía: Joan Roig.



Nombre del proyecto:
Centro Social polivalente de Mutxamel.



Año: 2006.



Ubicación: Mutxamel, España.



Arquitectura: Javier García-Solera Vera.



Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 274: Centro Social polivalente de Mutxamel, Mutxamel, España, Javier García-Solera Vera, 2006.

<http://www.mutxamel.org/images/noti/g3348.jpg>



Nombre del proyecto:
Casa Atrio.



Año: 2006.



Ubicación: Godella, Valencia, España.



Arquitectura: Fran Silvestre.



Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 275: Casa del Atrio, Godella, Valencia, España, Fran Silvestre Arquitectos, 2006.

Imagen cortesía de David Gallardo Llopis.

Fotografía: Fernando Alda.



Nombre del proyecto:
Casa BF.



Año: 2006.



Ubicación: Castellón, España.



Arquitectura: Carlos Ferrater & ADI Arquitectura.



Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 276: Casa BF, Castellón, España, Carlos Ferrater & ADI Arquitectura, 2006.

Imagen cortesía de David Gallardo Llopis.

Fotografía: Joan Guillamat.



Nombre del proyecto:
Adecuación de espacio para Estudio y sala de exposiciones.



Año: 2006.



Ubicación: Valencia, España.



Arquitectura: Silvestre Navarro Arquitectos.



Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 277: Adecuación de espacio para Estudio y sala de exposiciones, Valencia, España, Silvestre Navarro Arquitectos, 2006.

<https://www.facebook.com/208217035873816/photos/a.217524871609699.69354.208217035873816/223271411035045/?type=3&theater>



Nombre del proyecto:
14 viviendas bajo comercial y aparcamiento.



Año: 2007.



Ubicación: Turís, Valencia, España.



Arquitectura: García-Floquet Arquitectos.



Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 278: 14 viviendas bajo comercial y aparcamiento, Turís, Valencia, España, García-Floquet Arquitectos, 2007.
<http://www.garciafloquet.com/>



Nombre del proyecto:
Marquesina para la re-ordenación de la plaza mayor de Villa-Real.



Año: 2007.



Ubicación: Villa-Real, Valencia, España.



Arquitectura:
Enrique Fernandez-Vivancos González.



Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 279: Marquesina para la plaza mayor de Villa-Real, Villa-Real, Valencia, España, Enrique Fernandez-Vivancos González, 2007.
Imagen cortesía de David Gallardo Llopis.
Fotografía: Joan Roig.



Nombre del proyecto:
Centro SERVEF de formación profesional.



Año: 2007.



Ubicación: Alicante, España.



Arquitectura: Orts-Trullenque Arquitectos.



Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 280: Centro SERVEF de formación, Alicante, España, Orts-Trullenque Arquitectos, 2007.
<http://www.orts-trullenque.com/p20.html>



Nombre del proyecto:
Edificio Quórum.



Año: 2006-2010.



Ubicación: Elche, España.



Arquitectura: Javier García-Solera Vera.



Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 281: Edificio Quórum, Elche, España, Javier García-Solera Vera, 2006-2010.

Imagen cortesía de David Gallardo Llopis
Fotografía: Estudio de Javier García-Solera Vera.



Nombre del proyecto:
Colegio de educación infantil y primaria nuevo N°2.



Año: 2008.



Ubicación: Canet, España.



Arquitectura:
Fernández-Soler Monrabal Arquitectos.



Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 282: Colegio de educación infantil y primaria nuevo N°2, Canet, España, Fernández-Soler Monrabal Arquitectos, 2008.

<http://www.fernandezsolermonrabal.com/Espanyol/canet/imagenes.html>



Nombre del proyecto:
Parada del tranvía en la Universidad de Alicante.



Año: 2008.



Ubicación: Alicante, España.



Arquitectura: José María Urcelay Fernández.



Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 283: Parada del tranvía en la Universidad de Alicante, Alicante, España, José María Urcelay Fernández, 2008.

Imagen cortesía de David Gallardo Llopis
Fotografía: José Manuel Cutillas.



Nombre del proyecto:
Escuela Infantil Can feliç.



Año: 2008.



Ubicación: Benicassim, Valencia, España.



Arquitectura:
Enrique Fernandez-Viviancos González.



Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 284: Escuela Infantil Can feliç, Benicassim, Valencia, España, Enrique Fernandez-Viviancos González, 2008.
Imagen cortesía de David Gallardo Llopis
Fotografía: José Manuel Cutillas.



Nombre del proyecto:
Escoleta el Molinar.



Año: 2009.



Ubicación: Palma de Mallorca, España.



Arquitectura: Javier García-Solera Vera.



Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 285: Escoleta el Molinar, Palma de Mallorca, España, Javier García-Solera Vera, 2009.
<https://skfandra.files.wordpress.com/2011/09/164-f-15.jpg>



Nombre del proyecto:
Museo Semana Santa de Torrevieja.



Año: 2009.



Ubicación: Torrevieja, España.



Arquitectura: Javier García-Solera Vera.



Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 286: Museo Semana Santa de Torrevieja, Torrevieja, España, Javier García-Solera Vera, 2009.
Imagen cortesía de David Gallardo Llopis.
Fotografía: David Frutos.

 Nombre del proyecto:
Colegio de educación infantil y primaria N°52.

 Año: 2009.

 Ubicación: Alicante, España.

 Arquitectura:
Fernández-Soler Monrabal Arquitectos.

 Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 287: Colegio de educación infantil y primaria N°52, Alicante, España, Fernández-Soler Monrabal Arquitectos, 2009.
Imagen cortesía de David Gallardo Llopis.
Fotografía: Diego Opazo.

 Nombre del proyecto:
Centro Cultural Mario Monreal.

 Año: 2010.

 Ubicación: Sagunto, Valencia, España.

 Arquitectura:
Expedito Aparicio & Cesar Méndez.

 Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 288: Centro Cultural Mario Monreal, Sagunto, Valencia, España, Expedito Aparicio & Cesar Méndez, 2010.
Imagen cortesía de David Gallardo Llopis.
Fotografía: Diego Opazo.

 Nombre del proyecto:
Valle trenzado – pasarelas sobre el río Vilanopó.

 Año: 2011.

 Ubicación: Elche, España.

 Arquitectura: Grupo Aranea.

 Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 289: Valle trenzado – pasarelas sobre el río Vilanopó, Elche, España, Grupo Aranea, 2011.
Imagen cortesía de David Gallardo Llopis.
Fotografía: Gemma Aparicio.



Nombre del proyecto: Sostre:
Cenador en Villa-Real.



Año: 2011.



Ubicación: Villa-Real, Castellón, España.



Arquitectura: Fran Silvestre Arquitectos.



Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 290: Sostre: Cenador en Villa-Real, Villa-Real, Castellón, España, Fran Silvestre Arquitectos, 2011.
<http://fransilvestrearquitectos.com/proyecto/sst/>



Nombre del proyecto:
Casa sobre la ciudad.



Año: 2011.



Ubicación: Valencia, España.



Arquitectura: Fran Silvestre Arquitectos.



Estructura: David Gallardo Llopis.

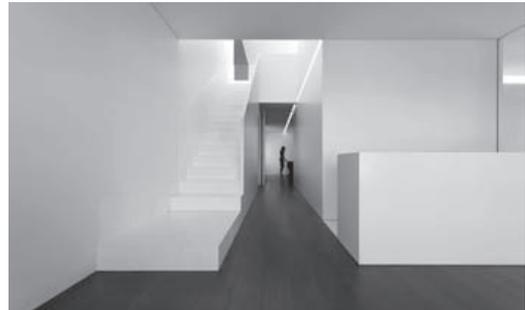


Imagen 291: Casa sobre la ciudad, Valencia, España, Fran Silvestre Arquitectos, 2011.
<http://fransilvestrearquitectos.com/proyecto/csc/>



Nombre del proyecto:
Casa de Aluminio.



Año: 2012.



Ubicación: Madrid, España.



Arquitectura: Fran Silvestre Arquitectos.



Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 292: Casa de Aluminio, Madrid, España, Fran Silvestre Arquitectos, 2012.
Imagen cortesía de David Gallardo Llopis.
Fotografía: Diego Opazo.



Nombre del proyecto:
Casa sobre el paisaje.



Año: 2012.



Ubicación: Ibiza, España.



Arquitectura: Gallardo Llopis Arquitectos.



Estructura: David Gallardo Llopis.

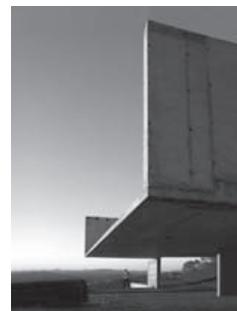


Imagen 293: Casa sobre el paisaje, Ibiza, España, Gallardo Llopis Arquitectos, 2012.

Imagen cortesía de David Gallardo Llopis.

Fotografía: Estudio Gallardo Llopis.



Nombre del proyecto:
Casa Balint.



Año: 2012.



Ubicación: Bétera, Valencia, España.



Arquitectura: Fran Silvestre Arquitectos.



Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 294: Casa Balint, Bétera, Valencia, España, Fran Silvestre Arquitectos, 2012.

Imagen cortesía de David Gallardo Llopis.

Fotografía: Gemma Aparicio.



Nombre del proyecto:
Villa Ibiza.



Año: 2013.



Ubicación: Ibiza, España.



Arquitectura:
Metroarea Architetti Associati
Baroncelli
Paladini Di Pretoro.



Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 295: Villa Ibiza, Ibiza, España, Metroarea Architetti Associati Baroncelli Paladini Di Pretoro, 2013.

Imagen cortesía de David Gallardo Llopis.

Fotografía: Fernando Alda.



Nombre del proyecto:
Edificio puente para mercado municipal y usos complementarios.



Año: 2013.



Ubicación: Algemesí, España



Arquitectura: Medrano Saez Arquitectos.



Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 296: Edificio puente para mercado municipal y usos complementarios, Algemesí, España, Medrano Saez Arquitectos, 2013. Imagen cortesía de David Gallardo Llopis. Fotografía: Fernando Alda.



Nombre del proyecto:
Edificio de 20 pisos y 95 apartamentos.



Año: 2013



Ubicación: Calpe, Valencia, España.



Arquitectura: Juan Ignacio Fuster Marcos.



Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 297: Edificio de 20 pisos y 95 apartamentos, Calpe, Valencia, España, Juan Ignacio Fuster Marcos, 2013. Imagen cortesía de David Gallardo Llopis. Fotografía: Gemma Aparicio.



Nombre del proyecto:
Vivienda unifamiliar en Rocafort.



Año: 2013



Ubicación: Rocafort, España.



Arquitectura: Anton Baldovi Arquitectos.



Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 298: Vivienda unifamiliar en Rocafort, Rocafort, España, Anton Baldovi Arquitectos, 2013. <http://antonbaldoviarquitectos.com/portfolio/casa-r/> Fotografía: Gemma Aparicio.

 Nombre del proyecto:
Equipamiento público en el ámbito de las instalaciones de los bajos de Roquetas del Mar.

 Año: 2014.

 Ubicación: Almería, España.

 Arquitectura: EMAC Arquitectura.

 Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 299: Equipamiento público en el ámbito de las instalaciones de los bajos de Roquetas del Mar, Almería, España, EMAC Arquitectura, 2014. Imagen cortesía de David Gallardo Llopis. Fotografía: Estudio EMAC Arquitectura.

 Nombre del proyecto:
Establecimientos Hosteleros en Paseo de la Castellana - Wellow Restaurant.

 Año: 2014.

 Ubicación: Madrid, España.

 Arquitectura: Q4 Arquitectura.

 Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 300: Establecimientos Hosteleros en Paseo de la Castellana, Madrid, España, Q4 Arquitectura, 2014. Imagen cortesía de David Gallardo Llopis. Fotografía: Luzestudio fotografía.

 Nombre del proyecto:
Edificio de oficinas y laboratorios ESMALGLASS.

 Año: 2014.

 Ubicación: Castellón, España.

 Arquitectura: Medrano Saez Arquitectos.

 Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 301: Edificio de oficinas y laboratorios ESMALGLASS, Castellón, España, Medrano Saez Arquitectos, 2014. <http://www.medranosaez.com/proyectos.php?idTipoProyecto=3&idProyecto=23&idioma=es#proyecto>

 Nombre del proyecto:
Estación de buses y gasolinera en Santa Pola.

 Año: 2014.

 Ubicación: Santa Pola, España.

 Arquitectura: Manuel Lillo Navarro.

 Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 302: Estación de buses y gasolinera en Santa Pola, España, Manuel Lillo Navarro, 2014.
Imagen cortesía de David Gallardo Llopis.
Fotografía: Filippo Poli.

 Nombre del proyecto:
Casa sobre los olivos.

 Año: 2014.

 Ubicación: Villamarchante, Valencia, España.

 Arquitectura: Gallardo Llopis Arquitectos.

 Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 303: Casa sobre los olivos, Villamarchante, Valencia, España, Gallardo Llopis Arquitectos, 2014.
<http://www.gallardo-llopis.com/proyectos/casa-sobre-los-olivos/>

 Nombre del proyecto:
Sala Polivalente del Liceo Francés.

 Año: 2014.

 Ubicación: Valencia, España.

 Arquitectura: Orts-Trullenque Arquitectos.

 Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 304: Sala Polivalente del Liceo Francés, Valencia, España, Orts-Trullenque Arquitectos, 2014.
Imagen cortesía de David Gallardo Llopis.
Fotografía: Gemma Aparicio.



Nombre del proyecto:
Casa en Ses Torres.



Año: 2014.



Ubicación: Ibiza, España.



Arquitectura: Gallardo Llopis Arquitectos.



Estructura: David Gallardo Llopis.

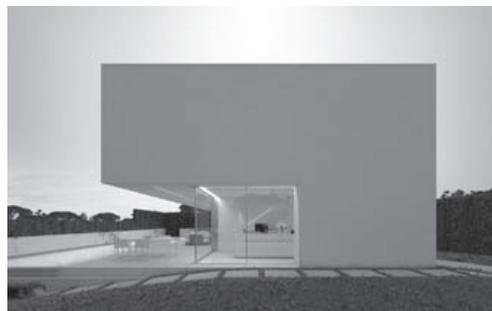


Imagen 305: Casa en Ses Torres, Ibiza, España, Gallardo Llopis Arquitectos, 2014.
<http://www.gallardo-llopis.com/proyectos/casa-en-ses-torres/>



Nombre del proyecto:
Escuela infantil en La Cañada.



Año: 2014.



Ubicación: La Cañada, España.



Arquitectura: José María Urcelay Fernández.



Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 306: Escuela infantil en La Cañada, La Cañada, España, José María Urcelay Fernández, 2014.
<http://www.lcarquitectura.es/filter/escuela/Escuela-Infantil-en-La-Cañada>



Nombre del proyecto:
Casa Hofmann.



Año: 2015.



Ubicación: Rocafort, Valencia, España.



Arquitectura: Fran Silvestre Arquitectos.



Estructura: David Gallardo Llopis.



Imagen 307: Casa Hofmann, Rocafort, Valencia, España, Fran Silvestre Arquitectos, 2015.
<http://fransilvestrearquitectos.com/proyecto/hfn/>

4.3 Síntesis de entrevistas realizadas a los autores:

“Tan inútil es aprender sin meditar, como es peligroso pensar sin antes haber aprendido de otros”

-Confucio-

Se sintetiza lo más sobresaliente extraído de las entrevistas realizadas a cada uno de los autores, procurando indagar la importancia que cada uno de ellos otorga al proyecto estructural y las estrategias que cada uno emplea para valerse de las estructuras como herramienta proyectual, las transcripciones de las entrevistas se anexarán al final del documento para su revisión y consulta.

Para **Javier García-Solera** la representación objetiva de la arquitectura son las estructuras, conformándose como el elemento que posibilita la realidad, brindándole estabilidad y garantía de subsistencia, además es el elemento que ordena, modula e impone la métrica. El entendimiento de las estructuras permite concebir la arquitectura sustentada en las “razones de lo físico”.

García-Solera percibe Forma y Estructura como una misma entidad indisoluble, que, junto con la Función, expresan la intencionalidad de la arquitectura, su propósito al diseñar es la búsqueda de la eficacia, el

orden y la utilidad.

Subraya la importancia de la formación politécnica en la arquitectura, “como arquitectos que somos, técnicos somos y deberíamos ser muy técnicos...”, aunque el quehacer arquitectónico se halle inmerso en procesos de pensamiento y ejecución fuertemente atravesados por otras disciplinas, y es innegable la exigencia de especialización hoy en día, la responsabilidad del arquitecto recae justamente en la búsqueda del conocimiento que le permitan ser competente, capaz y crítico con todas ellas. El diálogo instruido y respaldado en la razón permite lograr un trabajo colaborativo de calidad, permitiendo enriquecer y afinar los resultados.

Entrevista completa en Anexo 02.

Para **David Gallardo Llopis** las estructuras no solamente son el sustento físico de la obra, sino que además se constituyen como el sustento técnico del proceso proyectual, introduciendo condiciones geométricas, dimensionales y materiales de realidad, donde la clave para **Gallardo Llopis** está en saber construir, y proyectar consientes todo el tiempo de que la finalidad es materializar la obra; el conocimiento y la comprensión teórica conducen a considerar de partida la estructura como herramienta proyectual.

La estructura debería estar presente desde el nacimiento mismo de la idea, en la cabeza del arquitecto, entendiendo los condicionantes técnicos no como limitaciones sino como posibilidades que permiten plantear conjuntamente el proyecto estructural con el figurativo, lo que repercute directamente en beneficio de la arquitectura.

La arquitectura es entendida por **David** como un organismo complejo formado por muchas facetas y lo simboliza con un cubo rubik, donde “la solución no está en montar una cara completa y correcta, y que las otras queden estropeadas. El objetivo es conseguir que todas las caras encajen a la vez... cada una de esas caras, aporta alma al resultado, pero cada una de forma independiente no tiene valor, no tiene interés, es muy inmediata. La clave está en poder resolverlas todas simultáneamente.”

Dentro del ámbito académico, señala que la enseñanza de las estructuras no puede prescindir de la teoría, pero le preocupa el entendimiento estructural de manera intuitiva, donde la intuición es “conocimiento entrenado” como consecuencia directa de la experiencia, del trabajo, la repetición, la práctica y el estudio. “Es como conducir, el primer día que te pones en un coche no sabes conducir, y todo te parece complicado. Hay tantas cosas en las que estar atento que no puedes controlarlo, al cabo de dos meses de

estar conduciendo, empiezas a mecanizar algunas cosas y se vuelven naturales; no las estas pensado, y al cabo de cinco años ya no piensas que estas conduciendo, solo conduces... pues lo mismo pasa con las estructuras.”

Piensa, que la clave del trabajo colaborativo está en sintonizarse con la idea inicial del proyectista, en la búsqueda más eficiente para el “cubo rubik” completo, para todas las facetas, que no necesariamente será la más eficiente de una sola faceta en particular. Afirma que el papel que cumple el arquitecto dentro de un equipo de trabajo es fundamental, encargándose de la guía y la dirección, asegurándose de cumplir los objetivos planteados y siempre con intenciones claras, lograr que todos los miembros del equipo trabajen por el mismo propósito común.

Su papel como proyectista estructural no es el de lucirse o hacer lucir su trabajo, más bien es de carácter modesto, donde su objetivo particular es que la arquitectura se pueda resolver, y la estructura potencie la calidad arquitectónica.

Entrevista completa en Anexo 04.

4.4 Análisis de Obras:

“Lo esencial no debe entenderse como lo mínimo”

-Anne Lacaton-

4.4.1 Edificio de Oficinas Benigar:



Imagen 308: Edificio de oficinas Benigar, 2004 - 2007, Javier García-Solera Vera, Alicante, España.
Imagen cortesía de Javier García-Solera Vera. Fotografía: Joan Roig.

4.4.1.1 Ficha técnica del proyecto:

Ficha Técnica del edificio de oficinas Benigar:	
Edificio de oficinas de uso particular para la empresa Ducado Inmuebles S.L. de Alicante	
NOMBRE DEL PROYECTO	Edificio de oficinas Benigar
AÑO	Edificio de oficinas de uso particular para la empresa Ducado Inmuebles S.L. de Alicante 2004 - 2007.
UBICACIÓN	Alicante, Alicante, Comunidad Autónoma de Valencia, España. Calle Badajoz n.5A, esquina Av. Doctor Fleming, partida de Orgegia, 03015, Alicante, España.
ARQUITECTURA	Javier García-Solera Vera.
COLABORADORES	Lola Pérez Paya, arquitecta. Adrián Algarra Reig, arquitecto técnico. Marcos Gallud, arquitecto técnico.
CONSTRUCCIÓN - URBANIZACIÓN	Proyecto: 2004. 2005-2006.
PROMOTOR	Ducado Inmuebles S. L. CIF: B53551040 C/Badajoz n.5A, Partida de Orgegia, 03015, Alicante, España.
COLABORADORES	Ernesto Martínez Arenas, arquitecto. Pilar Frucoso Vera, arquitecta. Adrián Algarra Reig, arquitecto técnico.
PROYECTO ESTRUCTURAL	David Gallardo Llopis.
INGENIERÍAS E INSTALACIONES	IRCO. Ingenieros
EMPRESA CONSTRUCTORA	J. Martínez Arce y Asociados S.L.
CARPINTERIA ALUMINIO Y MADERA	Blasco S.L.
DIRECTOR DE OBRA	Javier García-Solera Vera.
SUPERFICIE DEL LOTE	894,19 m ² .
DIMENSIONES GENERALES DEL LOTE	≈ 50,50 m. X 17,60 m.
DESNIVEL MÁXIMO EN EL LOTE	3,57 m.
SUPERFICIE DE EMPLAZAMIENTO	107,50 m ²
SUPERFICIE CONSTRUIDA SOBRE RASANTE	384,45 m ²
SUPERFICIE CONSTRUIDA BAJO RASANTE	163,00 m ² .
DIMENSIONES GENERALES DE PLANTA	Sótano: 163,00 m ² Planta Baja: 107,50 m ² Primera Planta: 273,95 m ²
SUPERFICIE CONTRUIDA	550 m ² .
ALTURA SOBRE RASANTE	7,10 m.
NÚMERO TOTAL DE PLANTAS	1 sótano y 2 plantas sobre rasante.
USO ORIGINAL PROYECTADO	Administrativo, oficinas particulares.
PREMIOS Y RECONOCIMIENTOS	Premio COACV 2005-2006
Materiales	
CIMENTACIÓN	Zapatas aisladas de Hormigón armado
ESTRUCTURA	Muros de sótano de hormigón armado sobre zapatas corridas de hormigón armado. Muros de hormigón armado en sótano Perflería de Acero laminado al frío.
LOSAS	Losa de hormigón armado bidireccional Losas con piezas alveolares prefabricadas de hormigón armado. Pavimento de piedra caliza abujardado pulido (Sótano y planta baja)
ACABADOS DE PISO	Piedra caliza abujardada recibido con mortero, acabada con tratamiento hidrófugo (Planta baja) Tablero de madera aglomerada de 25mm de espesor sobre tarima de tablón de madera de roble 22mm. (1P)
MUROS, PAREDES Y TABIQUES	Muros de hormigón armado de 30cm y 60cm de espesor Mampostería de ladrillo hueco doble enlucido y pintado o revestido con empanelado de tablero de madera
CIELOS RASOS FALSOS	Tabiques autoportantes de yeso y mamparas de vidrio Panel de falso techo de cartón yeso simple. Panel de falso techo de cartón yeso hidrófugo.
RECUBRIMIENTO DE FACHADAS	Sistema micro ventilado de tubos huecos de aluminio anodizado
CUBIERTA	Losas con piezas alveolares prefabricadas de hormigón armado impermeabilizadas con PVC, geotextil y poliestireno cubierto con grava.
CARPINTERIAS	Aluminio Madera

Imagen 309: Ficha técnica del proyecto
Edificio de oficinas Benigar, 2004 - 2007, Javier García-Solera Vera, Alicante, España.
Infografía de Autor

4.4.1.2 Contexto urbano y análisis de sitio:

La obra se localiza al sureste de España, dentro de la Comunidad Autónoma Valenciana, en la Provincia de Alicante, en la ciudad de Alicante, capital de provincia, Alicante es la undécima ciudad más poblada de España (INE 2016), la segunda de la Comunidad Valenciana y es la primera de la Provincia de Alicante; se encuentra a 161 km al suroeste de Valencia y a 425 km de Madrid, la capital del país.

Alicante está bien comunicada, cuenta con una privilegiada infraestructura vial, que la conecta con distintas poblaciones del Mediterráneo y por lo tanto con el resto de Europa.

Alicante está ubicada en una amplia planicie a orillas del mar Mediterráneo, escoltada por el monte Benacantil de 166 m.s.n.m. sobre el que se emplaza el castillo de Santa Bárbara; destacan sus amplias playas de arena fina acariciadas con las tranquilas aguas del Mediterráneo.



Imagen 310: Ubicación de Alicante, España, situación mundial.
Infografía de autor

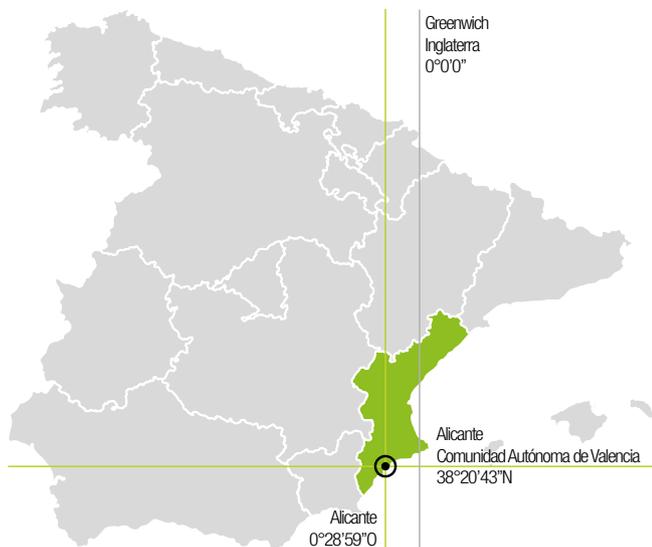


Imagen 311: Ubicación de Alicante, Comunidad Autónoma de Valencia, Situación en España.
Infografía de autor

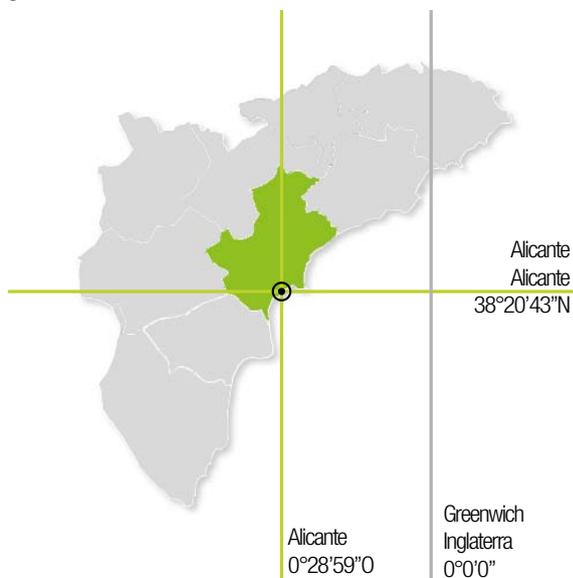


Imagen 313: Ubicación de Alicante, comarca de Alicante, Situación en Provincia de Alicante.
Infografía de autor

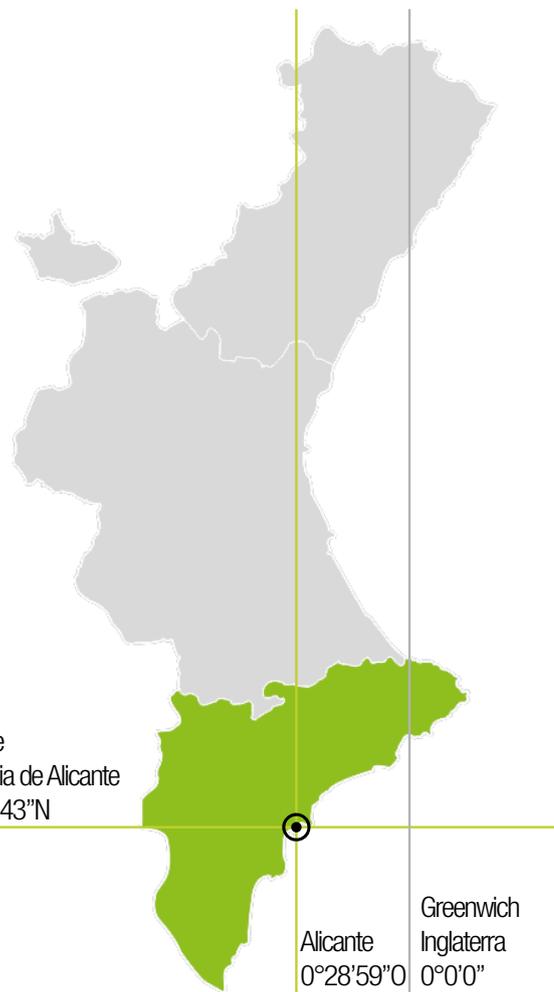


Imagen 312: Ubicación de Alicante, Provincia de Alicante, Situación en Comunidad Autónoma de Valencia.
Infografía de autor



Imagen 314: Ubicación del proyecto dentro de la ciudad de Alicante, España. Infografía de autor en base a aerofotogrametría de Google Maps. Fecha de consulta 23 de mayo de 2017.

El término municipal de Alicante abarca un poco más de 200 km², y aunque su topografía es relativamente plana, existen zonas urbanas con poco más de 80 metros de desnivel respecto del Ayuntamiento que está a 0 m.s.n.m., (la diferencia del nivel del mar entre la bajamar y la pleamar es mínimo en la costa alicantina; por ello, en 1871 se estableció la primera señal en el primer peldaño de la escalera del ayuntamiento de Alicante, fijando aquí la cota cero de altitud para cualquier medición mundial) su territorio es cruzado de noroeste a sureste por el cauce del río Monnegre, y al suroeste de la ciudad por la Rambla de las Ovejas, curso de agua que ha sido canalizado.

La ciudad de Alicante tiene un valioso patrimonio cultural, y arquitectónico, que conserva de todas las culturas que a lo largo de los siglos se asentaron en su territorio: íberos, romanos, árabes y españoles.

Por su posición geográfica se ve influenciado por cuatro estaciones climáticas, de manera general su clima se clasifica como “mediterráneo semiárido cálido” se caracteriza por temperaturas suaves a lo largo del año y lluvias escasas, generalmente concentradas en los periodos de equinoccio, sus inviernos son templados, y sus veranos moderadamente calurosos, contando con una temperatura promedio en invierno de 12°C



Alicante
Barrio Vistahermosa
Edificio de oficinas Benigar

Datos del mapa © 2017 Google/Inet. Geogr. Nacional 500 m

Imagen 315: Ubicación del proyecto dentro de la ciudad del barrio Vistahermosa de Alicante, España.
Infografía de autor en base a aerofotogrametría de Google Maps.
Fecha de consulta 23 de mayo de 2017.

(21 de diciembre al 21 de marzo) y alcanza el promedio de 26°C en verano (21 de junio al 21 de septiembre), sin embargo las máximas oscilan entre los 31°C en el mes de agosto.

Las lluvias son escasas e irregulares, concentrándose mayormente en primavera (21 de marzo al 21 de junio) y otoño (21 de septiembre al 21 de diciembre), sin superar los 260 mm por año (en Cuenca – Ecuador 880 mm de precipitación por año), los meses de junio, julio y agosto resultan muy secos, con una media de precipitaciones de 4 mm en julio.

Por su cercanía al Mediterráneo, su humedad media anual es alta en torno a 66%, la misma que tiene pocas fluctuaciones en el año.

Al noreste del casco histórico de la ciudad está el lote donde se emplaza el proyecto, en la calle Badajoz n.5A, esquina con la Av. Doctor Fleming, partida de Orgegia, 03015, dicho terreno tiene una geometría sensiblemente rectangular, aunque su forma sea en rigor trapezoidal e irregular, con un área de 894.19 m².



Imagen 316: Ubicación del proyecto dentro de la ciudad del barrio Vistahermosa de Alicante, España. Red vial y entorno.
 Infografía de autor en base a aerofotogrametría de Google Maps.
 Fecha de consulta 23 de mayo de 2017.

El terreno limita al norte y al oeste con solares particulares, al sur con la Avenida Doctor Fleming y al este con la Calle Badajoz; el terreno tiene un desnivel de 3.57m hacia el acceso desde la Calle Badajoz, presentando su punto más bajo en la esquina noreste del predio, dicho desnivel se desarrolla en la longitud más larga del solar que es la paralela a la calle Badajoz y en menor medida por el frente a la Av. Dr. Fleming, dejando una pendiente en depresión de sentido noreste del 6.91%. Por su parte la edificación acoge este desnivel interiormente favoreciendo la creación de un sótano bien iluminado a través de un patio amplio y una zona de parqueo.

El lote pertenece al ámbito urbano de la ciudad por lo que vialmente está bien servido y conectado, la calle Badajoz es paralela y se conecta con la Av. De Denia, que a su vez es la arteria vial que conecta al proyecto con el monte Benacantil, el centro de la ciudad y las playas de Alicante.

El proyecto está emplazado en una zona mayormente residencial, con edificaciones de baja altura, su emplazamiento es de tipo aislado en sus cuatro fachadas, su planta es rectangular, aprovechando la geometría del solar.



Imagen 317: Ubicación del lote, relación con las vías Av. Dr. Fleming, calle Badajoz y Avenida de Denia, ciudad de Alicante, España.
 Infografía de autor en base a aerofotogrametría de Google Maps.
 Fecha de consulta 23 de mayo de 2017.

Las dimensiones del solar son: 50,50m de longitud por 17.60 m de ancho, si suponemos la forma rectangular.

En planta, el terreno tiene una direccionalidad en su eje longitudinal de $27,36^\circ$ en dirección noreste, lo que condiciona la situación de soleamiento. Como se mencionó, en España a diferencia del Ecuador se cuenta con cuatro estaciones climáticas, lo que determina el direccionamiento de las fachadas en función de la posición del sol en los solsticios y equinoccios.

Este proyecto se adapta al terreno y orienta sus fachadas más extensas en sentido $62,64^\circ$ Noroeste y $62,64^\circ$ en sentido Sureste, mientras que las fachadas más cortas se orientan en sentido $27,36^\circ$ Noreste y $27,36^\circ$ en sentido Suroeste respectivamente, la orientación demanda se un sistema de control solar resuelto en el proyecto, y que se explicara posteriormente.

Se presentan las cartas solares estereográficas de las fachadas Noreste y Sureste de incidencia solar en la mañana y otra para las fachadas Noroeste y Suroeste para la incidencia solar en la tarde, así mismo se presenta una carta solar cilíndrica todas para la latitud

40°N, para calcular el azimut y la altitud del sol en una fecha y a una hora determinada en cada fachada; en los anexos se explica la utilización de la carta solar estereográfica, con un ejemplo.

El proyecto se ajusta estrictamente a las ordenanzas y normativas vigentes en el Plan general de Ordenación Urbana del Municipio de Alicante, no presenta infracciones graves o manifiestas a las ordenanzas relativas a parcelaciones, uso y ocupación de suelo, altura, o retiros impuestos.



Imagen 318: Clasificación Pormenorizada del suelo, Plan General de Ordenación Urbana del Municipio de Alicante. Imagen cortesía de Javier García-Solera Vera.

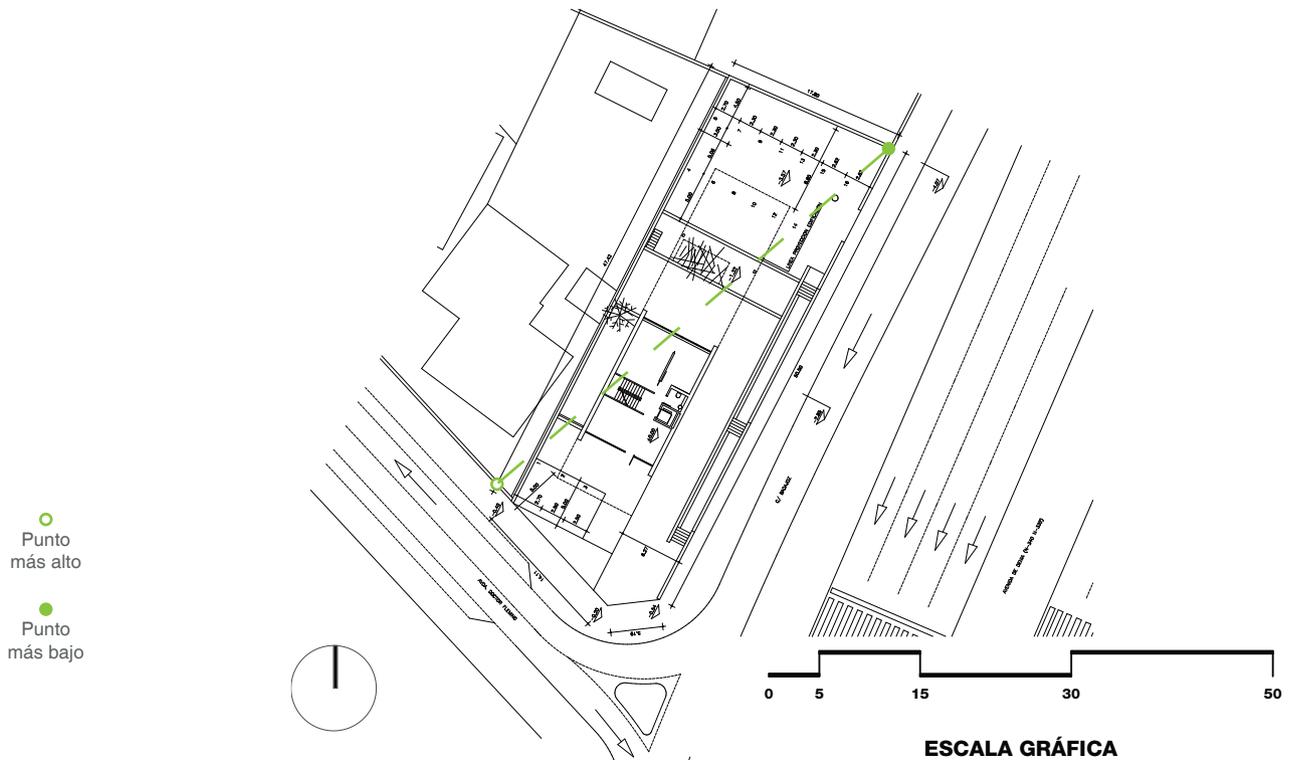


Imagen 319: Plano de emplazamiento y topografía del proyecto. Estudio de Javier García-Solera. Escala: 1:750

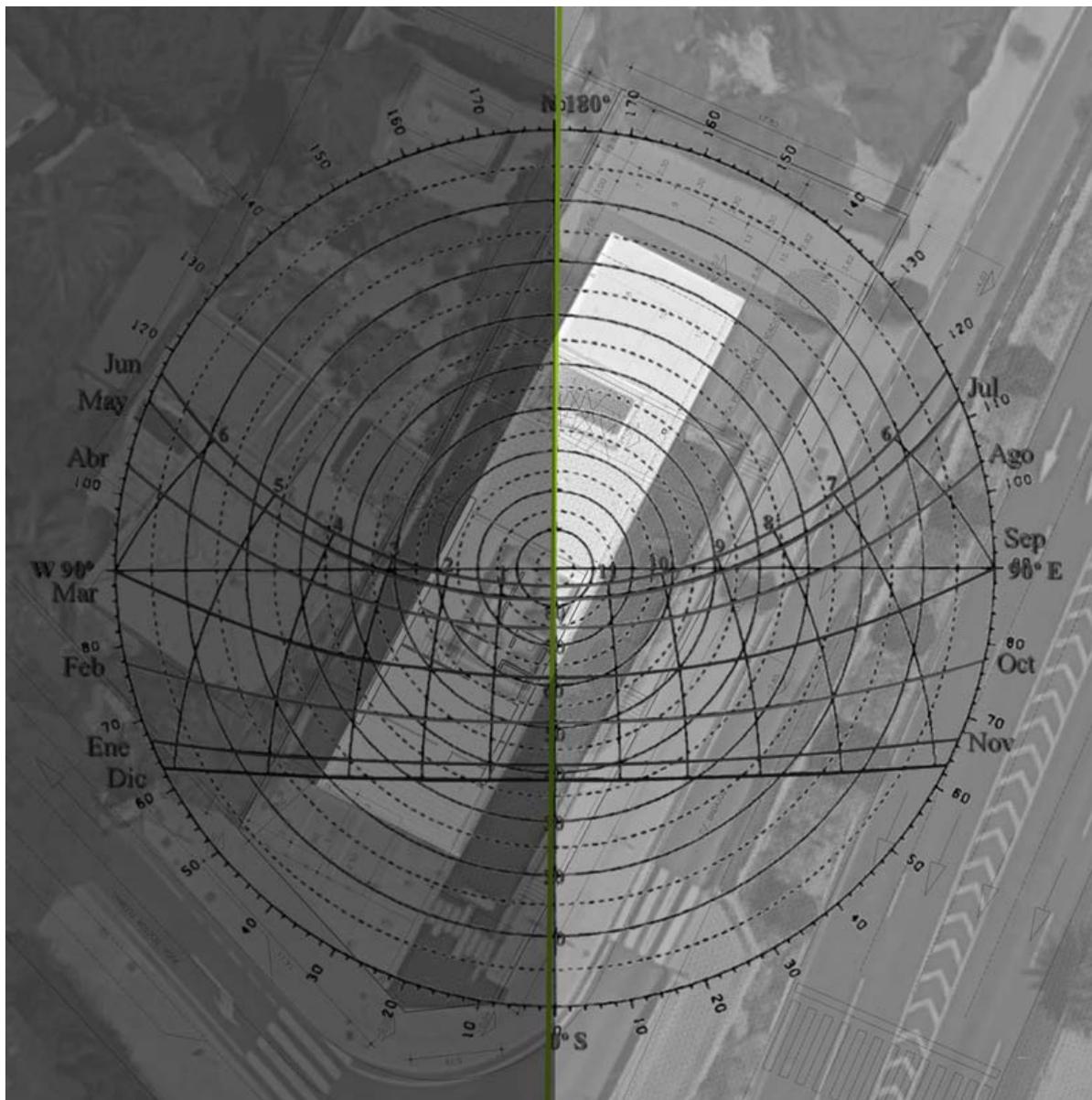


Imagen 320: Carta Solar Estereográfica de la Fachadas Noreste y Sureste, horas de incidencia solar en la mañana.
 Carta solar elaborada por el autor para la latitud 40°N.
 Indicaciones de uso y lectura de la carta solar en Anexo 5.

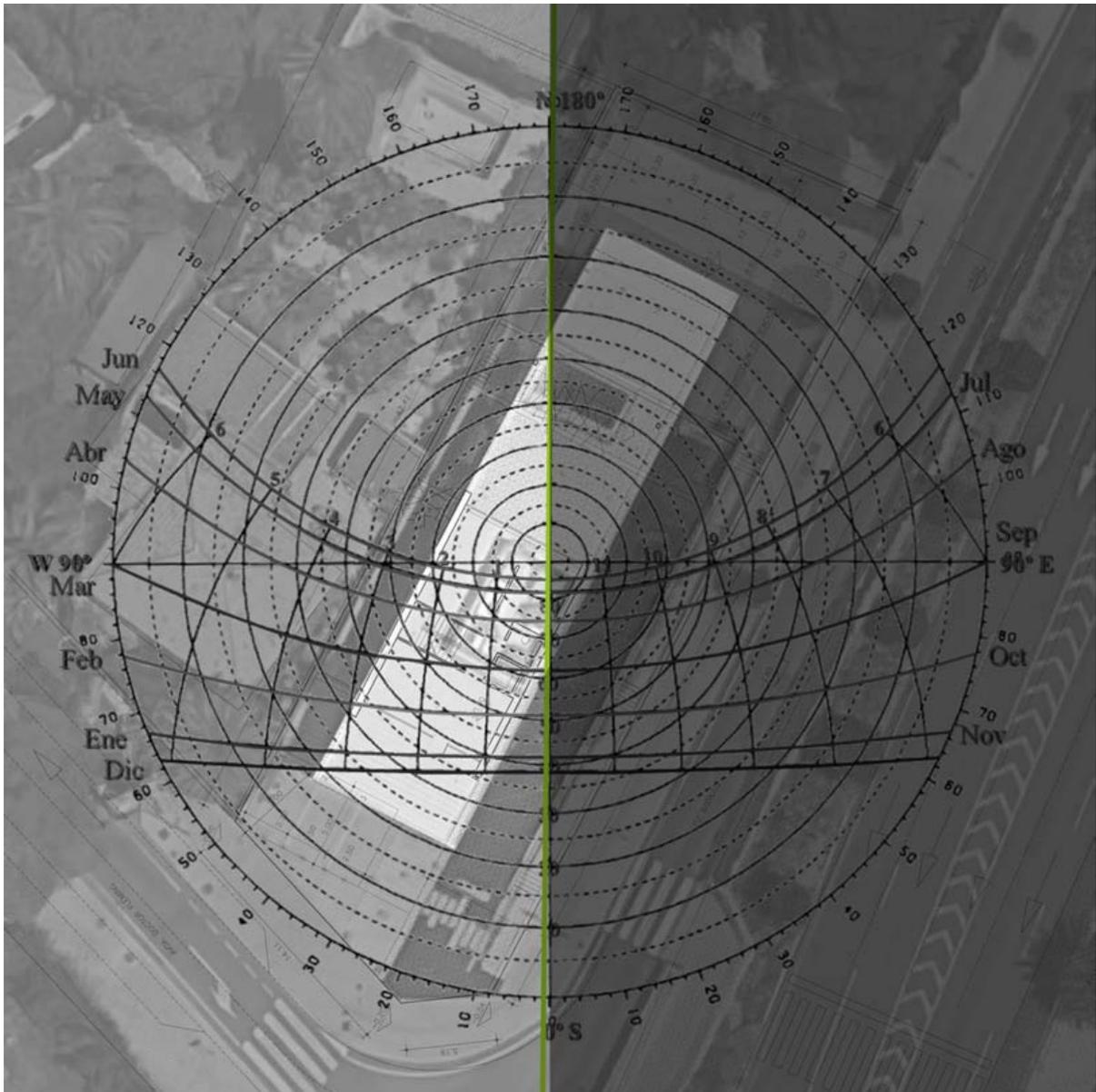


Imagen 321: Carta Solar Estereográfica de la Fachadas Noroeste y suroeste, horas de incidencia solar en la tarde.
 Carta solar elaborada por el autor para la latitud 40°N.
 Indicaciones de uso y lectura de la carta solar en Anexo 5.

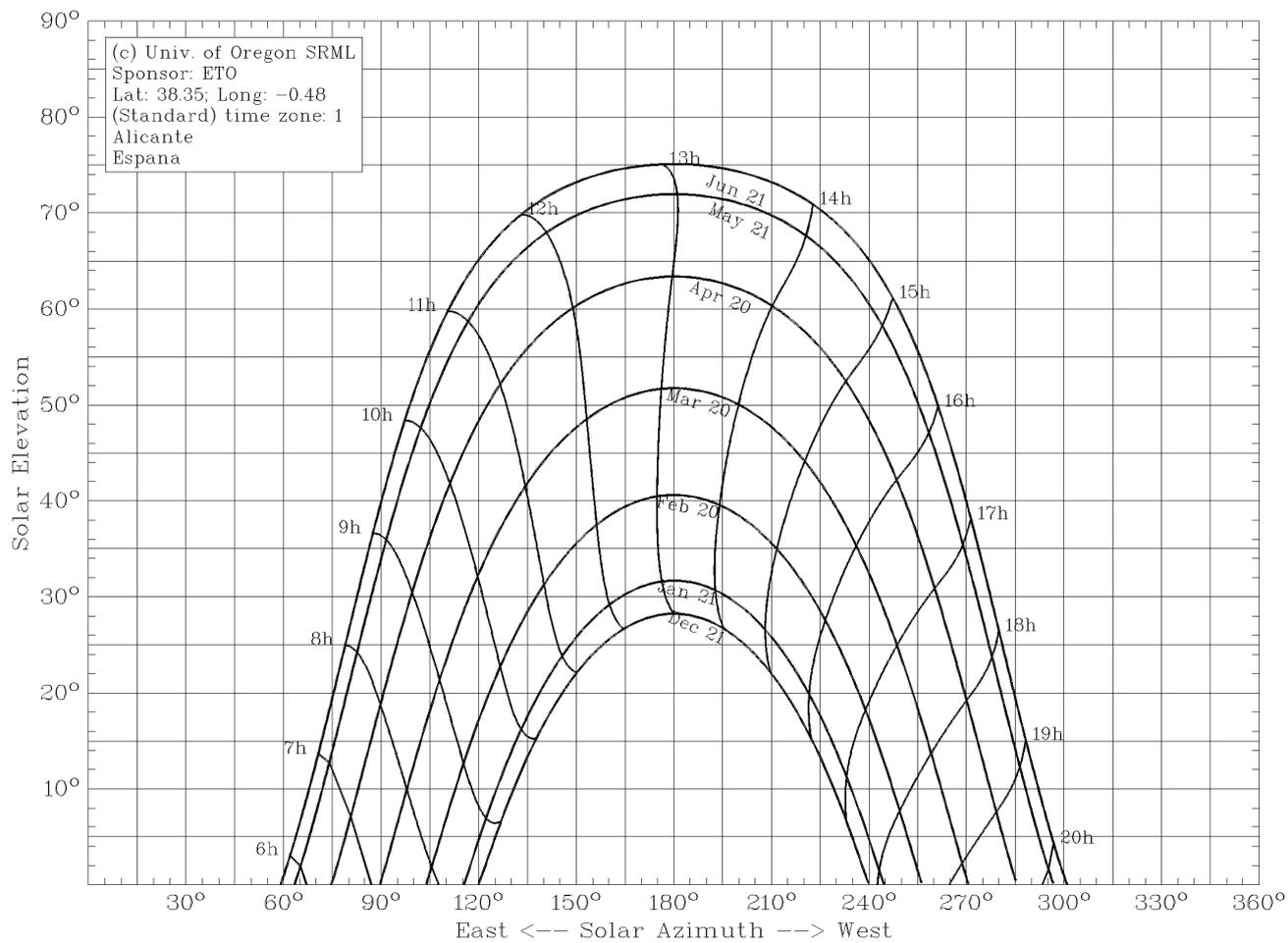


Imagen 322: Carta Solar Cilíndrica para la latitud 38°20'43"N.
<http://solardat.uoregon.edu/cgi-bin/SunChart.cgi>

4.4.1.3 Emplazamiento y descripción del proyecto:

El proyecto se resuelve bajo las normativas regulatorias vigentes en el Plan General de Ordenación Urbana del Municipio de Alicante, las mismas que le imponen, ser abierta y aislada, respetando retiros mínimos a los linderos de los lotes vecinos de 3,00 metros, y 5,00 metros respecto a las calles, tanto a la Avenida Dr. Fleming, como a la Avenida Badajoz, emplazándose en una parcela privada, dentro de la cual se planifica su propio parqueadero.

El uso planificado para la edificación, a pesar de encontrarse en una zona cuya actividad predominante es el de viviendas unifamiliares, dentro del barrio alicantino de Vistahermosa, es de carácter comercial y administrativo, que, aunque dentro del sector no existen muchos, dicha actividad se considera compatible mientras se resuelvan las oficinas en un edificio de uso exclusivo.

Ordenanza vigente en el Plan General de Ordenación Urbana del Municipio de Alicante		
Suelo urbano - Clave VU, Grado 1, Nivel B, según la Modificación Puntual N.4 de Febrero de 1996		
CARACTERÍSTICA	NORMATIVA	PROYECTO
PARCELA MÍNIMA*	1.200,00	894,14
EDIFICABILIDAD (0,375 m ² /m ²)	335,32	314,00
OCUPACIÓN (25%)	223,55	223,30
FACHADA MÍNIMA	25,00	50,20
NIVELES MÁXIMOS	3,00	2,00
ALTURA MÁXIMA	10,00	9,75
RETIRO A LINDEROS	3,00	3,00
RETIRO A VÍAS	5,00	5,00

(*) art. 152.1: "Las parcelas existentes con anterioridad a la fecha de aprobación...serán edificables si además de cumplir las restantes condiciones generales y particulares pueden albergar una vivienda mínima normal ...y en todo caso el frontal de la parcela en cuestión tiene una longitud no inferior a 4.50 m"

Las tipologías de vivienda de la manzana son aisladas, emplazadas en lotes de al menos 1200m², en una manzana de 1.3 ha, donde solamente se disponen 10 propiedades, donde cada una está cerrada a las calles con muros de cerramiento y vegetación, y donde el proyecto del edificio de oficinas, se ubica en un lote esquinero, siendo el único de la manzana que se abre y libera el espacio de la esquina.

Aunque la geometría del solar es irregular, y tiene una forma alargada, el modo de emplazarse respetando los retiros impuestos por la normativa se simplifica a un rectángulo cuya mayor arista mide 14,40 metros y se desarrolla en 8,30 metros de ancho; la construcción completa tiene tres niveles de altura de los cuales uno se resuelve como sótano y dos sobre rasante, teniendo

cada nivel una geometría y dimensiones diferentes en función de su programa funcional y su relación con el contexto urbano.

La ubicación y forma del lote se refuerza con las decisiones formales y funcionales adoptadas para el proyecto, donde su fachada a la Avenida Dr. Fleming es bastante discreta, donde su forma, altura y materialidad se sintetizan en una solución respetuosa con el contexto residencial que se identifica en toda la manzana; la fachada que da frente a la calle Badajoz y a la Av. De Denia, a pesar de contemplar la misma altura y la misma materialidad, su geometría la hace más vistosa desde este flanco, caracterizada por los marcados voladizos en cada extremo de la edificación.



Imagen 324: Fachada de la Av. Dr. Fleming
Edificio de oficinas Benigar, 2004 - 2007, Javier García-Solera Vera, Alicante, España.
Google Maps. Fecha de consulta 27 de mayo de 2017.

El proyecto arquitectónico soluciona eficientemente el receptáculo espacial de los usos, utilizando una geometría simple y clara, que solamente con su expresión formal y material expresan la singularidad funcional que se resuelve dentro de un contexto residencial; como en muchas obras de Javier García-Solera, su geometría logra la simplicidad a través del ángulo recto que se concreta a través de una excelencia constructiva y un refinamiento material conseguida con una solución de envolvente en aluminio anodizado, que, conjuntamente con el desafío estructural presente en los grandes volados le brindan la personalidad y singularidad que se requería para su emplazamiento.

El acceso principal al edificio se resuelve por la Avenida Dr. Fleming, la misma que vincula directamente el edificio con un patio, un jardín, y tres parqueos. La fachada lateral, se ve escoltada por un muro de hormigón flanqueada por una rampa que conecta a la zona de parqueos privados, esta fachada en su mayor porcentaje hermética expone, a través de su silueta, la geometría del edificio y enfatiza su singularidad formal, donde los atrevidos voladizos ubicados alternadamente en los extremos de la primera planta alta de la edificación, junto con la elegante textura del envolvente, conceden la calidad requerida para la edificación frente a la calle Badajoz, y frente a la avenida de Denia que contiene un mayor flujo vehicular.



Imagen 325: Fachada de la calle Badajoz.
Edificio de oficinas Benigar, 2004 - 2007, Javier García-Solera Vera, Alicante, España.
<https://www.via-arquitectura.net/ara07/068/14-068.jpg>

Interesa ver que la estrategia de emplazamiento emplea en planta baja una limitada porción del lote efectivamente disponible, lo que ha permitido por un lado resolver el importante espacio exterior acompaña al edificio y enriquece su calidad ambiental, y por otro lado la liberación de gran cantidad de suelo tras el edificio, suficiente para albergar 13 plazas de parqueo privado, al cual se accede por la calle Badajoz.

4.4.1.4 Programa funcional:

Ducado Inmuebles S.L. es una compañía alicantina, de carácter particular, constituida el 29 de marzo de 2001, y dedicada a la compra, venta o arrendamiento inmobiliario y de bienes raíces, así como a la solución de toda clase de operaciones inmobiliarias tales como parcelaciones, urbanizaciones, construcción, segregación y edificación. Esta compañía fue la promotora del proyecto, y forma parte de la división inmobiliaria de la corporación Benigar, junto con la inmobiliaria Principado, Easy Home y Premium inmobiliaria; la corporación Benigar cuenta también con una división de automoción con tres concesionarios de vehículos de lujo donde se comercializan la marca alemana BMW y la marca inglesa Mini Austin; e parte de la corporación también una última división de mobiliario e interiorismo llamada Misura Studio, que desde el 2009 tiene un showroom que funciona en el subsuelo, patios y planta baja del edificio del proyecto.

Si bien el edificio de Oficinas Benigar, inicialmente se planificó para recoger las actividades administrativas y financieras de la Inmobiliaria Ducado Inmuebles S.L., y actualmente acoge las actividades administrativas y comerciales de la empresa de mobiliario e interiorismo Misura Studio, este cambio no implica un cambio

funcional, sino únicamente de dominio, lo que no afecta a la distribución interna de la edificación ni a la consideración de cargas de servicio que se impusieron para su estructura.

El edificio está resuelto en tres niveles distribuidos de la siguiente manera:

- Planta de sótano ubicada en el nivel -3.30, que inicialmente tubo un carácter técnico y de servicio, y actualmente forma parte del Showroom de la empresa Misura Studio.
- Planta baja, es por donde se accede al edificio en el nivel ± 0.00 , cuyas funciones son de índole comercial y administrativo, tanto en su uso original como en su uso actual.
- Primera planta alta con funciones comerciales y de administración, solucionada en el nivel +3.30.

A continuación, se pormenoriza la solución funcional de cada nivel, tomando en cuenta las consideraciones iniciales del proyecto, que son totalmente compatibles con los nuevos usos que se da a la edificación.

Cuadro de superficies y programa arquitectónico del edificio de oficinas Benigar			
PLANTA	USO	SUPERFICIE ÚTIL	SUPERFICIE TOTAL CONSTRUIDA
		m ²	m ²
PLANTA DE SÓTANO	Totales de Planta de Sótano	116,25	163,00
PLANTA BAJA	Totales de Planta Baja	87,45	107,50
PRIMERA PLANTA ALTA	Totales de Primera Planta Alta	211,55	273,95
RESUMEN GENERAL DE ÁREAS	Área total utilizable (sin circulaciones)	455,12	544,45
	Área de circulaciones	64,62 m ²	
	Área no utilizable (elementos constructivos y estructura)	89,33 m ²	
	Porcentaje de área utilizable (sin circulaciones)	83,59 %	
	Porcentaje de área de circulaciones	11,87 %	
	Porcentaje de área no utilizable	16,41 %	

Imagen 326: Cuadro de áreas para el edificio de oficinas Benigar. Infografía de Autor.

En la planta de sótano se resuelven dos cuartos de archivo, una zona de bodegas, los cuartos de instalaciones y maquinas, un aseo, a este nivel se accede a través de las escaleras o a través del ascensor, actualmente los cuartos de archivo y las

zonas de almacenaje se utilizan como parte del showroom de la empresa Misura Studio. Además, se genera a este nivel un patio a través del cual recibe iluminación y ventilación.

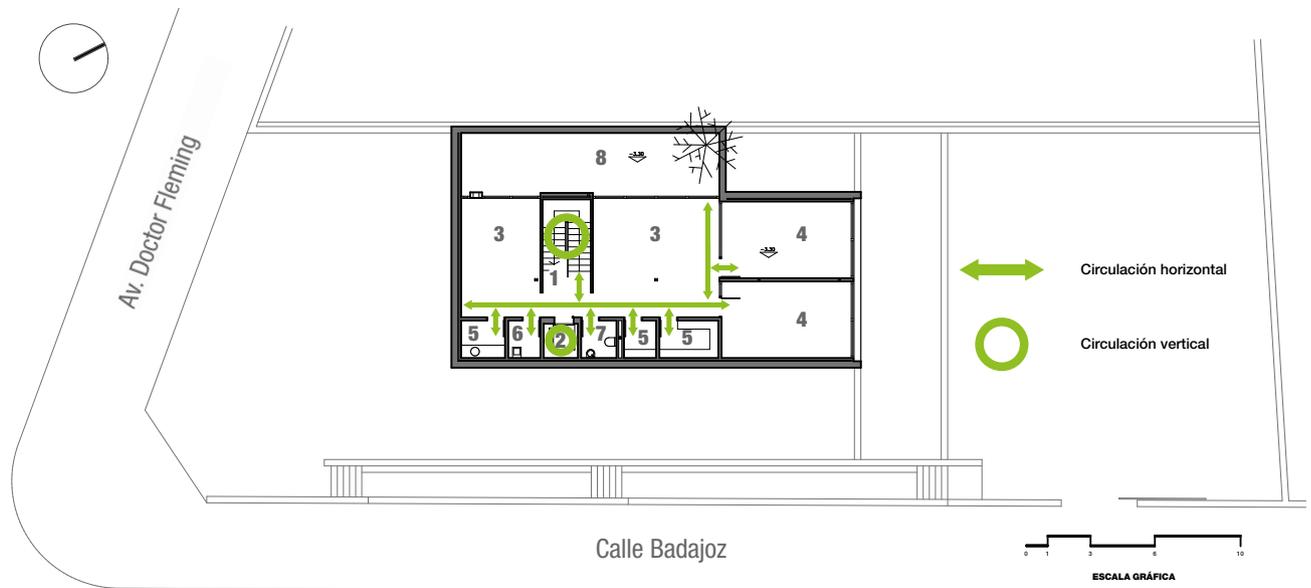


Imagen 327: Esquema de circulaciones en sótano. Escala: 1:350 Infografía de autor en base a planos del proyecto.

- | | | |
|---------------|-----------------------------|-----------|
| 1. Escaleras. | 4. Cuartos de Archivo. | 7. Aseo. |
| 2. Ascensor. | 5. Cuarto de Instalaciones. | 8. Patio. |
| 3. Bodegas. | 6. Cuarto de limpieza. | |

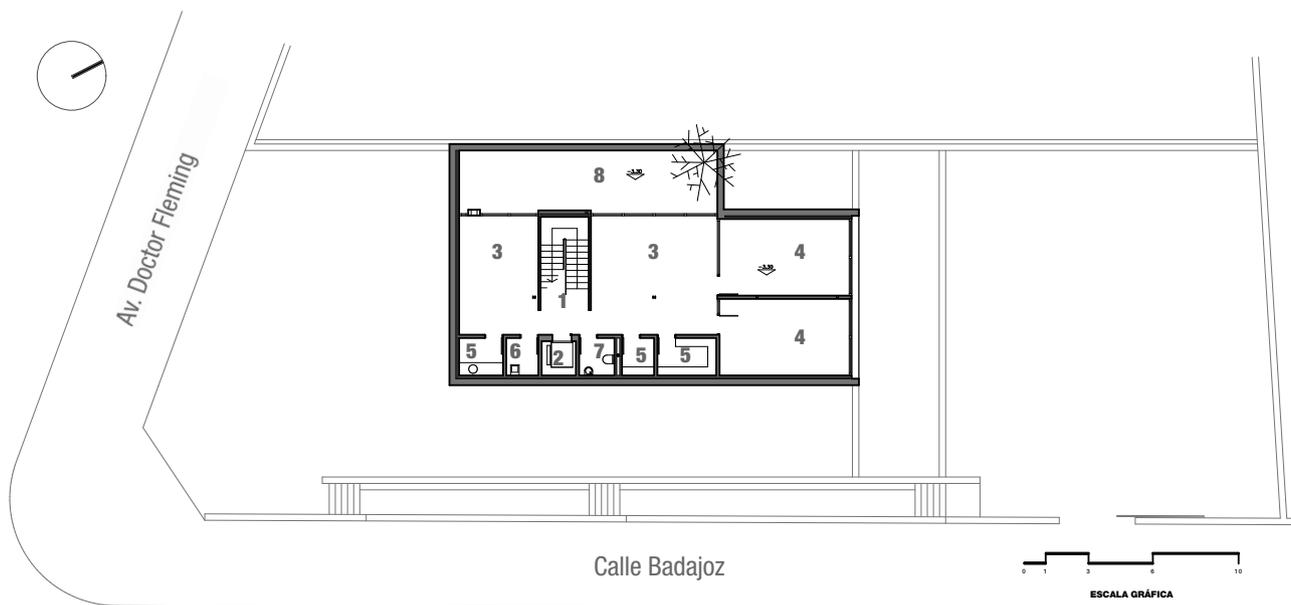


Imagen 328: Análisis funcional de la planta de Sótano del Edificio de oficinas Benigar.
Escala: 1:350

1. Escaleras.
2. Ascensor.
3. Bodegas.
4. Cuartos de Archivo.
5. Cuarto de Instalaciones.
6. Cuarto de limpieza.
7. Aseo.
8. Patio.

Infografía de autor en base a planos del proyecto.

Cuadro de superficies y programa arquitectónico del edificio de oficinas Benigar

PLANTA	USO	SUPERFICIE ÚTIL	SUPERFICIE TOTAL CONSTRUIDA
		m ²	m ²
SÓTANO	Archivo 01	21,65	
	Archivo 02	21,65	
	Cuarto de Instalaciones 01	3,60	
	Cuarto de Instalaciones 02	2,60	
	Cuarto de Instalaciones 03	4,80	
	Cuarto de Limpieza	2,60	
	Circulaciones	16,19	
	Aseo Sótano	2,90	
	Bodega	56,45	
	Ascensor	2,56	
	Escalera	8,00	
	Totales de Planta	143,00	163,00
	Patio de Subsuelo	32,55	
	Área de circulaciones	26,75 m ²	
	Área no utilizable (elementos constructivos y estructura)	20,00 m ²	
	Porcentaje de área utilizable (sin circulaciones)	71,32 %	
	Porcentaje de área de circulaciones	16,41 %	
Porcentaje de área no utilizable	12,27 %		

Imagen 329: Cuadro de áreas para la planta de sótano del edificio de oficinas Benigar. Infografía de Autor.

Al edificio se accede por la Av. Dr. Fleming a través del espacio liberado en la esquina, donde se disponen tres parqueos, una pequeña plaza ornamentada con mobiliario público y un jardín frontal, por este flanco el edificio tiene un ancho de 8,30 metros, el acceso se lo resuelve a través de la fachada suroeste del edificio, por un espacio cubierto por el voladizo de la planta alta.

El proyecto libera gran cantidad de espacio en planta baja, obteniendo una superficie de emplazamiento de apenas 107,50 m², en este nivel se resuelve el vestíbulo de acceso, una zona de recepción, una oficina conectada a una sala de juntas y desde los cuales se tiene acceso a un patio exterior terracedo en dos niveles y cubierto por el voladizo de la planta alta en el extremo noreste de la construcción, también se dispone un aseo y la circulación vertical que conecta los tres niveles del edificio. A través de una rampa que



Imagen 330: Uso actual del subsuelo del edificio de oficinas Benigar, Showroom de la empresa de mobiliario e interiorismo Misura Studio. <http://www.misurastudio.com/showroom-contemporaneo-galeria-de-imagenes.html>

salva el desnivel del terreno se conecta el acceso con la zona de parqueo donde existe la capacidad para 13 vehículos y a la cual se tiene acceso por la calle Badajoz.

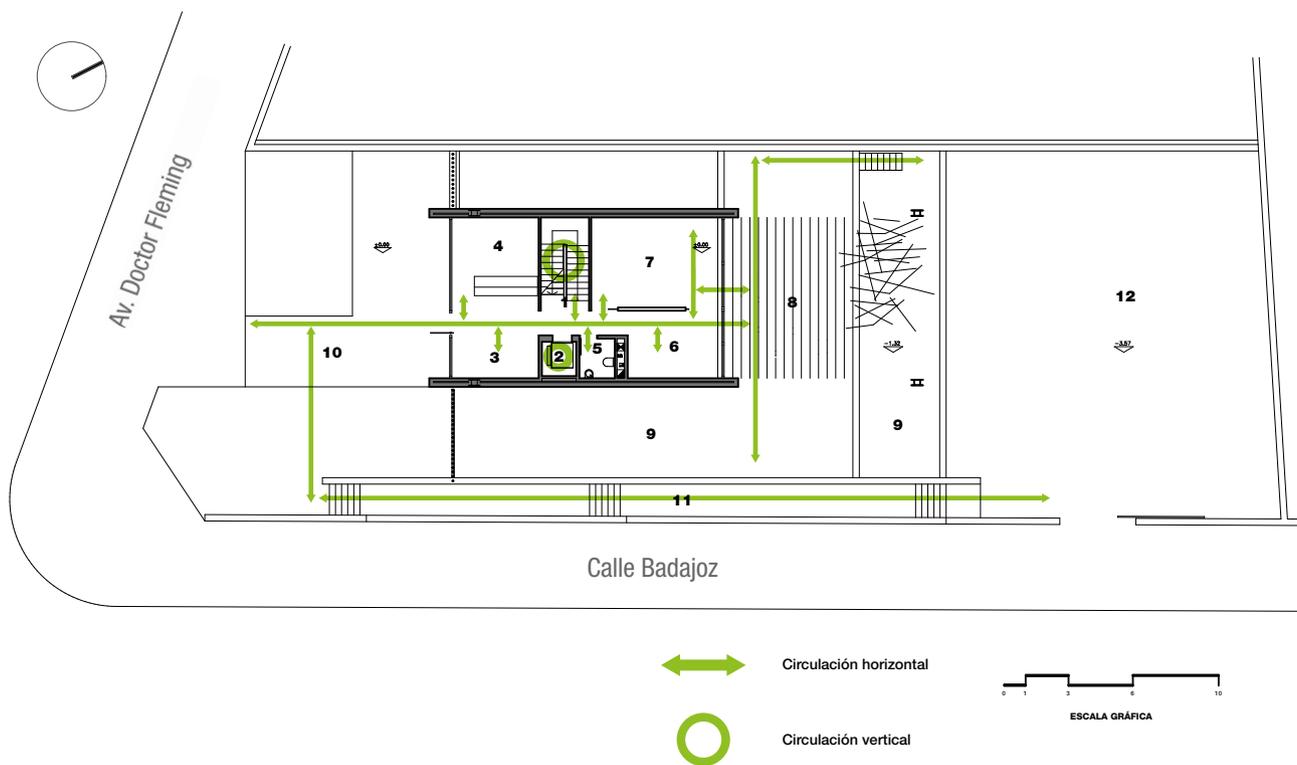


Imagen 331: Esquema de circulaciones en Planta Baja.
Escala: 1:350

1. Escaleras.
2. Ascensor.
3. Vestíbulo.
4. Recepción.
5. Aseo.
6. Oficina.
7. Sala de Juntas.
8. Patio.
9. Jardín
10. Acceso
11. Rampas / escaleras.
12. Parqueadero

Infografía de autor en base a planos del proyecto.

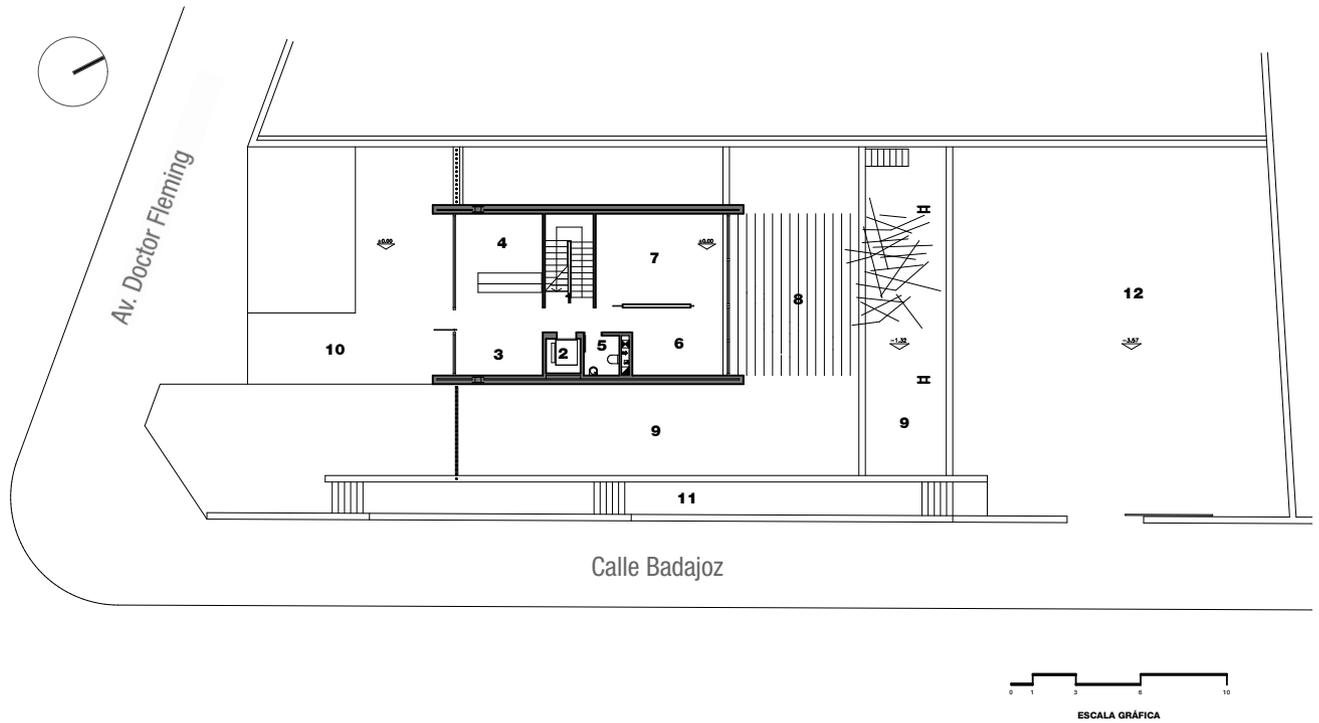


Imagen 332: Análisis funcional de la planta baja del Edificio de oficinas Benigar.
Escala: 1:350

1. Escaleras.
2. Ascensor.
3. Vestíbulo.
4. Recepción.
5. Aseo.
6. Oficina.
7. Sala de Juntas.
8. Patio.
9. Jardín
10. Acceso
11. Rampas / escaleras.
12. Parqueadero

Infografía de autor en base a planos del proyecto.

Cuadro de superficies y programa arquitectónico del edificio de oficinas Benigar

PLANTA	USO	SUPERFICIE ÚTIL	SUPERFICIE TOTAL CONSTRUIDA
		m ²	m ²
PLANTA BAJA	Vestíbulo de planta baja	12,75	
	Recepción	17,60	
	Sala de Juntas	25,60	
	Oficina 01	14,10	
	Aseo PB	3,05	
	Ascensor	2,56	
	Escalera	8,00	
	Pasos PB	6,35	
	Totales de Planta	90,01	107,50
	Jardín 01	61,70 m ²	
	Jardín 02	281,40 m ²	
	Acceso	127,20 m ²	
	Parking	262,95 m ²	
	Total de áreas exteriores	733,25 m ²	
	Área de circulaciones	16,91 m ²	
	Área no utilizable (elementos constructivos y estructura)	17,49 m ²	
	Porcentaje de área utilizable (sin circulaciones)	68,00 %	
Porcentaje de área de circulaciones	15,73 %		
Porcentaje de área no utilizable	16,27 %		

Imagen 333: Cuadro de áreas para la planta baja del edificio de oficinas Benigar. Infografía de Autor.

Para llegar a la primera planta alta se puede utilizar cualquiera de las circulaciones verticales del edificio, que conectan este nivel con el vestíbulo de planta baja, esta es la planta más amplia, en esta planta se resuelven: una oficina principal con sala de espera, seis oficinas, tres zonas de oficina, dos aseos y la circulación vertical, en este nivel destaca el poso de luz que se proyecta sobre el jardín de planta baja; actualmente este nivel se destina para parte del showroom de la empresa de mobiliario e interiorismo Misura Studio y su sede administrativa.



Imagen 334: Uso actual del subsuelo del edificio de oficinas Benigar, Showroom de la empresa de mobiliario e interiorismo Misura Studio. <http://www.misurastudio.com/showroom-contemporaneo-galeria-de-imagenes.html>

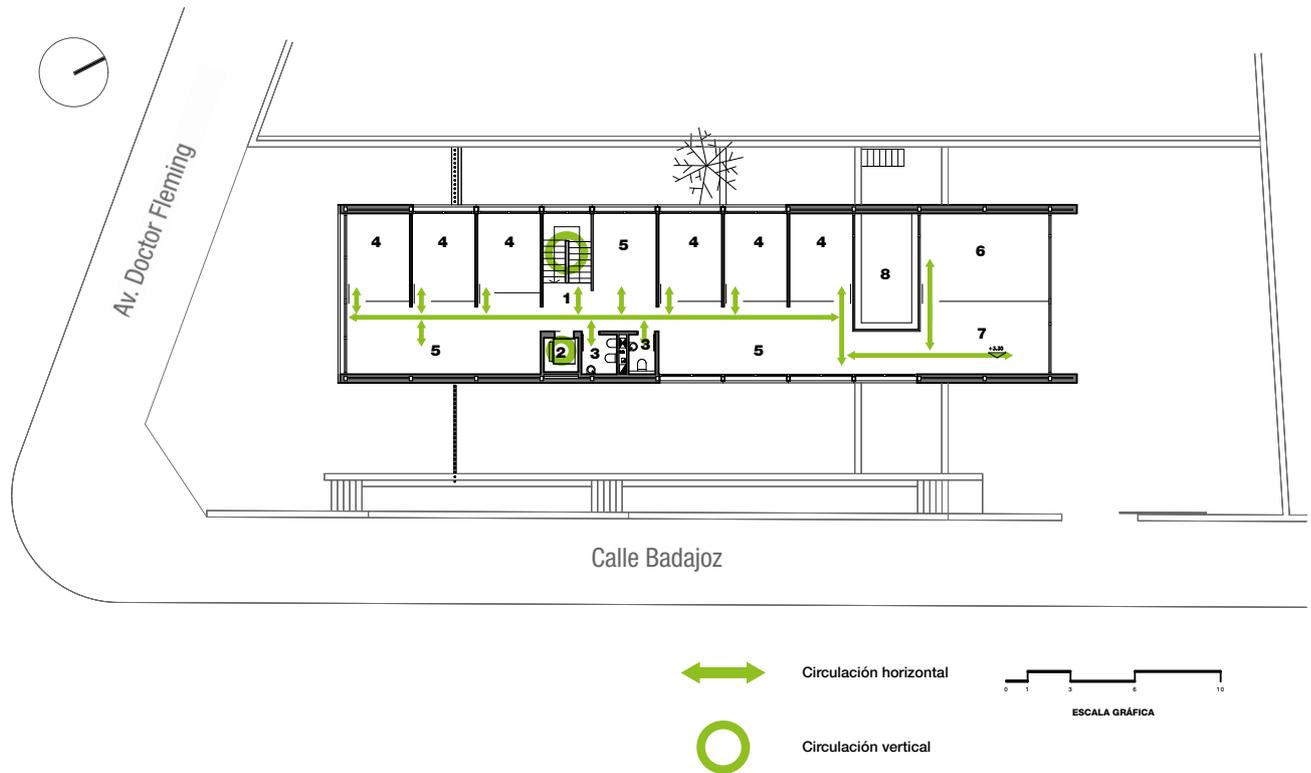
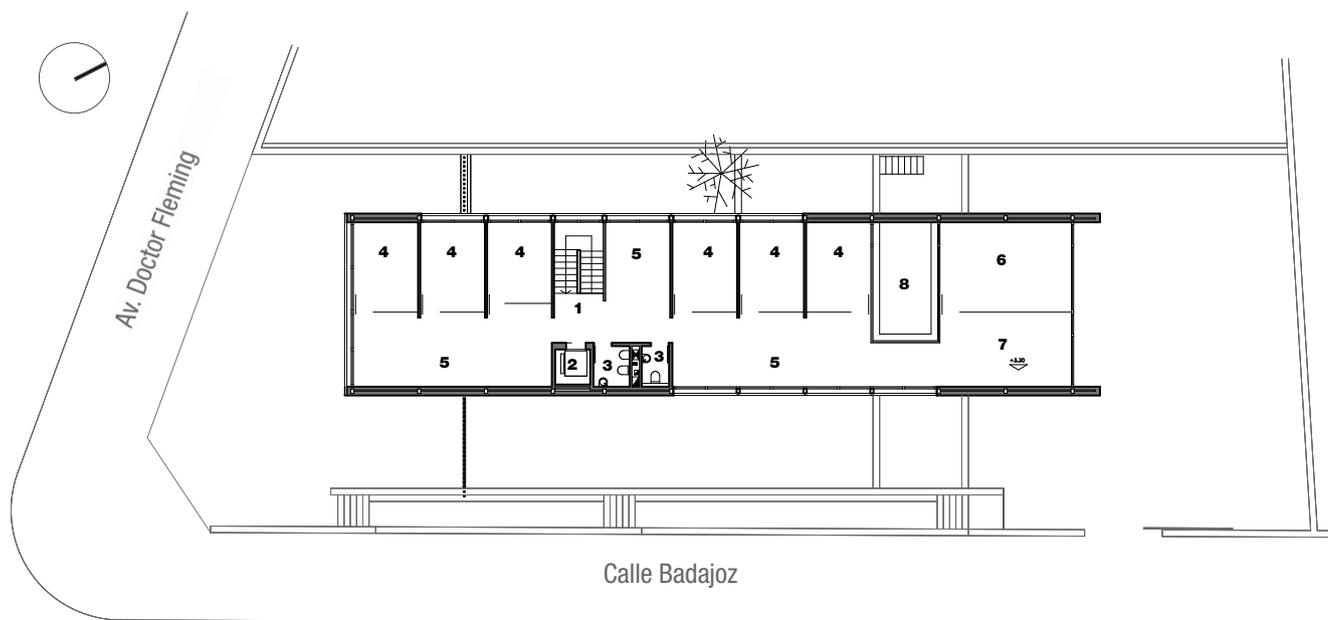


Imagen 335: Esquema de circulaciones en planta alta.
Escala: 1:350

1. Escaleras.
2. Ascensor.
3. Aseos.
4. Despacho.
5. Zona de oficina.
6. Oficina principal.
7. Sala de espera.

Infografía de autor en base a planos del proyecto.



0 1 3 6 10
ESCALA GRÁFICA

Imagen 336: Análisis funcional de la planta alta del Edificio de oficinas Benigar.
Escala: 1:350

1. Escaleras.
2. Ascensor.
3. Aseos.
4. Despacho.
5. Zona de oficina.
6. Oficina principal.
7. Sala de espera.

Infografía de autor en base a planos del proyecto.

Cuadro de superficies y programa arquitectónico del edificio de oficinas Benigar

PLANTA	USO	SUPERFICIE ÚTIL	SUPERFICIE TOTAL CONSTRUIDA
		m ²	m ²
PRIMERA PLANTA ALTA	Zona de Oficina 01	30,70	
	Zona de Oficina 02	57,40	
	Zona de Oficina 03	10,50	
	Oficina 01	12,10	
	Oficina 02	12,10	
	Oficina 03	12,10	
	Oficina 04	12,10	
	Oficina 05	12,10	
	Oficina 06	12,10	
	Oficina 07	24,60	
	Aseo 03	3,05	
	Aseo 04	2,30	
	Ascensor	2,56	
	Escalera	8,00	
	Pasos 1P	10,40	
	Totales de Planta	222,11	273,95
	Patio 1P	12,00 m ²	
	Área de circulaciones	20,96 m ²	
	Área no utilizable (elementos constructivos y estructura)	51,84 m ²	
	Porcentaje de área utilizable (sin circulaciones)	73,43 %	
Porcentaje de área de circulaciones	7,65 %		
Porcentaje de área no utilizable	18,92 %		

Imagen 337: Cuadro de áreas para la planta baja del edificio de oficinas Benigar. Infografía de Autor.

Actualmente (2017), con el cambio de dominio se supone la implicación de un cambio más de tipo administrativo que funcional, ya que el propósito administrativo y comercial que tenía la edificación en el momento de su proyección se ha conservado, y, por lo tanto, no se ha precisado efectuar ajustes considerables en el aspecto funcional arquitectónico, ni en el resistente estructural.



Imagen 338: Pozo de luz en planta alta del edificio de oficinas Benigar. <https://www.via-arquitectura.net/ara07/068/08-068.jpg>

4.4.1.5 Configuración del edificio:

El proyecto se resuelve en tres niveles, de los cuales dos de ellos están sobre la rasante y uno estará enterrado bajo rasante, siguiendo la solución funcional que se explicó en el apartado anterior; los volúmenes que recogen las funciones son paralelepípedos, todos del mismo ancho, dispuestos uno sobre otro siendo el superior el de mayor longitud, generando de esta manera importantes voladizos en sus extremos, que además de definir la expresión volumétrica del edificio, constituyen la condicionante técnica para el planteamiento estructural del edificio.

La configuración volumétrica del edificio se consigue por la superposición de los paralelepípedos que conforman la planta baja y la planta alta, siendo el paralelepípedo superior de mayor longitud, el mismo que sobresale de la proyección de la planta baja generando unos voladizos considerables, que más de dotar de dinamismo formal al proyecto desafían la aprehensión instintiva de estabilidad. El edificio es aislado, por lo que sus cuatro fachadas serán importantes; las fachadas más largas son más cerradas, mientras que las fachadas más pequeñas son acristaladas, por donde se ilumina y ventila la edificación.

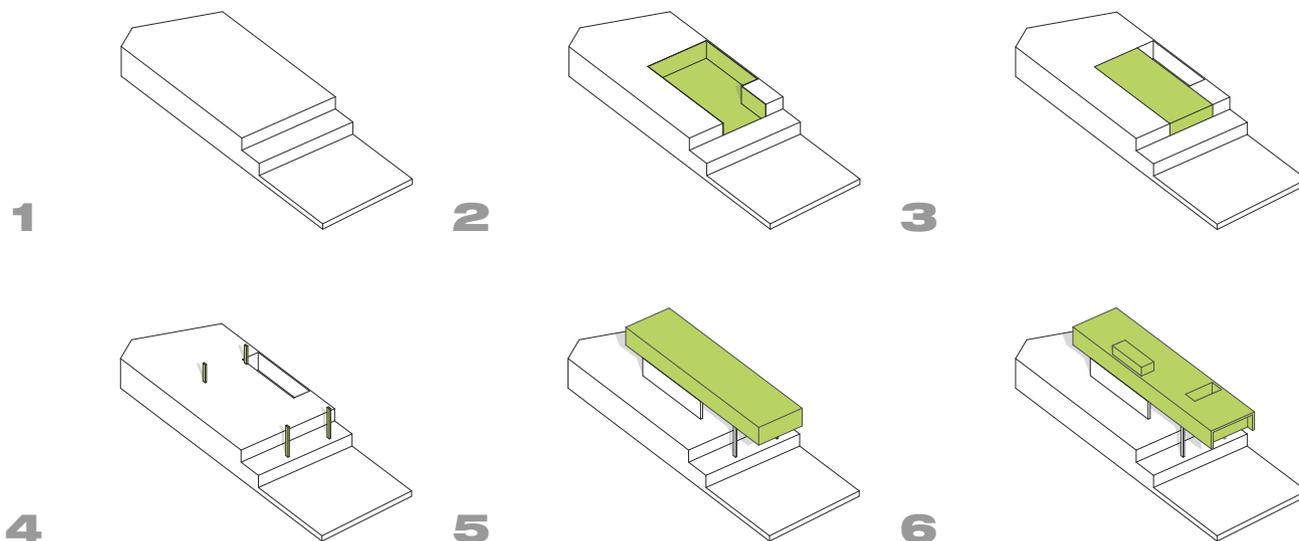


Imagen 339: Estrategia de configuración volumétrica del edificio de oficinas Benigar. Infografía de Autor.

Las alturas de entrepiso se definen atendiendo a la normativa del Plan General de Ordenación Urbana del Municipio de Alicante, con la intención de no superar la altura máxima permitida que son 10,00 m. sobre rasante, como se explicó anteriormente su ocupación en planta baja ocupa una porción relativamente reducida del lote disponible para el proyecto, el mismo que desplaza estratégicamente a la edificación hacia el límite Sur del lote liberando un espacio para disponer los parqueos, aprovechando la topografía del lote y resolverlos sin mayor movimiento de tierras.

El proyecto recurre al uso de materiales que le otorguen una calidad estética, en base a una construcción exacta y estricta, en la que la tectónica del material posibilite los detalles limpios, las aristas vivas y las líneas rectas.

Los revestimientos exteriores se proyectan en diversos sistemas todos ellos en aluminio anodizado. Las extensas superficies acristaladas se protegen con sistemas de celosías fijas, que, a la vez que regulan la iluminación, garantizan el confort térmico interior.

El sistema de revestimiento de fachada, utilizando tubos huecos de aluminio anodizado, fue desarrollado íntegramente por la oficina de Javier García-Solera, y su manufactura completa se la realiza bajo el control del arquitecto; este sistema es un excelente medio de aislamiento térmico y acústico, que, al ser hueco y al establecer una continuidad vertical, funciona como un sistema micro-ventilado, además de brindar una textura estéticamente particular.



Imagen 340: Materialidad exterior del edificio de oficinas Benigar.
Imagen cortesía de Javier García-Solera.

Interiormente las paredes se ejecutan con tabiques autoportantes de cartón yeso, están tratadas con pintura plástica lisa en algunos casos, y en otros ambientes se utilizan aplacados de madera; con estos acabados es posible responder a la modulación y a la métrica del edificio con ajuste y precisión, facilitando el mantenimiento y la limpieza, y además otorgando al proyecto una sensación de claridad, liviandad y confort.

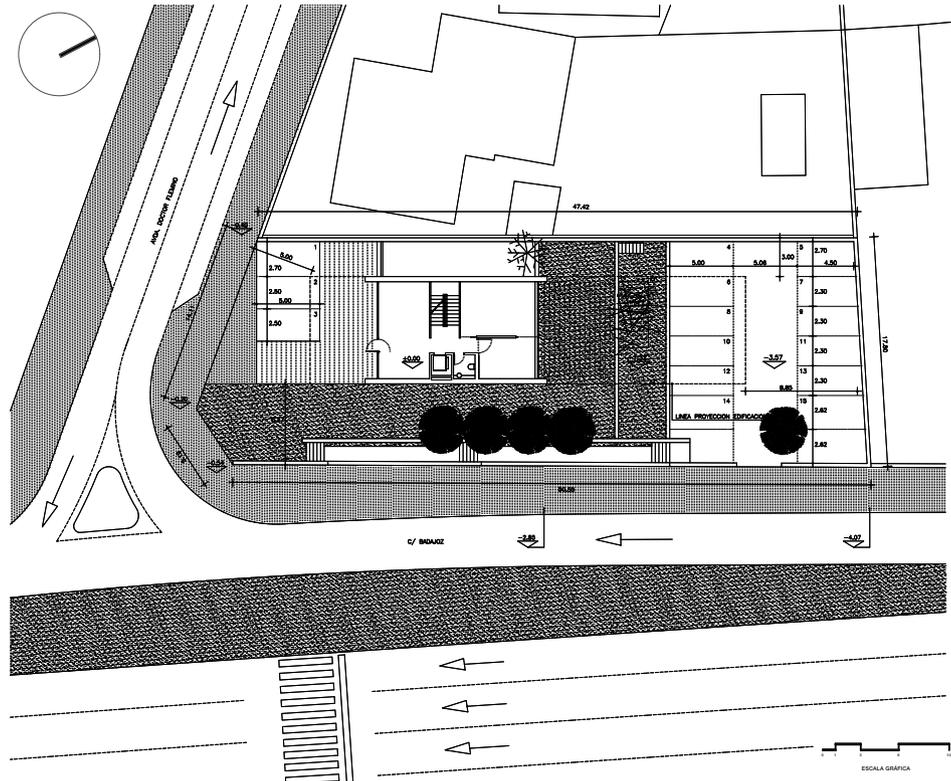
Para los cielos rasos falsos se han utilizado cartón yeso con pintura plástica lisa, unificándose con los elementos verticales que tienen el mismo acabado, y contrastando con los placados de madera, garantizan un adecuado acomodo acústico de las distintas áreas de trabajo.

El terminado de pisos en sótano y planta baja (incluso la escalera de planta baja a Sótano) se lo soluciona con un pavimento continuo de piedra natural, mientras que la escalera que conecta la planta baja con la planta alta y los pisos de planta alta se solucionan con un entarimado de madera natural de roble. La intención es dotar al espacio de una calidad doméstica y no institucional; los pavimentos continuos permiten circular de manera segura y placentera, unificando los ambientes, favoreciendo la iluminación por reflejo, y dotando al proyecto de una dualidad ambiental que por un lado se manifiesta acogedora y cálida por la madera; y por otro lado se expresa con sobriedad y elegancia por la piedra.



Imagen 341: Materialidad interior del edificio de oficinas Benigar.
Imagen cortesía de Javier García-Solera.

4.4.1.6 Planos ejecutivos del proyecto:



PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE EDIFICIO DE OFICINAS

PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA

SITUACIÓN/EMPLAZAMIENTO. PARCELA

C/ BADAJOZ N.5A. PARTIDA ORGEGIA. 03015. ALICANTE

Nº PLANO

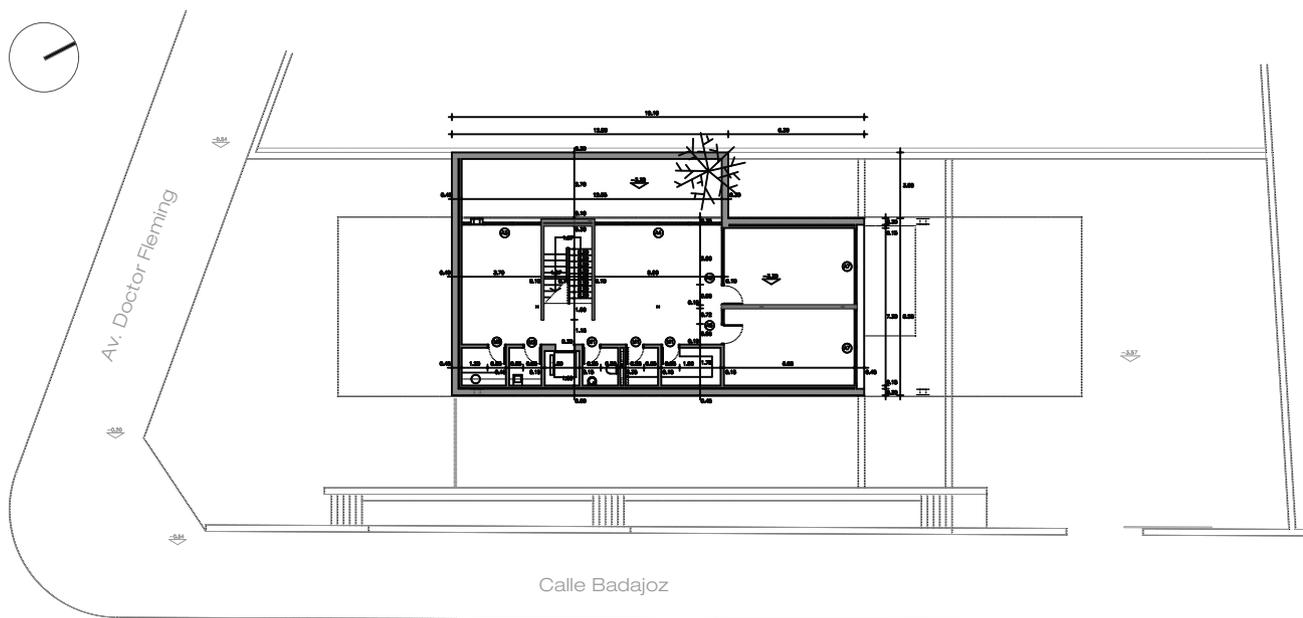
A.1

JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA - arquitecto

MAYO 2004 escala 1:5000,1:2000,1:200

Colab. : LOLA PÉREZ PAYA - ERNESTO MARTÍNEZ ARENAS - PILAR FRUCTUOSO VERA - arquitectos

Imagen 342: Edificio de oficinas Benigar. Situación y Emplazamiento del proyecto.
Estudio de Javier García-Solera.
Escala: 1:600



PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE EDIFICIO DE OFICINAS

PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.

DESCRIPCION GRAFICA

C/ BADAJOZ N.5A. PARTIDA ORGEGIA. 03015. ALICANTE

PLANTA SOTANO - COTAS/TIPOS CARPINTERIA

Nº PLANO

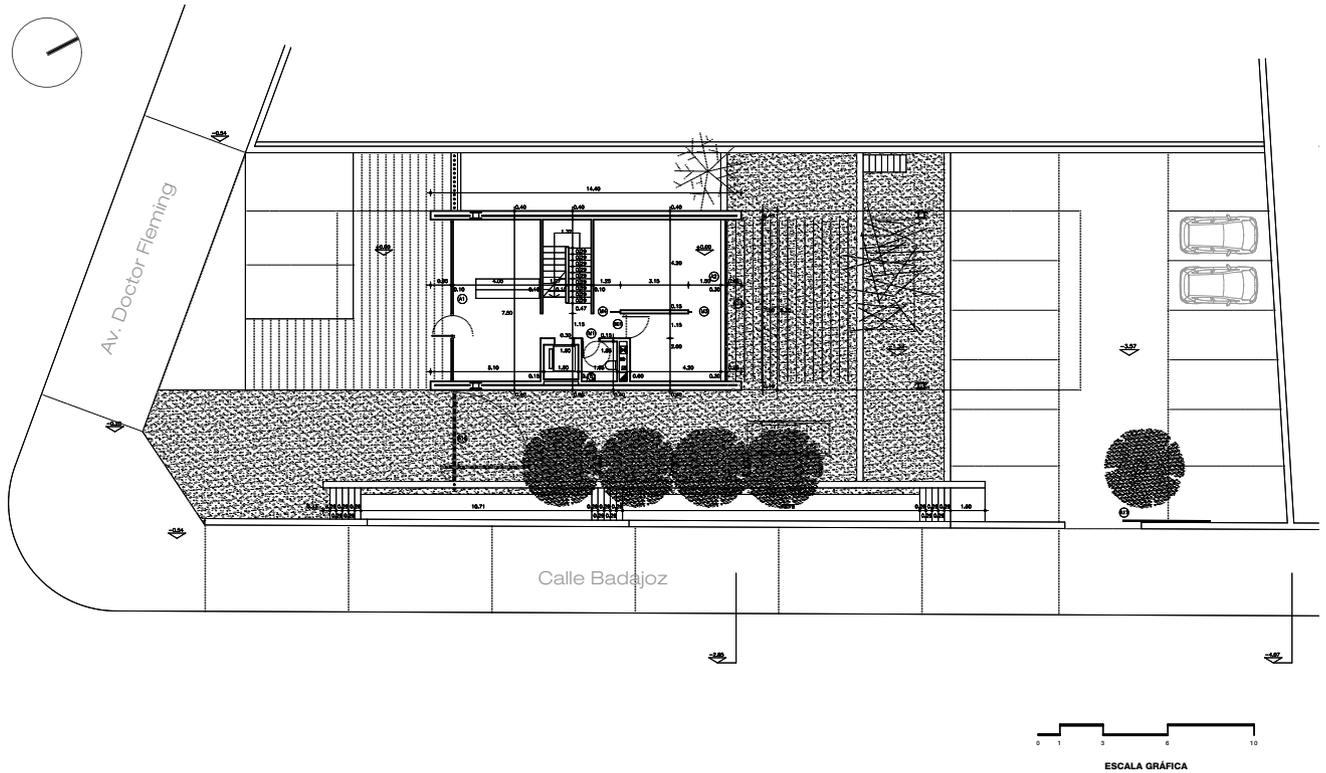
C.1

JAVIER GARCIA-SOLERA VERA - arquitecto

MAYO 2004 escala 1:100

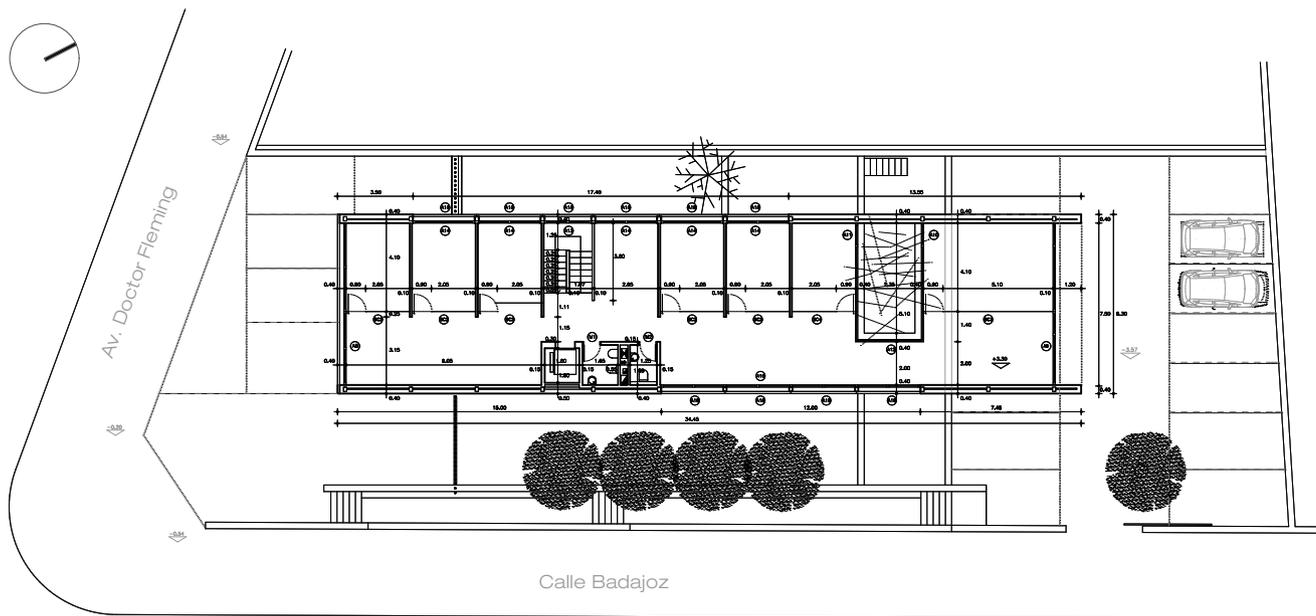
Colab. : LOLA PEREZ PAYA - ERNESTO MARTINEZ ARENAS - PILAR FRUCTUOSO VERA - arquitectos

Imagen 343: Edificio de oficinas Benigar. Planta de sótano - Cotas / Tipos de Carpintería.
Estudio de Javier García-Solera.
Escala: 1:350



PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE EDIFICIO DE OFICINAS PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.		C/ BADAJOZ N.5A. PARTIDA ORGEGIA. 03015. ALICANTE	
DESCRIPCION GRAFICA		N° PLANO	
PLANTA BAJA - COTAS/TIPOS CARPINTERIA		C.2	
JAVIER GARCIA-SOLERA VERA - arquitecto		MAYO 2004 escala 1:100	
Colab. : LOLA PEREZ PAYA - ERNESTO MARTINEZ ARENAS - PILAR FRUCTUOSO VERA - arquitectos			

Imagen 344: Edificio de oficinas Benigar. Planta baja - Cotas / Tipos de Carpintería.
 Estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:350



PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE EDIFICIO DE OFICINAS

PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.

DESCRIPCION GRAFICA

C/ BADAJOZ N.5A. PARTIDA ORGEGIA. 03015. ALICANTE

PLANTA PRIMERA – COTAS/TIPOS CARPINTERIA

Nº PLANO

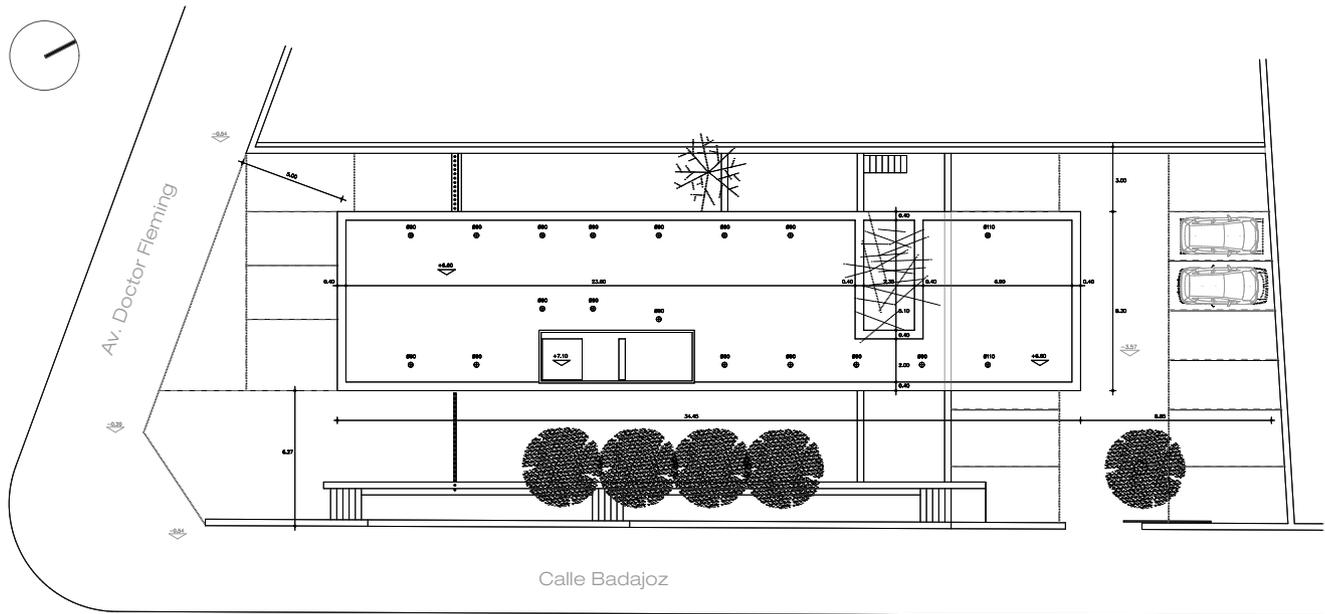
C.3

JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA – arquitecto

MAYO 2004 escala 1:100

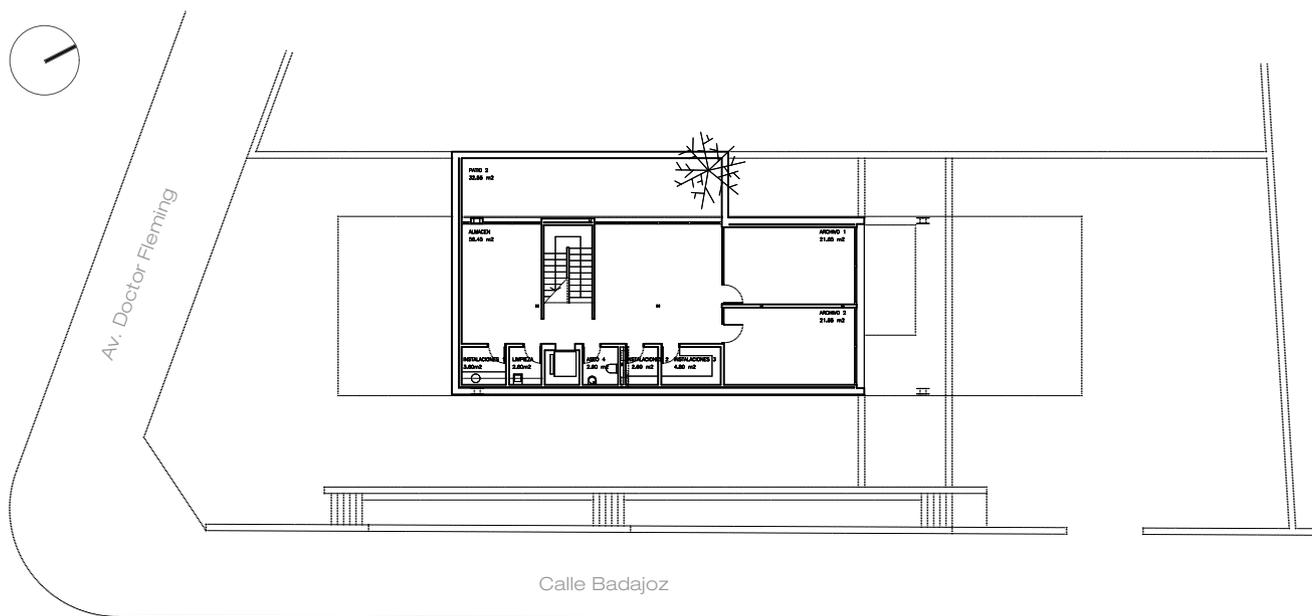
Colab. : LOLA PEREZ PAYA – ERNESTO MARTINEZ ARENAS – PILAR FRUCTUOSO VERA – arquitectos

Imagen 345: Edificio de oficinas Benigar. Planta alta - Cotas / Tipos de Carpintería.
Estudio de Javier García-Solera.
Escala: 1:350



PROYECTO BASICO DE EDIFICIO DE OFICINAS PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.		C/ BADAJOZ N.5A. PARTIDA ORGEGIA. 03015. ALICANTE	
DESCRIPCION GRAFICA PLANTA CUBIERTA – COTAS		N° PLANO C.4	
JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA – arquitecto		ENERO 2004 escala 1:100	
Colab. : LOLA PEREZ PAYA – ERNESTO MARTINEZ ARENAS – PILAR FRUCTUOSO VERA – arquitectos			

Imagen 346: Edificio de oficinas Benigar. Planta de cubiertas - Cotas.
 Estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:350



PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE EDIFICIO DE OFICINAS

PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.

DESCRIPCION GRAFICA

C/ BADAJOZ N.5A. PARTIDA ORGEGIA. 03015. ALICANTE

PLANTA SOTANO – MOBILIARIO/SUPERFICIES

Nº PLANO

C.5

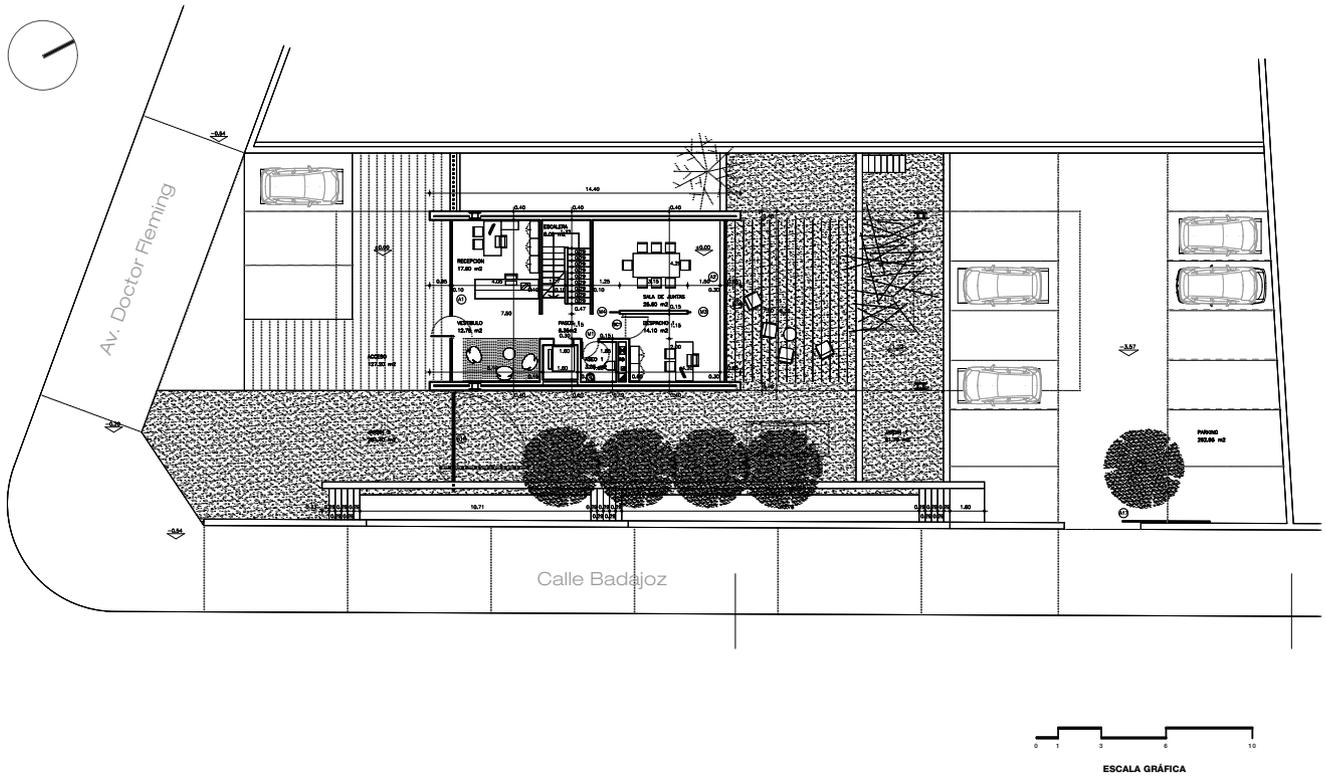
JAVIER GARCIA-SOLERA VERA – arquitecto

MAYO 2004

escala 1:100

Colab. : LOLA PEREZ PAYA – ERNESTO MARTINEZ ARENAS – PILAR FRUCTUOSO VERA – arquitectos

Imagen 347: Edificio de oficinas Benigar. Planta de sótano - Mobiliario / Superficies.
Estudio de Javier García-Solera.
Escala: 1:350



PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE EDIFICIO DE OFICINAS
 PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA

PLANTA BAJA – MOBILIARIO/SUPERFICIES

C/ BADAJOZ N.5A. PARTIDA ORGEGIA. 03015. ALICANTE

Nº PLANO

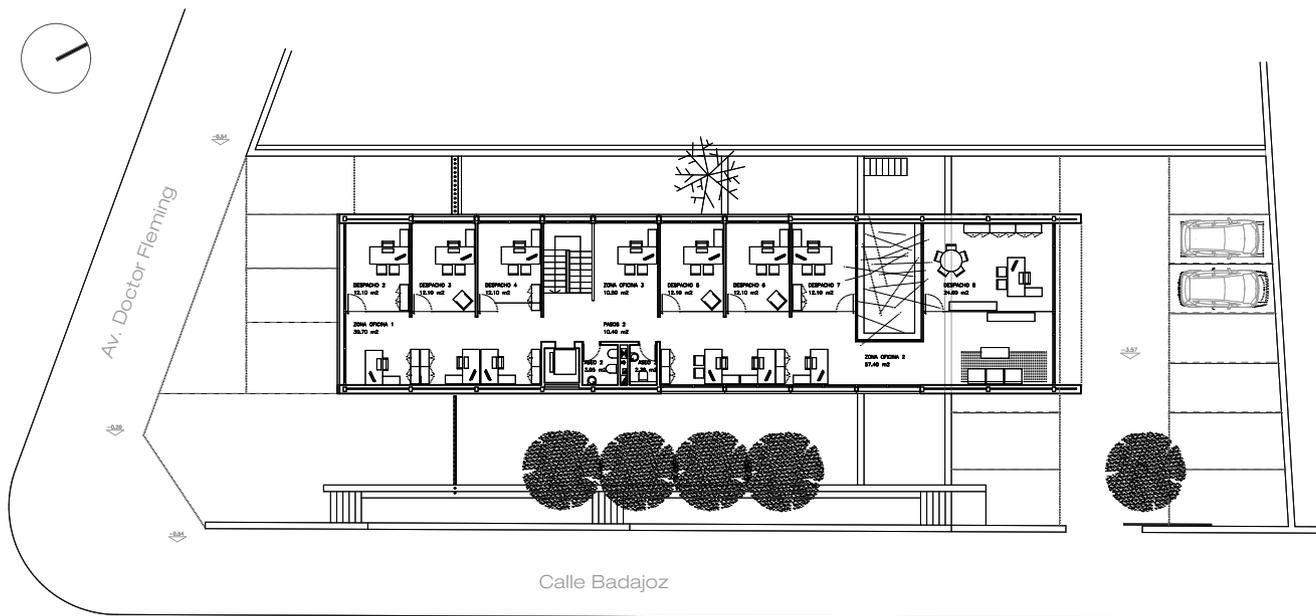
C.6

JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA – arquitecto

MAYO 2004 escala 1:100

Colab.: LOLA PÉREZ PAYA – ERNESTO MARTÍNEZ ARENAS – PILAR FRUCTUOSO VERA – arquitectos

Imagen 348: Edificio de oficinas Benigar. Planta baja - Mobiliario / Superficies.
 Estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:350



ESCALA GRÁFICA

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE EDIFICIO DE OFICINAS

PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA

C/ BADAJOZ N.5A. PARTIDA ORGEGIA. 03015. ALICANTE

PLANTA PRIMERA – MOBILIARIO/SUPERFICIES

Nº PLANO

C.7

JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA – arquitecto

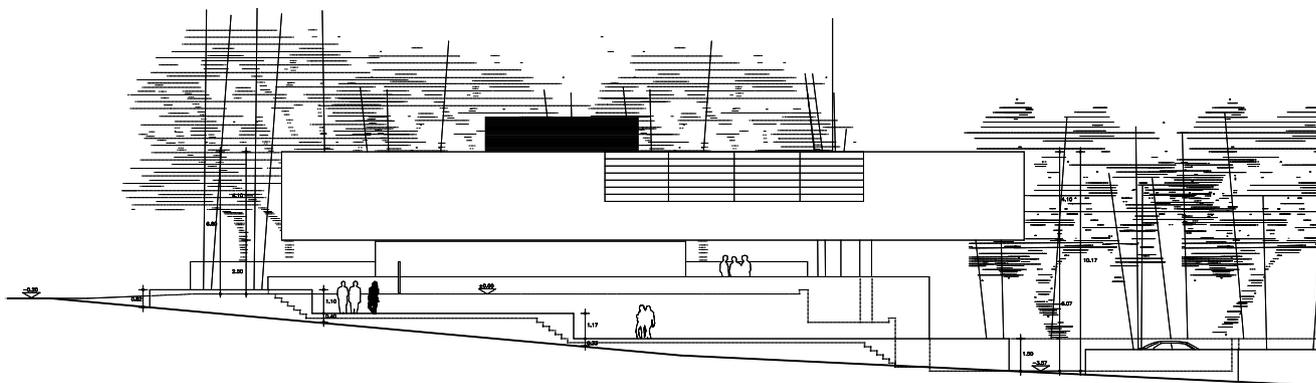
MAYO 2004

escala 1:100

colab. : LOLA PEREZ PAYA – ERNESTO MARTINEZ ARENAS – PILAR FRUCTUOSO VERA – arquitectos

Handwritten signature

Imagen 349: Edificio de oficinas Benigar. Planta alta - Mobiliario / Superficies.
Estudio de Javier García-Solera.
Escala: 1:350



ESCALA GRÁFICA

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE EDIFICIO DE OFICINAS

PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA

ALZADO ESTE, ALZADO OESTE

C/ BADAJOZ N.5A. PARTIDA ORGEGIA. 03015. ALICANTE

Nº PLANO

C.8

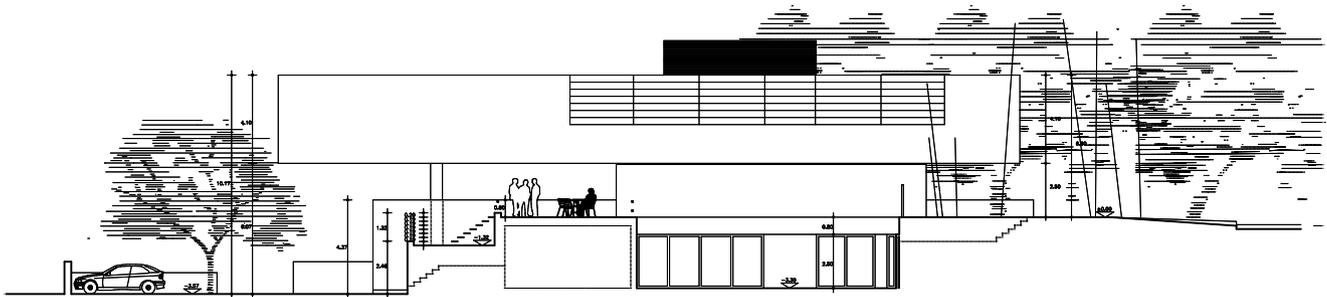
JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA – arquitecto

MAYO 2004

escala 1:100

colab. : LOLA PÉREZ PAYA – ERNESTO MARTÍNEZ ARENAS – PILAR FRUCTUOSO VERA – arquitectos

Imagen 350: Edificio de oficinas Benigar. Alzado Este.
Estudio de Javier García-Solera.
Escala: 1:350



ESCALA GRÁFICA

PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE EDIFICIO DE OFICINAS
 PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.

DESCRIPCION GRAFICA

C/ BADAJOZ N.5A. PARTIDA ORGEGIA. 03015. ALICANTE

ALZADO ESTE, ALZADO OESTE

Nº PLANO

C.8

JAVIER GARCIA-SOLERA VERA - arquitecto

MAYO 2004 escala 1:100

Colab. : LOLA PEREZ PAYA - ERNESTO MARTINEZ ARENAS - PILAR FRUCTUOSO VERA - arquitectos

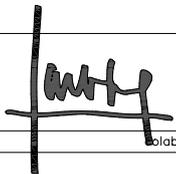
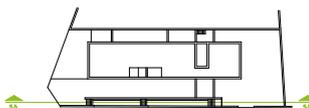
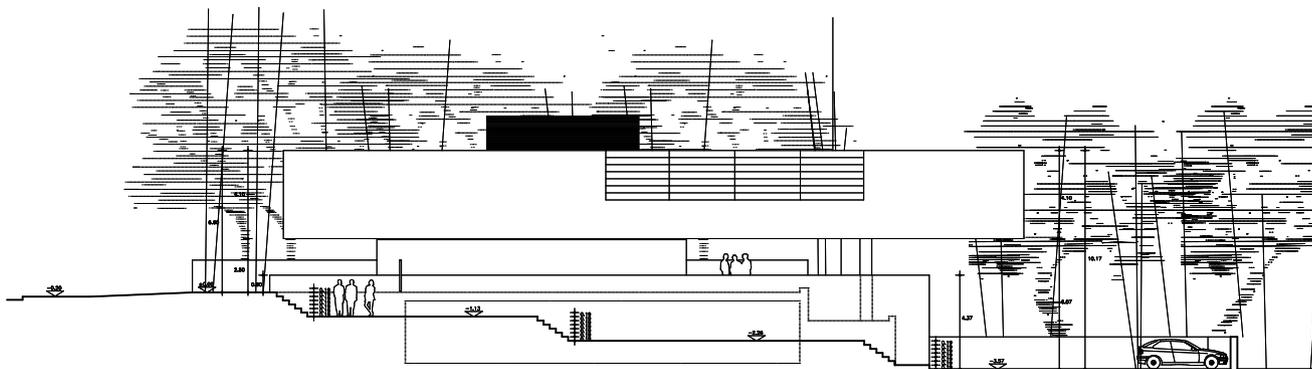


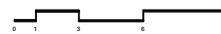
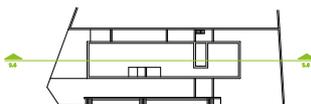
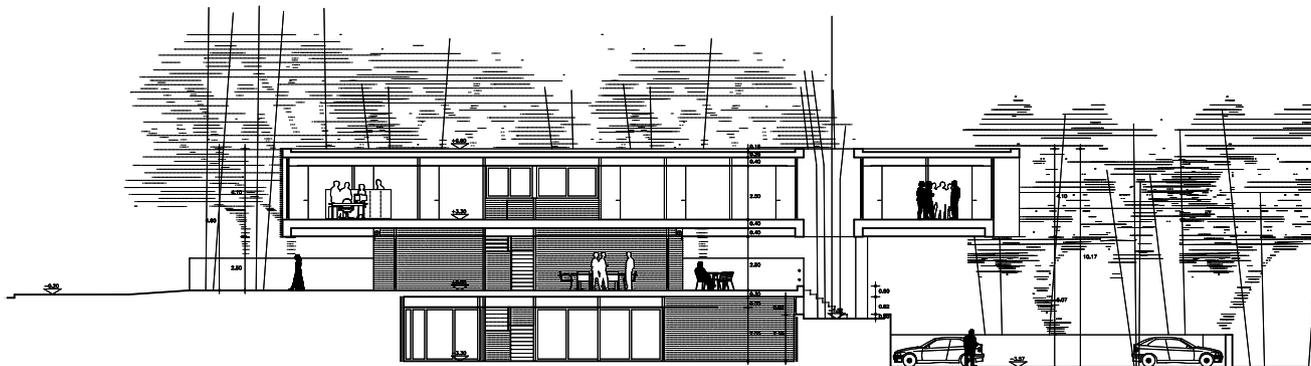
Imagen 351: Edificio de oficinas Benigar. Alzado Oeste.
 Estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:350



ESCALA GRÁFICA

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE EDIFICIO DE OFICINAS PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.		C/ BADAJOZ N.5A. PARTIDA ORGEGIA. 03015. ALICANTE	
DESCRIPCIÓN GRÁFICA SECCIONES S.5, S.6		N° PLANO C.9	
JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA — arquitecto		MAYO 2004 escala 1:100	
Colab. : LOLA PÉREZ PAYA — ERNESTO MARTÍNEZ ARENAS — PILAR FRUCTUOSO VERA — arquitectos			

Imagen 352: Edificio de oficinas Benigar. Sección S5.
 Estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:350



PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE EDIFICIO DE OFICINAS

PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA

SECCIONES S.5, S.6

C/ BADAJOZ N.5A. PARTIDA ORGEGIA. 03015. ALICANTE

Nº PLANO

C.9

JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA — arquitecto

MAYO 2004 escala 1:100

Colab. : LOLA PÉREZ PAYA — ERNESTO MARTÍNEZ ARENAS — PILAR FRUCTUOSO VERA — arquitectos

Imagen 353: Edificio de oficinas Benigar. Sección S6.
Estudio de Javier García-Solera.
Escala: 1:350



PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE EDIFICIO DE OFICINAS

PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.

DESCRIPCION GRÁFICA

ALZADO NORTE. SECCIONES S.1, S.2

C/ BADAJOZ N.5A. PARTIDA ORGEGIA. 03015. ALICANTE

Nº PLANO

C.10

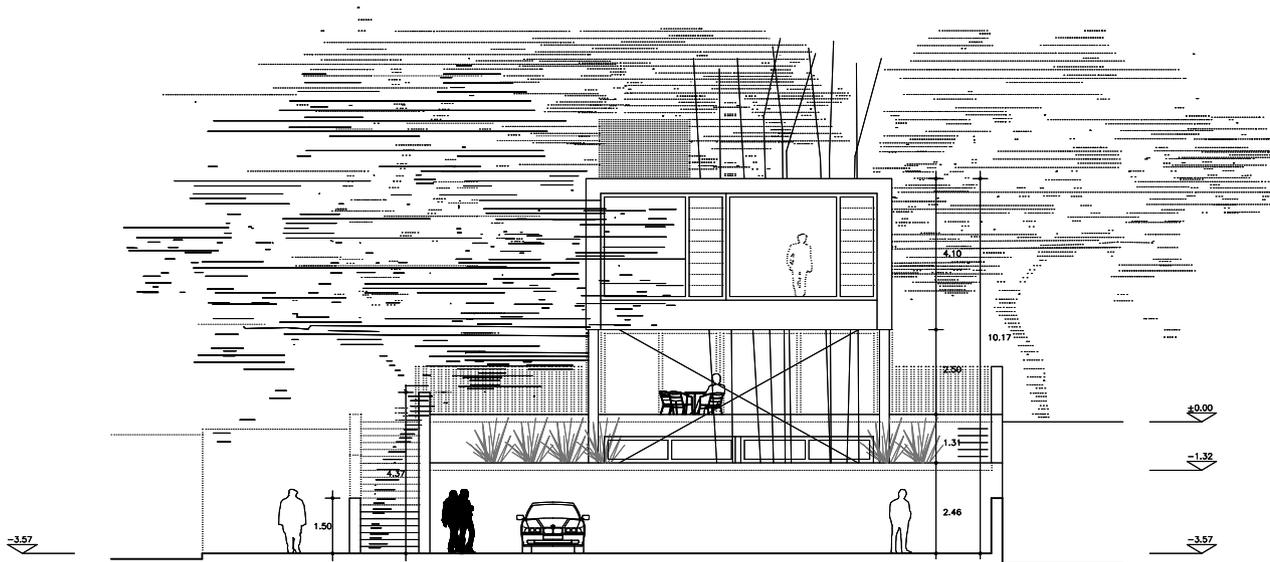
JAVIER GARCIA-SOLERA VERA — arquitecto

[Handwritten signature]

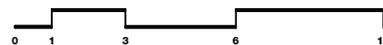
MAYO 2004 escala 1:100

Colab. : LOLA PEREZ PAYA — ERNESTO MARTINEZ ARENAS — PILAR FRUCTUOSO VERA — arquitectos

Imagen 354: Edificio de oficinas Benigar. Secciones S1 y S2.
Estudio de Javier García-Solera.
Escala: 1:350



ALZADO NORTE



ESCALA GRÁFICA

PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE EDIFICIO DE OFICINAS
 PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.

DESCRIPCION GRAFICA

ALZADO NORTE. SECCIONES S.1, S.2

C/ BADAJOZ N.5A. PARTIDA ORGEGIA. 03015. ALICANTE

Nº PLANO

C.10

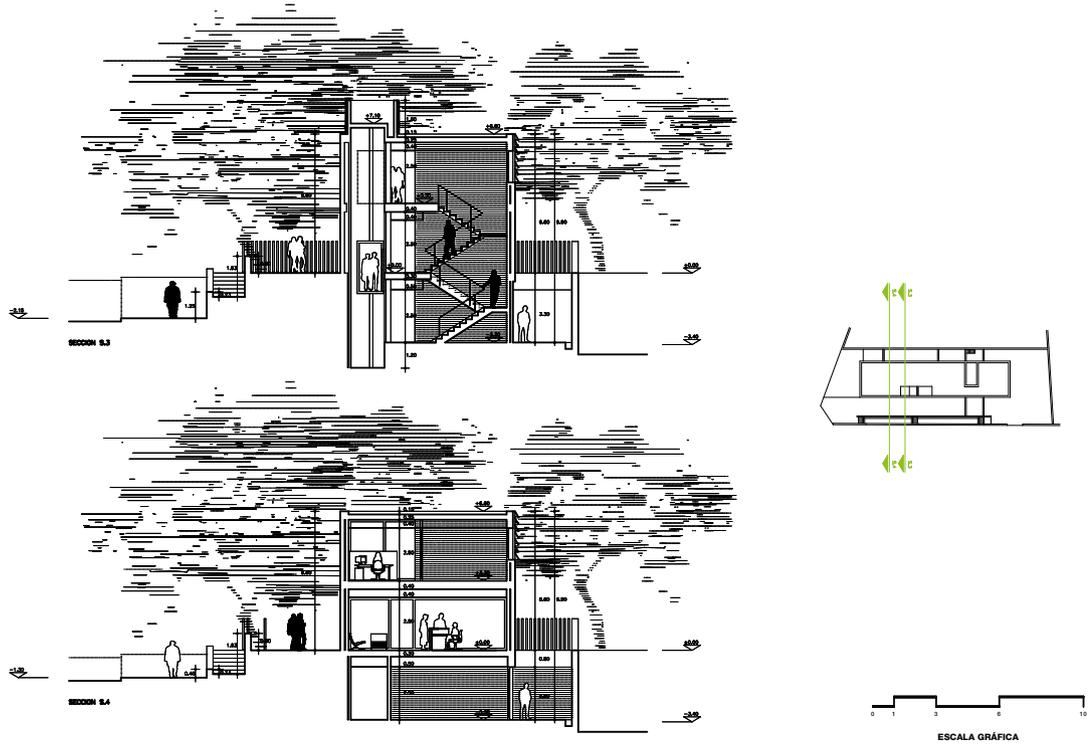
JAVIER GARCIA-SOLERA VERA — arquitecto

MAYO 2004

escala 1:100

Colab. : LOLA PEREZ PAYA — ERNESTO MARTINEZ ARENAS — PILAR FRUCTUOSO VERA — arquitectos

Imagen 355: Edificio de oficinas Benigar. Elevación Norte.
 Estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:200



PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE EDIFICIO DE OFICINAS

PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.

DESCRIPCION GRAFICA

ALZADO SUR. SECCIONES S.3, S.4

C/ BADAJOZ N.5A. PARTIDA ORGEGIA. 03015. ALICANTE

Nº PLANO

C.11

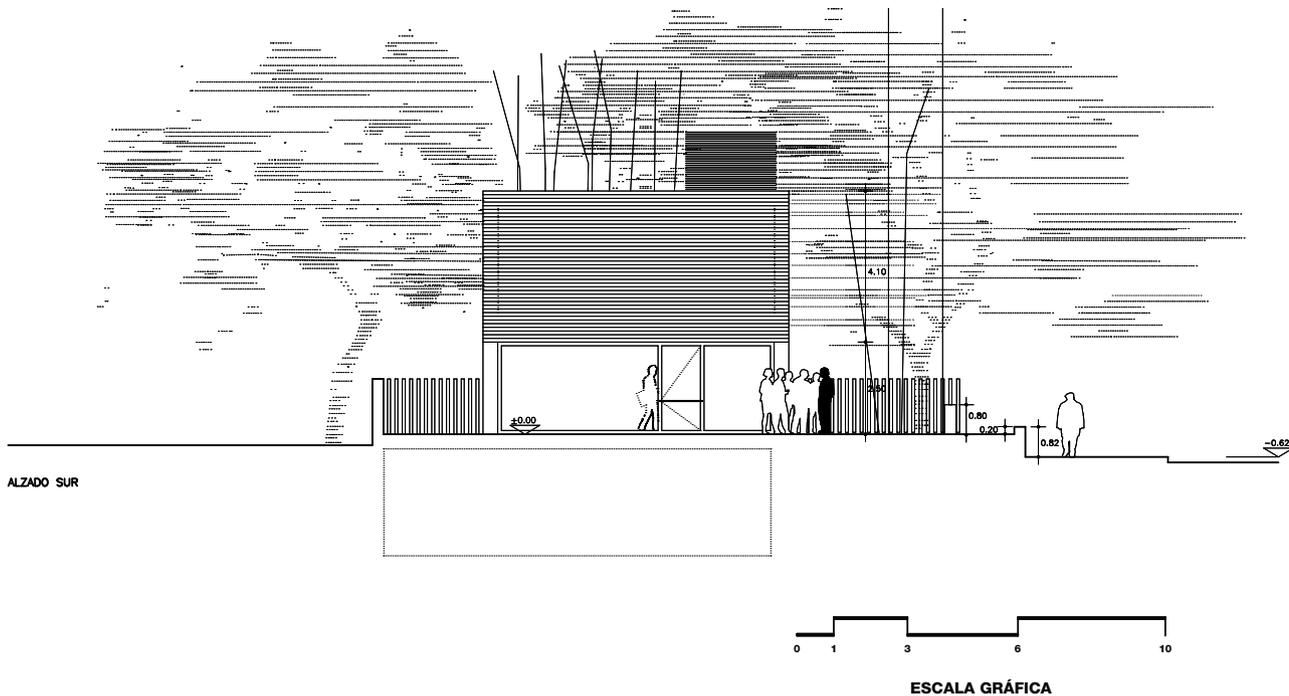
JAVIER GARCIA-SOLERA VERA - arquitecto

Javier

MAYO 2004 escala 1:100

blab. : LOLA PEREZ PAYA - ERNESTO MARTINEZ ARENAS - PILAR FRUCTUOSO VERA - arquitectos

Imagen 356: Edificio de oficinas Benigar. Secciones S3 y S4.
Estudio de Javier García-Solera.
Escala: 1:350



PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE EDIFICIO DE OFICINAS
 PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA

ALZADO SUR. SECCIONES S.3, S.4

C/ BADAJOZ N.5A. PARTIDA ORGEGIA. 03015. ALICANTE

Nº PLANO

C.11

JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA — arquitecto

MAYO 2004

escala 1:100

colab. : LOLA PÉREZ PAYA — ERNESTO MARTÍNEZ ARENAS — PILAR FRUCTUOSO VERA — arquitectos

Imagen 357: Edificio de oficinas Benigar. Elevación Sur.
 Estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:200

4.4.1.7 Identificación de los componentes básicos del proyecto:

4.4.1.7.1 Sistema portante:

El sistema estructural debe tener la capacidad de soportar la combinación de cargas permanentes, de uso y accidentales, en este edificio la función es principalmente de tipo administrativo y comercial, albergando zonas de oficinas, y de acceso público, y cuenta con una zona de bodegas y almacenaje en el sótano, se debe considerar que la cubierta es accesible únicamente para limpieza y mantenimiento; por lo tanto el programa funcional recibe una propuesta arquitectónica que conjuga el uso administrativo con el comercial, y para lo cual debe considerarse la carga más desfavorable en cada caso.

La propuesta arquitectónica no responde a una tipología habitual, dicho planteamiento y cálculo estuvo a cargo del Arq. David Gallardo Llopis, quien ha señalado en más de una ocasión que en el trabajo colaborativo con Javier García-Solera, es muy fácil conjugar la solución estructural con el planteamiento arquitectónico, ya que García-Solera maneja principios y criterios estructurales dentro de su proceso proyectual arquitectónico, buscando siempre el rigor dimensional y la organización modular, lo que facilita considerablemente la sintonía de la estructura portante con el objeto arquitectónico.

La solución arquitectónica se apoya en estrategias estructurales para alcanzar objetivos funcionales y de aprovechamiento espacial, la intención no es establecer una especie de adaptación entre estructura y arquitectura, sino más bien entender al conjunto estructural, funcional y arquitectónico como un solo organismo, donde la estructura impone las pautas dimensionales del proyecto arquitectónico.

Obviamente han existido detalles que han requerido de un análisis especializado respecto de las solicitaciones resistentes y las limitaciones deformacionales en especial en los dos grandes voladizos de la planta alta, sin embargo, la solución planteada persigue el orden, la simplicidad y la lógica, con el objetivo de facilitar el normal desenvolvimiento funcional, potenciar el resultado formal, optimizar la inversión material, garantizando en todo momento seguridad, estabilidad y firmeza.

Estamos analizando un claro ejemplo de unidad entre los componentes funcionales, constructivos y estructurales, donde el objeto arquitectónico refleja una asociación óptima entre los componentes, fusionándolos y, encajando las soluciones específicas en un único organismo sistémico y armónico.

La solución proyectada está formada por dos elementos notoriamente diferenciados, cuya relación e interacción ha tenido gran influencia en el resultado final:

- Una estructura inferior, semienterrada, que resuelve la cimentación, los muros de sótano y sirve de soporte para la losa de planta baja, esta estructura está solucionada íntegramente en hormigón armado fundido en sitio, y favorece a que el proyecto se adapte escalonadamente a las condiciones topográficas del terreno.
- Una estructura superior, compuesta por dos pórticos longitudinales metálicos, que soportan la losa de planta baja y la losa de cubierta solucionados mediante placas alveolares pretensadas.

Cada pórtico se compone por dos columnas metálicas y una viga Vierendeel (viga de tirantes verticales sin entramado triangular), de 4,00 metros de peralte, cuyo cordón inferior tiene 1,70 metros de canto, y es sobre la cual se deposita la losa de planta alta, y un cordón superior de 0,70 metros de canto que soporta la losa de cubierta, los montantes de la Vierendeel se disponen cada 3,05 metros excepto en la zona del ascensor donde la separación es de 2,35 metros. Esta estructura en contraposición a la estructura inferior se caracteriza por su ligereza, posible gracias al acero estructural, dando como resultado una estructura esbelta que cubre una luz entre apoyos de 20,65m, con unos voladizos considerables en ambos extremos de 6,30m a un extremo y 7,30m al otro.



Imagen 358: Muros de Sótano en hormigón armado, para el edificio de oficinas Benigar. Estudio de Javier García-Solera.

Aunque aparentemente existe una complejidad compositiva, acentuada con una singularidad estructural, el proyecto se ajusta en una simple y rigurosa retícula ortogonal que se asocia con la ubicación de los dos pórticos longitudinales, y las vigas transversales.

Los materiales escogidos para conformar la estructura responden directamente a la tipología, es decir el hormigón armado posibilita el contacto con el terreno y aprovecha de su continuidad y masividad para su planteamiento; mientras que el acero, explota sus características físicas y mecánicas, compatibilizándose de mejor manera con las sollicitaciones especiales de los voladizos y las luces planteadas, además de facilitar una mayor precisión dimensional y de ejecución.



Imagen 359: Estructura metálica para el edificio de oficinas Benigar. Estudio de Javier García-Solera.

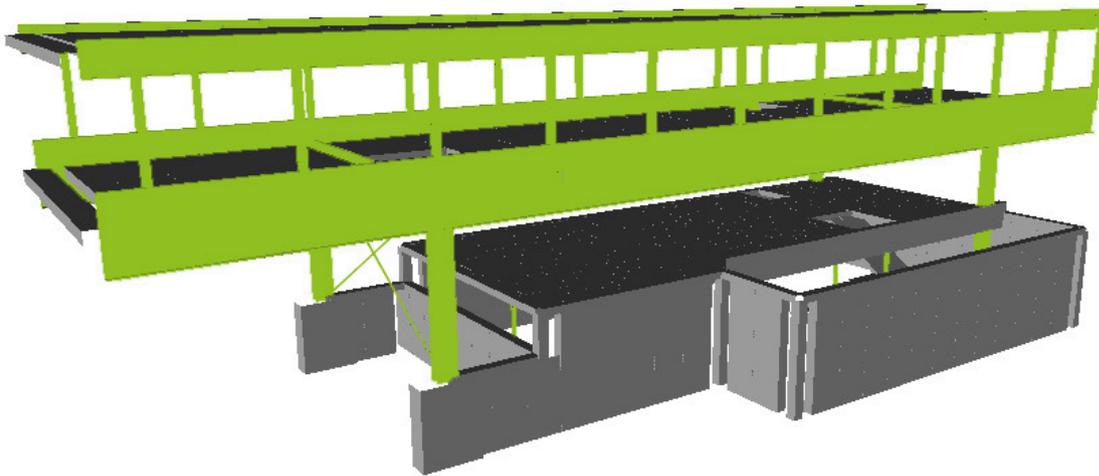


Imagen 360: Modelo de elementos finitos para el cálculo del edificio. Modelo sólido.
Imagen cortesía de Arq. David Gallardo Llopis.

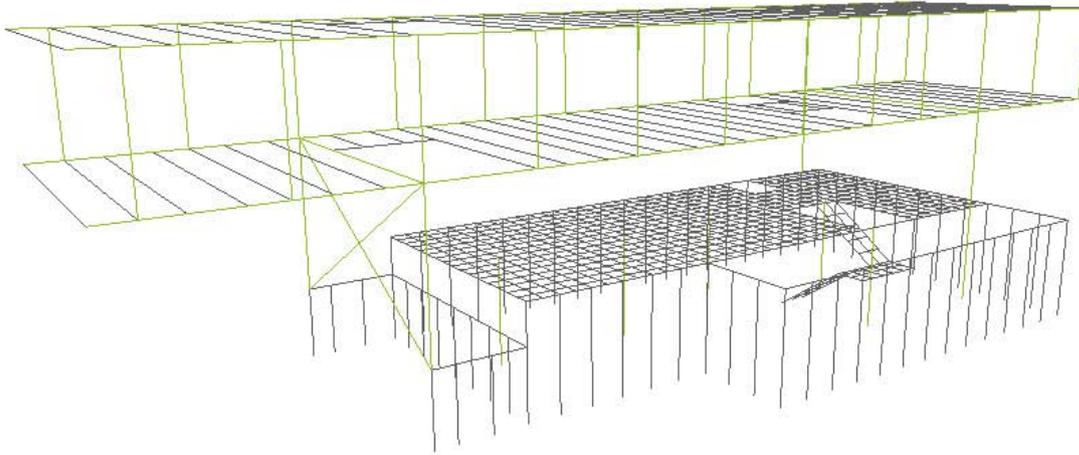


Imagen 361: Modelo de elementos finitos para el cálculo del edificio. Modelo alámbrico.
Imagen cortesía de Arq. David Gallardo Llopis.

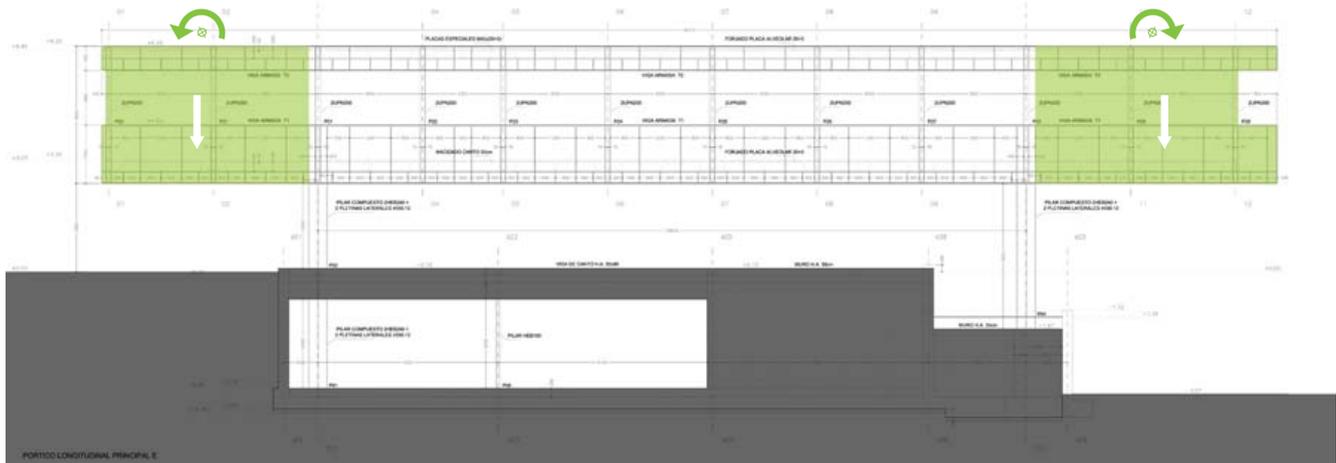
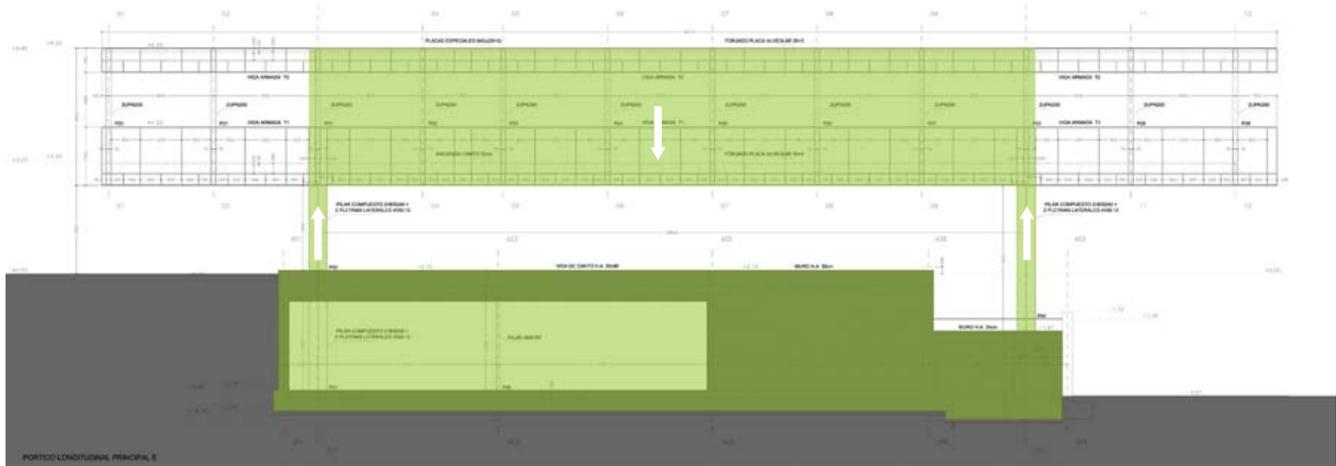


Imagen 362: Esquema de elementos estabilizantes de la estructura. Infografías en base a planos del proyecto.

Imagen 363: Esquema de elementos desestabilizantes de la estructura. Infografías en base a planos del proyecto.

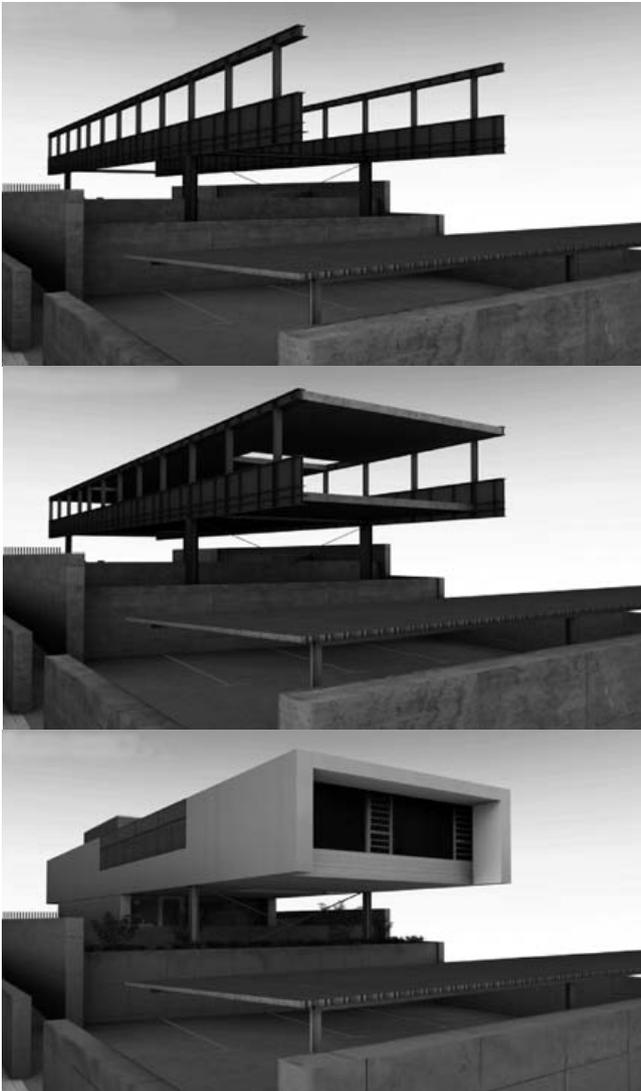


Imagen 364: Maqueta virtual en tres etapas.
 Etapa 1: Pórticos principales.
 Etapa 2: Elementos transversales de arriostramiento.
 Etapa 3: Cierres y acabados.
 Fuente: Programa Estructuras.exe, cortesía David Gallardo Llopis.

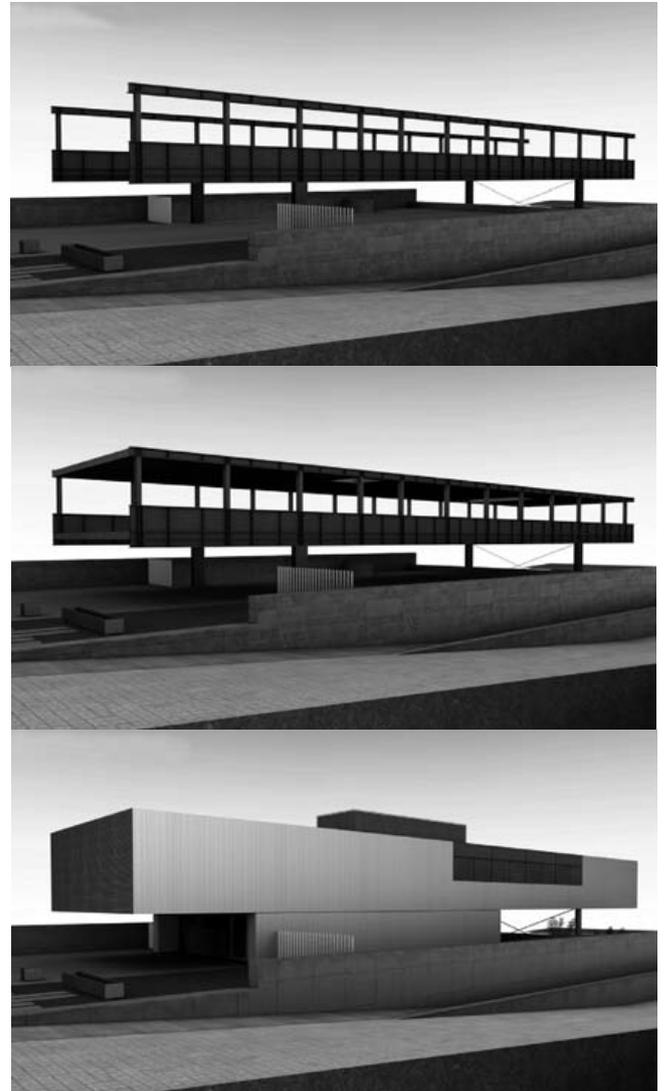


Imagen 365: Maqueta virtual en tres etapas.
 Etapa 1: Pórticos principales.
 Etapa 2: Elementos transversales de arriostramiento.
 Etapa 3: Cierres y acabados.
 Fuente: Programa Estructuras.exe, cortesía David Gallardo Llopis.

Se identifican cuatro estrategias estructurales claras y eficientes que permiten tanto la configuración estructural, así como la volumétrica del edificio, a través de las ingeniosas soluciones constructivas:

1. La Elección de una materialidad mixta para una función diferenciada de la estructura:

Tal como Eduardo Torroja afirma en su obra “Razón y ser de los tipos estructurales”: el arquitecto debe tener presente que cada material posee una personalidad específica y un comportamiento determinado frente a los diferentes esfuerzos; por lo tanto, su reacción dependerá del tipo de sollicitación estructural; en este proyecto, Javier García-Solera demuestra muy bien este precepto adoptando al hormigón armado para resolver la estructura semienterrada, y al acero para la solución de la estructura superior.

Para la estructura de cimentación, muros y sótano, las demandas propias de este tipo de estructuras, exigen que la estructura admita el contacto con el terreno, requiere garantizar estabilidad frente a deslizamiento, vuelco y hundimiento, además de precisar resistencia y rigidez, los esfuerzos predominantes son de compresión, con lo que, el planteamiento estructural se beneficia de la masividad que la construcción en hormigón ofrece para solventar la cimentación, muros de sótano y muros de contención, a la par que se resuelven las necesidades funcionales del proyecto, se configura el espacio a nivel de sótano, y se adapta el proyecto a la topografía del terreno.

Para la estructura sobre rasante, el planteamiento formal del proyecto contempla dos fuertes voladizos, y una luz considerable entre apoyos, conociendo que la estructura estará exigida principalmente a flexión, y demandará gran resistencia, comportamiento similar frente a tracción y a compresión, flexibilidad

y ligereza, el arquitecto recurre al acero, explotando sus capacidades, se proponen secciones en “I” para las vigas y cajones formados por la unión de dos “H” para las columnas, permitiendo salvar una luz de 20,65 metros entre columnas, y facilitando la configuración de los grandes volados en los extremos del pórtico.



Imagen 366: Construcción del proyecto. Estructura inferior de hormigón armado.

Imagen cortesía de Javier García-Solera.



Imagen 367: Construcción del proyecto. Estructura metálica superior.

Imagen cortesía de Javier García-Solera.

2. La compensación de momentos por los volados opuestos:

Para la estructura metálica se apela a la estrategia de compensación por momentos opuestos, al disponer voladizos ubicados a lados opuestos de un núcleo central, cada uno genera un momento de volcamiento de signo contrario que, al actuar simultáneamente, cada uno funciona como un contrapeso que disminuye el efecto negativo del otro.

Siempre es más fácil entender este principio a través de un ejemplo, supongamos un juego de sube y baja, como los que se encuentran en los parques infantiles; si dos niños de igual peso desean jugar juntos cada uno se colocara en un extremo del aparato y bastara un pequeño impulso para que el juego inicie, si los dos niños pesan lo mismo y están ubicados a igual distancia del centro, cada uno de ellos tiene la capacidad de levantar a su compañero por el efecto de giro que provoca su propio peso.

El juego se entorpecerá cuando uno de los participantes es más pesado que el otro, ya que el más liviano no tendrá la capacidad de levanta a su compañero más pesado; pero es posible seguir jugando, para esto, el jugador más pesado deberá colocarse a una menor distancia del centro, puesto que el momento que genera el giro es directamente proporcional al peso y a la distancia que lo provocan.

Un solo niño no podrá jugar, ya que no existe un compañero que ejerza un peso en el extremo opuesto del sube y baja que lo levante, del mismo modo en una estructura siempre es más costoso resolver un voladizo que no cuente con una compensación.

Es claro que el disponer dos volados opuestos no trae solamente ventajas sobre la estructura, esta situación

contempla una mayor carga axial sobre los apoyos, que se encuentran en el núcleo central, y si bien esto exige mayores secciones para la estructura vertical del núcleo central, este peso también tiene un efecto estabilizador ante el riesgo de deslizamiento y de vuelco que se pueda provocar por asimetrías en los voladizos.

En conclusión, al proponer dos volados dispuestos en extremos opuestos de la estructura se consigue un efecto de correspondencia y compensación, y aunque existe un incremento de la carga axial en el núcleo central, su configuración permite reducir los efectos de vuelco que se provocan en los volados, así mismo, el axial extra favorece la estabilidad ante deslizamiento y vuelco.

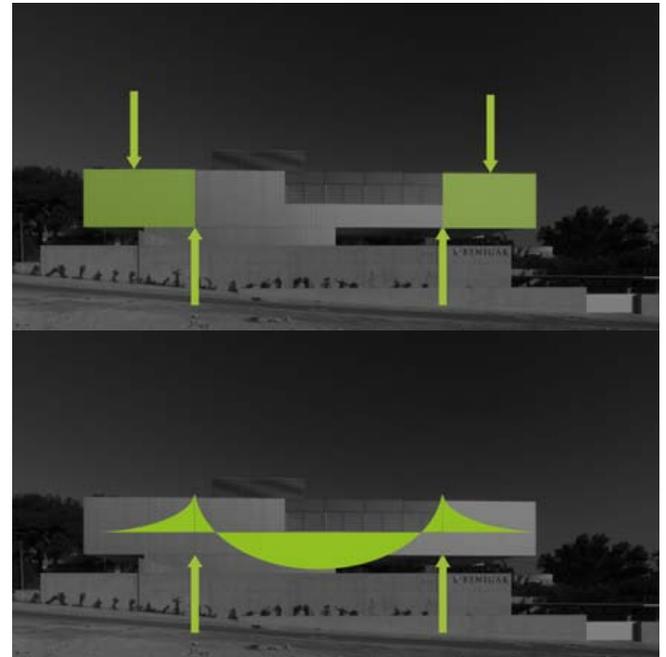


Imagen 368: Compensación de momentos en el edificio de oficinas Benigar. Infografía de autor.

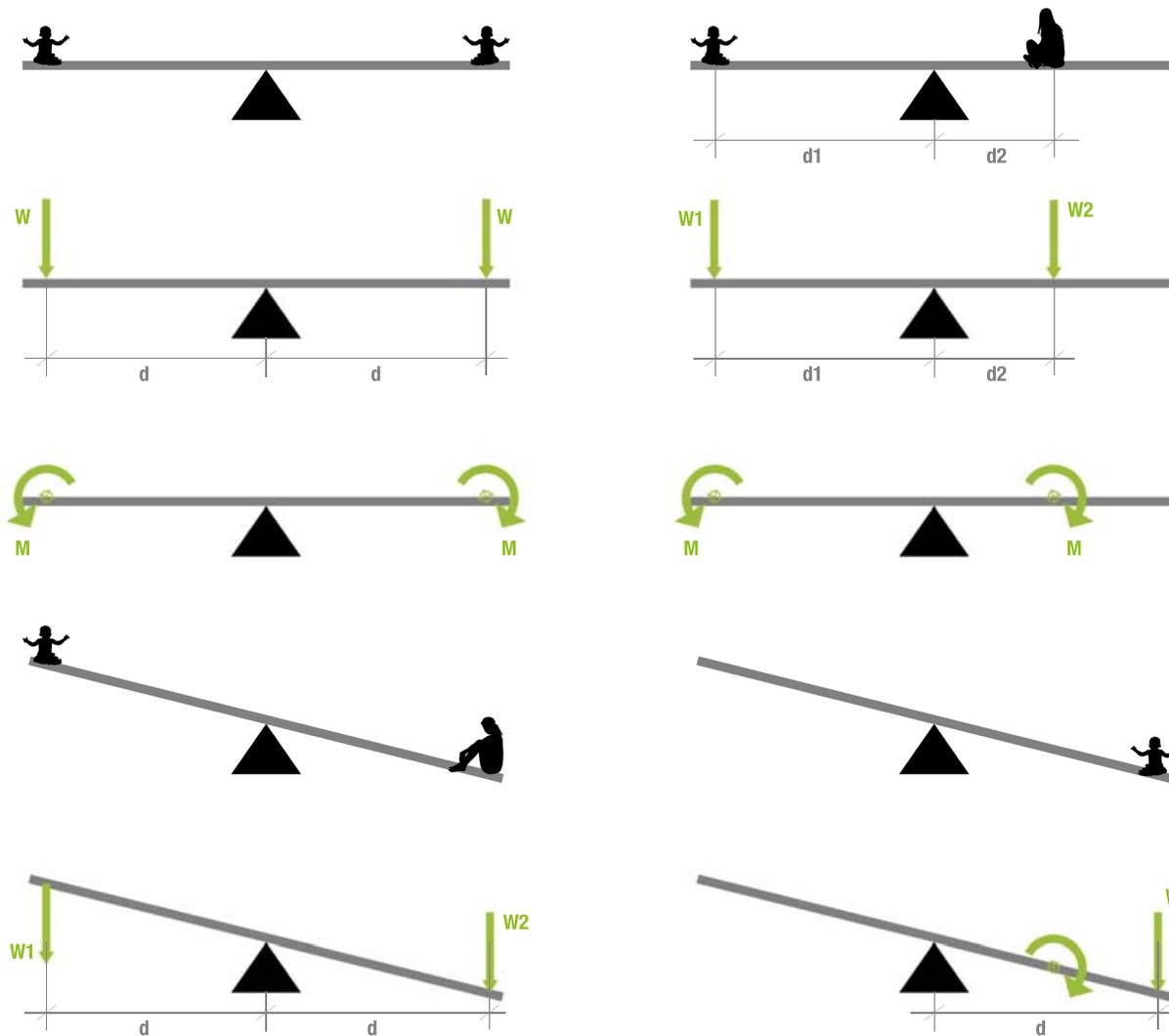


Imagen 369: Principio de compensación de momentos explicado a través del juego del “sube y baja”.

a: Momentos compensados; b: Cargas iguales a distancias iguales; c: Momentos iguales; d: Momentos descompensados; e: Carga mayor a igual distancia del centro de giro que la carga menor.

Infografía de Autor.

Imagen 370: Principio de compensación de momentos explicado a través del juego del “sube y baja”.

a: Carga mayor a menor distancia del centro de giro; b: Cargas distintas a distancias proporcionales del centro; c: Momentos iguales; d: Carga a un solo extremo; e: Carga y momento a un solo extremo del centro de giro.

Infografía de Autor.

3. La relación óptima entre vano y voladizo:

En la configuración de una viga simplemente apoyada, solicitada por una carga uniformemente distribuida en toda su longitud se conoce que los momentos serán nulos en los apoyos y el momento máximo se ubica en el centro del claro, y tendrá un valor de:

$$M_{max} = \frac{q \cdot L^2}{8}$$

La ley que rige la variación de los momentos en una viga simplemente apoyada, solicitada por una carga uniformemente distribuida en toda su longitud, siempre responderá a una curva de segundo grado, y, si la misma carga distribuida se colocase en otra viga, la curvatura del diagrama de momentos será la misma.

Ahora, si a la viga se le añade un tramo en voladizo, en uno de sus extremos, se producirá una compensación entre el momento positivo que se encuentra en el tramo entre apoyos y el momento negativo que genera el voladizo, aunque la compensación de los momentos es incompleta, porque el momento en el extremo sin volado es nulo, pero en el extremo anexo al voladizo se tendrá el valor máximo del momento negativo:

$$M_{max-} = \frac{q \cdot a^2}{2}$$

mientras que el valor del momento máximo positivo será menor al que se obtuvo en el caso de la viga simplemente apoyada, y su ubicación se alejará ligeramente del extremo con voladizo.

La distribución de los momentos ya no será simétrica, y con una longitud de voladizo a , el máximo valor de momento entre apoyos será:

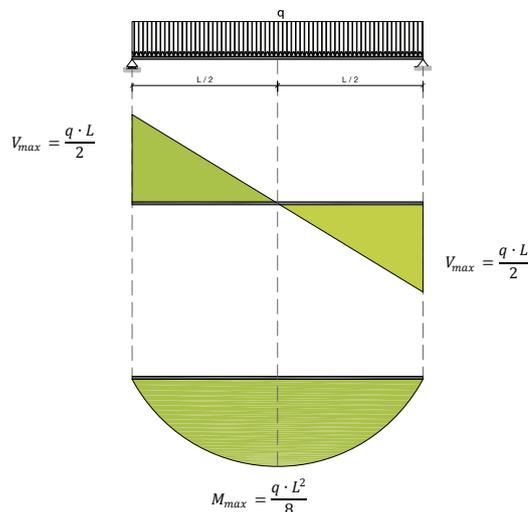


Imagen 371: Esquema de distribución de esfuerzos cortantes y momentos flectores en una viga simplemente apoyada sujeta a una carga uniformemente distribuida en toda su longitud.

Infografía de Autor.

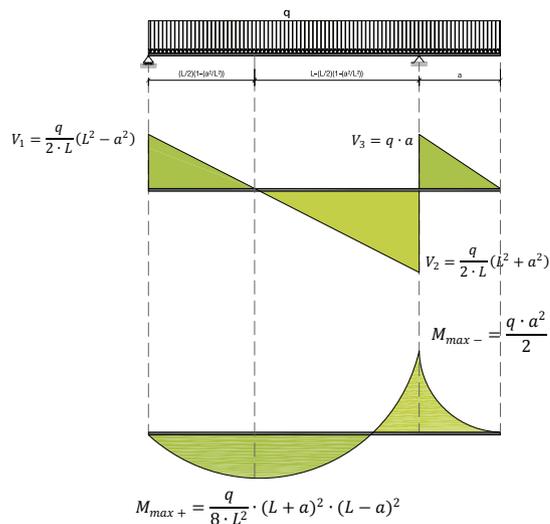


Imagen 372: Esquema de distribución de esfuerzos cortantes y momentos flectores en una viga simplemente apoyada, con un voladizo en un extremo, sujeta a una carga uniformemente distribuida en toda su longitud.

Infografía de Autor.

$$M_{max+} = \frac{q}{8 \cdot L^2} \cdot (L + a)^2 \cdot (L - a)^2$$

si la viga es de acero, es posible optimizar su comportamiento, buscando que la longitud del voladizo sea tal que nos lleve a tener el mismo valor de momento positivo en el vano entre apoyos y el momento negativo en el apoyo del voladizo; entonces la longitud de volado buscada será:

$$a = \sqrt{3 - 2 \cdot \sqrt{2}} \cdot L$$

que equivale prácticamente a $2/5 \cdot L$, es decir alrededor del 40% de la luz entre apoyos, valor que sería el óptimo en el caso de una viga simplemente apoyada con un extremo en voladizo y sujeta a una carga uniformemente distribuida en toda su longitud, permitiéndonos tener iguales solicitaciones máximas de tracción y compresión en la sección de la viga.

Finalmente, si se devuelve la simetría a la viga, y se incluye otro voladizo en el extremo opuesto, la compensación entre momentos será completa, la distribución de momentos a lo largo de la viga será nuevamente simétrica, y sobre cada apoyo se tendrá el valor máximo del momento negativo:

$$M_{max-} = \frac{q \cdot a^2}{2}$$

mientras que el valor del momento máximo positivo será menor que los de los casos anteriores, y su ubicación estará en el centro de la luz entre apoyos.

Con una longitud de voladizos iguales en cada extremo y de valor a , el máximo valor de momento entre apoyos será:

$$M_{max+} = \frac{q \cdot L^2}{8} - \frac{q \cdot a^2}{2}$$

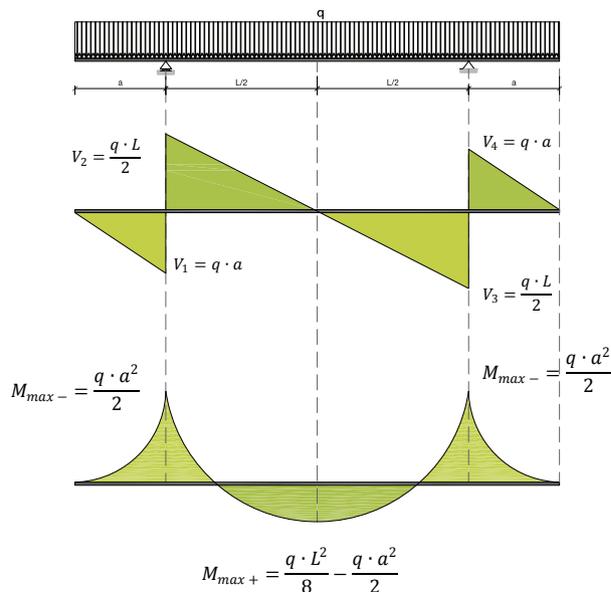


Imagen 373: Esquema de distribución de esfuerzos cortantes y momentos flectores en una viga simplemente apoyada, con un voladizo en cada extremo, sujeta a una carga uniformemente distribuida en toda su longitud.

Infografía de Autor.

es decir que al momento positivo entre tramos se le disminuye el valor de los momentos negativos en los apoyos, si buscamos que la longitud del voladizo nos lleve a tener iguales valores absolutos para el momento positivo y los momentos negativos; la longitud de volado ideal para la compensación en este caso sería:

$$a = \frac{L}{2 \cdot \sqrt{2}}$$

que equivale prácticamente a $1/3 \cdot L$, es decir alrededor del 30% de la luz entre apoyos.

En el edificio de García-Solera la luz entre apoyos es 20.65 m, para la cual la longitud óptima de voladizos sería:

$$7,30m = \frac{20,65m}{2 \cdot \sqrt{2}}$$

por lo tanto, se hace evidente la minuciosidad y exactitud con la que Javier García-Solera maneja el criterio estructural y lo aplica en la propuesta arquitectónica.

4. La conformación de una viga Vierendeel de gran peralte:

Una vez conformada la geometría del edificio y ante la necesidad de contar con una estructura de cubierta, García-Solera propone unir la viga de entrespiso de 1,70m de peralte con la viga de cubierta de 0,70m de peralte a través de un conjunto de montantes verticales dispuestos cada 3,05 m. excepto en el vano de la circulación vertical, donde la separación es de 2,35 m; a esta tipología de viga con tirantes verticales pero sin diagonales se le conoce con el nombre de viga Vierendeel, nombrada en honor a su inventor Jules Arthur Vierendeel, quien la patentó en 1897.

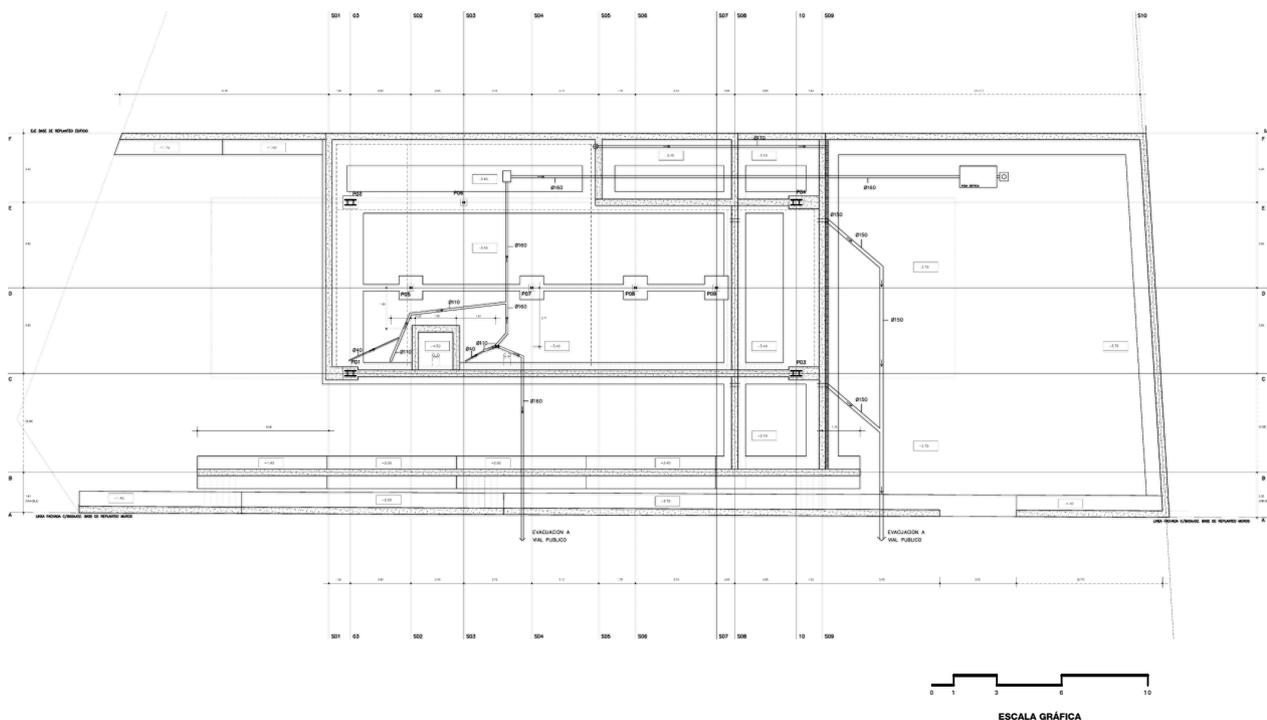
Con este tipo de estructura, al no tener diagonales, los montantes de la viga absorben el esfuerzo cortante mediante un trabajo de flexión, mientras que el cordón superior se sujeta a un régimen de flexo-compresión, y el cordón inferior trabaja a tracción; el trabajo de los cordones se invierte en los tramos en voladizo. De esta forma se cuenta con una estructura de entramado que tiene un peralte total de 4,00 m, bastante mayor del que se necesitaría para salvar una luz de 20,65 m. o solucionar un voladizo de 7,30 m; utilizando así la configuración arquitectónica como ente generador de estructura, además de limitar considerablemente con este peralte los valores de las deflexiones en los extremos de los voladizos y en el centro del claro.



Imagen 374: Esquema de conformación de las dos vigas Vierendeel en el edificio de oficinas Benigar.

Infografía de Autor.

A continuación, se presenta una síntesis de los planos estructurales del proyecto, priorizando los esquemas principales y mostrando los detalles relevantes para la explicación del proyecto, el juego de planos estructurales consta de 9 láminas en formato A1, de los cuales se presenta en este documento la información más significativa.



PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE EDIFICIO DE OFICINAS
 PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.

ESTRUCTURA

C/ BADAJOZ N.5A. PARTIDA ORGEGIA. 03015. ALICANTE

REPLANTEO CIMENTACION. TOMA DE TIERRA. SANEAMIENTO

N° PLANO

E.1

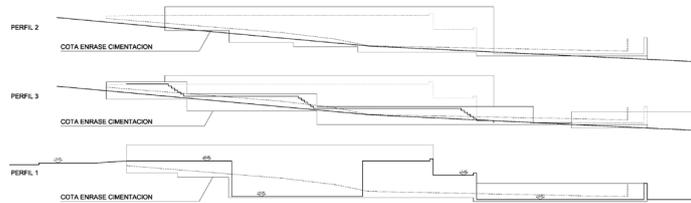
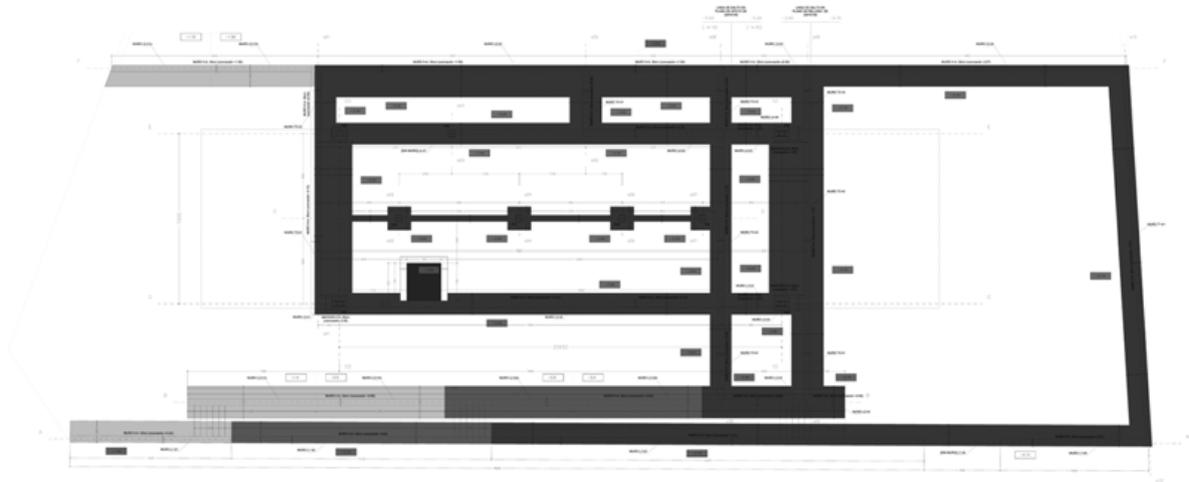
JAVIER GARCIA-SOLERA VERA - arquitecto

[Handwritten signature]

MAYO 2004 escala 1:50

colab. : LOLA PEREZ PAYA - ERNESTO MARTINEZ ARENAS - PILAR FRUCTUOSO VERA - arquitectos

Imagen 375: Planta de cimentaciones, toma de tierra y saneamiento.
 Estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:350



PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE EDIFICIO DE OFICINAS
 PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.

ESTRUCTURA

C/ BADAJOZ N.5A. PARTIDA ORGEGIA. 03015. ALICANTE

REPLANTEO GENERAL . CIMENTACION

Nº PLANO

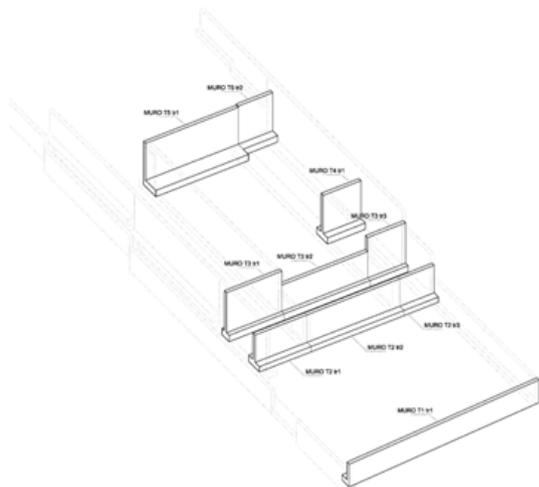
E. 2

JAVIER GARCIA-SOLERA VERA — arquitecto

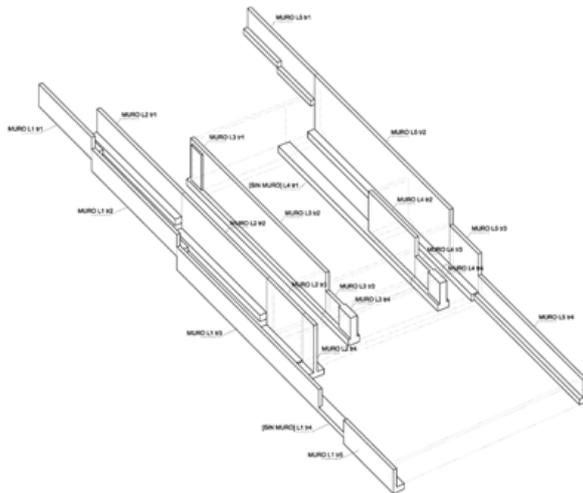
MAYO 2004 escala 1:50

colab. : LOLA PEREZ PAYA — ERNESTO MARTINEZ ARENAS — PILAR FRUCTUOSO VERA — arquitectos

Imagen 376: Replanteo General - Planta de cimentaciones.
 Estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:350



PERSPECTIVA ESQUEMATICA MUROS TRANSVERSALES



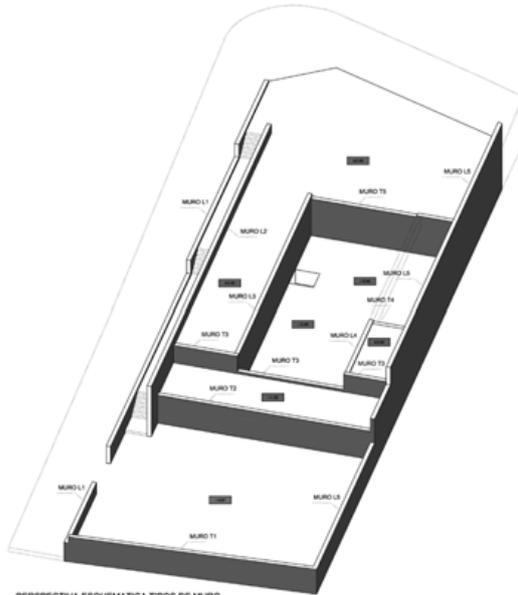
PERSPECTIVA ESQUEMATICA MURO LONGITUDINALES



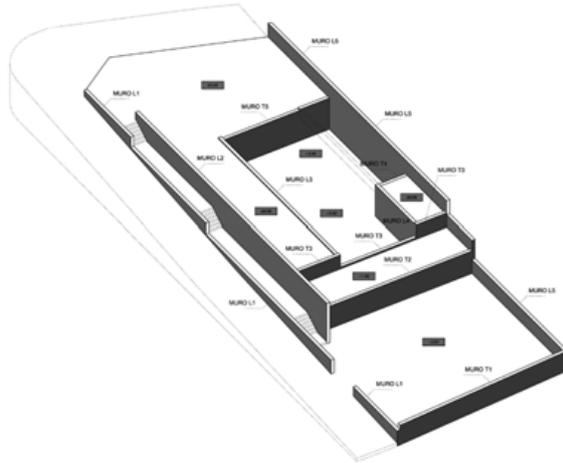
ESCALA GRÁFICA

PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE EDIFICIO DE OFICINAS PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.	
ESTRUCTURA	C/ BADAJOZ N.5A. PARTIDA ORGEGIA. 03015. ALICANTE
MUROS TRANSVERSALES . TIPOS . REPLANTEO + ESQUEMAS GENERALES DE MUROS	
JAVIER GARCIA-SOLERA VERA - arquitecto	N° PLANO E. 3
colab. : LOLA PEREZ PAYA - ERNESTO MARTINEZ ARENAS - PILAR FRUCTUOSO VERA - arquitectos	
MAYO 2004 escala 1:100	

Imagen 377: Muros.
Esquemas generales de muros estudio de Javier García-Solera.



PERSPECTIVA ESQUEMATICA TIPOS DE MURO



PERSPECTIVA ESQUEMATICA TIPOS DE MURO



ESCALA GRÁFICA

PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE EDIFICIO DE OFICINAS
 PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.

ESTRUCTURA

C/ BADAJOZ N.5A. PARTIDA ORGEGIA. 03015. ALICANTE

MUROS TRANSVERSALES . TIPOS . PLANTEO + ESQUEMAS GENERALES DE MUROS

Nº PLANO

E. 3

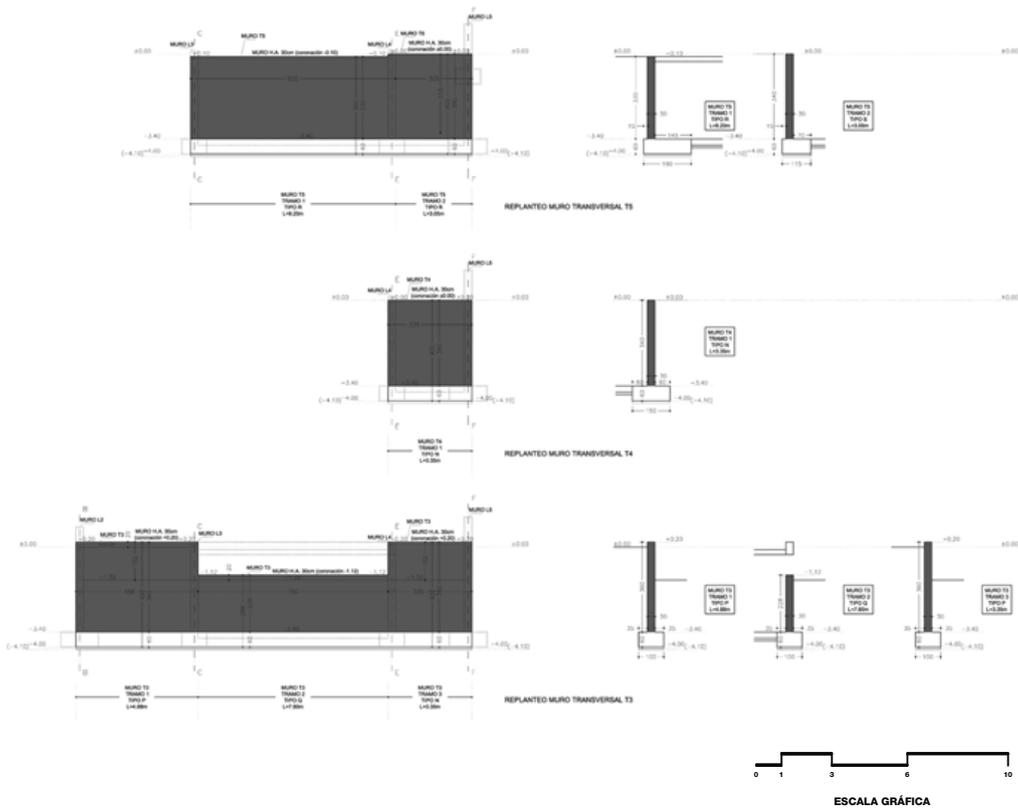
JAVIER GARCIA-SOLERA VERA - arquitecto

MAYO 2004

escala 1:100

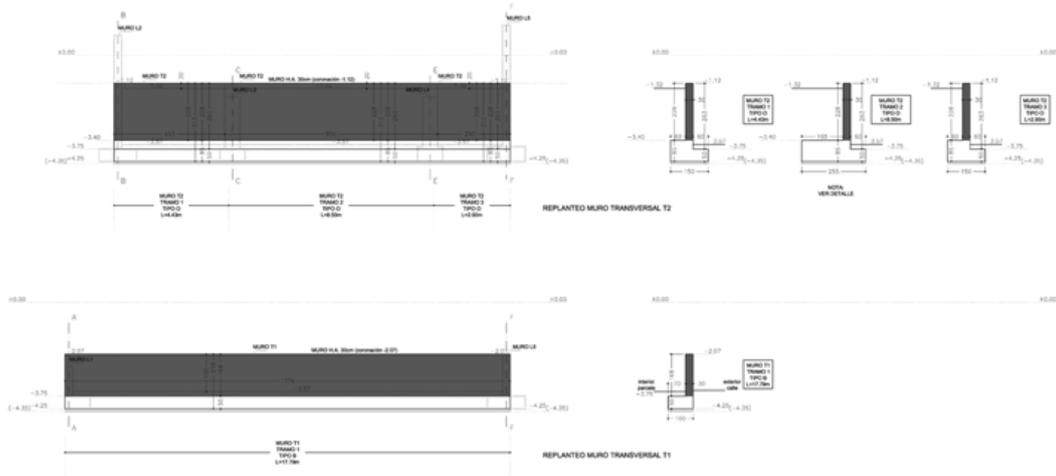
colab. : LOLA PEREZ PAYA - ERNESTO MARTINEZ ARENAS - PILAR FRUCTUOSO VERA - arquitectos

Imagen 378: Muros.
 Esquemas generales de muros estudio de Javier García-Solera.



PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE EDIFICIO DE OFICINAS PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.		C/ BADAJOZ N.5A. PARTIDA ORGEGIA. 03015. ALICANTE	
ESTRUCTURA		Muros transversales . TIPOS . REPLANTEO + ESQUEMAS GENERALES DE MUROS	
JAVIER GARCIA-SOLERA VERA - arquitecto		N° PLANO E. 3 MAYO 2004 escala 1:100	
colab. : LOLA PEREZ PAYA - ERNESTO MARTINEZ ARENAS - PILAR FRUCTUOSO VERA - arquitectos			

Imagen 379: Muros.
 Esquemas generales de muros transversales estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:300

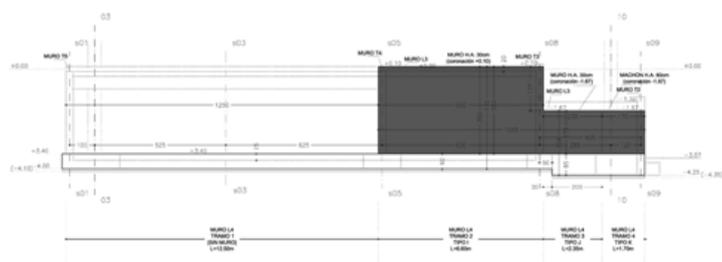
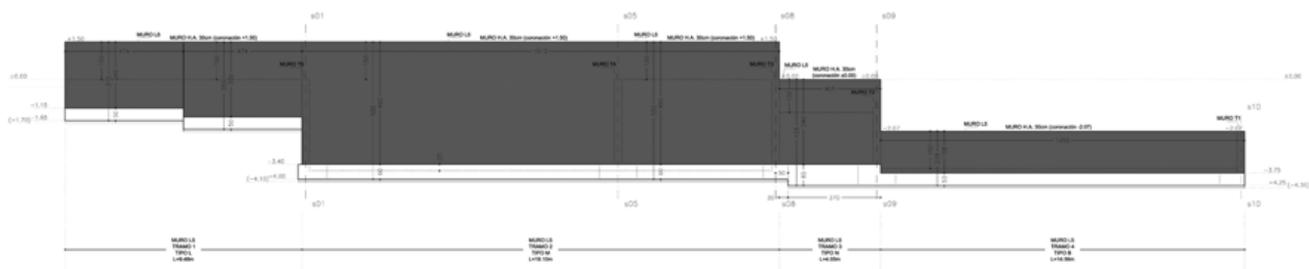


REPLANTEO Y DESCRIPCIÓN DE LOS MUROS LONGITUDINALES (cotas en cm)



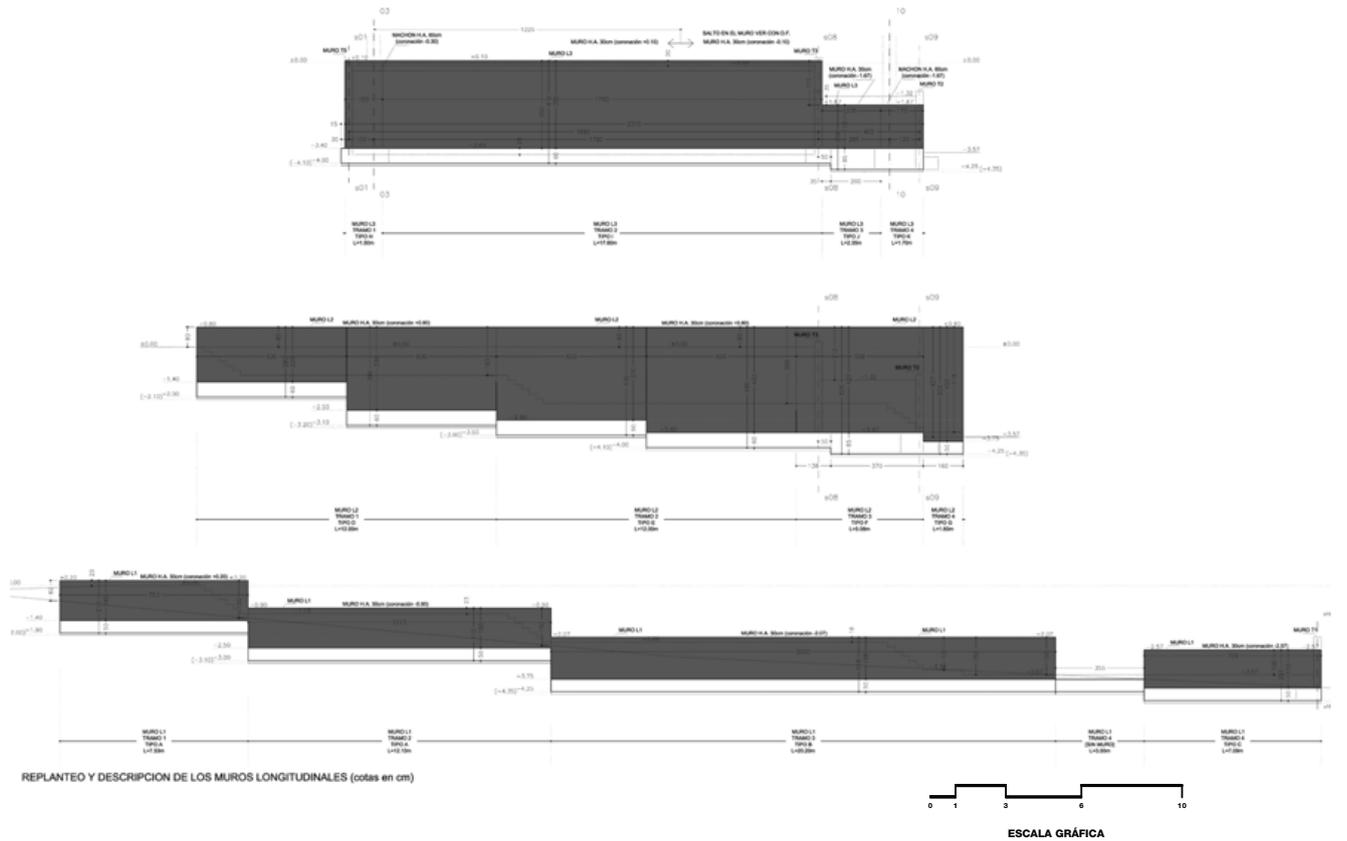
PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE EDIFICIO DE OFICINAS PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.		C/ BADAJOZ N.5A. PARTIDA ORGEGIA. 03015. ALICANTE	
ESTRUCTURA		N° PLANO	
MUROS TRANSVERSALES . TIPOS . REPLANTEO + ESQUEMAS GENERALES DE MUROS		E. 3	
JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA - arquitecto		MAYO 2004 escala 1:100	
colab. : LOLA PEREZ PAYA - ERNESTO MARTINEZ ARENAS - PILAR FRUCTUOSO VERA - arquitectos			

Imagen 380: Muros.
 Esquemas generales de muros transversales estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:300



PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE EDIFICIO DE OFICINAS PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.		C/ BADAJOZ N.SA. PARTIDA ORGEGIA. 03015. ALICANTE	
ESTRUCTURA		N° PLANO	
MUROS LONGITUDINALES . TIPOS . REPLANTEO		E. 4	
JAVIER GARCIA-SOLERA VERA - arquitecto		MAYO 2004 escala 1:100	
colab. : LOLA PEREZ PAYA - ERNESTO MARTINEZ ARENAS - PILAR FRUCTUOSO VERA - arquitectos			

Imagen 381: Muros.
 Esquemas generales de muros longitudinales estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:300



PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE EDIFICIO DE OFICINAS		C/ BADAJOZ N.5A. PARTIDA ORGEGIA. 03015. ALICANTE	
PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.			
ESTRUCTURA			
MUROS LONGITUDINALES . TIPOS . REPLANTEO		Nº PLANO	
JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA - arquitecto		E. 4	
colab. : LOLA PEREZ PAYA - ERNESTO MARTINEZ ARENAS - PILAR FRUCTUOSO VERA - arquitectos		MAYO 2004 escala 1:100	

Imagen 382: Muros.
Esquemas generales de muros longitudinales estudio de Javier García-Solera.
Escala: 1:300

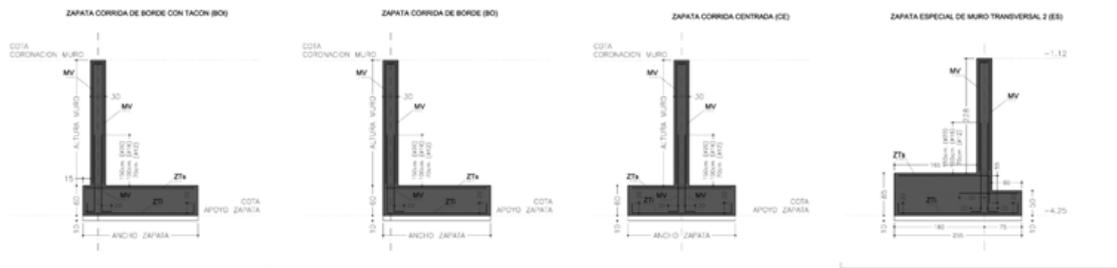
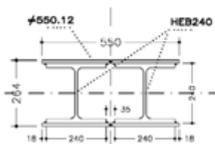


TABLA DE ARMADOS DE MUROS Y ZAPATAS CORRIDAS (cotas en cm)



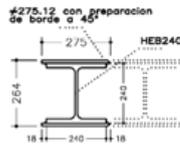
ESCALA GRÁFICA



A fabricar mediante dos mitades iguales de 1HEB240 + 2 chapas #275.12, con preparacion de borde a 45° para cordon continuo de soldadura completa

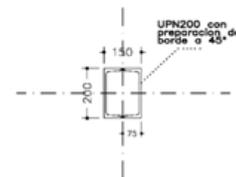
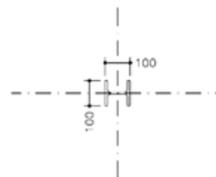
2HEB240 + 2 chapas #550.12

TIPO I



HEB100

TIPO II



A fabricar mediante dos UPN200 con preparacion de borde a 45° para cordon continuo de soldadura completa

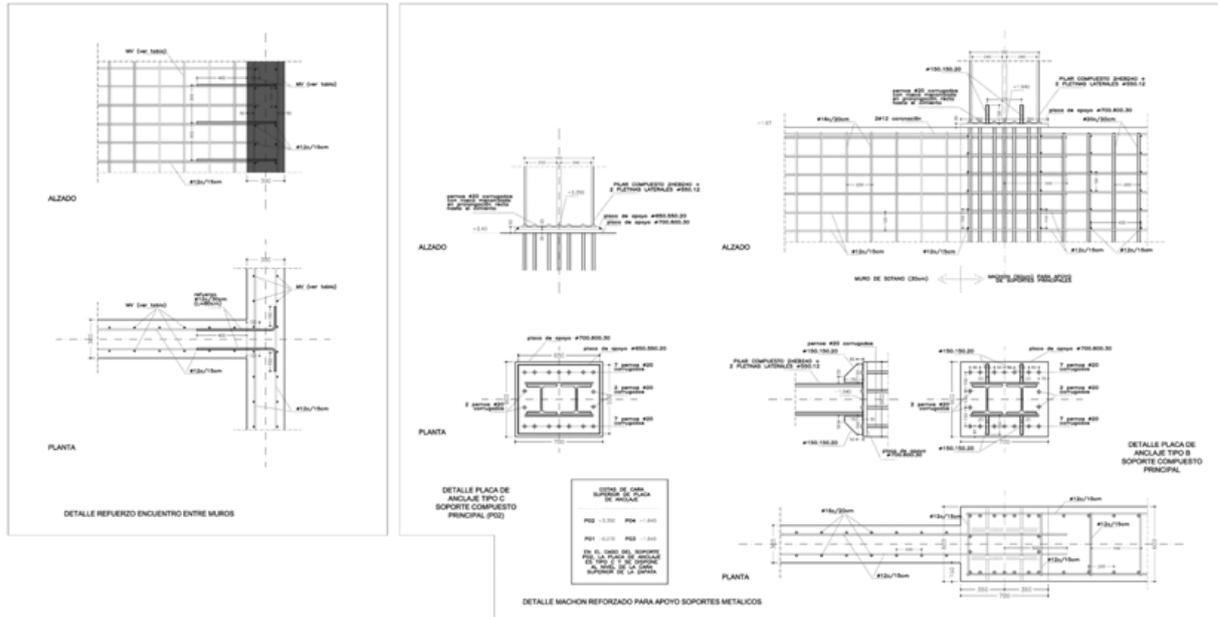
2UPN200

TIPO III

CUADRO DE PILARES

PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE EDIFICIO DE OFICINAS	
PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.	
ESTRUCTURA	C/ BADAJOZ N.SA. PARTIDA ORGEGIA. 03015. ALICANTE
TABLA DE ARMADO DE MUROS Y ZAPATAS . DETALLES CIMENTACION	N° PLANO
JAVIER GARCIA-SOLERA VERA - arquitecto	E. 5
colab. : LOLA PEREZ PAYA - ERNESTO MARTINEZ ARENAS - PILAR FRUCTUOSO VERA - arquitectos	MAYO 2004 escala 1:20

Imagen 383: Armado de Muros y Zapatas. Detalles de cimentación estudio de Javier García-Solera. Escala: 1:300 - 1:30



PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE EDIFICIO DE OFICINAS
 PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.

ESTRUCTURA

C/ BADAJOZ N.5A. PARTIDA ORGEGIA. 03015. ALICANTE

TABLA DE ARMADO DE MUROS Y ZAPATAS . DETALLES CIMENTACION

N° PLANO

E. 5

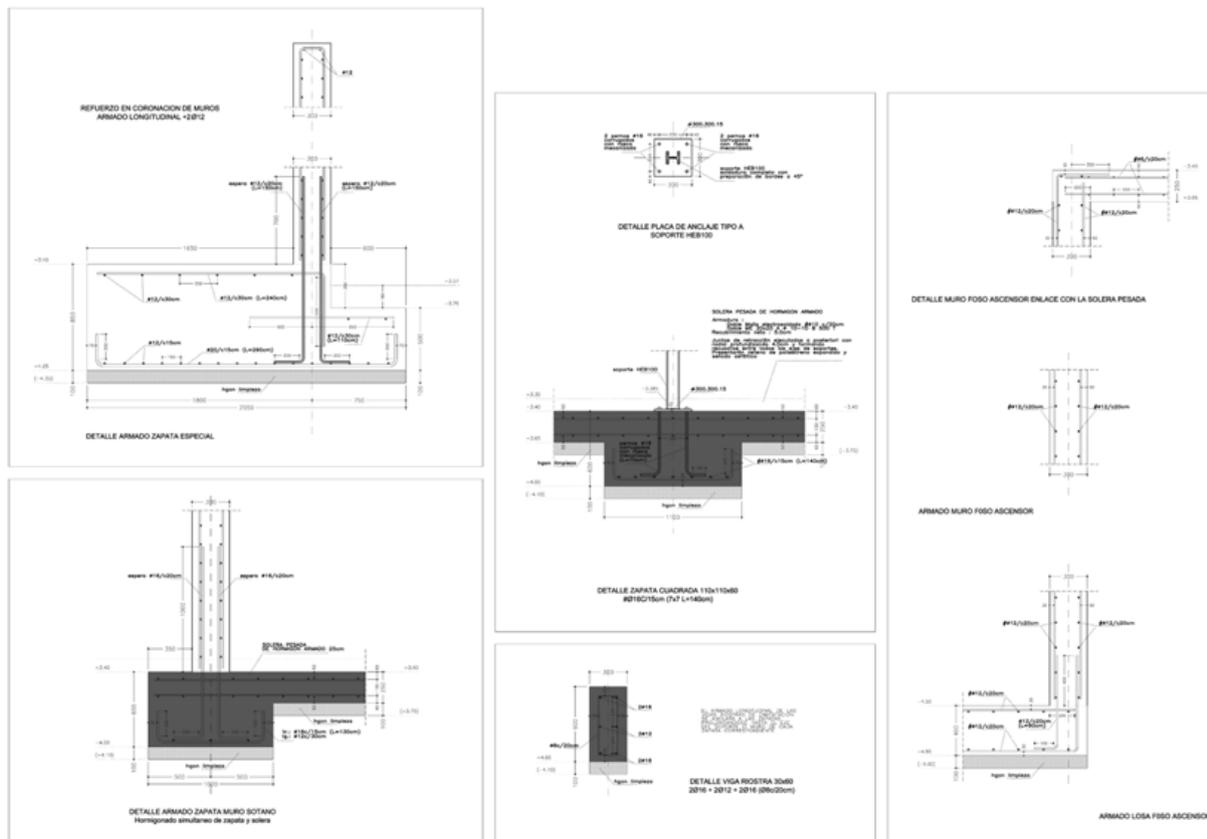
JAVIER GARCIA-SOLERA VERA - arquitecto

[Handwritten signature]

MAYO 2004 escala 1:20

colab. : LOLA PEREZ PAYA - ERNESTO MARTINEZ ARENAS - PILAR FRUCTUOSO VERA - arquitectos

Imagen 384: Armado de Muros y Zapatas.
 Detalles de cimentación estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:60



PLACAS DE ANCLAJE . RIOSTRAS . DETALLES

PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE EDIFICIO DE OFICINAS
 PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.

ESTRUCTURA

C/ BADAJOZ N.SA. PARTIDA ORGEGIA. 03015. ALICANTE

TABLA DE ARMADO DE MUROS Y ZAPATAS . DETALLES CIMENTACION

N° PLANO

E. 5

JAVIER GARCIA-SOLERA VERA - arquitecto

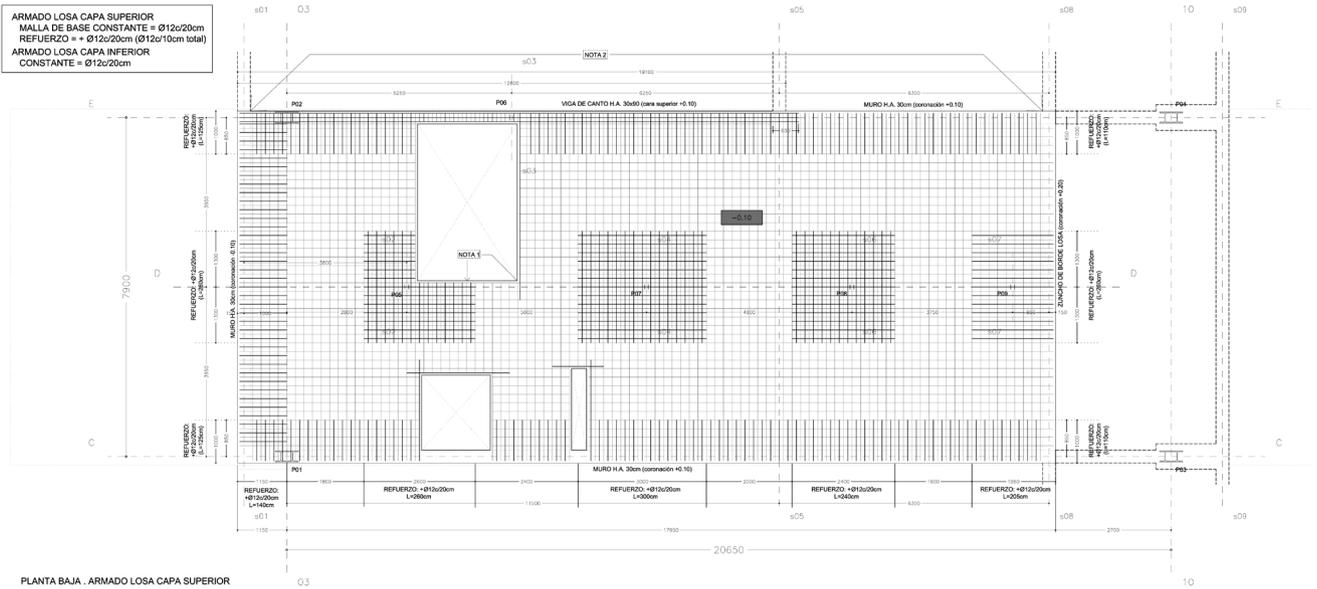
[Handwritten signature]

MAYO 2004 escala 1:20

colab. : LOLA PEREZ PAYA - ERNESTO MARTINEZ ARENAS - PILAR FRUCTUOSO VERA - arquitectos

Imagen 385: Armado de Muros y Zapatas.
 Detalles de cimentación estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:60

ARMADO LOSA CAPA SUPERIOR
 MALLA DE BASE CONSTANTE = Ø12x20cm
 REFUERZO = + Ø12x20cm (Ø12x10cm total)
 ARMADO LOSA CAPA INFERIOR
 CONSTANTE = Ø12x20cm



PLANTA BAJA - ARMADO LOSA CAPA SUPERIOR

PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE EDIFICIO DE OFICINAS

PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.

ESTRUCTURA

C/ BADAJOZ N.5A. PARTIDA ORGEGIA. 03015. ALICANTE

PLANTA BAJA . REPLANTEO . ARMADO . DETALLES

Nº PLANO

E. 6

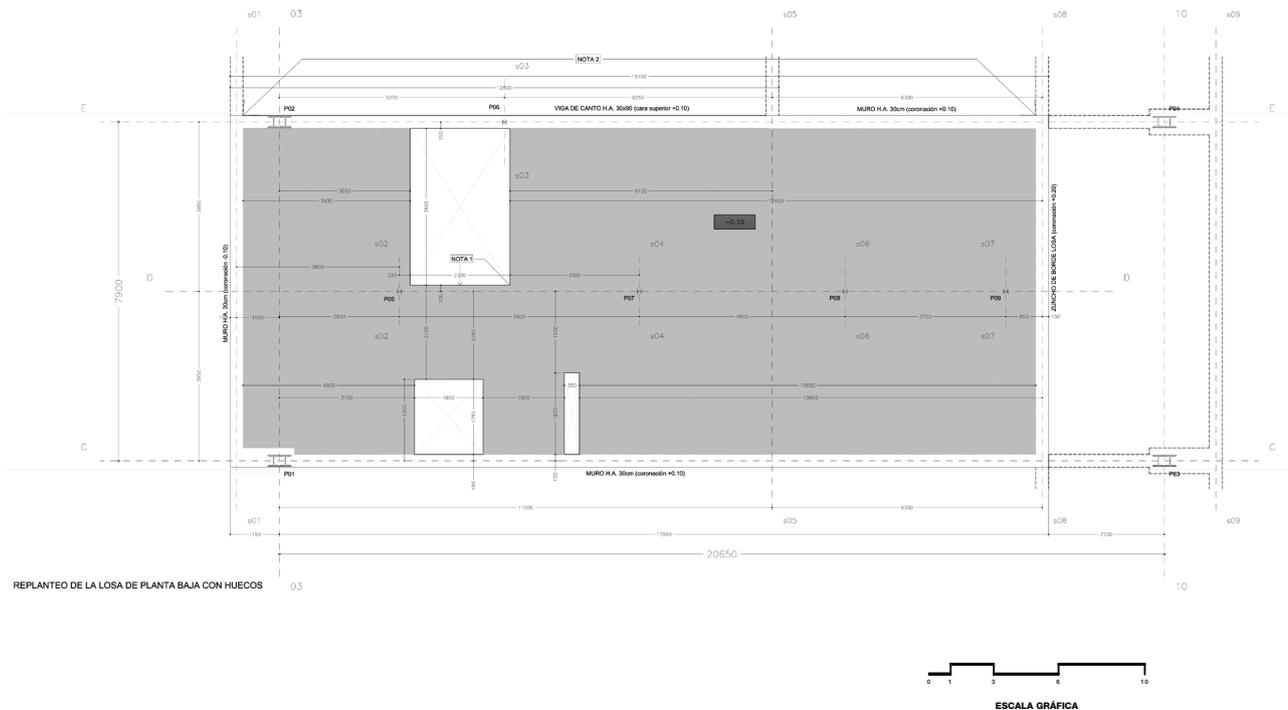
JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA — arquitecto

[Handwritten signature]

MAYO 2004 escala 1:50

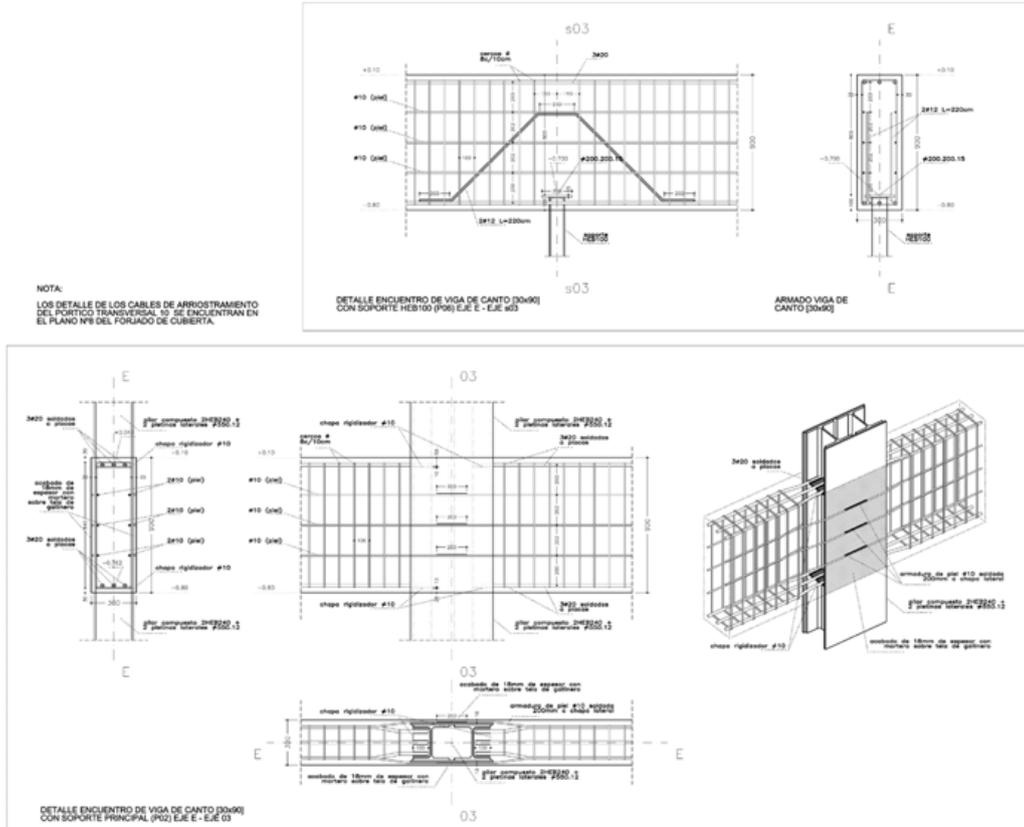
colab. : LOLA PEREZ PAYA — ERNESTO MARTINEZ ARENAS — PILAR FRUCTUOSO VERA — arquitectos

Imagen 386: Armado de losas de sótano y plata baja.
 Detalles de Losas estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:350



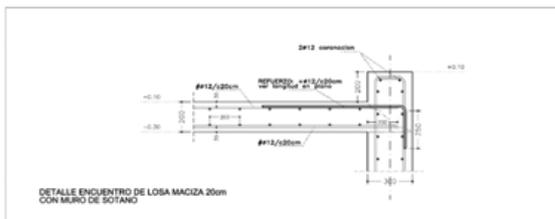
PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE EDIFICIO DE OFICINAS		C/ BADAJOZ N.SA. PARTIDA ORGEGIA. 03015. ALICANTE	
PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.			
ESTRUCTURA			
PLANTA BAJA . REPLANTEO . ARMADO . DETALLES		N° PLANO	
JAVIER GARCIA-SOLERA VERA - arquitecto		E. 6	
colab. : LOLA PEREZ PAYA - ERNESTO MARTINEZ ARENAS - PILAR FRUCTUOSO VERA - arquitectos		MAYO 2004 escala 1:350	

Imagen 387: Armado de losas de sótano y planta baja.
 Detalles de Losas estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:350

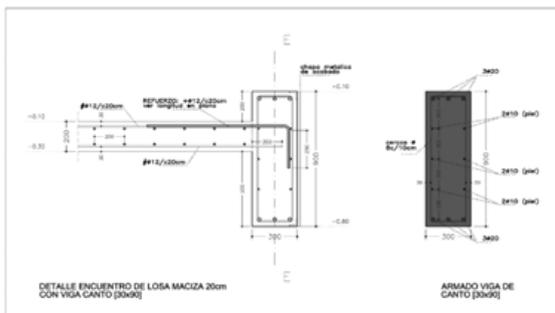
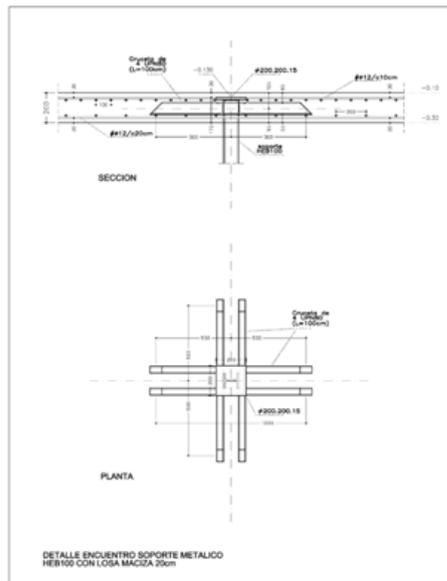
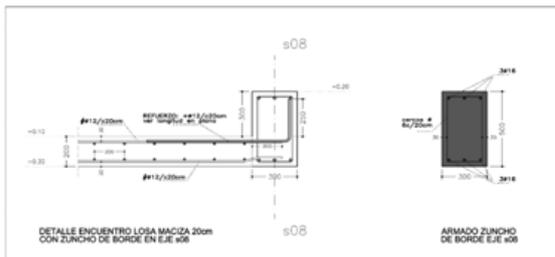


PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE EDIFICIO DE OFICINAS PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.		C/ BADAJOZ N.5A. PARTIDA ORGEGIA. 03015. ALICANTE	
ESTRUCTURA		N° PLANO	
PLANTA BAJA . REPLANTEO . ARMADO . DETALLES		E. 6	
JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA — arquitecto		MAYO 2004 escala 1:50	
calab. : LOLA PEREZ PAYA — ERNESTO MARTINEZ ARENAS — PILAR FRUCTUOSO VERA — arquitectos			

Imagen 388: Armado de losas de sótano y plata baja. Detalles de armaduras de Javier García-Solera.



NOTA1: ANGULARES 50X50 EMPOTRADOS EN CANTO SUP/INF DE FORJADO
 NOTA2: ANGULAR 50X50 Y PLETINA 80X50 EMPOTRADOS EN CANTO SUP/INF DE FORJADO
 NOTA3: PASOS BAJANTES. VER CON D.F.



PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE EDIFICIO DE OFICINAS
 PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.

ESTRUCTURA

C/ BADAJOZ N.SA. PARTIDA ORGEGIA. 03015. ALICANTE

PLANTA BAJA . REPLANTEO . ARMADO . DETALLES

Nº PLANO

E. 6

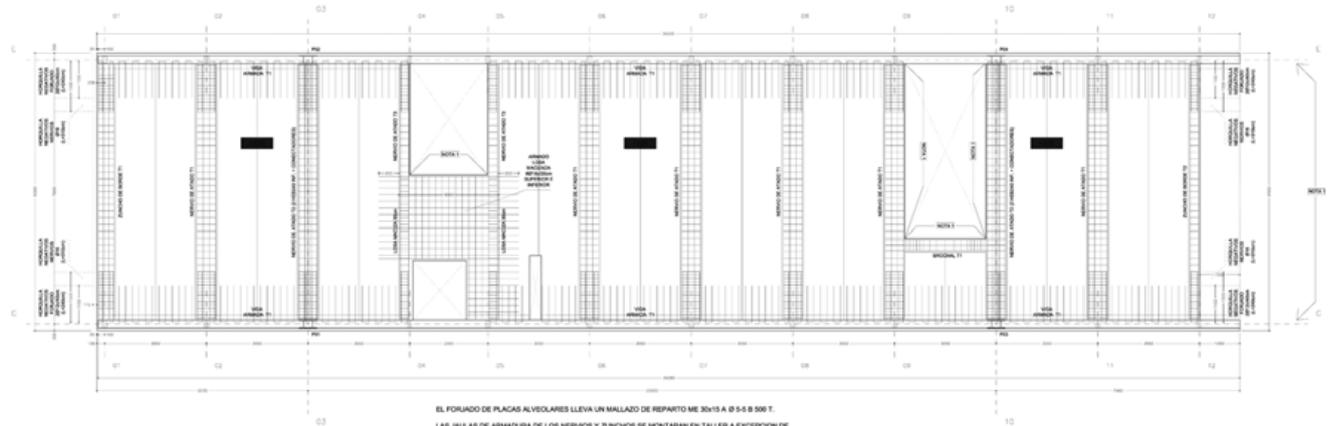
JAVIER GARCIA-SOLERA VERA - arquitecto

[Handwritten signature]

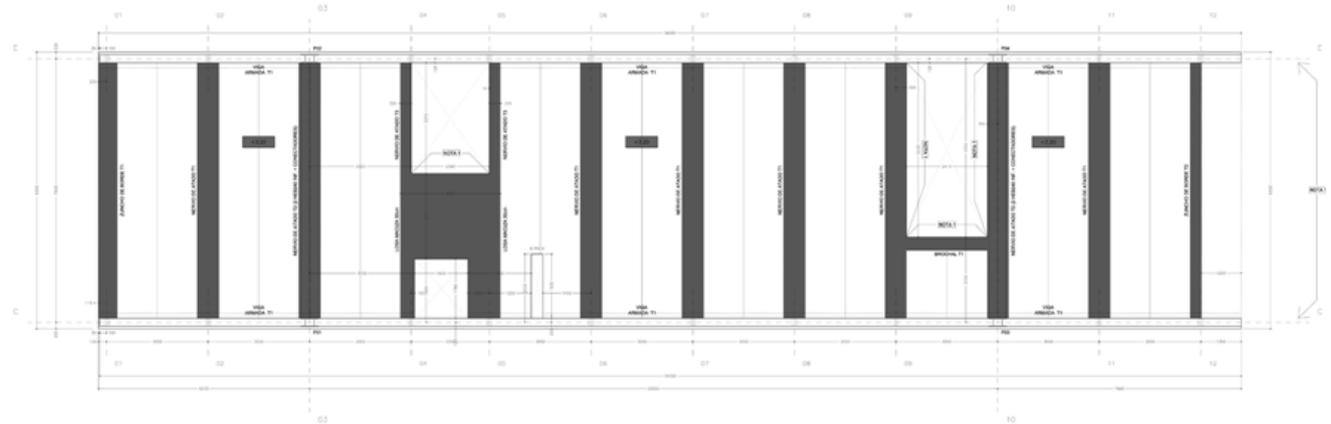
MAYO 2004 escala 1:50

colab. : LOLA PEREZ PAYA - ERNESTO MARTINEZ ARENAS - PILAR FRUCTUOSO VERA - arquitectos

Imagen 389: Armado de losas de sótano y plata baja.
 Detalles de armaduras de Javier García-Solera.



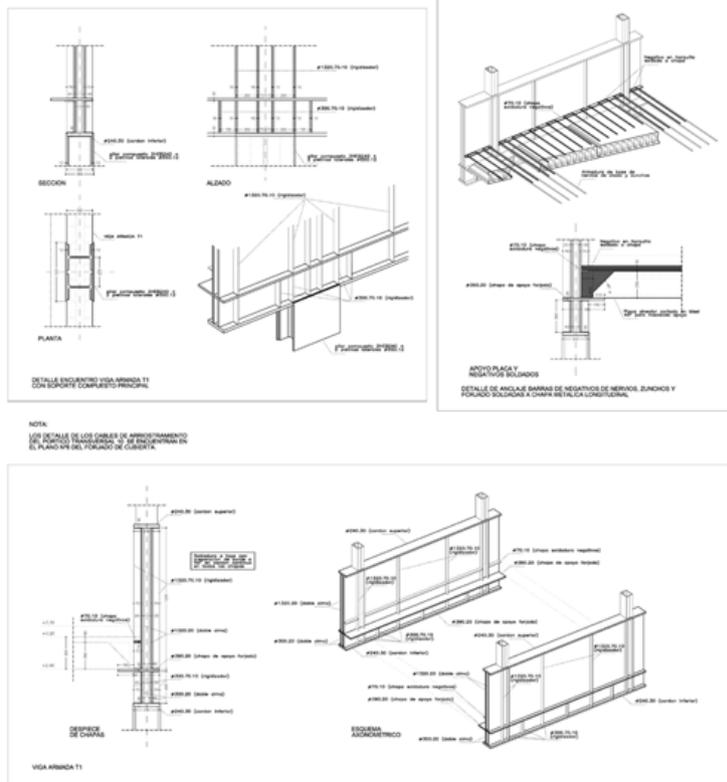
PLANTA PRIMERA - ARMADO



REPLANTEO DE LA PLANTA PRIMERA CON HUECOS

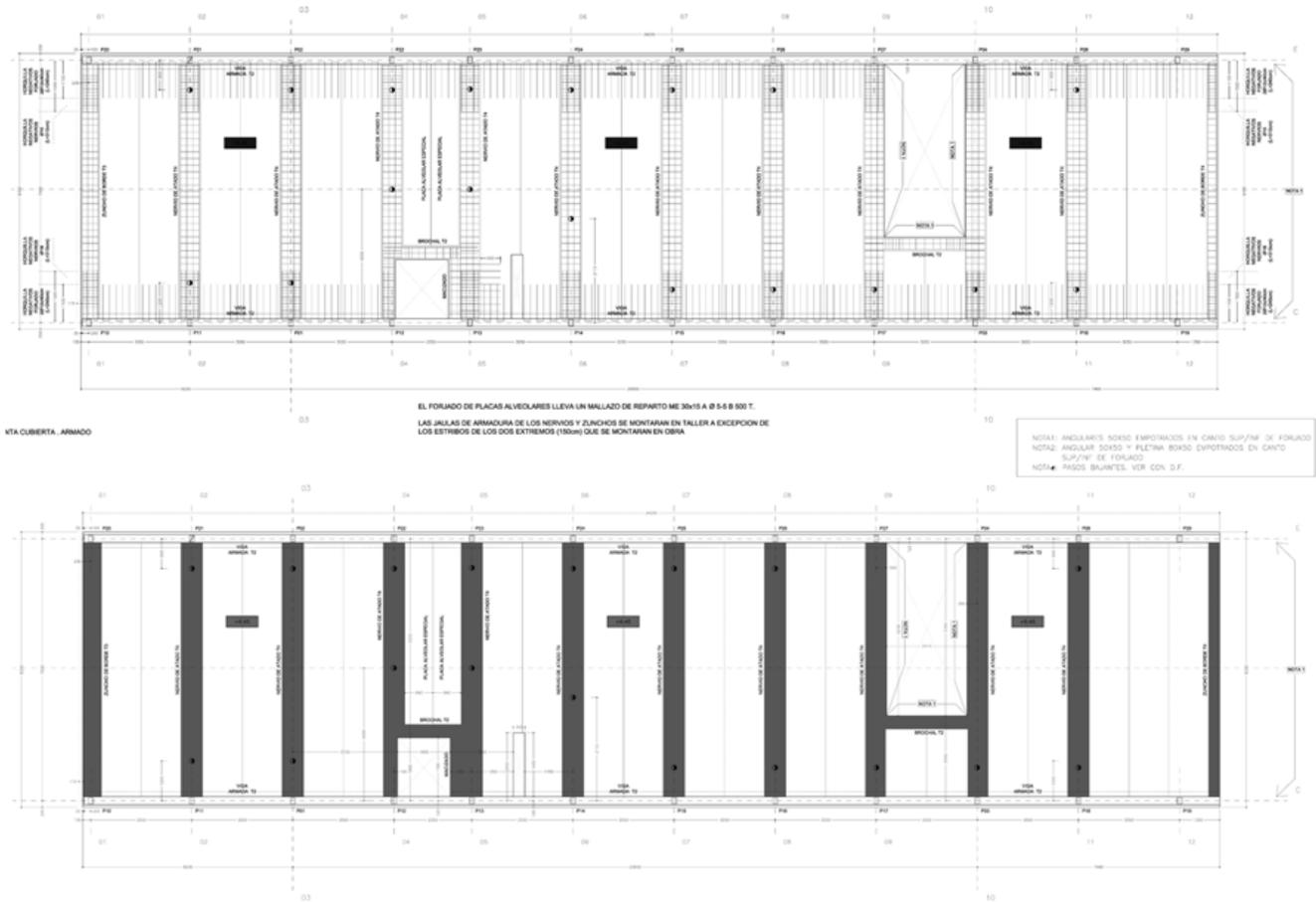
PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE EDIFICIO DE OFICINAS PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.		C/ BADAJOZ N.5A. PARTIDA ORGEGIA. 03015. ALICANTE	
ESTRUCTURA		N° PLANO	
PLANTA PRIMERA . REPLANTEO . ARMADO . DETALLES		E. 7	
JAVIER GARCIA-SOLERA VERA - arquitecto		MAYO 2004 escala 1:50	
colab. : LOLA PEREZ PAYA - ERNESTO MARTINEZ ARENAS - PILAR FRUCTUOSO VERA - arquitectos			

Imagen 390: Armado de losa de planta alta.
 Detalles de armaduras de Javier García-Solera.
 Escala: 1:450



PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE EDIFICIO DE OFICINAS
 PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.
 ESTRUCTURA
 PLANTA PRIMERA . REPLANTEO . ARMADO . DETALLES
 N° PLANO **E. 7**
 JAVIER GARCIA-SOLERA VERA - arquitecto
 colob. : LOLA PEREZ PAYA - ERNESTO MARTINEZ ARENAS - PILAR FRUCTUOSO VERA - arquitectos
 C/ BADAJOZ N.5A. PARTIDA ORGEGIA. 03015. ALICANTE
 MAYO 2004 escala 1:50

Imagen 391: Armado de losa de planta alta. Detalles de armaduras de Javier García-Solera.



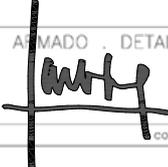
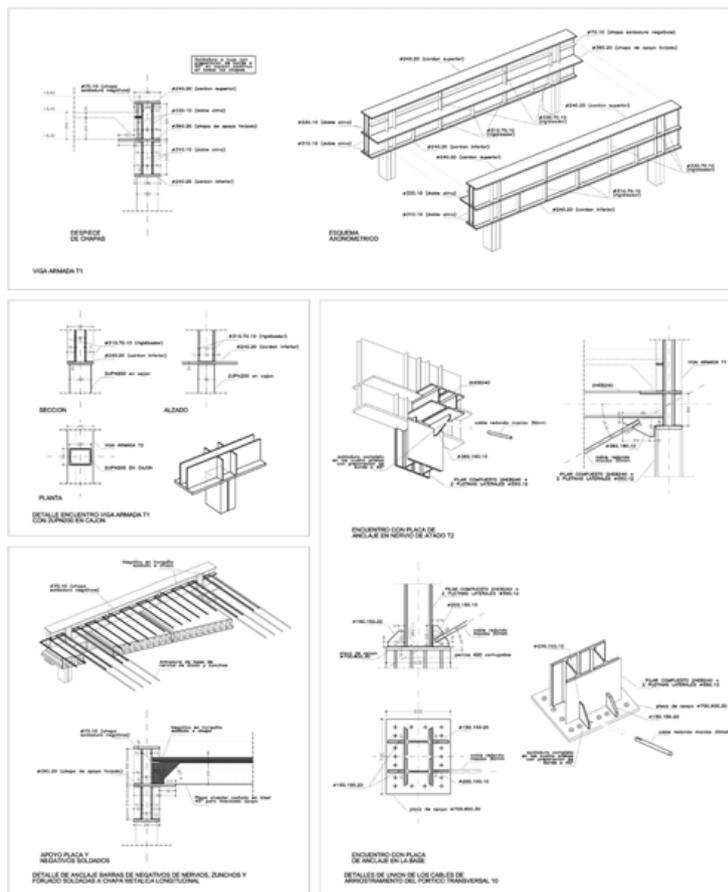
PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE EDIFICIO DE OFICINAS PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.		C/ BADAJOZ N.5A, PARTIDA ORGEGIA, 03015. ALICANTE	
ESTRUCTURA		N° PLANO	
PLANTA CUBIERTA . REPLANTEO . ARMADO . DETALLES (+ DETALLES CABLES PORTICO 10)		E. 8	
JAVIER GARCIA-SOLERA VERA - arquitecto		MAYO 2004 escala 1:50	
		colab. : LOLA PEREZ PAYA - ERNESTO MARTINEZ ARENAS - PILAR FRUCTUOSO VERA - arquitectos	

Imagen 392: Armado de losa de cubierta.
 Detalles de armaduras de Javier García-Solera.
 Escala 1:450



PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE EDIFICIO DE OFICINAS
 PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.

ESTRUCTURA

C/ BADAJOZ N.5A. PARTIDA ORGEGIA. 03015. ALICANTE

PLANTA CUBIERTA . REPLANTEO . ARMADO . DETALLES (+ DETALLES CABLES PORTICO 10)

Nº PLANO

E. 8

JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA – arquitecto

[Handwritten signature]

MAYO 2004 escala 1:50

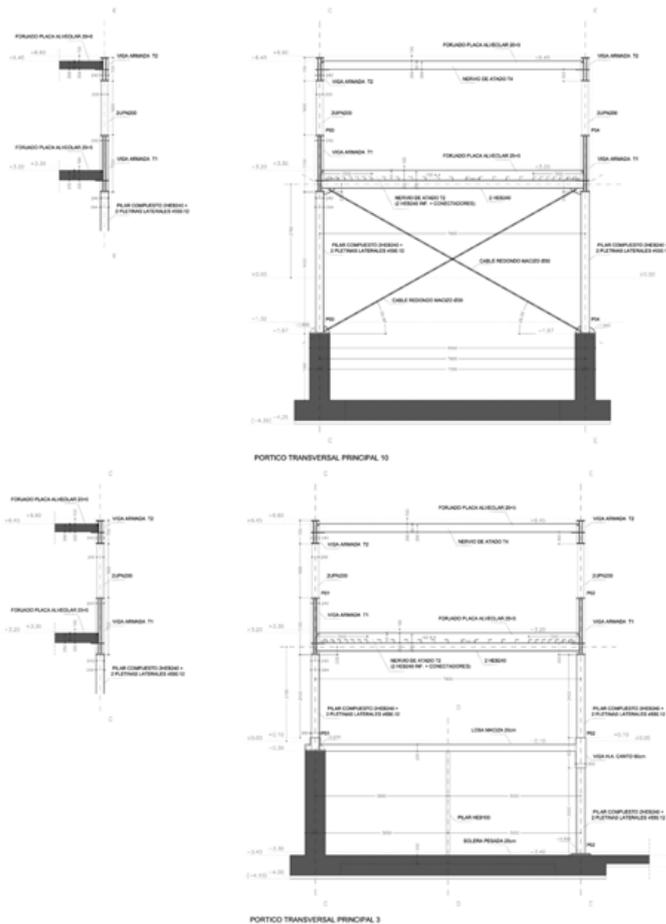
colab. : LOLA PEREZ PAYA – ERNESTO MARTINEZ ARENAS – PILAR FRUCTUOSO VERA – arquitectos

Imagen 393: Armado de losa de cubierta.
 Detalles de armaduras de Javier García-Solera.



PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE EDIFICIO DE OFICINAS PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.		C/ BADAJOZ N.5A. PARTIDA ORGEGIA. 03015. ALICANTE	
ESTRUCTURA		N° PLANO	
PORTICOS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES PRINCIPALES		<b style="font-size: 2em;">E. 9	
JAVIER GARCIA-SOLERA VERA — arquitecto		MAYO 2004 escala 1:50	
colab. : LOLA PEREZ PAYA — ERNESTO MARTINEZ ARENAS — PILAR FRUCTUOSO VERA — arquitectos			

Imagen 394: Pórticos longitudinales. Detalles de armaduras de Javier García-Solera. Escala 1:450



PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE EDIFICIO DE OFICINAS PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.		C/ BADAJOZ N.5A. PARTIDA ORGEGIA. 03015. ALICANTE	
ESTRUCTURA		N° PLANO	
PORTICOS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES PRINCIPALES		E. 9	
JAVIER GARCIA-SOLERA VERA - arquitecto		MAYO 2004 escala 1:50	
colab. : LOLA PEREZ PAYA - ERNESTO MARTINEZ ARENAS - PILAR FRUCTUOSO VERA - arquitectos			

Imagen 395: Armado de losa de cubierta.
 Detalles de armaduras de Javier García-Solera.
 Escala 1:450

Para la solución de la cimentación se cuenta con un terreno cuyo desnivel permite resolver simultáneamente la estructura de cimentación y el espacio destinado al sótano, que hasta una profundidad de 8,00 m está compuesto por arenas cementadas, de tipo granular y de naturaleza rocosa, sin presencia de nivel freático en la profundidad estudiada, proporcionando una capacidad portante de 2,10 kgf/cm², y con un contenido de sulfatos que no resulta agresivo para el hormigón de la estructura enterrada.

La cimentación se resuelve mediante zapatas aisladas bajo los pilares y zapatas corridas bajo los muros adecuadamente arriostradas con losa continua del mismo material a nivel de planta baja. La parte de la edificación que está más enterrada se vale de muros de contención que absorban los empujes de tierras, y dichos muros están siempre coronados por la losa de planta baja.

Por lo tanto, la estructura de cimentación unifica la base para la estructura y para los muros de contención, aprovechando el desnivel del terreno, se planifica un espacio utilitario a nivel de sótano, es así que a pesar de poder resolverse con un sistema de cimentación diferente para el edificio enterrado y otro sistema para la zona que está más superficial, se opta por otorgar a la estructura de cimentación un comportamiento unitario, a través de la gran rigidez que tienen sus componentes y el monolitismo.

De esta forma la estructura superior que se apoya en solamente cuatro puntos, es recibida por una estructura lo suficientemente rígida, que disminuya cualquier efecto local de concentración de esfuerzos y los distribuya uniformemente hasta depositarlos en el terreno.



Imagen 396: Construcción de la estructura.
Imagen cortesía de Javier García-Solera.



Imagen 397: Construcción de la estructura.
Imagen cortesía de Javier García-Solera.

4.4.1.7.2 Envoltentes y cerramientos:

Es obvia la importancia que tienen los cierres en la configuración estética y expresiva de un proyecto, donde los ejes extremos de la estructura por lo general se constituyen en los ejes donde se resuelven los cerramientos envolventes del espacio, en este caso se materializan como muros que perfilan la silueta geométrica marcada por los dos grandes vuelos a cada lado del núcleo central.

Los muros longitudinales no son completamente herméticos, en planta baja dejan aproximadamente un tercio del tramo entre pilares libre, mientras que en planta alta se disponen ventanas en una longitud cercana a la mitad de la distancia entre pilares, las zonas cubiertas de los muros utilizan un sistema de tubos cajón de 30x30x1.5 mm de aluminio anodizado, sujeto por una subestructura de acero galvanizado y varilla roscada, los tubos se colocan verticalmente con sistema de regulación y aplomado.

Los ejes transversales por su lado tienen un carácter más permeable, por lo que su tratamiento requiere la utilización de carpinterías de aluminio con doble vidrio y cámara, protegidos por sistemas de celosías de perfiles tubulares de aluminio anodizado, los que permiten controlar y regular el acceso de luz y calor por insolación directa.



Imagen 398: Sistema de recubrimiento en base a tubería de aluminio anodizada.

Imagen cortesía de Javier García-Solera.



Imagen 399: Sistema de recubrimiento en base a tubería de aluminio anodizada.

Imagen cortesía de Javier García-Solera.

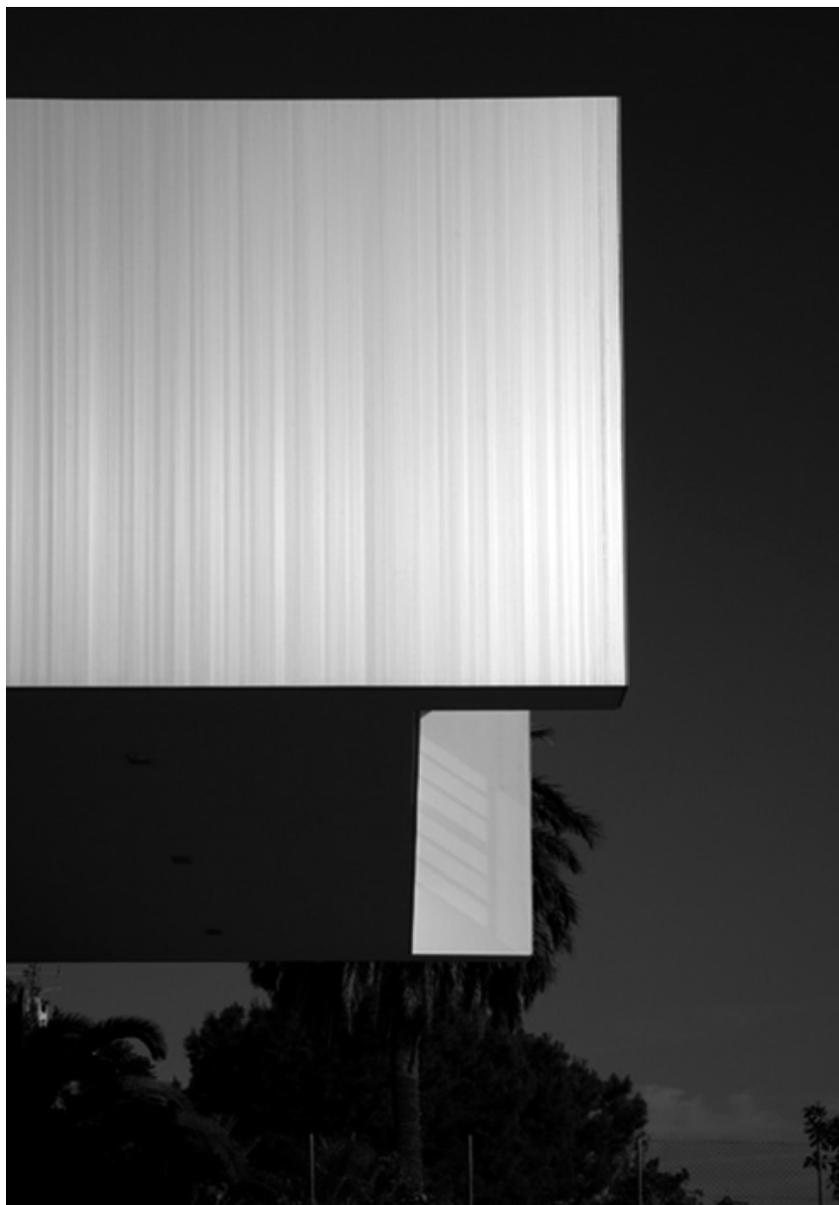


Imagen 400: Sistema de recubrimiento en base a tubería de aluminio anodizada.
Imagen cortesía de Javier García-Solera.

4.4.1.7.3 Cubiertas:

Para la cubierta, se utiliza nuevamente el sistema de losa en base a placas alveolares de hormigón armado pretensado, prefabricadas de 20,00 cm de peralte, sobre la que se funde una chapa de compresión de 5,00 cm de hormigón, sobre esta se tiende una lámina impermeabilizante de PVC de 1,2 mm de espesor, que a su vez se recubre con sándwich de aislante rígido de poliestireno extruido de 60 mm entre membranas de geotextil de polipropileno de 200 gr/m², para finalmente recubrirla con lastre de grava.

La cubierta, a pesar de su estructura, se planifica únicamente para soportar cargas de mantenimiento y limpieza, funcionando más como parte del sistema de arriostramiento de los dos grandes pórticos longitudinales; de este modo, aunque las cubiertas son planas, se logran resolver de tal manera que se garantiza su impermeabilidad, a la vez que alcanza un nivel adecuado de aislamiento acústico.



Imagen 401: Vista exterior, cubierta no accesible en primera planta alta. Imagen cortesía de Javier García-Solera.

4.4.1.7.4 Divisiones interiores:

Funcionalmente el proyecto es poco compartimentado, y en su mayoría las tabiquerías interiores responden a la retícula estructural; la compartimentación se ejecuta mediante tabiques autoportantes de cartón yeso y mamparas de carpintería en base a marcos perimetrales de aluminio anodizado y acristalamiento de cámara y doble hoja de 6mm de vidrio.



Imagen 402: Interior planta baja. Imagen cortesía de Javier García-Solera.



Imagen 403: Interior planta baja. Imagen cortesía de Javier García-Solera.

4.4.1.7.5 Escaleras:

En este proyecto se resuelven dos tipologías de escaleras, una de hormigón armado que comunica el sótano con la planta baja; y otra escalera metálica que comunica la planta baja con la planta primera.

La escalera de hormigón armado se soluciona mediante una losa maciza de espesor constante de 15,00 cm, trabajando en volado, de forma tal que el tramo inferior sirve de puntal, y el tramo superior de tirante, dejando el descansillo en volado.

Esta tipología de escaleras no requiere de un apoyo en el extremo del descansillo, lo que facilita la ejecución de la losa de la escalera. Es de fundamental importancia asegurar la rigidez torsional del conjunto, la misma que se obtiene a través de la losa maciza de 15cm, y el anclaje adecuado en los arranques de las huellas.

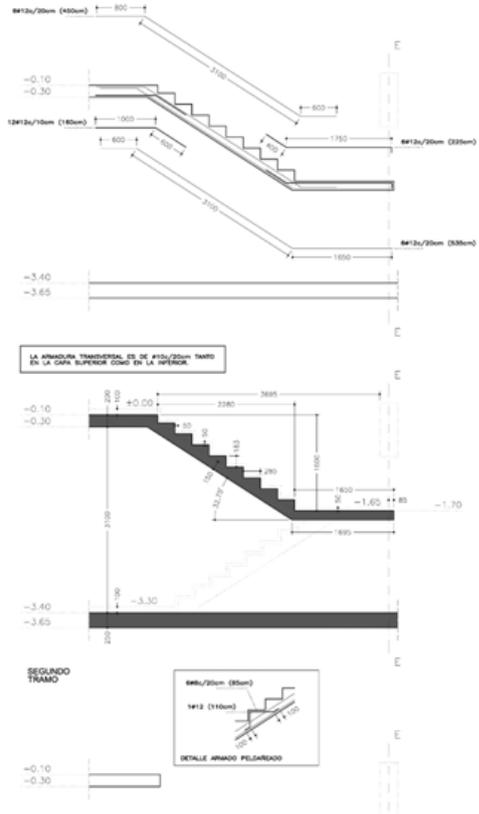
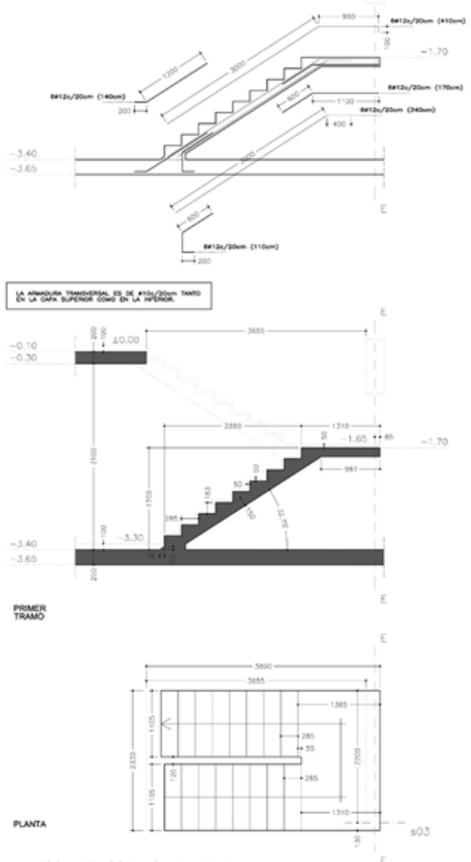
La escalera metálica se vale de una plancha de acero de 10 mm, recubierta por un tablero de madera de roble de 30mm, conformando una estructura sumamente ligera, este si requiere de anclaje extremo en el descansillo dentro del doble muro de ladrillo perforado.



Imagen 404: Escalera metálica recubierta con madera.
https://www.via-arquitectura.net/05_prem/018/12-018.jpg



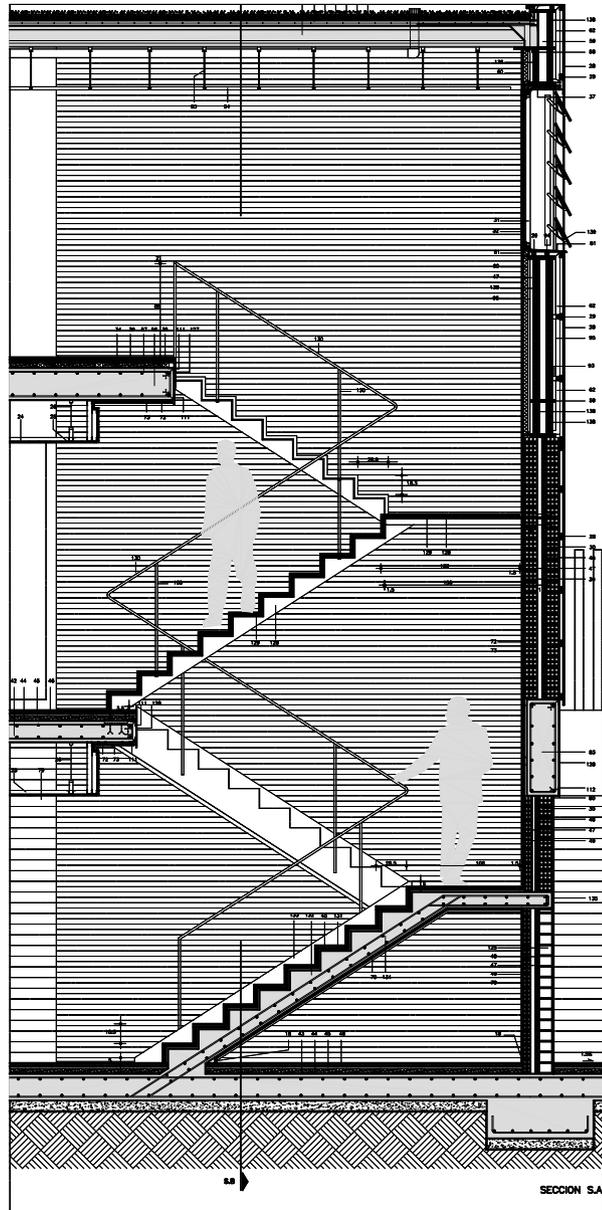
Imagen 405: Escaleras interiores.
<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/18/0c/7a/180c7a998066b0630c9a48060f45dd32--detail-architecture-stairs-architecture.jpg>



ESCALERA SOTANO - PLANTA BAJA

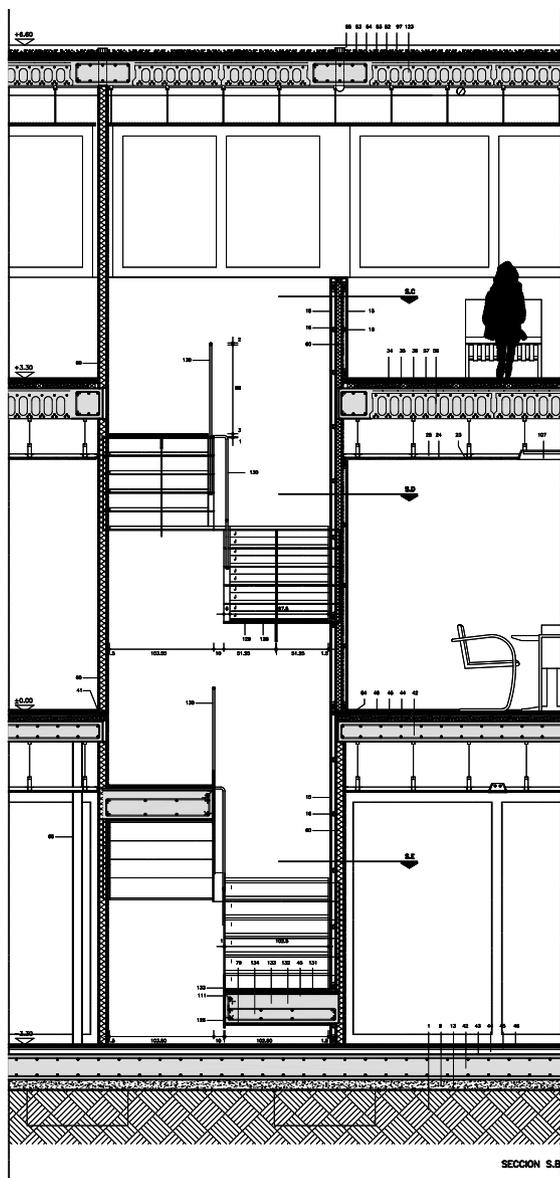
PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE EDIFICIO DE OFICINAS PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.		C/ BADAJOZ N.5A. PARTIDA ORGEGIA. 03015. ALICANTE	
ESTRUCTURA		Nº PLANO	
PLANTA BAJA . REPLANTEO . ARMADO . DETALLES		E. 6	
JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA – arquitecto		MAYO 2004 escala 1:50	
colab. : LOLA PEREZ PAYA – ERNESTO MARTINEZ ARENAS – PILAR FRUCTUOSO VERA – arquitectos			

Imagen 406: Estructura de escaleras de hormigón armado. Detalles de escaleras de Javier García-Solera.



- 5 PAVIMENTO BALDOSA HIDRAULICA ANTIDESLIZANTE
- 6 CAPA DE GRAVAS BLANCAS 7 CM
- 7 FERRA IV HPVOT COMPACTADA
- 8 PLANIZACION DE CEMENTO
- 9 HORMIGON DE LIBRETA H=25 10 CM
- 10 ZAPATA DE HORMIGON H=25, DIMENSION Y ARMADO SEGUN PLANOS
- 11 MURO DE HORMIGON H=25 30 CM, ARMADO SEGUN PLANOS
- 12 JUNTA ESTANCA BENTONITA-SODIC
- 13 LAMINA IMPERMEABILIZANTE DE POLIETILENO
- 14 CHAPADO DE GRES 20X20 CM
- 15 EMPUJONADO DE TABLERO DE DM 20MM ACABADO MADERA BOU
- 16 RASTREL DE MADERA DE PINO
- 17 PLAR ACERO HEB-260 + PLATERIA 20 MMS-260
- 18 RODAPIE ENGRASADO DE MARBOL THASSOS 10 MMS
- 19 FALSO TECHO DE PLANCHAS DE ESCOLERA LISA + PINTURA PLASTICA LISA
- 20 FALSO TECHO ESCALATORIA REESTRUCTURABLE 60X60 CMS + PINTURA PLASTICA LISA
- 21 LUMINARIA DOWNLIGHT
- 22 PERFIL PERMETAL U DE ACERO GALVANIZADO
- 23 RASTREL DE ACERO GALVANIZADO
- 24 PANEL DE FALSO TECHO DE CARTON YESO
- 25 RASTREL DE ACERO GALVANIZADO
- 26 CUELIGUE COMBINADO CON MALLA DE CUELIGUE
- 27 MURO VISTO DE HORMIGON ARMADO 30CM ARMADO SEGUN PLANOS
- 28 PLACAS DE RESINAS TERNOCURABLES TIPO TRESPA METEON
- 29 RASTREL DE ACERO GALVANIZADO 30X30X3 MM
- 30 MURETA
- 31 CARPINTERIA CORREDERA DE ALUMINO ANODIZADO PLATA
- 32 ACROESTALAMIENTO CLEARLIT (3x3) 8x15x20MM
- 33 ACROESTALAMIENTO SHARP 5x5
- 34 LAMINA DE MADERA MADERA DE ROBLE 22 MM
- 35 BASTIDOR DE MADERA DE PINO 60X33
- 36 LANTERNA DE ACERO
- 37 CHAPA PLEGADA DE ALUMINO ANODIZADO NATURAL 5MM
- 38 LISTON DE MADERA DE PINO 40X13 MM
- 39 TABLERO MADERA AGLOMERADA 25 MM
- 40 REJATE DE CHAPA DE ACERO PLEGADA 1MM, LACADA COLOR ALUMINO ATORNILLADA CADA 30 CM
- 41 PERFL L 15,15,1,5 MMS
- 42 LOSA DE HORMIGON ARMADO H=25, 20 CM ARMADO SEGUN PLANOS
- 43 LAMINA IMPERMEABILIZANTE ARMADA PVC 1.2 MMS
- 44 CANA DE ARENA 5 CM
- 45 MONTERO DE AGARRE
- 46 PAVIMENTO DE PIEDRA CALZA ABLUANDADO FINO/PULIDO
- 47 CAMARA DE VENTILACION
- 48 ASLANTE DE POROPAN TIPO IV 4CM
- 49 TABLON LH-4
- 50 LUMINARIA EMPOTRADA EN MURO
- 51 PAVIMENTO HORMIGON PREPARADO
- 52 LAMINA IMPERMEABILIZANTE BITUMERICA DE PVC ARMADA 1,2MM
- 53 ASLANTE RIGIDO DE POLIESTIRENO EXTRUIDO 4CM
- 54 LAMINA SEPARADORA GEOTEXTIL
- 55 LOSTA ALVEOLAR DE HORMIGON PRETENSADO CANTO 25 CM
- 56 CHAPA DE COMPRESION 5 CM ARMADO SEGUN PLANOS
- 57 PLETINA DE ACERO SOLDADA A VIGA PARA APYO DEL FORNADO
- 58 VIGA DE ACERO DE DOBLE ALMA, DIMENSIONES SEGUN PLANO
- 59 TABLERO AUTOPORTANTE DE CARTON YESO 15 MMS
- 60 PERILADO DE ACERO GALVANIZADO
- 61 BASTIDOR DE ACERO GALVANIZADO 40,40,1,5 MMS
- 62 TRINTE DE ACERO GALVANIZADO
- 63 PLETINA DE ALUMINO 30,5 x 110 MM ANODIZADO PLATA
- 64 PLAR ACERO HEB-100
- 65 T ACERO 45x45,5 2/80 CMS
- 66 RASTREL DE MADERA DE PINO
- 67 EMPUJONADO DE TABLERO DE DM 20MM ACABADO MADERA HAYA
- 68 ESCALERA EN PLETINAS ACERO INOX. 50,5 MMS
- 69 TABLERO DE FORMICA 30 MMS
- 70 TABLERO ALUMINADO 15 MMS, = 8 MMS DE CORCHO
- 71 RASTREL OMEGA DE ACERO GALVANIZADO
- 72 TABLERO DE CARTON YESO ATORNILLADO + PINTURA PLASTICA
- 73 PERFL L 15,15,1,5 MMS
- 74 CALZO DE MADERA DE PINO 100,35 MMS
- 75 RASTREL DE MADERA DE PINO 100,35 MMS
- 76 LISTON DE MADERA DE PINO 100,35 MMS
- 77 DAVEL DE CHAPA DE ACERO 5 MMS, ATORNILLADO A FORNADO
- 78 ENLUSADO DE YESO ACABADO PINTURA PLASTICA LISA
- 79 ENLUSADO MAESTRADO DE MONTERO DE CEMENTO + PINTURA PLASTICA LISA COLOR NEGRO
- 80 VERTIAGAS DE CHAPA DE ACERO PLEGADA 1 MMS SOBRE RASTRELES DE ACERO GALVANIZADO
- 81 LOSA HORMIGON ARMADO H=25, 20 CM ARMADO SEGUN PLANOS
- 82 VIGA VESTA DE HORMIGON ARMADO 30X30CM, ARMADO SEGUN PLANOS
- 83 LADRILLO LH-4
- 84 MURO DE HORMIGON ARMADO VISTO 30CM ARMADO SEGUN PLANOS
- 85 MURO DE HORMIGON ARMADO VISTO 30CM ARMADO SEGUN PLANOS
- 86 PERFL ACERO GALVANIZADO HUECO RECTANGULAR 80X30X3 MM
- 87 PERFL ACERO GALVANIZADO HUECO RECTANGULAR 80X30X3 MM
- 88 APLICADO DE PIEDRA CALZA APUNZADA 20 MM, FORMATOS ESPECIALES
- 89 TABLERO DE DM 18MM
- 90 LUNA ESPECI 4MM
- 91 PERFL ACERO ESTRUCTURAL 200N 200
- 92 PERFL ACERO GALVANIZADO HUECO RECTANGULAR 35X20X1,5 MM
- 93 PLETINA DE ACERO GALVANIZADO 40X1 MM
- 94 BASTIDOR BICAMERONAL CON BARRAS DE ALUMINO Y VIGAS
- 95 PERFL HUECO DE ACERO GALVANIZADO 80,40,1,5 MMS
- 96 CAPA DE COMPRESION 5 CM ENTASADA, ARMADO SEGUN PLANOS
- 97 PERFLADO DE HORMIGON PRETENSADO
- 98 CELOSA PERFL TUBULAR DE ALUMINO 20x50x2 MMS ANODIZADO COLOR NATURAL
- 100 PERFL DE ALUMINO 40,3 MMS PARA SUECCION DE CELOSA CADA 30 CMS
- 101 ENTOSADO MAESTRADO DE MONTERO DE CEMENTO + PINTURA PLASTICA LISA COLOR NEGRO
- 102 MANPARRA DE ALUMINO HPVOT 6/6
- 103 ENTOSADO PARA BODEAS EN BANICA DE CARTON YESO
- 104 CHAPADO DE MADERA DE PINO 30X30 MM
- 105 REJILLA ACERO INOX. PARA DEFUSION DEL AIRE ACONDICIONADO
- 106 DOBLE VELA ASLANTE DE POLIESTER METALIZADO+DOBLE CAPA DE POLIETILENO ESTROBADO
- 107 LUMINARIA DOBLE TUBO FLUORESCENTE EMPOTRADA EN FALSO TECHO
- 108 PERFL ACERO GALVANIZADO HUECO RECTANGULAR 40X20X1,5 MM
- 109 CAPA DE ASFALTO
- 110 PANEL DE FALSO TECHO DE CARTON YESO HIDROFUGO
- 111 L DE ACERO GALVANIZADO 50,50,5 CON GARRA DE SUECCION
- 112 PLETINA DE ACERO GALVANIZADO 50,5 CON GARRA DE SUECCION
- 113 BASTIDOR PERFILES CUADRANGULARES DE ACERO GALVANIZADO 30,40,3
- 114 CHAPA ATORNILLADA DE ALUMINO NATURAL 6MM, ANODIZADA
- 115 TUBO DE ALUMINO 80X30X1,5 MM
- 116 TABLONES MADERA HAYA 5=5 CM DE ESPESOR SOBRE RASTRELES DE ACERO GALVANIZADO
- 117 PERFL ACERO GALVANIZADO HUECO RECTANGULAR 80X40X1,5 MMS
- 118 PINTURA IMPERMEABILIZANTE BITUMERICA
- 119 CANALETA DE PVC RIGIDO DE ALTURA REDUCIDA MODELO S-324 MARCA JIMEN
- 120 PERSONA EROLABLE DE LAMA DE PERFL LACADA MICROPORFONADA
- 121 SUNDRED CONTINHO DE HORMIGON POLIMERO
- 122 REJILLA DE FUNDICION
- 123 LOSA ALVEOLAR DE HORMIGON PRETENSADO CANTO 20 CM
- 124 MURO LACADO BLANCO 4 MM TIPO S00 PLANADO
- 125 MURETA LADRILLO PERFORADO
- 126 PLETINA DE ACERO GALVANIZADO 80,5 CON GARRA DE SUECCION
- 127 PLANCHA DE ACERO NEGRO 450x10 MMS PINTADA ESMALTE BLANCO
- 128 PLANCHA DE ACERO NEGRO 50x10 MMS PINTADA ESMALTE BLANCO
- 129 CHAPA DE ACERO 10MM PINTADA ESMALTE BLANCO
- 130 PELDARDO DE TUBIA DE MADERA DE ROBLE 30 MMS, DIMENSIONES VARIABLES SEGUN DESPICE
- 131 TUBO DE ACERO INOX. 20MM, MACIZO
- 132 PERFLADO DE PIEDRA CALZA ABLUANDADO/PULIDO
- 133 PELDARDO DE HORMIGON EN MASA
- 134 PLANCHA DE ACERO NEGRO 450x10 MMS PINTADA ESMALTE BLANCO
- 135 ZANCA DE ESCOLERA DE HORMIGON ARMADO H=25, ARMADO SEGUN PLANOS
- 136 MALLATE
- 137 TABLERO AUTOPORTANTE DE CARTON YESO HIDROFUGO 15 MMS
- 138 PLETINA ACERO INOXIDABLE 8 MMS
- 139 PANEL ASLANTE DE LAMA DE ROCA 4 CM
- 139 LAMA DE PANEL TRESPA SOBRE CARPINTERIA TIPO COLT L51-42
- 140 ANJOLADO DE MADERA ACABADO EN CHAPA DE ALUMINO 2MM

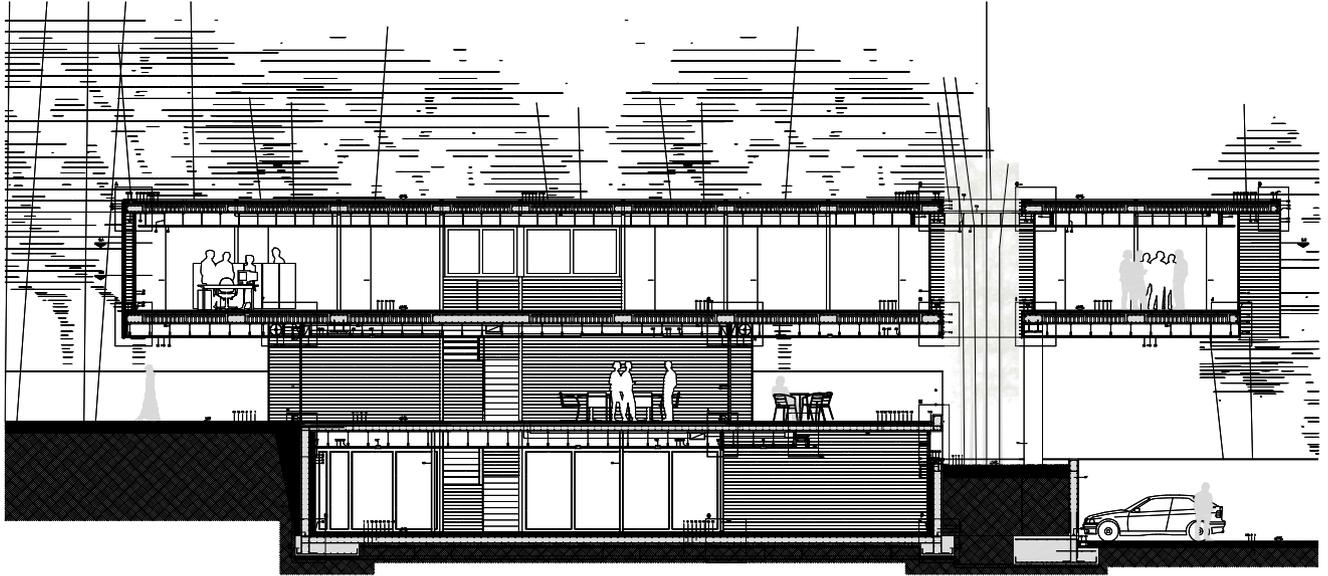
Imagen 407: Estructura de escaleras.
 Detalles de escaleras de Javier García-Solera.
 Escala: 1:70



- 1 TERRENO NATURAL
- 2 RELLENO DE ZANJERIAS COMPACTADO BISE PECTOR NORMAL
- 3 SOLERA DE HORMIGON ARMADO H=25 15 CM ARMADA
- 4 CAPA DE INULACION GRANULADA MOTERDO DE AGUERE
- 5 PAVIMENTO BALDOSA METALICA ANTIDESLIZANTE
- 6 CAPA DE GRANES BLANCAS 7 CM
- 7 PIERRA DE AGUERE COMPACTADA
- 8 PLANICION DE CASSET
- 9 HORMIGON DE LIMPIEZA H=25 10 CM
- 10 CAPA DE HORMIGON H=25 DIMENSION Y ARMADO SEGUN PLANOS
- 11 MURO DE HORMIGON H=25 30 CM ARMADO SEGUN PLANOS
- 12 LAMINA ESPUMIZANTE TIPO TRESPA METEON
- 13 LAMINA IMPERMEABILIZANTE DE POLIURETANO
- 14 CHAPADO DE GRES 20X30 CM
- 15 ESPUMIZADO DE MORTERO DE CEMENTO 1:4 ACABADO MADERA BOU
- 16 BASTIDEL DE MADERA DE PINO
- 17 BASTIDEL ACERO 3 HEB-200 A PLANTINA 20 MMS
- 18 MORTAPE EMBARCADO DE MARMAL THASSOS 10 MMS
- 19 FALSO TECHO DE PLANCHAS DE ESCAYOLA LISA + PINTURA PLASTICA LISA
- 20 FALSO TECHO ESCAYOLA RESISTIBLE 60X60 CMS + PINTURA PLASTICA LISA
- 21 LAMINARA CORRUGADA
- 22 PERFL PERMETRAL U DE ACERO GALVANIZADO
- 23 BASTIDEL C DE ACERO GALVANIZADO
- 24 PAVEL DE FALSO TECHO DE CARTON YESO
- 25 BASTIDEL DE ACERO GALVANIZADO
- 26 CUELQUE COMPUNDO CON VARILLA DE CUELQUE
- 27 MURO VISTO DE HORMIGON ARMADO 20CM ARMADO SEGUN PLANOS
- 28 PLACAS DE RESINAS TERAPODURECIBLES TIPO TRESPA METEON
- 29 BASTIDEL DE ACERO GALVANIZADO 30X30X3 MM
- 30 BURETA LSI-12
- 31 CORPONENTE CORRERA DE ALUMINO ANODIZADO PLATA
- 32 CORPONENTE LUMINA L 100X100X4+2MM
- 33 ACRESILLAMIENTO SHAPE 5+4 MMS H=14+2MM
- 34 TIRAS DE FIBRA DE MADERA DE ROBLE 22 MMS
- 35 BASTIDEL DE MADERA DE PINO BOU
- 36 LAMINADO MACIZO 4CM
- 37 CHAPA PLACADA DE ALUMINO ANODIZADO NATURAL 5MM
- 38 CISTON DE MADERA DE PINO 40X15 MMS
- 39 TABLERO MADERA AQUEMADA 25 MMS
- 40 BASTIDEL DE CHAPA DE ACERO PLEGADA 1MM LACADA COLOR ALUMINO ATORNILLADA CADA 30 CM
- 41 PERFL L 15X15,15 MMS
- 42 LISA DE HORMIGON ARMADO H=25 20 CM ARMADO SEGUN PLANOS
- 43 LAMINA IMPERMEABILIZANTE ARMADA PVC 1,2 MMS
- 44 CAMA DE ARENA 5 CM
- 45 MORTERO DE AGUERE
- 46 PAVIMENTO DE PIERRA CALZA ANILADADA PINO/PULIDO
- 47 CAMARA DE ARENA
- 48 AGRIANTE DE FORESPAN TIPO IV 4CM
- 49 HUBCON U-12
- 50 LUMINARA EMPOTRADA EN MURO
- 51 LUMINARA HORMIGON PREFORMADO
- 52 LAMINA IMPERMEABILIZANTE INTIMPERE DE PVC ARMADA 1,2MM
- 53 LAMINA SEMIOPACA GOMITELE
- 54 AGRIANTE BORDO DE POLIESTIRENO EXTRUIDO 4CM
- 55 BASTIDEL DE GRASA LAMINA
- 56 LISA ALVEOLAR DE HORMIGON PREFORMADO CANTO 25 CM
- 57 CAPA DE COMPRESION 5 CM FRAGUADA ARMADO SEGUN PLANOS
- 58 PLETINA DE ACERO SOLDADA A VIDA PARA APYO DEL FORNADO
- 59 RISA DE ACERO DE SOBRE ALMA DIMENSIONES SEGUN PLANO
- 60 BASTIDEL AUTOPORTANTE DE CARTON YESO 15 MMS
- 61 PAVIMENTO MAESTRADO DE MORTERO DE CEMENTO
- 62 BASTIDEL DE ACERO GALVANIZADO 40.40.1,5 MMS
- 63 FRONTE DE ACERO GALVANIZADO
- 64 PLETINA DE ALUMINO 40.40.1,5 MMS ANODIZADO PLATA
- 65 PLAZA ACERO HEB-100
- 66 ACERO 45X40,5 7/80 CMS
- 67 BASTIDEL DE MADERA DE PINO
- 68 ESPUMIZADO DE TABLERO DE 20MM ACABADO MADERA HAYA
- 69 ESCAYOLA EN PASTELAS ACERO 10X1,5 MMS
- 70 TABLERO DE HORMIGON 10 MMS
- 71 TABLERO AQUEMADO 15 MMS + 8 MMS DE CORCHO
- 72 MORTERO DE AGUERE ACERO GALVANIZADO
- 73 TABLERO DE CARTON YESO ATORNILLADO + PINTURA PLASTICA
- 74 PERFL L 15X15,15 MMS
- 75 CALZO DE MADERA DE PINO 40X35 MMS
- 76 BASTIDEL DE MADERA DE PINO 100X8
- 77 CISTON DE MADERA DE PINO 5 MMS ATORNILLADO A FORMADO
- 78 ENLACE DE YESO ACABADO PINTURA PLASTICA LISA
- 79 ENLACEADO DE YESO ACABADO PINTURA PLASTICA LISA
- 80 ENTIBADO MAESTRADO DE MORTERO DE CEMENTO H=40 ACABADO PINTURA LISA
- 81 VERTICADOS DE CHAPA DE ACERO PLEGADA 1 MM SOBRE PASTILES DE ACERO GALVANIZADO
- 82 LISA HORMIGON ARMADO H=25 20 CM ARMADO SEGUN PLANOS
- 83 VIDA VETA DE HORMIGON ARMADO 30X30CM ARMADO SEGUN PLANOS
- 84 LADRILLO 15X15
- 85 MURO DE HORMIGON ARMADO VISTO 20CM ARMADO SEGUN PLANOS
- 86 MURO DE HORMIGON ARMADO VISTO 20CM ARMADO SEGUN PLANOS
- 87 PERFL ACERO GALVANIZADO HUECO RECTANGULAR 80X30X2 MM
- 88 PLACADO DE PIEDRA CALZA AFANAZADA 20 MMS FORMATS ESPECIALES
- 89 HUBCON U-12
- 90 LISA ESPESOR 4MM
- 91 PERFL ACERO ESTRUCTURAL SUPM 500
- 92 PERFL ACERO GALVANIZADO HUECO RECTANGULAR 30X20X1,5 MMS
- 93 PLETINA DE ACERO GALVANIZADO 40X1 MMS
- 94 BASTIDEL BRANCONADO COMPUNDO ANILADADA VIDA
- 95 PERFL HUECO DE ACERO GALVANIZADO 80X40,15 MMS
- 96 CAPA DE COMPRESION 5 CM FRAGUADA ARMADO SEGUN PLANOS
- 97 RELLENO DE HORMIGON PREFORMADO
- 98 GELOSA PERFL TUBULAR DE ALUMINO 25x50x2 MMS ANODIZADO COLOR NATURAL
- 99 PERFL DE ALUMINO 40,3 MMS PARA SUECCION DE GELOSA CADA 50 CMS
- 100 ENTIBADO MAESTRADO DE MORTERO DE CEMENTO + PINTURA PLASTICA LISA COLOR NEGRO
- 101 MAMPARRA DE ALUMINO 60X60
- 102 ENTIBADO PARA BORDOS EN BANDEJA DE CARTON YESO
- 103 PREMADO DE MADERA DE PINO 30X30 MM
- 104 BURETA ACERO INOX PARA DIFUSION DEL AIRE ACONDICIONADO
- 105 BURETA TOLA AGRIANTE DE POLIURETANO METALIZADO+BOBIL CANE DE POLIURETANO
- 106 ESTRIBACIONADO
- 107 LUMINARA DOBLE TUBO FLUORESCENTE EMPOTRADA EN FALSO TECHO
- 108 PERFL ACERO GALVANIZADO HUECO RECTANGULAR 40X25X1,5 MMS
- 109 CAPA DE AGRIANTE
- 110 PAVEL DE FALSO TECHO DE CARTON YESO HORMIGON
- 111 L DE ACERO GALVANIZADO 50X50 CON GARRA DE SUECCION
- 112 PLETINA DE ACERO GALVANIZADO 80,5 CON GARRA DE SUECCION
- 113 BASTIDEL PERFILES CUADRIANGULARES DE ACERO GALVANIZADO 30X40,3
- 114 CHAPA ATORNILLADA DE ALUMINO NATURAL 5MM ANODIZADO
- 115 TUBO DE ALUMINO 80X40X1,5 MMS DE ESPESOR SOBRE BASTIDEL DE ACERO GALVANIZADO
- 116 PERFLA IMPERMEABILIZANTE BTRIMANGA
- 117 PERFLA IMPERMEABILIZANTE BTRIMANGA
- 118 CANILETA DE PVC RIGIDO DE ALTURA REDUCIDA MODELO S-324 MARCA JIMTEH
- 119 PERSONA CORRIBLE DE LAMINA DE PERFL LACADA MICROPOROSADA
- 120 BASTIDEL CONTINUA DE HORMIGON POLIMERO
- 121 SEALA DE FUNCION
- 122 LISA ALVEOLAR DE HORMIGON PREFORMADO CANTO 20 CM
- 123 MURO LADRILLO PERFORADO 4 MMS TIPO DISE PLANALDE
- 124 BURETA LADRILLO PERFORADO 80,5 CON GARRA DE SUECCION
- 125 PLETINA DE ACERO GALVANIZADO 80,5 CON GARRA DE SUECCION
- 126 PLANCHAS DE ACERO NEGRO 450X10 MMS PINTADA ESMALTE BLANCO
- 127 PLANCHAS DE ACERO NEGRO 380X10 MMS PINTADA ESMALTE BLANCO
- 128 CHAPA DE ACERO 10MM PINTADA ESMALTE BLANCO
- 129 RELLENO DE MORTERO DE MADERA DE ROBLE 20 MMS DIMENSIONES VARIABLES SEGUN DESPACHE
- 130 TUBO DE ACERO 100X40X3MM MACIZO
- 131 RELLENO DE HORMIGON EN MASA
- 132 PLANCHAS DE ACERO NEGRO 450X10 MMS PINTADA ESMALTE BLANCO
- 133 BARRA DE ESCALERA DE HORMIGON H=25 ARMADO SEGUN PLANOS
- 134 MALLA
- 135 BASTIDEL AUTOPORTANTE DE CARTON YESO HORMIGON 15 MMS
- 136 PLETINA ACERO INODERABLE 5 MMS
- 137 PAVEL AGRIANTE DE LAMA DE ROCA 4 CM
- 138 LAMA DE PAVEL TRESPA SOBRE CORPONENTE TIPO COIT LSI-12
- 139 JORQUILLO DE MADERA ACABADO EN CHAPA DE ALUMINO 5MM

Imagen 408: Estructura de escaleras.
 Detalles de escaleras de Javier García-Solera.
 Escala: 1:70

4.4.1.8 Secciones constructivas:



PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE EDIFICIO DE OFICINAS
 PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.

DETALLES

C/ BADAJOZ N.5A. PARTIDA ORGEGIA. 03015. ALICANTE

SECCION CONSTRUCTIVA S.C.1

N° PLANO

D.3

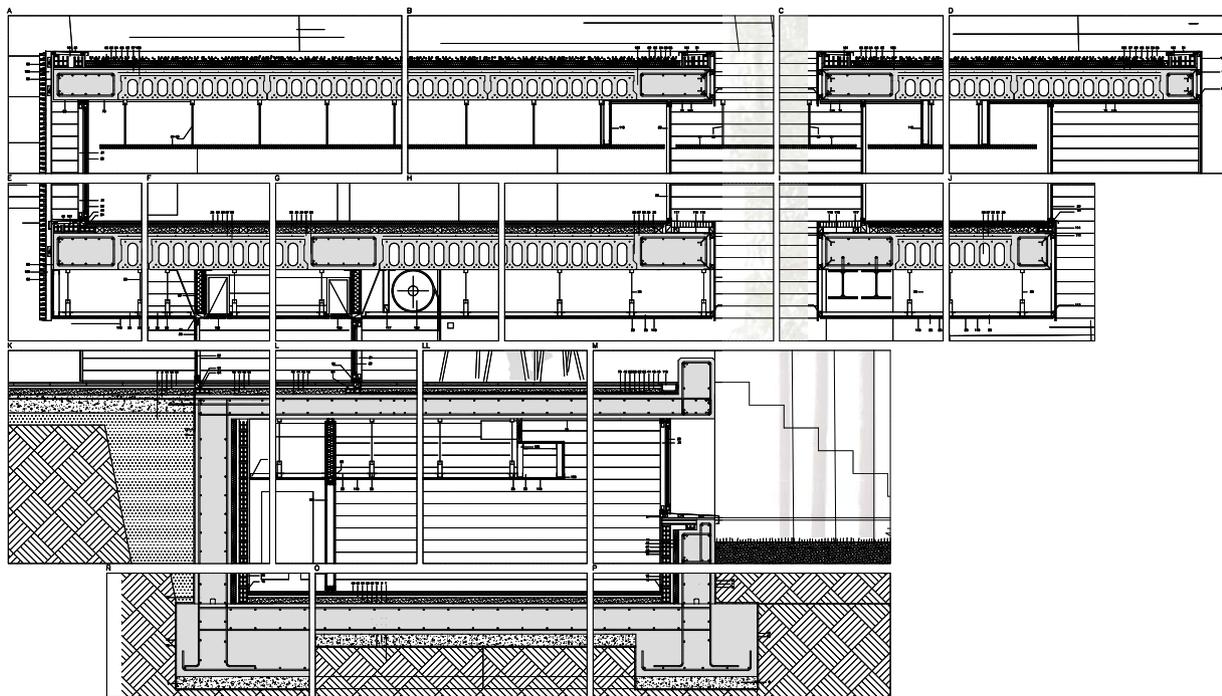
JAVIER GARCIA-SOLERA VERA - arquitecto

MAYO 2004

escala 1:40/1:10/1:2

colab. : LOLA PEREZ PAYA - ERNESTO MARTINEZ ARENAS - PILAR FRUCTUOSO VERA - arquitectos

Imagen 409: Sección Constructiva S.C.1.
 Estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:200



PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE EDIFICIO DE OFICINAS

PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.

DETALLES

C/ BADAJOZ N.5A. PARTIDA ORGEGIA. 03015. ALICANTE

SECCION CONSTRUCTIVA S.C.1

N° PLANO

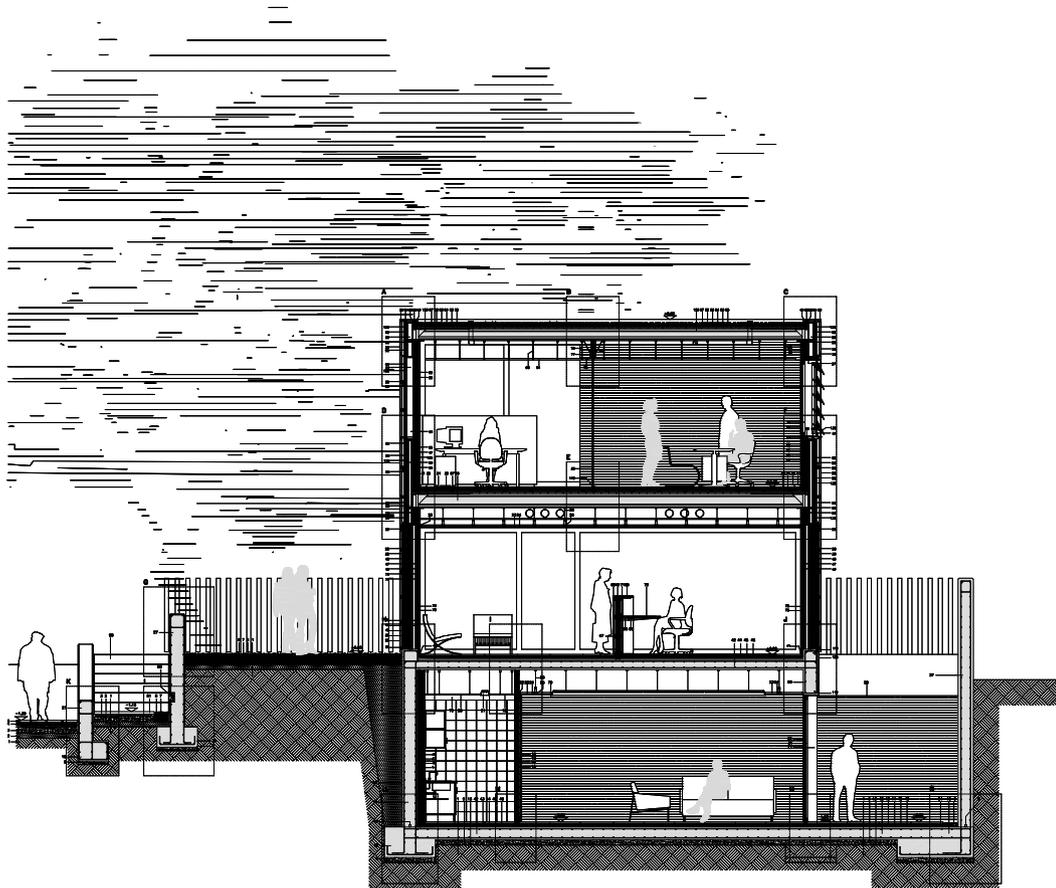
D.3a

JAVIER GARCIA-SOLERA VERA - arquitecto

MAYO 2004 escala 1:40

colab. : LOLA PEREZ PAYA - ERNESTO MARTINEZ ARENAS - PILAR FRUCTUOSO VERA - arquitectos

Imagen 410: Detalle - Sección Constructiva S.C.1.
Estudio de Javier García-Solera.
Escala: 1:25



PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE EDIFICIO DE OFICINAS

PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.

DETALLES

C/ BADAJOZ N.5A. PARTIDA ORGEGIA. 03015. ALICANTE

SECCION CONSTRUCTIVA S.C.2

Nº PLANO

D.4

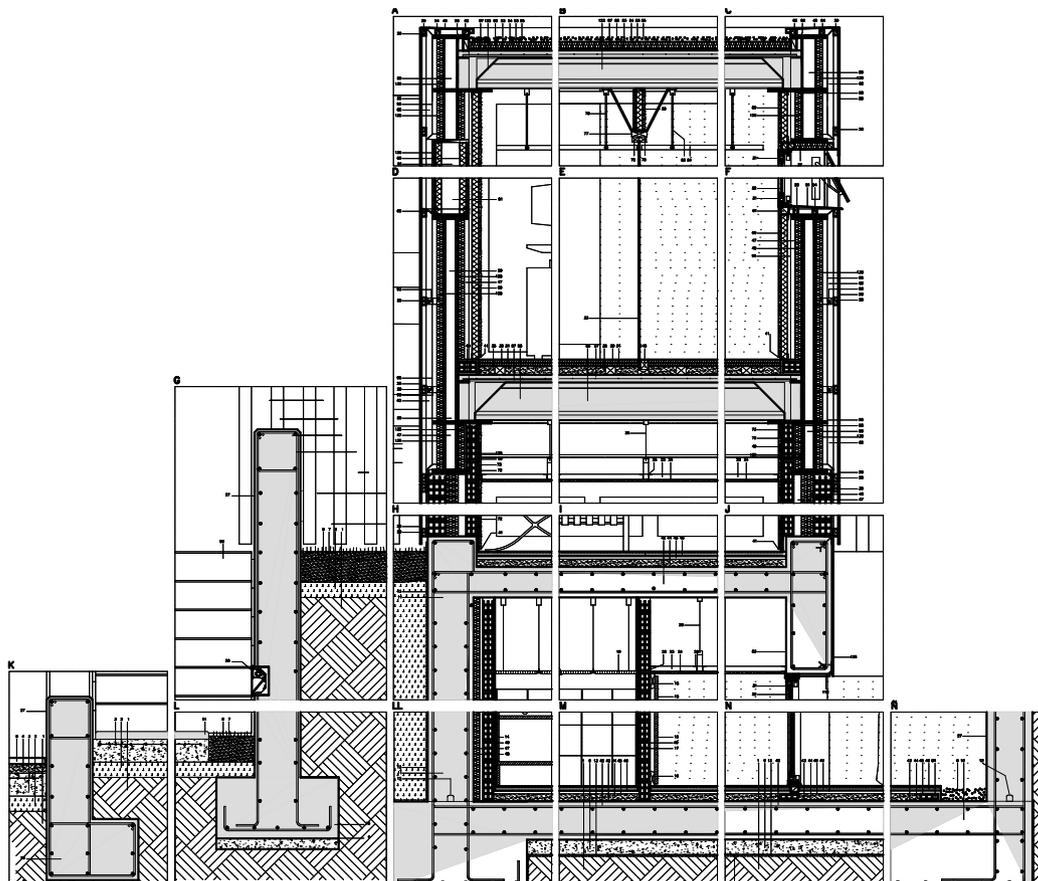
JAVIER GARCIA-SOLERA VERA – arquitecto

MAYO 2004

escala 1:40

colab. : LOLA PEREZ PAYA – ERNESTO MARTINEZ ARENAS – PILAR FRUCTUOSO VERA – arquitectos

Imagen 411: Sección Constructiva S.C.2.
Estudio de Javier García-Solera.
Escala: 1:150



PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE EDIFICIO DE OFICINAS

PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.

DETALLES

C/ BADAJOZ N.5A. PARTIDA ORGEGIA. 03015. ALICANTE

SECCION CONSTRUCTIVA S.C.1

Nº PLANO

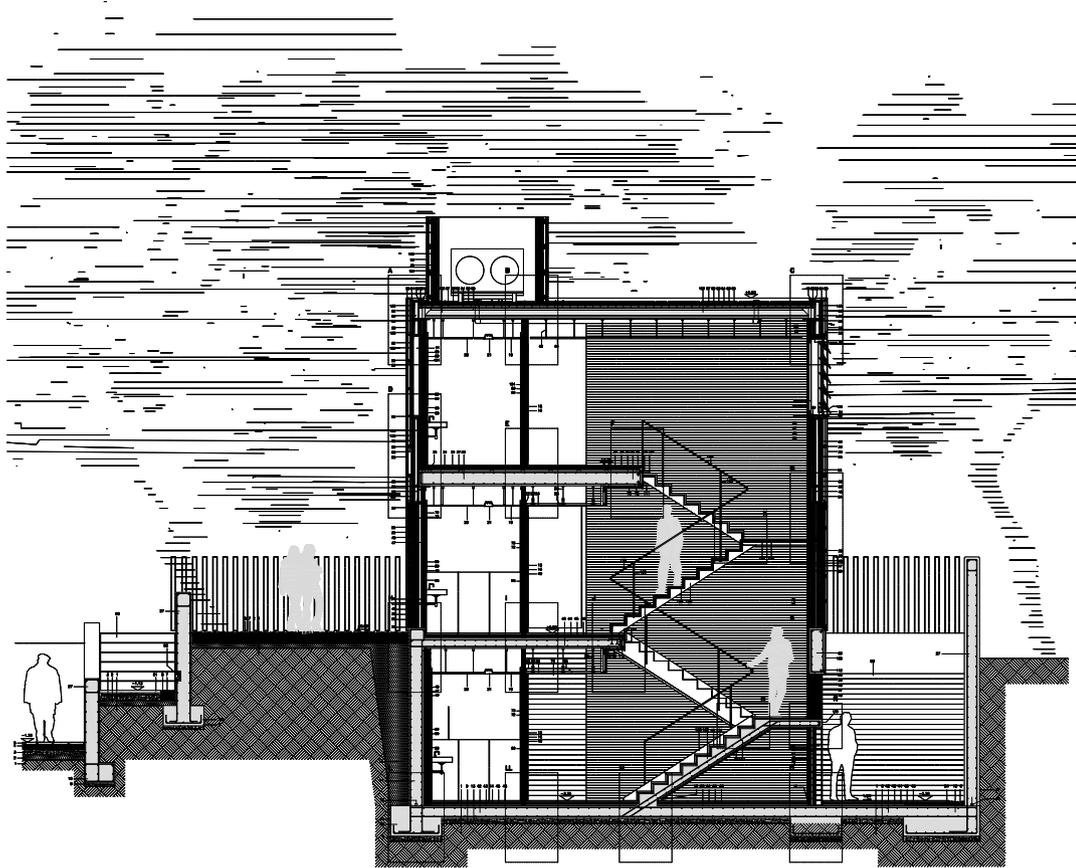
D.3a

JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA – arquitecto

MAYO 2004 escala 1:40

colab. : LOLA PEREZ PAYA – ERNESTO MARTINEZ ARENAS – PILAR FRUCTUOSO VERA – arquitectos

Imagen 412: Detalle - Sección Constructiva S.C.2.
Estudio de Javier García-Solera.
Escala: 1:20



PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE EDIFICIO DE OFICINAS

PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.

DETALLES

C/ BADAJOZ N.5A. PARTIDA ORGEGIA. 03015. ALICANTE

SECCIONES CONSTRUCTIVA S.C.3

Nº PLANO

D.5

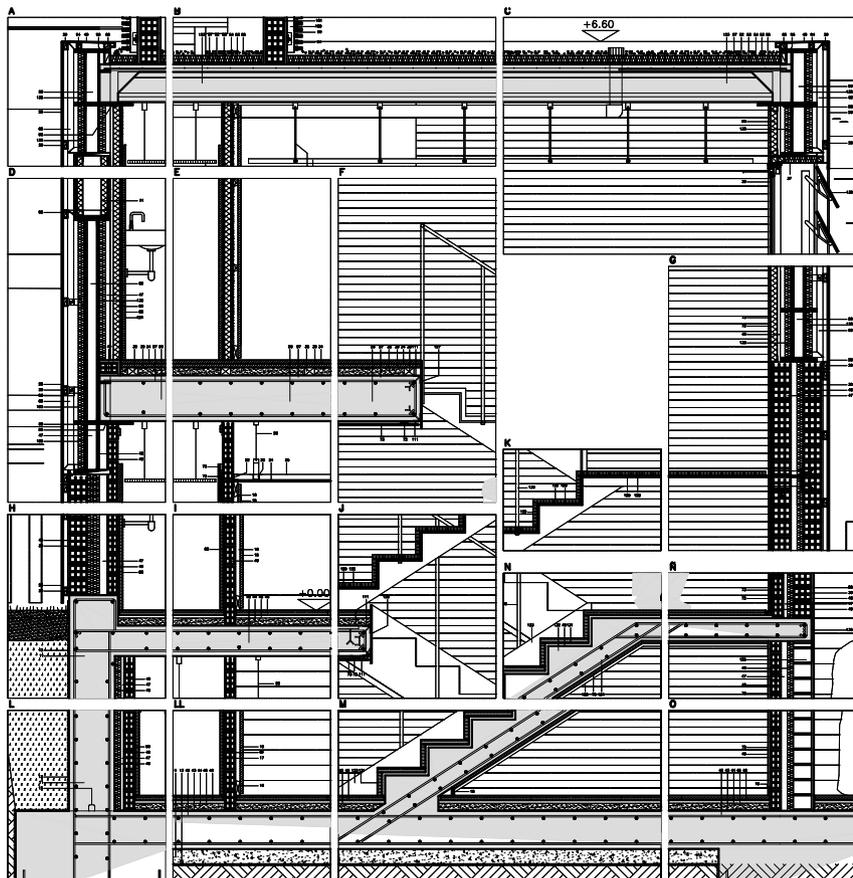
JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA – arquitecto

MAYO 2004

escala 1:40

colab. : LOLA PEREZ PAYA – ERNESTO MARTINEZ ARENAS – PILAR FRUCTUOSO VERA – arquitectos

Imagen 413: Sección Constructiva S.C.3.
Estudio de Javier García-Solera.
Escala: 1:150



PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE EDIFICIO DE OFICINAS

PROMOTOR: DUCADO INMUEBLES S.L.

DETALLES

C/ BADAJOZ N.5A. PARTIDA ORGEGIA. 03015. ALICANTE

SECCIONES CONSTRUCTIVA S.C.3

Nº PLANO

D.5a

JAVIER GARCIA-SOLERA VERA - arquitecto

MAYO 2004 escala 1:10

colab. : LOLA PEREZ PAYA - ERNESTO MARTINEZ ARENAS - PILAR FRUCTUOSO VERA - arquitectos

Imagen 414: Detalle - Sección Constructiva S.C.3.
Estudio de Javier García-Solera.
Escala: 1:20

- 01 Terreno natural.
- 02 Relleno de Zahorras compactado 95% Proctor Standart.
- 03 Solera de hormigón armado H-25 15cm. armada.
- 04 Capa de nivelación gravín / arena mortero de agarre.
- 05 Pavimento baldosa hidráulica antideslizante.
- 06 Capa de gravas blancas 7cm.
- 07 Tierra de aporte compactada.
- 08 Plantación de cespced.
- 09 Hormigón de limpieza H-25 10cm.
- 10 Zapata de hormigón H-25 dimensión y armado según planos.
- 11 Muro de hormigón H-25 30cm. armado según planos.
- 12 Junta estanca Bentonita-sodio.
- 13 Lámina impermeabilizante de polietileno.
- 14 Chapado de gres 20x20 cm.
- 15 Empanelado de tablero de DM 20mm acabado Madera Boj.
- 16 Rastrel de madera de pino.
- 17 Pilar acero 2 HEB-240 + pletina 20mm.
- 18 Rodapié enrasado de mármol Thassos 10mm.
- 19 Falso techo de plancha de escayola lisa + Pintura plástica lisa.
- 20 Falso techo escayola registrable 60x60cm + Pintura plástica lisa.
- 21 Luminaria Downlight.
- 22 Perfil perimetral U de acero galvanizado.
- 23 Rastrel C de acero galvanizado.
- 24 Panel de falso techo de cartón yeso.
- 25 Rastrel de acero galvanizado.
- 26 Cuelgue combinado con varilla de cuelgue.
- 27 Muro visto de hormigón armado 30cm. armado según planos.
- 28 Placas de resinas termoendurecibles tipo Trespa Meteor.
- 29 Rastrel de acero galvanizado 30x50x3mm.
- 30 Mureta LH-12.
- 31 Carpintería corredera de aluminio anodizado plata.
- 32 Acristalamiento Climalit (3+3)+8+(3+3)mm.
- 33 Acristalamiento Stadip 5+5mm.
- 34 Tarima de tablón de madera de roble 22mm.
- 35 Rastrel de madera de pino 65x53.
- 36 Ladrillo hueco 4cm.
- 37 Chapa plegada de aluminio anodizado natural 5mm
- 38 Listón de madera de pino 40x15mm.
- 39 Tablero de madera aglomerada 25mm.
- 40 Remate de chapa de acero plegada 1mm lacada color aluminio, atornillada cada 30cm.
- 41 Perfil L 15x15x15mm.
- 42 Losa de hormigón armado H-25, 20cm, armado según planos.
- 43 Lámina impermeabilizante armada PVC 1.2mm.
- 44 Cama de arena e=5cm.
- 45 Mortero de agarre.
- 46 Pavimento de piedra caliza abujardado Fino/pulido.
- 47 Cámara de aire.
- 48 Aislante de porexpan Tipo IV, 4cm.
- 49 Tabicón LH-7.
- 50 Luminria empotrada en muro.
- 51 Pavimento de hormigón prefabricado.
- 52 Lámina impermeabilizante intemperie de PVC armada 1.2mm.
- 53 Lámina separadora Geotextil.
- 54 Aislante rígido de poliestireno extruido 4cm.
- 55 Lastre de grava lavada.
- 56 Losa alveolar de hormigón pretensado, cant 25cm.
- 57 Capa de compresión 5cm armado según planos.
- 58 Pletina de acero soldada a viga para apoyo de forjado.
- 59 Viga de acero de doble alma, dimensiones según plano.
- 60 Tabique autoportante de cartón yeso 15mm.
- 61 Premarco de acero galvanizado.
- 62 Bastidor de acero galvanizado 40x40x1.5mm.
- 63 Tirante de acero galvanizado.
- 64 Pletina de aluminio 30.5 c/10mm anodizado plata.
- 65 Pilar de acero HEB-100.
- 66 T acero 45x45x5 c/60cm.
- 67 Rastrel de madera de pino.
- 68 Empanelado de tablero de DM 20mm acabado madera haya.
- 69 Escuadra en pletinas acero inoxidable 50x5mm.
- 70 Tablero de fórmica 30mm.
- 71 Tablero aglomerado 15mm + 8mm de corcho.
- 72 Rastrel omega de acero galvanizado.
- 73 Tablero de cartón yeso atornillado + Pintura plástica.
- 74 Perfil L 15x15x15 mm.
- 75 Calzo de madera de pino 40x35mm.
- 76 Rastrel de madera de pino 100x58mm.
- 77 Listón de madera de pino 100x35mm.
- 78 Dintel de chapa de acero 5mm atornillado a forjado.
- 79 Enlucido de yeso acabado pintura plástica lisa.
- 80 Enfoscado maestreado de mortero de cemento M-40, acabado pintura lisa.
- 81 Vierteaguas de chapa de acero plegada 1mm, sobre rastreles de acero galvanizado.
- 82 Losa de hormigón armado H-25, 20cm armada según planos.
- 83 Viga vista de hormigón armado 30x90cm, armado según planos.
- 84 Ladrillo LH-4.
- 85 Muro de hormigón armado visto 25cm armado según planos.
- 86 Muro de hormigón armado no visto 25cm armado según planos.
- 87 Perfil acero galvanizado hueco rectangular 60x30x3mm.
- 88 Aplacado de piedra caliza apomazada 20mm formatos especiales.
- 89 Tablero de DM 16mm.
- 90 Luna espejo 4mm.
- 91 Perfil acero estructural 2UPN-200.

- 92 Perfil acero galvanizado hueco rectangular 35x20x1.5mm.
- 93 Pletina de acero galvanizado 40x1mm.
- 94 Rastrel de acero galvanizado 30x45x3mm.
- 95 Cartela para rigidización del alma de las vigas.
- 96 Perfil hueco de acero galvanizado 80x40x1.5mm
- 97 Capa de compresión 5cm fratasada. armado según planos.
- 98 Peldaño de hormigón prefabricado.
- 99 Celosía perfil tubular de aluminio 20x50x2mm anodizado color natural.
- 100 Perfil de aluminio 40x3mm para sujeción de celosía cada 50cm.
- 101 Enfoscado maestreado de mortero de cemento + Pintura plástica lisa color negro.
- 102 Mampara de aluminio + vidrio 6/6.
- 103 Encintado para bordes en bandeja de cartón yeso.
- 104 Premarco de madera de pino 30x30mm.
- 105 Rejilla de acero inoxidable para difusión del aire acondicionado.
- 106 Doble tela aislante de poliéster metalizado + doble capa de polietileno estrusionado.
- 107 Luminaria doble tubo fluorescente empotrada en falso techo.
- 108 Perfil acero galvanizado hueco rectangular 40x25x1.5mm.
- 109 Capa de asfalto.
- 110 Panel de falso techo de cartón yeso hidrófugo.
- 111 L de acero galvanizado 50x050x5 con garra de sujeción.
- 112 Pletina de acero galvanizado 80x5 con garra de sujeción.
- 113 Bastidor perfiles cuadrangulares de acero galvanizado 30x40x3mm.
- 114 Chapa atornillada de aluminio natural 8mm anodizada.
- 115 Tubo de aluminio 60x60x1.5mm.
- 116 Tablones madera haya 5-4 cm de espesor sobre rastreles de acero galvanizado.
- 117 Perfil acero galvanizado hueco rectangular 60x40x1.5mm.
- 118 Pintura impermeabilizante bituminosa.
- 119 Canaleta de PVC rígido de altura reducida modelo S-324 Marca JIMTEN.
- 120 Persiana enrollable de lama de perfil lacada microperforada.
- 121 Sumidero continuo de hormigón polímero.
- 122 Rejilla de fundición.
- 123 Losa alveolar de hormigón pretensado canto 20cm.
- 124 Vidrio lacado blanco 4mm tipo SGG Planilaque.
- 125 Mureta de ladrillo perforado.
- 126 Pletina de acero galvanizado 80x5 con garra de sujeción.
- 127 Plancha de acero negro 450x10mm pintada esmalte blanco.
- 127 Plancha de acero negro 4386x10mm pintada esmalte blanco.
- 128 Chapa de acero 10mm pintada esmalte blanco.
- 129 Peldaño de tarima de madera de roble 30mm dimensiones variables según despiece.
- 130 Tubo de acero inoxidable, diámetro 20mm, macizo.
- 131 Peldaño de piedra caliza abujardada/pulida.
- 132 Peldaño de hormigón en masa.
- 133 Plancha de acero negro 438x10mm pintada esmalte blanco.
- 134 Zanca de escalera de hormigón armado H-25. Armado según planos.
- 135 Mallatex.
- 136 Tabique autoportante de cartón yeso hidrófugo 15mm.
- 137 Pletina acero inoxidable 8mm.
- 138 Panel aislante de lana de roca 4cm.
- 139 Lama de panel trespa sobre carpintería tipo COLT LS1-A2.
- 140 Junquillo de madera acabado en chapa de aluminio 5mm.

4.4.2 Edificio Quórum I:



Imagen 415: Edificio Quórum I, 2006 - 2010, Javier García-Solera Vera, Elche, España.
Imagen cortesía de David Gallardo Llopis. Fotografía: Gemma Aparicio.

4.4.2.1 Ficha técnica del proyecto:

Ficha Técnica del edificio Quorum I:	
Edificio Parque Científico Empresarial, en el campus de la Universidad Miguel Hernández de Elche	
NOMBRE DEL PROYECTO	Edificio Quorum I Edificio Parque Científico Empresarial, en el campus de la Universidad Miguel Hernández de E
AÑO	2006 - 2010.
UBICACIÓN	Elche, Alicante, Comunidad Autónoma de Valencia, España.
ARQUITECTURA	Javier García-Solera Vera.
PROYECTO	Concurso 1er premio: 2006. Proyecto: 2007.
CONSTRUCCIÓN - URBANIZACIÓN	2008-2010.
PROMOTOR	Universidad Miguel Hernández de Elche. C.I.F. Q5350015C. Av., de la Universidad s/n Elche, 03202, Alicante, España.
COLABORADORES	Ernesto Martínez Arenas, arquitecto. Carlos Chilerón, arquitecto. Adrián Algarra Reig, arquitecto técnico. Leofrida Bonete Poveda, arquitecto técnico.
PROYECTO ESTRUCTURAL	David Gallardo Llopis.
INGENIERÍAS E INSTALACIONES	Esteban Parres.
EMPRESA CONSTRUCTORA	Constructores y Estudios S.A.
ESTRUCTURA METÁLICA	Metalhispania.
CARPINTERIA ALUMINIO Y MADERA	Biasco S.L.
DIRECTOR DE OBRA	Javier García-Solera Vera.
DIRECTOR DE EJECUCIÓN DE OBRA	Adrián Algarra Reig y Leofrida Bonete Poveda.
SEGURIDAD Y SALUD	Adrián Algarra Reig y Leofrida Bonete Poveda.
SUPERFICIE DEL LOTE	18.384,00 m².
DIMENSIONES GENERALES DEL LOTE	≈ 226,00 m. X 80,00 m.
DESNIVEL MÁXIMO EN EL LOTE	3,00 m.
SUPERFICIE DE EMPLAZAMIENTO	1.525,50 m².
DIMENSIONES GENERALES DE PLANTA	
SUPERFICIE CONTRUIDA	1.975 m².
ALTURA SOBRE RASANTE	
NÚMERO TOTAL DE PLANTAS	1 sótano y 3 plantas sobre rasante.
USO ORIGINAL	Administrativo, académico y cultural para el Parque Científico Empresarial de la UMH.
USO ACTUAL	Administrativo, académico y cultural para la sede central del Laboratorio de Idiomas de la UM
Materiales	
CIMENTACIÓN	Hormigón armado
ESTRUCTURA	Periferia de Acero laminado al frío.
LOSAS	Placa colaborante y hormigón armado. Placa colaborante y tableros de madera
MUROS, PAREDES Y TABIQUES	
ACABADOS DE PISO	Madera
ACABADOS DE PAREDES	Madera Laminados
CIELOS RASOS FALSOS	Fibras naturales
RECUBRIMIENTO DE FACHADAS	Sistema micro ventilado de tubos huecos de aluminio anodizado
CUBIERTA	Hormigón Armado
CARPINTERIAS	Aluminio Madera

Imagen 416: Ficha técnica del proyecto
Edificio Quórum I, 2006 - 2010, Javier García-Solera Vera, Elche, España.
Infografía de Autor

4.4.2.2 Contexto urbano y análisis de sitio:

La obra se localiza al sureste de España, dentro de la Comunidad Autónoma Valenciana, en la Provincia de Alicante, en la ciudad de Elche, capital de la Comarca del Bajo Vinalopó, Elche es la tercera ciudad más poblada de la Comunidad Valenciana y es la segunda de la Provincia de Alicante se encuentra a 25 km al suroeste de la capital de Provincia y a 409 km de la capital del país.

Elche está muy bien comunicada, cuenta con una privilegiada infraestructura vial, que la conecta con distintas poblaciones del Mediterráneo y por lo tanto con el resto de Europa, la autopista AP-7 por ejemplo que conecta de Norte a Sur: Francia, Figueras, Gerona, Barcelona, Tarragona, Castellón, Valencia, Gandía, Benidorm, El Campello, Elche, Crevillente, Torrevieja, San Javier, Cartagena, Águilas y Vera; o la Autovía del Mediterráneo A-7, que conecta a las principales ciudades del litoral Mediterráneo, de Norte a Sur a Barcelona, Tarragona, Castellón de la Plana, Valencia, Alcoy, San Juan de Alicante, Elche, Murcia, Almería, Motril, Málaga, Algeciras y Cádiz.



Imagen 417: Ubicación de Elche, España, situación mundial.
Infografía de autor

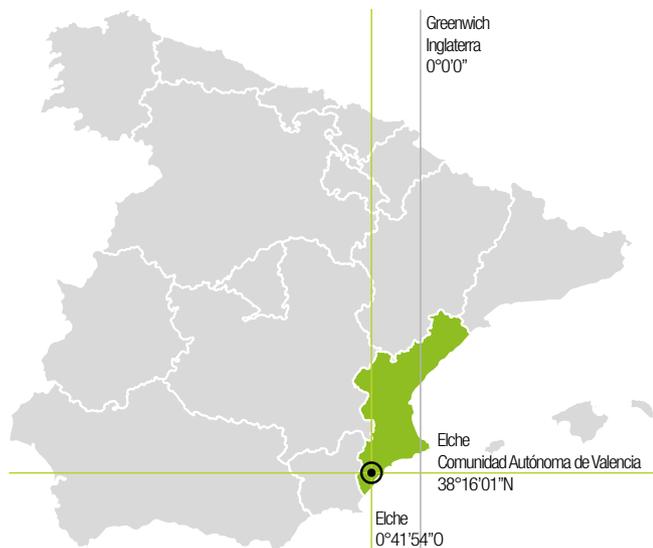


Imagen 418: Ubicación de Elche, Comunidad Autónoma de Valencia, Situación en España.
Infografía de autor

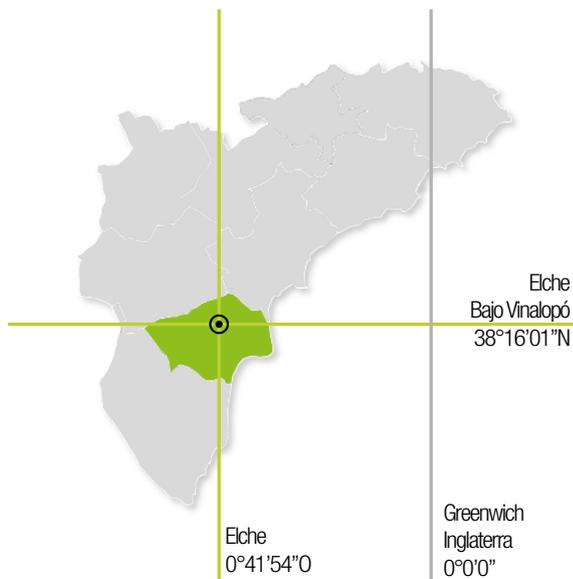


Imagen 420: Ubicación de Elche, comarca del Bajo Vinalopó, Situación en Provincia de Alicante.
Infografía de autor

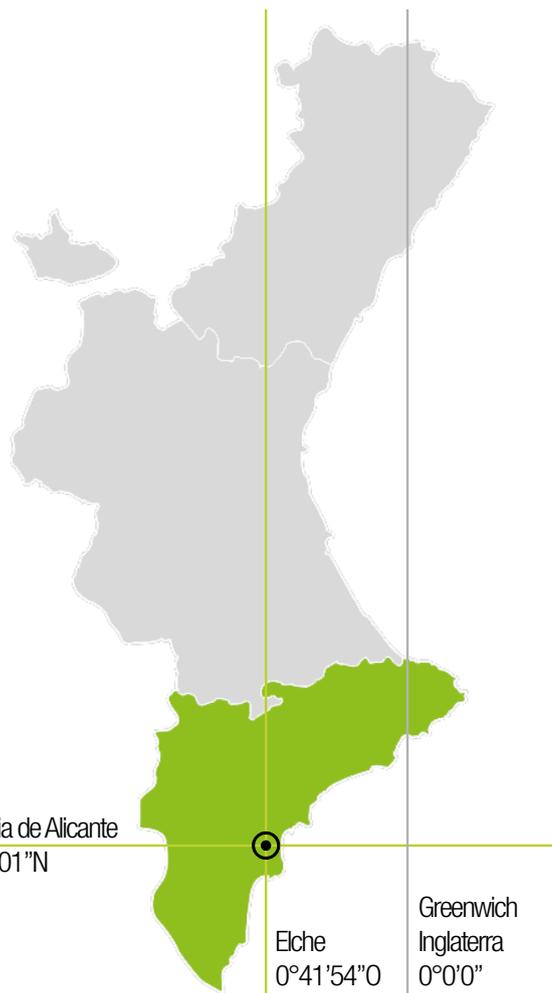


Imagen 419: Ubicación de Elche, Provincia de Alicante, Situación en Comunidad Autónoma de Valencia.
Infografía de autor



Imagen 421: Ubicación de la Universidad Miguel Hernández dentro de Elche, España.
Infografía de autor en base a plano turístico de Elche

Elche se ubica en una amplia llanura hacia las estribaciones finales de las cordilleras Béticas, a una altitud de 86 m.s.n.m. y su término municipal es cruzado de norte a sur por el tramo final del cauce del río Vinalopó, río de caudal escaso, casi testimonial por la ciudad, pero con laderas de inundación que en ciertos tramos alcanza los 100 m de ancho, el Vinalopó recoge sus aguas en el pantano del embalse de Elche, construido en 1.632, y abastece a la red de acequias que la distribuye por la llanura; finalmente el

río se conecta con los humedales del litoral antes de llegar al Mediterráneo, configurando variados paisajes, delimitado al norte y al oeste por las estribaciones de las cordilleras Béticas, al sur las amplias llanuras y al este el mar Mediterráneo.

Dentro de la ciudad, lo más distintivo del paisaje ilicitano son las palmeras, elemento constante y característico; de cara al Mediterráneo surgen los humedales y finalmente la costa ilicitana dominada



Imágenes © 2017 Google, Datos del mapa © 2017 Google, Inst. Geogr. Nacional 200 m

Imagen 422: Campus de la Universidad Miguel Hernández de Elche, España. Infografía de autor en base a aerofotogrametría de Google Maps. Fecha de consulta 16 de marzo de 2017.

por dunas y pinares conforma un paisaje Mediterráneo característico.

La ciudad de Elche tiene un valioso patrimonio que conserva de todas las culturas que a lo largo de los siglos se asentaron en su territorio: íberos, romanos, árabes y españoles.

Por su posición geográfica se ve influenciado por cuatro estaciones climáticas, de manera general su clima se clasifica como “mediterráneo árido” se caracteriza por inviernos templados, y veranos moderadamente calurosos, contando con una temperatura promedio en invierno de 10°C (21 de diciembre al 21 de marzo) y alcanza el promedio de 26°C en verano (21 de junio al 21 de septiembre), sin embargo las máximas oscilan entre los 35°C.

Las lluvias son escasas concentrándose mayormente en primavera (21 de marzo al 21 de junio) y otoño (21 de septiembre al 21 de diciembre), sin superar los 260 mm por año (en Cuenca – Ecuador 880 mm de precipitación por año).

Al noreste de la Ciudad se encuentra el campus central de la Universidad pública Miguel Hernández, en la Av. de la Universidad s/n, cuyos predios abarcan un área aproximada de 100 ha, dentro del campus se encuentra el edificio de Rectorado, área administrativa y servicios generales de la Universidad, alberga las Facultades de CC. Sociosanitarias, CC. Experimentales, CC. Sociales y Jurídicas, así como la Escuela Politécnica Superior de Elche.



Imagen 423: Ubicación del lote del proyecto dentro del campus de la Universidad Miguel Hernández de Elche, España.
 Infografía de autor en base a aerofotogrametría de Google Maps.
 Fecha de consulta 16 de marzo de 2017.



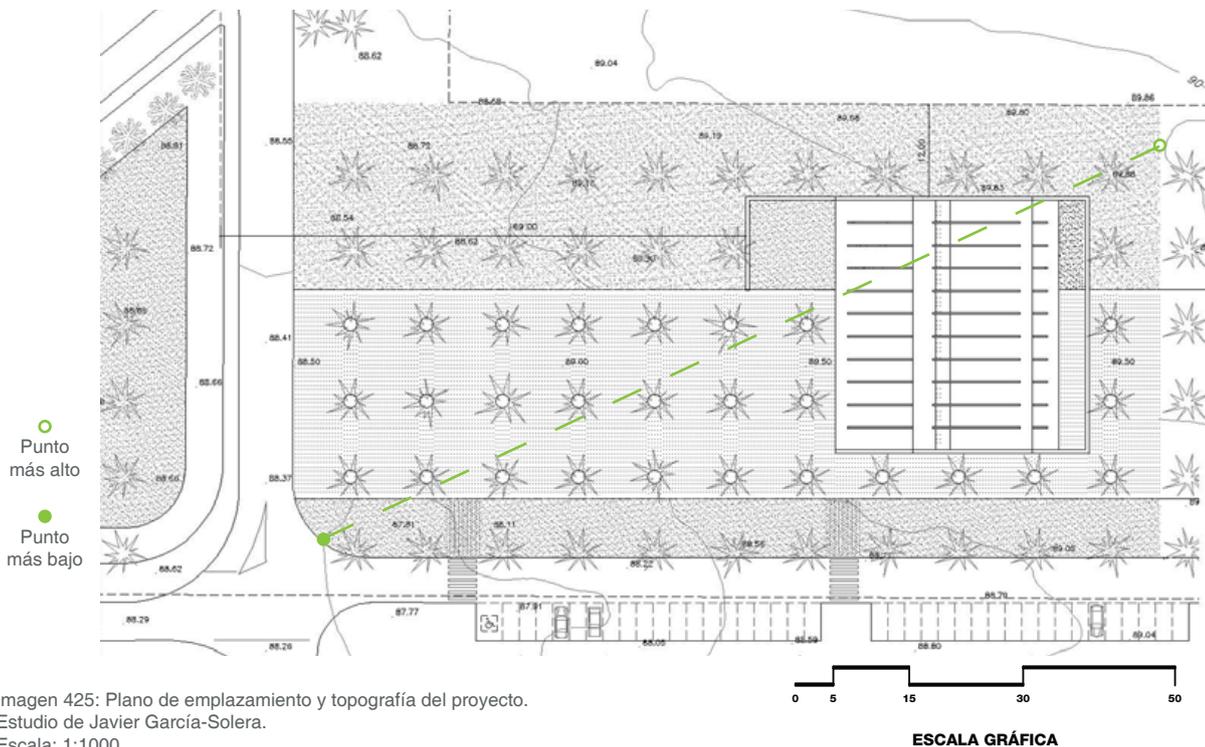
Imagen 424: Emplazamiento del proyecto dentro del lote en el campus de la Universidad Miguel Hernández de Elche, España.
 Infografía de autor en base a aerofotogrametría de Google Maps.
 Fecha de consulta 16 de marzo de 2017.

El campus cuenta con amplias zonas verdes, instalaciones deportivas y una piscina olímpica; su ubicación dentro de la ciudad, en el paraje de Candaliç, le otorga una relación privilegiada respecto a los huertos del Palmeral de Elche.

El campus vialmente está bien conectado con el resto de la ciudad, servido al Norte la avenida del Bimil·lenari, que hacia el Este lleva al Aeropuerto Internacional de Alicante - Elche, al sur la avenida de la Universidad, que en dirección oeste conecta al campus con el casco central, al Este la avenida UNESCO que en su terminal norte se conecta con la Avenida A-7, y al oeste la calle del Pantano que conecta el campus con el jardín Botánico de Elche llamado el “Huerto del Cura”, Patrimonio de la Humanidad desde el año 2000,

siendo las tres primeras avenidas de primer orden, y la última de segundo.

El proyecto se encuentra emplazado dentro del predio del campus al sureste del mismo, en el borde más urbano del campus, su emplazamiento es de tipo aislado en sus cuatro fachadas; para el proyecto se asignó un lote prácticamente rectangular, que mide 226 m de longitud por 80 m de ancho, abarcando un área de 18.384 m², se encuentra delimitado: al sur por la Av. De la Universidad, al este por la Av. UNESCO, al norte por un solar que en 2007 estuvo sin construir y actualmente se emplaza el Colegio de Educación Infantil y Primaria (C.E.I.P.) Clara Campoamor, hacia la avenida UNESCO, al oeste por una vía interior de la Universidad llamada Avenida de la Libertad, por la



cual se accede y se tiene vinculación con el Edificio del Rectorado.

El Lote es prácticamente plano con un desnivel total de 3 m. considerando el punto más alto el vértice noreste del lote con una cota de +90.00 m.s.n.m. y el punto más bajo el vértice suroeste del lote con una cota de +87 m.s.n.m., dejando una pendiente en depresión de sentido suroeste del 1.25%.

Longitudinalmente el terreno tiene una inclinación de 12.21° en dirección noreste, lo que condiciona la situación de soleamiento. Como se mencionó, en España a diferencia del Ecuador se cuenta con cuatro estaciones climáticas, lo que determina el direccionamiento de las fachadas en función de la posición del sol en los solsticios y equinoccios.

En este proyecto se ha optado por direccionar las fachadas en sentido 12.21° Noreste y -12.21° en sentido Suroeste ya que la geometría del lote lo facilita, y se propone un sistema de lamas y celosías fijas y pivotantes para controlar la incidencia solar, ya que el clima lo exige, y el uso del edificio lo admite.

Se presentan las cartas solares estereográficas de las fachadas Este y Oeste del proyecto, y se muestra también la carta solar cilíndrica, todas ellas para la latitud 40°N , para calcular el azimut y la altitud del sol en una fecha y hora determinadas, se explica la utilización de la carta solar estereográfica con un ejemplo en los anexos finales.

En cuanto a la normativa, el lote de emplazamiento, por pertenecer al campus de la Universidad, se circunscribe en el ámbito del Plan Especial de Ordenación del campus de Elche-La Galia, de la Universidad Miguel Hernández de Elche.

Luego de pronunciado el veredicto del concurso convocado en 2006, por resolución Rectoral se adjudica el encargo de la Redacción de Proyecto Básico y de Ejecución del Edificio Parque Científico Empresarial en el campus de Elche de la Universidad Miguel Hernández, el 26 de marzo de 2007.

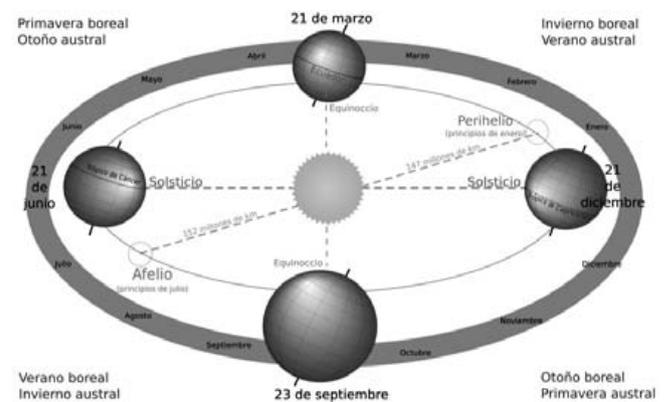


Imagen 426: Ubicación relativa del planeta, respecto al sol. https://ahqueraro.files.wordpress.com/2013/12/800px-estaciones_del_anc830.png

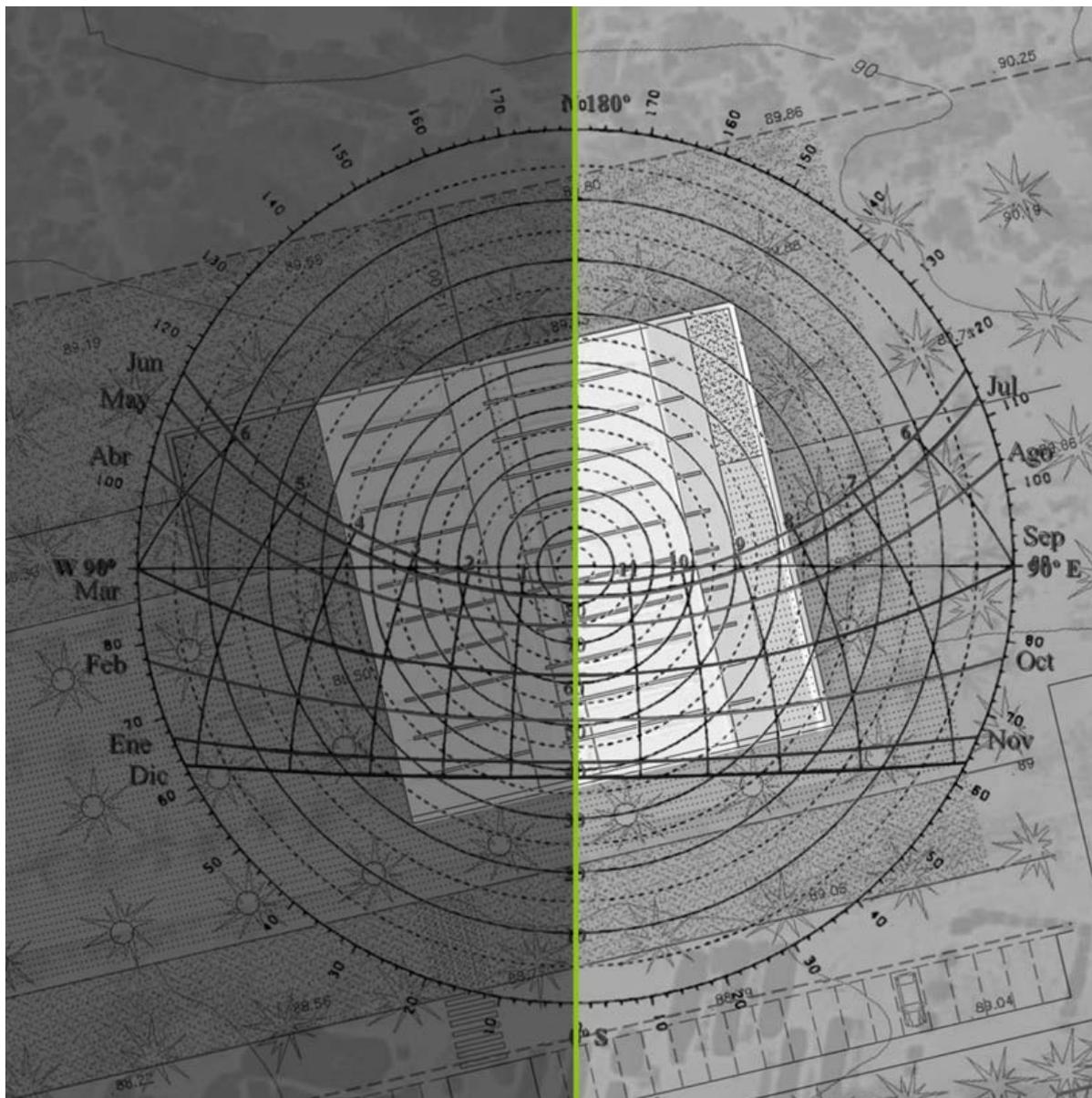


Imagen 427: Carta Solar Estereográfica de la Fachada Este, horas de incidencia solar en la mañana.
 Carta solar elaborada por el autor para la latitud 40°N.
 Indicaciones de uso y lectura de la carta solar en Anexo 5.

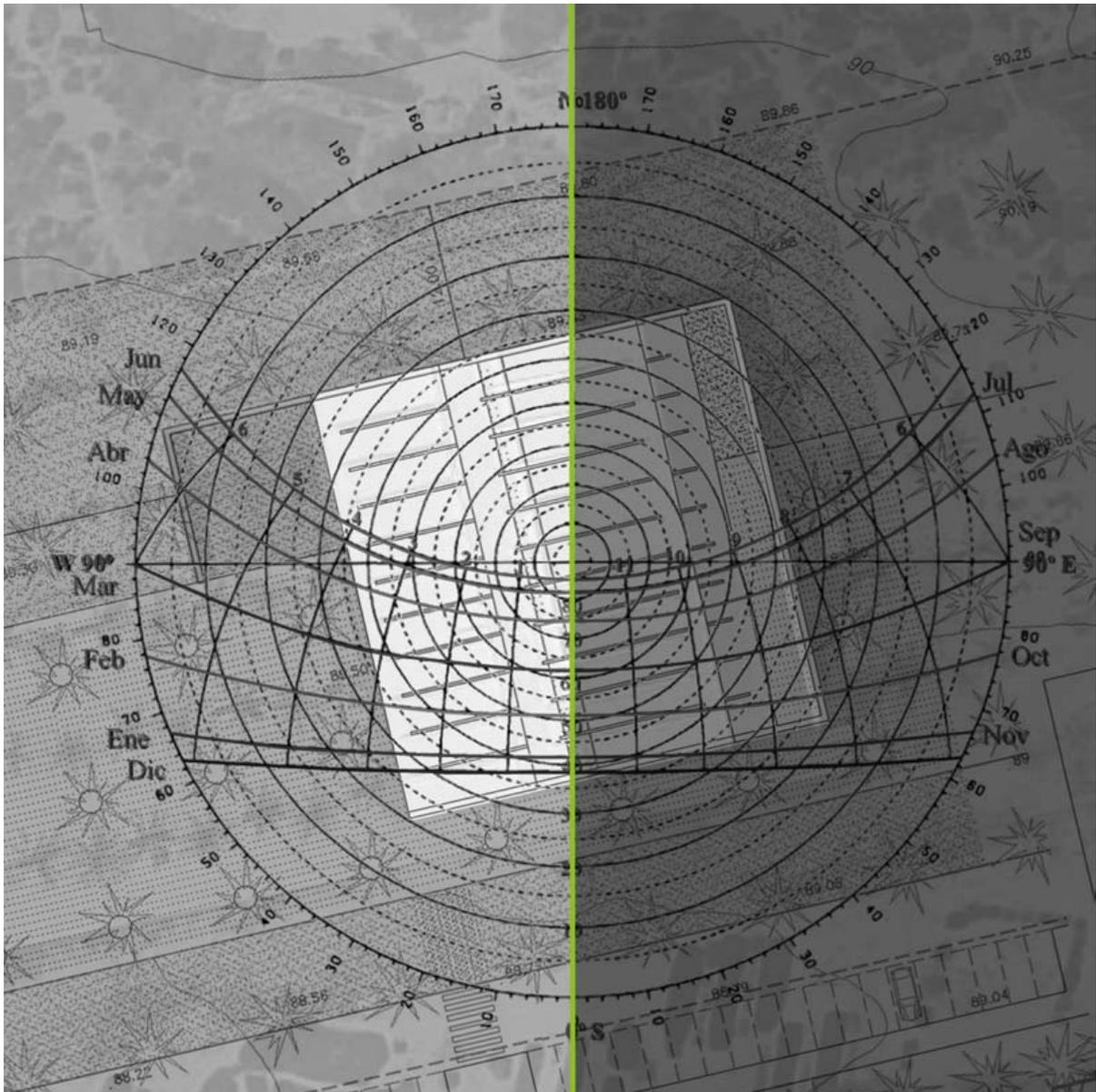


Imagen 428: Carta Solar Estereográfica de la Fachada Oeste, horas de incidencia solar en la tarde.
 Carta solar elaborada por el autor para la latitud 40°N.
 Indicaciones de uso y lectura de la carta solar en Anexo 5.

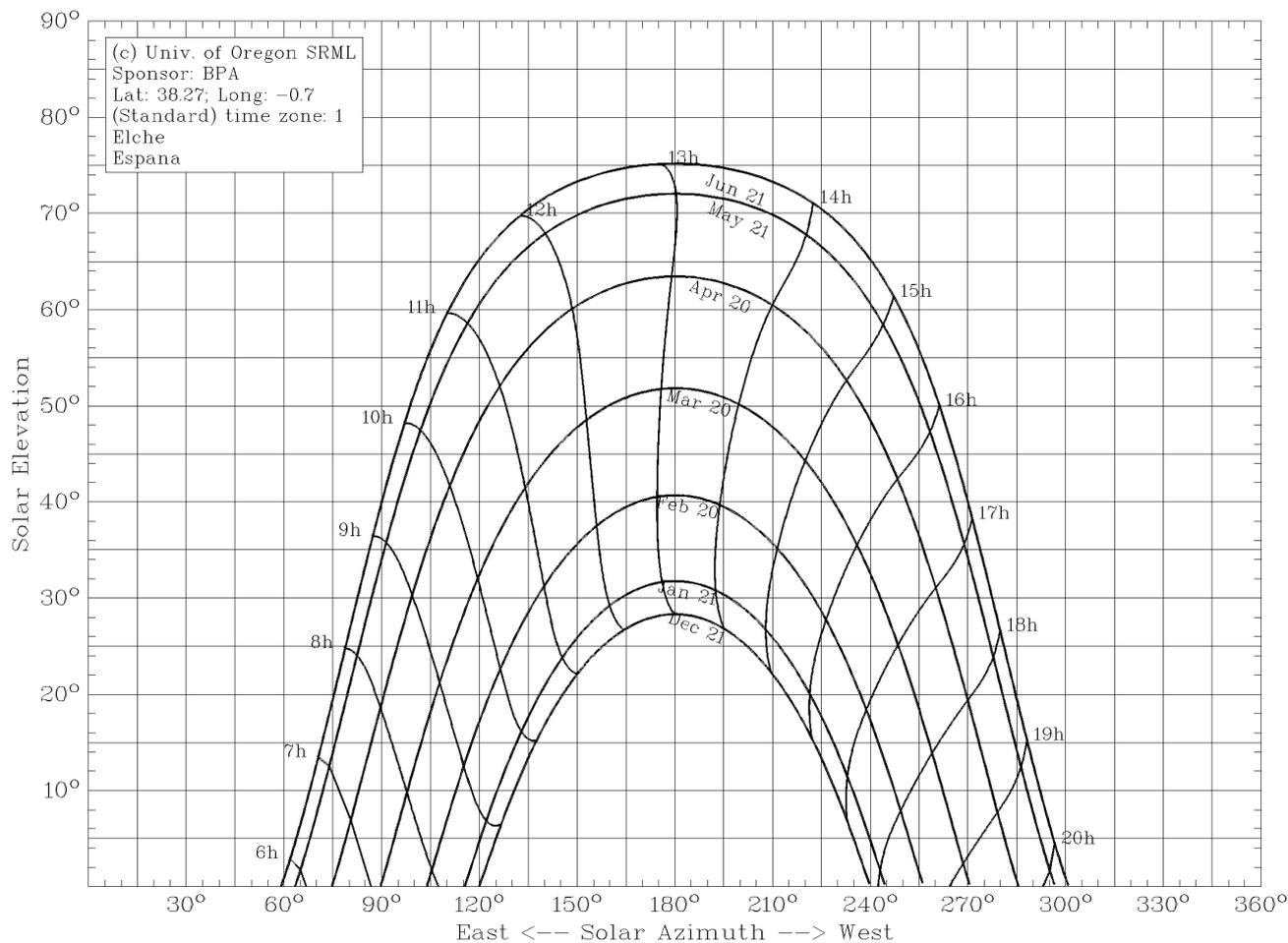


Imagen 429: Carta Solar Cilíndrica para la latitud 38°16'01"N.
<http://solardat.uoregon.edu/cgi-bin/SunChart.cgi>

4.4.2.3 Emplazamiento y descripción del proyecto:

La ubicación del proyecto es estratégica dentro del campus de la Universidad, donde su relación con la Avenida de la Universidad, y la responsabilidad de proximidad con el edificio del rectorado, denotan la significación que se otorga al proyecto y a las actividades planificadas para albergarse en él; por lo tanto, el edificio tiene el desafío de no solamente satisfacer las necesidades funcionales solicitadas, sino también establecerse con personalidad y presencia en este borde más urbano del campus, sin imponerse ni restarle protagonismo al edificio del rectorado, resolviendo de manera respetuosa su emplazamiento junto a esta instalación que ostenta la máxima representatividad administrativa e institucional dentro del campus.

La arquitectura resuelve eficazmente el contenedor espacial de las funciones, con una geometría íntegra y comprensible, en el que el ángulo recto se define a través de una exquisitez constructiva y una elegancia material lograda con una solución de envolvente en aluminio anodizado, que junto con el desafío estructural que implican los grandes volados le brindan la personalidad específica que se buscaba para su emplazamiento.

La orientación del proyecto ofrece su frente al edificio del rectorado y un flanco ciego a la Avenida de la Universidad, disponiendo el acceso principal al predio por una vía interior del campus, la misma que vincula directamente el edificio del rectorado con un amplio espacio exterior a manera de atrio de acceso escoltado por tres hileras de nueve palmeras cada uno, que direccionan el recorrido de aproximadamente 78 metros, y simultáneamente velan la influencia del proyecto desde la avenida interior del campus, otorgándole mayor presencia a la instalación del

rectorado. La fachada lateral, totalmente cerrada y hermética expone la geometría del edificio y destaca por su singularidad formal, en la que los audaces voladizos dispuestos alternadamente, junto con la refinada textura del envolvente, otorgan la categoría requerida para la edificación frente a la Avenida de la Universidad.

Interesa ver que la estrategia de emplazamiento emplea una limitada porción del lote efectivamente disponible, lo que ha permitido por un lado resolver el importante espacio exterior que precede al edificio y enriquece el proceso de aproximación peatonal al proyecto, y por otro lado la liberación de gran cantidad de suelo tras el edificio, suficiente para albergar un futuro proyecto que configure la esquina sureste del campus con usos afines y complementarios a los establecidos.



Imagen 430: Vista del acceso al Edificio Quórum I, desde la Avenida de la Libertad, el edificio antecedido por el atrio de palmeras.
http://www.parquecientificoumh.es/sites/default/files/images/edificio_quorum_i_0.jpg



Imagen 431: Plano de emplazamiento del proyecto.
 Estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:5000



4.4.2.4 Programa funcional:

El Parque Científico Empresarial, en la Universidad Miguel Hernández de Elche funciona desde 2005 y está Gestionado por la Fundación Quórum de la misma universidad, tiene como objetivo principal el generar un espacio de vinculación entre la universidad y la comunidad productiva así como con la sociedad en general, brindando un ambiente óptimo para empresas y grupos de investigación universitarios, para la oferta de productos, servicios y consultorías científicas y técnicas, impulsando y fortaleciendo la investigación, originando el desarrollo e innovación tecnológico en su entorno, y estimulando asociaciones entre universidad y órganos de producción, con el propósito de funcionar económicamente independientes y generando empleo y bienestar social.

El Edificio Quórum I, del Parque Científico Empresarial se planificó para recoger usos que, al no ser exclusivamente académicos, constituyen un vínculo entre universidad y sociedad, por lo tanto las actividades mayormente serán de reunión, y comunicación entre

la comunidad académica y los agentes sociales y productivos relacionados.

Dentro de este marco de actividades el edificio también tiene la capacidad de albergar prácticas de índole cultural, tales como exposiciones, actos públicos, sesiones, congresos y talleres.

El edificio está resuelto en cuatro niveles distribuidos de la siguiente manera:

- Planta de sótano ubicada en el nivel -3.00, con un carácter técnico y de servicio.
- Planta baja, es por donde se accede al edificio en el nivel ±0.00, cuyas funciones son de índole más público.
- Primera planta alta con funciones de gestión y administración, solucionada en el nivel +3.50.
- Finalmente una segunda planta alta, de carácter más académico resuelta en el nivel +7.00.

Cuadro de superficies y programa arquitectónico del edificio Quorum I			
PLANTA	USO	SUPERFICIE ÚTIL	SUPERFICIE TOTAL CONSTRUIDA
		m ²	m ²
PLANTA DE SÓTANO	Totales de Planta de Sótano	283.40	332.15
PLANTA BAJA	Totales de Planta Baja	639.50	705.40
PRIMERA PLANTA ALTA	Totales de Primera Planta Alta	453.80	521.25
SEGUNDA PLANTA ALTA	Totales de Segunda Planta Alta	383.30	417.10
RESUMEN GENERAL DE ÁREAS	Área total utilizable (sin circulaciones)	1760.00	1975.90
	Área de circulaciones	222.95 m ²	
	Área no utilizable (elementos constructivos y estructura)	215.90 m ²	
	Porcentaje de área utilizable (sin circulaciones)	89.07 %	
	Porcentaje de área de circulaciones	11.28 %	
	Porcentaje de área no utilizable	10.93 %	

Imagen 432: Cuadro de áreas para el edificio Quórum I. Infografía de Autor.

En la planta de sótano se resuelven los baños que dan servicio a las dependencias de planta baja, a este nivel se accede a través de las escaleras sur del edificio o a través del ascensor, los que se comunican con el vestíbulo del sótano, del que se da acceso a los aseos; los aseos están diferenciados por sexo y en cada uno de ellos se dispone de un aseo especial para personas con capacidades diferentes; a través del vestíbulo del sótano también hay acceso a las dos bodegas: una bodega norte más amplia a través de la cual se accede al cuarto de bombeo, y a una bodega sur que está acompañada por el cuarto de máquinas e instalaciones, así como por el cuarto de Limpieza y recolección de basuras.

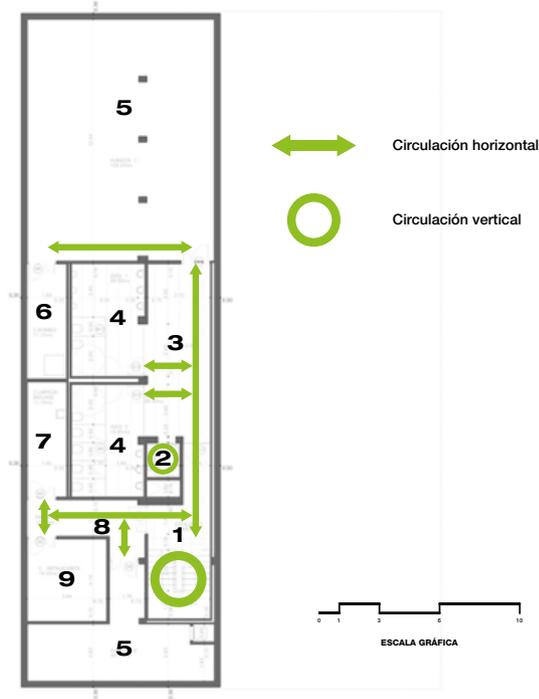


Imagen 433: Esquema de circulaciones en sótano. Escala: 1:350
Infografía de autor en base a planos del proyecto.

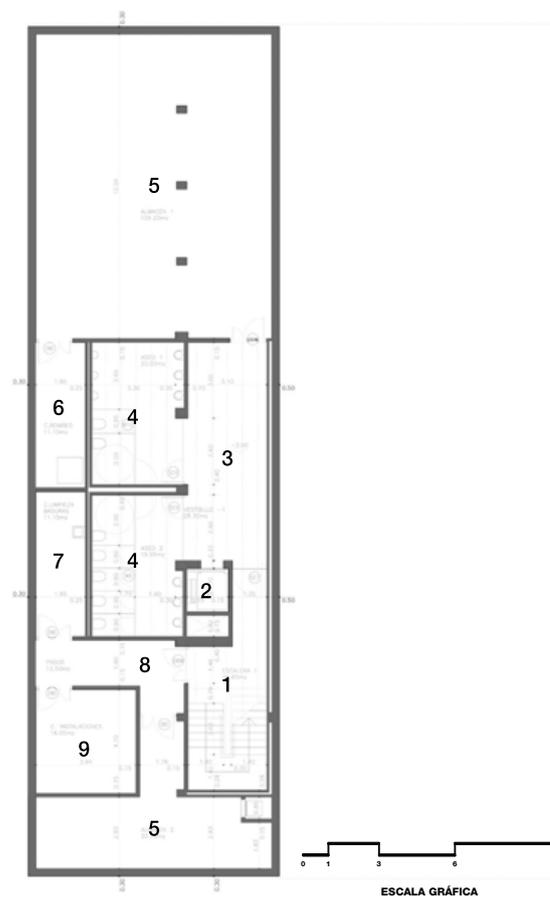


Imagen 434: Análisis funcional de la planta de Sótano del Edificio Quórum I.
Escala: 1:300

1. Gradas Sur, de servicio.
 2. Ascensor.
 3. Vestíbulo de Sótano.
 4. Servicio.
 5. Bodega.
 6. Cuarto de bombeo.
 7. Cuarto de limpieza / Basuras.
 8. Circulación.
 9. Cuarto de máquinas.
- Infografía de autor en base a planos del proyecto.

Cuadro de superficies y programa arquitectónico del edificio Quorum I			
PLANTA	USO	SUPERFICIE ÚTIL	SUPERFICIE TOTAL CONSTRUIDA
		m ²	m ²
SÓTANO	Vestíbulo de sótano	28.30	
	Bodega 01	109.20	
	Bodega 02	30.10	
	Cuarto de instalaciones	16.05	
	Cuarto de Bombeo	11.15	
	Cuarto de Limpieza y Imacenaje provisional de basura	11.15	
	Circulaciones	12.50	
	Aseo 01	20.00	
	Aseo 02	19.95	
	Ascensor	3.35	
	Escalera 01	21.65	
	Totales de Planta	283.40	332.15
	Área de circulaciones	37.50 m ²	
	Área no utilizable (elementos constructivos y estructura)	48.75 m ²	
	Porcentaje de área utilizable (sin circulaciones)	74.03 %	
Porcentaje de área de circulaciones	11.29 %		
Porcentaje de área no utilizable	14.68 %		

Imagen 435: Cuadro de áreas para el sótano del edificio Quórum I. Infografía de Autor.

Al edificio se accede a través de una generosa plaza ornamentada con tres hileras de palmeras que se desfasa del eje de la edificación 6 metros al sur y en todo su recorrido de aproximadamente 78 metros desde la Avenida de la Libertad (una vía interior del campus), tiene un ancho de 27.5 metros, el acceso se lo resuelve a través de la fachada oeste del edificio, en este recorrido de aproximadamente 78 metros se resuelve también un desnivel de 1 metro, es decir que la pendiente de acceso es de 1.28% en sentido oeste – este.

El programa determinado para la planta baja, al tratarse del nivel de comunicación con el acceso principal al inmueble, resuelve las actividades de naturaleza pública, toda la fachada oeste tiene la posibilidad de abrirse a la gran plaza de palmeras, en esta fachada, en el lado sur hay una cafetería que puede ocupar el espacio de la plaza aldaño a la edificación para ubicar mesas exteriores, ya que estas quedarían cubiertas

con el gran voladizo de la primera planta alta; en la zona central de la fachada oeste se tiene el acceso al vestíbulo principal del edificio , éste se conecta con el área de recepción y conserjería y los accesos a la sala de exposiciones y al salón de usos múltiples; la conserjería hace de filtro para acceder a las otras plantas a través de unas gradas principales norte cuyo arranque esta junto a la sala de exposiciones y conectan verticalmente la planta baja con las dos plantas superiores, y otras escaleras sur de servicio, que junto con el ascensor se ubican tras el espacio destinado a recepción, y conectan verticalmente todas las plantas de la edificación. Tanto la sala de exposiciones así como la sala de usos múltiples se abren hacia el amplio patio este, del cual reciben la iluminación natural; finalmente el costado norte de la fachada oeste se abre desde el vestíbulo a un patio oeste, que se cierra por el norte y el oeste por la continuidad del muro Norte del edificio.

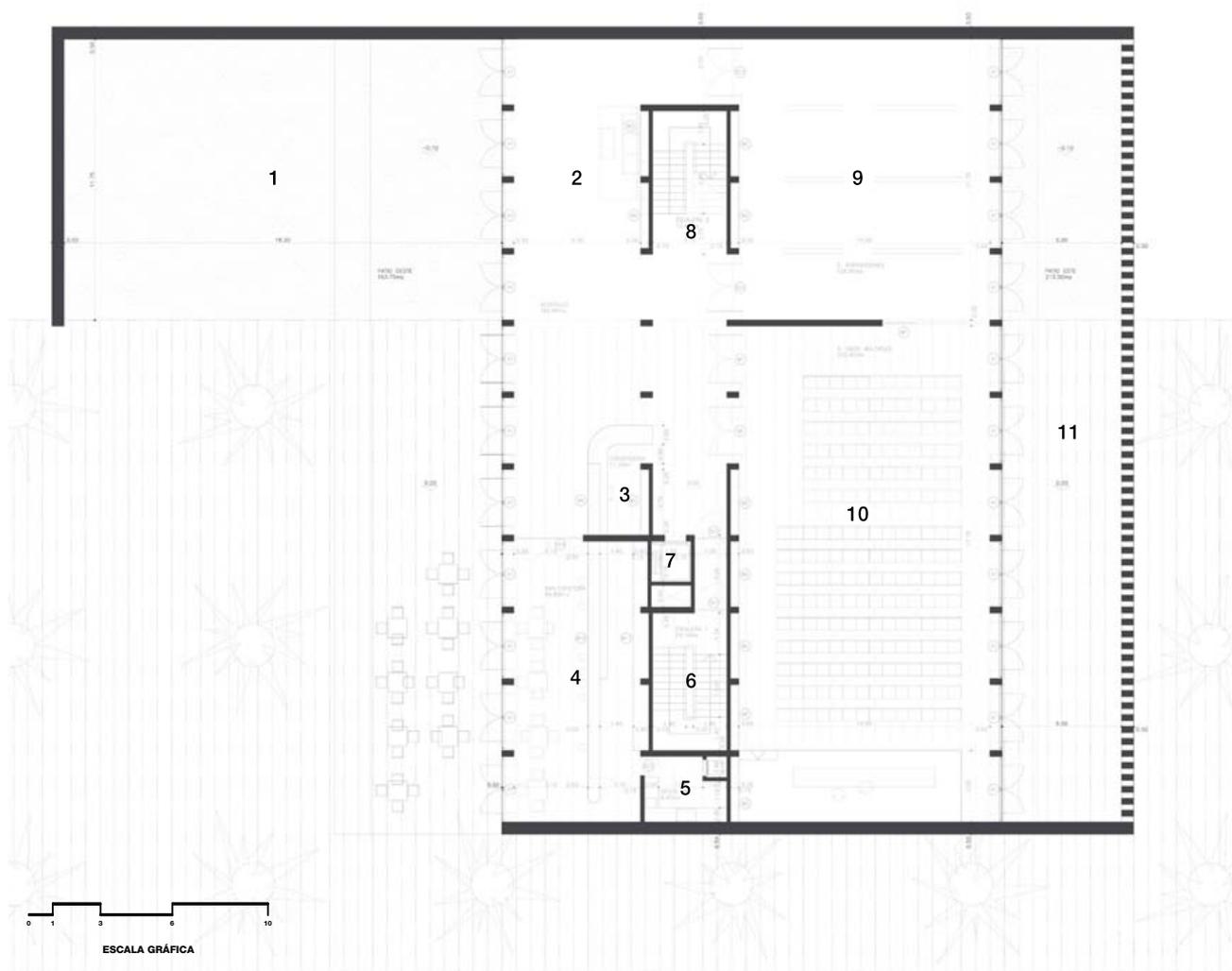


Imagen 436: Análisis funcional de la planta baja del Edificio Quórum I.
Escala: 1:300

- | | |
|--------------------------------|--|
| 1. Patio Oeste. | 7. Ascensor. |
| 2. Vestíbulo de planta baja. | 8. Escaleras. |
| 3. Recepción. | 9. Sala de exposiciones. |
| 4. Bar / Cafetería. | 10. Sala de uso múltiple. |
| 5. Oficina de Bar / Cafetería. | 11. Patio Este |
| 6. Escaleras de servicio. | Infografía de autor en base a planos del proyecto. |

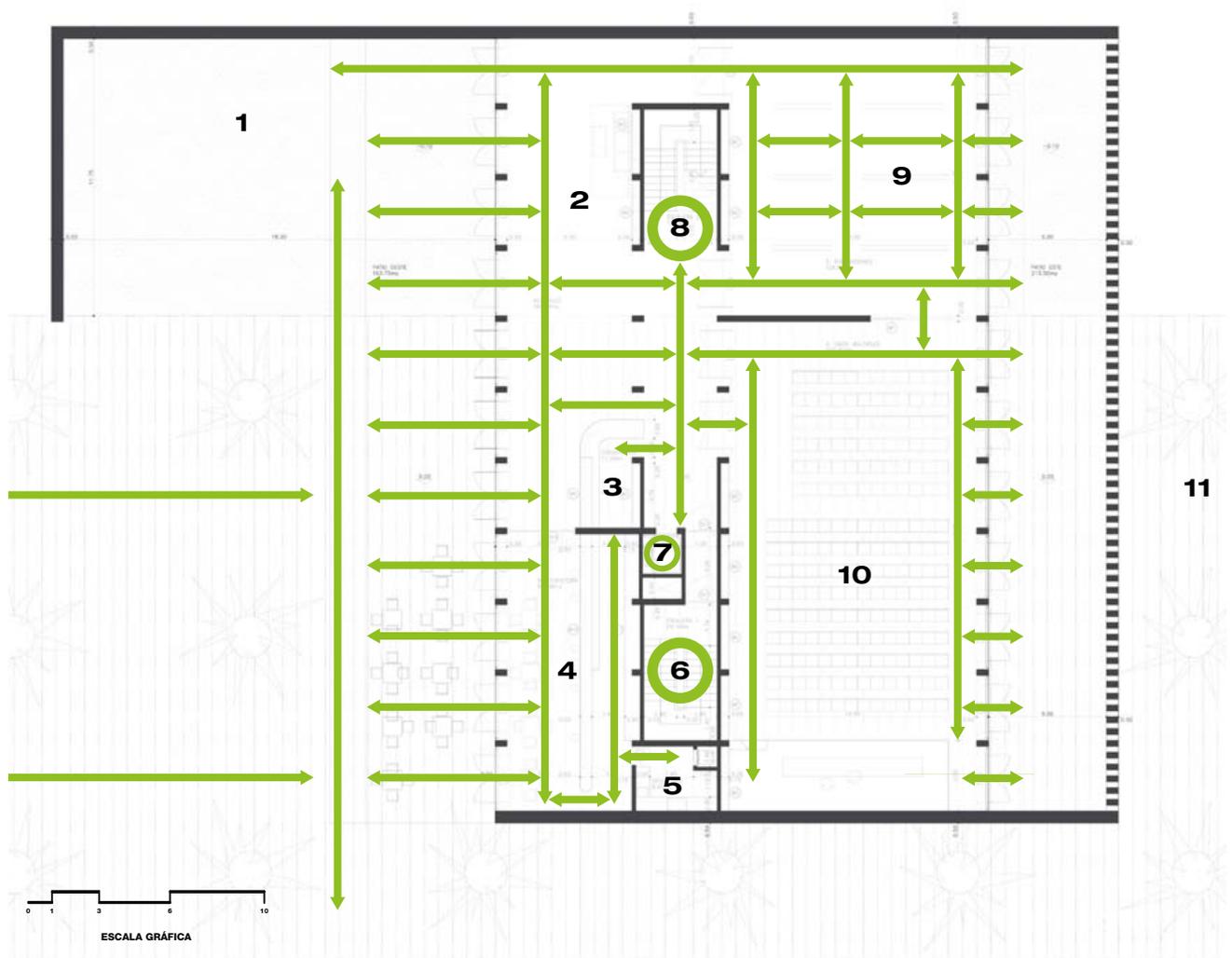


Imagen 437: Esquema de circulaciones en planta baja. Escala: 1:300
 Infografía de autor en base a planos del proyecto.

- | | |
|--------------------------------|---------------------------|
| 1. Patio Oeste. | 7. Ascensor. |
| 2. Vestíbulo de planta baja. | 8. Escaleras. |
| 3. Recepción. | 9. Sala de exposiciones. |
| 4. Bar / Cafetería. | 10. Sala de uso múltiple. |
| 5. Oficina de Bar / Cafetería. | 11. Patio Este |
| 6. Escaleras de servicio. | |



Cuadro de superficies y programa arquitectónico del edificio Quorum I

PLANTA	USO	SUPERFICIE ÚTIL	SUPERFICIE TOTAL CONSTRUIDA
		m ²	m ²
PLANTA BAJA	Vestíbulo de planta baja	162.95	
	Recepción	11.20	
	Bar / Cafetería	69.80	
	Oficina del Bar / Cafetería	6.40	
	Sala de Exposiciones	128.90	
	Sala de usos múltiples	220.40	
	Ascensor	3.35	
	Escalera 01	24.10	
	Escalera 02	12.40	
	Totales de Planta	639.50	705.40
	Patio Este (área exterior)	215.50 m ²	
	Patio Oeste (área exterior)	163.75 m ²	
	Total de áreas exteriores	379.25 m ²	
	Área de circulaciones	39.85 m ²	
	Área no utilizable (elementos constructivos y estructura)	65.90 m ²	
	Porcentaje de área utilizable (sin circulaciones)	85.01 %	
	Porcentaje de área de circulaciones	5.65 %	
Porcentaje de área no utilizable	9.34 %		

Imagen 438: Cuadro de áreas para la planta baja del edificio Quórum I. Infografía de Autor.

Para llegar a la primera planta alta se puede utilizar cualquiera de las circulaciones verticales del edificio, que conectan el espacio de vestíbulo abierto hacia el volado este de la estructura donde se ha planteado una terraza accesible, en la que se utilizan las alas superiores de las vigas principales recubiertas de tabloncillos de madera como mobiliario para estancia temporal, en esta planta se resuelven: la sede representativa del parque Científico Empresarial de la Universidad Miguel Hernández, el cuarto de telecomunicaciones, el despacho de administración, el área de investigaciones, nueve oficinas, una sala de juntas y dos baños, uno norte y otro sur.

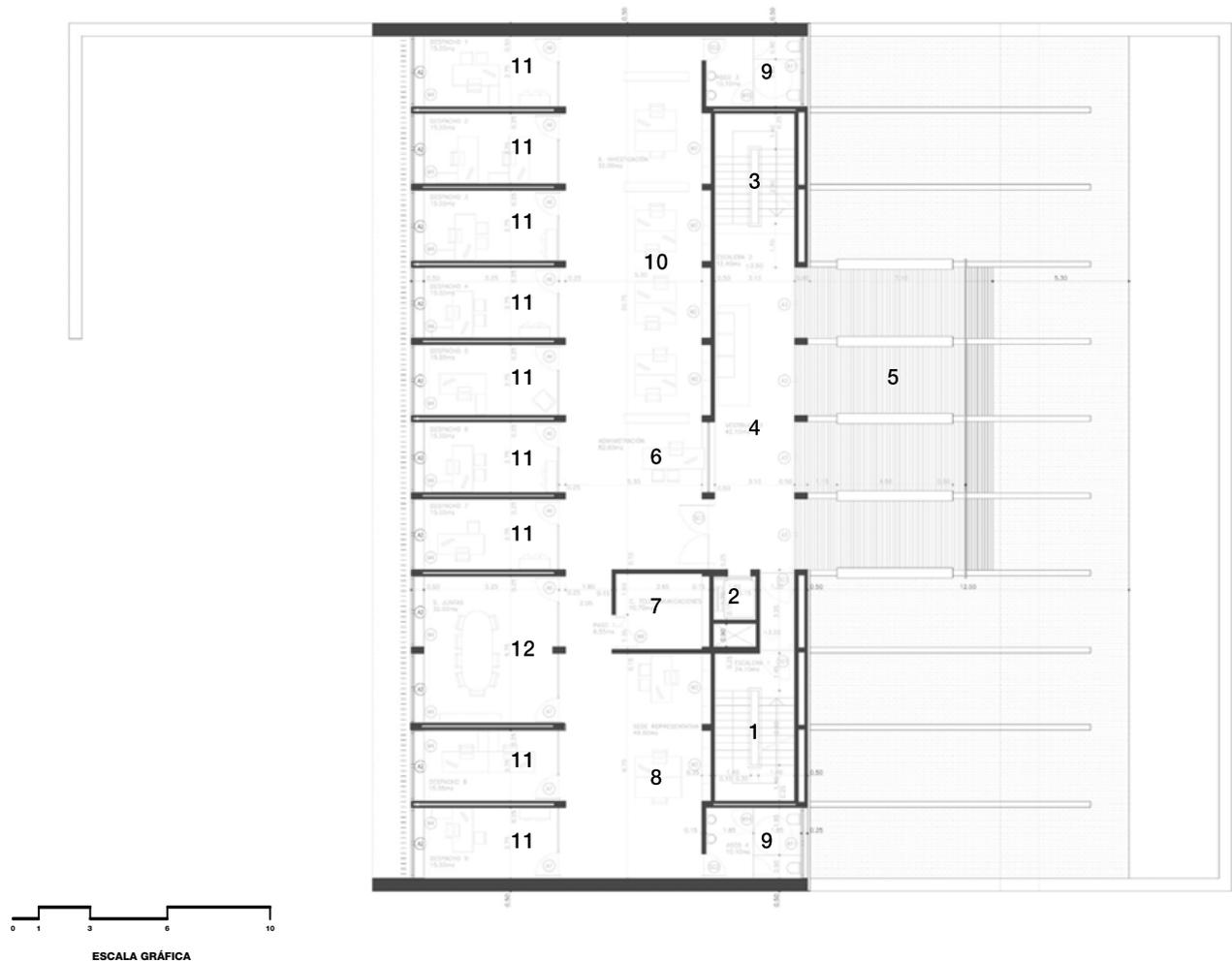
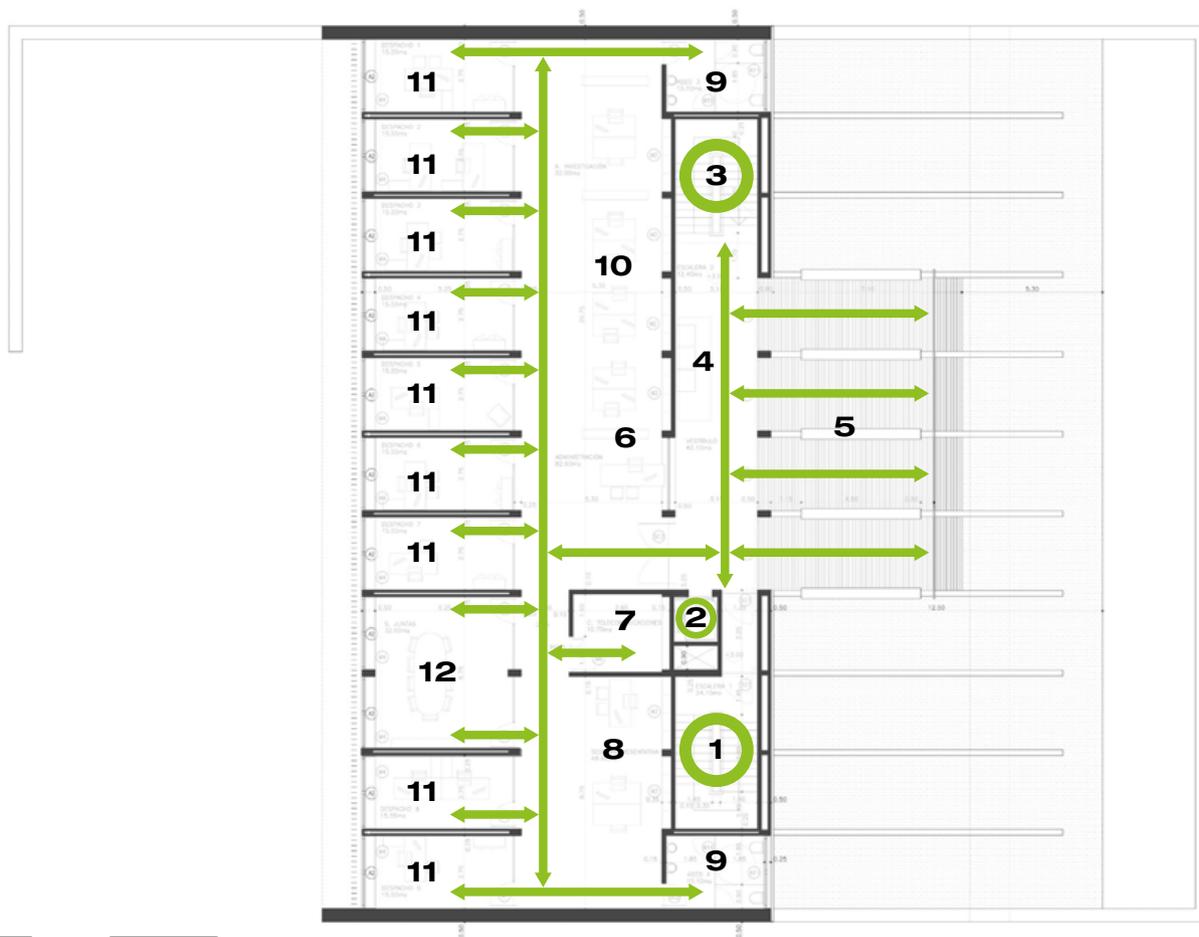


Imagen 439: Análisis funcional de la primera planta alta del Edificio Quórum I.
Escala: 1:300

1. Escaleras de servicio.
2. Ascensor.
3. Escaleras.
4. Vestíbulo 1P.
5. Terraza accesible.
6. Administración.
7. Cuarto de Telecomunicaciones.

8. Sede representativa.
 9. Servicio.
 10. Investigaciones.
 11. Oficina
 12. Sala de Juntas.
- Infografía de autor en base a planos del proyecto.



ESCALA GRÁFICA

Imagen 440: Esquema de circulaciones en la primera planta alta.

Escala: 1:300

Infografía de autor en base a planos del proyecto.

 Circulación horizontal

 Circulación vertical

1. Escaleras de servicio.
2. Ascensor.
3. Escaleras.
4. Vestíbulo 1P.
5. Terraza accesible.
6. Administración.

7. Cuarto de Telecomunicaciones.
8. Sede representativa.
9. Servicio.
10. Investigaciones.
11. Oficina
12. Sala de Juntas.

Cuadro de superficies y programa arquitectónico del edificio Quorum I			
PLANTA	USO	SUPERFICIE ÚTIL	SUPERFICIE TOTAL CONSTRUIDA
		m ²	m ²
PRIMERA PLANTA ALTA	Vestibulo de primera planta alta	42.10	
	Administración	82.80	
	Pasillo de primera planta alta	6.05	
	Sede representativa	48.60	
	Sala de Juntas	32.00	
	Cuarto de telecomunicaciones	10.70	
	Área de Investigación	32.00	
	Oficina 01	15.50	
	Oficina 02	15.50	
	Oficina 03	15.50	
	Oficina 04	15.50	
	Oficina 05	15.50	
	Oficina 06	15.50	
	Oficina 07	15.50	
	Oficina 08	15.50	
	Oficina 09	15.50	
	Aseo 03	10.10	
	Aseo 04	10.10	
	Ascensor	3.35	
	Escalera 01	24.10	
	Escalera 02	12.40	
	Totales de Planta	453.80	521.25
		Terraza para fumadores (área exterior)	78.10 m ²
	Área de circulaciones	45.90 m ²	
	Área no utilizable (elementos constructivos y estructura)	67.45 m ²	
	Porcentaje de área utilizable (sin circulaciones)	78.25 %	
	Porcentaje de área de circulaciones	8.81 %	
	Porcentaje de área no utilizable	12.94 %	

Imagen 441: Cuadro de áreas para la primera planta alta del edificio Quórum I. Infografía de Autor.

Finalmente en la segunda planta alta, a la cual también se puede acceder por cualquiera de las circulaciones verticales del edificio, se han propuesto 5 aulas, 4 de ellas de igual tamaño y una quinta un poco más amplia, que pueden ser usadas para cursos de formación o utilizarse como salas de reuniones, en esta planta también se resuelve un cuarto de climatización hacia la fachada oeste y dos baños proyectados exactamente sobre los baños de la primera planta alta.

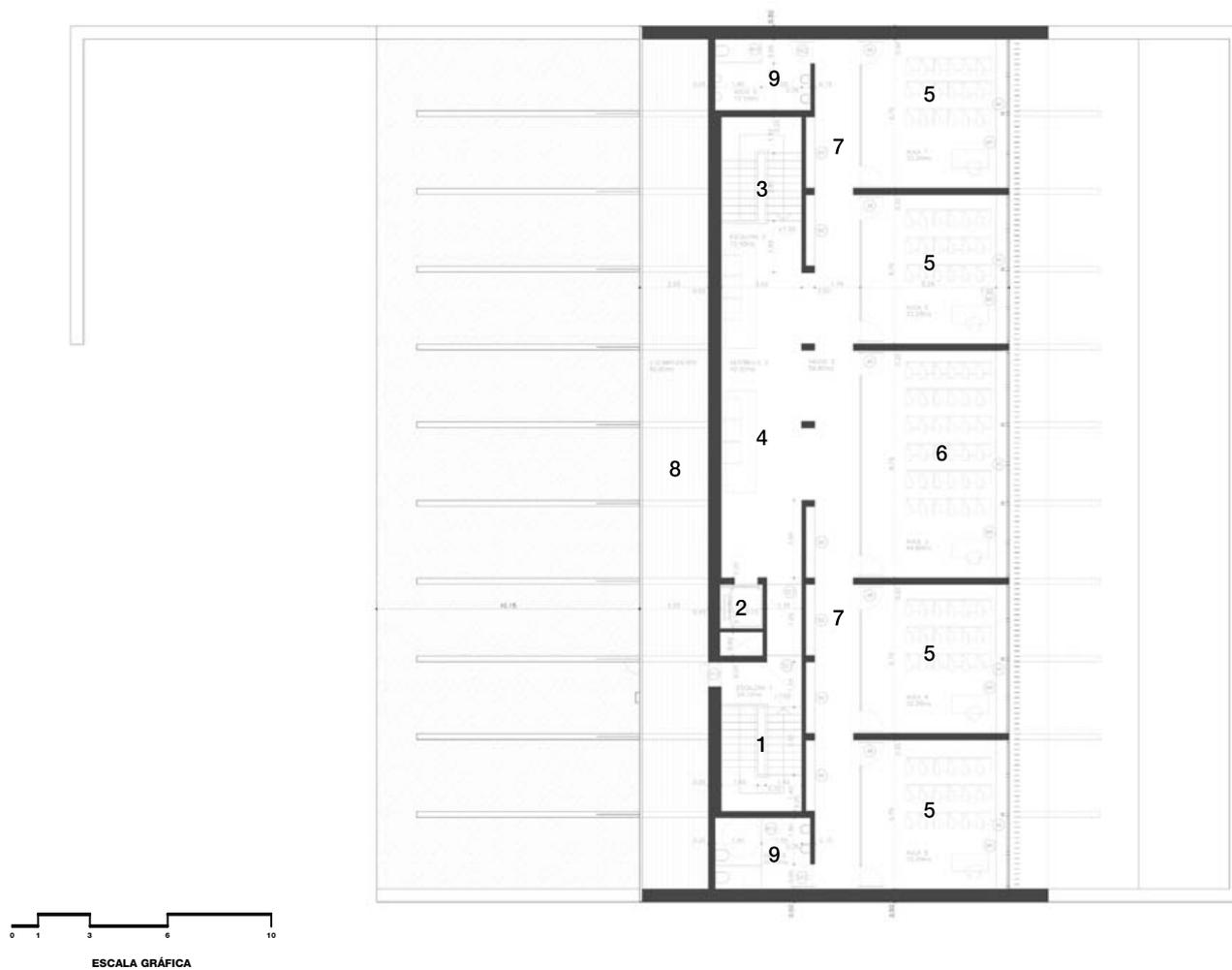


Imagen 442: Análisis funcional de la segunda planta alta del Edificio Quórum I.
Escala: 1:300

1. Escaleras de servicio.
2. Ascensor.
3. Escaleras.
4. Vestíbulo 2P.
5. Aula Tipo 1.

6. Aula Tipo 2.
7. Pasillo.
8. Cuarto de Climatización.
9. Servicio.

Infografía de autor en base a planos del proyecto.

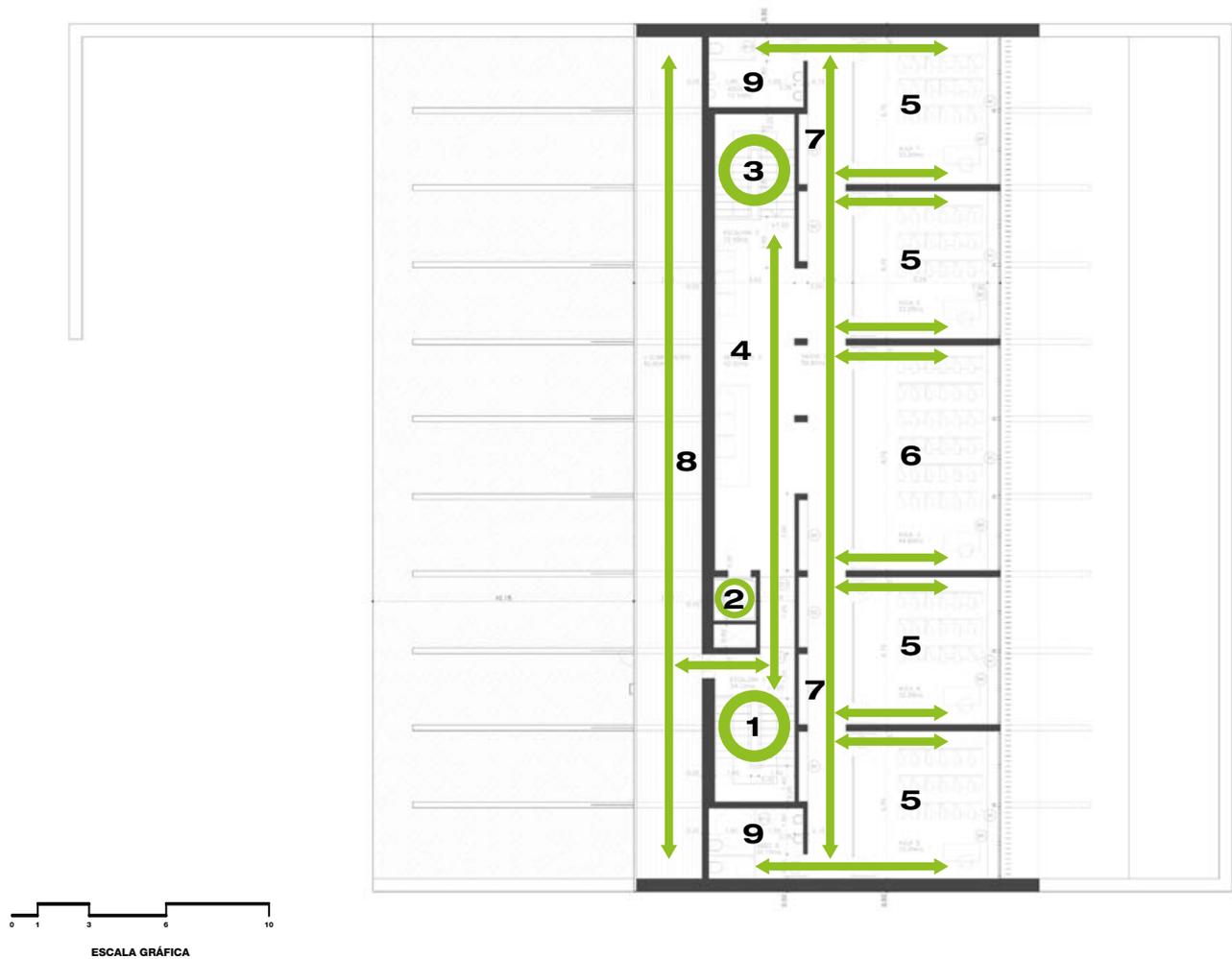


Imagen 443: Esquema de circulaciones en la segunda planta alta.
Escala: 1:300
Infografía de autor en base a planos del proyecto.

- | | |
|---------------------------|-----------------------------|
| 1. Escaleras de servicio. | 6. Aula Tipo 2. |
| 2. Ascensor. | 7. Pasillo. |
| 3. Escaleras. | 8. Cuarto de Climatización. |
| 4. Vestíbulo 2P. | 9. Servicio. |
| 5. Aula Tipo 1. | |



Cuadro de superficies y programa arquitectónico del edificio Quorum I

PLANTA	USO	SUPERFICIE ÚTIL	SUPERFICIE TOTAL CONSTRUÍDA
		m ²	m ²
SEGUNDA PLANTA ALTA	Vestibulo de segunda planta alta	42.90	
	Pasillo de segunda planta alta	59.85	
	Aula 01	32.20	
	Aula 02	32.20	
	Aula 03	32.20	
	Aula 04	32.20	
	Aula 05	48.80	
	Cuarto de Climatización	42.90	
	Aseo 05	10.10	
	Aseo 06	10.10	
	Ascensor	3.35	
	Escalera 01	24.10	
	Escalera 02	12.40	
	Totales de Planta	383.30	417.10
	Área de circulaciones	99.70 m ²	
Área no utilizable (elementos constructivos y estructura)	33.80 m ²		
Porcentaje de área utilizable (sin circulaciones)	67.99 %		
Porcentaje de área de circulaciones	23.90 %		
Porcentaje de área no utilizable	8.10 %		

Imagen 444: Cuadro de áreas para la segunda planta alta del edificio Quórum I. Infografía de Autor.

Actualmente (2017), se ha instalado en el edificio la sede central del Laboratorio de Idiomas de la Universidad Miguel Hernández, lo que ha implicado un cambio más de tipo administrativo que funcional, ya que el propósito administrativo, académico y cultural que tenía la edificación en el momento de su proyección se ha conservado, y por lo tanto, no se ha precisado efectuar ajustes considerables en el aspecto funcional arquitectónico, ni en el resistente estructural.



Imagen 445: Imagen Interior de la primera planta alta del edificio Quórum I. <http://www.idiomasumh.es/es/instalaciones>

4.4.2.5 Configuración del edificio:

El proyecto se resuelve en cuatro niveles, de los cuales tres de ellos están sobre la rasante y uno estará enterrado bajo rasante, siguiendo la solución funcional que se explicó en el apartado anterior; los volúmenes que recogen las funciones son paralelepípedos dispuestos uno sobre otro y deslizados de manera intercalada, generando de esta manera importantes voladizos, que además de definir la fisonomía volumétrica del edificio, constituyen la condicionante técnica para el planteamiento estructural del edificio.

La configuración volumétrica del edificio se consigue por el desplazamiento sucesivo y alternado de los paralelepípedos que conforman los niveles superiores, sobre el inmediato inferior, generando unos voladizos considerables, que más de dotar de dinamismo formal al proyecto desafían la aprehensión instintiva de estabilidad. Las fachadas norte y sur son totalmente opacas y herméticas, perfilando la geometría impuesta por los volados, mientras que las fachadas este y oeste son acristaladas, por donde se ilumina y ventila la edificación.

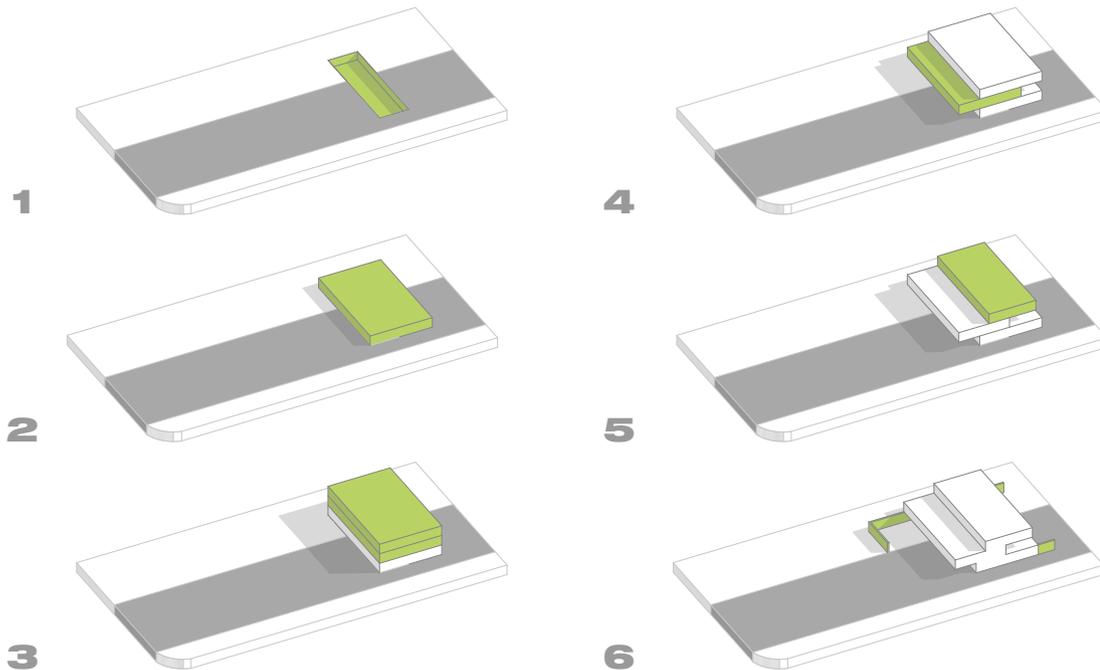


Imagen 446: Estrategia de configuración volumétrica del edificio Quórum I. Infografía de Autor.

Es interesante ver además que las funciones albergadas en los volúmenes ubicados sobre rasante tienen directa correspondencia con el nivel donde se resuelven, es decir que las funciones de carácter más público están en los niveles más bajos mientras que las actividades más privadas se disponen en las plantas superiores.

Las alturas de entrepiso se definen atendiendo a la normativa del Plan Especial de Ordenación del campus de Elche-La Galia, de la Universidad Miguel Hernández de Elche, y como se explicó anteriormente su emplazamiento ocupa una porción relativamente reducida del lote disponible para el proyecto, el mismo que desplaza estratégicamente a la edificación hacia el límite Este del lote liberando una explanada de palmeras que marcan el ingreso al edificio, y a la vez disimulan su presencia frente al edificio del rectorado de la Universidad.

El edificio se resuelve con materiales que buscan favorecer su calidad expresiva por medio de una construcción precisa y rigurosa, en la que destacan los detalles pulcros, las aristas vivas y las líneas

rectas. Los revestimientos exteriores se proyectan en diversos sistemas todos ellos en aluminio anodizado. Las extensas superficies acristaladas se protegen con sistemas de lamas y celosías fijas y pivotantes, que, a la vez que regulan una apropiada iluminación, garantizan un confort térmico interior.

El sistema de revestimiento para fachada, formado por tubos huecos de aluminio anodizado, fue desarrollado íntegramente por la oficina de Javier García-Solera, y su manufactura completa se la realiza bajo el control del arquitecto; este sistema es un excelente medio de aislamiento térmico y acústico, que, al ser hueco y al establecer una continuidad vertical, funciona como un sistema micro-ventilado, además de brindar una textura estéticamente particular.

Interiormente las paredes están acabadas con laminados blancos y aplacados de madera, permitiendo responder a la modulación y a la métrica del edificio con ajuste y precisión, favoreciendo al mantenimiento y limpieza, pero además brindando una sensación de claridad, liviandad y confort.

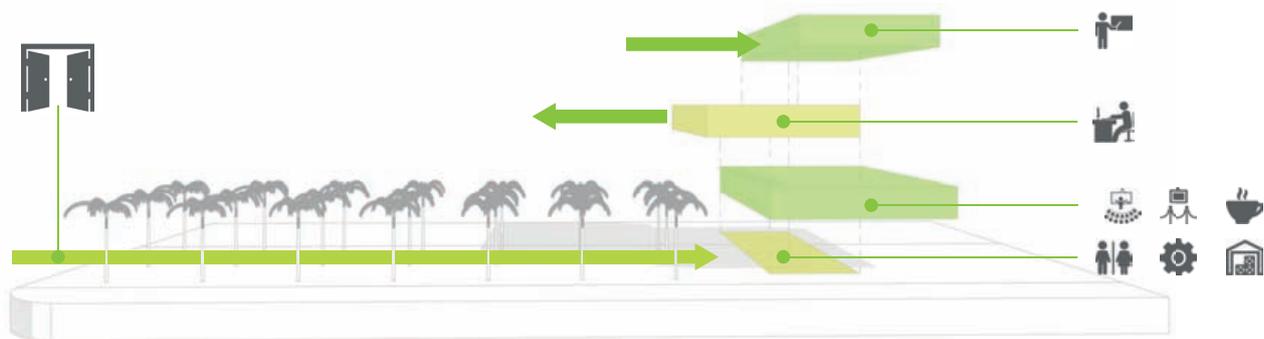


Imagen 447: Configuración funcional del edificio Quórum I. Infografía de Autor.

Para los cielos rasos falsos se han utilizado fibras naturales que estéticamente armonizan con la madera y contrastan con los laminados de las paredes, pero sobre todo garantizan un adecuado acomodo acústico de las distintas áreas de trabajo.

El terminado de pisos en madera enlaza visualmente los planos horizontales que limitan el espacio, proporcionando a los ambientes de una cualidad más doméstica que institucional; los suelos continuos hacen el transitar agradable y tranquilo, unificando los ambientes, favoreciendo la iluminación por reflejo, y dotando al proyecto de una dualidad ambiental que por un lado se manifiesta acogedora y cálida por la combinación de materialidades de suelos y cielos rasos; y por otro lado se expresa con sobriedad y elegancia a través de la continuidad espacial, la iluminación natural y la presencia material contrastada de los elementos verticales y los planos de acristalamiento.



Imagen 448: Imagen Interior de la planta baja del edificio Quórum I. Imagen cortesía de Javier García-Solera. Fotografía: José Carlos Martínez Robles



Imagen 449: Materialidad exterior del edificio Quórum I. Imagen cortesía de Javier García-Solera.

4.4.2.6 Planos ejecutivos del proyecto:

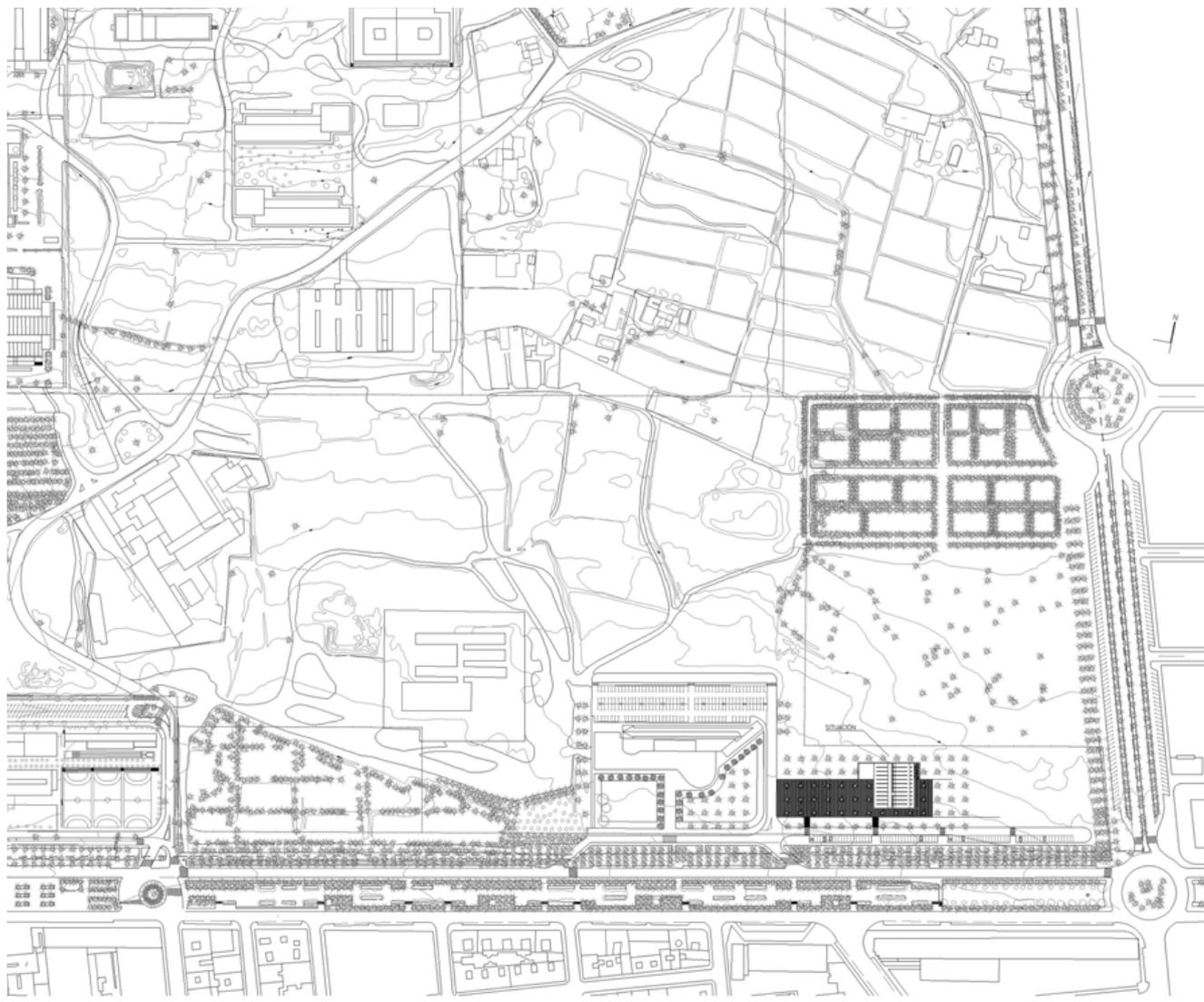
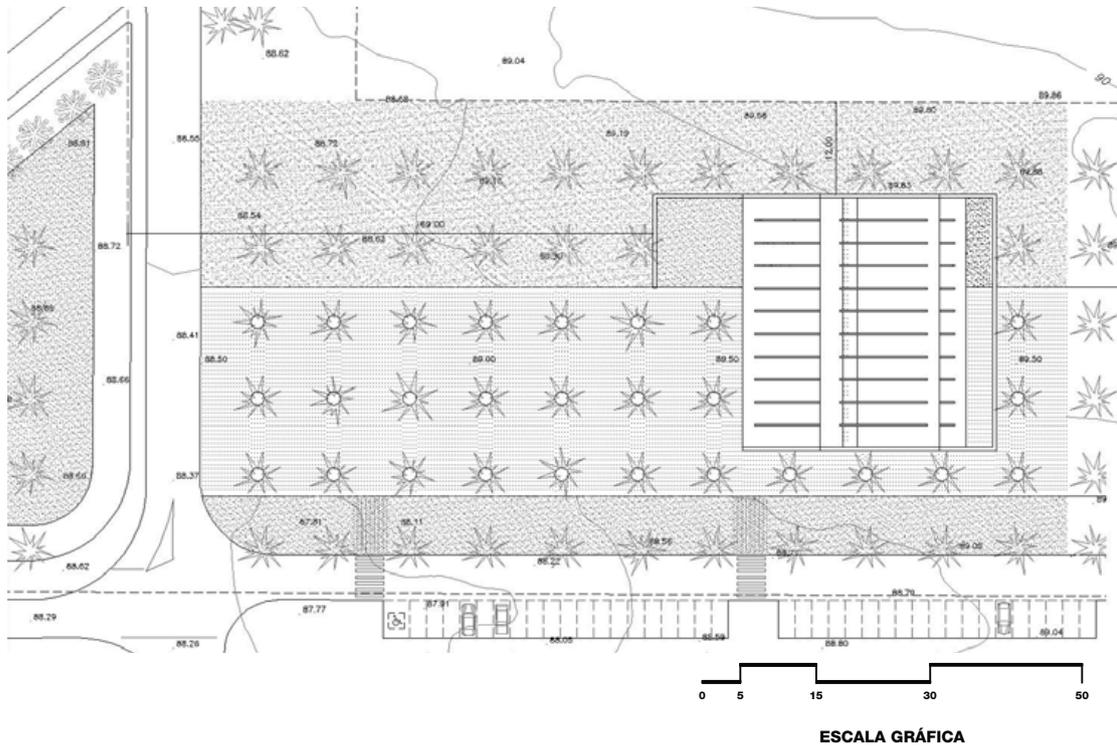


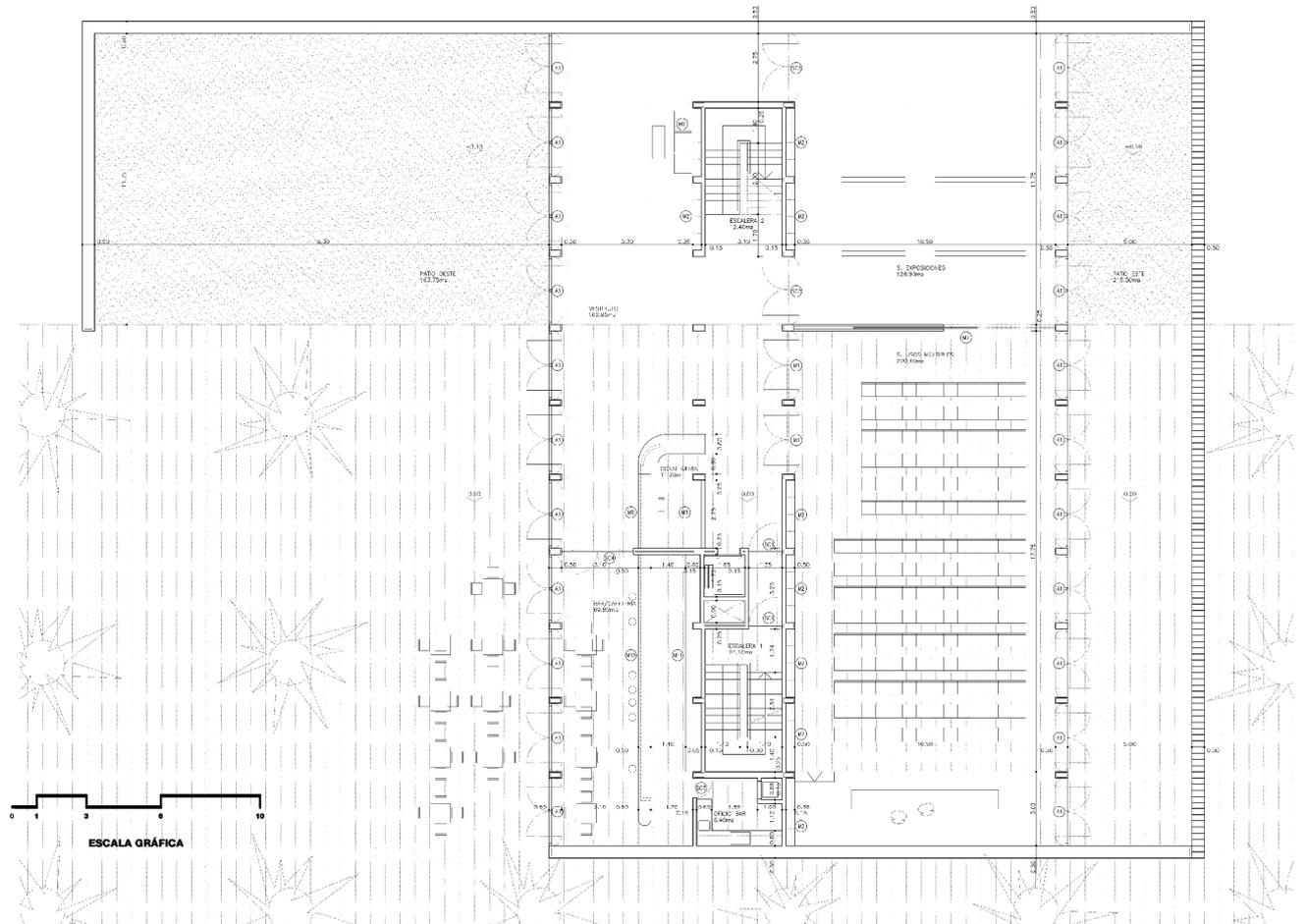
Imagen 450: Emplazamiento del proyecto.
Estudio de Javier García-Solera.
Escala: 1:5000





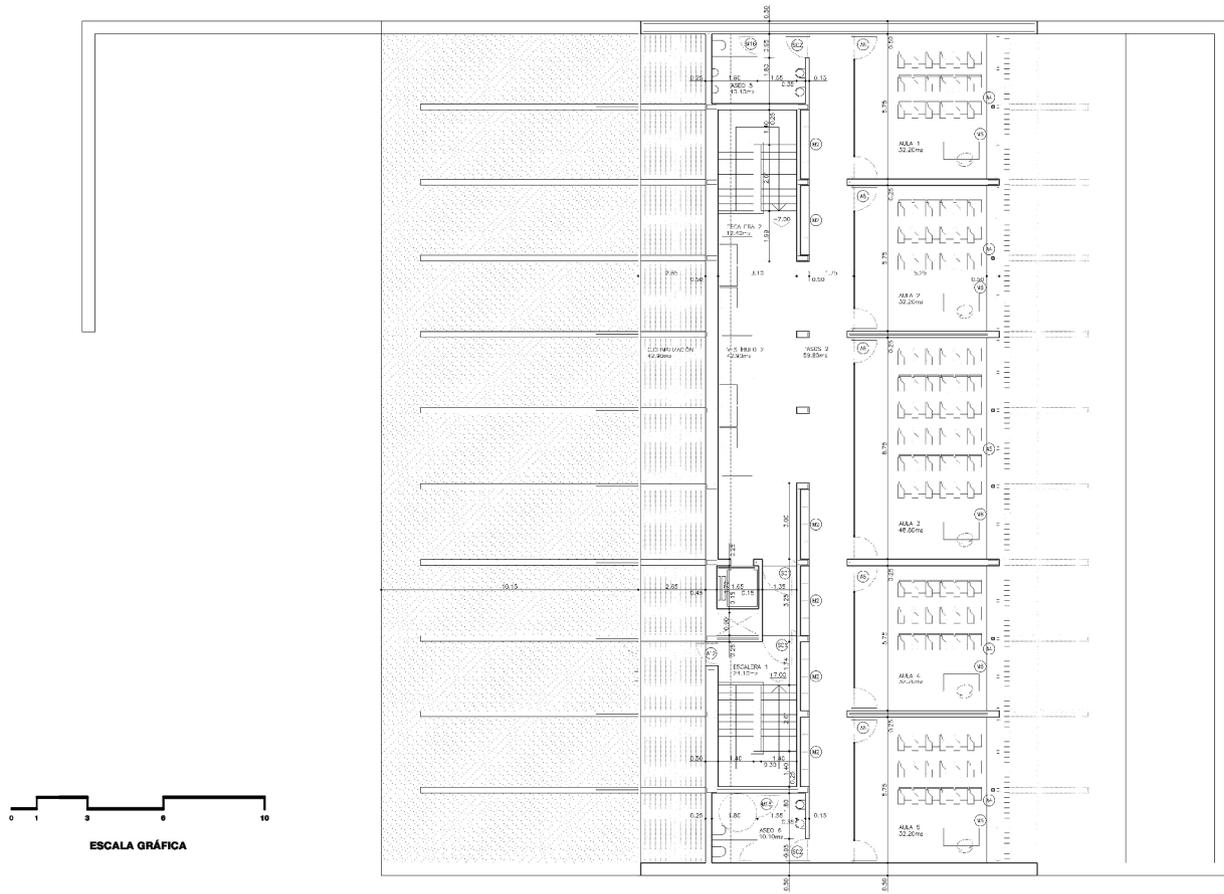
PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE EDIFICIO PARQUE CIENTÍFICO EMPRESARIAL EN EL CAMPUS DE ELCHE PROMOTOR: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE		ALICANTE
SITUACIÓN. EMPLAZAMIENTO PLANTAS DE SITUACIÓN		Nº PLANO
JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA - arquitecto		A.1
colab. : LOLA PÉREZ PAYA - ERNESTO MARTÍNEZ ARENAS - PILAR FRUCTUOSO VERA - arquitectos		MARZO 2007 escala 1:1500, 1:500

Imagen 451: Emplazamiento y topografía del proyecto.
 Estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:1000



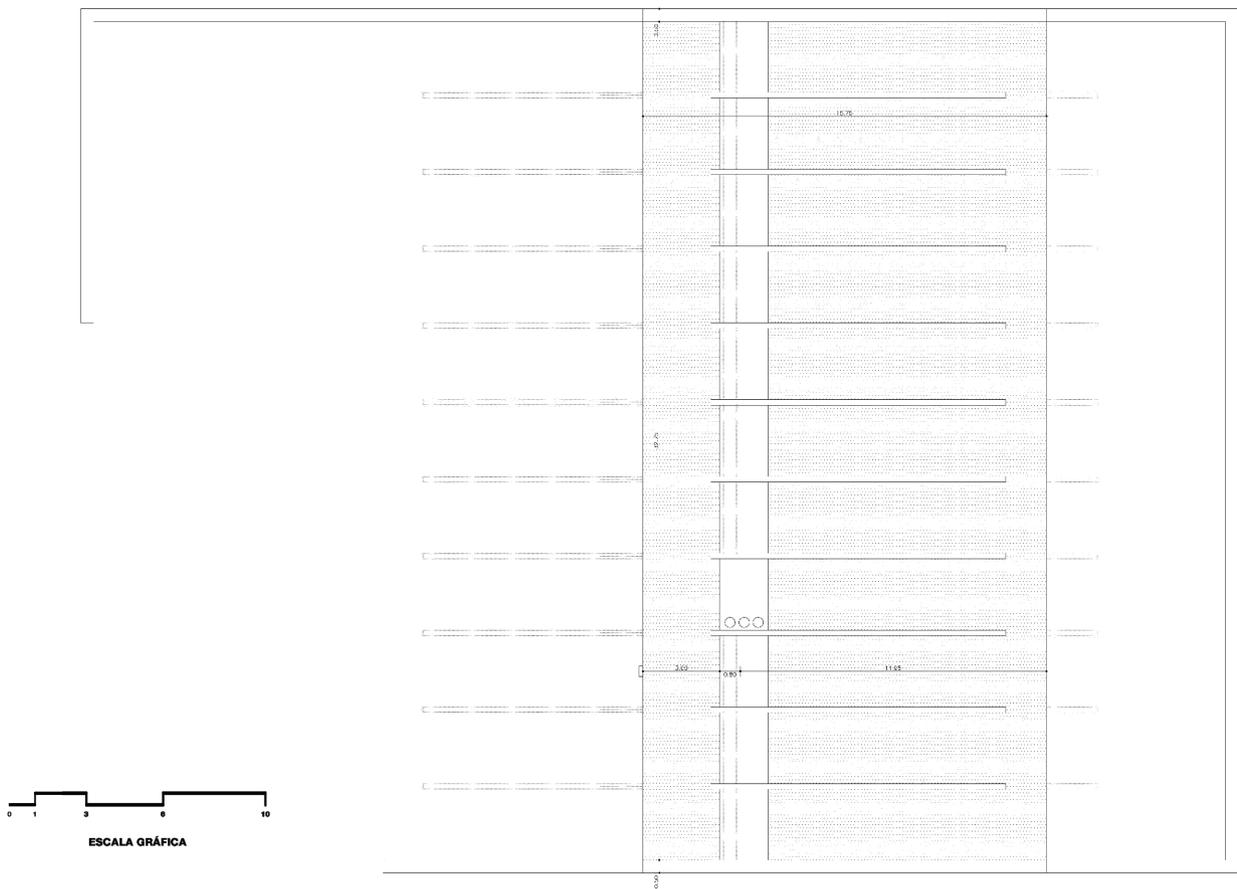
PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE EDIFICIO PARQUE CIENTÍFICO EMPRESARIAL EN EL CAMPUS DE ELCHE PROMOTOR: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE		AVDA. DE LA UNIVERSIDAD s/n ELCHE (ALICANTE)	
DESCRIPCION GRAFICA PLANTA BAJA: COTAS, SUPERFICIES, MOBILIARIO, CARPINTERÍA		N° PLANO C.2	
JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA — arquitecto		JUNIO 2007 escala 1:100	
colab. : LOLA PEREZ PAYA — ERNESTO MARTINEZ ARENAS — PILAR FRUCTUOSO VERA — arquitectos			

Imagen 453: Planta baja.
 Estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:300



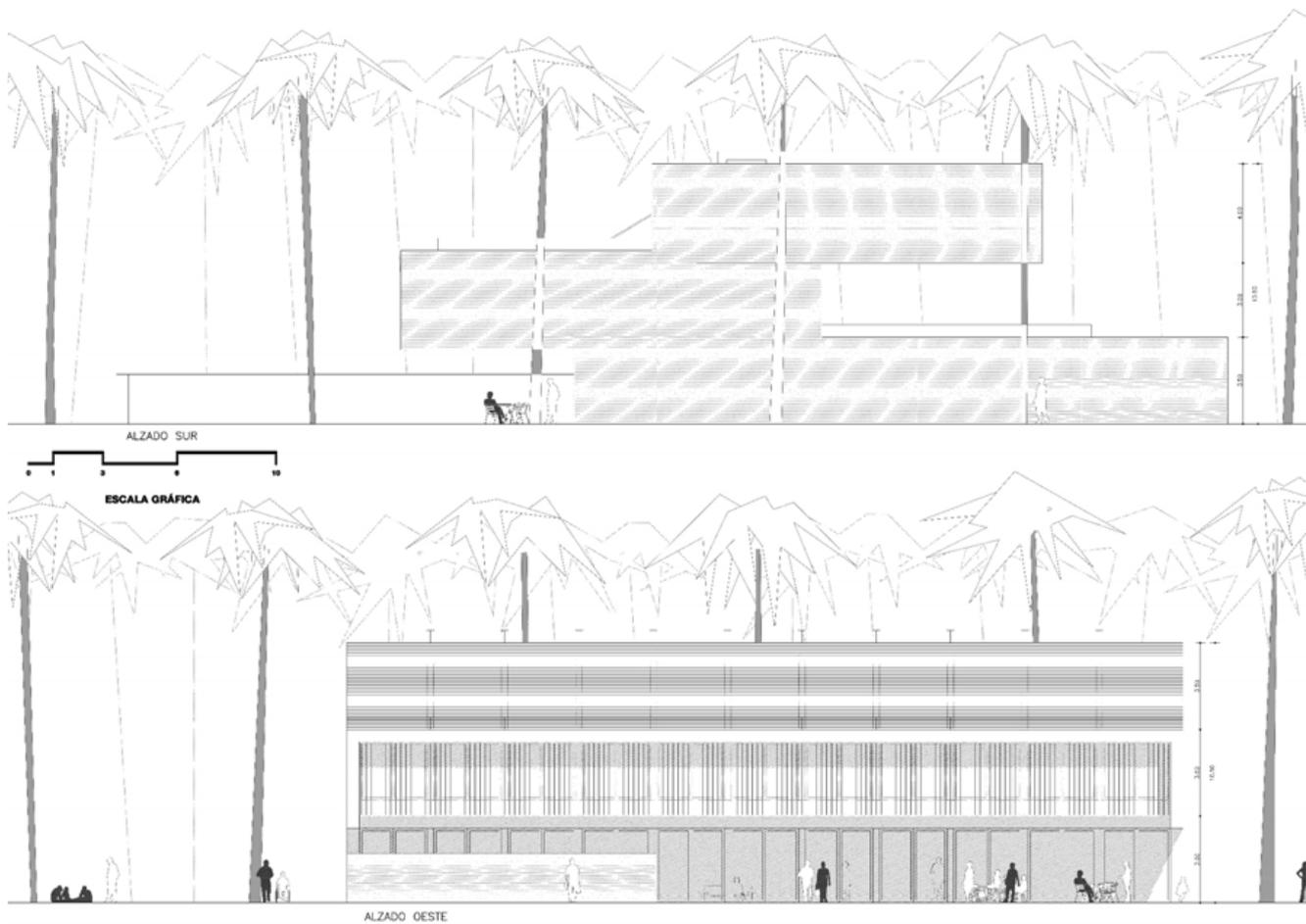
PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE EDIFICIO PARQUE CIENTÍFICO EMPRESARIAL EN EL CAMPUS DE ELCHE PROMOTOR: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE		AVDA. DE LA UNIVERSIDAD s/n ELCHE (ALICANTE)	
DESCRIPCIÓN GRÁFICA		N° PLANO	
PLANTA SEGUNDA: CORTAS, SUPERFICIES, MOBILIARIO, CARPINTERÍA		C.4	
JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA — arquitecto		JUNIO 2007 escala 1:100	
colab. : LOLA PÉREZ PAYA — ERNESTO MARTÍNEZ ARENAS — PILAR FRUCTUOSO VERA — arquitectos			

Imagen 455: Segunda planta alta.
 Estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:300



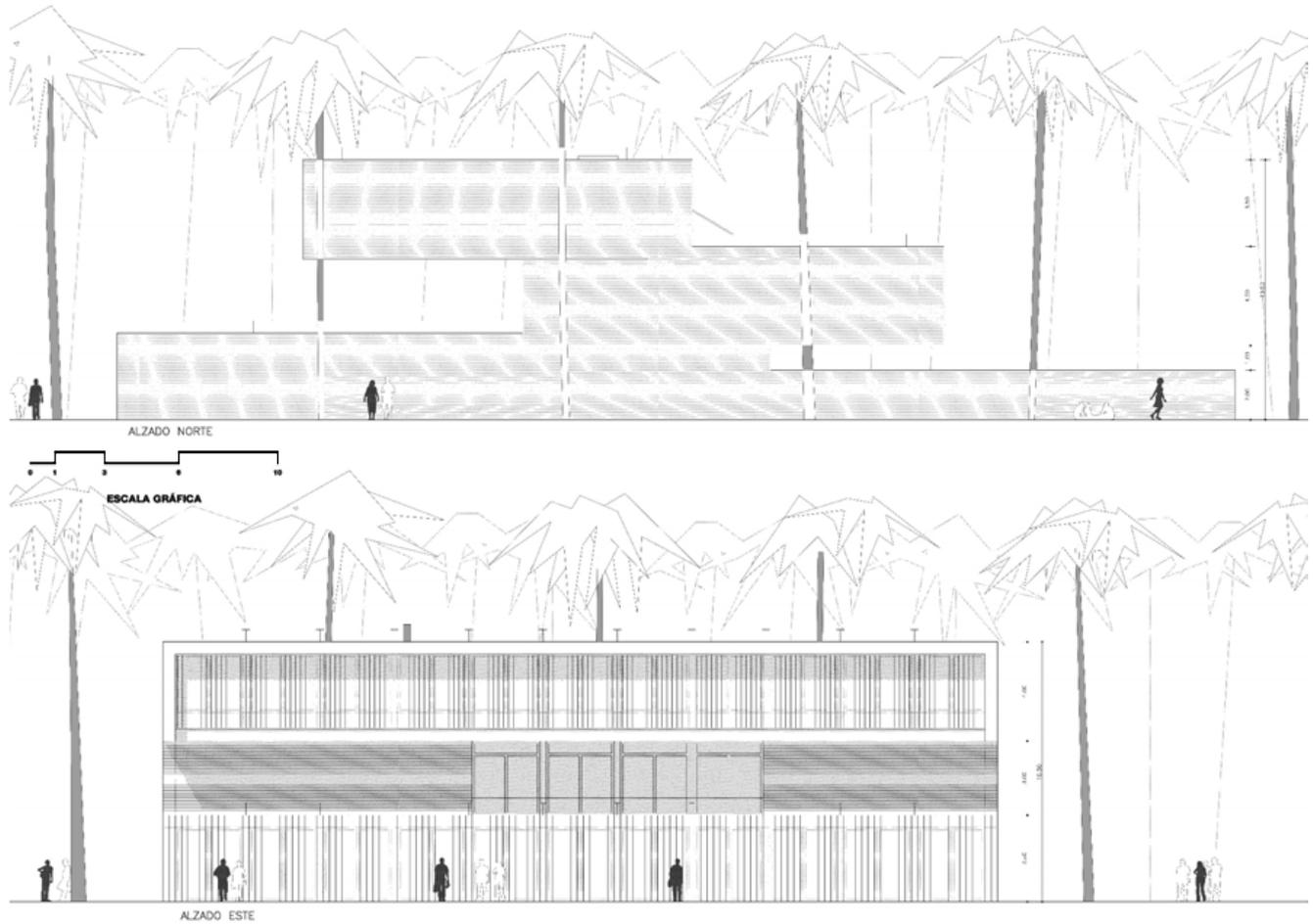
PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE EDIFICIO PARQUE CIENTÍFICO EMPRESARIAL EN EL CAMPUS DE ELCHE PROMOTOR: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE		AVDA. DE LA UNIVERSIDAD s/n ELCHE (ALICANTE)	
DESCRIPCIÓN GRÁFICA		N° PLANO	
PLANTA DE CUBIERTA: COTAS		C.5	
JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA - arquitecto		JUNIO 2007 escala 1:100	
colab. : LOLA PEREZ PAYA - ERNESTO MARTINEZ ARENAS - PILAR FRUCTUOSO VERA - arquitectos			

Imagen 456: Planta de cubierta.
 Estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:300



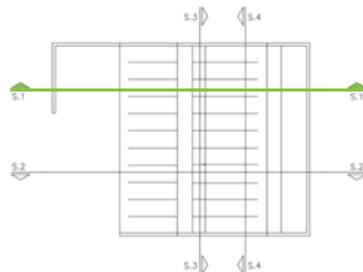
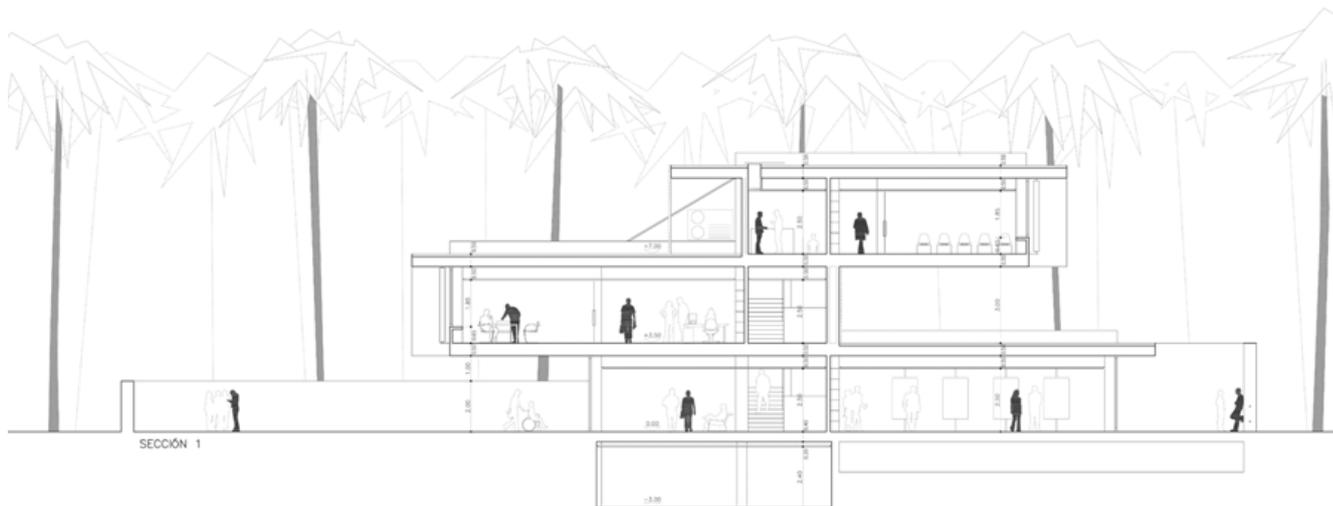
PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE EDIFICIO PARQUE CIENTÍFICO EMPRESARIAL EN EL CAMPUS DE ELCHE PROMOTOR: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE		AVDA. DE LA UNIVERSIDAD s/n ELCHE (ALICANTE)	
DESCRIPCIÓN GRÁFICA ALZADOS OESTE Y SUR: COTAS		N° PLANO C.6	
JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA — arquitecto		JUNIO 2007 — escala 1:100	
colab. : LOLA PEREZ PAYA — ERNESTO MARTINEZ ARENAS — PILAR FRUCTUOSO VERA — arquitectos			

Imagen 457: Elevaciones Sur y Oeste.
 Estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:300



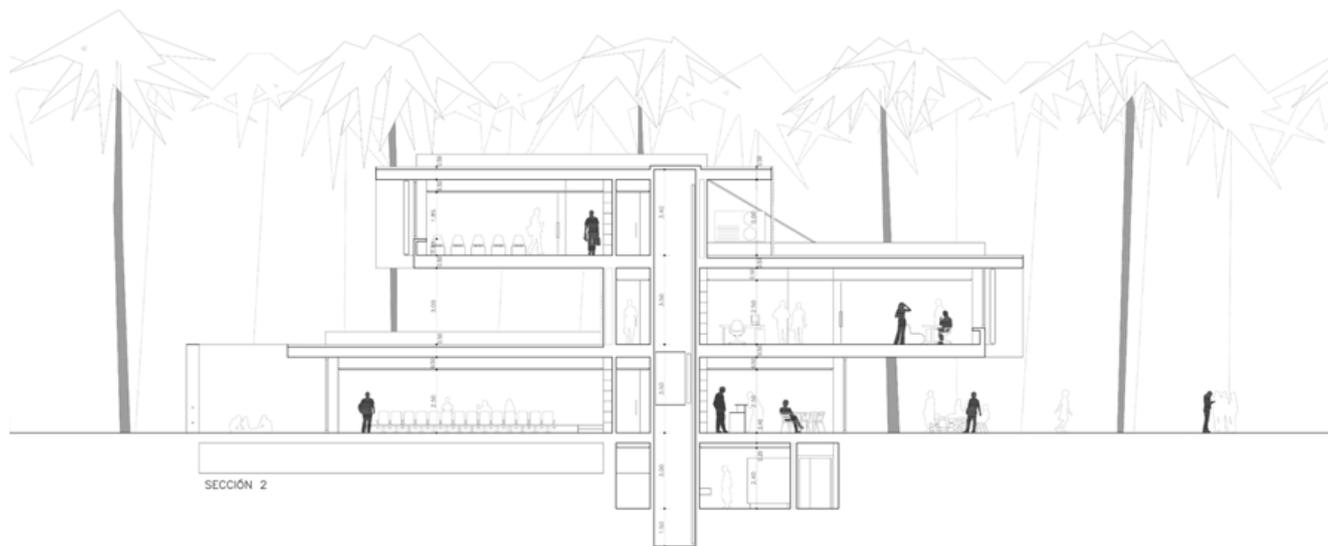
PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE EDIFICIO PARQUE CIENTÍFICO EMPRESARIAL EN EL CAMPUS DE ELCHE PROMOTOR: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE		AVDA. DE LA UNIVERSIDAD s/n ELCHE (ALICANTE)	
DESCRIPCIÓN GRÁFICA ALZADOS ESTE Y NORTE: COTAS		N° PLANO C.7	
JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA — arquitecto		JUNIO 2007 escala 1:100	
colab. : LOLA PÉREZ PAYA — ERNESTO MARTÍNEZ ARENAS — PILAR FRUCTUOSO VERA — arquitectos			

Imagen 458: Elevaciones Norte y Este.
 Estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:300

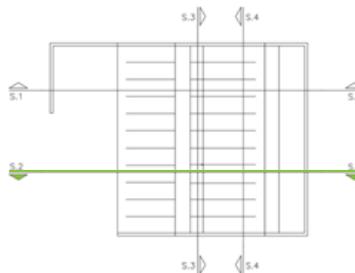


PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE EDIFICIO PARQUE CIENTÍFICO EMPRESARIAL EN EL CAMPUS DE ELCHE PROMOTOR: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE		AVDA. DE LA UNIVERSIDAD s/n ELCHE (ALICANTE)
DESCRIPCIÓN GRÁFICA SECCIONES 1,2: COTAS		N° PLANO C.8
JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA - arquitecto		JUNIO 2007 escala 1:100
colab.: LÓLA PEREZ PAYA - ERNESTO MARTINEZ ARENAS - PILAR FRUCTUOSO VERA - arquitectos		

Imagen 459: Sección 1.
 Estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:300

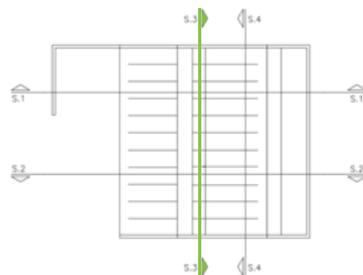
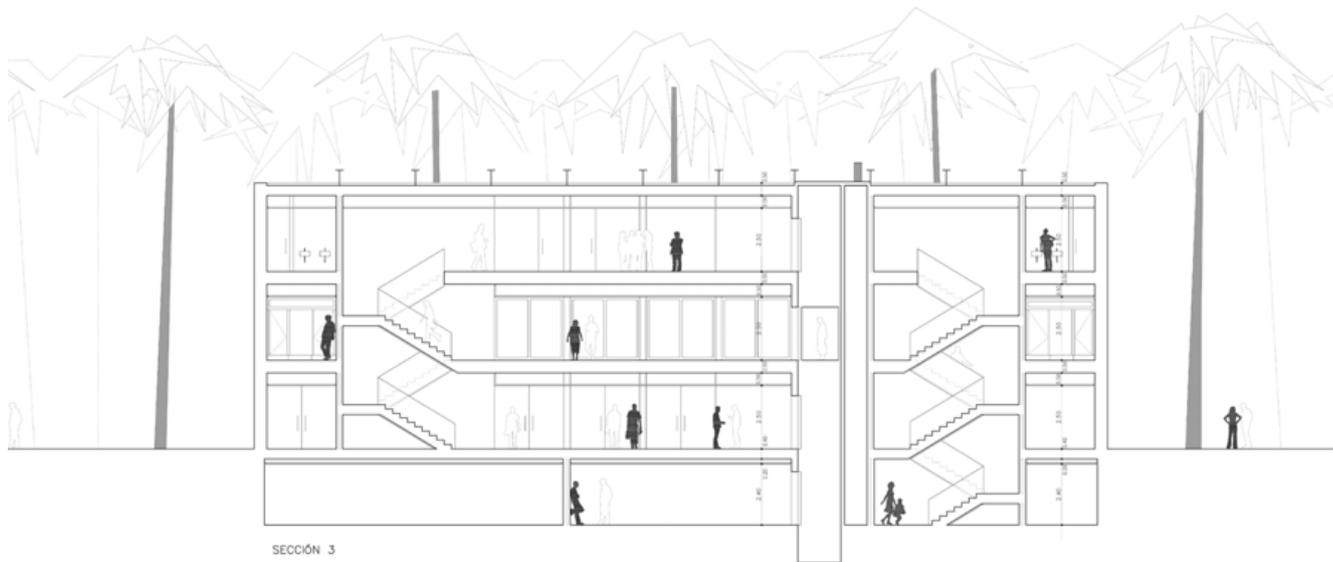


ESCALA GRÁFICA



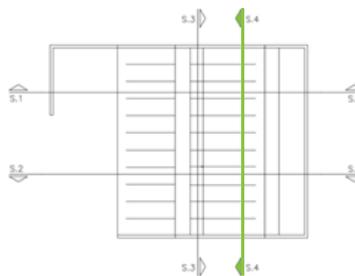
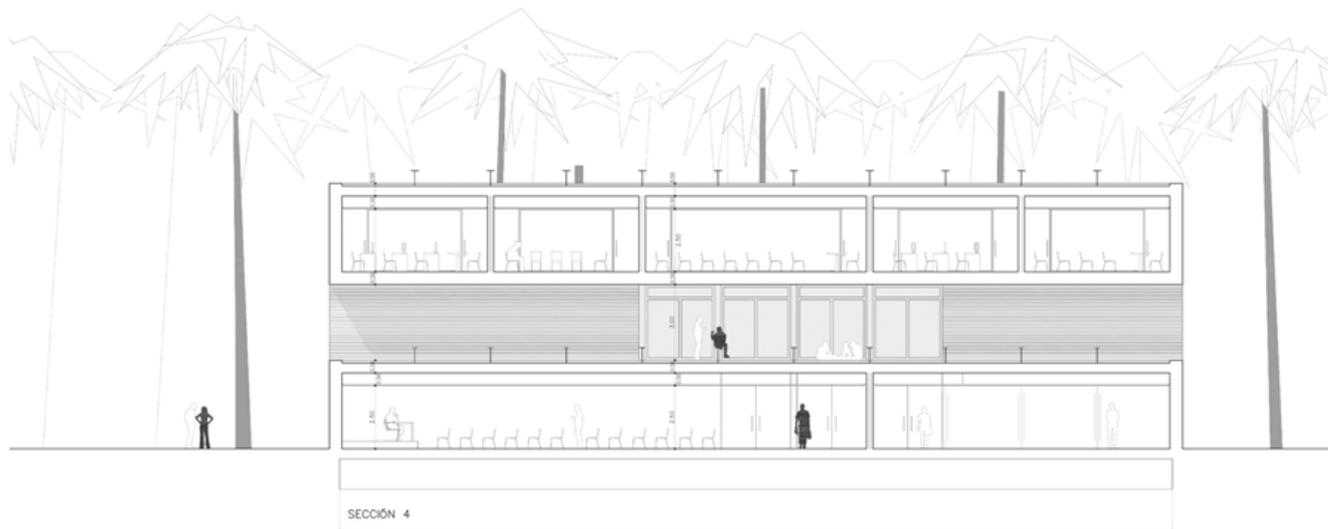
PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE EDIFICIO PARQUE CIENTÍFICO EMPRESARIAL EN EL CAMPUS DE ELCHE PROMOTOR: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE		AVDA. DE LA UNIVERSIDAD s/n ELCHE (ALICANTE)	
DESCRIPCIÓN GRÁFICA SECCIONES 1,2: COTAS		N° PLANO C.8	
JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA — arquitecto		JUNIO 2007 escala 1:100	
colab. : LÓLA PÉREZ PAYA — ERNESTO MARTÍNEZ ARENAS — PILAR FRUCTUOSO VERA — arquitectos			

Imagen 460: Sección 2.
 Estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:300



PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE EDIFICIO PARQUE CIENTÍFICO EMPRESARIAL EN EL CAMPUS DE ELCHE PROMOTOR: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE		AVDA. DE LA UNIVERSIDAD s/n ELCHE (ALICANTE)	
DESCRIPCIÓN GRÁFICA SECCIONES 3,4: COTAS		N° PLANO C.9	
JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA - arquitecto		JUNIO 2007 escala 1:150	
colab. : LOLA PEREZ PAYA - ERNESTO MARTINEZ ARENAS - PILAR FRUCTUOSO VERA - arquitectos			

Imagen 461: Sección 3.
 Estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:300



PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE EDIFICIO PARQUE CIENTÍFICO EMPRESARIAL EN EL CAMPUS DE ELCHE PROMOTOR: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE		AVDA. DE LA UNIVERSIDAD s/n ELCHE (ALICANTE)	
DESCRIPCIÓN GRÁFICA SECCIONES 3,4: COTAS		N° PLANO C.9	
JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA - arquitecto		JUNIO 2007 escala 1:150	
colab. : LOLA PEREZ PAYA - ERNESTO MARTINEZ ARENAS - PILAR FRUCTUOSO VERA - arquitectos			

Imagen 462: Sección 4.
 Estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:300

4.4.2.7 Identificación de los componentes básicos del proyecto:

4.4.2.7.1 Sistema portante.:

La estructura debe solventar las solicitaciones de carga tanto de índole permanente, funcional y accidental, en este edificio la función es de tipo mixto, albergando zonas de uso administrativo, docente y de acceso público, además de contar con una zona de bodegas y almacenaje en el sótano, se debe considerar que una parte de la cubierta es accesible para los usuarios, a más del acceso para limpieza y mantenimiento; por lo tanto el programa funcional recibe una propuesta arquitectónica que unifica el uso administrativo con el docente, y para lo cual debe considerarse la carga más desfavorable en cada caso.

La propuesta arquitectónica no responde a una tipología convencional, pero según manifestó el Arq. David Gallardo Llopis, profesional encargado de la solución técnica estructural, desde el inicio el planteamiento arquitectónico se destacó por su orden riguroso y su organización modular, lo que facilitó enormemente la solución de la estructura portante.

La solución arquitectónica y la solución estructural fueron realmente una única solución planteada desde el inicio por el arquitecto, no se ha establecido un procedimiento de adaptabilidad entre estructura y arquitectura, sino más bien la estructura se encarga de plantear las pautas dimensionales del proyecto arquitectónico.

Es obvio que existen muchos detalles que han requerido de un análisis especializado respecto de las solicitaciones resistentes y las limitaciones deformacionales sobre todo en los dos grandes

cuerpos en voladizo en la primera y segunda plantas altas, sin embargo la solución busca la simplicidad y la lógica.

De manera general se puede afirmar que esta edificación es un claro ejemplo de armonía entre los componentes funcionales, constructivos y estructurales, logrando una simbiosis que desfigura las fronteras y reduce distancias entre las soluciones específicas, permitiendo una solución arquitectónica global y unitaria.

En palabras del propio diseñador estructural: “A nivel de la estructura, el condicionante de partida a destacar es el elevado grado de implicación de la estructura en la solución arquitectónica propuesta, con dos plantas aéreas deslizándose entre sí, de forma que se configuran grandes voladizos de 7,00 m y 9,00 m, en toda la longitud de la planta. La potente idea arquitectónica sirve de punto de arranque para la estructura proyectada, siendo fundamental respetar dicha idea original, con la solución estructural más adecuada y adaptable al proyecto de arquitectura propuesto.” (Gallardo Llopis, 2007)

La configuración formal del edificio puede entenderse como la superposición desfasada e intercalada de tres prismas, cuyo deslizamiento en sentido este-oeste configura grandes vuelos en cada fachada (7,00 m en la fachada oeste y 9,00 m en la fachada este), los prismas que conforman cada planta tienen la misma longitud en sentido norte-sur pero son de diferente ancho en sentido este-oeste, siendo la planta baja la

de mayor anchura, y la cubierta la de menor anchura. Es decir, cada planta desliza relativamente en sentido este-oeste, limitada en los extremos norte y sur por los muros ciegos cuyo perfil se corresponde a la geometría generada por el desfase de los prismas deslizados.

Esta estrategia formal permite que la cubierta del primer prisma otorgue continuidad a la losa del segundo prisma, que a su vez tiene como límite superior la losa del tercer prisma, brindando a los planos conformantes una doble lectura dependiendo del nivel en el que se los perciba; a su vez la circulación vertical y las zonas que requieren de instalaciones, se concentran en la banda central a manera de núcleo, que respeta su continuidad en toda la altura de la edificación y de él surgen los volados a cada lado.

La aparente complejidad compositiva se encaja en una simple y rigurosa retícula ortogonal que se asocia con la ubicación de los pilares, las vigas principales y los muros testeros, la misma que permite conformar 10 pórticos paralelos cada 3,00 m, y dos muros extremos de cierre que se separan de los pórticos 3,25 m. El material escogido para constituir la estructura es el acero, ya que sus cualidades físicas y mecánicas se compatibilizan de mejor manera con las solicitaciones especiales de los voladizos y las luces pretendidas, además la construcción metálica permite una mayor precisión dimensional y de ejecución que incluso se manifiesta en que los planos estructurales se acoten en mm, lo que denota la rigurosa exigencia de calidad, estrictez y regulación constructiva.

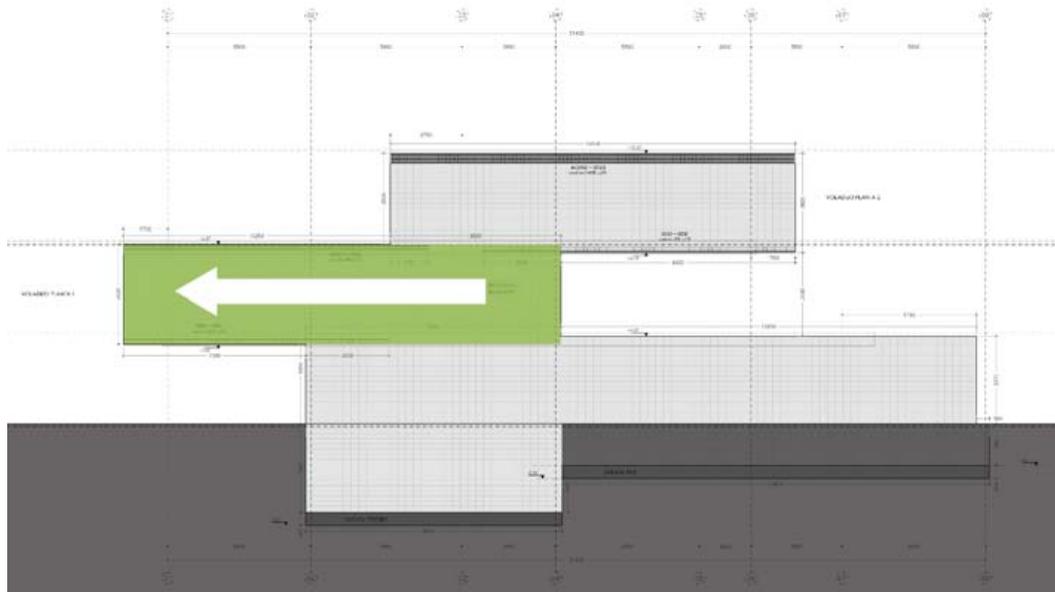


Imagen 463: Esquema de desplazamiento de primer voladizo.
 Infografía en base a planos del proyecto.
 Escala: 1:300

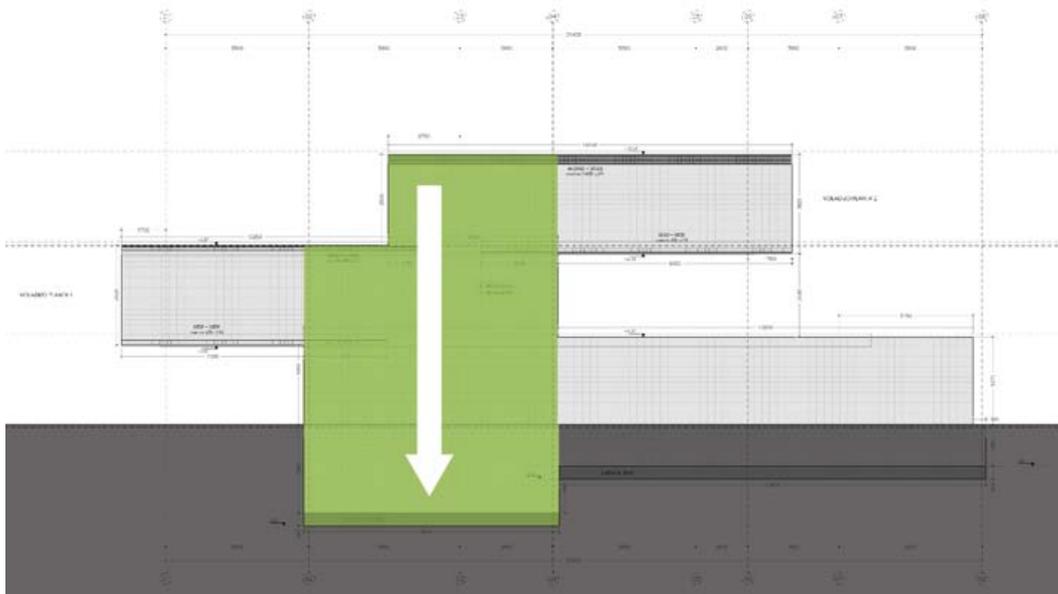
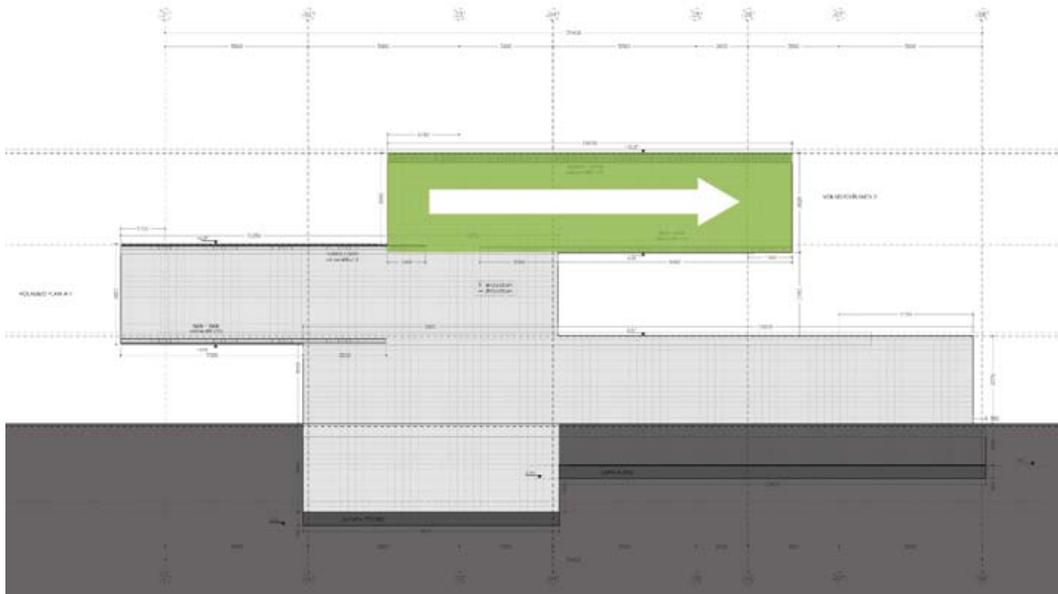


Imagen 464: Esquema de desplazamiento de segundo voladizo.
Infografías en base a planos del proyecto.
Escala: 1:300

Imagen 465: Esquema de núcleo central.
Infografías en base a planos del proyecto.
Escala: 1:300

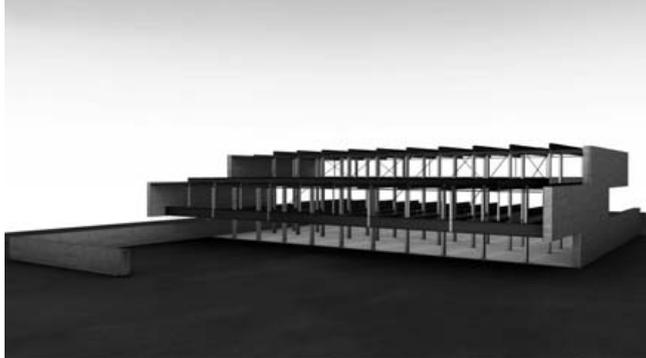


Imagen 466: Maqueta virtual en tres etapas.
 Etapa 1: Muros testeros y pórticos principales.
 Etapa 2: Elementos transversales de arriostramiento.
 Etapa 3: Cierres y acabados.
 Fuente: Programa Estructuras.exe, cortesía David Gallardo Llopis.



Imagen 467: Maqueta virtual en tres etapas.
 Etapa 1: Muros testeros y pórticos principales.
 Etapa 2: Elementos transversales de arriostramiento.
 Etapa 3: Cierres y acabados.
 Fuente: Programa Estructuras.exe, cortesía David Gallardo Llopis.

Aunque los 10 pórticos metálicos y los 2 muros testeros son paralelos y están rigurosamente enlazados a la retícula base, se ven directamente afectados por las condiciones funcionales internas, además del desarrollo de las circulaciones verticales, que obligan a determinar 5 soluciones tipológicas diferentes para los pórticos principales lo que acertadamente se refleja en los planos tanto arquitectónicos como estructurales expresando y describiendo la solución planteada principalmente en sección.

De las 5 tipologías de pórticos, 2 tipologías se corresponden a los dos muros testeros, uno norte y otro sur, que presentan una ligera diferencia entre sí, mientras que las 3 tipologías restantes responden a las condiciones del uso de unos tensores diagonales para rigidizar los voladizos, además de la presencia de las cajas de escaleras.

La planta sótano sirve como base estructural de soporte para la estructura metálica construida sobre rasante, por lo que se soluciona con muros de contención de hormigón armado, atendiendo a una tipología estructural diferente, y que está relacionada con la estructura superior únicamente en las circunstancias dimensionales impuestas por la retícula de ejes estructurales y una de las dos cajas de escaleras que la comunica con la planta baja.

Se identifican tres estrategias estructurales claras y eficientes que permiten tanto la configuración estructural, así como la volumétrica del edificio, a través de las ingeniosas soluciones constructivas:



Imagen 468: Construcción del proyecto. Pórticos principales. Imagen cortesía de Javier García-Solera.



Imagen 469: Construcción del proyecto. Losas y diagonales. Imagen cortesía de Javier García-Solera.

1. La compensación de momentos por los volados opuestos:

Aunque los voladizos estén en niveles diferentes el principio de compensación es el mismo, al proponer los dos voladizos en lados opuestos del núcleo central, cada uno genera un momento de volcamiento de signo contrario que, al actuar simultáneamente y tener signos contrarios, cada voladizo actúa como un contrapeso que disminuye el efecto negativo del otro.

Es fácil entender este principio con un ejemplo, supongamos que una persona tiene que cargar dos baldes llenos de agua, con la ayuda de una barra, y colocando los baldes en los extremos de la barra, si suponemos que la posición de los baldes en los extremos de la barra es obligatoria, se entiende que más fácil cargar los dos baldes simultáneamente, que levantar solamente uno de ellos o peor aún soportar los dos baldes ubicados en un solo extremo de la barra, la misión de levantar los baldes es posible si colocamos cada balde, con una cantidad similar de agua, en cada extremo de la barra y levantamos la barra por el centro, así los pesos de los baldes se corresponden y compensan, por lo tanto aunque la carga axial en el centro es mayor el efecto de vuelco se reduce.

Bajo este mismo principio los volados alternados se comportan correspondiéndose y compensándose, y aunque incrementan la carga axial en el núcleo central, su configuración permite reducir los efectos de vuelco que se provocan en los volados.



Imagen 470: Compensación de momentos.
http://adolfolopezgarcia.com/wp-content/uploads/2017/04/c22_40101594.jpg



Imagen 471: Compensación de momentos.
 Infografía de autor en base a imagen.



Imagen 472: Levantar un peso sin compensación de momentos.
Infografía en base a imagen



Imagen 473: Levantar un peso sin compensación de momentos.
Infografía de autor en base a imagen.



Imagen 474: Levantar un peso sin compensación de momentos.
Infografía en base a imagen

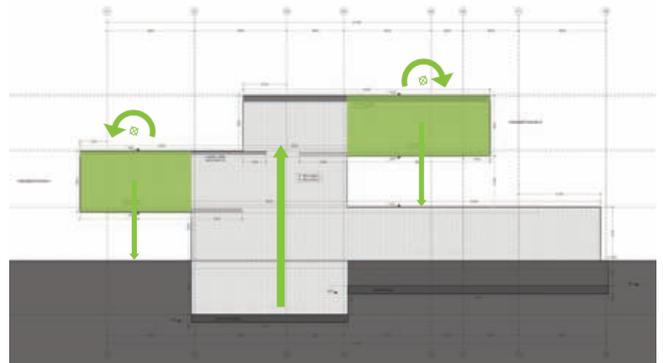


Imagen 475: Principio de compensación de momentos.
Infografía en base a imagen

2. La diagonalización de los pórticos:

Ante la imposibilidad de que con una viga peraltada se pueda soportar los grandes esfuerzos y limitar las deformaciones en los voladizos, se recurre a la introducción de tirantes metálicos diagonales en los pórticos, modificando el comportamiento estructural del pórtico y asemejando su conducta más a la de una celosía; conceptualmente las diagonales logran simular un apoyo extremo, modificando completamente las condiciones de esfuerzos en la estructura.

Debido a las determinantes funcionales del proyecto, no es posible diagonalizar todos los pórticos, ya que se interrumpiría el normal uso de los espacios interiores, por lo que las diagonales se incluyen únicamente en los pórticos en los que la propia compartimentación interior lo permite. Se dispone una gran viga transversal que funciona de antepecho en la fachada para rigidizar transversalmente la estructura, obligar a la estructura la distribución del efecto de celosía triangulada en todos los pórticos, y unificar las deformaciones, efecto que se refuerza por el sistema de vigas transversales.

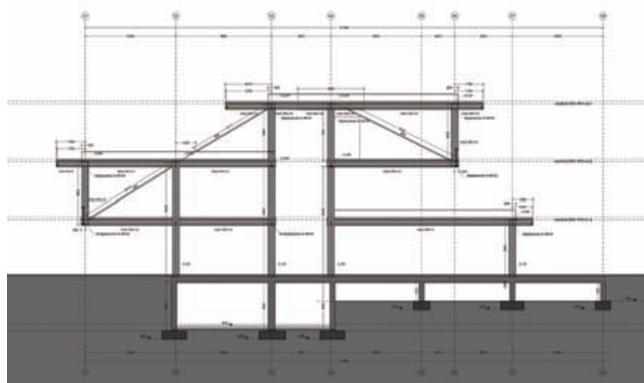


Imagen 476: Diagonalización de los pórticos.
Infografía en base a imagen

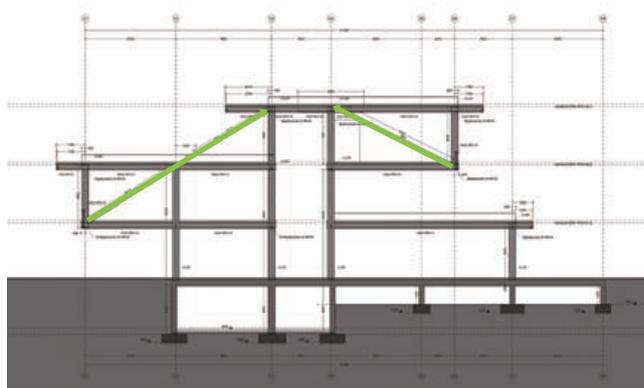


Imagen 477: Principio de compensación de momentos.
Infografía en base a imagen

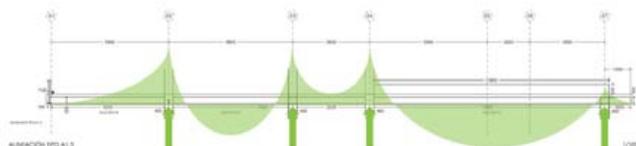


Imagen 478: Diagrama de Apoyos y Momentos flectores en viga sin diagonalización.
Infografía en base a imagen

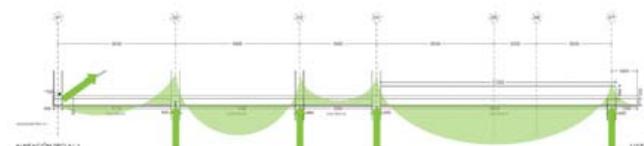


Imagen 479: Diagrama de Apoyos y Momentos flectores en viga con diagonalización.
Infografía en base a imagen

3. La disminución de carga permanente y carga de uso:

La necesidad de lograr la máxima altura libre en el interior sumada a la limitante exterior impuesta de no alcanzar mucha altura para respetar la presencia del edificio del rectorado, llevan a la búsqueda de losas con el menor peralte posible, en este caso la estructura de losas es unidireccional de hormigón armado con placa colaborante, solución que se facilita por la disposición de pórticos cada 3,00 m; estas losas no están apoyadas sobre las vigas metálicas sino que a través de perfiles angulares se apoyan a media altura de las vigas principales.

La decisión de embeber las losas entre las vigas principales provoca la pérdida de continuidad en la estructura de losa, inconveniente que ingeniosamente se evita disponiendo armadura superior en las losas

simulando una continuidad para transmisión de momentos negativos, y así las vigas metálicas forman parte de la estructura de la losa, al mismo tiempo que las losas garantizan un efecto de diafragma que ayuda a garantizar la estabilidad lateral del edificio.

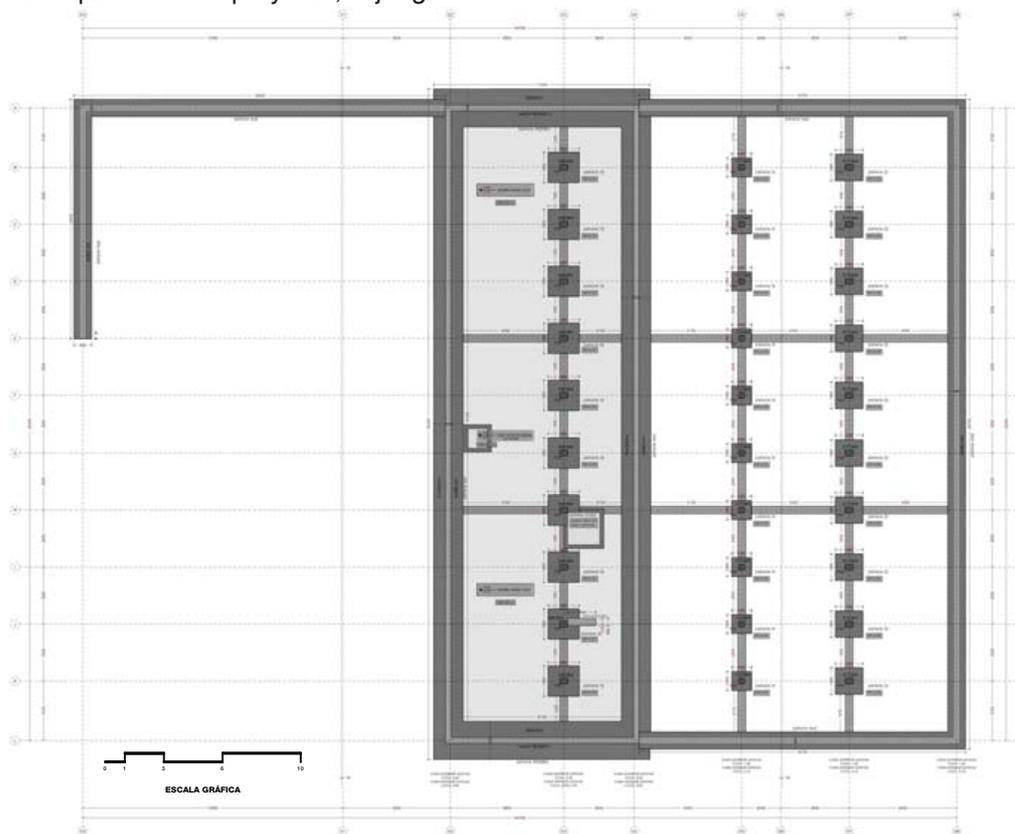
Las losas de las plantas altas (1ra, 2da planta alta y planta de cubierta) se construyen en hormigón armado con placa colaborante para recibir los pisos de las zonas de uso interior y para las zonas de cubierta, donde su carga de uso está restringida, la estructura de forjado se resuelve con una placa colaborante sin cresta de hormigón, y rigidizada por un tablero superior de madera atornillado, esta estrategia permite disminuir la carga de las zonas más críticas, que son la de los voladizos, en casi 200 kgf/m².



Imagen 480: Sección donde se identifican las tipologías de losas
Infografía en base a planos del proyecto.

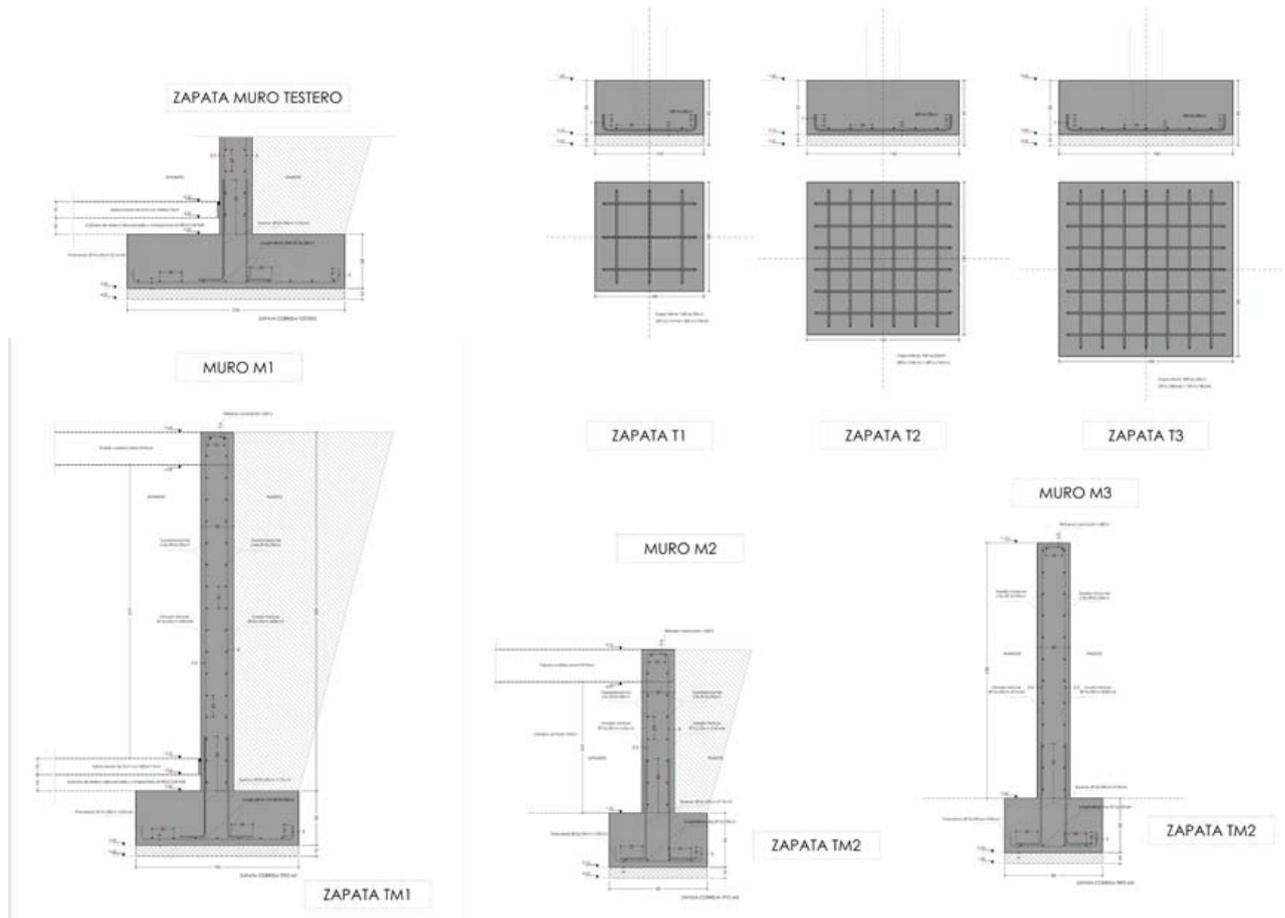
A continuación se presenta una síntesis de los planos estructurales del proyecto, priorizando los esquemas principales y solamente presentado los detalles relevantes para la explicación del proyecto, el juego de

planos estructurales consta de 11 planos en formato A1, de los cuales se presenta en este documento la información más general.



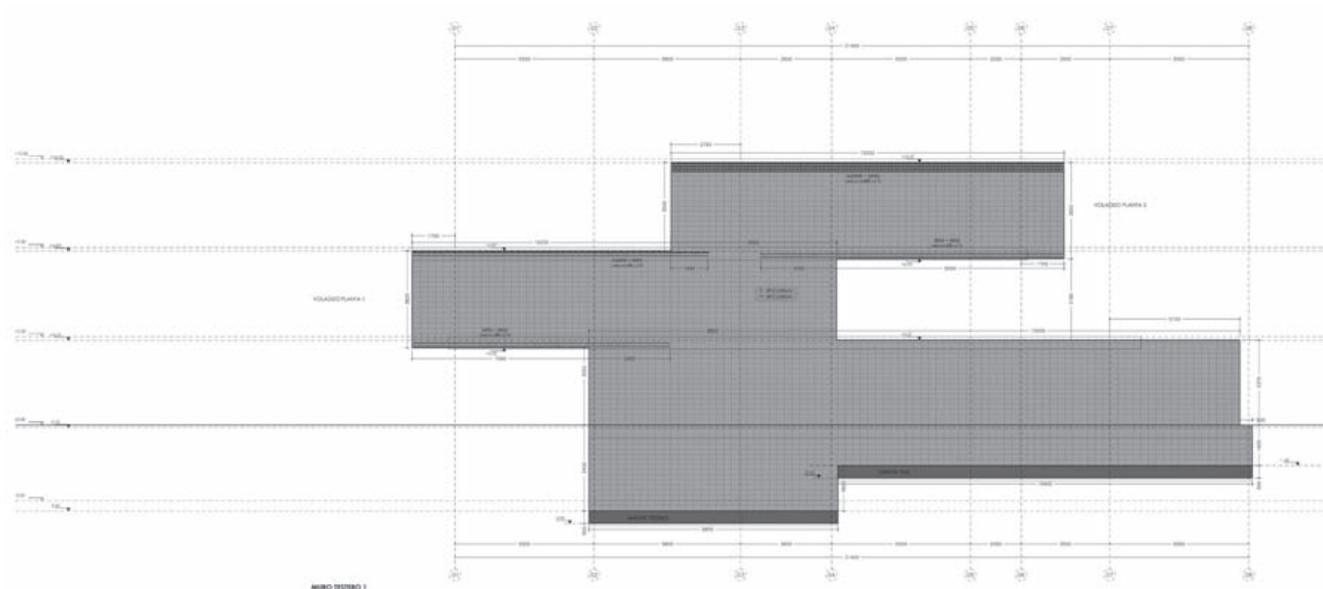
PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE EDIFICIO PARQUE CIENTÍFICO EMPRESARIAL EN EL CAMPUS DE ELCHE PROMOTOR: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE		AVDA. DE LA UNIVERSIDAD s/n ELCHE (ALICANTE)	
ESTRUCTURA		N° PLANO	
CIMENTACIÓN		E.1	
JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA - arquitecto		JUNIO 2007 escala 1:100	
colob. : LOLA PEREZ PAYA - ERNESTO MARTINEZ ARENAS - PILAR FRUCTUOSO VERA - arquitectos			

Imagen 481: Planta de cimentaciones.
 Estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:400



PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE EDIFICIO PARQUE CIENTÍFICO EMPRESARIAL EN EL CAMPUS DE ELCHE
 PROMOTOR: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE
 AVDA. DE LA UNIVERSIDAD s/n ELCHE (ALICANTE)
 ESTRUCTURA
 ARMADOS DE CIMENTACIÓN
 N° PLANO **E.2**
 JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA arquitecto JUNIO 2007 escala 1:100
 colab. : LOLA PÉREZ PAYA – ERNESTO MARTÍNEZ ARENAS – PILAR FRUCTUOSO VERA – arquitectos

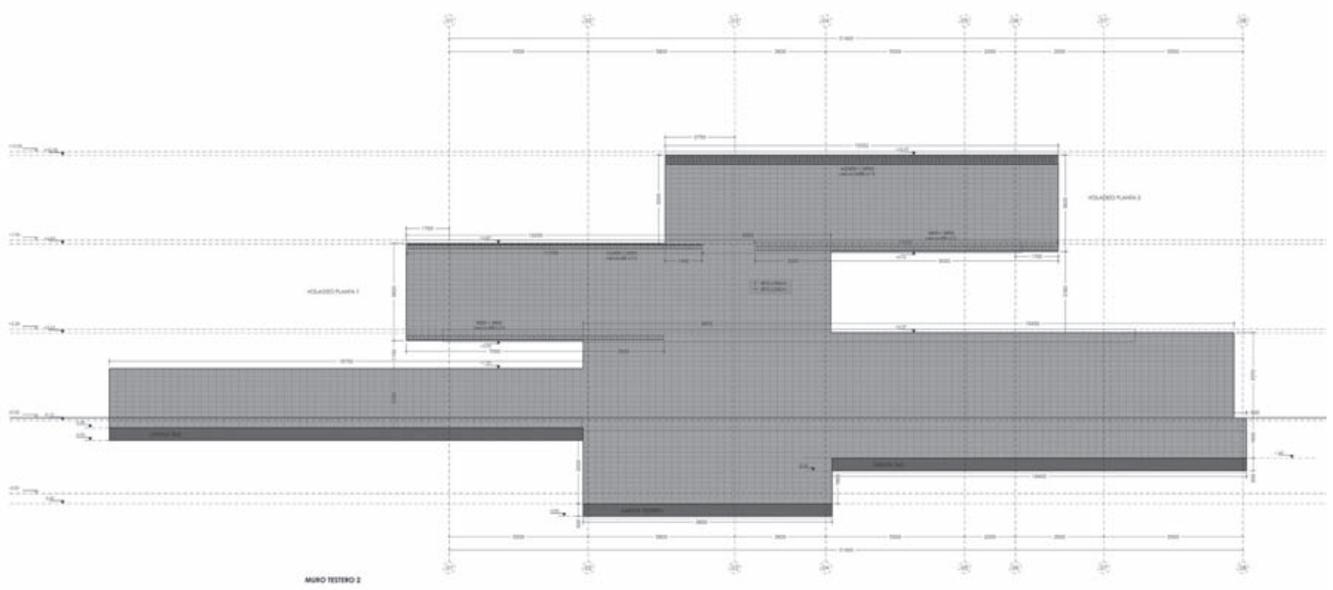
Imagen 482: Secciones de cimentación.
 Estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:70



ESCALA GRÁFICA

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE EDIFICIO PARQUE CIENTÍFICO EMPRESARIAL EN EL CAMPUS DE ELCHE PROMOTOR: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE		AVDA. DE LA UNIVERSIDAD s/n ELCHE (ALICANTE)	
ESTRUCTURA CUADRO DE SOPORTES Y MUROS TESTEROS		N° PLANO E.3	
JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA - arquitecto		JUNIO 2007 escala 1:100	
colob. : LOLA PEREZ PAYA - ERNESTO MARTINEZ ARENAS - PILAR FRUCTUOSO VERA - arquitectos			

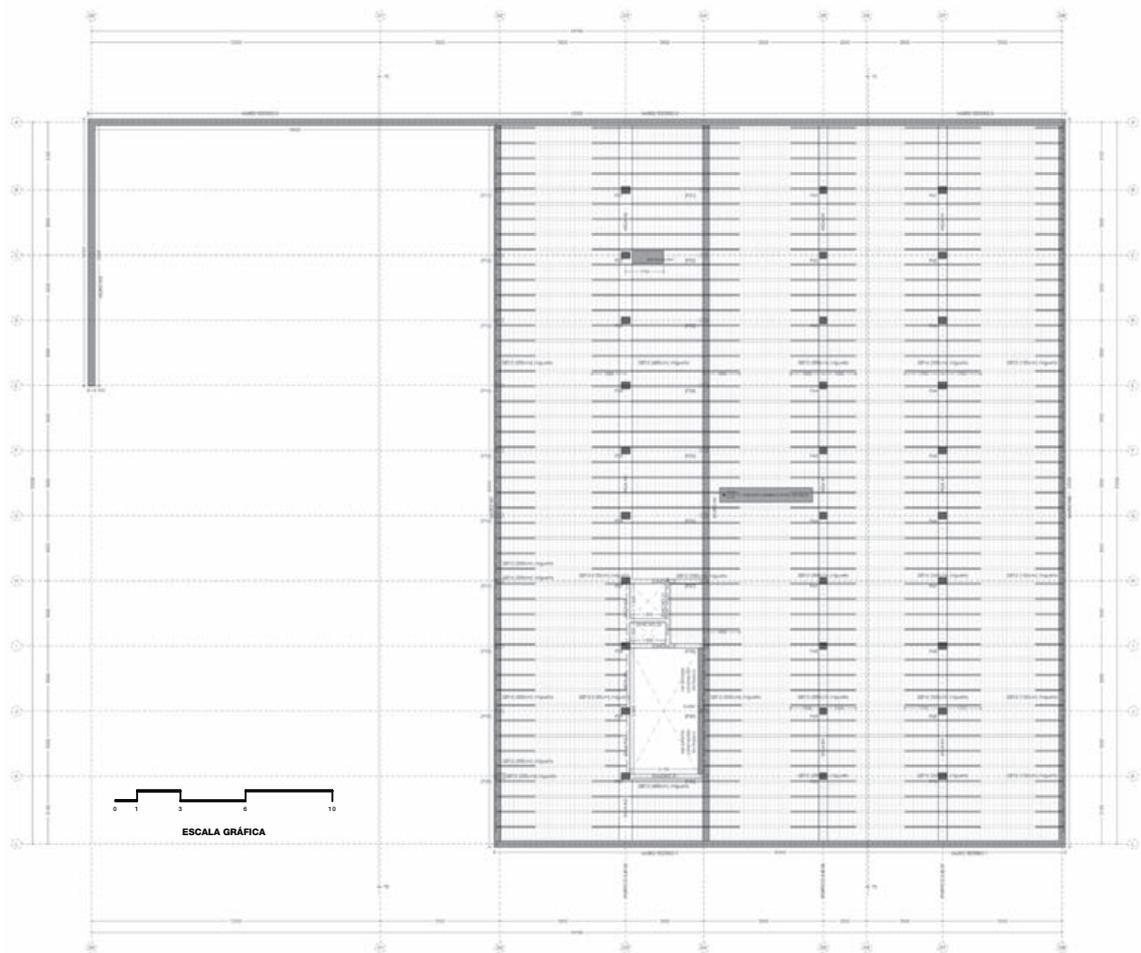
Imagen 483: Muro testero Sur.
 Estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:300



ESCALA GRÁFICA

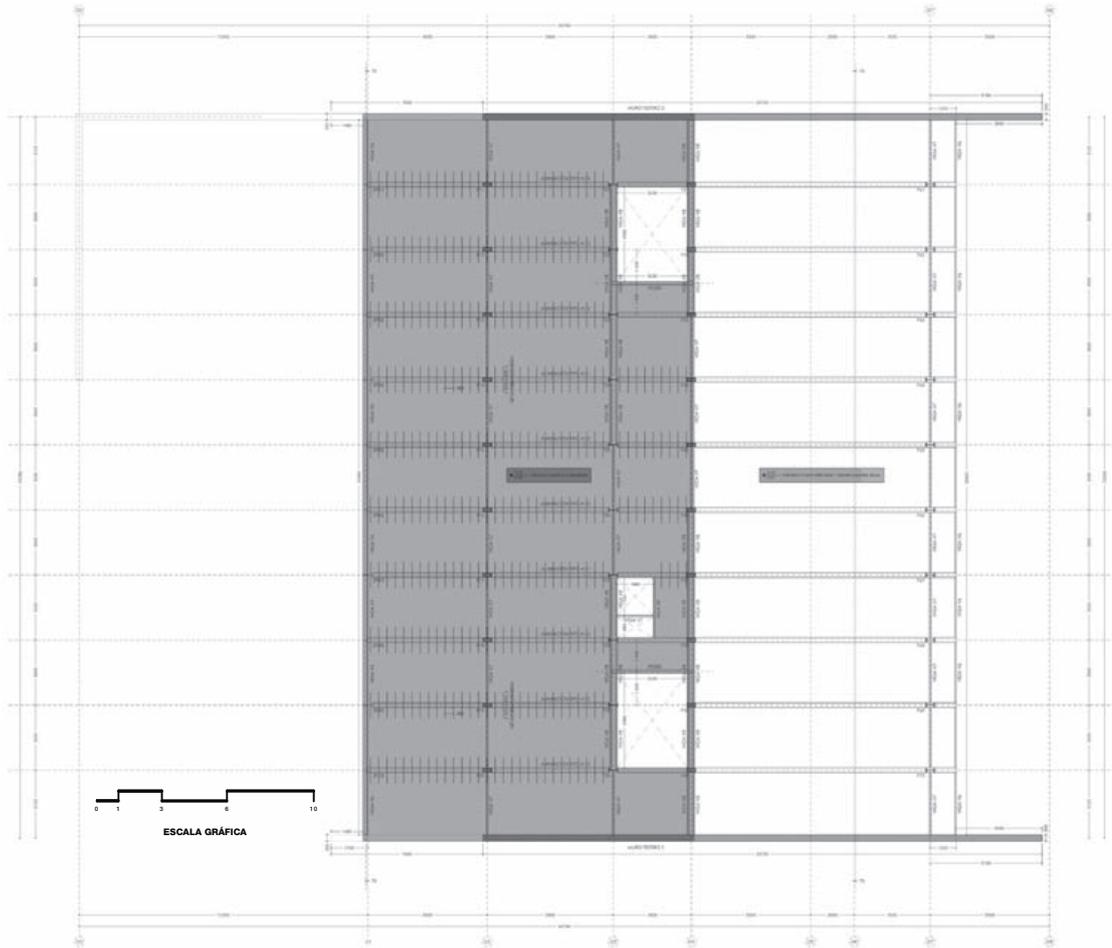
PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE EDIFICIO PARQUE CIENTÍFICO EMPRESARIAL EN EL CAMPUS DE ELCHE PROMOTOR: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE		AVDA. DE LA UNIVERSIDAD s/n ELCHE (ALICANTE)	
ESTRUCTURA		N° PLANO	
CUADRO DE SOPORTES Y MUROS TESTEROS		E.3	
JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA <i>[Signature]</i> arquitecto		JUNIO 2007 escala 1:100	
colab. : LOLA PEREZ PAYA - ERNESTO MARTINEZ ARENAS - PILAR FRUCTUOSO VERA - arquitectos			

Imagen 484: Muro testero Norte.
 Estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:300



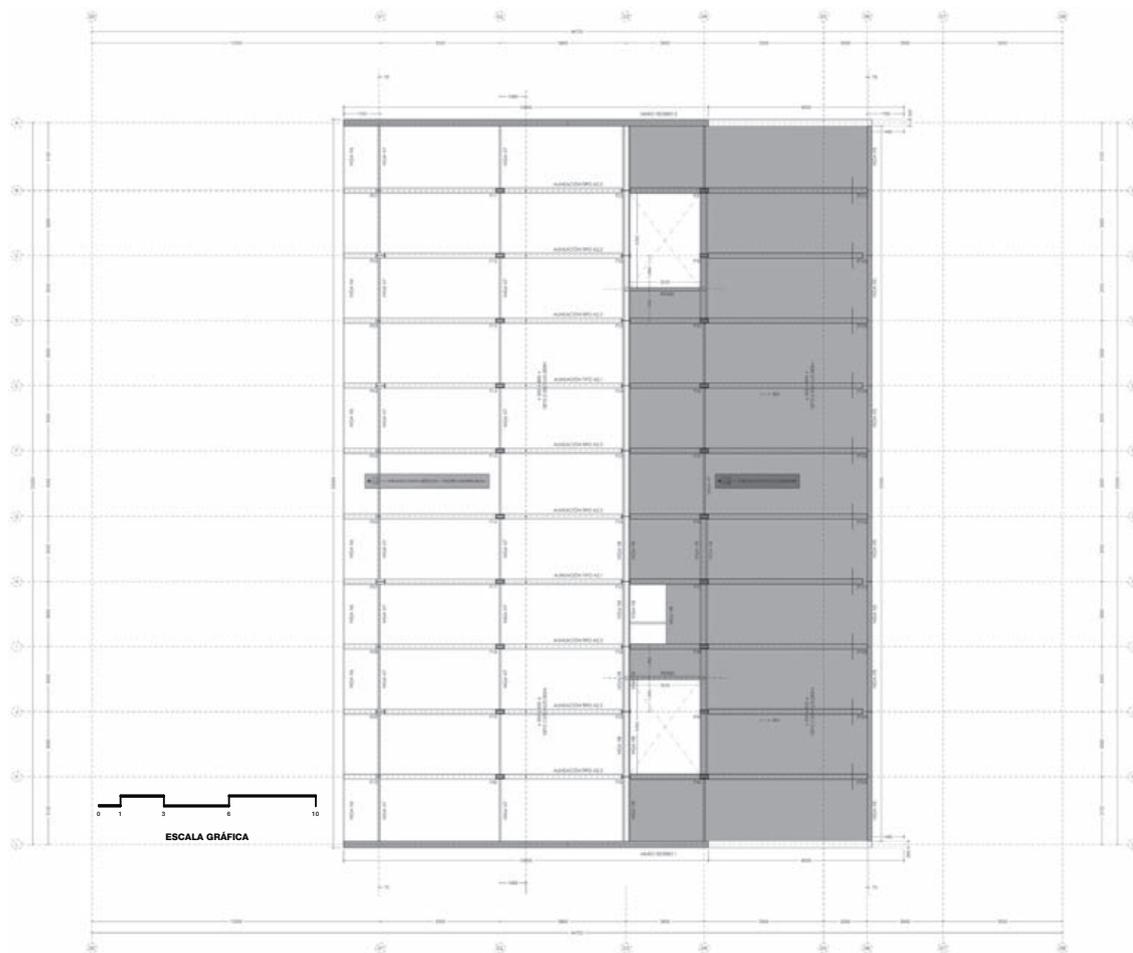
PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE EDIFICIO PARQUE CIENTÍFICO EMPRESARIAL EN EL CAMPUS DE ELCHE PROMOTOR: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE		AVDA. DE LA UNIVERSIDAD s/n ELCHE (ALICANTE)	
ESTRUCTURA		N° PLANO	
FORJADO 0 (PLANTA BAJA / SANITARIO)		E.4	
JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA - arquitecto		JUNIO 2007 escala 1:100	
colab. : LOLA PEREZ PAYA - ERNESTO MARTINEZ ARENAS - PILAR FRUCTUOSO VERA - arquitectos			

Imagen 485: Planta de losa de planta baja.
 Estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:350



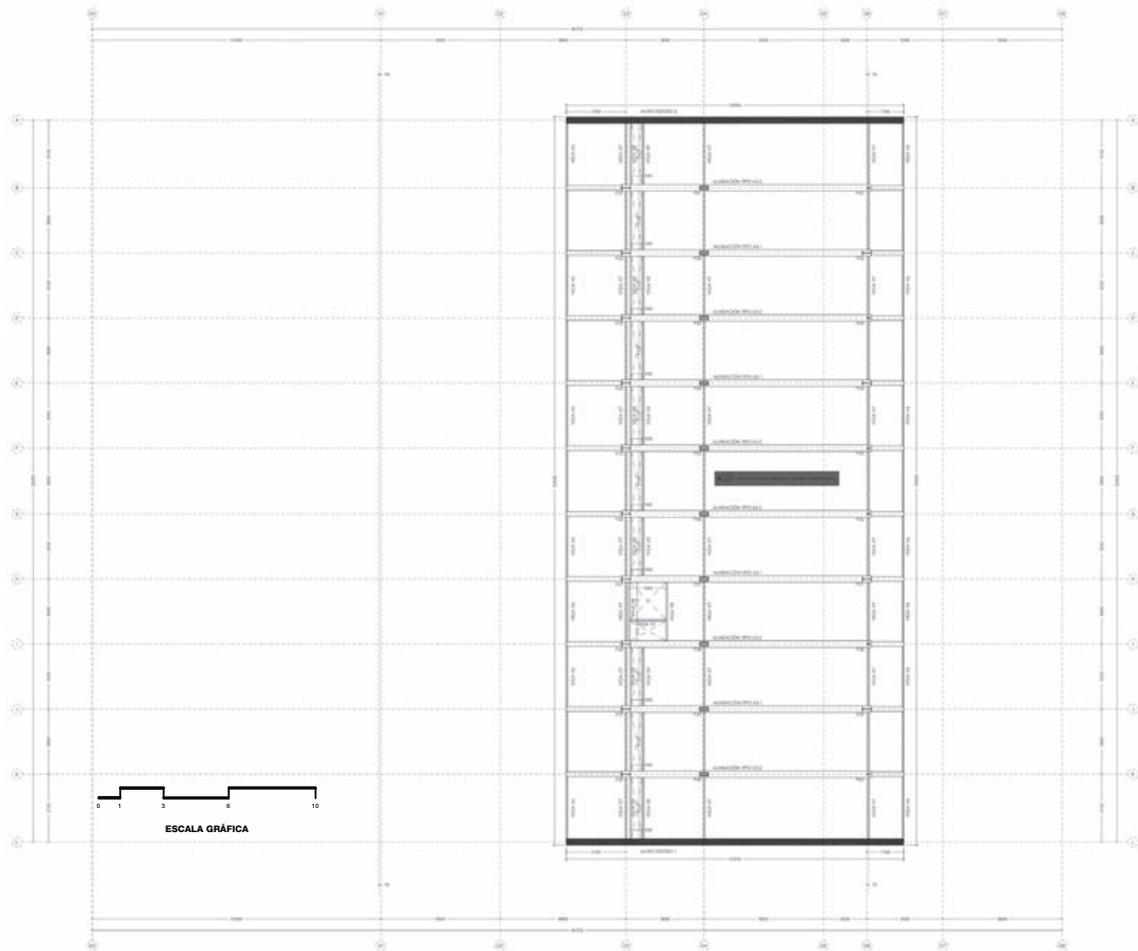
PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE EDIFICIO PARQUE CIENTÍFICO EMPRESARIAL EN EL CAMPUS DE ELCHE PROMOTOR: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE		AVDA. DE LA UNIVERSIDAD s/n ELCHE (ALICANTE)	
ESTRUCTURA		N° PLANO	
FORJADO +1		E.5	
JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA - arquitecto		JUNIO 2007 escala 1:100	
colab. : LOLA PEREZ PAYA - ERNESTO MARTINEZ ARENAS - PILAR FRUCTUOSO VERA - arquitectos			

Imagen 486: Planta de losa de primera planta alta.
 Estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:350



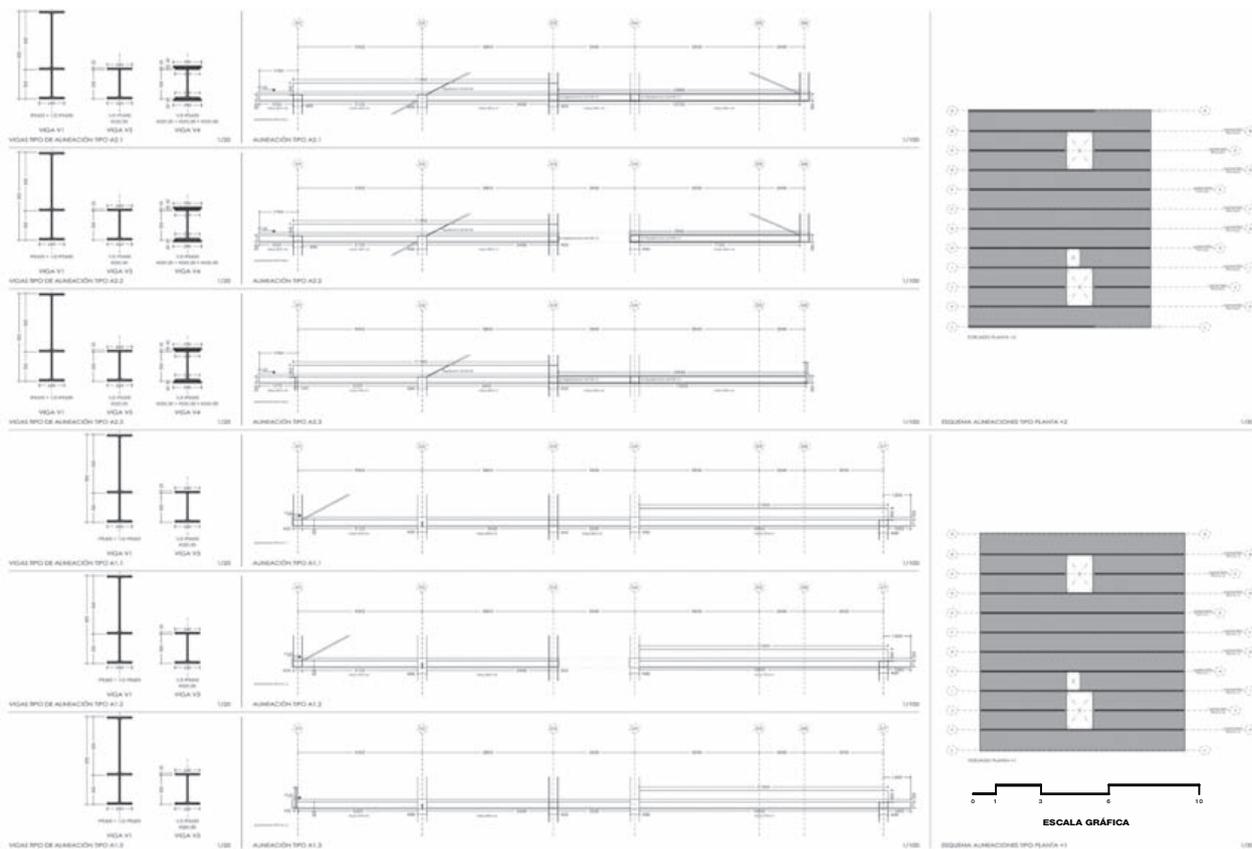
PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE EDIFICIO PARQUE CIENTÍFICO EMPRESARIAL EN EL CAMPUS DE ELCHE PROMOTOR: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE		AVDA. DE LA UNIVERSIDAD s/n ELCHE (ALICANTE)	
ESTRUCTURA FORJADO +2		N° PLANO E.6	
JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA — arquitecto		JUNO 2007 escala 1:100	
colab. : LOLA PEREZ PAYA — ERNESTO MARTINEZ ARENAS — PILAR FRUCTUOSO VERA — arquitectos			

Imagen 487: Planta de losa de segunda planta alta.
 Estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:350



PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE EDIFICIO PARQUE CIENTÍFICO EMPRESARIAL EN EL CAMPUS DE ELCHE PROMOTOR: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE		AVDA. DE LA UNIVERSIDAD s/n ELCHE (ALICANTE)	
ESTRUCTURA FORJADO +3		N° PLANO E.7	
JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA — arquitecto		JUNIO 2007 escala 1:100	
colab. : LÓLA PEREZ PAYA — ERNESTO MARTINEZ ARENAS — PILAR FRUCTUOSO VERA — arquitectos			

Imagen 488: Planta de cimentaciones.
 Estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:350



PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE EDIFICIO PARQUE CIENTÍFICO EMPRESARIAL EN EL CAMPUS DE ELCHE
 PROMOTOR: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESTRUCTURA

ALINEACIONES DE VIGAS METÁLICAS

AVDA. DE LA UNIVERSIDAD s/n ELCHE (ALICANTE)

Nº PLANO

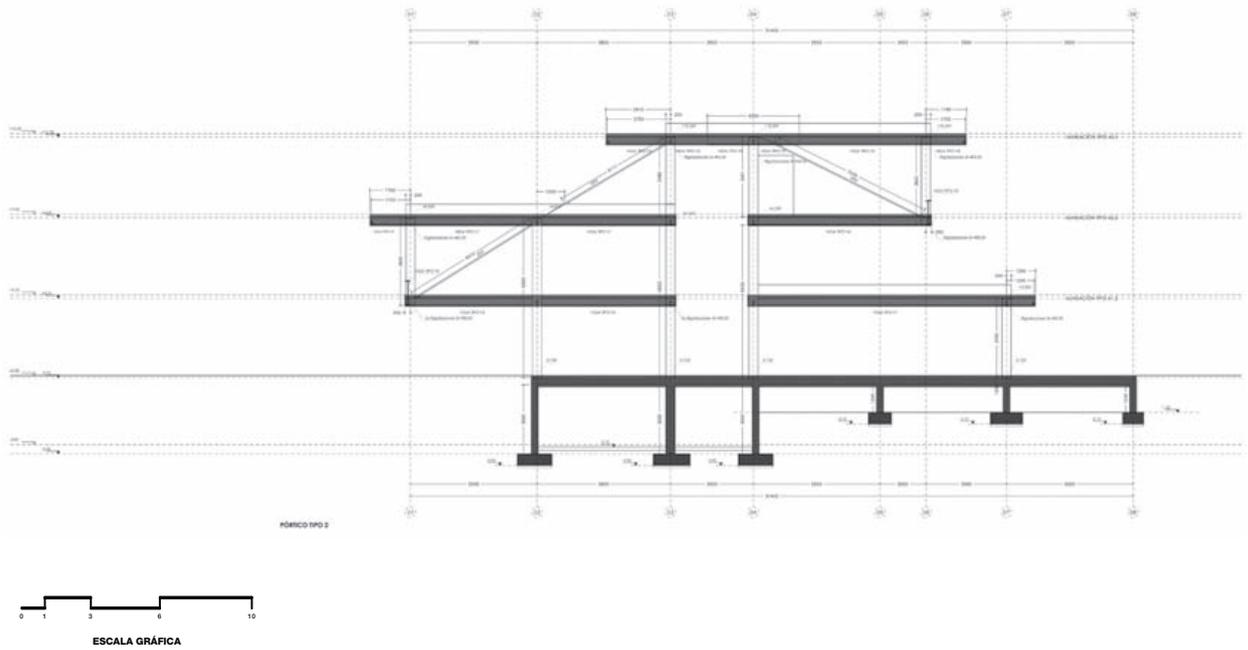
E.8

JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA - arquitecto

JUNIO 2007 escala 1:100

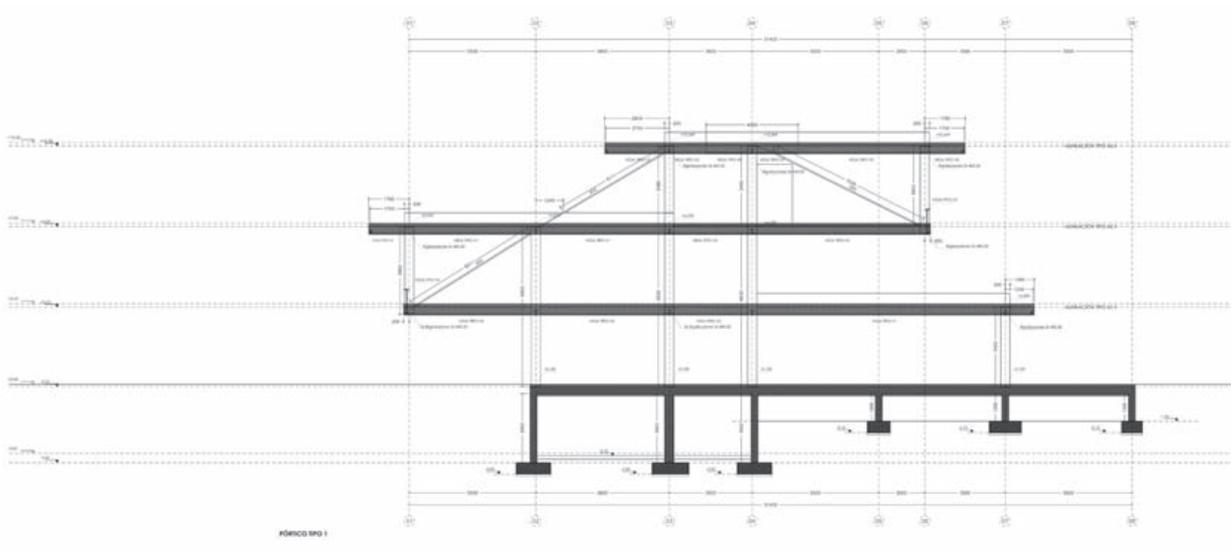
colab. : LOLA PEREZ PAYA - ERNESTO MARTINEZ ARENAS - PILAR FRUCTUOSO VERA - arquitectos

Imagen 489: Ejes de vigas principales.
 Estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:70, 1:350, 1:1000



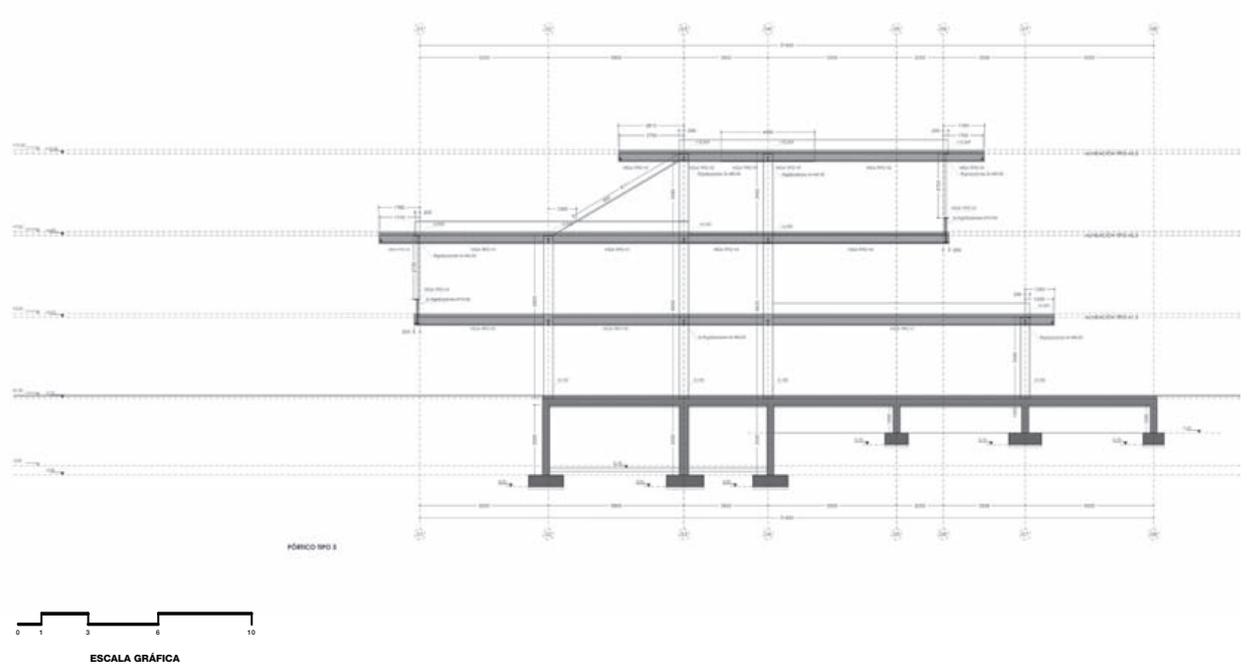
PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE EDIFICIO PARQUE CIENTÍFICO EMPRESARIAL EN EL CAMPUS DE ELCHE PROMOTOR: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE		AVDA. DE LA UNIVERSIDAD s/n ELCHE (ALICANTE)	
ESTRUCTURA PÓRTECOS TIPO 1 y 2		N.º PLANO E.9	
JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA - arquitecto		JUNIO 2007 escala 1:100	
colab. : LOLA PEREZ PAYA - ERNESTO MARTINEZ ARENAS - PILAR FRUCTUOSO VERA - arquitectos			

Imagen 490: Sección de pórtico principal Tipo 1.
 Estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:350



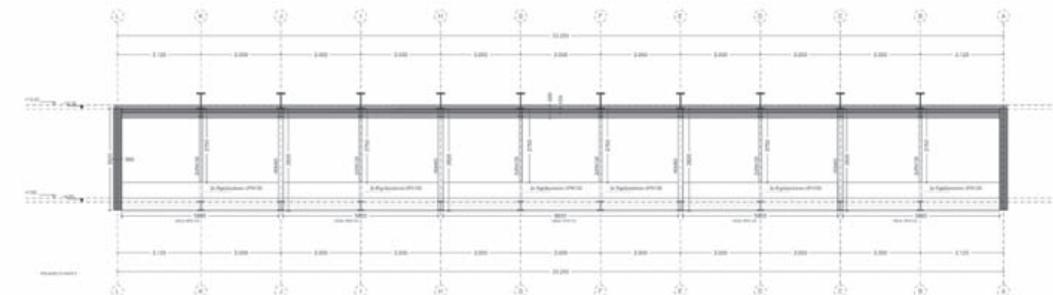
PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE EDIFICIO PARQUE CIENTÍFICO EMPRESARIAL EN EL CAMPUS DE ELCHE PROMOTOR: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE		AVDA. DE LA UNIVERSIDAD s/n ELCHE (ALICANTE)	
ESTRUCTURA		N° PLANO	
PÓRTICOS TIPO 1 y 2		E.9	
JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA - arquitecto		JUNIO 2007 escala 1:100	
colab. : LOLA PEREZ PAYA - ERNESTO MARTINEZ ARENAS - PILAR FRUCTUOSO VERA - arquitectos			

Imagen 491: Sección de pórtico principal Tipo 2.
 Estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:350

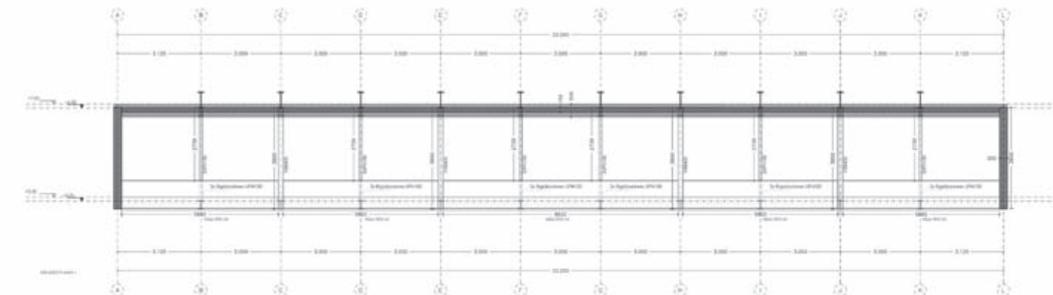


PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE EDIFICIO PARQUE CIENTÍFICO EMPRESARIAL EN EL CAMPUS DE ELCHE PROMOTOR: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE		AVDA. DE LA UNIVERSIDAD s/n ELCHE (ALICANTE)	
ESTRUCTURA		N° PLANO	
PÓRTECO TIPO 3 y DESPIECE ANTEPECHOS		E.10	
JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA arquitecto		JUNIO 2007 escala 1:100	
colab. : LOLA PEREZ PAYA - ERNESTO MARTINEZ ARENAS - PILAR FRUCTUOSO VERA - arquitectos			

Imagen 492: Sección de pórtico principal Tipo 3.
 Estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:350



ALZADO DEL EJE LONGITUDINAL 04 PARA DESCRIPCIÓN DE VIGA ANTEPECHO EN VOLADIZO DE PLANTA 2



ALZADO DEL EJE LONGITUDINAL 01 PARA DESCRIPCIÓN DE VIGA ANTEPECHO EN VOLADIZO DE PLANTA 1



ESCALA GRÁFICA

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE EDIFICIO PARQUE CIENTÍFICO EMPRESARIAL EN EL CAMPUS DE ELCHE PROMOTOR: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE		AVDA. DE LA UNIVERSIDAD s/n ELCHE (ALICANTE)	
ESTRUCTURA PÓRTICO TIPO 3 y DESPIECE ANTEPECHOS		N° PLANO E.10	
JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA — arquitecto		JUNIO 2007 escala 1:100	
colab. : LOLA PEREZ PAYA — ERNESTO MARTINEZ ARENAS — PILAR FRUCTUOSO VERA — arquitectos			

Imagen 493: Sección de vigas de riostra y antepecho en volados.
 Estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:300

Para la solución de la cimentación se cuenta con un terreno que hasta una profundidad de 6,00 m está compuesto por arenas limosas con tramos de arcillas algo arenosas, sin presencia de nivel freático verificada en sondeos realizados hasta 12,60m de profundidad, proporcionando una capacidad portante de 2,00 kgf/cm², y con un contenido de sulfatos que no resulta agresivo para el hormigón de la estructura enterrada.

La estructura de cimentación se apoya en dos niveles diferentes, un nivel relativamente superficial para la cimentación de la planta baja y otro nivel más profundo para la cimentación de la planta de sótano; la estructura de cimentación de planta baja se resuelve mediante un forjado sanitario de viguetas simples en T sobre vigas planas, mientras que para el sótano se emplea una solera media entre muros de contención de hormigón armado.

Es interesante conocer que la losa de planta baja junto con la losa de cubierta del sótano se resuelven como un cuerpo monolítico sin juntas, aprovechando la reducida sollicitación de cargas en planta baja, el sobredimensionamiento del forjado sanitario por determinantes constructivas y además, que dentro de la profundidad en la que los dos niveles se apoyan en el terreno se cuenta con las mismas características geotécnicas.

Finalmente para los muros de contención del sótano, se valen del efecto estabilizador de acodamiento por la geometría perimetral cerrada para resistir fácilmente los empujes al reposo del suelo no saturado, gracias a la ausencia de nivel freático.



Imagen 494: Construcción de la estructura.
Imagen cortesía de Javier García-Solera.



Imagen 495: Construcción de la estructura.
Imagen cortesía de Javier García-Solera.

4.4.2.7.2 Envolventes y cerramientos:

Son de suma importancia los ejes extremos de la estructura, en estos ejes se resuelven los muros herméticos de cierre, que se materializan finalmente como muros en ménsula, es decir, vigas pared, generando el perfil de los vuelos a cada lado del núcleo central de hormigón armado. Estos muros garantizan la estabilidad horizontal, además de contribuir directamente para el adecuado comportamiento de los voladizos en los pórticos de acero a través del sistema de vigas transversales que los conectan con estos muros.

Por su naturaleza los dos muros extremos son totalmente cerrados, y se recubren con un sistema de tubos cajón de 30x30x1.5 mm de aluminio anodizado, sujeto por una subestructura de acero galvanizado y varilla roscada, los tubos se colocan verticalmente con sistema de regulación y aplomado.

Las fachadas transversales se resuelven de un modo más virtual, con puertas y ventanas resueltas en carpintería de aluminio con doble vidrio y cámara, permitiendo la ventilación y las vistas, pero protegidas por los grandes voladizos en algunos casos y en otros por sistemas de lamas verticales de aluminio extrusionado, orientables mecánicamente, que ayudan a controlar la iluminación natural y contribuyen al control térmico del edificio.



Imagen 496: Sistema de recubrimiento en base a tubería de aluminio anodizada.
Imagen cortesía de Javier García-Solera.



Imagen 497: Sistema de recubrimiento en base a tubería de aluminio anodizada.
Imagen cortesía de Javier García-Solera.



Imagen 498: Sistema de recubrimiento en base a tubería de aluminio anodizada.
Imagen cortesía de Javier García-Solera.

4.4.2.7.3 Cubiertas:

La solución de cubiertas cumple también su cometido estructural, al reducir aún más el nivel de carga en los voladizos, la estructura de cubierta cuenta con la placa colaborante que en este caso no se proyecta con una losa de hormigón fundida sobre la placa de acero, sino en lugar de la losa de hormigón se atornilla en la cara superior de la placa colaborante un tablero de madera de 20 mm de espesor, logrando aumentar notablemente la rigidez que tendría únicamente la placa sin hormigón e impidiendo las deformaciones transversales en la placa. Se configura pues un sistema compuesto no tradicional, que resuelve de forma efectiva las solicitaciones de carga viva que serán únicamente de limpieza y mantenimiento y logrando reducir notablemente las cargas permanentes en los voladizos.

Por lo tanto las cubiertas son planas, pero requieren un tratamiento de impermeabilización y aislamiento acústico que se logra exteriormente con una barrera corta vapor de polietileno, sobre este un aislante rígido de poliestireno extruido de 60 mm, geotextil de polipropileno de 200 gr/m², una tela armada con fibra de vidrio de 1.2mm de espesor, un segundo geotextil y como acabado según si es transitable se coloca un trámex de acero galvanizado sobre apoyos de nylon y lastre de áridos rodados; y si las cubiertas no son transitables únicamente el lastre de áridos .



Imagen 499: Cubierta accesible en primera planta alta.
Imagen cortesía de Javier García-Solera.



Imagen 500: Sistema de tratamiento en cubiertas.
Imagen cortesía de Javier García-Solera.

4.4.2.7.4 Divisiones interiores:

Lo importante desde la perspectiva del análisis que se está realizando de esta obra es que las particiones internas si bien no son portantes, responden estrictamente a la retícula estructural, permitiendo en muchas ocasiones disimular la presencia de los pilares interiores, y organizar funcionalmente los espacios.

Las diferentes paredes interiores se resuelven según su ubicación:

- En el núcleo central: Mampostería de ladrillo hueco revestida exteriormente por un panelado de tablero de madera laminada de 20 mm recibido sobre un bastidor de 30 mm de madera de pino y cuyo espesor final es de 20cm.
- En los baños: Mampostería de doble hoja de ladrillo hueco de 7cm revestida exteriormente por un panelado de tablero de madera laminada de 20 mm recibido sobre un bastidor de 30 mm de madera de pino e interiormente con una sistema de aplacados de gres, y cuyo espesor final es de 25cm.
- En Oficinas y Aulas: Tabiques de yeso laminado, con doble placa de 12.5mm en cada cara y aislamiento interior de lana de roca sobre subestructura de acero galvanizado de 90mm; estos tabiques se revisten en ambas caras con tableros de madera laminada de 20 mm recibidos sobre bastidores de 30 mm de madera de pino y cuyo espesor final es de 25cm.
- En sótano: Mampostería de ladrillo perforado, enlucido y pintado, y cuyo espesor final es de 15cm.

Además, hay divisiones de aluminio y vidrio en base a marcos perimetrales de aluminio anodizado y acristalamiento de cámara y doble hoja de 6mm de vidrio.



Imagen 501: Interior primera planta alta.
Imagen cortesía de Javier García-Solera.



Imagen 502: Interior planta baja.
Imagen cortesía de Javier García-Solera.

4.4.2.7.5 Escaleras:

Las escaleras se resuelven en hormigón armado y en las escaleras principales se planifica una solución de pasamanos metálico bastante particular, construido en taller, y colocado en obra como una sola pieza, que a su vez sirve como parte del apoyo y el encofrado para la constitución de las escaleras de hormigón.

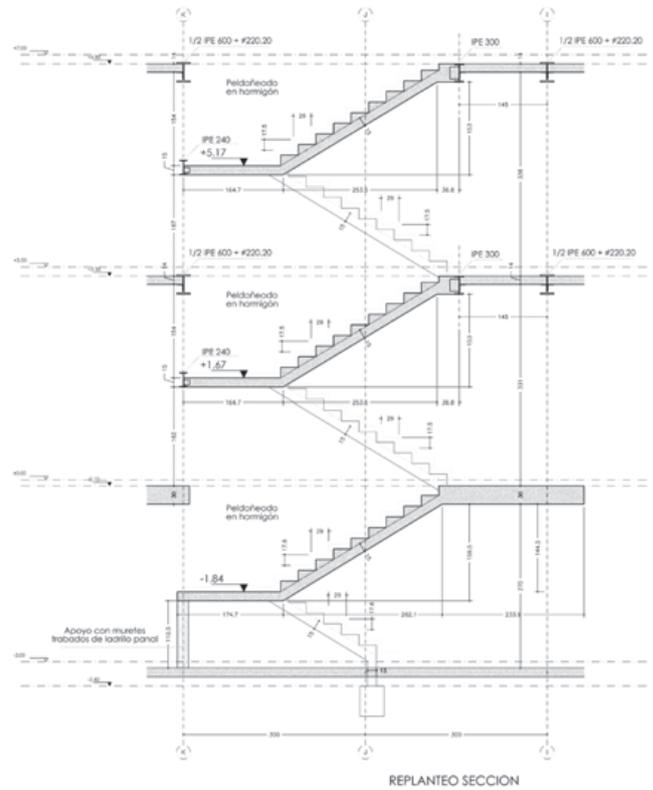
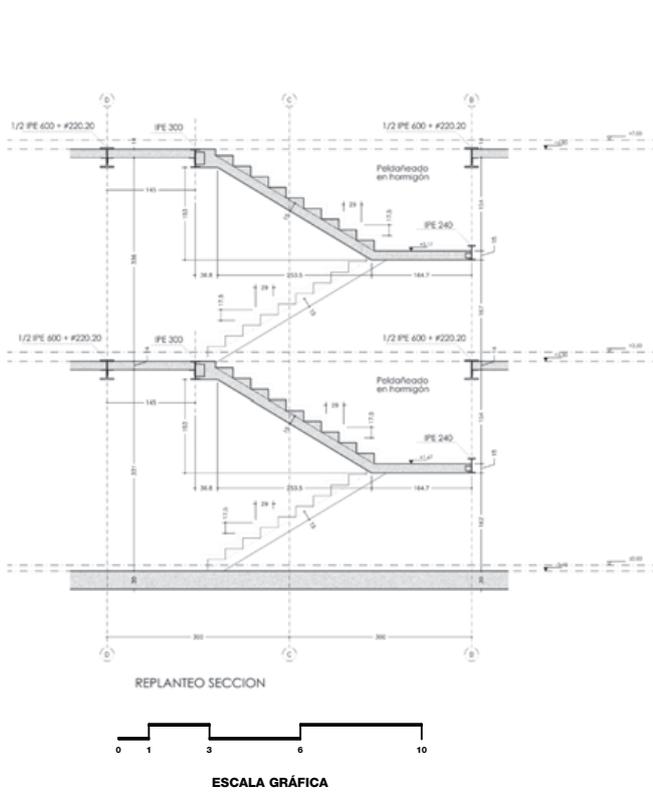
Como se mencionó anteriormente se desarrollan dos escaleras, una pública en el flanco norte de la edificación y otra de servicio al sur, la escalera pública conecta las tres plantas que están sobre rasante, mientras que la escalera sur conecta también al sótano.



Imagen 503: Pieza de pasamano para escalera principal.
Imagen cortesía de Javier García-Solera.



Imagen 504: Escaleras interiores.
Imagen cortesía de Javier García-Solera.



PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE EDIFICIO PARQUE CIENTÍFICO EMPRESARIAL EN EL CAMPUS DE ELCHE
 PROMOTOR: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESTRUCTURA
 ESCALERAS

AVDA. DE LA UNIVERSIDAD s/n ELCHE (ALICANTE)

Nº PLANO

E.11

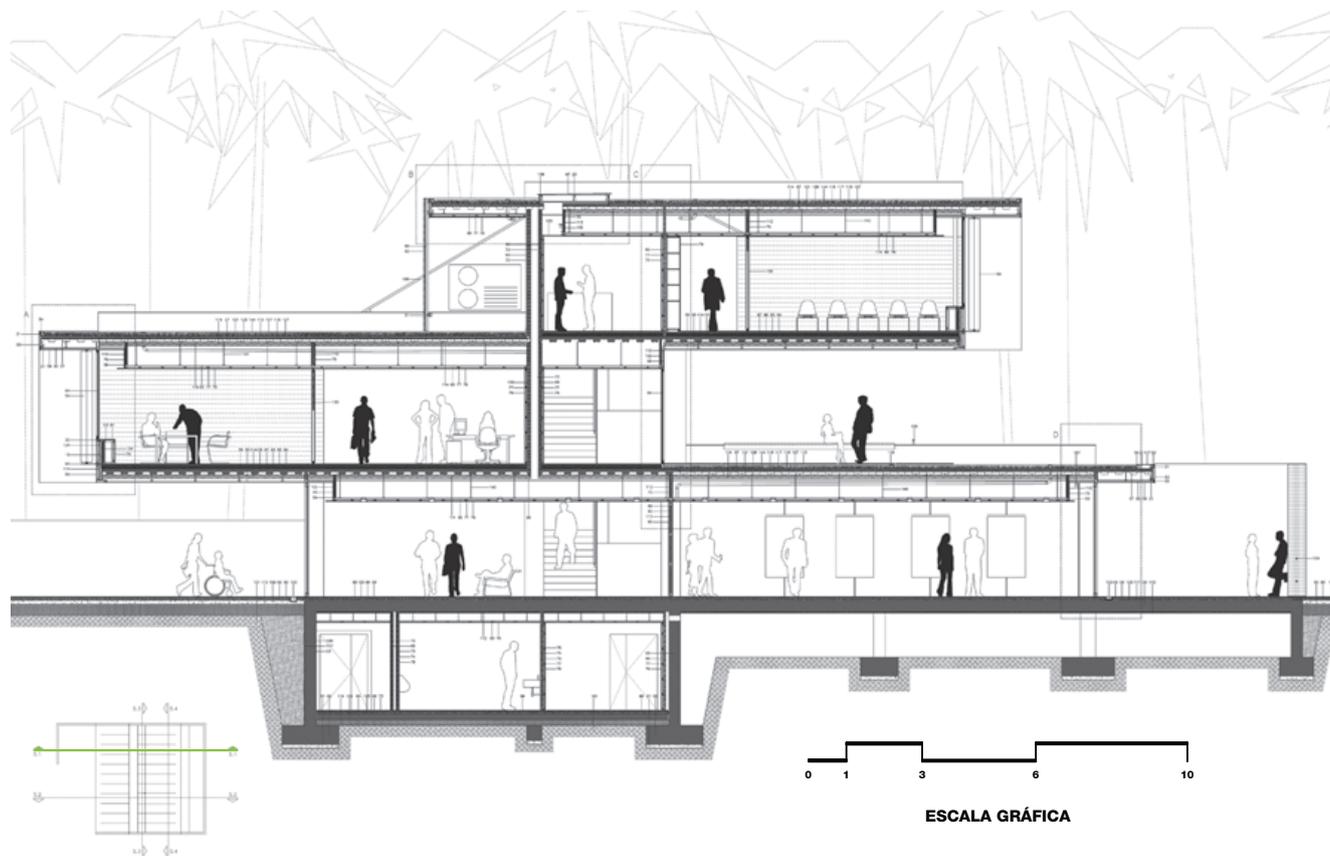
JAVIER GARCÍA-SOLERA arquitecto

JUNO 2007 escala 1:50

colab. : LÓLA PEREZ PAYA — ERNESTO MARTINEZ ARENAS — PILAR FRUCTUOSO VERA — arquitectos

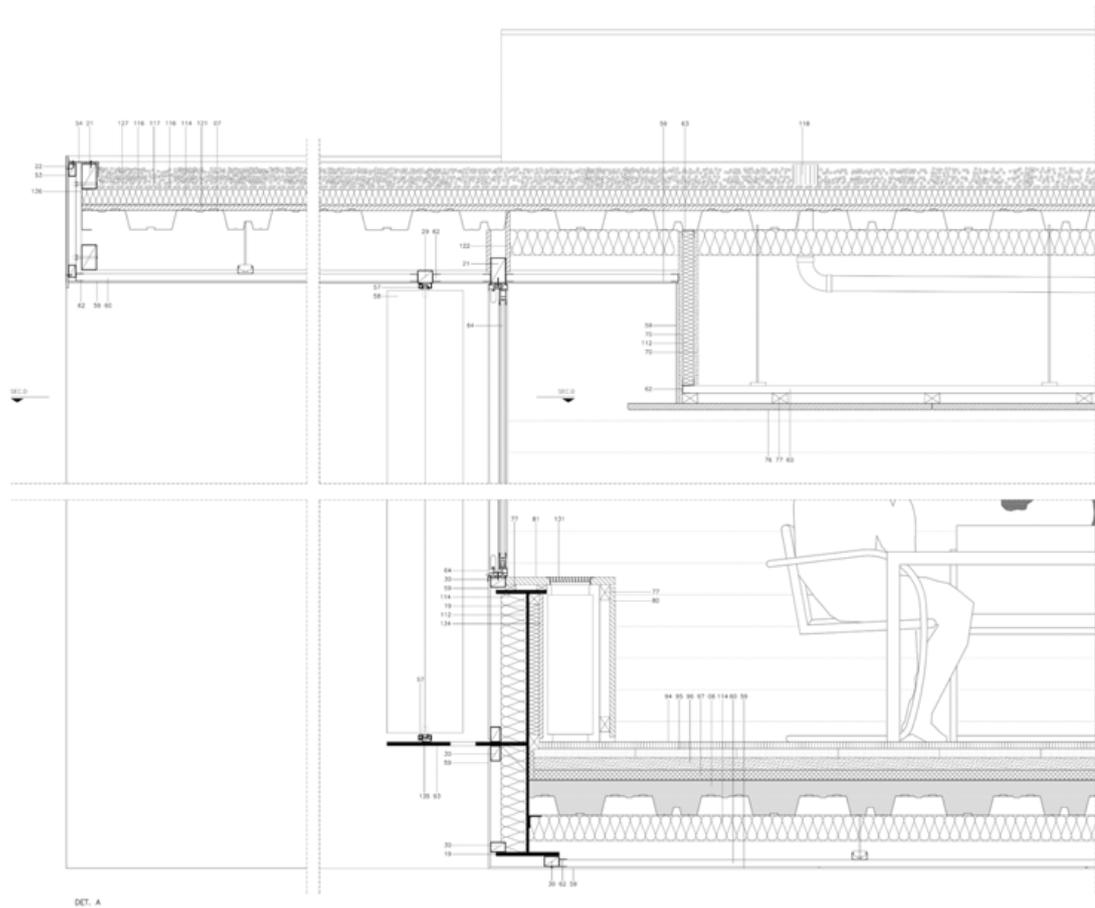
Imagen 505: Sección de pórtico principal Tipo 3.
 Estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:250

4.4.2.8 Secciones constructivas:



PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE EDIFICIO PARQUE CIENTÍFICO EMPRESARIAL EN EL CAMPUS DE ELCHE PROMOTOR: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE		ALICANTE
DETALLES SECCIÓN CONSTRUCTIVA S.C.1		Nº PLANO
JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA — arquitecto		D.3
colab. : LOLA PÉREZ PAYA — ERNESTO MARTÍNEZ ARENAS — PILAR FRUCTUOSO VERA — arquitectos		MARZO 2007 escala 1:40

Imagen 506: Sección Constructiva 1.
 Estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:200



PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE EDIFICIO PARQUE CIENTÍFICO EMPRESARIAL EN EL CAMPUS DE ELCHE
 PROMOTOR: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

DESCRIPCIÓN GRÁFICA
 SECCIÓN CONSTRUCTIVA S.C.1: DETALLES

JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA - arquitecto

[Handwritten signature]

ALICANTE

Nº PLANO

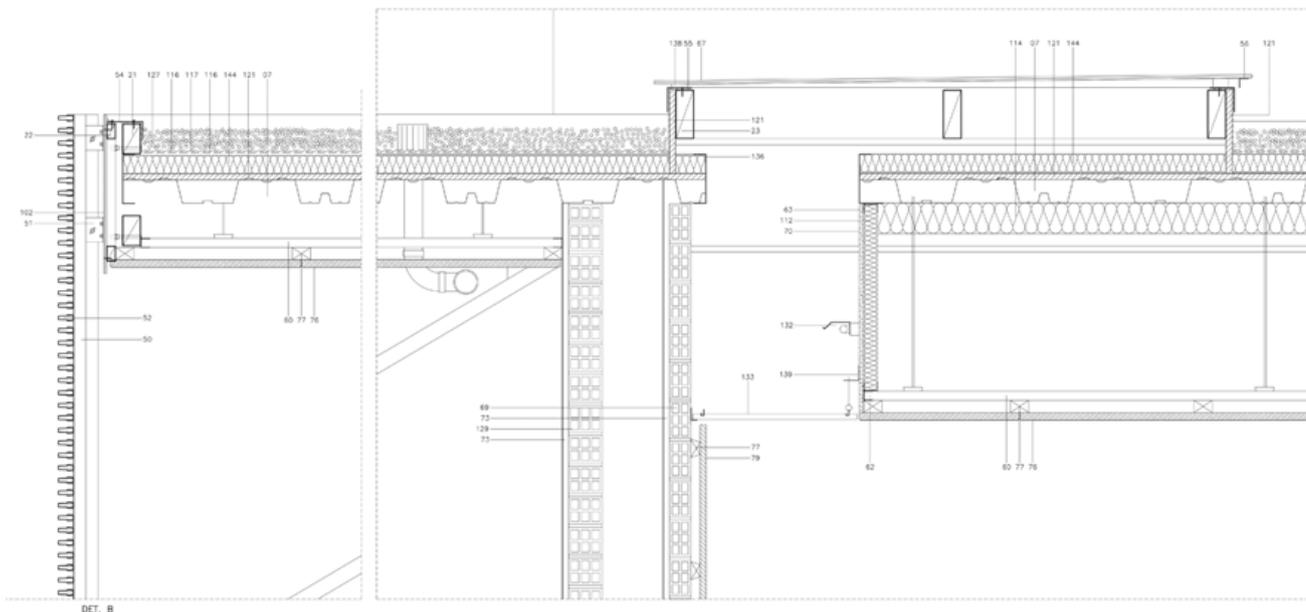
D.3a

MARZO 2007

escala 1:10

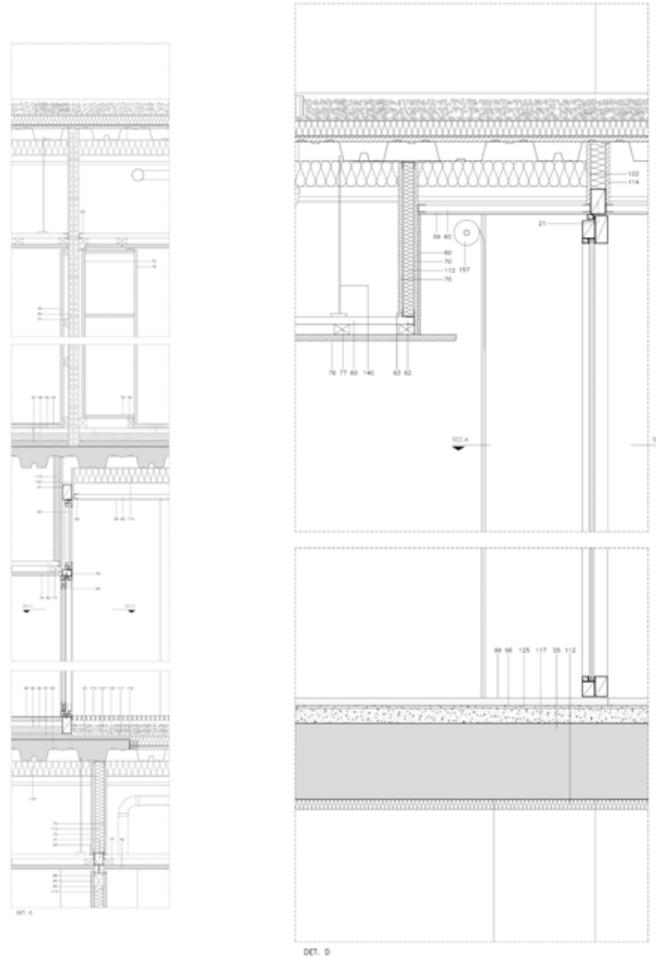
colab. : LOLA PÉREZ PAYA - ERNESTO MARTÍNEZ ARENAS - PILAR FRUCTUOSO VERA - arquitectos

Imagen 507: Detalle A - Sección Constructiva 1.
 Estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:30



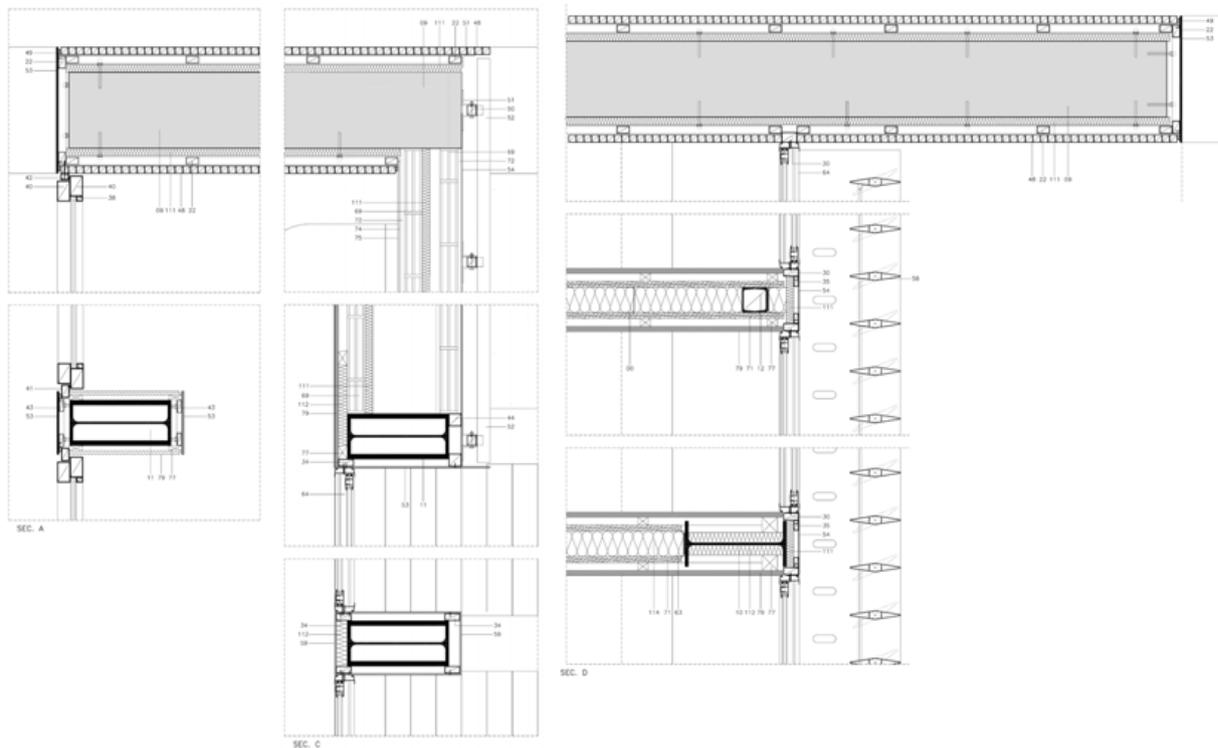
PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE EDIFICIO PARQUE CIENTÍFICO EMPRESARIAL EN EL CAMPUS DE ELCHE PROMOTOR: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE		ALICANTE
DESCRIPCIÓN GRÁFICA SECCIÓN CONSTRUCTIVA S.C.1: DETALLES		Nº PLANO
JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA – arquitecto		D.3a
colab. : LOLA PÉREZ PAYA – ERNESTO MARTÍNEZ ARENAS – PILAR FRUCTUOSO VERA – arquitectos		MARZO 2007 escala 1:10

Imagen 508: Detalle B - Sección Constructiva 1.
 Estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:25



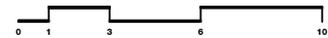
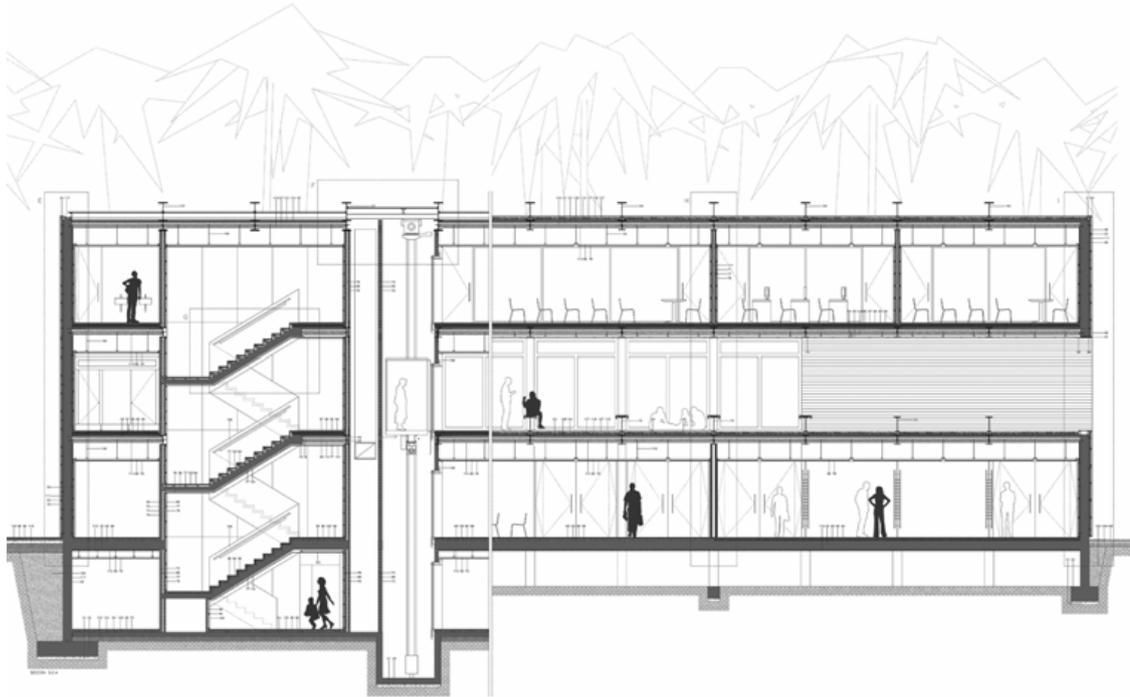
PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE EDIFICIO PARQUE CIENTÍFICO EMPRESARIAL EN EL CAMPUS DE ELCHE PROMOTOR: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE DESCRIPCIÓN GRÁFICA		ALICANTE
SECCIÓN CONSTRUCTIVA S.C.1: DETALLES		Nº PLANO
JAVIER GARCIA-SOLERA VERA - arquitecto		D.3a
colab. : LOLA PÉREZ PAYA - ERNESTO MARTÍNEZ ARENAS - PILAR FRUCTUOSO VERA - arquitectos		MARZO 2007 escala 1:10

Imagen 509: Detalles C y D - Sección Constructiva 1.
 Estudio de Javier García-Solera.
 Detalle C - Escala: 1:50 ; Detalle D - Escala: 1:30

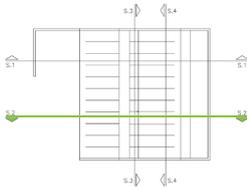


PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE EDIFICIO PARQUE CIENTÍFICO EMPRESARIAL EN EL CAMPUS DE ELCHE PROMOTOR: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE		ALICANTE
DESCRIPCIÓN GRÁFICA SECCIÓN CONSTRUCTIVA S.C.1: DETALLES		Nº PLANO
JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA – arquitecto		D.3a
colab. : LÓLA PÉREZ PAYA – ERNESTO MARTÍNEZ ARENAS – PILAR FRUCTUOSO VERA – arquitectos		MARZO 2007 escala 1:10

Imagen 510: Secciones A, B y C de Detalles - Sección Constructiva 1.
 Estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:30



ESCALA GRÁFICA



PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE EDIFICIO PARQUE CIENTÍFICO EMPRESARIAL EN EL CAMPUS DE ELCHE
 PROMOTOR: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

DETALLES

SECCIÓN CONSTRUCTIVA S.C.2

JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA — arquitecto

ALICANTE

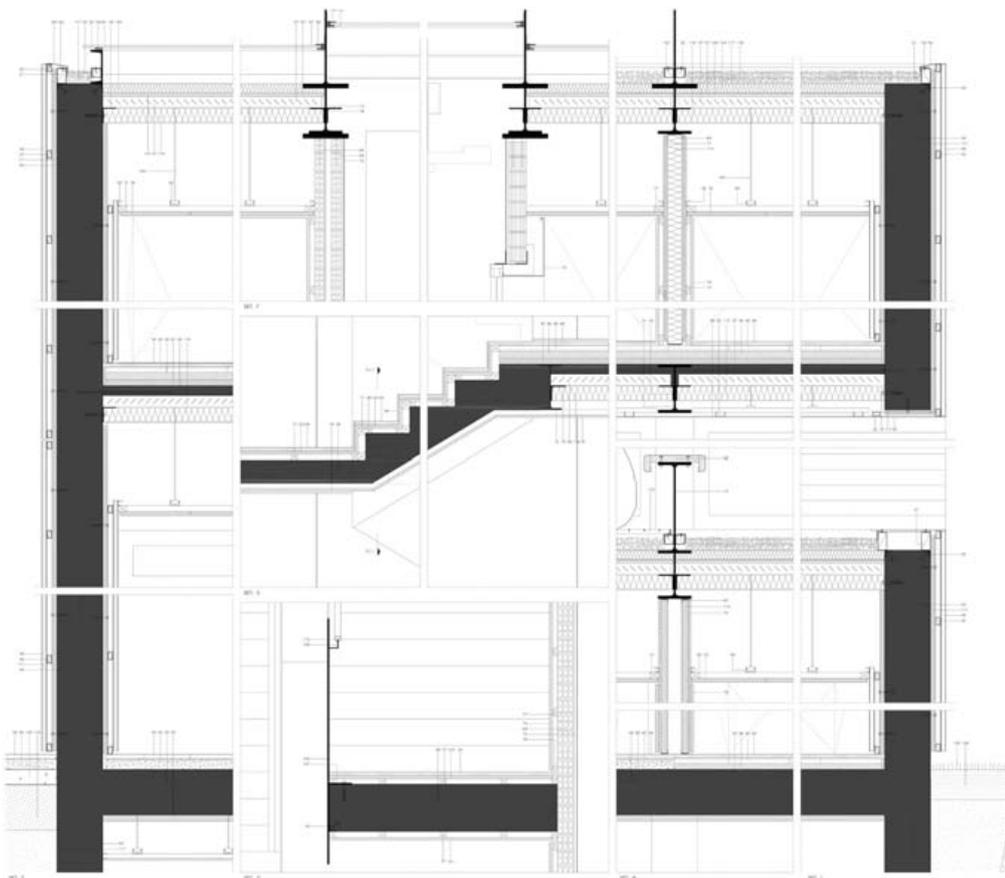
Nº PLANO

D.4

MARZO 2007 escalas 1:40, 1:10

colab. : LÓLA PÉREZ PAYA — ERNESTO MARTÍNEZ ARENAS — PILAR FRUCTUOSO VERA — arquitectos

Imagen 511: Sección Constructiva 2.
 Estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:200



PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE EDIFICIO PARQUE CIENTÍFICO EMPRESARIAL EN EL CAMPUS DE ELCHE PROMOTOR: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE		ALICANTE
DETALLES SECCIÓN CONSTRUCTIVA S.C.2: DETALLES		Nº PLANO
JAVIER GARCIA-SOLERA VERA - arquitecto		D.4a
colab.: LOLA PÉREZ PAYA - ERNESTO MARTÍNEZ ARENAS - PILAR FRUCTUOSO VERA - arquitectos		MARZO 2007 escala 1:10

Imagen 512: Detalles E, F, G, H e I - Sección Constructiva 2.
 Estudio de Javier García-Solera.
 Escala: 1:50

- 01 Hormigón de limpieza.
 02 Zapata de hormigón armado.
 03 Muro sótano, hormigón armado 30cm.
 04 Solera hormigón armado 15cm.
 05 Forjado unidireccional, viguetas+bovedillas, hormigón 30cm.
 06 Forjado chapa colaborante 1.2mm c=140mm.
 07 Forjado chapa grecada 1.2 mm c= 76mm.
 08 Losa escalera hormigón armado c=15cm.
 09 Muro testeros hormigón armado 30cm.
 10 Pilar IPE400 Acero S275JR.
 11 Pilar IPE400+2 planchas 373.20, Acero S275JR.
 12 Pilar 2 UPN100 Acero S275JR.
 13 Viga tipo V1, Acero S275JR.
 14 Viga tipo V4, Acero S275JR.
 15 Viga IPE300, Acero S275JR.
 16 Viga tipo V3, Acero S275JR.
 17 Viga tipo V7, Acero S275JR.
 18 Perfil L 100.8, Acero S275JR.
 19 Viga tipo V5, Acero S275JR.
 20 Viga tipo V8, Acero S275JR.
 21 Perfil # 100.6.2, Acero galvanizado.
 22 Perfil # 50.30.2, Acero galvanizado.
 23 Perfil # 160.60.2, Acero galvanizado.
 24 Perfil # 60.2, Acero galvanizado.
 25 Perfil UPN220, Acero galvanizado.
 26 Perfil L 50.5, Acero S275JR, anclada.
 27 Perfil # 50.10.2, Acero galvanizado.
 28 Perfil L60.3, Acero galvanizado.
 29 Perfil # 60.50.2, Acero galvanizado.
 30 Perfil # 60.40.2, Acero S275JR.
 31 Perfil # 80.60.2, Acero S275JR.
 32 Perfil # 60.40.3, Acero S275JR.
 33 Perfil # 110.60.2, Acero S275JR.
 34 Perfil # 60.30.2, Acero S275JR.
 35 Perfil # 40.20.2, Acero S275JR.
 36 Perfil L 60.30.5, Acero S275JR.
 37 Perfil # 110.50.2, Acero galvanizado lacado.
 38 Perfil # 25.20.2, Acero galvanizado lacado.
 39 Perfil # 70.50.2, Acero galvanizado lacado.
 40 Perfil # 80.50.2, Acero galvanizado lacado.
 41 Perfil # 50.30.2, Acero galvanizado lacado.
 42 Perfil # 35.20.2, Acero galvanizado lacado.
 43 Perfil # 50.20.2, Acero S275JR.
 44 Perfil # 50.2, Acero S275JR.
 45 Perfil # 30.2, Acero S275JR.
 46 Perfil L 25.20.3, Aluminio anodizado.
 47 Perfil L 100.50.5, Acero S275JR.
 48 Perfil # 30.1, Aluminio anodizado.
 49 Perfil # 20.10.1, Aluminio anodizado.
 50 Perfil sujeción lama horizontal, Aluminio anodizado.
 51 Perfil L 60.5, Aluminio natural.
 52 Lama horizontal, Aluminio anodizado 50.15.1.
 53 Plancha de aluminio anodizado, 8mm.
 54 Chapa de aluminio anodizado, 2mm.
 55 Perfil L 80.2, Aluminio anodizado.
 56 Perfil L 30.2, Aluminio anodizado.
 57 Perfil Lamas verticales, Aluminio anodizado.
 58 Lama vertical, Aluminio anodizado 200.35.1.
 59 Panel composite 6mm, acabado Aluminio anodizado.
 60 Subestructura F.T., Acero galvanizado.
 61 Perfil L 60.2, Aluminio anodizado.
 62 Perfil U, Acero galvanizado.
 63 Canal de acero galvanizado (medida s/caso).
 64 Carpintería corredera, Aluminio anodizado Plata.
 65 Carpintería fija, Aluminio anodizado Plata.
 66 Vidrio STADIP doble con cámara 6/8/6 mm.
 67 Vidrio STADIP doble control solar 6/6 mm.
 68 Mureta 1/2 pie, Ladrillo perforado.
 69 Tabicón, Ladrillo hueco 7cm.
 70 Panel simple Hidrófugo Cartón-Yeso 15mm.
 71 Panel doble Hidrófugo Cartón-Yeso 15mm.
 72 Enfoscado maestreado, mortero de cemento.
 73 Pavimento terrazo pulido 3cm.
 74 Mortero cemento-cola.
 75 Chapado Gres, 5mm.
 76 Placas F.T. viruta Madera-Magnesita 25mm.
 77 Rastrel madera de Pino de Suecia.
 78 Rastrel madera de pino cuperizado.
 79 Tablero DM Acabado estratificado 20mm.
 80 Tablero DM contrachapado Abedul, Acabado estrat. 20mm.
 81 Tablero DM contrachapado Abedul, Acabado estrat. 30mm.
 82 Tablero DM 15mm.
 83 Tablero contrachapado Abedul 15mm + Chapa de acero inoxidable, AISI-316 1mm.
 84 Tablero contrachapado Abedul 30mm + Chapa de acero inoxidable, AISI-316 1mm.
 85 Tablero contrachapado Abedul, Acabado estratificado 15mm.
 86 Bastidor contrachapado de Abedul.
 87 Marco contrachapado de Abedul.
 88 Tapajuntas contrachapado de Abedul.
 89 Felpudo tiras caucho ranurado + perfiles Aluminio 22mm.
 90 Plancha Acero pintado S275JR, 5mm.
 91 Placa anclaje Acero S275JR, 5mm.
 92 Ménsula Acero pintado S275JR, 5mm.
 93 Plancha de Acero galvanizado perforada 15mm.
 94 Parquet industrial Haya 25mm.

- 95 Terrazo base 30mm.
 96 Mortero Cemento de agarre.
 97 Lámina anti-impacto poliestireno reticulado, 4cm.
 98 Tablero Pino Mobila 40mm + Lámina de caucho 4mm.
 99 Pavimento piedra caliza abujardada 3cm.
 100 Solera hormigón armado 15cm.
 101 Terreno natural.
 102 Plancha Aluminio natural 8mm.
 103 Canaleta prefabricada de hormigón polímero.
 104 Tierra vegetal.
 105 Césped.
 106 Barandilla plancha, Acero pintado S275JR, 10mm.
 107 Plancha Acero S275JR, 8mm.
 108 Tirante perfil ϕ 50mm, Acero S275JR.
 109 Perfil L 60.5 Acero pintado S275JR.
 110 Pasamanos Madera natural, ϕ 40mm.
 111 Aislante poliestireno extruido 30 kg/m³, 3cm.
 112 Aislante Lana de roca, 4cm.
 113 Aislante Lana de roca, 6cm.
 114 Aislante Lana de roca, EI=90 5+5cm.
 115 Tramex 100.30.3, Acero galvanizado.
 116 Geotextil polipropileno.
 117 Lámina impermeable EPDM armada 1.2mm.
 118 Cazoleta desagüe EPDM.
 119 Zahorras compactadas.
 120 Relleno de tierra del lugar.
 121 Tablero contrachapado fenólico 20mm.
 122 Tablero contrachapado fenólico 15mm.
 123 Tablero aglomerado hidrófugo 15mm.
 124 Lámina impermeable polietileno 0.5mm.
 125 Gravín.
 126 Perfil ϕ 60.3, Acero galvanizado lacado.
 127 Árido rodado lavado ϕ 20mm.
 128 Lámina para vapor polietileno 0.1mm.
 129 Mureta 1/2 pie, ladrillo hueco 9cm.
 130 Mamparas de vidrio 6mm, c/persiana, perfilera de aluminio anodizado.
 131 Rejilla de impulsión de Aluminio anodizado.
 132 Luminaria fluorescente de superficie.
 133 Falso techo lamas, Aluminio anodizado.
 134 Tablero DM, 15mm. acabado Melamina.
 135 Perfil #35.15.3, Acero galvanizado.
 136 Remate chapa Acero galvanizado, 2mm.
 137 Viga tipo V9, Acero S275JR.
 138 Banda de neopreno.
 139 Perfil L 50.1, Aluminio anodizado.
 140 Varilla roscada de Acero galvanizado, 6mm.
 141 Tablero DM, acabado estratificado, 15mm.
 142 Perfil L 60.2, Aluminio anodizado.
 143 Perfil # 50.10.2, Acero galvanizado.
 144 Poliestireno extruido 30kg/m³, 6cm.
 145 Taco de apoyo de Nylon.
 146 Guía corredera de Acero galvanizado.
 147 Puerta vidrio templado 10mm + plinto de Acero inoxidable, AISI-316.
 148 Puerta de Acero galvanizado, lacado EI-60.
 149 Perfil # 35.30.2, Acero galvanizado lacado.
 150 Perfil # 20.10.2, Acero galvanizado lacado.
 151 Perfil # 40.35.2, Acero galvanizado lacado.
 152 Tablero DM 15mm, acabado corcho.
 153 Perfil # 100.50.2, Acero S275JR.
 154 Casquillo ϕ 50.2, Aluminio anodizado.
 155 Collarín L 60.3, Aluminio anodizado.
 156 Conducto extracción de aire acondicionado, acero galvanizado ϕ 30cm.
 157 Estor enrollable motorizado con guías laterales.



CONCLUSIONES

CONCLUSIONES



5.1 De las estructuras y el trabajo colaborativo.

Resolver un proyecto con responsabilidad, y con la profundidad que hoy en día la arquitectura demanda, involucra como principio elemental, tener conciencia de nuestras propias limitaciones dentro de la complejidad de la pormenorización especializada que se requiere; el interés por destacar, y la vanidad deberían ser sobrepasados, por la persecución de un objetivo claro que procure solventar de manera óptima e integral la arquitectura.

Deberíamos ser consecuentes con la complejidad implícita en el proceso de planificación arquitectónica, y aceptar que es necesaria la participación colaborativa de otros profesionales, que nos asistirán en el acometimiento de la solución óptima, eficiente, y artística de la arquitectura, por eso, es preciso argumentar nuestro punto de vista, y cooperar en las posibles soluciones, dentro de un grupo multidisciplinario y transdisciplinario, con el norte común de beneficiar al producto arquitectónico.

La responsabilidad del arquitecto no está en constituirse como un experto en todos los ámbitos del proyecto, sino, en comprender la justa medida en la que los diferentes componentes de la arquitectura se conjugan equilibradamente para alcanzar un resultado que favorezca al conjunto, y no a uno de ellos en particular.

Pretender el balance ideal entre los aspectos formales, funcionales y tecnológicos, no debe ser un objetivo utópico en la arquitectura, sino una intención digna y loable dentro del quehacer profesional.

Será preciso, proceder conducidos por la lógica, la razón, la sensatez y el pragmatismo, fusionados con la sensibilidad creativa, en una “sinergia poética”, que enaltezca lo más significativo de la arquitectura, que es su carácter de servicio al ser humano.

En esta búsqueda de una arquitectura integral y sistémica, no podemos permitir que el aspecto estructural aflore como una prótesis, un apéndice, o un efecto colateral, que se deba resolver de manera independiente y aislada; ni siquiera suponer la concesión de un sitio medular dentro del proceso proyectual, porque, estructura y arquitectura deberían entenderse como un solo organismo imposible de disociar.

La estructura, debe cumplir en primer lugar un papel resistente, en el que, debe encargarse de recoger, transportar, guiar, y depositar las cargas en el terreno, salvaguardando la integridad y permanencia de la forma y la función arquitectónica, estableciéndose de esta forma en el sustento físico del proyecto por excelencia, y como consecuencia, en el sustento formal, geométrico, y funcional del proyecto, su finalidad original de estabilidad, posibilita la existencia y permanencia de la edificación.

La presencia de las estructuras, dentro del proyecto arquitectónico, tiene la facultad de admitir que su manifestación tenga en unos casos el más discreto anonimato, o en otros, el más escénico protagonismo expresivo en el objeto arquitectónico, cualidad que denota la versatilidad con la que el proyectista puede manejar las estructuras, en servicio de la intención formal del proyecto.

El arquitecto comprometido con su oficio, no se preocupará únicamente de la inspiración artística y la elocuencia estética que puede plasmar en un objeto arquitectónico, sino, deberá preocuparse de cultivar el conocimiento técnico de los mecanismos resistentes y sus implicaciones estructurales, así como, de las diferentes interacciones que se producen entre las variables que determinan el proyecto: el sistema estructural, la metodología constructiva, las necesidades funcionales, la integración de los elementos de instalaciones, los sistemas de fachadas, los vínculos de circulación vertical, etc.

La necesidad de especialización nos ha obligado a disociar el valor racional, el deseo creativo y la voluntad pragmática; pero estoy convencido de que se debe integrar equitativamente la actitud objetiva y racional del científico, la actitud sensitiva y expresiva del creador, y la actitud útil y efectiva del pragmático; no solamente en la arquitectura, sino en todos los aspectos de la existencia humana.

En el proceso creativo deben unirse el orden riguroso de la estructura, la lógica pragmática de la función y la manifestación sensible de la forma, en una interacción relacional íntima, en la cual cada una de ellas está resuelta de manera correcta y reflexiva, demandando no solamente la solución de un aspecto puntual, sino buscando potenciar a los demás, de esta manera se alcanza la respuesta óptima al problema.

El arquitecto, cuanto más familiarizado esté con los conocimientos técnicos, teóricos y tectónicos, más preparado estará para discernir entre las posibilidades de solución a un problema, no solo desde el punto de vista técnico, sino también expresivo y funcional; es por esto, que estoy convencido, que el conocimiento

amplía la capacidad creativa, agudiza el criterio e impulsa a la lógica y la razón como medios de organización, planificación, expresión y producción óptimos y eficaces.

La forma adecuada, la disposición conveniente, las proporciones procedentes y las dimensiones eficaces que se otorguen a los elementos que conforman el sistema resistente, deben nacer de la comprensión intuitiva de los fenómenos mecánicos, resistentes y deformacionales que legislan a los diferentes materiales, los que se obtienen de la combinación entre conocimiento, lógica, ingenio, sensibilidad y experiencia.

Es claro, que dentro del proceso proyectual no se pueden solucionar todos los aspectos simultáneamente, y por la naturaleza del proceso, se exige que se contemplen todas las variables de manera global, nunca con un carácter exclusivo, sino como un alternar de estados de relación que advierta las distintas interacciones y permita resolver el problema de manera integral, con esta finalidad, es imperioso tener claros los componentes del proceso de planificación arquitectónica, los requerimientos y los recursos que se exigen dentro del mismo, su lógica de evolución y sus diferentes etapas.

Dentro de este proceso, encontramos el planteamiento estructural, por eso, el arquitecto debe agudizar sus sentidos, con la finalidad de distinguir las similitudes y conexiones entre los componentes, así como, sus interacciones.

El aspecto funcional se constituye como la razón de ser del objeto arquitectónico, y aspira manifestar por medio del programa, el impulso fundamental para la

constitución de la forma, ajustándose sistemáticamente con los medios resistentes; el propósito no puede ser únicamente conformar el espacio utilitario, sino comprometerse con la planificación integral, en la que las actividades y usos del objeto arquitectónico se satisfagan de manera adecuada, óptima, y organizada.

La categoría estética podría entenderse como la menos objetiva de las esencias arquitectónicas, a la que se le asigna un gravamen intangible, y cuyo valor subjetivo es muy difícil de calcular, pero es preciso tenerla constantemente presente en las diferentes etapas del proceso de diseño.

El establecimiento del nivel jerárquico de cada particularidad dentro del producto arquitectónico es esencial; determinar la índole de sus precisiones, como de su orden visual o intelectual, e incluso justificar su tipo manifestación, son cuestiones muy difíciles de definir y cuya reflexión exige del arquitecto, una postura consciente, que pueda ser transmitida a los miembros del equipo de planificación.

Se exigirá del arquitecto una conjunción de susceptibilidad artística con rigurosidad técnica; la naturaleza subjetiva e intangible del aspecto estético de un proyecto, permite que éste se precise bajo sus propias leyes y se auto-imponga los códigos que regirán sus relaciones con los otros componentes del proceso proyectual; mientras que la disciplina técnica exige que la arquitectura responda a principios físicos que rigen la materia, a la lógica constructiva y a la razón estructural, marcando de esta forma arquetipos y fronteras que otorgan al proceso dominios de actuación y ámbitos de desarrollo.

Es innegable la íntima relación que ha existido, a lo largo de la historia, entre el quehacer científico, los adelantos técnicos y la evolución arquitectónica, donde sobran ejemplos de profesionales que se apoyaron en una visión integral y desarrollaron obras paradigmáticas, y son hoy en día considerados como arquitectos-ingenieros de trascendencia en el ámbito arquitectónico y constructivo; para muestra podemos nombrar a Antoni Gaudí, Eduardo Torroja, Heinz Isler, Félix Candela, Pier Luigi Nervi, Eladio Dieste, Mies Van der Rohe y Frey Otto, que se constituyen como claros ejemplos de una conjunción armónica entre forma, función y comportamiento estructural, donde la creatividad, el ingenio, la lógica, la innovación y la sensibilidad artística se combinan integralmente para determinar la expresión estética, resolver la organización funcional y determinar su comportamiento estructural.

El balance armónico entre forma, función y estructura es innegable en obras como las cubiertas funiculares de Gaudí, los cascarones y losas plegadas en hormigón armado de Eduardo Torroja y Heinz Isler, el paraboloide hiperbólico de Félix Candela, las bóvedas nervadas de Pier Luigi Nervi, las bóvedas y cúpulas cerámicas de Eladio Dieste, el elegante protagonismo estructural en la obra de Mies Van der Rohe, o las superficies mínimas de Frey Otto.

Las lecciones y experiencia que nos deja la historia a través de la evolución de la arquitectura, nos enseñan, que el objetivo de alcanzar la excelencia en un proyecto arquitectónico es posible siempre que el arquitecto sepa relacionar adecuadamente función, firmeza y forma a través del orden riguroso, la disposición adecuada, la distribución pertinente, y la proporción armónica.

Reflexivos en cuanto a la complejidad a la que se enfrenta la planificación de un proyecto, estamos en la obligación de ser consecuentes con dicha complejidad, y establecer un equipo de trabajo multidisciplinario, dentro del cual, el rol de coordinación le corresponde al arquitecto, sin que esto suponga una superioridad jerárquica o administrativa, simplemente; la coordinación involucra la responsabilidad de organización, vinculación, y administración de las etapas que conforman la planificación, optimizando recursos humanos, técnicos y financieros, atendiendo a la insondables correspondencias entre los aspectos funcionales, técnicos, estéticos y económicos, para esto es necesario, que el arquitecto conozca la misión que cada uno de los actores desempeña, su grado de implicación y su aporte particular, para la concreción final del proyecto.

Por lo tanto, el primer paso, y posiblemente el más difícil, será el despojarse de cualquier vanidad que pretenda colocar al arquitecto en una posición de superioridad, para reconocerse como uno más de los miembros de un equipo, y cumplir sus funciones, renunciando a cualquier interés personal, enfocando los esfuerzos para obtener un objetivo común, que es la arquitectura.

Reflexionemos en lo siguiente: ¿De qué le sirve a un equipo de futbol tener entre sus líneas al mejor jugador del mundo, si el desempeño del “equipo”, no le permite clasificarse para disputar la copa del mundo?, y ¿Qué rédito obtiene el plantel si este valioso jugador goza de fama y fortuna?, ahora, si el objetivo común es tener la oportunidad de disputar la copa, cada uno de los jugadores deberá buscar lo mejor para el equipo, y no un beneficio individual, por lo tanto, todo jugador, dentro de la cancha es un miembro más del equipo.

Para lograr una coordinación y vinculación efectiva entre los diferentes actores que intervienen en un proyecto, se debe otorgar el adecuado valor a cada uno de los miembros, teniendo conciencia de las distintas tareas que cada uno realiza, dentro de su especialidad, pero sin perder de vista el aporte que representa para el resultado final del proyecto arquitectónico.

Como ya se mencionó anteriormente, al igual que cualquier relación social, el vínculo colaborativo entre profesionales de la arquitectura y de la ingeniería se sustenta sobre tres pilares fundamentales: comunicación, confianza y respeto; con la intención de lograr una comunicación asertiva, debemos empatizar con las diferentes puntos de vista y maneras de abordar un problema, que tiene cada uno de los actores que conforma el equipo; de igual forma, cada especialista posee su código de actuación, en el que indudablemente priorizará su aporte sobre el de los demás, por eso es tan importante la comunicación asertiva y la facultad de organización y coordinación, con la que puede colaborar el arquitecto, el que deberá re-enfocar el objetivo, las veces que fuesen necesarias, sin necesidad de imponerse o someterse, y recordar a cada miembro del equipo que existe un horizonte común, que es la arquitectura.

Una comprensión, aunque sea superficial, de las implicaciones de las diferentes variables del proyecto en el proceso de diseño, permiten al arquitecto actuar sin prejuicios, y asignar el valor adecuado a cada solución, para así, de manera objetiva, conceder prioridades y establecer un orden procedente a sus componentes.

El entendimiento de las estructuras como medio resistente y como recurso generador de forma, permitirá asignar el valor y la prioridad que esta solución representa en el proyecto; dentro del trabajo colaborativo, los especialistas deben hacerse conscientes de sus limitaciones, y aceptar que la jurisdicción profesional del otro es específica y complementaria; el trabajo colaborativo se puede sobrellevar en buenos términos y culminarlo con éxito, cuando el propósito común, es decir, la arquitectura, supera al orgullo, la soberbia o la vanidad, y no se permiten que los intereses personales se antepongan a la aspiración común.

5.2 De los casos de estudio.

Javier García-Solera, ostenta con orgullo el estandarte de una formación politécnica, formación que posiblemente esté en vías de extinción.

Esta meritoria comprensión de los fenómenos mecánicos, tensionales y estructurales, le han permitido proponer soluciones arquitectónicas basadas en principios que responden a la razón estructural y a lógica constructiva, permitiéndole manejar las relaciones colaborativas de manera asertiva y eficaz.

Merece la pena destacarse el rigor, el orden y la lógica manifiesta en los dos casos de estudio, donde, se saca partido al potencial subyacente en los elementos estructurales, y, a través de estrategias fundamentadas en la teoría estructural, enriquecer el resultado estético.

Mies Van der Rohe dijo “Dios está en los detalles”, y parece ser una de las máximas que caracterizan al trabajo de Javier García-Solera, quien confiere singular importancia a la solución delicada del detalle constructivo, considerándolo no solamente un requisito establecido, o un capricho expresivo, sino, un aporte objetivo al proyecto, donde la lógica, el ingenio, la técnica, y la experiencia del arquitecto, se evidencian de manera sobria y cuidadosa.

Finalmente, la modestia y el respeto expresados por David Gallardo Llopis, no solamente en la solución estructural de los dos casos de estudio, sino, en su forma de expresarse y proceder, dan cuenta de su calidad profesional, y de su personalidad generosa y desinteresada, pero sobre todo, del íntimo compromiso que asume, con el propósito arquitectónico, logrando que las estructuras sean las adecuadas para su finalidad resistente, funcional, y estética.

Su papel dentro del equipo de planificación, es sumamente respetuoso, y hasta cierto punto, pretende disimular su intervención, pero no atenuando la presencia de las estructuras, sino, mimetizándolas con las decisiones proyectuales.

La búsqueda cabal de la estructura más eficaz y la optimización de los recursos materiales se conjugan simbióticamente con la intención expresiva, la razón funcional y la solución constructiva, alcanzando una organización sistémica, donde el éxito no se encuentra en resaltar un componente técnico, sino, en determinar el balance armónico de la interacción de todas las esencias arquitectónicas.



ANEXOS

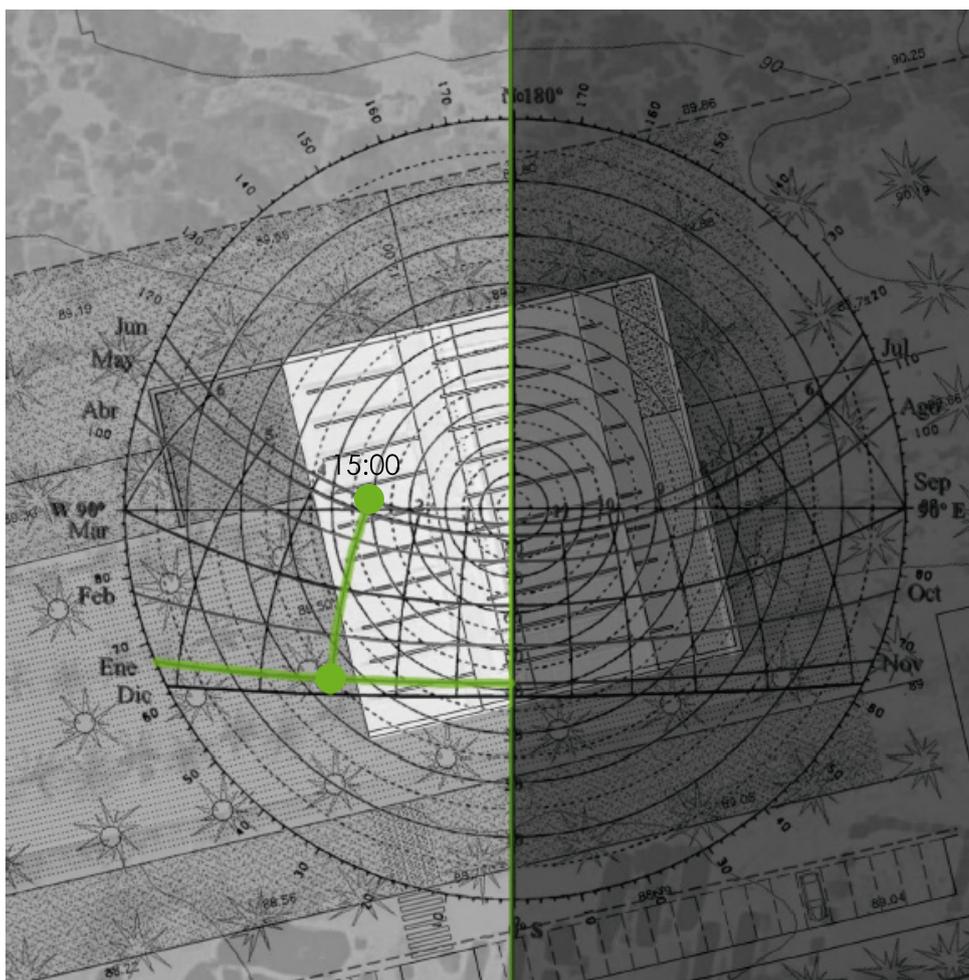
ANEXOS



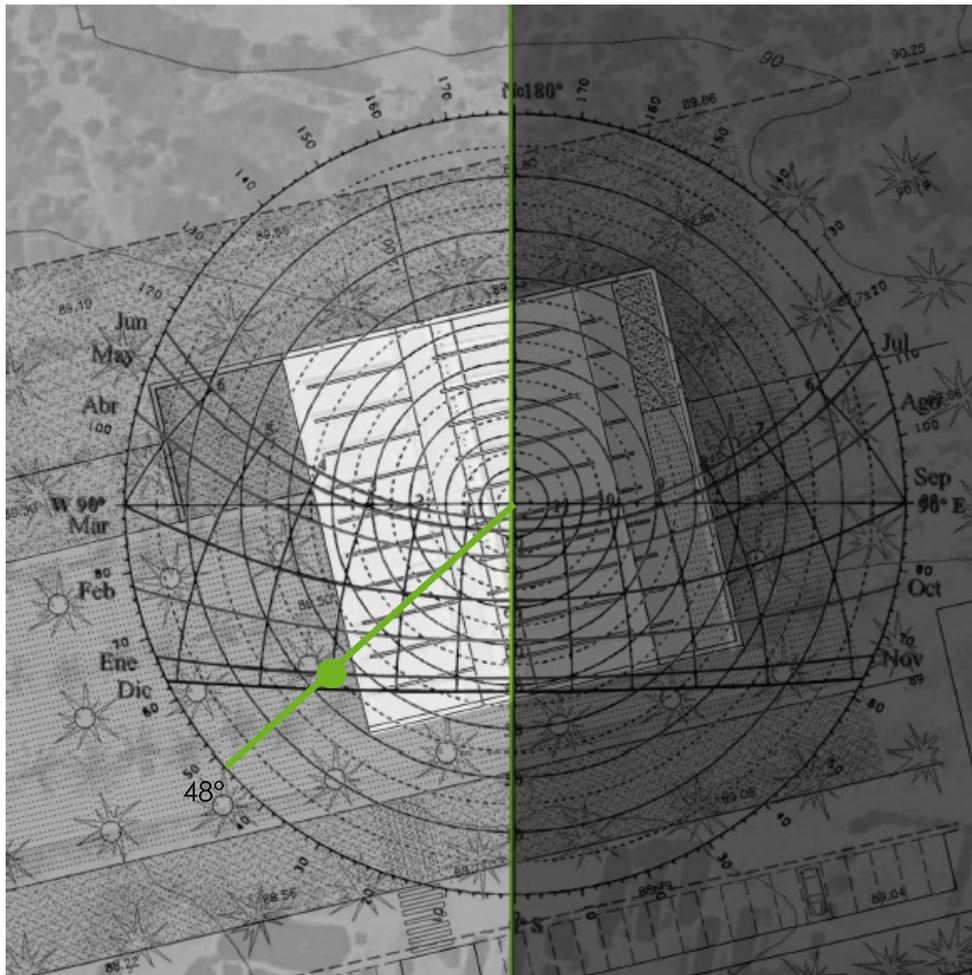
ANEXO EJEMPLO DE USO DE LA CARTA SOLAR ESTEREOGRÁFICA: 01

Se explicará el uso de la carta solar estereográfica por medio de un ejemplo, las instrucciones para utilizarla se explicarán paso a paso en el Edificio Quórum I de Javier García-Solera, el procedimiento es el siguiente:

1. Debemos localizar en el área de la trayectoria del sol, el punto del tiempo del año que deseamos analizar. Primero entramos por las líneas de las horas hasta que intercepten con las del mes. Vamos a suponer el mes de enero, a las 15:00.

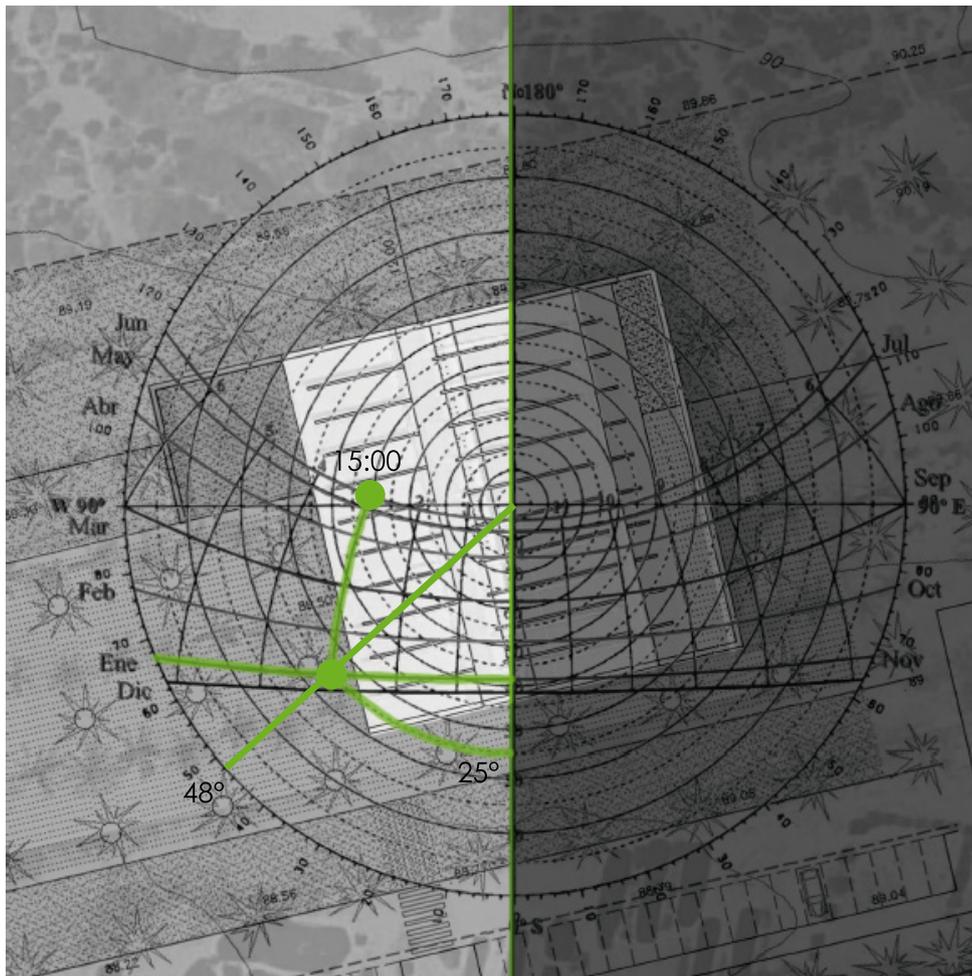


2. Trazando una línea desde dicho punto de intersección hasta el centro de la carta y continuándolo hasta el círculo exterior, sabremos el ángulo AZIMUT. (Nota: Dependiendo de si el ángulo este medido con respecto al norte o al sur, el valor será diferente). En nuestro ejemplo obtenemos un azimut de 48° .



4. Con la altitud y el azimut ya podremos saber la localización del sol en el cielo desde nuestra posición: en nuestro ejemplo Azimut 48° , Altitud 25° .

Las cartas solares son únicas de cada latitud, dependen del punto en el que nos encontremos. Hoy en día muchos programas de software de arquitectura incluyen la trayectoria del sol dentro de ellos.



ANEXO ENTREVISTA A JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA:

02

Universidad de Cuenca

Jueves 10 de noviembre de 2016, 11:15am.

LBP: *La conversación se centrará en los temas que tienen mucho que ver con la importancia que tienen las estructuras en la arquitectura.*

Para ti Javier, ¿Cuál es el papel que tu reconoces que desempeñan las estructuras dentro de la arquitectura?

JGS: En realidad yo no tengo que tener una visión personal sobre eso, creo que simplemente lo mejor es ser objetivo y, siendo objetivos, como arquitectos que somos, técnicos somos y deberíamos ser muy técnicos, no tenemos nada más que mirar de una forma objetiva que es la estructura: ¿Qué es la estructura de un elefante?, ¿Qué es la estructura de un ser humano?, ¿Qué es la estructura de un ave?, ¿Qué es la estructura de una tortuga?, ¿Qué es la estructura de un árbol?, que es por tanto la estructura de cualquier elemento... Ahora pasamos ya a la obra del hombre: ¿Qué es la estructura de un puente?, ¿Qué es la estructura de una carretera?, ¿Qué es la estructura de una farola?, es decir, es aquel elemento que la hace posible en realidad, y le da estabilidad sobre el suelo, el que le da la garantía de movimiento en el caso de los animales por ejemplo, por la forma en el que están sus nudos desarrollados y puede haber movimiento resistente, es decir, que un animal pueda dar un salto de tres metros, caer y no romperse; es la musculatura asociada a la estructura la que se lo permite. Un ave tiene una estructura ligera y hueca, que no pesa casi nada y le permite volar; un elefante o una jirafa tienen una vértebra de veinte centímetros de diámetro, enorme, con una capacidad resistente a la presión en los discos intervertebrales tremenda.

Por lo tanto qué es la estructura en la arquitectura, pues no habría nada más que ser modestos, ser humildes,

mirar el mundo y entender que está construido por una cantidad de estructuras físicas en las que todas tienen el mismo sentido, ser portantes, garantizándoles estabilidad y seguridad, permitiéndoles una serie de funciones que son diferentes en cada caso y que tienen que ser posibles con ella, y gracias a ella.

De hecho la palabra estructura se utiliza mucho fuera de la arquitectura, fuera de la construcción y fuera de la técnica, y cuando se habla de que hay que estructurar el tráfico, o cuando se habla de que hay que estructurar el gasto, o se debe estructurar el presupuesto nacional, etc.... estructurar quiere decir poner un orden, disponer de una combinatoria que sea adecuada para el objetivo, se utiliza fuera de la arquitectura para eso, qué vamos nosotros ahora a inventar un término nuevo.

LBP: *Con la intención de justificar de alguna manera el por qué se han formulado estas preguntas, no solo con los objetivos de la tesis, te comento que soy profesor de estructuras en arquitectura, y justamente me sentí muy identificado con un comentario tuyo respecto al abandono de la técnica en la profesión, al igual que en los contenidos dictados dentro de la carrera, paulatinamente se ha ido relegando y restándole importancia dentro de la formación de los nuevos arquitectos.*

JGS: No podemos concebir ni pensar la arquitectura si no somos capaces de entender la estructura. La profesión exige esa reivindicación de la formación politécnica.

LBP: *Prácticamente con tu comentario, has abarcado la temática y me has respondido la segunda pregunta. ¿Cuál es el momento más oportuno para considerar la solución estructural dentro del proyecto?*

JGS: Prácticamente ya te he respondido todo (risas). ¡El momento es ya!

LBP: *Dentro del proceso proyectual como describirías la relación entre planteamiento estructural, planteamiento funcional y planteamiento estético.*

JGS: En realidad, la respuesta es que tiene que ser todo el tiempo casi el mismo, aquello que parece que el proyecto va a querer ir siendo: si de aquí debería volar, si está bien acá quitar unos soportes y hubiera una sombra que no estuviera importunada por su presencia, o aquí es el mar y no me puedo apoyar y conviene plantear un volado, o si en determinado lugar tengo unas escalas excesivas que van a requerir unos espesores grandes... todos estos son comentarios referidos a unos primeros dibujos, que pueden ser a mano alzada; pero te puedo contestar con una frase no mía, sino de un amigo catedrático, que cuando conversábamos me la citó un día, y me pareció magnífica: “cualquier raya para un arquitecto tiene espesor”, y yo añado: la raya de un dibujante no tiene sino el espesor de la mina o del instrumento que ha tomado de la mesa para dibujar, la raya de un matemático no tiene espesor, es una línea pura, imaginaria que une dos puntos; pero la raya de un arquitecto siempre tiene espesor, y el espesor que tiene, lo tiene en función de la forma, una raya que tu dibujas así (dibuja un arco imaginario en el aire con las manos), ya en tu cabeza, sabiendo esta medida

cual es (el ancho, la luz), y esta otra medida cual es (el alto o gálibo), viene atribuido un espesor, por tanto desde las primeras rayas iniciales están pidiendo tener un espesor estructural, y debes considerarlo desde el principio, es inevitable. Y además deberás ya imaginar el material, y la técnica o modelo empleados, porque en función de ellos ese grueso cambiará.

LBP: *¿Cuánto y hasta que nivel, tú has podido percibir que han influenciado los avances tecnológicos en el ejercicio de la arquitectura?*

JGS: Bueno yo creo uno es que se va perdiendo la profesión de arquitecto tal cual la conocimos. Al hacerse tan hiper-específicas todas las técnicas que cruzan nuestra profesión, y que tan necesarias son, se va perdiendo esa capacidad del arquitecto de tenerlo todo sobre la mesa, y por lo tanto, todo en la mente a la hora de trabajar y que es tan importante. Curiosamente, se va dando mucha importancia a que el arquitecto, como siempre tuvo en realidad, tenga en la cabeza todos los aspectos colaterales, transversales de la propia profesión que tienen mucho que ver con los aspectos sociológicos, urbanos, del comportamiento y de los hábitos, de la cultura y de la tradición, en los que el buen arquitecto siempre estuvo, y sin embargo se refuerza y me parece bien y muy oportuno. Pero sin embargo se quita valor a toda esa formación politécnica que siempre reivindicó, es decir a la necesidad de que el arquitecto tiene que ser un conocedor exhaustivo de –cómo a mí me gusta decir– “las razones de lo físico”. Lo físico tiene siempre unas razones para ser de un modo o ser de otro, y esas son las que el arquitecto tiene que conocer, porque son las que maneja, y al final y en última instancia el arquitecto construye; construye

elementos que son casi entelequias intelectuales pero también esas mismas las lleva a la práctica, o si no ya no son arquitectura en realidad, son arquitectura didáctica, pueden ser arquitectura para estudiar, pueden ser documentos útiles como una partitura lo es, pero nadie se contenta con que le convoquen a un concierto de Mozart y a la entrada les repartan a todos la partitura, y los devuelvan para la casa. (Risas)... La gente quiere escuchar.

En la arquitectura es lo mismo, a la arquitectura podemos leerla en planos, pero al final la necesitamos para habitarla, y por tanto eso tiene que ver con “las razones de lo físico”. Y con las posibilidades de lo físico, y tenemos que ser hiper-expertos en eso, porque en lo demás, en los aspectos sociológicos, culturales, geográficos, medioambientales... en fin, podemos echar mano de otros muy buenos expertos que nos pueden ayudar; pero en eso primero no, en los aspectos que tienen que ver con el desentrañamiento de las razones de lo físico, ahí estamos solos, y ahí es donde necesitamos realmente involucrar un esfuerzo grande y con urgencia, y se está abandonando, y eso para mí está fatal.

Luego hay otra cosa colateral, menor, que se podría decir. Las nuevas tecnologías de trabajo siempre digital, creo que distancian mucho a la arquitectura de la realidad física. Por tanto, ahora podemos ser sucios trabajando, podemos tener los papeles arrugados, la mesa llena de borrones, y no importa porque en la pantalla esta todo siempre perfecto, y con un click sale de nuevo todo perfecto en el plano. Antes teníamos que cuidar el papel, teníamos que cuidar los planos, tener siempre limpia la mesa, las manos, levantar la paralela

con dos gomas, cuando nos íbamos a casa, para que no tocara el vegetal, porque si llegaba humedad al vegetal se doblaba... Y ese cuidado y proximidad de lo físico se pierde en el quehacer puramente digital y creo que hay una formación también ahí para personas; sobre todo para personas que tenemos que trabajar finalmente mucho con las texturas de las cosas, con lo físico de la construcción. Otro cambio también, que no pongo ni en positivo ni en negativo, por supuesto, sean bienvenidas las tecnologías que nos ayudan a pensar y a construir, pero otro cambio que yo veo es en la forma de la didáctica del aprendizaje, veo que una labor que se ejecuta con las manos siempre es más fácil de aprender, para el aprendiz, que una que solo se ejecuta con clicks, porque en realidad, viendo como mueve las manos el carpintero que está labrando un pedazo de madera, el que le observa puede hacer una fácil imitación mucho más rápida, viendo como uno dibuja, viendo como uno traza, el que está prendiendo puede aprender a trazar, aprender a dibujar más fácilmente que cuando hay una intermediación tecnológica generalmente muy fría. Pero bueno, son unos cambios en los tiempos que deben asumirse y que, obviamente, vienen dotados de extraordinarias ventajas también.

LBP: Con lo que tu comentas incluso, todos esos cambios que han sufrido los pensum de formación en la carrera de arquitectura, me recuerdan a un comentario tuyo que nos hiciste la vez que viniste hace un año y nos dijiste “no saben lo importante que era para la formación del arquitecto la geometría descriptiva” y que aparece que casi en todas las universidades se ha sacado afuera de los planes de estudio. ¿Cuánto afecta en el aspecto de forma arquitectónica,

la solución estructural y la búsqueda de eficiencia material?

JGS: Yo creo que no se puede decir ¿de qué forma la estructura afecta al resultado de la arquitectura? O ¿de qué forma la arquitectura condiciona al resultado de la estructura? Es que son la misma cosa, es que hay y debe haber una búsqueda de correspondencia que hace que sean ambas posibles como una unidad. Ya sabemos que dando un grueso de metro y medio entre una planta y otra cualquier estructura por mal organizada que esté, se puede resolver, porque hay métodos de cálculo de procesos muy complejos que permiten armar cualquier cosa por distorsionadas que estén sus líneas de trabazón. Al final lo que pasa es que si te asomas por el cielo raso y miras, veras una cantidad de derroche de metal o de material a lo mejor ineficaz. Antes, cuando los métodos de cálculo eran más sencillos y se trabajaba solo en dos dimensiones, aparecieron estas arquitecturas modernas tan claras, tan limpias, y que tiene estructuras tan obvias e inteligibles, porque la propia metodología de cálculo lo exige. Ahora, los sistemas de cálculo, de elementos finitos, etc., te permiten calcular prácticamente cualquier cosa para que no caiga, a costa de meter cantidades extraordinarias de material mientras hagas espacio para él... para esconderlo habitualmente. En realidad, muchas de esas estructuras sostienen y aguantan pero no estructuran.

LBP: ... claro, ahora estos programas te permiten tener por ejemplo unos diagramas de esfuerzos en un tornillo, cosa que antes era impensable...

JGS: Exactamente, eso es perfecto, pero lo usan bien los que hacen aviones, y los arquitectos lo usamos mal. Porque en realidad se aprovecha para construir cualquier forma por arbitraria que sea, mientras los diseñadores de aviones lo usan para afinar aún más el gasto material y precisar la forma pertinente, la forma eficaz.

LBP: *La pregunta que viene a continuación estoy seguro que tu caso será excepcional, porque de lo que he podido apreciar en tus clases y lo que te he podido escuchar en tus conferencias, tienes muy claros los conceptos de estabilidad y manejas preceptos de las estructuras actuando conjuntamente con tu proceso de planificación arquitectónica... sin embargo sería importante tener una experiencia tuya que como proyectista has tenido en el trabajo colaborativo con los calculistas.*

JGS: Siempre buenas... salvo algún caso aislado en que no. Siempre he buscado trabajar en equipo, soy un absoluto defensor de la formación de cuadros, de equipos. A mí me gustaría vivir en un mundo –y por él lucho– en el que pudiéramos tenernos entre todos una confianza, que permitiera que pudiéramos cada uno generar los equipos con los que trabajamos mejor, porque sabemos que siempre va a haber, no una lealtad entre nosotros, porque eso se da por supuesto, sino una honestidad general, es decir que no tuviéramos que estar con las leyes de contratos que dicen, por ejemplo, que el arquitecto que hace el proyecto no se consiente que sea el arquitecto que dirija la obra. ¿Cómo puede dirigir una obra mía alguien que no la ha pensado y proyectado? ¿Quién podría haber dirigido mi pequeña obra en el puerto de Alicante? ¿Quién

sino yo? ¿Quién podría haber estado allí cuatro horas al día que no fuese yo? Siempre me ha parecido fundamental formar equipos, pero las leyes van en contra de nosotros en eso, no nos permiten trabajar siempre con los mismos, no nos permiten elegir empresas constructoras, asociadas o subcontratadas, industriales, etc.... Pero, a pesar de eso, he volcado mucho esfuerzo toda la vida en hacerlo y, de alguna forma, lo he conseguido. Así, prácticamente toda mi producción la he hecho con dos estructurales y casi lo mismo con muchos otros colaboradores y oficios: cerrajeros, constructores, carpinteros... y por supuesto mis colaboradores colegas en el despacho.

He trabajado muchos años con una persona que era muy docta en estructuras, que calculaba muy bien, que era ingeniero y me enseñó mucho; he trabajado también con mi hermano que es ingeniero agrónomo en un par de piezas metálicas pequeñas pero muy solicitadas: la cafetería del puerto y el puente del edificio Germán Bernácer o Escuela de negocios en la Universidad de Alicante.

LBP: *¿Los ha calculado tu hermano?*

JGS: Si, y es ingeniero agrónomo, no es estructural, y luego he trabajado con David Gallardo que estuvo acá en Cuenca, y tu asististe a sus charlas...

LBP: *Si claro, pude hablar con él, asistí a sus charlas, y para mí fue una sorpresa, cuando yo le aborde y le comenté sobre la tesis, y le dije que iba a analizar tu obra, el edificio El Quorum y el Edificio de Oficinas Benigar, y le pregunté cómo fue esto, y me dijo: “Javier lo resolvió, yo solamente afiné, es más Javier firmó los planos”, y yo ese día me enteré que tu habías firmado*

los planos estructurales...

JGS: Si, así es en España casi siempre. David muy bien, él es arquitecto, no ingeniero, tiene una formación como arquitecto y ejerce como arquitecto también, y tiene una visión muy diferente al estructural ingeniero. Tiene una pasión por las estructuras, y tiene esa condición de todo buen técnico: él la tiene, y yo también –todos los que defendemos esa formación politécnica la tenemos– de rechazo radical hacia el desperdicio; aquella cosa de decir: hagamos esto así, hagamos el esfuerzo y el gasto donde sea pertinente. No me parece que quitar los pilares del Quorum sea un desperdicio, será una inversión perfecta, magnífica. Con los simples apeos que habíamos puesto al principio podríamos quitarle miles de kilos a la estructura, pero ese porche que hemos conseguido, esa visión desde fuera, esa generación de espacios amables merece el gasto en esa estructura. Pero luego esa estructura es racionalizada, es adecuada a la forma. Nada en exceso, como decían los clásicos.

LBP: *Puede ser una idea mía, pero yo percibo por ejemplo que tu relación con David pudo ser tan buena, porque tú entendías muy bien desde antes cómo funcionaban las estructuras...*

JGS: Él siempre dice eso, que soy un arquitecto muy técnico, que mantengo el control de todo lo que es la obra, que tengo la estructura dentro del proyecto desde el principio, y que eso hace fácil trabajar conmigo, porque las cosas siempre están ya bien planteadas. Aun así el siempre ayuda a afinarlas, a poder ajustar mejor la dimensión, el gasto, etc. Y por supuesto aporta el criterio y la calidad del cálculo, lo que él sabe

hacer y yo no. El afinamiento mejor de cada pieza estructural necesaria.

LBP: *Dentro de su despacho, ¿Cuál de sus obras tú escogerías como ejemplo que destacarías desde el punto de vista estructural?, y específicamente como influyó la estructura en el resultado final de la obra.*

JGS: Bueno yo creo que habría dos. Por un lado estaría el Quorum que es como muy directa. Muy clara y explícita en su gran tensión estructural. Pero luego, por otro lado, yo creo que estaría también el Noray. Porque tiene una elaboración estructural muy compleja, y tiene sin embargo una limpieza extraordinaria. Tiene unos cantos mínimos, y sin embargo tiene resueltas todas sus solicitudes estructurales con una gran armonía. Por otro lado, al ser tan pequeña, tiene mucha presencia de la estructura, pero la estructura está siempre muy bien puesta, nunca interrumpe, nunca molesta...

LBP: *Claro, la justificación del porqué la tornapunta ahí y no en las otras vigas es muy buena...*

JGS: Explica claramente porqué ponemos una y no más, para armonizar todas las flechas. Yo creo que el Noray tiene una exquisitez general en todo, en planteamiento... Exquisitez en el buen sentido de la palabra, está atento a todas las cosas y todas las resuelve con el mínimo gasto, eso que llamarían otros "una elegancia". Gente que sabe más que yo, me dijo que etimológicamente significaba "en su justa medida". Aquello de tener todas las cosas en la medida justa: ese esfuerzo de una viga de más de catorce metros para que nada más entrar no encuentres un pilar ahí interrumpiéndote las vistas, en primera línea. Ahí

se justifica esa gran luz. Luego salvamos dos vanos con el mástil y con el otro soporte que descansa en la tornapunta que deriva las cargas al muelle. Ahí queda la zona de la sala, donde está la gente, a un lado (8,40 de luz), y la zona de la barra (5,60 de luz) al otro. Y se definen así esos dos ámbitos. La posición de los soportes contribuye a definirlos. Es muy elaborado, los planos estructurales eran complejos, muy desarrollados... los detalles de la entrega de los pilares arriba para que cuando forráramos con el revestimiento no asomaran las placas y se retiren los cantos altos de vigas... tantas cosas...

Según tu pregunta anterior yo casi escogería el Noray, precisamente porque es menos evidente, y yo creo que eso es importante. En el Quorum cualquiera entiende que tiene que haber una estructura poderosa, y luego cuando ves las fotos de la construcción se entiende como es la estructura; en el Noray parece como que la estructura no fuera nada, y sin embargo tiene una elaboración extraordinaria, no hay un esfuerzo aparente, y sin embargo lo hay y grande.

LBP: *Javier crees que podrías establecer alguna comparación o factor común en sus obras desde el punto de vista estructural.*

JGS: Digamos que la única cosa que podrían tener en común es esa intencionalidad, que cerraría el círculo y nos lleva de nuevo al principio, de que la estructura nunca sea algo de lo que presumir, sino simplemente es algo que está siempre al servicio del proyecto, formando parte del propio proyecto. Porque al servicio del proyecto podría parecer algo que te podría decir: "Yo hago mi proyecto y ahora que venga el estructural y lo calcule, para eso él está al servicio del proyecto".

Como cuando un político dice “yo estoy al servicio de la sociedad” y lo que hace es justo lo contrario. Estar al servicio de la sociedad es un trabajo muy importante con una responsabilidad muy grande, estar al servicio de la sociedad es estar con ella, muy cerca de ella, pues la estructura al servicio de la arquitectura es estar dentro de ella, cerca de ella, próxima a ella, siendo ella en realidad. Y eso es lo que procuro siempre en mis edificios, esa es la actitud común general, nunca presumir de nada; por ejemplo, en el aulario hay un esfuerzo estructural muy importante en las losas, por bajo, para poderse desplazar esos vuelos hacia un lado, hacia el otro y luego cargar unos muros potentísimos en frente, que a su vez vuelan... y en el aulario lo único que respiras es armonía y tranquilidad. Por ejemplo: yo puedo ser fuerte, pero no quererlo demostrar, me da igual, soy fuerte porque trabajo en el mar y necesito esa fuerza y la he desarrollado en función de mi trabajo, ya está. Pero no voy al gimnasio todas las mañanas para desarrollar unos músculos que exhibir. La actitud estructural en la arquitectura podría ser como la musculatura en la vida real. Está la gente que desarrolla una musculatura importante porque esa musculatura obedece a un trabajo de arar, o de cavar o del tipo que sea, porque cada trabajo desarrolla una musculatura específica, y luego está la musculatura del tipo que se va a machacar a un gimnasio y a tomar anabolizantes; esa musculatura solamente tiene una finalidad que es exhibirla, esa es la que no tiene en realidad ningún interés, porque no tiene la nobleza ni la dignidad de la musculatura de la persona que la desarrolla por necesidad, aplicada a una labor.

LBP: *Con tu experiencia Javier, de docente no solo en Europa, si no también en América latina, cuales*

son las falencias o errores que puedes detectar en la formación que actualmente tienen los profesionales de la arquitectura.

JGS: Siento que me repito mucho porque en realidad no hay muchas cosas que decir. Como ya he comentado, para mí el mayor error que existe hoy en día en la formación del arquitecto es el abandono, y el desprecio además, hacia la condición politécnica. Durante muchos años los arquitectos españoles vivimos en la autarquía propia de una muy grande con Franco, con la dictadura que nos mantuvo alejados de todas las evoluciones culturales, sociológicas de modernización que se produjeron en Europa, y eso fue un drama para España obviamente sumado además a la falta de libertades políticas y la violencia propia de la dictadura en sí. Pero tuvo sin embargo una fisura que hizo que fruto del atraso en la equiparación de las formaciones universitarias y de las formas de docencia con el resto de Europa, que empezaban ya a abandonar la condición politécnica, nos quedáramos anclados en un sistema de formación que mantuvo esa condición. Eso hizo que cuando en Francia ya había escuelas de arquitectura donde había gente que se especializaba en diseño, otros en cálculo estructural, etc. en España todavía el arquitecto era un señor que sabía de todo y se formaba sobre todo... Eso se empezó a terminar diez o quince años después de terminar yo la carrera, hace veinte años empezó a abandonarse y a equipararnos más a Europa en ese sentido. Aquí, en Ecuador también ocurre. Y eso es, yo creo, como he dicho, el mayor error. Durante muchísimos años, y todavía ocurre con los arquitectos que nos formamos así, los arquitectos españoles fueron referencia en todo el mundo como grandes técnicos, arquitectos

muy capaces, profesionalmente muy competentes, y era, seguro, por esa formación mantenida.

LBP: *Hoy es imposible prescindir del apoyo técnico de otros profesionales al resolver un proyecto, con tu experiencia Javier, que recomendación darías a los colegas arquitectos para mejorar la metodología de diseño y el trabajo colaborativo con los técnicos y calculistas.*

JGS: Creo que es obvio tras mis respuestas anteriores. El arquitecto está inserto en unos procesos de pensamiento y ejecución que están enormemente cruzados por otras muchas disciplinas. Es por ello que debemos estar atentos a todas ellas. Y estarlo significa adentrarnos en ellas con el fin de ampliar conocimientos y ser competentes y capaces de tener un juicio crítico en todas ellas. Es la única forma de ser un interlocutor solvente con otros profesionales y de estar en condiciones de establecer una relación dialéctica con ellos que permita avanzar y afinar resultados. Y nunca hay que olvidar que muchas de esas disciplinas son transversales, pero las así llamadas politécnicas son radicalmente troncales para el ejercicio de nuestra profesión de modo solvente. No podemos ser meros diletantes en ellas.

LBP: *Podrías cerrar la entrevista con alguna anécdota referente a alguna de tus obras relacionada con el aspecto estructural.*

JGS: Anécdotas siempre hay muchas tras tantos años de trabajo. Podría contarte por ejemplo como siendo un claro defensor de aquella frase de Le Corbusier que me gusta repetir “la verdadera batalla

de la arquitectura está en la planta, lo demás todo es negociable” decidí mantener un soporte intermedio en una posición concreta en una pequeña obra en España. La cuestión estuvo sobre el tapete mucho tiempo durante el desarrollo del proyecto: ¿era mejor hacer permanecer allí aquel pilar (circular y de hormigón) para que ayudara a articular espacios en planta y ayudar a esta a pivotar (en una planta de traza curvada) o no? Finalmente se decidió dejarlo. Más tarde, un año después, con la obra muy avanzada y tras seguir con la duda cuando el soporte era ya una realidad construida y a poco de terminar la obra vimos que nos habíamos equivocado. Apuntalamos el pórtico, hicimos los pertinentes refuerzos de vigas con platabandas metálicas y cortamos aquel pilar que tan necesario había parecido sobre el papel. Ahora aquel espacio de lobby está mejor.

LBP: *Muchas gracias Javier por tu tiempo y disposición.*

ANEXO ARTÍCULO DE JAVIER GARCÍA-SOLERA VERA - HOMENAJE A JUAN ANTONIO GARCÍA SOLERA:

03

Javier García-Solera

Alicante, marzo de 2000 - http://www.via-arquitectura.net/01_prem/01p-056.htm

[Consulta: 10 de marzo de 2017]

Hay un bello texto de Juan Ramón Jiménez que habla del trabajar. Del trabajo como disfrute, como pasión. De la gran revolución (la mejor posible según Juan Ramón) de conseguir esa relación en todos los casos. “El trabajo gustoso” (así lo titula) dignifica al hombre, lo ennoblece.

¿Y el aprender? ¿Cómo sería ese aprender?

Alejandro de la Sota decía: “creo más en la convivencia con quien sabe, que cuando éste enseña. La enseñanza instituida no parece tan eficaz. Mejor cuando uno busca, encuentra, convive con el maestro”.

Así aprendí, así me enseñaron. econoces que desempeñan las estructuras dentro de la arquitectura?

EL APRENDER GUSTOSO

Aquellos años, los primeros, los recuerdo casi como los mejores: mi padre en el estudio de Ramón y Cajal y los hermanos, con frecuencia los cuatro, por allí, en las mesas de los delineantes. Mi padre en su despacho con su rebeca parda -la vieja, la cómoda, la de los sábados- y la puerta abierta para estar al tanto de nosotros. Al fondo, bañado por la luz amarilla de su lámpara (nunca le he visto usar flexo, ni paralex, ni mina dura) él dibujaba tranquilamente, en absoluto silencio: con lápiz y rotuladores, con escuadra y cartabón. Al otro lado de la penumbra que inundaba el estudio, mis hermanos y yo (con los años cada vez más yo y menos mis hermanos) tranquilamente también, también en silencio, dibujábamos. ¿Cuántas tardes de sábado y domingo de invierno así en los

años sesenta? Imposible saberlo, casi todas. Ese ambiente, esa penumbra existente en el estudio, muy grande, de Ramón y Cajal, que había que recorrer para acercarse a él desde nuestro flexo, desde mi flexo, es ya un recuerdo imborrable que me une a él y a mis hermanos. De vez en cuando algún ligero golpe de escalímetro sobre la mesa o algún carraspeo, me dice que mi padre sigue allí, con la puerta abierta. En casa, en el piso octavo, mi madre lee, descansa de nosotros y espera que bajemos para la merienda, para la cena. Estando ella allí todo está bien, él lo sabe, nosotros lo sabemos.

Hubo otros estudios antes, en la Plaza de los Luceros, la calle Sagasta y Pascual Pérez, pero yo no los recuerdo. Cuando mis padres se mudaron a Ramón y Cajal, a la casa que él había proyectado y construido, fue cuando la proximidad entre estudio y casa convirtieron aquél en una prolongación de ésta. Entonces fue cuando nuestra vinculación, mía y de mis hermanos, con mi padre y su trabajo, aumentó de enorme manera. Él ha sido, como tantos otros de los que trabajan apasionadamente en un oficio apasionante, como yo mismo, arquitecto obsesivo, ininterrumpidamente arquitecto. Las tardes de fin de semana trabajando han sido una constante en nuestra vida familiar pero, al contrario que en otras ocasiones, la proximidad del estudio -tan solo tres plantas más arriba- hizo que ésta circunstancia no supusiera la desaparición del padre. El hogar, fraccionado ahora en dos ambientes, ganaba en posibilidades y propiciaba una variedad de relaciones antes imposible. ¿Habría sido yo arquitecto sin el estudio de Ramón y Cajal?

Aquella situación nueva de proximidad del trabajo, celebrada por todos, trajo muchos otros beneficios. Amplió infinitamente nuestra relación con el equipo de mi padre y, Manolo el delineante, Antonio el Proyectista, Ernesto el aparejador, Aparicio el administrativo, Maribel la secretaria y el entrañable Juan, ya desaparecido, mitad chofer mitad todo, pasaron a ser para nosotros una rama más de la familia (Hubo otros pero duraron menos). No era extraño ver por la mañana, en casa, a Manolo, a Maribel y por supuesto, a diario, a Juan. No era raro tampoco ver por arriba a Vicenta, a Isabel, que traían un vaso de agua con una aspirina para mi padre o para cualquier otro. Esta forma de vida, en la que el trabajo se mezclaba con la casa y viceversa, en la que trabajar o vivir, ser arquitecto o padre, era todo un mismo arreglo, le permitió conservar la pasión por su trabajo, sin renunciar a una vida familiar normal. A pesar de ello, en casa, la imagen de mi padre dibujando, en el sillón de la sala de estar, mientras veía la televisión, en las tertulias e incluso, en ocasiones, mientras la cena, era lo habitual. En la mesa de despacho o en el cuaderno de casa, siempre dibujando. ¿Cómo es tu padre? me hubieran preguntado de pequeño. Un señor que dibuja, hubiera contestado.

De él sabía, por entonces, poco más: su afición al dibujo, su afición a viajar, su afición al mar... Sabía también de sus dos madres.

Mi abuela Rosa, su madre, muerta tan joven, mantiene una presencia constante en la familia. Su segunda madre (mamá Teresa la llama siempre él) casada con mi abuelo en breve tiempo fue la que los educó a él y a mis tíos, y a ella se debe, seguro, junto a mi abuelo, la educación recibida. Pero algo me dice que esa experiencia, brutal y dolorosa, de quedar huérfano en una noche, siendo con siete años el mayor de tres hermanos, y con un padre trabajador, comerciante, que cada mañana se levanta a las cinco para ir al puerto y luego al mercado a vender los salazones,

algo tuvo que ver con ese carácter suyo de extrema responsabilidad, de consciencia del valor del propio esfuerzo, de voluntad infinita, de gran resistencia. Un legado último, una última contribución a su educación, de su joven madre. Él ha querido siempre que la recordemos y así como en casa de su padre siempre hubo una foto de la abuela Rosa, nosotros la llevamos en nuestro apellido que, siendo dos, él unió para que su madre viajara con nosotros por generaciones. Así pues, soy de las pocas personas que tengo en mi haber tres abuelas, la abuela Magda, la abuela Teresa y la abuela Rosa. (Dice mi padre, y dicen las fotos, que era muy guapa).

Ha habido hasta tres ambientes, por reformas, en el estudio de Ramón y Cajal. El primero, con mi padre dibujando con plantígrafo, en mesa vertical y de pie (o sentado en una butaca sin respaldo e inverosímilmente baja) duró poco; al menos en mi memoria. Conservo de entonces (mitad recuerdo, mitad por fotos) un aroma a Coderch y a Sostres, a Jacobsen y Neutra, que me gusta paladear. Allí, con mi padre muy joven, con bigote, un estudio plagado de estantes y mesas realizados en línea de alambre y tabla maciza, con alguna pared en cara vista pintada en blanco y una red de nudo de algodón que separaba ambientes, empecé yo a oler a arquitectura. Era la época de La casas de Markus Knoff y Elisa Tovar, del C.E.S.A, de “el Che”. Obras impecables que traían influencias de muy lejos y muy cerca, como cualquier arquitectura que se quiera absolutamente contemporánea. De esa época me quedó un conocer, sin saberlo, a muchos maestros que, en su encuentro con él, pasaron a mí como un roce en la piel, sin darme cuenta. Aún hoy, cada noche, al sentarme para descalzarme, aquella butaca de dibujo, hoy en mi habitación, me evoca aquel momento; y en mi estudio, cada día, junto a mi tablero, en el corcho a mi izquierda, repaso de nuevo, desde hace once años, la impecable silueta de la casa Markus Knoff.

Había habido antes otras arquitecturas (la Clínica y el Complejo Vistahermosa, la Escuela de Maestría Industrial...) entonces recién estrenadas, que colgaban fotografiadas de las paredes del estudio y a las que alguna vez acudíamos de visita. También empezamos por entonces a conocer el trabajo de mi padre fuera del despacho. No sé muy bien si por deseo de nuestra compañía o por aliviar a mi madre de nuestra presencia, comenzó, siendo aún muy niños, a llevarnos con él a las visitas de obra. Aquella experiencia la recuerdo como extraordinaria. Allí había todo lo que un niño educado casi en el campo (vivíamos cinco meses al año en él) puede desear: hierros, escaleras hechas con palos, precipicios de 10 plantas, barro, máquinas de todo tipo y un montón de señores que nos trataban muy bien y escuchaban muy atentos lo que decía mi padre mientras pintarrajeaba las paredes.

Siempre he dudado del momento en que pensé en ser arquitecto. Recuerdo que lo decidí poco antes de acabar el bachiller pero no sé exactamente cuando empecé a pensarlo. No obstante, sí creo que en el origen de todo ello están aquellas visitas a obra y, por supuesto, aquel millón de tardes en el ático de Ramón y Cajal. Siempre he pensado que aquella profesión que permitía a mi padre estar siempre dibujando, en el papel o en las paredes, debió parecer al niño que yo era, la mejor de todas las posibles. Era de entender que siempre estuviera trabajando. Arriba, en el estudio, mientras yo me entretenía en las tardes de invierno, él trabajaba. Yo me entretenía, él trabajaba, pero los dos hacíamos lo mismo: dibujar.

Luego he sabido que no, que no todo el mundo, que no todos los arquitectos, adoran de esa forma lo que hacen. Que no era la profesión en sí, sino él, con su pasión, quien la hacía apasionante.

Dibujar, dibujar es lo más importante. Esa era su enseñanza (más tarde fue: construir, construir es lo más

importante. Y ahora: construir bien es tu obligación). Don Juan, como le llamaban en las obras, los dejaba, nos dejaba, boquiabiertos. Verle dibujar siempre ha sido un placer para mí y recuerdo la emoción, de niño, de verle trazar sobre pilares, tableros o enlucidos, perspectivas aclaratorias de espacios, encuentros de acabados y detalles. Dibujos hermosos, arquitecturas futuras, que salían allí, de su mano, con una facilidad pasmosa y que producían en todos, él incluido, un placer especial. Pasear arriba y abajo por cualquiera de sus obras era recorrer un laberinto repleto de dibujos. Recuerdo bien la pena que me daba que el pintor, al final, acabara ocultando todo aquello.

Dibujar, dibujar, dibujar. En las paredes, en los pilares, en los cuadernos. El arquitecto piensa y resuelve dibujando. Ahora, que lo aprendí y lo comprobé, se lo repito a mis alumnos.

Con el tiempo hubo reformas y aquel estudio de fresca mediterránea se tornó más elegante y refinado. Se cubrió de maderas y un ambiente más cálido lo inundó todo. En aquel estudio, en el que las fachadas se abrieron de par en par para buscar las vistas al puerto, las vistas al mar, se acumulan ya todos mis recuerdos. Allí se produce la interminable lista de tardes de invierno, el disfrute en el dibujar, la compañía ininterrumpida de mis hermanos y mi padre. Allí los cajones repletos de lápices, gomas, rotuladores... Allí mi padre en su mesa de piel, ya para siempre sin regla, sin paralex. Allí, él, dibujando siempre en silencio, con mina blanda, con rotulador, con escuadra y cartabón, sin flexo. Allí la penumbra de las tardes de sábado.

En aquel ambiente empecé a querer ser arquitecto. Allí empecé a empaparme de ese disfrute hondo, de ese placer intenso que mi padre, en su obsesiva dedicación, me transmitía. A ser observador inconsciente del esfuerzo, de la constancia, de la resistencia que se requiere para el ejercicio y el disfrute de una

dedicación apasionante. En aquel estudio, cada vez más visitado, comencé a recibir de mi padre la más discreta enseñanza, la del ejemplo.

Así pasaron docenas, cientos de sábados hasta que, con el paso del tiempo, con los años, al ir dejando de ser niños, mis hermanos fueron abandonando. Cada vez era más yo, y menos ellos, quien pasaba las tardes en el estudio remodelado. Aquella penumbra cómplice era ya un puente que nos unía, a mi padre y a mí, desde los dos extremos del estudio. Entonces empecé lo mejor.

El hecho de ser dos, y no cinco, nos forzó a aproximarnos. Su ensimismamiento en el trabajo se tornó más abierto y mi distracción, sin mis hermanos, más difícil. De aquello resultó una serie de visitas cruzadas entre un extremo y otro del estudio que propiciaron por mi parte un descubrimiento guiado de la insólita riqueza que rodeaba al trabajo de mi padre. (De la insólita riqueza que él imprimía a aquel trabajo). Allí empecé a saber que un color podía ser, además de rojo, verde o azul, entero, amable, ácido, empastado... Que aquella piedra natural se presentaba áspera, dulce, aterciopelada, líquida... Supe de la importancia del tocar y que diez milímetros puede ser mucho para una pieza de metal y poquísimo para la misma pieza en otra ocasión. Que los materiales hablan entre sí, que dialogan, que se respetan o no. Y que lo hacen en función de la destreza y el saber del arquitecto. Supe también del valor enorme de las cosas buenas. Y supe que las cosas buenas no son las caras ni las lujosas, ni las grandes ni las bonitas, sino las bien pensadas y bien hechas. Y supe además que la responsabilidad última de que las cosas fueran así era, en un territorio muy amplio, del arquitecto; de él. Supe pues, que ésta profesión es una profesión de compromiso y que aquellas tardes en el estudio, de disfrute para mí, eran de arduo y esforzado trabajo para él.

No estoy seguro de si mi padre sospecharía ya que yo podría llegar a ser arquitecto, no estoy seguro tampoco de que yo fuera ya consciente de que lo iba a ser. Solo recuerdo que él jamás me insinuó ni una sola vez esa posibilidad. Él me hablaba de aquellas cosas con la naturalidad de quien cuenta lo que le preocupa, lo que considera importante, y me transmitía así esa honesta intolerancia ante las cosas mal hechas. Ambos, él y mi madre, afines en eso, volcaron en sus cuatro hijos esa misma enseñanza, esa misma obsesión.

La calidad ambiental, la eficacia funcional y su solidez constructiva hicieron que aquel estudio no envejeciera, que perdurara. Esto permitió que llegase el momento en que yo decidí ser arquitecto, y transcurriera el tiempo que me llevó conseguirlo, sin que aquel ambiente sufriera modificaciones. Poco a poco mi opinión comenzó a ser importante y aquellas conversaciones con mi padre sobre los asuntos que llevaba entre manos fueron más y más frecuentes y ganaron en intensidad. Esta circunstancia permitió que me adentrara más en los múltiples intersticios que tiene el planteamiento y resolución de un proyecto de arquitectura y aprendiera, de primera mano, la importancia de estar en todos, de pasar repetidamente por cada uno de ellos, si se pretende hacer una arquitectura con contenido. Desde el momento que yo había decidido ser arquitecto siempre requería mi opinión sobre su trabajo y su insistencia mayor fue siempre la misma: importantísima mi asistencia a las visitas de obra. El resto casi nada: nunca quiso que yo me involucrara en su trabajo profesional (era mejor, decía, proyectar en la escuela, alejado de la realidad estricta y forzada del estudio).

De aquellos años recuerdo su interés primero, y duradero, por la obra de Alvar Aalto, su emoción a la vuelta del viaje por Finlandia, la gran influencia del maestro escandinavo en alguno de sus trabajos. Recuerdo también el impacto del viaje a Estados

Unidos, su entusiasmo enorme por la perfección técnica de la arquitectura americana y de su industria. Su admiración por el perfeccionismo de Mies en el pasado y de I.M. Pei en la actualidad. El momento de su desconexión, de su desinterés por la arquitectura “de actualidad”, en la época del postmodernismo: aquella arquitectura “anticuada, de cartón piedra, afectada, amanerada”. Que gran apoyo para mí contar con un colega, tan próximo e influyente en mi formación, que albergara este criterio.

Por aquél entonces, con motivo de mis estudios de arquitectura en Madrid, empecé a conocer más a fondo su etapa de juventud. El que yo estudiara en la misma ciudad y en las mismas aulas que él añadía, a sus ojos, una emoción especial al hecho de que me convirtiera en arquitecto. Casi todos los años de mi estancia en Madrid coincidieron con sus visitas semanales a la Escuela Nacional de Policía que estaba construyendo en Ávila. Esta obra, una de las más “Aaltianas” de su producción, duró casi ocho años durante los cuales nuestra relación allí se intensificó.

Supe entonces de sus comienzos como joven estudiante de arquitectura. De las enormes dificultades económicas que supuso para sus padres que esto pudiera ser. De cómo, con el esfuerzo de acomodarse humildemente, y de generar desde pronto ingresos propios, consiguió salvar la situación. Supe también que desde pequeño quiso ser arquitecto y que de ningún modo el hecho de ser hijo de pobres habría de impedirselo. De las clases en el Circulo de Bellas Artes para reforzar la estatua y el desnudo, de las fiestas y bailes con el smoking prestado. Fuimos a cenar en las casas de comidas donde él había cenado y de tapas por los bares donde había tapeado. Conocí uno por uno a sus mejores amigos de la escuela, algunos en persona, y, uno a uno también, a sus antiguos profesores. Entre ellos, en lugar destacado, Rafael Fernández Huidobro, Catedrático de Construcción muy querido en la Escuela

de Madrid, por quien mi padre profesaba una adoración especial. Don Rafael le había enseñado en las aulas y lo había acogido en su estudio donde pudo aprender el oficio de construir. Donde aprendió el compromiso de lo bien hecho que años más tarde me transmitiría a mí. Tuve la oportunidad de conocer a don Rafael y entablar con él mi propia relación personal que se prolongó hasta casi su muerte. Él me regaló, de entre los suyos, mi primer libro sobre Mies van der Rohe, que aún conservo. Años más tarde, ya muy mayor, con su habitual generosidad, regaló toda su biblioteca a aquellos más jóvenes de sus muchos amigos. Muchos de aquellos libros están hoy en mi despacho.

En los últimos años de estudiante tuve mis primeras implicaciones directas en algún trabajo de mi padre. En mis visitas a Alicante, en puentes, fiestas y vacaciones, él me requería para consultas y decisiones. Fiel a su regla de no implicarme en el trabajo cotidiano del estudio, reservaba para mí la conversación y discusión de los aspectos más seductores de los más atractivos de sus proyectos. Esta generosidad por su parte me permitió participar en proyectos como el Colegio de Médicos siempre desde la privilegiada posición del que ejerce tan solo la crítica.

Se aproximaba ya el fin de mis estudios y él, que siempre me insistió en que no tuviese prisa en acabar, me reservaba dos propuestas de transición a su juicio interesantes. La primera (que hicimos), un viaje breve a Egipto con motivo de un congreso de Arquitectura. Descubrir de su mano la riqueza infinita de aquella arquitectura, su fuerza y su delicadeza, fue uno más de mis muchos privilegios. La segunda, que no realicé pese a su absoluta insistencia: una estancia de un año, en una universidad a elegir de los Estados Unidos (ya habría tiempo para trabajar). Esta oportunidad, que no aproveché, me la brindaba con la convicción absoluta de que un año de roce continuo con la mejor industria y tecnología del mundo me acostumbraría a

ella de tal modo que no cesaría luego de buscar ese perfeccionamiento continuo, esa evolución constante que era, que es, a su juicio, fundamental en un arquitecto. Buscaba también, supongo, un ajuste de cuentas con la vida, al enviar a su hijo a cumplir ese sueño imposible que él no pudo ni siquiera acariciar.

Con mi fin de carrera llegó la tercera remodelación del estudio, la última. Aunque calladamente, (incluso explícitamente negado), no hay duda que aquellas obras se hacían para preparar mi llegada: una modificación sustancial, más acorde con mi “ideología”, que convertía su estudio, de distribución conservadora y jerarquizada, en algo más parecido a un taller de trabajo, a una cooperativa. Pese a mi insistencia en que no se realizase y su excusa de que aquella reforma llegaba por estar la anterior obsoleta, era obvio que aquella modificación, que reservaba un lugar privilegiado para mi mesa de trabajo, era una tierna emboscada para intentar que mi anunciada marcha no se produjera.

Con un único espacio continuo, que proyectaba el mar hasta el fondo último del estudio, y solo dos áreas reservadas (su despacho y una sala de juntas), aquel estudio-taller, de distribución democrática, formas limpias y color blanco fue el lugar donde nuestra relación se estableció ya entre colegas. Allí fue donde un grado de convivencia nueva, una presencia constante en el trabajo cotidiano del estudio y un asistir permanentemente a su actuar ante cada situación de la, hasta entonces escondida, realidad dura de la profesión (discusiones económicas, ajustes de presupuestos, relación con los clientes, problemas de gestión...) fueron el penúltimo capítulo de su constante enseñanza de este oficio.

En esos años aprendí que el tiempo es importante, el paso del tiempo, acostumbrarse a la lentitud. Esa paciencia infinita que él ya tenía y que yo no era

capaz de asimilar. Esto es, me decía, una cuestión de resistencia, una cuestión de firmeza, de voluntad. Has de saber siempre lo que quieres y como lo quieres. Tu única autoridad vendrá de ahí, del conocimiento de todos los entresijos de la profesión. Del respeto exigente al sitio que todos los demás ocupan en tu trabajo. De tu propio esfuerzo y de tu resistencia frente a la soledad. De ser un corredor de fondo. De tensar la cuerda sin permitir nunca que se rompa.

Nunca me dio una lección, nunca una clase magistral. Nunca se puso como ejemplo o modelo. Nunca pretendió que sus intereses personales como arquitecto se convirtieran en los míos. Se limitó a ser arquitecto en mi presencia, a estar firme cuando yo me tambaleaba. Nunca estuvo encima de mí, nunca demasiado paternalista, nunca protector. Siempre exigente conmigo, en los años que pasé allí, nunca me regaló la solución a un problema, sino que me facilitó toda la documentación necesaria para resolverlo: “Estúdiate estos libros y lo aprenderás”.

Por esos días, ya siempre solos los dos, las tardes de sábado en el ático se habían vuelto una constante. Las noches del resto de los días también. Muchas de esas tardes, ya de noche, al salir desde mi mesa a la terraza, a descansar el cuello, los riñones, mientras contemplaba el puerto apagado y silencioso, me gustaba girarme y, con la espalda en la barandilla, observarle dibujar bajo la luz amarilla de su lámpara. Él no me veía, pues la oscuridad exterior me protegía, y yo podía, a placer, espiar sus movimientos. Pasaba así ratos entretenidos viéndole dibujar y viéndole aplanar repetidamente el papel, sin pegar sobre la mesa, con la palma extendida de la mano.

Un día, con treinta años, cuatro de ellos compartiendo estudio y profesión, me despedí. Sin haber hecho nunca un proyecto juntos, pero con los de cada uno llenos del otro, me fui de allí a hacer aquello para lo

que me había educado: correr mi propio riesgo. A hacer lo que él ya hizo pero con el impulso inmenso de mi formación junto a él. Se acabaron de golpe las tardes en penumbra, mi flexo se apagó.

Desde entonces me lo encuentro con frecuencia, en las obras, los talleres. Mi doble apellido me delata y cerrajeros, albañiles, carpinteros... me recuerdan con cariño aquella época en que trabajaron con él: como eran las cosas, “qué tiempos aquellos”. Me hablan de su buen hacer, de su simpatía, y recuerdan fascinados como dibujaba. Ser su hijo me ayuda, les cae bien, y establecen conmigo esa complicidad entrañable de quienes tienen, en secreto, un orgullo compartido. Tenemos que trabajar bien, les digo, pronto vendrá a ver cómo queda. Ese día, ellos lo saben, sigue siendo para mí el más importante.

Hace once años que no paso una tarde de sábado en el estudio de Ramón y Cajal. Paso muchas, sólo, en el mío. Cuando estoy aquí me gusta apagar todo menos mi flexo y, así, en silencio, dibujar. Al salir, suelo pasar por delante de la casa de mis padres y me gusta, desde el coche, mirar. En el octavo, en la sala, hay luz: mi madre lee. En el ático, entre penumbra, una luz amarilla: en su mesa de piel, con su mina blanda, sin paralex, con escuadra y cartabón, él dibuja.

ANEXO ENTREVISTA A DAVID GALLARDO LLOPIS:

04

Videoconferencia

Viernes 18 de noviembre de 2016, 09:00am. (Hora Ecuador)

LBP: *La idea de la conversación tiene como propósito esclarecer los conceptos y puntos de vista tuyos, como apoyo al marco teórico que estoy desarrollando en mi tesis.*

Para ti David, ¿Cuál es el papel que tu reconoces que desempeñan las estructuras dentro de la arquitectura?

DGLL: Te voy a hablar desde mi perspectiva y experiencia, que es en cierta medida particular, porque, por la opinión de otros compañeros de profesión y de especialización, soy consciente de que mi enfoque es un tanto singular. Y creo que esa particularidad me ha permitido tener un determinado tipo de clientes y poder ofrecerles un servicio que les satisfaga. En mi opinión, las estructuras desempeñan, además de su papel obvio, que es el de servir de apoyo mecánico para sustentar los edificios, también sirven de apoyo en otro sentido, en el sentido técnico, al proceso proyectual.

En otras palabras, la estructura ayuda proyectar, porque la estructura introduce métrica y modulación, introduce ritmo, introduce condiciones de realidad. No hay que olvidar que la arquitectura, al final, es construir, y solo hay que ver la obra arquitectónica de los grandes maestros para percibir y apreciar el valor de la construcción en la arquitectura.

La clave está en saber construir, y proyectar sabiendo que se va a construir, implica saber cómo se ejecuta y saber cómo se sostiene, y eso conduce a que, de partida, la estructura forme parte del proceso proyectual. En mi opinión las estructuras juegan un papel importante en la definición de la propia arquitectura.

LBP: *Personalmente para ti David, como calculista, ¿Cuál es el momento que tú consideras más oportuno para considerar la solución y el planteamiento estructural dentro del proyecto arquitectónico?*

DGLL: Para mí el momento idóneo es: ¡lo antes posible! Es decir, me gustaría poder estar desde el momento en el que está naciendo la idea en la cabeza del arquitecto, y poder estar apoyando ese nacimiento de la idea, porque, como te decía, la arquitectura es una profesión en la que nuestros resultados son reales y construidos. El destino final de nuestro trabajo es la ejecución, por lo tanto, y la construcción. Desde el primer momento, se debe pensar que el objetivo final es construir, y el hecho de que se construya, implica que no tiene sentido plantear un proceso que deje de lado todos los condicionantes técnicos, que a veces son dificultades, pero que muchas veces son oportunidades. No tiene sentido partir de una gran idea arquitectónica, y luego, al introducir todos los aspectos técnicos, perjudicar la idea original. Y ocurre a menudo: se plantea una gran arquitectura, y cuando hay que incorporar la estructura, surge el problema de buscar cómo hacerlo sin ir en contra de esta idea.

Así pues, cuanto antes iniciemos esa colaboración con el arquitecto, más fácil será evitar conflictos en la integración de la estructura en el proyecto arquitectónico. Esto me recuerda cuando estuve trabajando dos años en Alemania. A las dos semanas de llegar, hubo una conferencia y me dijeron: “tienes que ir, es una conferencia sobre un arquitecto español muy famoso que se llama Calatrava...”. El título de la conferencia era: <<Arquitectura de Calatrava, el mejor diálogo entre el Arquitecto y el Ingeniero>>. Hay que

tener en cuenta, que, en Alemania, como en muchas otras partes del mundo (tal como me comentasteis, también en Ecuador), los arquitectos necesitan el apoyo y colaboración de los ingenieros especialistas en estructuras. Surge una necesidad de diálogo, que muchas veces es difícil, porque no empleamos el mismo lenguaje, o no tenemos los mismos objetivos. No nos han formado para pensar de la misma manera. Surge una dificultad, que, en el caso de Calatrava, como se recalca en esa conferencia, no era tal, puesto que Calatrava es ingeniero y arquitecto a la vez. Como mucho, discutía consigo mismo en su cabeza. Y esa es la mejor manera, porque puedes ver las ventajas y las necesidades desde un punto de vista y desde el otro, y así es más fácil llegar a un consenso. Yo creo que ese diálogo y esa colaboración, cuanto antes se produzcan, mejor para el resultado.

Hay arquitectos, como por ejemplo Javier García Solera, o Fran Silvestre, que ya tienen claro un planteamiento estructural de partida, y aunque no lo calculan (o no necesitan calcularlo), lo plantean correctamente, y mi labor como calculista puedo llegar más tarde, y no es un inconveniente. Hay otros arquitectos con los que es más difícil, ya que en su planteamiento proyectual no han tenido en cuenta la estructura, o no se ha tenido esa intuición estructural tan clara. En esos casos es más compleja la colaboración, y hay que hacer más sacrificios para poder resolver la arquitectura como ellos quieren sin perjuicio de la estructura. O, en el peor de los casos, resolver la estructura con perjuicio para la arquitectura, puesto que, en última instancia, no podemos eludir, que la construcción se debe sostener. En definitiva, cuanto antes mejor.

LBP: *Dentro del proceso técnico de la resolución estructural, existen relaciones mucho más profundas entre planteamiento estructural, planteamiento funcional y planteamiento estético. Para ti, ¿en dónde estaría el núcleo medular de estas relaciones?*

DGLL: No lo sé realmente, yo creo que todos aportamos una parte de alma al proyecto desde todos los frentes. Pero creo que la clave está en ver que no son distintos objetivos, sino que son caras de un mismo cuerpo. Yo esto suelo pensarlo de la siguiente manera: ¿Conoces el cubo de Rubik?

LBP: *Por supuesto...*

DGLL: El juego consiste en construir todas las caras a la vez. La resolución no está en montar una cara completa y correcta, y que las otras se quedan estropeadas. El objetivo es conseguir que todas las caras encajen a la vez. El hecho arquitectónico es un problema complejo, intelectualmente muy complejo, que involucra muchas facetas, y cada una de esas facetas, cada una de esas caras, aporta alma al resultado, pero cada una de forma independiente no tiene valor, no tiene interés, es muy inmediata. La clave está en poder resolverlas todas simultáneamente. Y en ese sentido, cuando más contento he estado de esa relación que me preguntas entre los objetivos funcionales, tecnológicos y estéticos, es cuando todos han podido encajar, cuando lo mismo que se buscaba desde la arquitectura es lo mismo que necesitaba la estructura, es lo mismo que requería la función, e incluso lo mismo que exigía la normativa. Es difícil a veces que todo eso encaje, es verdad, pero si buscamos en todo momento evitar pensar en facetas diferentes, saber que hay que

resolverlas conjuntamente, y buscamos que todas formen parte de un conjunto que hay que resolver óptimamente, entonces creo que todas aportan alma; la médula del cubo está dentro del cubo, no es ninguna de las facetas, al corazón nosotros no llegamos, y sin embargo hacemos todo lo de alrededor para que el resultado final encaje, algo así...

LBP: *Me ha gustado mucho tu analogía con el cubo de Rubik, además de que conste en la entrevista, espero poder citarte en mis clases también.*

DGLL: Qué bueno, gracias.

LBP: *¿Cuánto y hasta que nivel, tú has podido percibir que han influenciado los avances tecnológicos en el ejercicio del diseño estructural?*

DGLL: Yo creo que mucho. Es verdad que la base de lo que estamos haciendo ya es conocido desde hace tiempo. En mi labor profesional no suelo necesitar hacer uso del último descubrimiento técnico, pero sin embargo las herramientas con las que trabajamos, cada vez nos permiten controlar mejor el resultado. De manera que ya no se trata de hacer simplificaciones tan importantes, como las que se hacían antiguamente. Si me pongo en la piel de los grandes ingenieros y arquitectos que construyeron los grandes rascacielos del primer cuarto del siglo XX, me sorprende de la enorme capacidad intelectual que tenían, para con herramientas tan básicas como reglas de cálculo y operaciones manuales, conseguir levantar esos edificios. Ahora tenemos unas herramientas que son poderosísimas. Sobre todo, la revolución de los últimos quince años es espectacular, de manera que está al

alcance de cualquiera en su propio despacho, sin una inversión importante, poder modelizar con un grado de simplificación cada vez menor el comportamiento de lo proyectado. Yo creo que supone una revolución, porque ha acercado estas herramientas, cada vez más potentes, a todo el mundo, es decir, ha democratizado el acceso a poder entender cómo funcionan las estructuras. Antiguamente había tres súper ordenadores en toda España y si querías calcular con el software más avanzado, tenías que guardar turno, era muy caro, y solo dos o tres ingenierías se lo podían costear, y el resto tenían que seguir trabajando a mano. Ahora, la democratización de la era de la informática nos ha permitido a todos acceder a estas herramientas y tener un mayor control del resultado.

Esta revolución ha aumentado las posibilidades de diseñar y analizar, e incluso ha permitido la aparición de nuevas tipologías estructurales, que, aunque ya conocidas, no ha sido hasta hace poco que se han podido analizar con cierto rigor. Cuando terminé la carrera sabía lo que era una tipología de pórticos, de viga-pilar, sabía lo que era una estructura de muros de carga, pero, una interacción de todos los elementos de manera completa tridimensional y global, viendo qué efectos tiene cada uno sobre los demás, me parecía imposible. Pensaba que siempre se debía trabajar simplificando, y eso al final era una limitación. Con los nuevos avances he podido proponer construcciones, que se han sostenido, que permiten planteamientos especiales o diferentes, como por ejemplo muros que no llegan hasta la cimentación, que son muros de hormigón armado apeados sobre los forjados, pero hacen colaborar a los forjados entre sí. Y eso, de repente, abre un nuevo campo de proyectos, una

nueva forma de proyectar, que algunos arquitectos ya han sabido sacar partido, lo entienden y lo aprovechan y el resultado siempre es muy contemporáneo, porque sí que está reflejando las tecnologías del momento, las posibilidades del momento.

En cuanto a los materiales, creo que no ha habido tanta revolución, o por lo menos no la estamos viendo tan clara, a pesar de que algo sí se ha avanzado. El acero es prácticamente el mismo acero que se ha utilizado desde hace 120 años. El hormigón armado sigue siendo el mismo. Cierto que el hormigón postensado y el pretensado, sí son avances considerables.

Cada vez están más extendidos y ya no pertenece solamente al ámbito de la ingeniería, de la gran obra civil, sino que también en la obra de edificación se pueden incorporar, pero todavía es minoritario. Es un avance que creo, poco a poco, va a ir a más. Los hormigones han mejorado en calidad. En España hemos pasado de un hormigón de 150kgf/cm² o 15MPa, a estar habitualmente trabajando con 30MPa, en apenas 30 años. Y con mucha más precisión, con resultado de resistencias en probetas mucho más estables. Así pues, creo que sí hay un cierto avance: el hormigón ha aumentado su capacidad y el acero sigue siendo un material tecnológico, pero cada vez más accesible. Pero sobre todo aprecio la revolución de las herramientas de cálculo, pues nos han permitido avanzar en las tipologías estructurales.

LBP: A manera de comentario David creo que toda moneda tiene dos caras, y algo que comentamos en la entrevista con Javier García Solera, era el problema de la despersonalización que existe ahora con la

tecnología; yo creo que todo estudiante de arquitectura cuenta con su ordenador, pero el problema es que se ha perdido este concepto de lo que es el sentido común estructural que seguro que los antiguos constructores de las catedrales góticas, lo tenían muy claro en su mente. Yo concuerdo contigo en que los avances han ido para bien en cuando a los métodos de análisis y de cálculo, pero también creo que se debería considerar que intentar entender de entrada el comportamiento estructural a través de un ordenador suele ser excesivamente confuso para un estudiante.

DGLL: De acuerdo, lo comparto también. De hecho, creo que eso es uno de los puntos clave en este momento. Claro, como profesor me planteo: ¿Cómo debería ser un plan de estudios actual, contemporáneo, incluso pensando en el futuro más próximo? Pero estoy seguro que no es como lo estamos haciendo. Yo sigo dando las clases casi de la misma forma a como se impartían hace treinta años. Bueno, no las clases en sí, pero, el temario es casi el mismo, y han cambiado muchas cosas en treinta años. Ahí cabe una reflexión que todos los que estamos dentro del ámbito académico tenemos que hacer, y pensar cuál es la mejor manera de enseñar. Creo que tienes razón en decir que el ordenador despersonaliza, en el sentido en el que llega un momento en el que uno no sabe deducir el por qué. El ordenador dice que algo no funciona y cuando el arquitecto le pregunta ¿Por qué?

A veces no se obtiene una respuesta. El ordenador dice que no funciona, pero no puedo explicar más... eso, obviamente, está mal, pues deja al técnico sin argumentos y sin posibilidad de resolver la situación. Yo huyo de eso, y cuando tengo colaboradores nunca

les dejo en esa situación. Si hay un resultado que nos ha sorprendido, que no es lo que queríamos, tenemos que investigar, tenemos que profundizar hasta saber explicarlo a cualquiera, que no necesita ser experto. No se puede ser esclavo de lo que el ordenador nos dice...

Creo que es importante, pero en ese sentido, surge otra reflexión, porque a mí me preguntan mucho los alumnos: ¿Cómo enseñar estructuras de manera intuitiva? Sin fórmulas, sin el ordenador, sino de manera intuitiva. Yo les explico, que, para mí, la intuición es algo complejo, que no se puede enseñar. Para mí, la intuición es conocimiento entrenado. Más que poder aprenderse, la intuición emerge como consecuencia de trabajar, repetir, practicar, estudiar... Por ejemplo, la primera vez que calculas una estructura te cuesta mucho esfuerzo, y la segunda un poquito menos, la tercera menos, y así, a la quinta estructura que has calculado ya sabes cómo van las cosas. Eso es el conocimiento entrenado.

A un alumno no se le puede enseñar la intuición, lo que se le puede aportar es un proceso de entrenamiento guiado, para que después de muchos casos su cerebro haya deducido cuáles son esos parámetros intuitivos de comportamiento estructural. Y en eso yo creo que tenemos una oportunidad increíble con los ordenadores. Tú has hablado de los maestros constructores, sí, los maestros constructores no tenían fórmulas y aprendían de ver al maestro, que les enseñaba, veían lo que pasaba, veían ejemplos de los que se hacía, y de ahí deducían ellos, a base de reflexión y de ver casos reales. Creo que los ordenadores nos permiten un proceso similar, pero mucho más poderoso. Si

en la Edad Media o en el Renacimiento, un maestro constructor quizá construía quince o veinte obras en su vida, ahora con el ordenador puedes ver quince o veinte modelos en una mañana. Las posibilidades son enormes. Con un plan formativo bien diseñado, es posible conseguir una intuición estructural en muy poco tiempo. Actualmente, en nuestro plan de estudios hay tres años de estructuras, de fórmulas, con mucha carga teórica, que deja poco tiempo para ver ejemplos. Los pocos ejemplos que se hacen, se calculan a mano, y son necesariamente tan simplificados, que no tienen interés. Estoy seguro, que, en vez de dedicar tres años a fórmulas, teorías y fundamentos, si dejo a mis alumnos tres años probando con un ordenador a ver cómo se comportan las cosas, adquirirían un conocimiento intuitivo muy poderoso. Viendo que es lo que hace que se deforme más, qué se debe hacer para que se deforme menos, que variables son las que influyen para que se comporte mejor, que magnitudes son más sensibles, y van a provocar mejores o peores resultados, ... Tres años de un entrenamiento bien diseñado podría ser más eficaz que nuestro actual sistema. Quizá no sabrían las fórmulas o los desarrollos teóricos, pero la intuición la habrían entrenado más que nadie. Es como conducir, el primer día que te pones en un coche no sabes conducir, y todo te parece complicado. Hay tantas cosas en las que estar atento que no puedes controlarlo, al cabo de dos meses de estar conduciendo, empiezas a mecanizar algunas cosas y se vuelven naturales; no las estas pensando, y al cabo de cinco años ya no piensas que estas conduciendo, solo conduces... pues lo mismo pasa con las estructuras.

LBP: *En una relación con el ejercicio tuyo, en tu despacho, pensando en los ejemplos que nos habías mostrado en clases, para ti como calculista, esta labor de recibir un encargo en el que la forma arquitectónica muchas veces no es tan simple no es tan entendible, ¿Cómo crees que esto afecta a la solución estructural y la búsqueda de eficiencia material que como calculista siempre debes considerar en el resultado final?*

DGLL: Pues en ocasiones es complejo, y en otras ocasiones es muy sencillo y natural, sale fácil y te sientes muy a gusto con el trabajo que estas desarrollando. Depende de la colaboración y depende del caso. También te digo que los casos más complejos son los retos en los que más aprendes. He tenido proyectos en los que en un primer momento le he dicho al arquitecto, “es imposible conseguir lo que quieres”, pero el arquitecto me insiste: “sí se puede, o al menos, hay que intentarlo”. Y al cabo de un tiempo, de estar investigando y de conseguir avanzar, he llegado a entender el problema de una manera que me ha permitido encontrar una solución, y a lo mejor la intuición inicial del arquitecto tenía razón, y yo no la estaba viendo.

A veces esa colaboración, dependiendo del proyecto, te lleva a buscar simplemente una eficiencia económica, pero vuelvo a lo del cubo de Rubik, esa es solo una de las facetas. A mí me gustaría pensar que lo que estoy buscando es la solución más eficiente, del cubo completo, es decir de todas las facetas a la vez. A lo mejor implica que sea un poco más cara económicamente, pero a lo mejor consigues aportar un valor inmaterial a la obra, que puede tener un enorme rendimiento en el futuro. ¿Quién iba a decir que la torre

Eiffel se convertiría en un ícono para toda Francia! Su propósito inicial fue ser un ejercicio puramente estructural y técnico, ciertamente extraordinario, impagable, pero seguro que hubo quejas de que era un dinero malgastado, que iba a tener que desmontarse y que no tenía razón de ser. Sin embargo, ha tenido un valor inmaterial, más allá de lo que ha costado económicamente, que ha dado un rendimiento posterior.

En muchos proyectos en los que he intervenido, con arquitectos que tienen un cierto prestigio, se puede apreciar un valor adicional, buscan algo que no es lo más económico, pero que, de conseguirlo, significa dar un valor a la obra, que rendirá sus frutos en el futuro. A veces hay que saber dónde, y en qué invertir, y en eso Javier García Solera es un maestro. Analizamos muchas soluciones estructurales y a veces utilizamos la más económica, con el objetivo de gastar menos en esa parte y poder destinar más a otra parte que pudiera tener más repercusión. Pero hay veces que un mayor coste invertido en la estructura aporta unas cualidades a la obra, que superan ese sobrecoste. Este balance hay que hacerlo con cada proyecto, depende de los objetivos. En definitiva, se trata de un proyecto. Y proyectar supone ajustar de forma equilibrada todos los requisitos, demandas y oportunidades.

Mi campo profesional suele denominarse “calculista”, porque se asocia con la tarea de hacer cálculos. Pero, desde mi punto de vista, esa es una visión muy reducida del problema. Si fuera ingeniero, quizá me gustaría más el concepto de cálculo, pero soy arquitecto. Yo siempre he admirado y valorado el trabajo de los ingenieros, pero creo que como arquitecto tengo una

formación diferente que permite plantear la estructura, no solo como un cálculo, sino como un proyecto. Para mí, siempre estoy proyectando. No es el proyecto del edificio completo, pero es el proyecto de la estructura.

De hecho, puedo ver un proyecto hasta por ejemplo en cómo invitar a mis amigos a comer, puedo hacer un plan, puedo hacer un presupuesto, puedo hacer unas indicaciones dibujadas de cómo llegar al sitio, todos esos son como documentos de proyecto. Puede haber incluso hasta un pliego de condiciones: “Ud. debe venir disfrazado o de etiqueta...” Entiendo que el concepto de proyecto puede estar en muchas cosas que nos rodean. Es más una actitud mental, que algo concreto, y los arquitectos empezamos a adquirir esa actitud mental desde el primer día que entramos en la escuela. Te enseñan a pensar de una manera global, transversal, resolviendo todas las caras del cubo de Rubik a la vez. Yo me planteo la estructura igualmente, como un proyecto, más que como un cálculo. El cálculo será una de las fases, que, a pesar de ser muy importante, no es la más importante. Para mí es más importante esa interacción inicial de planteamiento, de diseño estructural, que luego hay que calcular, y finalmente convertirlo en un proyecto de ejecución, para que cuando se materialice, se ejecute según lo has proyectado. Hay veces que un buen cálculo se estropea por un mal proyecto, o por unos planos incompletos o incoherentes.

En ese sentido yo intento pensar como arquitecto, y aunque sea solamente la estructura, sigo proyectando, haciendo “proyectos” de estructura, espero no irme de la pregunta...

LBP: ... no, yo creo que has abordado bien el tema de como la forma arquitectónica al final influencia en el proyecto estructural... Conociendo el trabajo que tienes en tu despacho, resolviendo y planteando estructuras, a manera de comentario y en tu experiencia, ¿cómo ha sido esta relación colaborativa con el arquitecto proyectista?

DGLL: En general ha sido siempre positiva y enriquecedora, ya te comentaba antes que he aprendido mucho de los arquitectos. Aunque ellos a lo mejor no supiesen calcular lo que estaban planteando, proponían cosas que me han ayudado a aprender de estructuras, y en ese sentido yo he crecido y me ha enriquecido mucho la colaboración con los arquitectos. De hecho, para mí es fundamental contar con el arquitecto, como guía o dirección. En cierta medida, yo ya estoy limitado por mi especialización en las estructuras, y me costaría proyectar de una forma global y transversal. Necesito contar con el arquitecto, que tiene un objetivo, unas intenciones claras. Para mí resulta ser como una especie de oráculo que me dice lo que hay que conseguir, y una vez que me dicen lo que se debe conseguir yo sé encontrar los argumentos y sé dónde tengo que apoyarme para llevar la estructura hacia ese sitio. Pero ese camino y esa guía, necesito que me la indique un profesional independiente, que puede ser arquitecto o podría ser de otra profesión, pero ese objetivo es lo que me ayuda a que la estructura tenga una intención, y no sea solo el resolver un problema existente con el mínimo consumo de materiales, que también es un objetivo bueno e interesante, pero en general mi labor y la forma en la que he trabajado con los arquitectos con los que he colaborado ha buscado siempre que la

arquitectura que ellos plantean se pueda resolver.

LBP: *Dentro de su despacho, ¿Cuál de sus obras tú escogerías como ejemplo que destacaría desde el punto de vista estructural?, y específicamente como influencia la estructura en el resultado final de la obra.*

DGLL: Podría citarte muchos, algunos de los cuales hablamos en las clases allí en Cuenca. No sé si podría quedarme con uno solo, porque cada uno de ellos tiene su valor. Intentando ser un poco más concreto, con Javier García Solera tengo muchas obras que creo son un buen ejemplo de cómo la arquitectura y la estructura han colaborado para llegar a un buen resultado. Destacaría sobre todo la obra del edificio Quorum en la Universidad Miguel Hernández en Elche. Que tiene un planteamiento con un doble pescante que se compensa, en el que debo reconocer que el planteamiento estructural acertado e inteligente ya estaba en el primer boceto de Javier. Es uno de los ejemplos en los que mejor encajada están estructura y arquitectura. Y el mérito es sobre todo de Javier, pues la solución ya estaba de partida.

En otros, he podido aportar claves nuevas para llevar la idea del arquitecto hacia el resultado que él quería. Por ejemplo, una que también expuse en Cuenca, es la casa Balint o GBL, de Fran Silvestre. Es una vivienda de planta elíptica, que lejos de ser fruto del capricho formal, resulta de resolver muchos condicionantes de forma simultánea: normativa, objetivos del cliente, objetivos del arquitecto y estructura, todo en un mismo objeto construido. Sería uno de los casos, en los que he podido llevar más lejos el trabajo conjunto de colaboración.

Tengo mucho cariño a otra obra, que, aunque la colaboración no fue tan sencilla, por diferentes motivos que no vienen al caso, fue uno de los mayores éxitos que he conseguido. Me refiero a las pasarelas sobre el río Vinalopó, del grupo ARANEA, que son unas pasarelas de hormigón armado de formas curvas y grandes requisitos estructurales. El éxito viene del reto que supuso poder resolverlas tal y como quería el arquitecto, ya que implicaba numerosos problemas estructurales complejos, sobre todo, sabiendo que el arquitecto había consultado a grandes ingenierías, y le habían dicho, que no era posible lograrlo. Conseguí aportar al arquitecto lo que él quería y a la vez superar los límites que grandes ingenierías habían visto insalvables.

Y podría contar otras, pero para no extenderme, creo que con esas tres se refleja un poco el trabajo colaborativo; en el primer caso, el de Javier, en el que el proyecto ya estaba bien planteado de partida por el arquitecto, en la de Fran Silvestre en el que yo he podido aportar como para poder encajar de manera idónea todos los aspectos con los objetivos del arquitecto; y la obra del grupo ARANEA, en la que se ha podido resolver un planteamiento que parecía que imposible de resolver.

LBP: *David crees que podrías establecer alguna comparación o factor común en sus obras desde el punto de vista estructural o conceptual.*

DGLL: En realidad hay un hilo común en todas las obras en las que he intervenido. El hilo común no es muy concreto, es más una filosofía de trabajo, que consiste en intentar conseguir que la estructura

potencie la calidad de la arquitectura, sirva de apoyo a la arquitectura, nunca la estorbe, ni le quite valor al planteamiento arquitectónico de partida. La idea del proyecto tiene que ser apoyada por la estructura. Siempre que viene un arquitecto con un nuevo encargo, en la entrevista inicial necesito mirarle a los ojos, y ver qué es lo que para él es fundamental. Porque hay muchas cosas que a él le pueden parecer importantes, y a lo mejor, si hay que renunciar a una u otra, necesito saber qué es lo que para él es fundamental. Y en cuanto lo detecto, y veo que ya sé cuál es el objetivo del proyecto, todo va guiado por ese camino. Esto conduce en ocasiones, por ejemplo, a no limitarme a lo que dice la normativa, porque hay veces que la normativa está pensada para los casos más estudiados y sencillos, pero resulta muy difícil cuando tienes un caso singular. Aplicando la normativa te llevará a una solución normal, y eso muchas veces va en contra de lo que el arquitecto está buscando. Y esa búsqueda, como investigación de respuestas, o de soluciones, aunque no estén recogidas en normativas o en bibliografía, forma parte de ese hilo común de todo mi trabajo. Te obliga a investigar. Pero eso es interesante, porque sigues aprendiendo. Si yo me planteo mi trabajo como una aplicación de lo que ya sé, perdería interés. Yo siempre estoy pensando que me faltan cosas por aprender, y, bueno, soy consciente de que me faltan muchísimas cosas por aprender. Y eso es precisamente, lo que me mantiene muy interesado en el siguiente proyecto. Porque cada proyecto me permite aprender algo nuevo y mejorar.

Y, por otro lado, también es común en todos mis proyectos de estructura, la capacidad de trabajar, como decíamos al principio, con herramientas informáticas

que te permiten un análisis más completo, más detallado, y teniendo en cuenta la tridimensionalidad real de las estructuras: el efecto complejo del comportamiento global que tiene el conjunto de la estructura. A este aspecto también le saco partido en casi todos los proyectos.

LBP: *Conociendo David tu condición de docente no solo en Europa, sino también en América latina, cuales son las falencias o errores que puedes detectar en la formación que actualmente tienen los profesionales de la arquitectura.*

DGLL: Es difícil, porque es verdad que en el mundo hay muchas formas diferentes de plantear la arquitectura, y se buscan distintos objetivos. Por lo que pude deducir en Ecuador, o en Alemania, o en Holanda, o en otros países en los que he estado, es que los planes de estudio y las competencias profesionales del arquitecto se reducen en gran medida a los aspectos humanísticos y artísticos, mientras que, en España, todavía mantenemos una formación transversal más completa y técnica. Yo creo que la dificultad, o el problema, que presenta ese planteamiento en el que al arquitecto se lo enfoca más al aspecto visual y funcional, es que al final le obliga a conversar con otros técnicos, y no usamos el mismo lenguaje, como si unos hablasen en chino y otros en inglés. Se buscan mecanismos para hablar en el mismo idioma, o traducirse, pero eso siempre ralentiza o dificulta la comunicación. Desde mi punto de vista, seguramente no imparcial, porque en España precisamente tenemos una formación muy transversal, resulta más conveniente, como ya hemos comentado, que el arquitecto tenga más conocimientos técnicos, y en su

caso, el ingeniero, más conocimientos arquitectónicos. Nuestra forma específica de trabajo y formación del arquitecto, que queremos mantener, tiene sus ventajas, pero también tiene sus inconvenientes, como, por ejemplo, que nos dificulta un poco la especialización. O quizá que nos lleva, en un caso extremo, a saber hacer de todo un poco, pero nada completamente bien. Es cierto, que, de manera natural, luego nos especializamos cada uno: yo soy arquitecto y especialista en estructuras; me he limitado a mi campo y ahí estoy trabajando de la mejor manera posible. En esencia, el arquitecto generalista, el arquitecto como podríamos decirlo... “del renacimiento”, que intentaba cubrir todo, desde la parte técnica hasta la parte más artística, todas las facetas de la arquitectura, creo que tiene la ventaja que le permite ver el cubo de Rubik en todas las caras; mientras que si independizamos las profesiones cada uno ve su cara nada más, intenta resolverla y cuando le llega la queja de otro, porque “le ha desordenado su cara”, pues se generan problemas. La sociedad está cada vez mejor formada, los ingenieros de ahora son los mejores que ha habido nunca, los arquitectos de ahora son los mejores que ha habido nunca, todos los profesionales, sociólogos, urbanistas, etc... en general la sociedad cada vez está mejor formada en sus respectivos campos, pero creo que debería haber una mayor transversalidad. O sea, es importante la especialización, yo estoy convencido de que la clave de un buen resultado es especializarse, pero tiene que haber un “pegamento” que lo junte todo, profesiones que sean transversales, y una de esas profesiones es la arquitectura. Es una profesión que toca muchas facetas, desde abogados, economistas, sociólogos, urbanistas, decoradores, ingenieros, estructuristas, de todo... Trabajan

muchísimas facetas, y el pegamento que se asegura de que todo eso funcione bien debería ser el arquitecto como profesional transversal. Así pues, más que faltar una cosa concreta a la formación de los arquitectos en España o en Holanda o en Ecuador, creo que lo que falta es que haya previsto en los planes de estudio unos cursos transversales, que haya cursos que permitan mezclar a la gente y que todo el mundo sepa que hay otras facetas que tienen sus necesidades y sus objetivos y entenderlas, para que luego, a la hora de salir a la profesión, cada uno especializado, sepa que su especialidad tiene que convivir con otras especialidades y que el resultado final es lo que importa, y no hacer solo bien tu trabajo, resolver solamente tu faceta.

LBP: Aprovechando esa formación especial que tú tienes, y esa posibilidad de entender las dos caras de la moneda, con tu experiencia David, cuál sería la recomendación darías a los colegas arquitectos para mejorar la metodología de diseño y el trabajo colaborativo con los técnicos y calculistas.

DGLL: Yo he tenido mucha suerte con todos los arquitectos con los que he colaborado. Hay muy pocos casos en los que ha sido más difícil, porque con prácticamente todos ha sido muy sencilla esa colaboración y yo creo que la clave, el mérito que está en ellos, es el haber visto que la estructura no es solo un cálculo que metes en un ordenador y aprietas un botón y ya está. No; es un proceso proyectual, es un proceso que lleva entender la idea del proyecto, entender los objetivos y que lo que estas diseñando, calculando y posteriormente convirtiendo en documentos, encaje con todos esos objetivos. Es decir, si el arquitecto, o

compañero profesional con el que vamos a colaborar, entiende que mi faceta, como la de otros especialistas, como el de las instalaciones o cualquier otra faceta, si entiende que lo que se está resolviendo es un proyecto y que hay que valorar ese trabajo como proyecto y que conviene empezar lo antes posible a colaborar, entonces todo resulta sencillo y natural, y los resultados son mucho mejores.

La colaboración, como decía al principio, debe ser lo antes posible. Pero tampoco hay que meterse tan al principio, porque el acto creativo requiere una componente de individualidad importante. Cierto, no puede ser en el primer minuto, pero sí que puede ser en cuanto ya haya una idea más o menos formada, aunque no esté concretada todavía, pero si ya hay una idea de objeto arquitectónico, con sus objetivos proyectuales, entonces sí que puede empezarse a hablar, a ayudar a formar esa idea. Tiene entonces que ser lo antes posible, pero también debe durar lo máximo posible. Porque hay un error muy común en nuestra profesión, al menos en mi campo, que es que muchas veces el arquitecto nos contrata solo para lo que él llama el cálculo, (que al final es solo una parte), y cuando llega la dirección de obra, ya no aparecemos como asesor estructural. Y entonces ocurre que en obra surgen inconvenientes, surgen novedades, sorpresas o cambios que se tienen que hacer, y si no se hacen de acuerdo a un rigor estructural, a veces surgen problemas. También hay que reconocer que los honorarios de los profesionales son muy reducidos, y tener que compartir los honorarios de dirección de obra, puede no ser posible. No es una queja, sino una realidad.

Pero, resumiendo, yo creo que cuanto más se prolongue, más dure ese proceso de colaboración, mejor será el resultado.

LBP: *Con tu respuesta se me vino a la mente una de las respuestas de Javier García Solera que me decía “el problema es que los arquitectos debemos entender que la estructura no es un aspecto transversal a la arquitectura, es troncal” y eso me pareció clave en la respuesta de Javier.*

David, podrías cerrar la entrevista con alguna anécdota referente a alguna de tus obras relacionada con el aspecto estructural.

DGLL: Uff! Guardo muchas, porque en clase siempre vienen bien, para cambiar el ritmo. Cuando están más aburridos los alumnos, sacas una anécdota, y ayuda a mover todo.

Quizás es muy indicativo de mi carácter, o de cómo me enfrento yo a las estructuras, y el sentirme muy responsable de lo que estoy haciendo, que en cuanto surge un problema, yo ya pienso que he cometido un error, y me pongo como un poseso a intentar resolverlo. Me paso tres días sin dormir para intentar ver que es lo que ha pasado. Por ejemplo, con Javier en el edificio que hemos comentado antes, “El Quorum”, me llamó un lunes o un martes para preguntarme: “David la flecha que hemos medido es, no sé cuántos milímetros. Se acaba de medir y todavía falta mucha carga por introducir y esa flecha es demasiado grande.” Cuando me dijo el valor de la flecha, me puse a temblar, porque la flecha era muy grande, mucho más grande de lo que se había previsto, y empecé a revisar todo el proyecto: revisé el cálculo, me hice otro modelo de cálculo, con

otro programa, para comparar, ... Estuve una semana casi sin dormir y le llamé para decirle: "Javier he pasado toda la semana sin dormir y no te puedo decir nada más que he descubierto algunas posibles causas que pueden aumentar un poco la flecha, pero no hasta el nivel que estamos midiendo." Y me dice: "Ah, ¿pero no te han llamado para avisarte? Es que la medición de la flecha era errónea. ¡No te preocupes!" Casi no llego vivo al final de la semana...

En otras ocasiones sí que ha habido sorpresas en el comportamiento de la estructura, y hemos tenido que descubrir lo que había pasado, porque cuando te metes en el campo frontera, de lo que no está en la normativa, a veces haces excursiones en terrenos peligrosos, no sale el resultado como esperabas, y hemos tenido que resolverlo. Supongo que las canas que tengo y el poco pelo que me queda es consecuencia de esos sufrimientos, pero también de todas esas es cuando más aprendes. Yo creo que sin errores o sin dificultades es muy difícil progresar, hay que enfrentarse a cosas nuevas, y darse cuenta de que, además, uno siempre debe saber que no lo sabe todo, que hay que pelear las cosas para que salgan bien.

Recuerdo otra anécdota, en la que me llamó directamente el cliente particular, el propietario de la vivienda. Era una vivienda unifamiliar con unos voladizos muy grandes, y me llamo el cliente sin pasar por el arquitecto: "No sabes quién soy, pero soy una persona que está haciéndose una vivienda unifamiliar y creo que tú vas a calcularla. Es que llevo dos años con el proyecto, y el arquitecto quiere que sea en voladizo y yo estoy asustado, yo creo que eso se va a caer, y le he dicho al arquitecto que no hay problema

de que ponga un pilar, que no necesito un voladizo, que si pone un pilar yo estoy igualmente contento". ¡Cómo debía estar de agobiado y preocupado el cliente para buscar al especialista de estructuras y decirle "pon el pilar si es necesario"! Obviamente, no pusimos el pilar, lo conseguimos resolver en voladizo, pero fue un momento en el que me dije: "Caray, ¡cómo influye nuestro trabajo en las personas, y les puede hacer sentir seguros o inseguros!"

LBP: Te agradezco muchísimo David por tu apertura y por la disposición que siempre has tenido.

ANEXO INFOGRAFÍA RESUMEN: **05** RECOMENDACIONES ESTRUCTURALES PARA EL DISEÑO ARQUITECTÓNICO

Conforme a la recomendación realizada por los lectores de esta tesis se presenta a continuación un resumen a manera de infografía de las consideraciones estructurales que se deben tener en cuenta el momento de la planificación arquitectónica; cabe señalar que para el cumplimiento que las recomendaciones no existe una única solución, por lo que su aplicación no representa una imposición o una limitación a la creatividad o libertad arquitectónica.

El siguiente resumen gráfico puede usarse para las prácticas de taller de proyecto a nivel académico e incluso como un manual didáctico para tenerlo presente en los despachos profesionales.

RECOMENDACIONES ESTRUCTURALES PARA EL DISEÑO ARQUITECTÓNICO

RIESGO SÍSMICO

1

IDENTIFICAR SI LA ZONA EN LA QUE SE VA A RESOLVER EL PROYECTO PRESENTA RIESGO SÍSMICO, CONOCER LA NORMATIVA LOCAL Y LA SITUACIÓN DEL SUELO.



CATEGORÍA DE IMPORTANCIA

2

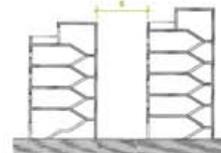
LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DEPENDERÁ DEL TIPO DE USO, DESTINO E IMPORTANCIA QUE TENGA EL EDIFICIO. EJEMPLO: HOSPITALES, INST. MILITARES, BOMBEROS, ETC.



SEPARACIÓN ESTRUCTURAS ADYACENTES

3

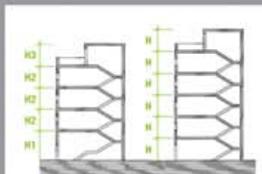
DEBE EXISTIR UNA SEPARACIÓN MÍNIMA ENTRE DOS EDIFICACIONES ADYACENTES QUE NO FORMEN PARTE DE LA MISMA UNIDAD ESTRUCTURAL, PARA EVITAR EL CHOQUE DEBIDO A DEFORMACIONES LATERALES.



ALTURAS DE ENTREPISO

4

SE RECOMIENDA QUE LAS ALTURAS DE ENTREPISO SEAN CONSTANTES EN TODOS LOS NIVELES DEL EDIFICIO.



ANCHOS DE MUROS

5

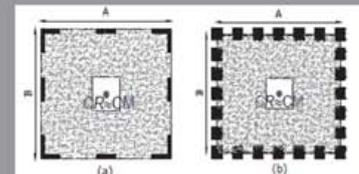
BUSCAR QUE EL ANCHO DE LOS MUROS SEA CONSTANTE A LO LARGO DE SU ALTURA, O QUE SU VARIACIÓN SEA PROPORCIONAL.



SIMETRÍA ESTRUCTURAL

6

PRETENDER LA SIMETRÍA EN PLANTA DE LOS ELEMENTOS RESISTENTES, PARA QUE COINCIDA EL CENTRO DE RIGIDEZ CON EL CENTRO DE MASA.



RECOMENDACIONES ESTRUCTURALES PARA EL DISEÑO ARQUITECTÓNICO

EJES VERTICALES

7

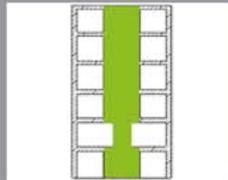
ASEGURAR LA CONTINUIDAD DE LOS EJES VERTICALES, Y EVITAR LOS MUROS SOPORTADOS POR COLUMNAS.



PISO DÉBIL

8

BUSCAR CONTINUIDAD RESISTENTE EN TODOS LOS NIVELES DE LA EDIFICACIÓN



COLUMNAS CORTAS

9

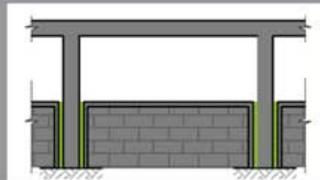
NO SE DEBE RESTRINGIR PARCIALMENTE EL DESPLAZAMIENTO LATERAL DE UNA COLUMNA, SE PRODUCE CONCENTRACIÓN DE CORTANTES.



COLUMNAS CORTAS

10

SE RECOMIENDA PLANIFICAR JUNTAS ANEXAS A LOS PILARES PARA EVITAR EL EFECTO DE COLUMNA CORTA.



COLUMNAS CORTAS

11

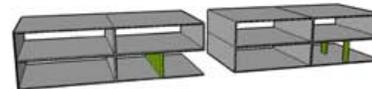
OTRA OPCIÓN ES DEPLAZAR EL EJE DE LOS PILARES DEL EJE DE LA MAMPOSTERÍA PARA EVITAR EL EFECTO DE COLUMNA CORTA.



CONTINUIDAD DE PLANOS

12

LOS PLANOS QUE CONTIENEN LOS ELEMENTOS RESISTENTES DEBEN RESPETAR LA CONTINUIDAD VERTICAL.

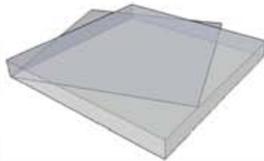


RECOMENDACIONES ESTRUCTURALES PARA EL DISEÑO ARQUITECTÓNICO

REGULARIDAD ESTRUCTURAL

13

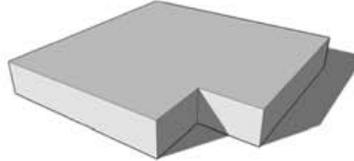
LA GEOMETRÍA DE LA PLANTA DEL PROYECTO DEBE SER LO MÁS REGULAR Y SIMÉTRICA POSIBLE.



RETRANQUEOS EXCESIVOS

14

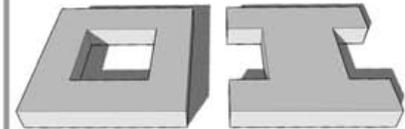
SE DEBE EVITAR PROPONER GEOMETRIAS CON ENTRANTES EXCESIVAS EN LAS ESQUINAS. SE CONSIDERA QUE UNA ENTRANTE ES EXCESIVA CUANDO SUPERA EL 15% DE LA DIMENSIÓN DE LA PLANTA EN LA DIRECCIÓN DE LA ENTRANTE.



GEOMETRÍA IRREGULAR

15

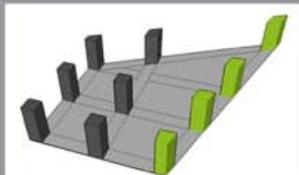
SE DEBE EVITAR DISCONTINUIDADES EXCESIVAS EN LOS SISTEMAS DE PISO, INCLUYENDO ABERTURAS ENTRANTES O HUECOS CON ÁREAS MAYORS AL 50% DEL ÁREA TOTAL DEL PISO.



EJES PARALELOS

16

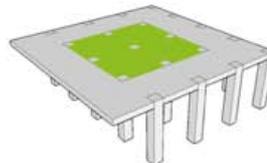
SE RECOMIENDA QUE LOS EJES ESTRUCTURALES SEAN PARALELOS SIMÉTRICOS Y ORTOGONALES.



PISOS FLEXIBLES

17

BUSCAR QUE LA RIGIDEZ LATERAL DE UN PISO NO SEA MENOR QUE EL 70% DE LA DEL PISO SUPERIOR, NI MENOR QUE EL 80% DEL PROMEDIO DE LAS DE LOS TRES PISOS SUPERIORES.



DISTRIBUCIÓN DE MASAS

18

PRETENDER QUE LA MASA DE CUALQUIER PISO NO SEA MAYOR QUE 1,5 VECES LA MASA DE UNO DE LOS PISOS ADYACENTES, EXCEPTO EL PISO DE CUBIERTA.



RECOMENDACIONES ESTRUCTURALES PARA EL DISEÑO ARQUITECTÓNICO

GEOMETRÍA IRREGULAR

19

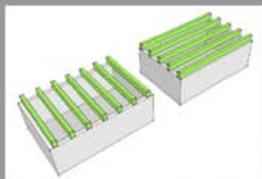
EVITAR LAS IRREGULARIDADES GEOMÉTRICAS EN ELEVACIÓN, SE CONSIDERA IRREGULARIDAD CUANDO LA DIMENSIÓN DE CUALQUIER PISO ES MAYOR QUE 1,3 VECES LA MISMA DIMENSIÓN EN UN PISO ADYACENTE.



LUCES CORTAS

20

SE DEBEN DISPONER SIEMPRE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES BUSCANDO APROVECHAR EL SENTIDO GEOMÉTRICO DE LAS LUCES MÍNIMAS.



ELEMENTOS PARALELOS

21

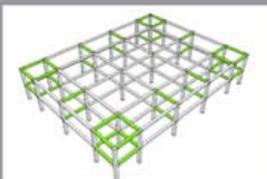
BUSCAR QUE DENTRO DE UNA MISMA PLANTA TODAS LAS VIGAS TENGAN UN MISMO SENTIDO.



TRAMOS EXTREMOS

22

CUANDO SE UTILICEN PÓRTICOS ES PREFERIBLE QUE LOS TRAMOS EXTREMOS TENGAN MENOR LONGITUD QUE LOS INTERIORES.



COMPENSACIÓN DE MOMENTOS

23

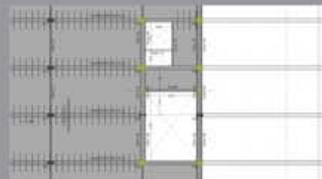
BUSCAR COMPENSAR LOS MOMENTOS CON LOS TRAMOS ADYACENTES. UTILIZAR LUCES REGULARES, VOLADOS NO MAYORES A 1/3 DE LA LUZ DEL TRAMO ADYACENTE.



ABERTURAS IMPORTANTES

24

SE RECOMIENDA DISPONER DE PILARES CERCA DE LAS ESQUINAS DE ABERTURAS IMPORTANTES COMO CAJAS DE ASCENSORES, ESCALERAS, PATIOS, ETC.





BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Allen, E., Zalewski, W., & Boston Structures Group. (2010). Form and Forces. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Araujo Armero, R. (2007). La Arquitectura como Técnica. Madrid: A.T.C. Ediciones.
- Arriaga, F. (1996). Estructuras de madera. Tectónica 13 - moografías de arquitectura, tecnología y construcción - Estructuras, 04-27.
- Avellaneda, J. (1996). La construcción en madera hoy. Tectónica 11 - moografías de arquitectura, tecnología y construcción - Revestimientos, 04-13.
- Barrera Peñafiel, L. E. (2007). La Estética de las Estructuras. Cuenca, Azuay, Ecuador: Universidad de Cuenca.
- Barrera Peñafiel, L. E. (2016). La estructura como recurso expresivo de la Arquitectura. UDA.
- Blaser, W. (1994). Mies van der Rohe. The Art of Structure. New York: Watson-Guption Publications.
- Candela, F. (1995). Prólogo - Un justo equilibrio. Tectónica 3 - moografías de arquitectura, tecnología y construcción - Hormigón (I), "In situ", 3, 02.
- Carcedo Fernandez, M. (2012). Resistencia a compresión de bloques de tierra comprimida estabilizado con materiales de sílice de diferente tamaño de partícula. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Charleson, A. (2005). La Estructura como Arquitectura - Formas, detalles y simbolismo. Barcelona: Editorial Reverté.

- Ching, F. D. (2014). Manual de estructuras ilustrado. Barcelona, España: Gustavo Gili S. A.
- Ching, F. D., Jarzombek, M. M., & Prakash, V. (2011). Una historia universal de la arquitectura - Un análisis cronológico comparado a través de las culturas - Vol. 2 - del siglo XV a nuestros días. Barcelona: Editorial Gustavo Gili S. A.
- Ching, F., Jarzombek, M., & Prakash, V. (2011). Una historia universal de la arquitectura - Un análisis cronológico comparado a través de las culturas - Vol. 1 - de las culturas primitivas al siglo XIV. Barcelona: Editorial Gustavo Gili S. A.
- Corominas, J., & Pascual, J. (1980). Diccionario crítico etimológico Castellano e Hispánico. Madrid, Madrid, España: Gredos.
- Engel, H. (2006). Sistemas de estructuras (Cuarta ed.). Barcelona, Cataluña, España: Editorial Gustavo Gili.
- Flenger, M. (1968). Estructuras Resistentes y elementos de fachada. Barcelona: Editorial Gustavo Gili S. A.
- García-Solera, J. (2001). Prólogo - Construir, inventar. Tectónica 22 - moografías de arquitectura, tecnología y construcción - Aluminio, 02.
- García-Solera, J. (2002). Javier García-Solera: works. Navarra: T6 Ediciones S. L.
- García-Solera, J. (2005). Construyendo barcos. Alicante: Papeles de arquitectura S.L.
- García-Solera, J. (2007). Javier García-Solera - Spanish Architecture. Almería: Colegio Oficial de Arquitectos de Almería.
- Gastón, C., & Rovira, T. (2007). El proyecto Moderno. Pautas de investigación. Barcelona: Ediciones UPC.
- González Cuevas, Ó., & Robles Fernández-Villegas, F. (2005). Aspectos fundamentales del concreto reforzado. México: Editorial LIMUSA S.A.
- Gordon, J. (2004). Estructuras, o por que las cosas no se caen. Madrid: Calamar Ediciones.
- Grinda, E. (1995). El hormigón armado. Tectónica 3 - moografías de arquitectura, tecnología y construcción -Hormigón (I), "In situ", 4-13.
- Herzog, T. (1996). Prologo - ¿Por qué la madera? Tectónica 13 - moografías de arquitectura, tecnología y construcción - Estructuras, 02.
- Hibbeler, R. (1997). Análisis Estructural. México: Prentice Hall Hispanoamericana S. A.
- Hibbeler, R. C. (2004). Mecánica vectorial para ingenieros. Estática. (Décima ed.). (G. T. Mendoza, Ed.) Ciudad de México, México: PEARSON, Educación.
- Jimenez Montoya, P. (2001). Hormigón armado. Barcelona: Editorial Gustavo Gili S. A.
- Millais, M. (1997). Estructuras de edificación. Madrid: Celeste Ediciones.

- Nilson, A. (2001). Diseño de estructuras de concreto. Bogotá: Mc Graw-Hill Inc.
- Pérez Arnal, I. (1995). Hormigón (I) "In Situ". TECTÓNICA 3.
- Piñón, H. (2005). El Proyecto como (Re) Construcción. Barcelona: Ediciones UPC.
- Piñón, H. (2006). Teoría el Proyecto. Barcelona: Ediciones UPC.
- Poveda, C. (2010). Javier García-Solera. El Croquis 149 - Experimentos colectivos, 96-141.
- Rapson, R. (2006). Sistemas Estructurales. In H. Engel, Sistemas de Estructuras (p. Prólogo). Barcelona: Editorial Gustavo Gili.
- Ruiz Cheda, J. (2001). El aluminio en la construcción. Tectónica 22 - moografías de arquitectura, tecnología y construcción - Aluminio, 04-23.
- Rykwert, J. (1974). La casa de adán en el Paraiso. Barcelona: Gustavo Gili S. A.
- Salvatori, M., & Heller, R. (1998). Estructuras para arquitectos. Buenos Aires: Kliczkowski Publisher.
- Silver, P., McLean, W., & Evans, P. (2014). Ingeniería de estructuras para arquitectos. Londres: Art BLUME S.L.
- Simonnet, C. (2009). Hormigón: historia de un material. San Sebastián, País Vasco, España: Nerea S. A.
- Singer, F., & Pytel, A. (2008). Resistencia de Materiales. México, México: Alfaomega, Grupo Editos S. A.
- Tómsic Cerkez, B. (1999). Una lección de la Historia: El nacimiento del dibujo arquitectónico. Madrid, Madrid, España: Universidad Computense de Madrid.
- Torroja Miret, E. (2007). Razón y ser de los tipos estructurales. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Torroja, E. (2007). Razón y ser de los tipos estructurales. Madrid, España: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Vitruvio Polion, M. L. (23 a. C.). De Architectura. Roma: Courier Dover Publications.
- Weston, R. (2005). Plantas, secciones y alzados - Edificios clave del siglo XX. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S. A.



MAESTRÍA EN PROYECTOS ARQUITECTÓNICOS

"En una arquitectura estructuralmente determinada,
la estructura es un componente principal de diseño
en lugar de una necesidad secundaria del edificio"

-Ludwing Mies van der Rohe-