

---

Evolución del medio gráfico en un proyecto de arquitectura : del dibujo a mano al CAD y al BIM. La FISHER HOUSE.

---



UNIVERSITAT  
POLITÀCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA  
SUPERIOR  
D'ARQUITECTURA

Tutor: Juan Vidal, Francisco  
Autora : Aguado Vicaría, Susana  
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia.  
Grado en Fundamentos de la Arquitectura

TFG  
2020  
-2021

A mis padres, por acercarme a un papel en  
blanco e impulsarme a imaginar.

# Resumen

## Resumeixen

### Abstract

El papel del arquitecto ha evolucionado a lo largo de la historia en base a los avances tecnológicos y sociales a los que se ha visto enfrascado.

Conociendo su figura y todo lo que encarna, bien se puede afirmar que su imagen siempre ha estado relacionada con el dibujo. No enlazamos la figura de un arquitecto sin sus croquis, igual que no lo hacemos de la arquitectura sin los dibujos.

El arquitecto, como artesano de espacios y artífice de ideas, se ha tenido que apoyar de los medios que le ha ofrecido el escenario donde se encontraba para manifestar esas ideas y, posteriormente, describirlas y exponerlas.

El dibujo es un medio de declaración, es el criterio individual que tiene cada individuo de poner en valor su expresión gráfica. Por muchas herramientas y recursos que se regalen, hay que ser consciente de qué, cómo y con qué fin se realizan los dibujos.

Es por ello que el dibujo manual ha adoptado el carácter subjetivo y creativo del proyecto, donde el originador se adentra en un proceso de autoconocimiento, juicio, preguntas y respuestas con el ánimo de trazar las primeras guías del fruto de su diseño.

Mientras se ha aparcado el dibujo a mano al proceso primario de creación, la imagen de presentación y representación de los planos, la que confiere su uso para dar entendimiento y tentación a terceros, se le atribuye a los recursos digitales.

Es fácil caer en la pregunta de si estos recursos digitales limitan la expresión gráfica del arquitecto, como también lo es cuestionarse si conforme avanza la globalización se está perdiendo el guiño arquitectónico ante programas estandarizados que tienden a un lenguaje técnico.

Es por ello que el estudio del comportamiento del arquitecto ante el dibujo y las herramientas con las que los ha desempeñado nos indican su razón. Cada herramienta nos ofrece unos recursos gráficos que el sujeto tiene que asimilar y explotar según su ocupación y propósito.

Qué intención y relación ha experimentado el arquitecto y sus dibujos con cada una de esas herramientas será el alcance de esta actividad de investigación.

**PALABRAS CLAVE:**  
Expresión Gráfica, BIM, CAD, Arquitectura

El paper de l'arquitecte ha evolucionat al llarg de la història sobre la base dels avanços tecnològics i socials als quals s'ha vist embardissat. Coneixent la seua figura i tot el que encarna, bé es pot afirmar que la seua imatge sempre ha estat relacionada amb el dibuix. No enllacem la figura d'un arquitecte sense els seus croquis, igual que no ho fem de l'arquitectura sense els dibuixos. L'arquitecte, com a artesà d'espais i artífex d'idees, s'ha hagut de secundar dels mitjans que li ha ofert l'escenari on es trobava per a manifestar aqueixes idees i, posteriorment, descriure-les i exposar-les.

El dibuix és un mitjà de declaració, és el criteri individual que té cada individu de posar en valor la seua expressió gràfica. Per moltes eines i recursos que es regalen, cal ser conscient de quin, com i amb quina fi es realitzen els dibuixos.

És per això que el dibuix manual ha adoptat el caràcter subjectiu i creatiu del projecte, on l'originador s'endinsa en un procés d'autoconeixement, judici, preguntes i respostes amb l'ànim de traçar les primeres guies del fruit del seu disseny.

Mentre s'ha aparcad el dibuix a mà al procés primari de creació, la imatge de presentació i representació dels plans, la que confereix el seu ús per a donar enteniment i temptació a tercers, se li atribueix als recursos digitals.

És fàcil caure en la pregunta de si aquests recursos digitals limiten l'expressió gràfica de l'arquitecte, com també ho és qüestionar-se si conforme avança la globalització s'està perdent la picada d'ullet arquitectònica davant programes estandarditzats que tendeixen a un llenguatge tècnic.

És per això que l'estudi del comportament de l'arquitecte davant el dibuix i les eines amb les quals els ha exercits ens indiquen la seua raó. Cada eines ens ofereix uns recursos gràfics que el subjecte ha d'assimilar i explotar segons la seua ocupació i propòsit.

Quina intenció i relació ha experimentat l'arquitecte i els seus dibuixos amb cadascuna d'aqueixes eines serà l'abast d'aquesta activitat d'investigació.

The role of the architect has evolved throughout history based on the technological and social advances to which it has been immersed. Knowing their figure and everything that is embodied, it can be said that their image has always been related to drawing. We do not link the figure of an architect without their drafts, just as we do not link architecture without drawings. The architect, as a builder of spaces and creator of ideas, has had to rely on the means offered by the environment where they were to express those ideas and, later, describe and expose them.

The drawing is a declaration, it is the individual criterion that each individual has to value his graphic expression. Regardless of the many tools and resources that are given away, one must be aware of what, how and for what purpose the drawings are made.

That is why manual drawing has adopted the subjective and creative nature of the project, where the author enters a process of self-knowledge, judgment, questions and answers with the aim of drawing the first guidelines of the fruit of its design.

While hand drawing has been relegated to the primary process of creation, the image of presentation and representation of the plans, which confers its use to give understanding and temptation to third parties, is attributed to digital resources.

It is easy to wonder about if these digital resources limit the graphic expression of the architect, as it is also easy to ask whether as globalization advances the architectural sign is being lost to standardized programs that tend to a technical language.

That is why the study of the behavior of the architect before drawing and the tools with which they have performed them indicate the reason for it. Each tool offers us graphic resources that the subject has to assimilate and exploit according to their occupation and purpose.

What intention and relationship has the architect and their drawings experienced with each of these tools will be the aim of this research activity.

# Índice

Introducción	Pág.8
Motivación	Pág.10
Objetivos y metodología	Pág.11

## [I]\_GENERACIÓN I

1.1 El proyecto a través del dibujo manual.	
1.1.1 La generación del dibujo artesanal.	
1.1.2 Origen y desarrollo de la herramienta ROTRING.	
1.2 El oficio de los arquitectos en los años 60 y sus recursos gráficos.	
1.2.1 La vida antes de Autocad. El oficio artesanal.	
1.2.2 El dibujo a mano en la actualidad.	
1.3 Funciones del medio gráfico en el proceso de proyectar mediante el recurso del dibujo manual.	
1.3.1 La intención del autor.	
1.4 Dibujo y comunicación en el proceso de dibujo a mano. Comunicación Reflexiva.	
1.5 Evaluación del método de dibujo manual como herramienta gráfica de proyección.	
1.5.1 El dibujo manual como herramienta.	
1.5.2 El dibujo manual como herramienta.	

## [II]\_GENERACIÓN II

2.1 El proyecto a través del Diseño Asistido por Computadora (CAD)	
2.1.1 La generación del dibujo vectorial.	
2.1.2 Origen y desarrollo de CAD.	
2.2_La generación de los años 90 y los recursos de del “Diseño asistido por computadora”.	
2.2.1 Autocad en la Actualidad.	
2.3_Funciones del medio gráfico en el proceso de proyectar mediante el recurso del Diseño Asistido por Computadora.	
2.3.1 La intención del autor	
2.4_Dibujo y comunicación en el proceso de dibujo vectorial: comunicación descriptiva.	
2.5_Evaluación del método de “Diseño asistido por computadora “como herramienta gráfica de proyección.	
2.5.1_AutoCAD como herramienta.	
2.5.2_AutoCAD como método de expresión gráfica.	

## [III]\_GENERACIÓN III

3.1 El proyecto a través de BIM y el software Revit.	
3.2 La generación del dibujo paramétrico.	
3.2.1 Origen y desarrollo.	
3.2.2 El arquitecto contemporáneo y sus recursos gráficos. Actualidad y futuro.	
3.3_Funciones del medio gráfico en el proceso de proyectar mediante el software Revit.	
3.3.1 La intención del autor	
3.4_Dibujo y comunicación en el proceso de dibujo paramétrico: comunicación expositiva.	
3.5_Evaluación del método del programa Revit	
3.5.1_Revit como herramienta	
3.5.2_Revit como recurso gráfico de proyección	

## [IV]\_CUADRO COMPARATIVO.

Pág.58

## [V]\_BLOQUE PRÁCTICO

Pág.62

5.1 Introducción al caso de estudio	
5.1.1 Metodología	
5.2 El dibujo para Louis Kahn y su proyecto, la Fisher House.	
5.2.1 Dibujar para Louis Kahn.	
5.2.2 Louis Kahn, breve ponencia del caso de estudio, La Casa Fisher.	
5.3 La Fisher House y el dibujo manual.	
5.3.1 Los dibujos de ideación de la Fisher House.	
5.3.2 Los dibujos de representación de la Fisher House.	
5.4 Evaluación del método de mano alzada de la Fisher House.	
5.4.1 El dibujo manual en el oficio del arquitecto.	
5.4.2 La comunicación del arquitecto mediante el dibujo manual de ideación	
5.4.3 El dibujo manual de Kahn como herramienta y como recurso gráfico en el proyecto de la Fisher House.	
5.5 Evaluación del método del Dibujo Asistido por Computadora del proyecto de la Fisher House.	
5.5.1 Dibujo Asistido por Computadora en el oficio del arquitecto.	
5.5.2 La comunicación del arquitecto mediante el dibujo vectorial de AutoCAD.	
5.5.3 El Dibujo Asistido por Computadora como herramienta y como recurso gráfico en el proyecto de la Fisher House.	
5.6 Evaluación del método del dibujo paramétrico a través de Revit de la Fisher House.	
5.6.1 Impacto de la metodología de trabajo BIM en el oficio del arquitecto	
5.6.2 La comunicación del arquitecto mediante el dibujo paramétrico de Revit.	
5.6.3 El dibujo paramétrico de Revit como herramienta y como recurso gráfico en el proyecto de la Fisher House.	

## [VI]\_CONCLUSIÓN

Pág.91

## RELACIÓN DEL TRABAJO CON LOS OBJETIVOS ODS

Pág.94

## BIBLIOGRAFÍA

Pág.96

Índice de ilustraciones.

## Introducción

¿Se puede hacer arquitectura sin la ayuda del dibujo?

El dibujo es la manera más eficaz que tenemos para comprender la realidad espacial, pues todo individuo ha desarrollado una percepción sensible del espacio, y el dibujo es, desde el principio de los tiempos, la mejor vía que se conoce para comunicarlo.

El arquitecto dibuja para pensar, y mientras piensa está dibujando. Es una dinámica fluida que lleva a un camino coherente, a una realidad futura objetiva. Empezamos con un dibujo, lo comunicamos y lo ejecutamos. Un arquitecto es un creador de espacios, un productor de ideas. Cuando un arquitecto necesita evocar una idea, un diseño o cualquier juicio referido a la creación de espacios, objetos y volúmenes, lo hace a través del dibujo.

Es importante dividir este dibujo en dos conceptos, el dibujo de ideación, el cual se refiere a lo conceptual, a esas ideas iniciales que esbozan un proyecto, donde interviene la expresión gráfica, personal y subjetiva, y el dibujo de representación, responsable del proceso comunicativo descriptivo a terceros y que marca el formalismo reglamentario de los aspectos técnicos y objetivos para la comprensión de la obra futura.

Perfilando este análisis previo, ¿Cómo entendemos el dibujo los arquitectos?

El dibujo es un lenguaje especial, íntimo y personal. Es la manera de expresarse, es la manera de “ser” de cada individuo. No es fácil determinar una definición exacta del “ser” como tampoco es fácil encontrar una definición precisa para el dibujo.

Una definición actual en Los nombres del dibujo (Gómez Molina, Cabezas, & Copón, 2005): “El dibujo no representa lo visible sino que hace visible lo invisible. Hace decible lo indecible”.

No habrá dibujo sin soporte gráfico, instrumento intermedio de escenificación entre ese concepto primario, sensible y emotivo y las cosas que servirán de motivación a la hora de modificar el entorno. El soporte gráfico ha evolucionado a lo largo de los tiempos desde superficies planas materiales hasta las pantallas digitales que hoy en día se conocen. Dibujar es, pues, presentar y representar algo sobre este soporte gráfico.

Por tanto, el soporte gráfico es ese medio de comunicación a través del dibujo. Será también el instrumento de planificación, planteamiento y solución.

Por tanto, el soporte gráfico es ese medio de comunicación a través del dibujo. Será también el instrumento de planificación, planteamiento y solución.

Representaremos algo sobre algo, ¿pero se conoce la diferencia entre presentar y representar? Bien, mientras que el término presentar es definido por la RAE como “Hacer manifestación de algo, ponerlo en la presencia de alguien”, (Ferrater Mora, 1964) distingue las siguientes acepciones en lo que se refiere a representar:

1. Como la aprehensión del objeto efectivamente presente (es usual equiparar entonces la representación con la percepción).
2. Como la reproducción en la conciencia de percepciones pasadas (se trata de las llamadas representaciones de la memoria o recuerdos).
3. Como anticipación de acontecimientos futuros a base de la libre combinación de percepciones pasadas, reproductiva o productiva (es usual identificar entonces la representación con la imaginación).
4. Como la representación en la conciencia de varias percepciones no actuales (ni pasadas ni anticipadoras. En este caso se habla asimismo de imaginación y a veces de alucinación).

Es a partir de esta diferenciación, entre presentar y representar una idea, donde se debe guiar el dibujo hacia dos términos, la representación arquitectónica y la ex-

presión arquitectónica, donde el primero tiene que ver con tecnicismos académicos, fidedignos a una realidad futura y una información neutra y el segundo combate la idea de percepción, canalización, memoria y creación Según Luna Criollo (2014) en la revista La expresión gráfica manual como herramienta fundamental para la innovación: “No se puede profundizar en el conocimiento del espacio arquitectónico sin la representación gráfica. Según la tan conocida frase de Leonardo da Vinci: solo se conoce aquello que se dibuja bien. No se puede dibujar lo que se desconoce. Muchas veces creemos conocer algo, pero no podemos dibujarlo; y al intentar hacerlo, aparecen vacíos que demuestran que solo conocemos partes o una totalidad imperfecta”.

Es por ello la expresión gráfica la virtud principal del arquitecto a la hora de comunicar una idea o sentimientos y la que será causante de darle una connotación personal a los dibujos o a la idea que se quiera comunicar, desde geometrías sencillas hasta abstracciones complejas. Para ello el arquitecto utilizará un lenguaje gráfico, conocido como la manera de comunicarse mediante el dibujo a partir de la mezcla de rayas, líneas, puntos, planos y manchas.

Expuesto todo lo anterior, se comienza a analizar el desarrollo del oficio del arquitecto a lo largo de la historia. El arquitecto ha tenido que amoldarse y someterse a los cambios tecnológicos y sociales que se han embebido en su profesión durante siglos. Cómo éste ha abordado los cambios en las herramientas asignadas para conformar los dibujos de ideación, presentación y representación, y cuales han sido las fases de comunicación y recursos gráficos a través de estas herramientas será el objeto de estudio de esta investigación.

Se va a desglosar el bloque en tres generaciones de arquitectos. El primero contará el oficio artesanal del arquitecto de los años sesenta mediante el dibujo manual, conocido por hacerse de forma directa sobre una superficie en dos dimensiones y a partir de un objeto tangible. Se hablará de la diferencia del dibujo de ideación, carac-

terístico de esa mano pensante y cómo se realizaban los dibujos de representación artesanalmente, focalizándose el contenido en la herramienta universal utilizada en ese periodo, la pluma estilográfica Rotring. Seguidamente, el bloque tratará sobre la transición de ese dibujo artesano a la pantalla digital y cómo los arquitectos tuvieron que someterse al asentamiento del Dibujo Asistido por Computadora, la generación del CAD, donde el tiempo se agiliza y las alternativas gráficas con casi ilimitadas. Se describirá pues la herramienta CAD, su proceso de proyección vectorial, de cómo se empieza a dar uso del dibujo normativo a partir del programa y en qué fase de comunicación se ejecuta.

Por último, este segundo capítulo se cerrará con una evaluación de AutoCAD, la cual se describirá como herramienta y como recurso gráfico y se hará un desglose del mismo. Para terminar el bloque, se va a hablar de la aparición de la metodología BIM y la incorporación de uno de sus softwares, Revit, a los despachos de arquitectura, herramienta que se introduce como modelo de eficiencia, calidad y agilidad ante la producción de un proyecto. Los dibujos van a pasar a ser modelos paramétricos y pluridimensionales, y de nuevo el arquitecto tiene que ahormarse al nuevo cambio. Se evaluará pues, como en los capítulos anteriores, esta herramienta contemporánea y se hará una evaluación de la misma sobre el aspecto gráfico que concierne a un arquitecto.

Son muchos los que empezaron con el dibujo manual, se incorporaron al dibujo vectorial y ahora se están naturalizando con modelos paramétricos. En el bloque teórico de este trabajo de investigación se pretende pues, hacer un recorrido a través de esos tres cambios significativos a la hora de presentar y representar los proyectos arquitectónicos. Es necesario conocer cómo el arquitecto ha tenido que asimilar los tres métodos y qué intenciones han cambiado en su oficio. Se evaluarán las herramientas como instrumentos gráficos y métodos de comunicación a lo largo de la historia y se cerrará con una tabla comparativa.

un recorrido a través de esos tres cambios significativos a la hora de presentar y representar los proyectos arquitectónicos. Es necesario conocer cómo el arquitecto ha tenido que asimilar los tres métodos y qué intenciones han cambiado en su oficio. Se evaluarán las herramientas como instrumentos gráficos y métodos de comunicación a lo largo de la historia y se cerrará con una tabla comparativa.

Para culminar el trabajo, se ha realizado un bloque práctico para experimentar y posteriormente valorar los conocimientos adquiridos en el bloque teórico.

El bloque práctico comienza poniendo en el escenario gráfico a Louis Kahn, cómo expresaba su arquitectura y qué era para su persona el acto del dibujo de ideación. Posteriormente se hace una breve introducción al caso de estudio, la Fisher House, obra arquitectónica sobre la que tratará todo el capítulo.

En este periodo del trabajo, ya se han asimilado los conceptos adquiridos del bloque teórico, por lo que se pretende reflejar el cambio que se hubiera producido en el lenguaje gráfico del arquitecto, transcribiendo los planos originales a las herramientas que actualmente se usan para la representación de los proyectos (AutoCAD y Revit). Se va a sustituir la mano de Kahn y el papel, por el ratón y la pantalla digital, con el objetivo de intentar aludir a esos planos originarios.

Nos vamos a enfrentar al grafismo de Kahn con las herramientas digitales y posteriormente vamos a actuar de manera crítica en esos nuevos dibujos, poniendo las herramientas utilizadas en valor o debilidad según el uso, la comunicación, los límites gráficos y el fin de estos.

Como coronación del trabajo, se finalizará dando una visión objetiva mediante la propia experimentación del caso. El haber sintetizado el bloque teórico y posteriormente haberse enfrentado a las herramientas digitales dará los fundamentos suficientes para concluir el objetivo de esta investigación.

## Motivación

Recuerdo aún a esa niña pegada al lápiz y al papel. Recuerdo pasar horas y horas rellenando cualquier espacio en blanco de alguna libreta. Cualquier servilleta, folio o superficie, era idónea para dar rienda suelta a la imaginación. En mi cabeza aún perdura la imagen de esa niña inquieta ante un bolígrafo y una superficie donde empezar a esbozar líneas. Una chica, reservada, pero que tenía todo un cosmos que contar con sus bocetos. Es ahí donde nace el desasosiego a través de un lápiz, donde las líneas son su manera de comunicar.

Y esa niña, ya adolescente, decide estudiar arquitectura, darle una vida real a esos dibujos, y conocerse en esa disciplina. Es cuando empieza a comprender que ese dibujo de ideación, esas líneas principales, luego tendrán un carácter formal. Aprende AutoCAD y descubre que esas líneas ya no esbozan espacios, si no que los concretan. Pero a esta chica le sigue entusiasmando la idea de ir un paso más y contar su arquitectura de forma sensible y atractiva. Sigue sin despegarse del lápiz, pero lo completa con el dibujo digital. Durante la carrera comunica sus proyectos lo más sensiblemente que puede y se distingue de lenguajes más normativos. Le han enseñado a vender la arquitectura como una obra de arte, y ella nada por esos mares, donde tan en casa se siente.

Es cuando se ve el final de esos estudios donde empieza a acercarse a la metodología BIM, y en concreto a manejar el software Revit. La joven indaga en los modelos paramétricos y en su nuevo sistema de trabajo. Se enfrenta a un lenguaje gráfico más delimitado y enfocado a una comunicación más fidedigna, que limita esa sensibilidad gráfica, pero le gusta, se siente cómoda y quiere aprender más, pues bien sabe que será el futuro inmediato y que quiere ser parte de él.

Es por ello que esta investigación surge de la experiencia de esa chica, de cómo ha trabajado y disfrutado de cada una de las herramientas y de cómo ha apreciado y se ha emborrachado en estos tres instrumentos de presentación y representación gráfica a lo largo de su carrera.

## Objetivos y metodología

Esta investigación tiene como objeto de estudio identificar, evaluar y comparar las herramientas de presentación y representación que a lo largo de la historia el arquitecto ha tenido como hábito en lo referido al lenguaje gráfico.

El trabajo se compone de dos bloques, al primero se le ha atribuido la connotación teórica y el segundo se forma a través de un caso práctico de estudio, La casa Fisher.

En lo referido al primer bloque, compuesto del fundamento teórico de la investigación, se ha dividido la figura del arquitecto en base a las herramientas que ha utilizado en tres generaciones, empezando por la experiencia originaria del dibujo manual por medio del uso de plumas estilográficas, pasando por el impacto que supuso la era digital con la llegada de AutoCAD y acabando por la actual (aunque no totalmente instaurada) metodología BIM, mediante el software Revit.

Para alcanzar el objetivo de conocer las herramientas y analizar sus ventajas e inconvenientes, cada generación se ha dividido en las mismas secciones, que se exponen a continuación:

- Introducción: Origen y desarrollo de la herramienta. El oficio de los arquitectos utilizando la herramienta. Antes y ahora.
- Funciones de la herramienta como recurso gráfico a la hora de proyectar: La intención del autor.
- Dibujo y comunicación mediante la herramienta.
- Evaluación del método como herramienta y como recurso gráfico.

Con el fin de lograr el propósito del caso de estudio, se ha concluido el bloque teórico con una tabla comparativa a fin de encontrar qué ventajas y desventajas aportan cada herramienta en el oficio actual del arquitecto.

Una vez finalizo el bloque teórico, se inicia el bloque práctico con un breve discurso del caso de estudio, La Fisher

House, y de cómo su artífice entiende el dibujo arquitectónico.

El objetivo de este capítulo es reflejar el cambio que se hubiera producido en el lenguaje gráfico del arquitecto, transcribiendo los planos originales a las herramientas que actualmente se usan para la representación y presentación de los proyectos (AutoCAD y Revit).

Se procede en primer lugar a enfrentarse al grafismo del proyecto, realizando los dibujos en formato digital, y seguidamente, asimilando la teoría del primer bloque, se va a actuar de manera crítica, poniendo en valor o desentres las tres herramientas de expresión y lenguaje gráfico en la siguiente serie de parámetros:

- El oficio del arquitecto: materiales, productividad, cooperación, etc.
- La comunicación del arquitecto mediante el dibujo y el lenguaje que le aporta la herramienta: reflexiva, descriptiva-distribución, descriptiva-construcción, ilustrativa, expositiva, etc.
- Evaluación del método como herramienta y recurso gráfico: cómo se producen los dibujos, destreza gráfica, facilidad de lectura, límites de la creatividad, corrección, variación, etc.

Todos los supuestos se han desarrollado desde la experimentación propia, pues ha sido una vivencia autónoma e individual en la que se ha lidiado frente a frente con los cercanos medios digitales. Con todo ello, se termina el trabajo con una conclusión final que dará cabida a una sinergia entre lo teorizado y lo experimentado desde un punto de vista modesto e íntimo.

# Generación I

## 1.1 El proyecto a través del dibujo manual. La generación del dibujo artesanal.

El dibujo manual apareció como una manera de moldear y reflejar las ideas arquitectónicas sobre un formato en dos dimensiones, transportando el concepto desde nuestra mente hasta el papel (Portela i Valls, 2015) . Cada sujeto nos transporta de una manera u otra a la percepción de esa idea.

Cada individuo es independiente del estilo, forma, color, grosor y técnica que tenga como recurso para reflejar su propio proceso de creación, pues será con la herramienta de mano alzada donde se revelará toda la fase inicial del proceso de ideación del proyecto, donde nace el esbozo, se plantean soluciones y problemas, y se empieza a materializar el modelo. Este proceso termina con la representación del proyecto, que encauza esa idea primitiva hasta una solución y finaliza con la visualización figurativa del propio proyecto, es decir, cómo el arquitecto ha querido transmitir esa idea hasta definirlo y encarnarlo en unos trazos fiables (García Domínguez , 2020) .

En este capítulo se describe la herramienta que forma los cimientos de los arquitectos de los años sesenta, centrándose en las plumas estilográficas y en concreto en la marca universal Rotring. Se detallará el oficio del arquitecto y su intención proyectual con las herramientas de la época. Así mismo, se hablará de ese proceso de proyección manual característico de los arquitectos, de cómo se empieza por el valor emocional y personal del dibujo de ideación, el cual abraza una historia con dudas y soluciones y cómo se agota este dibujo hasta su representación formal. Por último, el capítulo se cerrará con una evaluación de la herramienta Rotring, se describirá como herramienta y como recurso gráfico y se hará un desglose del mismo.

*El arquitecto siempre empieza con un lápiz y un papel.*



Ilustración 1. Dibujo de ideación original de Utzon para el concurso de la Ópera de Sydney (1956)

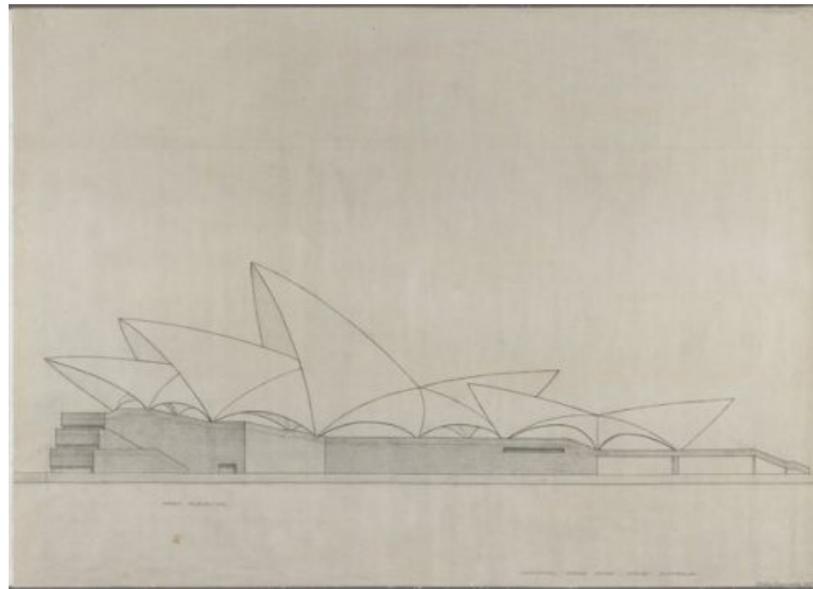


Ilustración 2. Dibujo representativo original de Utzon presentado al concurso de la Ópera de Sydney (1956)

### 1.1.1 Origen y desarrollo de la herramienta ROTRING.

El presente texto se centra en la historia de todos los arquitectos y diseñadores coexistentes en la época donde los recursos físicos eran la única herramienta de ideación y representación (CurioSfera Historia 2021, 2021). Con ello se señala a esos dibujos en dos dimensiones, plasmados sobre papel, a través de utensilios reales, táctiles y tangibles.

A lo largo de la historia, arquitectos y diseñadores se han comunicado a través del lenguaje no verbal mediante los dedos, al carecer de otros medios.

Datos e imágenes que datan del Paleolítico reflejan la intención de esos sujetos de manifestar sus creencias a través de sus dibujos mediante las manos (W. Torne, 2020), usando tanto piedra como pieles a modo de material de soporte, aunque también se han hallado pinceles rudimentarios materializados con pelaje de animal o fibras vegetales atados a un palo.

Simultáneos a estos, nace la escritura de nudos de los antiguos Persas, aunque la primera manifestación de escritura formal a través de un objeto material fueron los ancestros Orientales, hace unos seis mil años, creadores de la tinta también.

Cabe mencionar que antiguos egipcios ya escribían sobre los conocidos papiros con una plumilla de caña de bambú, donde usaban tanto tinta negra como cromática. Es sabido que en aquella época ya utilizaban plumas de caña tallada, donde podían controlar la presión y afiuencia de tinta, pero los datos de este utensilio escasean, estamos hablando de hace cinco mil años.

Adentrándonos en la época Grecolatina, se produce un cambio en los usos del papel y la pluma, pues aparece el pergamino, el cual sustituye al papiro. Es en esta civilización donde se manifiesta por primera vez la pluma de cálamo, que derivará en las plumas metálicas, de bronce

y de ave (esta última era la forma universal de escritura que persistió hasta el siglo XIX.)

De la pluma de ave se evolucionó a la pluma de acero, originaria de Francia en 1748, aunque la primera patente de una pluma con depósito de tinta no surgió hasta 1809, sin embargo, años atrás, en 1803, se patentaba la primera pluma de acero. No fue hasta 1828 que comenzó la producción de la pluma estilógrafo en Birmingham, Inglaterra.

Es momento de hablar de la historia de esta nueva herramienta con cartucho de tinta cambiable, cuyo inventor Petrache Poenaru (1827, París) lo fue perfeccionando con recursos como el cuentagotas a la punta del plumín, para una mejora de la fluidez de la tinta (1884).

En los primeros años del siglo XX aparece la pluma de carga automática, que absorbía la tinta con un émbolo hasta el interior de un reservorio y en 1908 se acoge la pluma al sistema de palanca.

Veinte años después nace el primer estilógrafo del mundo, en 1928, creada por Wilhelm Riepe. Acaba de brotar la marca Rotring. Como primer prototipo lanzaron Tintenkuli, un bolígrafo que constaba de un alambre dentro del cuerpo de la pluma, que hacía continuo el derrame de la tinta, así como su grosor, mejorando los prototipos anteriores, que actuaban en función de la presión.

A continuación, en 1952 aparece el Snorkel, que fue un método de recarga mediante vacío que transformó el modelo de plumas, pues estaba diseñado para no manchar el interior del cuerpo.

Llegados los años 60, es cuando la confección de Rotring se implanta mundialmente, habiendo pulido la patente hasta hacerse con el nombre familiarmente conocido como ROTRING (anillo rojo en alemán, icono de la marca), lo que marca un antes y un después, pues va a ser la herramienta imprescindible de comunicación palpable de arquitectos, artistas e ingenieros.

Esta herramienta, a diferencia de las antecedentes, podía trazar una línea de grosor constante, acercándose a la perfección en la precisión y limpieza de sus tintas. Este estilógrafo contiene características que los hacían imprescindibles como herramienta en cualquier mesa de arquitecto, ingeniero o diseñador.

- Gama de 13 calibres , desde 0.1 mm hasta 1.00 mm)
- Punta de cromo resistente al desgaste , destacable por su precisión y fortaleza.
- Alta densidad de pigmentos en la tinta , además de ser resistente a la luz
- Entereza ante el agua y buena soldadura con el papel.
- Larga duración.

Una vez llegados a esto último, debemos ubicarnos en Alemania, hacia el 1919 y la creación de la escuela pionera de oficios del mundo artístico y profesional, donde se impartían, enseñaban y facilitaban los más novedosos recursos técnicos, artísticos e industriales. Fue aquí donde cada alumno recurría al Rotring, ya que se trataba de un instrumento de precisión que no podía faltar en sus tableros.

A partir de ese acontecimiento, el arquitecto empieza a materializar sus proyectos utilizando Rotring como utensilio imprescindible y se implanta este uso en todo despacho y oficio de diseño. Empieza la generación de los estilógrafos, que se quedará en nuestra especialidad hasta la aparición del diseño asistido por computadora.



Ilustración 3. Estudiantes en el Departamento de Arquitectura de la Bauhaus Dessau. Lotte Beese y Helmut Schulze en la mesa de dibujo. c. 1928

## 1.2 El oficio de los arquitectos en los años 60 y sus recursos gráficos.

El dibujo es el principal recurso de comunicación de los arquitectos y éste se abraza a los medios que el contexto le aporte (Silvano Florêncio, 2014). Se trata de una época sin apenas digitalización, donde el dibujo era un lienzo en blanco, un campo de libertad donde cualquier idea era posible. La arquitectura refleja el espíritu de su tiempo y la visión propia que tenían cada uno de ella.

Cómo querían el presente y qué futuro visualizaban. Estamos hablando de un marco histórico donde entra en cómputo la efervescencia y globalización del oficio del arquitecto. Era éste el que había adquirido una formación completa y rigurosa sobre todo el proceso que contenía un proyecto. El arquitecto de la segunda mitad del siglo XX opta por sustituir el sistema de representación diédrico por otros más expresivos como la axonometría y la cónica, apoyándose de collages, maquetas y otros medios para formular ideas, es cuando nace el dibujo como elemento natural de ideación. El dibujo presenta y configura el total del proyecto.

En lo que confiere a la mecánica de trabajo de los arquitectos, las fases de proyecto y el esquema estructural de su organización no difería mucho de las actuales. Es decir, la esencia no ha cambiado, pero sí los recursos. Estamos refiriéndonos a unos ritmos mucho más prolongados que los actuales, tanto en lo que soporta el cálculo como el material gráfico.

El arquitecto de los años 60' representaba una figura multidisciplinar en lo aludido a la formación, era el genio solitario que daba vida a su obra cual artista moldea una escultura. Es esta época, es de importancia mencionar la figura del delineante, como disciplina autónoma, el cual era la pieza esencial del arte de diseñar a mano, era el artista del dibujo técnico. Si bien el arquitecto era el artífice del dibujo de ideación, el delineante era el encargado del dibujo de representación. Era el individuo que otorgaba a los planos la minuciosidad, cuidado y la destreza que

requería. Estamos hablando del artesano del proyecto. Todo el proyecto era reflejado en dosieres de papel, los cuales contaban el objeto de principio a fin. El papel era el medio comunicador, la mano junto a los estilógrafos, la herramienta transmisora.

Los planos eran el mensaje y el arquitecto el mensajero. Los planos abarcaban desde bocetos, con esa primera idea inicial, hasta el modelo final técnico y formal del proyecto, era el único soporte que incluía todo lo necesario para presentar la obra.

La vida en los despachos se centraba en los restiradores (la mesa por excelencia del arquitecto). Las horas pasaban sin reloj alguno sobre el papel. Para entintar los planos usaban grafos, conos y estilógrafos. Había que tener rigurosidad en los trazos y el trazado, pues cada error consumiría el trabajo de horas al no haber medio de corrección más allá del corte con cúter y pegado posterior. Además, los materiales gráficos eran delicados, cualquier movimiento desacertado conducía a su rotura.

Todo instrumento de trazo iba acompañado de herramientas auxiliares como compañeros de trazo. La mano alzada se dejaba para el pensamiento abstracto y cognitivo (diseños, bocetos, croquis, etc), pero para la ejecución del proyecto formal reclamaban herramientas de apoyo, que son las ya conocidas reglas, escuadras, cartabones, afilas minas, sacapuntas, compases, transportadores de ángulos, etc.



Ilustración 4. Fotografía metodología de trabajo Wright's Taliesin West (1937-2020). Escuela de arquitectura diseñada y fundada por Frank Lloyd Wright.

## 1.2.2 El dibujo a mano en la actualidad.

Se va a hablar de la importancia y uso de la mano en la arquitectura contemporánea, cuya utilización no ha dejado de tener importancia en los días que nos conciernen, pues la mano siempre será una competencia irremplazable a la hora de refiejar esos bosquejos iniciales en un papel, que refugian el pensamiento crítico a un mundo material y acotado.

El proyecto es una idea y la mano su ejecutora (Vidal, 2000). La mano es por excelencia el instrumento que todo arquitecto utiliza a la hora de expresarse, es la culpable de entregar un mensaje más allá de lo técnico. La mano será siempre un trabajo previo destacado ante el dibujo digital. La arquitectura se entiende a partir de ese primer dibujo a mano. Un arquitecto no debe desprenderse de la agilidad que le proporciona el lápiz y el papel a la hora de trazar sus primeros esbozos.

Se debe entender el lenguaje arquitectónico como la sinergia entre el dibujo a mano y las nuevas tecnologías, pues son herramientas que se complementan, no sustituyentes una de la otra.

Pese a todo esto, en lo referido al lenguaje final de comunicación, los programas informáticos han agilizado en abundancia todo el proceso formal de representación, cálculo y formalización planimétrica, técnica y volumétrica, dejando atrás ese prolongado trabajo individual de exposición de proyectos a través de los planos a mano.

Estamos en la era tecnológica, de exigencias digitales y comprensión ágil, directa y fácil del individuo, por lo que la demanda de programas informáticos es plena. Se afirma pues, que el dibujo manual ha quedado reducido en estos tiempos al carácter de ideación y que en lo sucesivo serán los programas informáticos los que harán uso del trabajo de representación.

## 1.3 Funciones del medio gráfico en el proceso de proyectar mediante el recurso del dibujo manual.

### 1.3.1 La intención del autor.

Aunque históricamente fue concebido como un instrumento intrínseco en todas las fases del proyecto, durante la mitad del siglo XX, el dibujo cobró un protagonismo que lo hizo un recurso independiente y prioritario, se convirtió en el motivo del proyecto (Vidal, 2000). Nace el dibujo como puro proyecto.

Asumido que cada proyecto tendrá un esbozo de artificialidad, éste siempre irá sujeto al término geométrico, pues en mayor o menor medida lo será. El ser humano no atiende fijamente a figuras aleatorias de la naturaleza, si no que siempre llevan un orden, esa geometría que les da unas proporciones dimensionales y formales.

Así pues, admitiremos que cualquier objeto gráfico debe evocar a un objeto final figurativo y que el objetivo del emisor será la intención de su autor. Es el arquitecto de mediados del siglo XX el responsable de dar una configuración gráfica final al objeto con el fin de hacerlo inteligible al receptor.

La función del dibujo se confiere pues como un primer acto del momento de creación, es cuando se ofrece la oportunidad de cuestionarse problemas y soluciones, de elección y renuncias, etc. Es un proceso de extensión continua de la mente.

Se crea y posteriormente se ejecuta. Se constituye la obra mientras se piensa. Partimos de unos esquemas con vistas en planta, secciones y alzados, siempre apoyándonos de imágenes en perspectiva, pero sin olvidar que estamos en la fase de intuición y espontaneidad, previos a la fase que da rigor y formalismo al proyecto.

Es en el momento del dibujo de ideación donde interviene

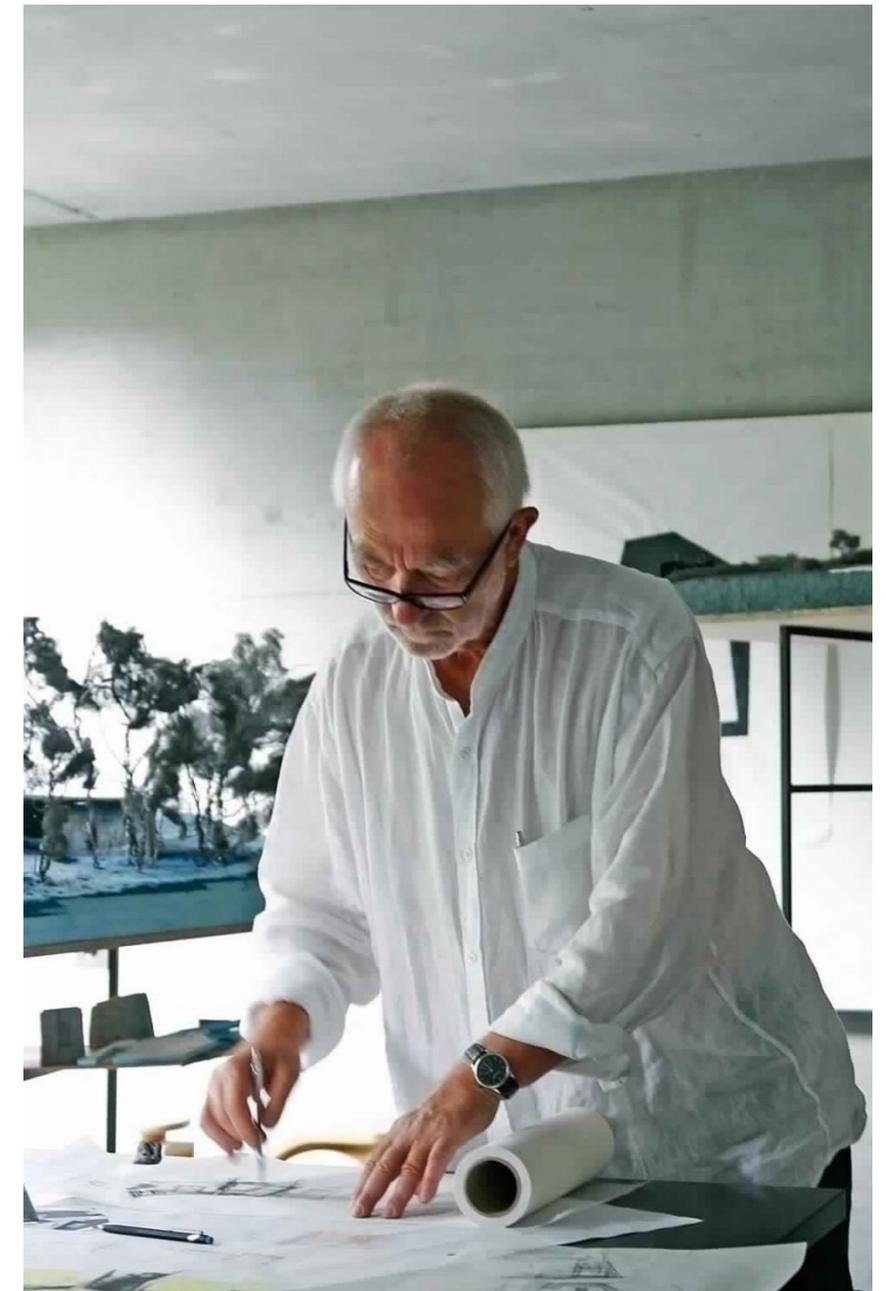


Ilustración 5. Ilustración 5. Imagen por cortesía de Peter Zumthor (2013).

la expresión gráfica individual. Será en el desarrollo del proyecto donde se interpondrán normas de lenguaje gráfico normalizadas y académicas. Por ello, son estos dibujos de creación donde el arquitecto da paso a su expresión gráfica, su capacidad artística de comunicar ideas, sentimientos y sensaciones. Son en estos dibujos iniciales donde se le da carácter a la ideación y se emplean recursos plásticos diversos con el fin de transmitir una idea.

“Encontrar en la expresión gráfica, el lenguaje del proceso creador para representar, para comunicar creativamente a través de la imagen, expresión gráfica que encauce la expresión de contenidos mentales de índole estética y emocional, expresión de contenidos cognitivos de configuraciones visuales y espaciales, materialización de las ideas, formación y desarrollo de la cognición, expresión gráfica como valor instrumental, como recurso didáctico para la comprensión de los contenidos de otras áreas, Expresión gráfica como medio idóneo para propiciar actitudes como el sentir percibiendo, el ver interiorizando, comprendiendo, descubriendo gracias al placer derivado de los estímulos sensoriales, de la experimentación.” (Trejo, 2016)

Es por ello que se conoce que cada arquitecto tiene una manera de comunicarse a través del dibujo, deseo que surge de los seres humanos con el objetivo de aprehender la realidad, de contextualizarla y de reproducirla. Es la manera personal que tiene cada arquitecto de adueñarse del mundo y del espacio, de manifestar cómo percibe el entorno.

Una vez se termina esta fase y el arquitecto ha fijado ese pensamiento, los dibujos quedan subordinados a un segundo plano y los proyectistas los suelen destituir, se pasa a una segunda fase, al puro proyecto. En esta fase el arquitecto tiene como función representar el objeto de forma fidedigna a la realidad futura, ya no está en un proceso de sensibilidad ante lo gráfico, si no que se sumerge en un lenguaje formal y academista con el fin de reflejar lo más veraz posible la obra futura que se va a ejecutar.

Si bien ya no es necesario dibujar para proyectar un edificio o cualquier objeto de diseño, sigue siendo materia y recurso de estudio y práctica en las profesiones de arquitecto, diseñador o ingeniero, a la hora de enfrentarnos a los primeros pasos de ideación de un proyecto. Es por lo que se le da aún su vital presencia en la escena formativa, pues, además, el dibujo forma parte de otras disciplinas derivadas, como las estructuras, la geometría analítica y descriptiva, etc.

### 1.4 Dibujo y comunicación en el proceso de dibujo a mano. Comunicación Reflexiva.

Mencionado con anterioridad, actualmente el proceso de dibujo manual se ha subordinado a la primera fase de ideación de un proyecto. La idea empieza con el lápiz. Estamos hablando del proceso de la comunicación reflexiva (Vidal, 2000). El arquitecto va a precisar una conversación consigo mismo. Es la ocasión de ser autocrítico. Se hará preguntas y someterá su obra a un juicio personal. Tiene que ser el examinador de su propia obra, verificar si se cumplen los parámetros que se impuso desde un principio y si cumple de manera óptima su hipótesis inicial.

Estamos en una fase inicial, instintiva, de cambios y adaptaciones al medio y al proyecto, estamos en la búsqueda de esa perfección, pero abiertos a la experimentación y a las maniobras. Estamos en un proceso donde van a converger razón e intuición y eso afectará a la línea visual resultante, esa manera de comunicar definitiva.

Sabiendo que nos encontramos en un proceso comunicativo con el propio autor de la obra, señalaremos esto como un aspecto importante y lo connotaremos con subjetividad. El autor conoce su obra y su propio mensaje. Todo ello, por ser el propio operador el receptor del mensaje es por lo que no se va a recurrir a códigos técnicos, formales y convencionalistas en esta fase comunicativa.

Además, en esta fase el arquitecto se podrá apoyar de maquetas, a escala o figurativas, siempre que ayuden al



Ilustración 6. Boceto original Torres de Ciudad Satélite, Luis Barragán.



Ilustración 7. Torres de Ciudad Satélite, Luis Barragán–Mathias Goeritz, Naucalpan de Juárez, Estado de México, 1957–1958



Ilustración 8. Dibujos de la arquitecta Italo-brasileña Lina Bo Bardi, Milán, Edizioni Charta, 1996.

desarrollo de esa idea y se acerquen al volumen y concepto requerido. Este procedimiento aproxima al autor al conjunto global con su entorno, es un acercamiento de carácter provisional y esquemático para obtener una re-verberación de esa realidad futura.

Estas herramientas serán causantes de métodos de comunicación, ligadas al concepto de una absorción continua que alimente el proceso de ideación. La maqueta actúa como juego en la interpretación de llenos y vacíos, de luces y sombras, de exterior con interior. Por ello, no entra en la noción de esta fase centrar todo el proceso en un dibujo, pues todo plano en dos dimensiones se interiorizará materializándolo. La transición del dibujo al objeto, la interacción entre ambos, juegan un papel jerarquizado en el proceso de ideación. No habrá un objeto sin líneas previas y no sintetizaremos unos trazos sin un volumen conceptual.

Cabe mencionar que en este proceso los arquitectos también pueden apoyarse del dibujo vectorial en ordenador, pero esta decisión forma parte del individuo en particular, pues es la herramienta que utilizaremos con más ímpetu en la segunda fase del proyecto, donde ya tendremos la información necesaria y justa para el desarrollo formal del objeto en proyección.

Serán los dibujos esquemáticos y los de pequeña escala los que hablen en esta fase y se ejecutarán tanto a mano alzada como apoyándose con herramientas auxiliares, reglas y compases entre otros.

Una vez terminado este proceso y habiendo alcanzado ese arquetipo definido, será hora de comunicar los dibujos formales como medio de expresión. El dibujo tras la comunicación reflexiva del autor con su propia obra de va a adentrar en los parámetros de ilustración de los sistemas de representación de los convencionalismos gráficos, es decir, del lenguaje técnico universal, pero eso será en la fase dos del proceso comunicativo, caso de estudio más adelante.

## 1.5 Evaluación del método de dibujo manual como herramienta gráfica de proyección.

Poniendo en manifiesto todo lo anterior, analizaremos el método de dibujo a mano con lo que respecta al oficio del arquitecto en este entrante siglo XXI. Viniendo de un siglo XX marcado por el desarrollo de la normalización y unificación del lenguaje gráfico, nos hemos sumergido en un sistema digitalizado global, donde a veces la mano, lo artesano y lo natural se ha perdido. Es ahí, cuando nos preguntaremos en este capítulo las ventajas y desventajas que ofrece este sistema, si sigue siendo necesario y qué propiedades nos aporta.

### 1.5.1 El dibujo manual como herramienta.

El dibujo actual arquitectónico está marcado por los avances tecnológicos y el diseño tanto vectorial como paramétrico que nos ofrecen los ordenadores. Pese a estas herramientas, la mano sigue siendo objeto de referencia a la hora del comienzo de un proyecto. El pensar, intuir y dinamizar una idea va cogido de esa mano, por lo que subrayaremos este aspecto como ventaja de este sistema. Es el cerebro quien piensa y la mano la primera en ofrecernos esas líneas de orientación. La mano hace de útil comunicador en una conversación íntima entre autor y obra.

En lo referido al aspecto físico de ese dibujo, el resultado en dos dimensiones que nos ofrece ese papel, será el propio autor el que demuestre las capacidades artísticas y comunicativas que posee. Es un método de expresión subjetiva e individual, por lo que cada individuo usará unos recursos, ya sea juego cromático, de grosores, sombreados, etc. No habrá un dibujo igual a otro, pues cada uno de ellos se acoge a la comparativa de una obra de arte, en lo que respecta al dibujo de ideación.

En el caso del dibujo representativo, cada vista (alzados, perfiles, secciones, vistas en perspectiva, etc.), trabaja

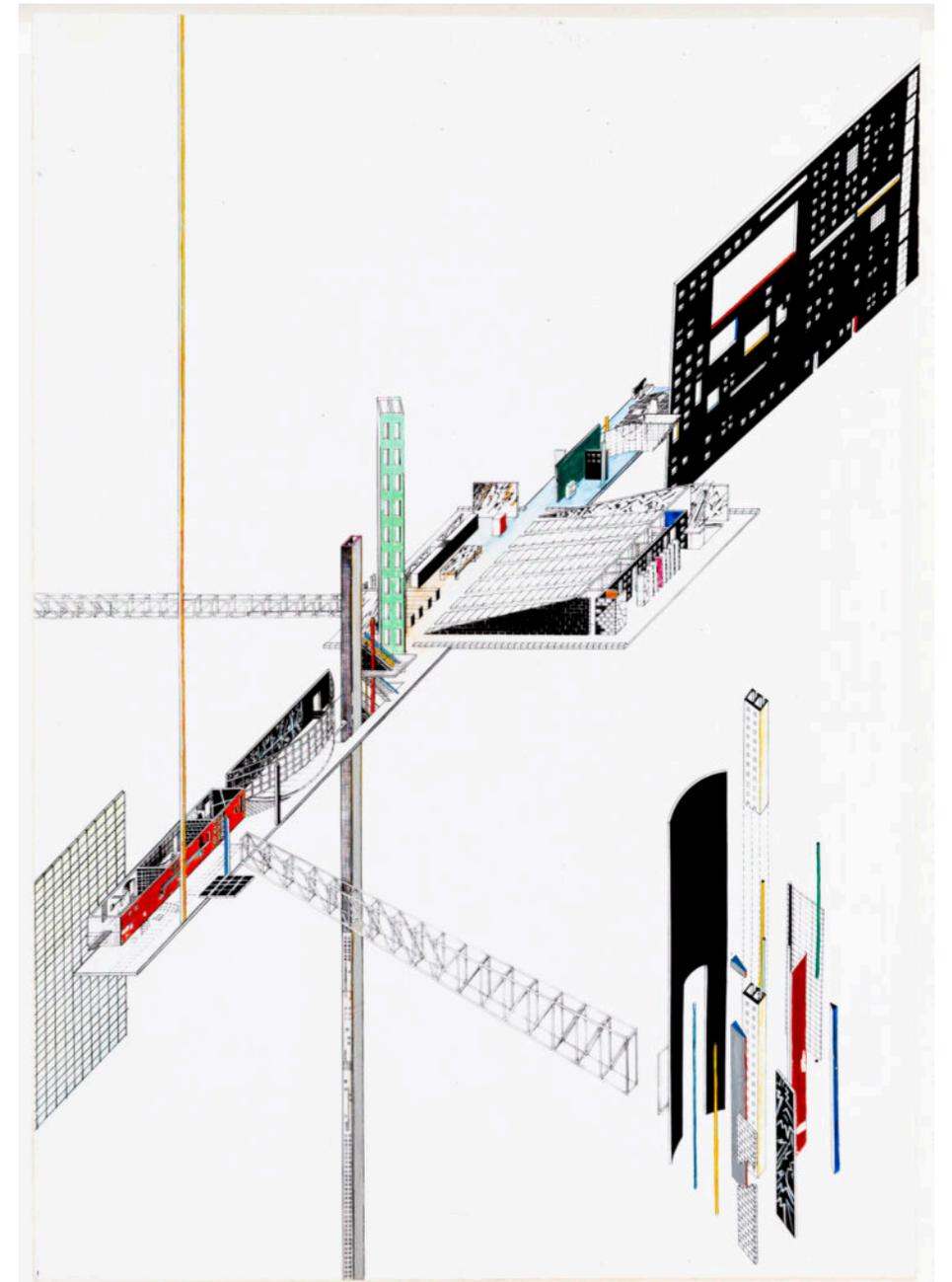


Ilustración 9. Zaha Hadid, Ampliación del parlamento holandés, 1978. Tinta y acrílico sobre papel, 290 x 210 mm. DMC 3000.7.

de forma individual, desde una visión personal del autor. Cada dibujo es privado del otro, y sus modificaciones son codependientes de las otras vistas. En el momento que se altere el diseño de una vista, habrá que cambiar el modelo global. Una tarea costosa.ç

A propósito de las herramientas, los medios gráficos con los que contaba y cuenta el arquitecto que se enfrenta al dibujo manual se puede dividir en cuatro clases (Gómez-Blanco Pontes, n.d.).

- Los soportes: sobre los que quedaban impresas las imágenes, el folio o papel, propiamente dicho.
- Los materiales gráficos: la sustancia que se deposita sobre estos soportes y queda fija, hablamos de la tinta, carboncillo del lápiz, pigmentos de acuarela, etc.
- Instrumentos de trazo : herramientas con las que se define la imagen como son las lápices, plumas estilográficas, bolígrafos , pinceles, rotuladores, ceras plásticas, etc.
- Instrumentos auxiliares : que apoyan y acompañan un resultado óptimo en lo referido a la imagen ( reglas , compases , tableros de dibujos, portaangulos, escuadra, cartabón, escalímetro, etc )

Al enumerar todos los artilugios anteriores, es necesario el caer que todo el manejo de aquellos materiales, su coste y su mantenimiento, hacían costoso y prolongado el desarrollo del proyecto completo.

Es evidente que, hablando del dibujo representativo, cada profesional realizaba una tarea segregada. Un mismo plano o actividad no formaba parte de varios individuos, no había un trabajo integral, si no que se derivaba en diferentes personas o fases. La agilidad y cooperación no eran peculiaridades de este método.

### 1.5.2 El dibujo manual como recurso gráfico.

Es en el momento del dibujo de ideación cuando el arquitecto dará un uso a según qué herramientas y medios gráficos para comunicar su obra, por ello en este caso, no podemos hablar de una generación de Rotring en particular, pues el artista se hará dueño de contables instrumentos que ayudarán al receptor a comprender su obra. Pues cada arquitecto se va a comunicar de una forma, con una expresión gráfica personal, que podrá ser desde el dibujo más simple o esquemático al más complejo y recargado de los dibujos (Domene Camarasa, 2018).

Entendemos el dibujo como elemento bidimensional que evoca una idea, según Jorge Sáinz (2005) apunta en su libro: El dibujo de la arquitectura: “las variables gráficas de las que dispone el dibujante son: la figura, la textura, la luz y la sombra y el color”.

A partir de esto, somos conscientes que para definir una figura, hacen falta líneas. La línea ha sido siempre, a lo largo de la historia, el elemento más presente en la expresión gráfica , pues es el elemento más sencillo, primitivo e intuitivo .Estas líneas, como sucesión de puntos infinitos, limitan espacios en el dibujo que llamamos superficies, las cuales cada individuo podrá tratar para darle según qué materialidad o el efecto de profundidad. A cada línea se le designará un grosor dependiendo de lo que se desea enfatizar del dibujo. Por lo general, pues cada individuo es libre de comunicar su idea dándole un porte singular, las líneas gruesas darán protagonismo a según qué elementos se quieran resalta, mientras las líneas medias acogerán esos elementos singulares, necesarios para entender el proyecto, pero sin eclipsar a las y las líneas finas serán para elementos de entorno y auxiliares, como apoyo para asimilar el concepto global del proyecto.

Grandes maestros como Frank Lloyd Wright se basan en la línea para comunicar su obra.

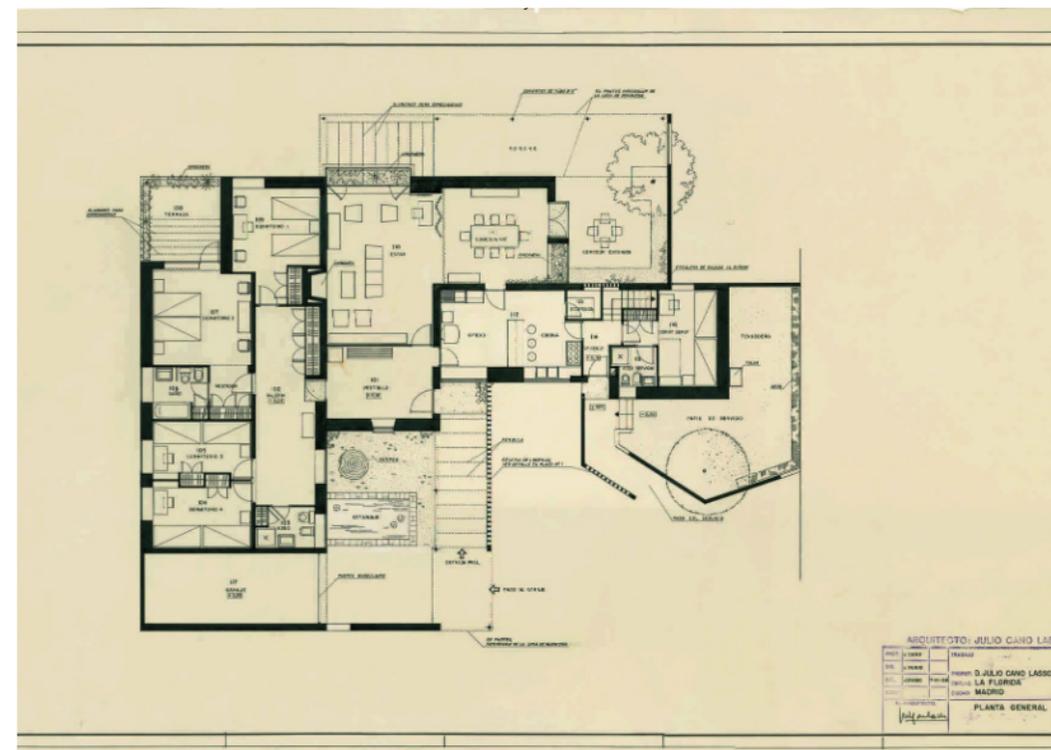


Ilustración 10. Plano de planta originario realizado a Rotring por el Arquitecto Julio Cano Lasso de su propia casa unifamiliar en Florida(1958).

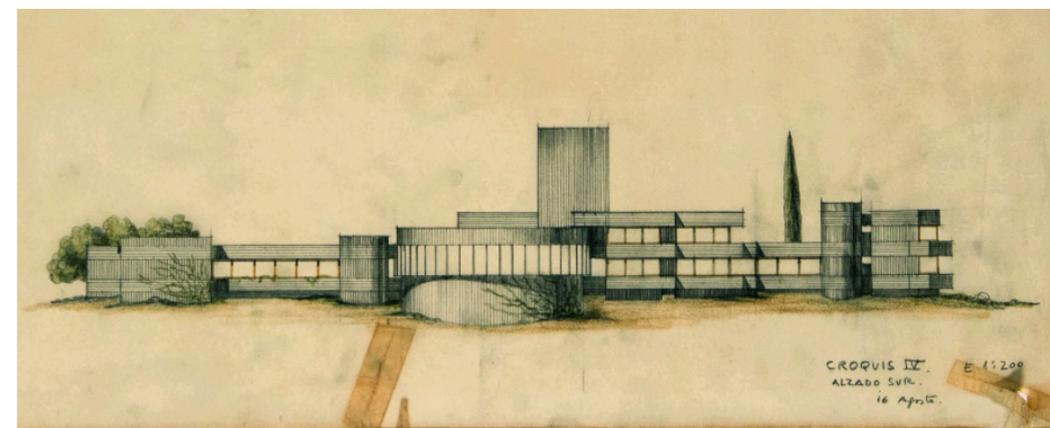


Ilustración 11 Planos originales dibujados a mano Central de Comunicaciones Vía Satélite. Buitrago de Lozoya. Madrid. (1966)

Hablemos ahora de la textura, como tramado de puntos, rayas o sombras. Se entiende como tal a todo patrón de relleno de una superficie. Su finalidad es aclarar el producto final, darle carácter y exégesis. Dotar al dibujo de blancos y patrones genera un contraste que esclarece al receptor. Puedes comunicar tanto profundidad como materialidad, dando espacialidad o incluso definiendo masas vegetales.

Otro recurso utilizado, son el juego de luces y sombras que dan reflejo de la naturaleza del objeto o de qué volumetría nace. El dibujo adquiere dramatismo y contraste utilizando esta técnica. El matiz del color, aporta diferenciación y contenido a los dibujos. (Carnero Olavarría, 2020)

El arquitecto, por otra parte, jugará con la escala, un objeto se puede contar con un entorno próximo o lejano, según la jerarquía que requiera o lo que se desee comunicar del proyecto. Cada idea se cuenta con diferentes connotaciones con el fin de dar protagonismo a esa línea, idea o cuerpo representante. Escala es graduación, es dibujo y realidad. Es lo que le otorga fiabilidad (Delgado Yanes & Redondo Domínguez, 2007).

Otra de las formas de contar un objeto, es el punto de vista que le atribuyamos a la imagen. Un cuerpo, según su historia principal, se puede contar en diferentes vistas. La vista potenciará esa idea. Estamos dándole profundidad al dibujo, darle protagonismo frente al dibujo global. Hay ideas que se contarán en planta, alzado, sección, axonométrica, cónica o incluso, abstracta.

Es de relevancia hablar de los textos y símbolos que pueden también acompañar al dibujo a modo de clarificador en la comunicación. Por ejemplo, podemos reflejar o remarcar la dirección de la luz, la focalización de vistas, los recorridos, o simplemente referenciar estancias. Además de títulos, cotas, superficies o explicaciones en los sistemas constructivos.

Dicho esto, se va a hablar de la pluma estilográfica como

instrumento imprescindible del arquitecto, y del papel como el soporte universal de su tinta.

El arquitecto va a utilizar la herramienta Rotring tanto a nivel de ideación, dándole un carácter espontáneo a la mano como a nivel de representación, cuando el trabajo es laborioso y metódico. Rotring es utilizada como la herramienta más versátil y limpia a la hora de dibujar. Su amplia gama de plumillas y su sensibilidad al gesto y presión elevaron al pódium de recurso gráfico en los años sesenta. Es por ello por lo que su utilización era universal. La elección de su grosor, la conmutación entre ellos y la sinergia entre diferentes trazos y texturas eran suficientes para la demanda gráfica que había en esos tiempos.

El gesto que le conferimos a la pluma, las formas de sujetarlo y las estrategias personales son detonantes a la hora dibujar. El arquitecto tratará la línea según su intención. La utilización del alfabeto gráfico será crucial según el objeto y cómo se quiera representar.

Rotring, la pluma estilográfica y todo lo que engloba el dibujo a mano, es un recurso gráfico que proporciona al arquitecto una manera de expresarse libre y directa. Por eso no podemos hablar de limitaciones acotadas en esta manera de expresión gráfica, pues la única rivalidad y barrera que tiene este recurso es la propia mano y sensibilidad del ejecutor.

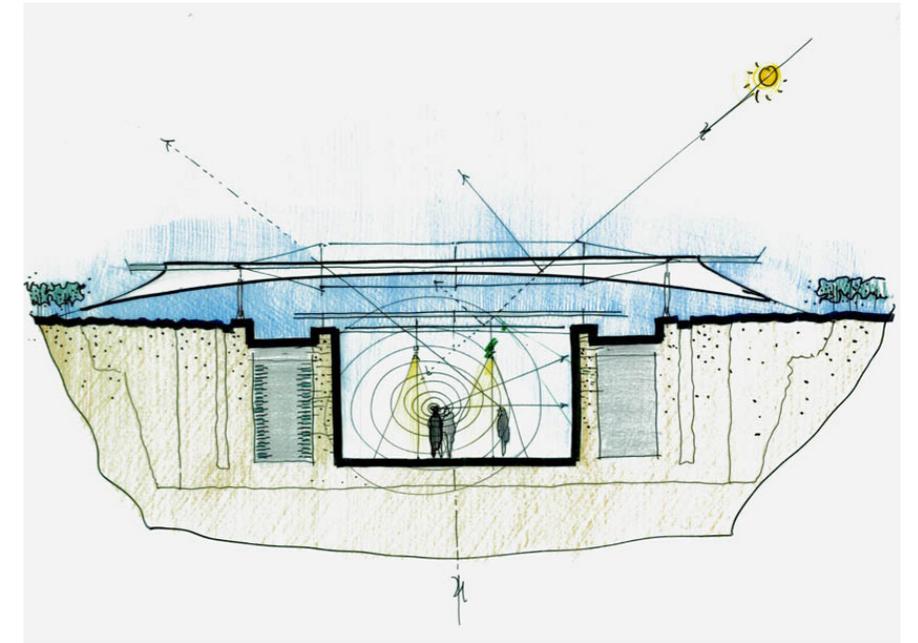


Ilustración 12. Croquis en sección Building Workshop, Renzo Piano.

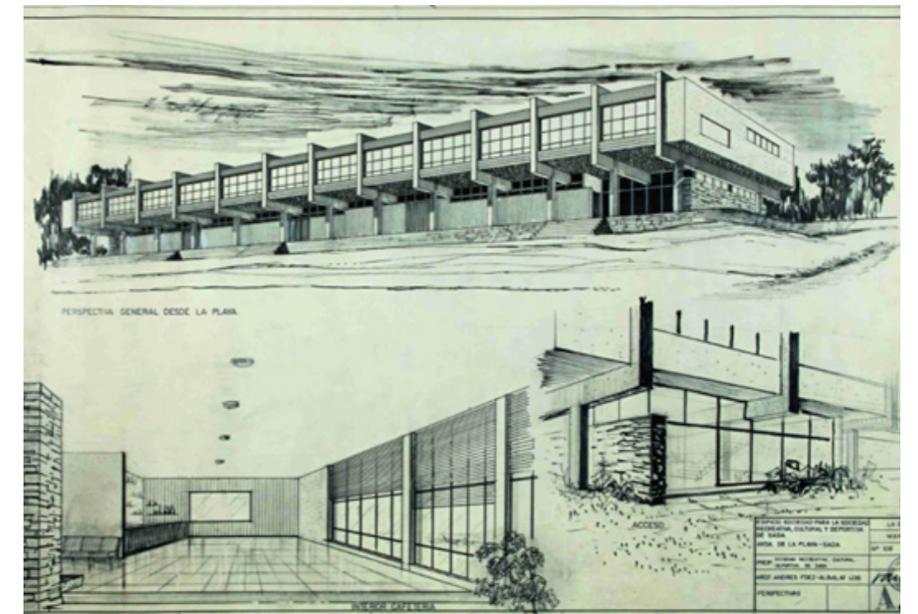


Ilustración 13. Dibujo a Rotring. Perspectivas del Edificio del Casino de la Sociedad Recreativa de Sada. Andrés Fernández-Albalat (1962)

# Generación II

## 2.1 El proyecto a través del Diseño Asistido por Computadora (CAD)

### 2.1.1 La generación del dibujo vectorial.

A lo largo de la historia, se han implementado diferentes métodos de presentación y representación a la hora de la comprensión de un proyecto. Esto se ha desarrollado a través de la evolución del lenguaje gráfico, con el objetivo de otorgarle al arquitecto una agilización, efectividad y mejora a la hora de escenificar y trabajar en su proyecto. Hace más de 30 años que el Diseño Asistido por Computadora sustituyó al trabajo manual y laborioso que ejercían los arquitectos en las generaciones pasadas. Nos enfrentamos a un cambio hacia la era digital, donde la tecnología ha sustituido a la mano y la pantalla a un papel.

Es conciso determinar que la aparición de CAD supuso un nuevo lenguaje gráfico, estamos en la transición del lenguaje manual al vectorial, entendido este término como cualquier dibujo creado por un software a partir de gráficos y con fórmulas matemáticas. La manera de definir un proyecto se convierte en un proceso donde el tiempo se invierte y se agiliza, el espacio de trabajo es infinito, editable y las alternativas gráficas casi ilimitadas.

En este capítulo se describe la herramienta que forma los basamentos de los arquitectos de los años noventa, centrándose en la aparición del Dibujo Asistido por Computadora y en concreto la herramienta CAD. Se detallará el oficio del arquitecto y su intención proyectual en base a la nueva era de digitalización. Así mismo, se hablará de ese proceso de proyección vectorial característico de los arquitectos, de cómo se empieza a dar uso del dibujo normativo a partir del programa y en qué fase de comunicación se ejecuta. Por último, el capítulo se cerrará con una evaluación de AutoCAD, la cual se describirá como herramienta y como recurso gráfico y se hará un desglose del mismo.

El arquitecto siempre empieza con un lápiz y un papel, pero va a formalizar el proyecto en un soporte digital mediante un software específico.

## 2.1.2 Origen y desarrollo de CAD.

Autodesk AutoCAD es un programa de Diseño Asistido por Computadora, de ahí sus siglas, CAD. Para hablar del origen de AutoCAD, mencionaremos a su antecesor, INTERACT CAD, que aparece en el año 1978 como un procesador de un microordenador (Sepúlveda, n.d.).

Fue diseñado por Mike Riddle, el cual se vio limitado por el escaso desarrollo hardware que había en ese momento y tuvo que crear el programa en partes por escasez de memoria, hasta que introdujo un procesador que soportaba hardwares múltiples (procesadores, digitalizadores, pantalla de vídeo, almacenamiento, etc), facilitado por los directores de la empresa Marinchip System. Junto a estos, John Walker, Dan Drake y una docena más de personas, se fundó posteriormente Marinchip Software Partners, que pasaría a llamarse Autodesk.

INTERACT CAD se reescribió en lenguaje C, para ejecutarse en el nuevo PC de IBM. La forma de interacción del programa difiere mucho con la conocida actualmente debido a las anuales actualizaciones que tiene el programa, aunque la mayoría de comandos son originarios de su antepasado.

Fue en el evento COMDEX (Las Vegas, 1982) donde aparece el primer modelo patentado del programa AutoCAD, versión 1.0 (hoy por hoy las actualizaciones llegan hasta la versión última del 24 de marzo de 2021, estamos hablando de 17 versiones). Desde entonces, se convierte en el programa de referencia para el Diseño Asistido por Computadora (CAD).

AutoCAD empieza a usarse en despachos y enseñanza en la década de los ochenta. Las primeras versiones no interactúan con el mouse, se orientaban por las flechas de dirección del teclado para mover el cursor como método para acercarse a las coordenadas (trabajo de cálculo mental riguroso). Cabe mencionar la llegada del primer manual de usuario escrito por J.L.Cogollor Gomez.

Con la llegada de Windows 3.0 y 3.1 se incorpora el ratón a los PC's y AutoCAD lo declara herramienta imprescindible como dispositivo de señalización, dirección y elección. Es en 1988 cuando se masifica el uso de AutoCAD, a partir de ahí, empezando con la versión AutoCAD v11, se va perfeccionando y corrigiendo el programa hasta llegar a las actualizaciones y manejo que hoy en día utilizamos, con herramientas más rápidas y precisas.

Empezando con el dibujo en 2D, AutoCAD ha ido incorporando y abrazando las necesidades y los tiempos pasados, hasta llegar a la modelización en 3D.

Se han incorporado herramientas sofisticadas para el diseño y representación, lo que incluye el trabajo con vectores y nubes de puntos. También se le ha incorporado suplementos para la cooperación y transformación, y así incrementar los flujos de trabajo.

Ahora tenemos ventajas en lo que respecta al compartir información entre las fases o integrantes del proyecto. Importar y exportar de un programa a otro mediante la variedad de formatos de trazado ha agilizado enormemente el proceso. AutoCAD aparece y permanece como un impacto enorme en lo que refiere a productividad.



Ilustración 14. Fotografía de dos personas contrapuestas, a la izquierda usando la herramienta de dibujo a mano y a la derecha la herramienta digital.

## 2.2 La generación de los años 90 y los recursos de del “Diseño asistido”

La arquitectura, como profesión y disciplina, ha sufrido cambios continuos a lo largo de la historia (Luna Criollo, 2014). Como cualquier disciplina unida a la cultura y los avances sociales y tecnológicos, la arquitectura y la manera de ejercerla ha ido abrazando los cambios que se le han impuesto. Estos cambios se han hecho conscientes tanto dentro del propio campo como asumiendo su propio rol en un mundo que evolucionaba y que hoy en día también lo hace.

Cabe puntualizar, que el lenguaje gráfico que se utiliza en AutoCAD mediante el dibujo vectorial es parejo al lenguaje que se utilizaba manualmente con el Rotring, pues el lenguaje gráfico es un idioma universal, inteligible a cualquier emisor con ciertas aptitudes en la rama.

Históricamente, como ya hemos mencionado, en los años 90’ el arquitecto empezó a cultivar su forma de trabajar a través de una pantalla. Y si, nos referimos a AutoCAD, aunque el antaño medio de conquistar al cliente por medio de un boceto seguía siendo un valioso recurso.

En lo que respecta al modus operandi, el arquitecto solitario y multidisciplinar se empieza a amoldar a estos nuevos tiempos tecnológicos y cooperativos, de manera que podían delegar sus tareas, disciplinas subordinadas, fases del proyecto u otros quehaceres. El arquitecto que desempeña un único rol empieza a jerarquizar ese trabajo y encomendárselo a personas formadas en otras disciplinas (calculistas, delineantes, diseñadores, etc.), pero sigue siendo la figura representativa y único gestor del despacho. El concepto de equipo y coordinación aparecerá en lo sucesivo.

Los proyectos en estos años dotan de menor complejidad a la hora de documentar respecto a la que hoy conocemos. Se requería menos documentación, pues había escasez de normativa. Esto hacía que los cálculos fueran mínimos y el visado del proyecto final se otorgara con el

el papeleo justo.

Refiriéndonos a la figura del delineante, la entrada del CAD supuso una revolución para estos. El individuo que no se adaptara al programa y sus usos se mantenía en un modo de trabajo arcaico en tiempos de adaptación urgente. El trabajo que antes desempeñaban, por el trabajo minucioso, laborioso e incorregible del dibujo manual, se había simplificado a un sólo individuo que podía desempeñar todo ese proceso de representación proyectual en una misma procesadora. CAD, sobre todo, solucionó el problema de la corrección. Nos concedió la instantánea verificación de cambios.

A la llegada de la digitalización, otro instrumento revolucionario en la productividad arquitectónica fue el aterrizaje a los despachos de los primeros Plotters, conocidos por ser las impresoras de la época de gran tamaño. Ya no había que dibujar a mano sobre papel, si no que estas impresoras eran capaces de traducir automáticamente mediante lapiceras automáticas lo que se plasmaba en la pantalla gráfica de forma exacta y matemática. En una misma plantilla de dibujo, el causante podía realizar planos, modificarlos y ajustarlos en vivo, sin necesidad de empezar de cero. Había fluidez de planos. Esto redujo mucho los tiempos de ejecución en un despacho, se facilitó todo el proceso y se agilizó la producción.

AutoCAD llega para quedarse.



Ilustración 15. Estudio del arquitecto Alvar Aalto en los años 50.



Ilustración 16. Wagner, T. (2015) Fotografía con la incorporación de las computadoras del Despacho de Alvar Aalto en el atelier.

## 2.2.1 Autocad en la Actualidad.

Bien sabemos que el AutoCAD sigue siendo la herramienta base de representación digital utilizada tanto en despachos de arquitectura como en formación, pero también es cierto que el mundo sigue evolucionando y avanzando hacia tecnologías más adaptadas a las necesidades que hoy nos conciernen.

Al comienzo de su implantación se produjeron comportamientos reticentes al cambio, debido a que el dibujo manual siempre fue una figura más personal y una comunicación más directa.

La completa globalización de CAD y su imposición en el oficio lo hace hoy en día programa líder en la representación proyectual. No en vano, el dibujo manual, refiriéndonos a ese primer esbozo creativo, sigue siendo esa pincelada de autor y artista que nos caracteriza a cada individuo.

Es decir, el dibujo manual queda relegado a la parte creativa del arquitecto, mientras que el dibujo en CAD se ha sumergido en la parte técnica. Son coexistentes, la una se complementa de la otra.

Aunque se sigue proyectando con la mano, la representación y desarrollo del proyecto se dibuja en AutoCAD, puesto que esta es una herramienta de dibujo, no de creación, esa siempre será nuestra capacidad artística, nuestra expresión gráfica.

Proyectamos con la mano, definimos con el ratón.

AutoCAD es un software en tres dimensiones que trabaja de forma vectorial, cada línea representada refleja una realidad. En el futuro BIM, el pensamiento será global, en tres dimensiones y mediante modelos paramétricos, ya no dibujaremos líneas, si no cosas, pero a día de hoy, aún con la llegada del modelo paramétrico, no se contempla la desaparición de este programa, pues todo arquitecto y persona formada en disciplinas parejas lo usan con sol-

servencia.

Estamos formados en la totalidad para utilizar este programa y ese conocimiento y manejo, ventajoso ante el aún casi desconocido Revit, hace que este programa perdure y siga estanco en todos los despachos.

## 2.3 Funciones del medio gráfico en el proceso de proyectar mediante el recurso del Diseño Asistido por Computadora.

### 2.3.1 La intención del autor

Como ya hemos apuntado, esta segunda generación de arquitectos ha pasado del dibujo de ideación y dibujo de representación manual, a la transición de esos primeros esbozos del proyecto a líneas formales en formato digital. La intención del arquitecto ya no es hacer unas líneas a mano que evoquen una realidad futura, si no que ese futuro objeto que tiene ideado en la cabeza va a pasar a ser un dibujo informatizado que podrá modificar a tiempo real y que tendrá una realidad futura fidedigna.

Con esta herramienta digital, AutoCAD, el deseo del arquitecto ya no es comunicar una idea mediante su expresión gráfica personal y darle un carácter poético y artístico a su dibujo, si no que deja este proceso sometido a la pantalla. Hace sus primeros esbozos de forma manual, lo cristaliza en la pantalla y a partir de esas primeras líneas desarrolla formalmente el proyecto.

Con AutoCAD nos distanciamos de ese dibujo de ideación, pero sin abandonarlo. La intención del autor pasa a ser una descripción técnica y formal de su obra de manera objetiva. El arquitecto ahora piensa una idea, lo boceta en papel y le da un carácter y desarrollo en la pantalla.



Ilustración 17. Dibujo de ideación del proyecto Los Terrenos de Tatiana Bilbao. (2012)..

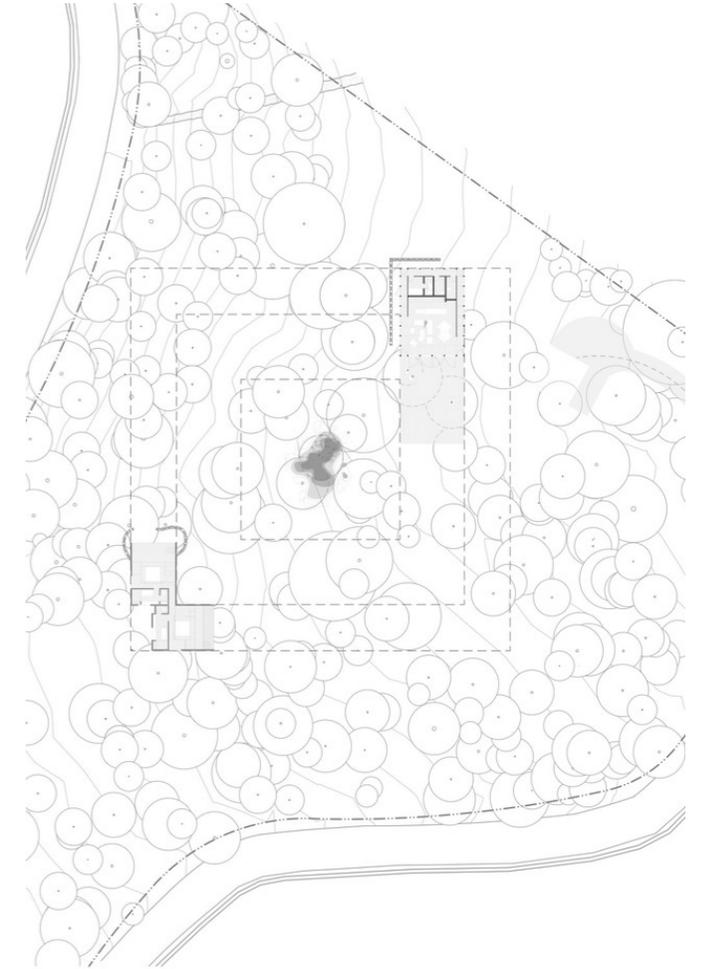


Ilustración 18. Dibujo representativo realizado en AutoCAD del proyecto Los Terrenos de Tatiana Bilbao. (2012)..

## 2.1 Dibujo y comunicación

Esta comunicación se revela cuando, una vez finalizada la primera fase de comunicación que resulta de esa introspección y conversación reflexiva entre el arquitecto y sus dibujos, se pasa a una segunda etapa, la descriptiva (Vidal, 2000).

El arquitecto ha definido en su cabeza la idea y la ha transportado al papel, ha sido juicioso con la obra y se ha visto sumergido en un proceso cambiante e intuitivo hasta llegar a un objeto coherente, una idea estable. Ese objeto ha de formalizarse y comunicarlo mediante el lenguaje gráfico, normalizado por la geometría proyectista. Es hora de transcribirlo al lenguaje de convencionalismos gráficos y darle un idioma técnico universal.

Será el responsable de ejecutar la obra, el promotor, el receptor de esta segunda fase del mensaje. El arquitecto tendrá que convertir los dibujos de ese esbozo de proyecto a la representación de esa realidad tangible futura. Es aquí donde se excluye toda comunicación subjetiva y el lenguaje particular, abrazando un lenguaje preciso, juicioso e inequívoco. Esta segunda fase no concede errores, es la etapa donde se va a describir el objeto con exactitud para una tercera persona que leerá y tendrá que interpretar esos dibujos con la finalidad de asimilarlos y posteriormente ejecutarse sin error por un constructor.

Es un lenguaje descriptivo, tiene que dar la información necesaria y conveniente para su ejecución. Tiene que reflejar una imagen exacta de lo que se quiere construir, pues será una persona ajena al creador, el cual tiene interiorizado y es conocedor de su obra, el que descifrá esos dibujos. Descriptivo, como su nombre indica, sostiene que debe ser lo más parejo al producto final. Así pues, tendrá que detallar medidas, formas, materiales y espacios, entre otros. Todo en su conjunto tiene que ser legible y entendido por el receptor, el promotor o el constructor, en su caso.

Esta comunicación, en definitiva, es el calco gráfico de instrucciones vitales para la correcta ejecución del proyecto. El dibujo tendrá que mantener las proporciones dimensionales, y reproducir de forma verídica las características geométricas. Es muy utilizada la proyección DIÉDRICA e indispensable la utilización de escalas. Las escalas nos acercan al conocimiento del proyecto tanto a nivel de entorno como de detalle. A cada escala se le proporciona un nivel de información, desde cómo se relaciona el proyecto con su atmósfera hasta como será ese despiece de carpintería. Toda la información irá acompañada de ACOTACIONES Y ANOTACIONES que nos ayuden a interpretar elementos singulares o nos marquen distancias, elevaciones y alturas.

Basta saber que el resultado final del dibujo será un mensaje totalmente inteligible y realizado de manera objetiva, de forma que cualquier interlocutor lo pueda asimilar. Se recurrirá a convencionalismos gráficos para elementos singulares, por su espacialidad, movilidad, exceso de detalle o escasa diferenciación. Todo elemento complejo se dibujará con minucia y con un lenguaje codificado (normas ASA, DIN, UNE,....., ISO ) para su futura lectura.

Hoy en día y desde hace más de 30 años, AutoCAD sigue siendo referente y ejemplo en lo que respecta a este lenguaje y este tipo de representaciones, pero, cabe preguntarse si esta herramienta será sustituible con la nueva generación de software que implementan la metodología BIM.



Ilustración 19. Rem Koolhaas, dialogando en el Baluarte de Pamplona con el también arquitecto y reconocido profesor y estudioso Richard Ingersoll.

## 2.5 Evaluación del método de “Diseño asistido por computadora” como herramienta gráfica de proyección.

Por consiguiente, es hora de valorar el método de trabajo del dibujo vectorial que nos ofrece AutoCAD como herramienta de representación gráfica. Ya hemos apuntado que este programa es reconocido a nivel internacional por sus extensas competencias ante la edición y representación, destacando por su versatilidad.

### 2.5.1 AutoCAD como herramienta.

AutoCAD funciona mediante la gestión interna de entidades geométricas (puntos, líneas, poliedros, splines, arcos, etc.). Todas ellas, su conjunto, se trabajan en una plantilla de dibujo genérica, un espacio en “blanco” donde empezar a desarrollar el proyecto. Toda acción que se quiera realizar en esta pantalla inicial se ejecuta a través de comandos. Todo el proceso de dibujo es una interacción entre el artífice y esos comandos, esas directrices que dirigen al programa a hacer unas acciones u otras (Garcelán Docio, 2016).

Además de estos parámetros geométricos y vectoriales, AutoCAD permite insertar imágenes fotográficas, mapas de bits y documentos con otros formatos que pueden formar parte del dibujo.

AutoCAD está pensado como herramienta de dibujo, así pues, incorpora ventajas gráficas que con el dibujo manual no teníamos. Estos medios se realizan con la configuración del trazado de plumillas.

El programa funciona a partir de capas y a cada capa se le atribuye unas características. Así pues podemos detallar el resultado final de cada línea, asignándole un color, un grosor, una transparencia, un tipo de trazo o una textura en formato de tramado, o estilos de visualización del modelo, cotas y símbolos, entre otros.

### 2.5.1 AutoCAD como herramienta de expresión

“Los principios fundamentales del dibujo son constantes en su mayoría. Los medios y técnicas son los que cambian”.

Una vez configurado el modelo final, empieza a actuar la expresión gráfica, ese arte y capacidad de expresión individual que cada autor sostiene. La expresión gráfica es la manera de comunicar ideas y sentimientos. Se puede manifestar de la manera más simple a la más compleja. Así pues, se emplean signos gráficos que son asimilados internacionalmente (Font Andreu, 2007).

El arquitecto usa la expresión gráfica para darnos conocimientos de todos los elementos que componen la construcción de su obra. Es importante que tenga una visión clara de qué y cómo lo va a presentar. Es una continua correlación entre el diseño tridimensional y el bidimensional. El objeto será el protagonista del dibujo, nunca el entorno, el mobiliario o la figura humana tomará mayor presencia que este, aunque sí lo pondrá en valor y le proporcionará escala.

El dibujo es cuidado, hay que tener un control exhaustivo con este y AutoCAD, al ser un programa vectorial, da objeto de ello.

Se exponen a continuación los recursos gráficos detallados que se manejan con la herramienta AutoCAD.

La línea permite trazar rayas sobre la superficie de papel virtual y atribuirle características de grosor, tipo y color. Éstas se pueden redefinir tantas veces como se quiera. Es una herramienta inteligente, dibuja con precisión y rapidez.

El grosor de línea es aplicable a cualquiera de estas rayas, curvas o rectilíneas, al margen de la técnica que se utilice. La línea gruesa será siempre la línea de propiedad, la que lleve el peso del proyecto (marcar la sección,

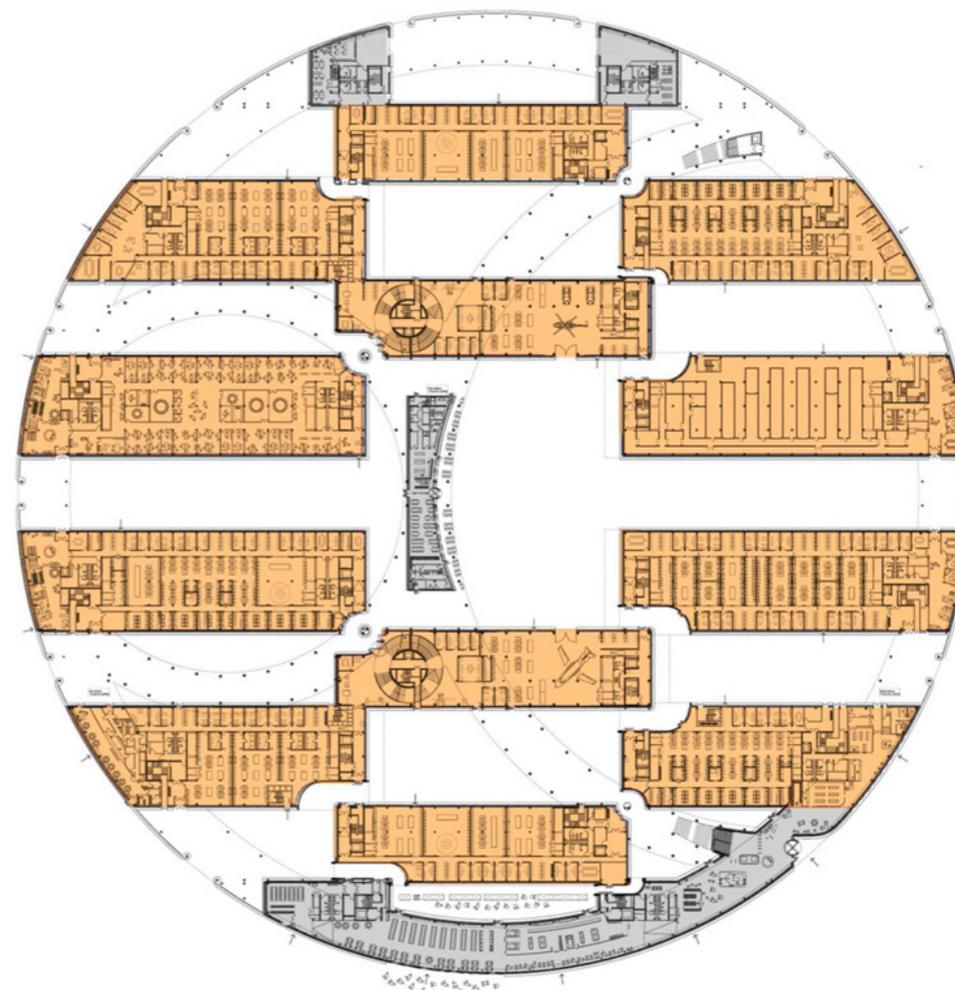


Ilustración 20. Planta baja realizada en AutoCAD con diferenciación de espacios mediante sombreados. Skolkovo Institute of Science and Technology / Herzog & de Meuron

alzados en proyección, corte de estructuras, horizonte, soleras, etc.). En un segundo lugar tenemos la línea media, que será precisa para elementos principales, qué queremos que se vea con presencia en el proyecto y no pase desapercibido. La línea fina será para elementos de detalle o subordinados, como mobiliario, carpintería y ambientación.

Según la escala a la que se trace, la línea varía de grosor. Estos grosores de línea pueden atribuirse según las puntas de Rotring utilizadas en antaño, saliéndonos de las normas ISO, los grosores aplicables serían los siguientes, aunque cada proyectista tiene libre elección a la hora de designar grosores a las líneas, siempre con un criterio coherente.

Ejemplo

- 0,13 MAGENTA
- 0,20 AMARILLO con tinte naranja
- 0,30 VERDE
- 0,40 NARANJA

Respecto a lo referido a la gama de colores, hay un sin-fín de técnicas que trabajan los arquitectos a la hora de expresar sus planos, pues cada autor tiene un lenguaje gráfico diferente, por lo que es difícil sintetizar estas técnicas sabiendo que estamos hablando de un método de representación personal, aunque normalizado por el lenguaje gráfico universal. Una planta se representa igual en cualquier parte del mundo, pero cada creador se comunica gráficamente con un lenguaje propio y característico, dependiendo de la sensibilidad del individuo (Plumed & Gómez Fabra, 2016).

Dicho esto, mencionaremos una de las técnicas más extendidas es la presentación del dibujo en juegos monocromáticos mediante escala de grises o bien colores tenues. Con el balance cromático de oscuros a claros damos importancia a según qué elementos. También podemos añadirle un toque de color a ciertos elementos, como la vegetación, para darle más dinamismo al dibujo.

Al tener AutoCAD una gama de trazados, patrones, degradados y sombreados voluminosa, podemos crear texturas que nos ayuden a la mejor lectura del proyecto. Podemos conceder al suelo ciertas determinaciones que nos ayuden a comprender en qué dirección juega su despiece, qué materialidad tiene o simplemente diferenciar espacios.

Juegos de colores, transparencia, dibujos en perspectiva, fondo y figura, la línea del suelo, estructura con el entorno, atribución de tipo de línea (continua, rayas, puntos, trazo, zigzag, etc.), símbolos y textos serán también imprescindibles para esa postproducción de vistas a la hora de trazar un plano para comunicarlo, aunque hay veces que tanta escenografía puede desvirtuar el plano, y por consiguiente la idea.

Por último, cabe apuntar en este apartado que la planimetría y los dibujos que generan AutoCAD pueden complementarse con softwares externos con el fin de darle una propulsión final a los dibujos. Es así, que bien se conoce el uso de Photoshop a la hora de la postproducción tanto de planos como de ilustraciones. Este programa es altamente conocido por su amplio uso en lo que se refiere a edición de fotos. Muchos son los que hoy en día terminan dándole su propio lenguaje gráfico a los planos mediante este programa. Photoshop contiene una amplia gama de herramientas que nos permiten darle al dibujo un carácter más cautivo y artístico a la hora de seducir al receptor.

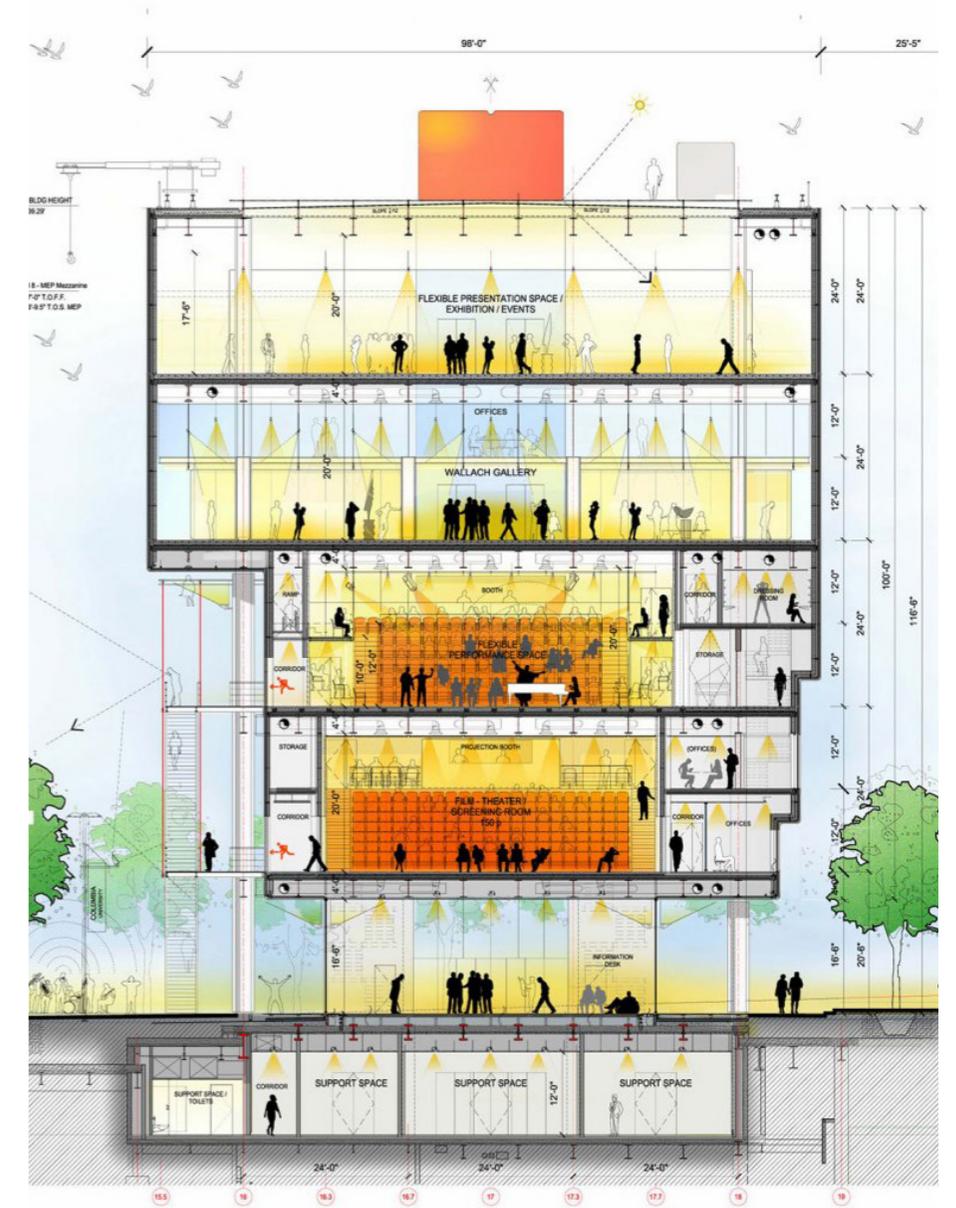


Ilustración 21. RPBW. Vista en sección Lenfest Center for the Arts integrado en la Universidad de Columbia por Renzo Piano en colaboración con SOM (26/10/2016).

# Generación III

## 3.1 El proyecto a través de BIM y el software Revit. La generación del dibujo paramétrico.

BIM (Building Information Modelling) se presenta como una revolución en la industria, aportando nuevos modelos en técnicas de comunicación e información (ICT) en todo el sector de la construcción. BIM es conocido por su cooperación y coordinación en la gestión de los proyectos. A lo largo del proyecto de construcción, en fases de diseño, ejecución y mantenimiento inclusive, BIM contribuye a la eficiencia y mejora en lo que respecta a calidad y agilidad, acciones que se traducen en un beneficio económico (Romero Moruno, 2016).

BIM es definido según el profesor Chuck Eastman en su libro BIM Handbook, como “la tecnología de modelado y el conjunto asociado de procesos para producir, comunicar y analizar los modelos de información “building models”.

En compendio, BIM ha permitido mediante técnicas modernas un nuevo proceso en el desarrollo de un proyecto, en lo referido a su gestión de manera paramétrica y con modelos pluridimensionales. BIM ha madurado hacia dos grupos, los que encierran las herramientas que entendemos como software y la metodología, que abraza todos esos recursos de interacción y colaboración del usuario.

BIM aparece como metodología en los años ochenta, pero no es hasta los años 2000 que se crea el software Revit. Revit se empieza a extender internacionalmente con la garantía y el compromiso de la ejecución de proyectos con mejoras en la efectividad y la calidad, así como un adelanto significativo en los ciclos de vida del proyecto. Durante el ciclo, BIM es capaz de incorporarse a varios procesos, como el presupuesto, el modelado, la planificación, los cálculos, la planimetría, etc. Es un formato que permite la revisión y solución a tiempo real y de forma integral. Un cambio se redirige a todos los procesos y formas del proyecto. En los siguientes guiones, recopilados del TFM de Romero (2015), se expone qué no es BIM:

- BIM no es un programa o “software”, es decir, BIM no es Revit® o ArchiCAD® u otro “software” basado en BIM. Estos son “softwares” que emplean BIM como su metodología de trabajo, es decir son “softwares” BIM en los que nos apoyamos para crear la información, pero sin embargo BIM va más allá de estos programas integrando otros procesos.

- BIM no es “simplemente” un “software” de dibujo/diseño en 2D/3D, es más. Como se explica en el punto anterior BIM ni siquiera es un “software”. BIM es la creación y gestión de la información introducida a partir del dibujo 2D/3D.

- BIM no es un único programa o “software”, BIM es un modelo virtual generado a partir de una base de datos y que crea un proceso de trabajo que implica el flujo de información entre los “softwares” intervinientes en gestión de proyectos.

- BIM no es una evolución del CAD. BIM es una metodología de trabajo que genera una base de datos de información, mientras que CAD es una plataforma de trabajo para generación de planos a partir de dibujo 2D/3D a los que se le pueden asignar atributos, pero que no cumplen con la característica BIM de estudio de las relaciones entre las partes y del conjunto como algo más que la simple adición de las mismas.

BIM no es:

- EXCEL aunque los “softwares” BIM generen tablas.
- AutoCAD® aunque los “softwares” BIM generen planos con cotas.
- Sketchup aunque los “softwares” BIM generen dibujos en 3D.
- 3DStudio aunque los “softwares” BIM generen renders.
- Presto o Arquimedes aunque los “softwares” BIM generen mediciones y presupuestos.

Con todo esto, se cierra el apartado afirmando que BIM es una nueva y revolucionaria forma de trabajo del que emerge como uno de sus programas vinculantes Revit, fruto del desarrollo del dibujo manual y la generación de AutoCAD. Revit basa su interface en la construcción de un objeto mediante modelos paramétricos, conocida como una técnica de diseño digital al que se le introduce unas variables con libre manipulación, dando mayor libertad arquitectónica, pues el modelo se entiende como un ente único en todas las vistas que proporciona el software y sus modificaciones se producen multidimensionalmente. Una herramienta revolucionaria.

Es el arquitecto formado en los años 80 el sujeto que ha tenido que amoldarse a los cambios producidos por los avances tecnológicos y sociales que le han impuesto hacia la asimilación de estas nuevas herramientas que demandaba el oficio.

Son muchos los que empezaron con el dibujo manual, se aleccionaron con el dibujo vectorial y ahora se están naturalizando con modelos paramétricos. Se conoce BIM como la metodología de trabajo, y será Revit el software de estudio seleccionado que estudiaremos en este capítulo.

### 3.1.1 Origen y desarrollo.

En este punto se responde a la cuestión de porqué y quién creó el concepto BIM, y en consecuencia, el software de soporte paramétrico Revit.

Es por ello, que debemos saber cómo surge el concepto BIM primero, pues aun pareciendo un dato reticente, ya en los años 70' Charles M. Eastman, conocido como el padre del término BIM, escritor y profesor del Georgia Tech Institute of Technology, daba las primeras acepciones en lo que alude a un modelo paramétrico. En su libro *The Use of Computers Instead of Drawings in Building Design*, valora el concepto de Building Description System como: "...definiendo interactivamente elementos, derivando secciones, planos vistos isométricos o perspectivas de la misma descripción de elementos. Cualquier cambio o arreglo sería hecho solamente una vez para todos los dibujos. Todos los dibujos derivados de la misma disposición de elementos serían automáticamente consistentes, cualquier tipo de análisis cuantitativo podría ser generado fácilmente, proporcionando una sola base de datos integrada para análisis visuales y cuantitativos...". Es por ello por lo que el modelo paramétrico ya se predecía e investigaba hace cincuenta años (Oya Sala, 2015).

Conocido ya el paso que se efectuó del dibujo a mano y la posterior inmersión en la era digital del desarrollo proyectual mediante el Diseño Asistido por Computadora (CAD), se empieza a aplicar en 1987 el concepto de trabajo BIM bajo el nombre de Virtual Building.

Es en esta década de los 90' cuando se comienza a emplear el programa de ArchiCAD, nacida con la idea de trabajo capaz de crear modelos en 2D y en 3D. Autodesk, creador de AutoCAD y más adelante propietario del programa Revit, es la encargada de invertir en el desarrollo del método de trabajo BIM (Escuela de Diseño de Madrid, 2018).

Es la unión de Irwin Jungreiz y Leonid Raiz en 1998 la causante de la creación de Revit. Ambos, trabajadores de

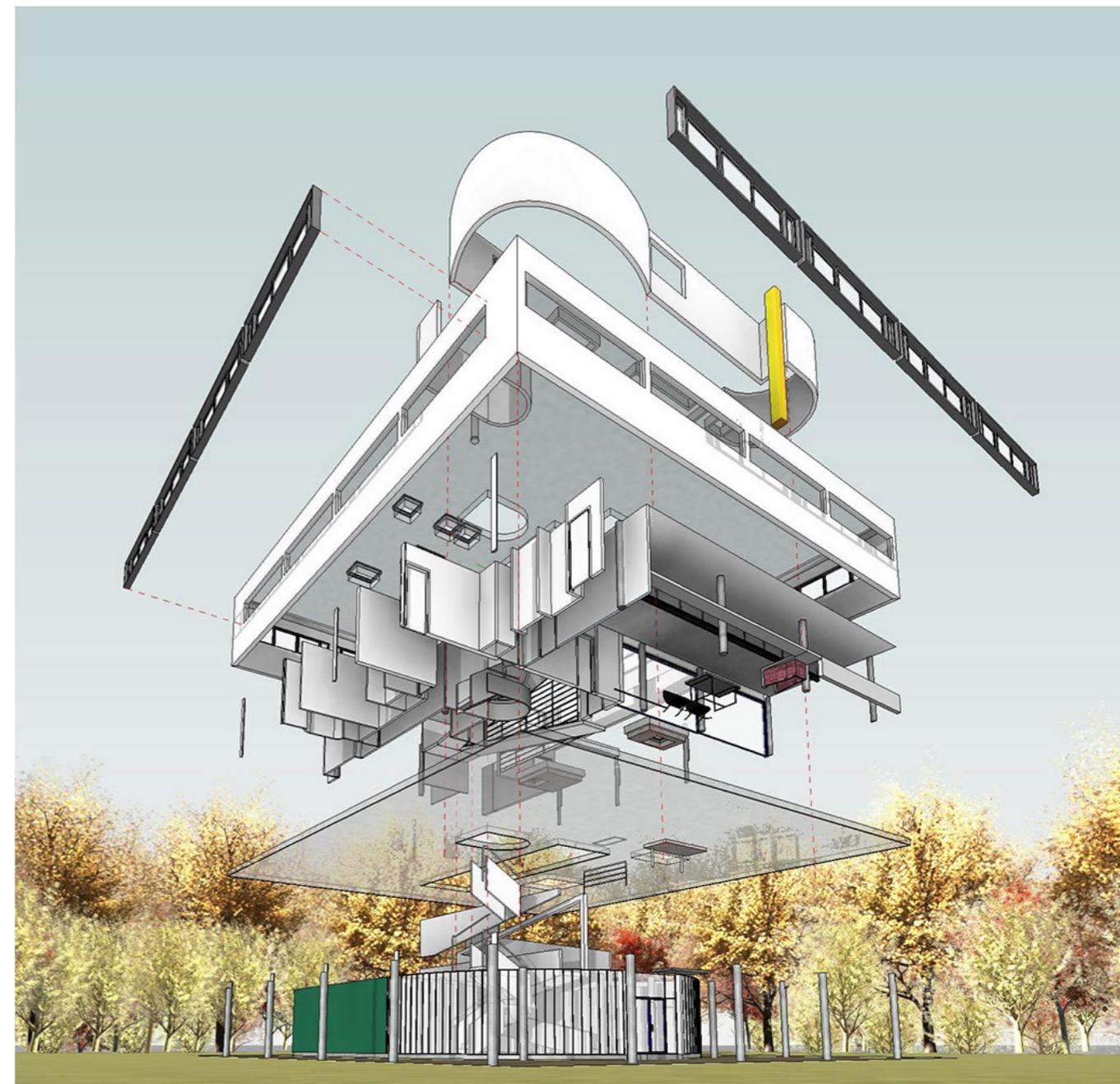


Ilustración 22. Malallister, S. (2014) Revit 2014 Displacement for Le Corbusiers Villa Savoye.

“Pro-Engineer” comparten la idea de un programa bidireccional y con interrelación de datos y vistas para un programa de arquitectura. Así, crean la empresa “Revit Corporation” y lanzan su primera versión en el 2000, Revit 1.0.

En 2002 Autodesk compra la empresa Revit Technology Corporation junto a todos sus empleados. Ya en su mano, Autodesk ramifica el programa a todas las disciplinas y lo bautiza como la herramienta BIM por excelencia. Empieza así, con la entrada del siglo XIX, un nuevo concepto de trabajo y modelado arquitectónico.

Aunque son diversas las herramientas que utilizan hoy el modelo BIM, será Revit, por su familiarización, descendencia y uso conocido el caso de estudio de este trabajo.

### 3.1.2 El arquitecto contemporáneo y sus recursos gráficos. Actualidad y futuro.

Como apuntó el Grupo de investigación ARC (2015) en las III Jornadas de Innovación Docente en Arquitectura:

”Durante las últimas décadas la práctica profesional ha experimentado cambios que están afectando el modo de trabajar de los arquitectos. Los estudios de arquitectura y las consultorías de ingeniería han tenido que reinventarse para adaptarse a las demandas sociales, tecnológicas y productivas emergentes. Las asociaciones virtuales, la integración de métodos de práctica integrada, la creación y divulgación online del conocimiento, la implementación de las tecnologías digitales en los estudios, la especialización del perfil del arquitecto y la participación activa de distintos actores en todas las etapas de diseño y construcción del proyecto son algunas de las tendencias que actualmente se observan en el ámbito profesional”.

Es por ello por lo que Revit está pensado de manera pareja a como razona un arquitecto. Permite libertad y agilidad a la hora de crear. Revit aparece en el cambio de siglo como el motor más avanzado a la hora de pro-

ductividad y profesionalidad en el diseño, planificación y renderizado para el oficio.

Aunque es el arquitecto el que debe acogerse a los cambios tecnológicos continuamente, como ya se anotó de la mutación del dibujo artesano al digital, CAD sigue impuesto aun con la aparición del Revit. El arquitecto de este siglo sigue utilizando AutoCAD como una relación mucho más directa con su trabajo. Aún Revit es mencionada como una herramienta cuasi desconocida en el oficio de este país, aunque en el ámbito norteamericano, británico y de los países nórdicos la implantación es casi plena. El arquitecto de este siglo que oficia en España aún no está familiarizado con el programa y su desconocimiento hace que no se utilice con solvencia y no se sienta cómodo al completo. (Gallardo, 2015)

Con la llegada del código técnico, decretos y normativa, la documentación que se exige en un proyecto se ha implementado de manera considerable, será Revit quien en un futuro próximo sea el responsable de ejecutar tanta documentación de la forma más eficiente, pues aparte de agilizar el proceso de obtención de planos, al trabajar el modelo con tantas otras herramientas, se podrá obtener un proyecto completo con un solo archivo de trabajo. Particularidad que AutoCAD no maneja.

Una ventaja que aporta también Revit es la veracidad. Los proyectos que se efectuaban con Rotring y AutoCAD diferían mucho del modelo final real, pues era un proceso tan laborioso, que algunos cambios se obviaban y se realizaban in situ. Esto deja de pasar Revit, la representación del proyecto es una imagen fidedigna de lo que será el resultado futuro de la obra, pues los cambios y modificaciones se hacen en tiempo real, sin requerir un trabajo adicional.

BIM se ha introducido el reto de la arquitectura para el consumo, lo técnico está ahogando a lo creativo, el arquitecto contemporáneo antepone el potencial y la efectividad de las nuevas herramientas digitales al proceso de dibujo manual y a la fase de creación. Dado a la capa-



Ilustración 23. Malalister, S. (2014) Oficinas MVRDV en Rotterdam, pioneros en el uso de la metodología BIM. Nuevo concepto de despacho de arquitectura.

ciudad de interdisciplinaridad y multidimensionalidad de Revit, a que su manejo es acorde a la metodología que se construye, el arquitecto debe tener unos conocimientos excepcionales sobre técnicas constructivas, pues lo que dibuje tendrá un símil con la realidad.

Como procedimiento a la introducción del BIM en todos los despachos, cabe apuntar que aun quedando años para que se consolide, en 2018 se establece la presentación de proyectos de obra pública mediante metodología BIM (Monfort Pitarch, 2015).

Para concluir, hay que decir que, si el arquitecto ha sabido coexistir con la sinergia del dibujo manual junto al trabajo en CAD, va a asimilar y entender que habrá un futuro inmediato de cohabitación de AutoCAD y Revit en lo que refiere a dibujo de representación y la metodología de trabajo.

### 3.2 Funciones del medio gráfico en el proceso de proyectar mediante el software Revit.

#### 3.2.1 La intención del autor

Hoy en día, CAD sigue implantado en el 90% de los despachos arquitectónicos para tareas de delineación con sistemas de representación formales parejos a los que conocemos de generaciones pasadas. El arquitecto ha relevado el papel por la pantalla gráfica para simular su modelo, y es Revit el software que le da la oportunidad de visualizar el objeto de parametrización con información multidisciplinar.

El arquitecto que controla Revit, controla el proyecto conjuntamente, mientras que en AutoCAD el modelo se gobierna unilateralmente, cada vista es independiente. Es por esto por lo que el concepto de desarrollo del proyecto cambia con el brote de Revit, ya no se piensa un proyecto y se dibuja en dos dimensiones, sino que se visualiza y altera directamente en tres dimensiones en la pantalla,

ahorrándonos tiempo y facilitando el proceso de diseño (IAC, 2015).

Con Revit el arquitecto piensa en 3D, pero permanece fiel a pasos intermedios. Por ejemplo, una distribución se puede dibujar en AutoCAD y seguidamente vincularse al programa, así tenemos una base en planta para empezar a modelarla en 3D.

El arquitecto va a seguir dibujando manualmente o con programas vectoriales, pues tiene los conocimientos suficientes para su manejo. Hay que ser conscientes de que AutoCAD sigue siendo capaz de desarrollar la mayor parte de un proyecto básico, pero será en el de ejecución, el proyecto formal y técnico, donde ya está todo más definido y claro, cuando Revit será la clave para la representación formal del proyecto.

El dibujo de Revit ya no se percibe como un guiño al deseo arquitectónico y a esos trazos iniciales de ideación. El dibujo ha perdido personalidad y se ha sumergido en un grafismo mucho más técnico y fidedigno. Son tiempos donde parece que la imagen es más importante que el contenido, así que la intención del arquitecto ya no es presentar una obra de arte en sí como reflejaban los dibujos manuales, ahora se centra en una comunicación llana con el cliente. El usuario actual ya no tiene que interpretar unos dibujos, ahora se le entregan planos de fácil lectura y comprensión.

Para concluir, Granados Valencia (2014), resume la intención del arquitecto contemporáneo con esta mención:

“Detrás de todo buen proyecto existe un concepto, un núcleo generacional, una idea, que para su construcción requiere nociones de generación de la forma matemático-geométricas, conocimiento y manejo de cuestiones significativas y subjetivas que atañen al hombre como diseñador y como usuario, y una base material que la sustente aplicada con maestría en un contexto determinado.”

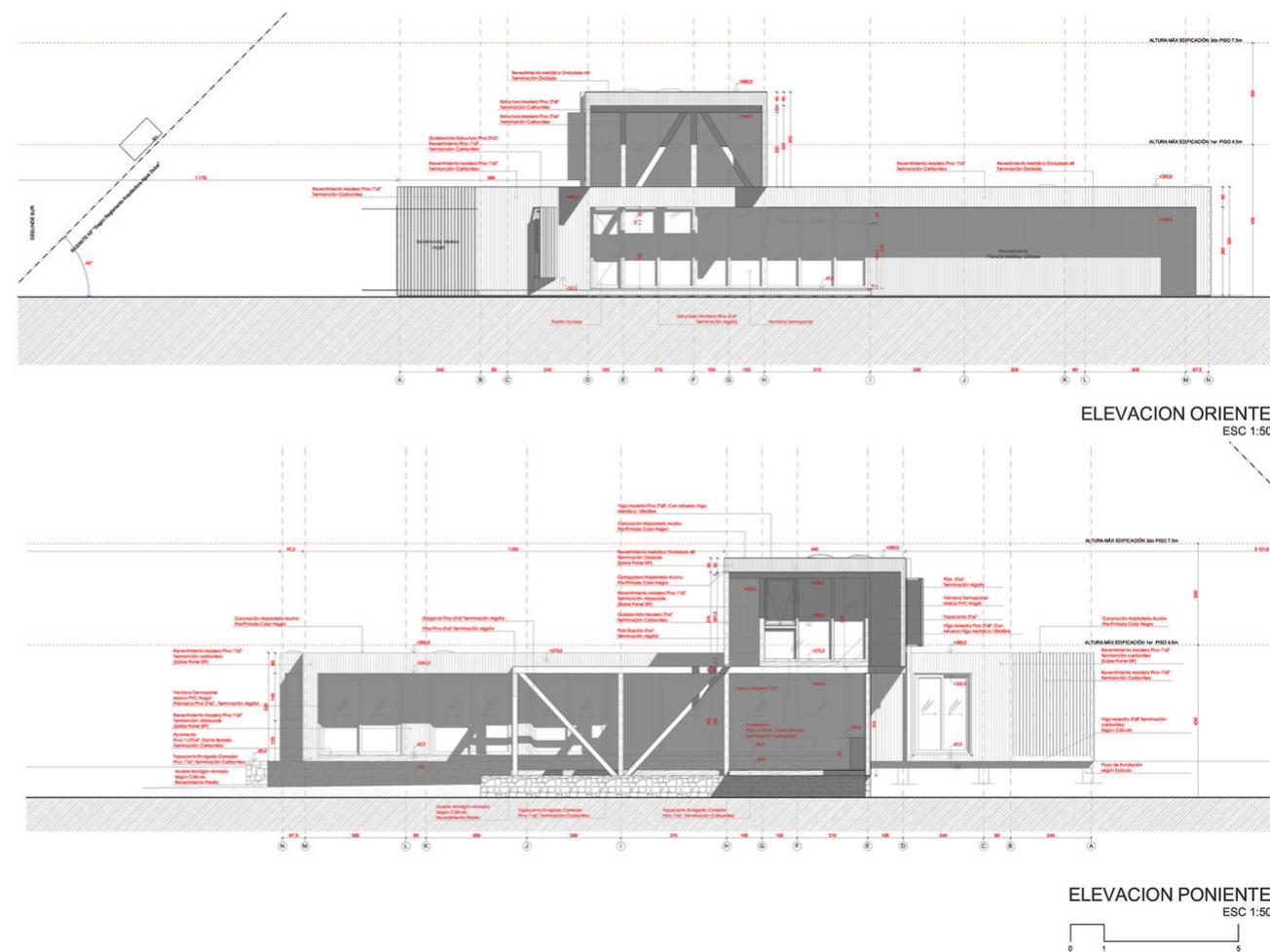


Ilustración 24. Presentación en alzado con el software Revit del proyecto Casa AD-01 / Díaz Fernández Arquitectos

Con esto se quiere matizar que aunque el programa requiera unos conocimientos exhaustivos del proceso constructivo y todo lo referido a la formalización técnica del diseño, la ideación inicial del arquitecto siempre será el corazón del proyecto.

### 3.3 Dibujo y comunicación. Comunicación expositiva.

Es cuando el proyecto ha adquirido un aspecto formal, pasando de la comunicación reflexiva del autor con su obra a la comunicación descriptiva dirigida al artífice del proyecto, cuando el mensaje tiene que ser recibido por el cliente, ya sea una institución pública o un particular.

En la fase 1 el proyecto ha sido ideado mediante un proceso de dibujo personal y de expresión gráfica individual, sometiéndolo a juicio y orden, hasta una autocrítica que lo ha enmarcado en un espacio y entorno. Seguidamente, en la fase 2, estos dibujos se han convertido en reflejos anticipatorios del proyecto mediante un lenguaje explícito y sensato. Todo este proceso comunicativo del dibujo se ultima con la tercera fase, la expositiva, la que declara PRESENTAR el proyecto, no representarlo (Vidal, 2000).

Es aquí donde interviene la figura del promotor, entendido como el “padre” del edificio, que será el encargado de pregonar una idea al que el arquitecto le dará luz. Es por eso que entendemos a este personaje como primer conversador del proceso de producción de un proyecto.

Además de este, será el cliente particular también otra figura enraizada a ese primer acto comunicativo. Es el cliente el que le expondrá al arquitecto sus exigencias a la hora de construir su obra y será el arquitecto el que ordene, maneje y concrete esa idea con un propósito final construido.

Esta tercera fase trata en finalidad de PRESENTAR el proyecto de forma atractiva, tanto para el cliente como el promotor. Al fin y al cabo, se conoce que una imagen

puede llegar a vender más que el producto en sí, y el arquitecto será el encargado de darle una percepción al proyecto seductor a cualquier ojo. El mundo y sus avances tecnológicos han conseguido que, con herramientas como Revit, el proyecto pueda expresarse con rapidez y realismo, pues contiene recursos como son la sombra, el control del sol y la atribución de materiales veraces que crean un entendimiento global y tentador hacia el cliente.

El arquitecto ya no necesita una maqueta para comunicar su idea volumétrica, bastará con vistas axonométricas, cónicas o incluso de realidad virtual que el propio programa Revit genera. Con la introducción del sistema digital y los programas de renderización vinculados a Revit, es posible generar esa maqueta visual ágilmente, actividad que antaño soportaba horas y horas de trabajo manual.

Con esta era de revolución digital, la comunicación expositiva se ha convertido en el lenguaje cautivador de la arquitectura, los planos ya no se presentan de forma monocromática o con intención de evocar materiales, sino que reflejan la obra futura virtualmente regalando la sensación de estar frente a ella.



Ilustración 25. Domingo Aldama, F.Foster, durante la presentación de su proyecto en Bilbao, en 2019, ante varias imágenes de su propuesta.

## 3.4 Evaluación del método del programa Revit

### 3.4.1 Revit como herramienta

Revit es la es la herramienta creada por Autodesk en base a la metodología de trabajo BIM. Es un software que trabaja con modelos paramétricos que gravitan sobre objetos inteligentes y tridimensionales. Por ende, este programa funciona de forma bidireccional, es decir, cualquier cambio en cualquiera de las vistas se materializa en el objeto (Oya Sala, 2015).

Sintetizaremos el programa en tres consideraciones principales, como contenedor único, como ejecutor de diseños paramétricos y como herramienta de interoperabilidad.

Hablando de la primera característica, Revit trabaja en sus plantillas de dibujo un modelo único que es capaz de contener toda la información que se le otorgue. Esa información es accesible a todos los participantes del proyecto. Todo es almacenado en un solo objeto inteligente, lo que facilita la revisión y modificación por partes. Se dice que es una información bidireccional, pues es factible modificarla, tramitarla y retornarla al modelo.

En lo referido a diseño paramétrico, como ya se ha puntualizado, Revit trabaja el modelo como una unidad, a la que los cambios que se efectúen en según qué vistas, alterarán el objeto completo automáticamente. Así se eliminan posibles incoherencias en el proyecto, por ejemplo, si la altura del forjado está a 2,85 m en la vista de alzado, lo estará también en todas las secciones y vistas que tracemos.

Revit no utiliza líneas ni dibujos vectoriales, Revit trabaja con componentes, a los que llamamos familias. Lo que dibujamos no son líneas, si objetos constructivos virtuales.

Es así por lo que un muro no será el espacio definido entre dos líneas en una superficie, si no que será un elemento

del proyecto al que se le atribuirán espesores y materialidad. El elemento será todo lo que forme parte del modelo (con unas características bi y tridimensionales). Trabajamos con elementos, no líneas definitorias.

Revit contiene tres tipos de familias, las que de denominan familias “del sistema”, que vienen en el programa por defecto (muros, cubiertas, suelos, conductos, tuberías, etc.), las familias “cargables”, que son archivos de extensión RFA. y que insertamos desde el exterior a nuestro proyecto (mobiliario, vegetación, instalaciones, iluminación, anotación, etc.), y por último las familias “in situ”, que nos permiten hacer elementos específicos creados por el usuario.

Estas familias, ya sean del sistema o cargables, son objetos a los que les podemos atribuir medidas determinadas y darle las propiedades materiales que requiera el proyecto, entre otros.

Aun no siendo caso de estudio, es importante hablar de interoperabilidad, entendida como la comunicación entre programas de diferentes productores. Es así, como Revit permite intercambiar, modificar y relacionar información en todo su proceso.

Para concluir añadiremos que Revit:

-Es un programa que permite atribuir a cada elemento de construcción la variable del tiempo, le podemos otorgar un periodo de construcción y así acercarnos a las fases reales de plazos construcción del proyecto.

- Permite computar costes pues las mediciones son mucho más reales, ya no medimos líneas si no elementos contables.

- Posibilita la visualización del proyecto frente a aspectos de sostenibilidad, referidos a la orientación, emplazamiento, conductividad de los elementos, etc.

Con todo esto, finalizar asociando que Revit es un pro-

grama que registra y almacena toda información que se le conceda, que se actualiza anualmente y que son tantos los datos que nos puede dar sobre la construcción de la obra, que hoy en día, aún para personas que dominan el programa, ven imposible abarcar el control total de este.

### 3.4.2 Revit como recurso gráfico de proyección

El uso de Revit a nivel gráfico se ha puesto en punto de mira conforme a la pregunta de si la calidad de los planos es suficiente, pues el lenguaje normalizado y técnico que se le ha impuesto al programa es originario del país de su creador (EE. UU) y su grafismo está estandarizado. Asimismo, parece que los plazos mínimos de ejecución de proyectos que se reclaman hoy en día han desentendado una prioridad ante la generación de documentación sobre la estética de la planimetría. BIM ha asentado las estrategias y procesos de mejora en lo respectivo a la producción de un edificio pero cabe preguntarse si se ha centrado en esa parte y ha dejado atrás los aspectos gráficos

Con todo esto, se procede a un acercamiento y posterior evaluación a las herramientas visuales que nos ofrece el programa Revit y veremos hasta donde llegan sus límites en lo respectivo al grafismo.

Para Salvador (2019), “hay una realidad que puede formularse a partes iguales entre poética y tajante. En CAD, los planos son el inicio; en BIM, son el resultado”.

Hablamos ahora del grafismo de Revit, recurso que suscita tanto recelo como interés. Nos encontramos en un marco de acogida respecto a la herramienta donde se alzan controversias entre individuos interesados en cuidar el nivel gráfico que aporta Revit hasta la desconfianza de observar que los planos generados por este programa están marcados por unas normas y parámetros recurrentes que poco dejan a la gratificación de la expresión gráfica.

Ya no se hacen líneas, se colocan familias y elementos en el modelo. Las familias que ofrece Revit mediante descarga o en el propio programa están estandarizadas y son poco atractivas. En la escuela nos enseñan un lenguaje gráfico geométrico y simplificado que en nada se parece a las líneas, poco sutiles, que proyecta el elemento.

Los planos en Revit se leen con un lenguaje más técnico que artístico, y esto al arquitecto que tenga cierta sensibilidad no gusta, pues son más parejos al que podría realizar un arquitecto técnico. Es una estética muy lejana a la que nos han enseñado en la Escuela.

Pero el arquitecto, entendido como artista, es capaz de coger el programa y llevarlo a su máximo esplendor gráfico. Si sabe cómo, se puede conseguir cualquier cosa. Es a partir de aquí donde se exponen las estrategias que puede seguir un arquitecto a la hora de abordar procesos gráficos con el programa. Para ello dividiremos las funciones gráficas principales que nos ofrece Revit en:

-Grosos de líneas: Revit contiene 16 plumillas, garantizando una máxima personalización. Está mucho más avanzado que la forma que tiene AutoCAD, pues se controla mediante dos comandos: Mediante gestionar –estilos de objeto, donde se le asigna una plumilla a cada categoría de Revit (sección, alzados, plantas, etc.) o Gestionar-configuración adicional-grosos de línea, donde se le asigna el espesor a la línea según la escala en la que se trace la vista.

-Modificadores de visibilidad/gráficos: esta herramienta funciona como una tabla donde se especifican todos los elementos y sus desgloses. Es la herramienta gráfica por excelencia de Revit. Permite, por vistas, visualizar o no objetos, darle un trazado o color a la línea, un porcentaje de transparencia, un color de proyección y corte con tramado o no, etc. Además, esta orden se puede configurar mediante un filtro de vista, guardando la configuración de una en concreto e insertándola en otra para que, por ejemplo, todas las plantas a una determinada escala,

tengan exactamente la misma configuración. Así, en un plano por ejemplo de vista en alzado, donde queremos poco detalle, podremos ocultar las manivelas de las puertas, mobiliario, vegetación, etc.

-Esquemas de color: Revit es capaz de asignar un patrón de color según queramos nombrar una estancia, diferenciar espacios, marcar un suelo específico, etc. Para ello hay que definir cada habitación y atribuirle una información (nombre, etiqueta, etc.) que se añade a una sección de leyendas donde se le otorgan los sombreados requeridos. Una herramienta muy práctica.

-Tipo de línea: Revit confiere un trabajo de la línea mucho más exhaustivo y preciso que AutoCAD, el programa permite configurar la línea con un mimo extremo. Revit crea líneas de modelo de dibujo a la que se le atribuye un nombre que se genera automáticamente en el desglose de anotaciones, además a estas líneas se le adjudica un color, espesor y estilo de trazado según lo que se quiera apuntar. Por ejemplo, podemos crear una línea roja, discontinua y de espesor 1.0 mm para realizar un plano de instalaciones y anotar la circulación del agua caliente.

-Patrones de línea: en este aspecto, Revit sobrepasa con creces AutoCAD, pues ahora no hay una gama de trazados seleccionados, sino que se puede crear a elección propia y configurar desde el interior del programa. Raya, puntos y espacios serán organizados a nuestra merced para según qué queramos delinear en el plano.

-Patrones de sombreado: se sabe que siempre han sido un recurso para darle información a los planos, tanto de señalización, materialidad, etc. AutoCAD contiene degradados que en Revit todavía no se contemplan, por lo que las mejoras en este recurso son inexistentes.

-Estilos de línea y Estilos de objeto: es una correlación entre color, patrón de línea y grosor. Con esto, podemos controlar, por ejemplo, que todas las familias que formen parte de los elementos de mobiliario se grafien de igual manera y aparezcan en las con la misma configuración,

a modo de que todo el proyecto se lea con el mismo lenguaje.

-Rango de Vista y Región de plano: la primera herramienta es fundamental a la hora de decidir por donde se quiere cortar el modelo para representarlo en planta y hasta qué nivel de profundidad se limitará la vista. El rango de vista es lo que conocemos como altura de plano de corte. La Región de plano consiste en delimitar una región en el plano donde se dará un rango de vista diferente y es una herramienta de vital importancia.

Revit, además, contiene una interfaz en cada base del dibujo donde se pueden configurar diferentes aspectos:

El primero es la configuración de la escala, aunque Revit trabaja con un modelo global y con vistas interconectadas, a cada vista se le aplican unas propiedades, entre ellas la escala. El nivel de detalle será el encargado de cristalizar en el dibujo el rango de especificación que se le dará al plano. Así, una vista que quiera comunicarnos algo con sencillez se configurará a una escala grande y se reducirá a un nivel de detalle bajo, y viceversa. Por ejemplo, un aparato sanitario podemos reducirlo hasta convertirlo en un cubo. Pasa lo contrario con el nivel de detalle alto, donde podremos ver hasta los reguladores de agua de los grifos.

Revit trabaja por vistas, y a cada vista se le pueden otorgar diferentes cualidades. Es decir, podemos trabajar simultáneamente la misma vista a distinta escala y con diferentes configuraciones. Una vez se tiene el modelo completo, el programa no dibuja, si no que genera vistas infinitas

Otra presencia es de estilos de visualización, podemos ver la vista seleccionada en estilos como una estructura alámbrica, sombreado, colores coherentes y visualización realista. Esta última es de mención importante, pues Revit funciona también como un motor de renderizado y permite atribuirle a cada elemento y sus partes un material específico que se puede visualizar en todos los estilos

de vista. Es un estilo muy utilizado, pues refleja con mayor precisión aún la obra que se ejecutará en el futuro.

De modo accesorio, en esta sección de herramientas de Revit, un recurso que ha incorporado y que AutoCAD no contempla ni en sus últimas actualizaciones, es el control del sol y las sombras. Revit permite cortejar al modelo atribuyéndole sombras según la orientación que se le configure al sol, desde unos grados de acimut y altitud hasta un fecha y hora determinada. Es una herramienta que hace de forma sencilla y automática Revit y que facilita y atrae la manera en que se comunica el proyecto. Es preciso, a manera de colofón, hablar de las herramientas que configuran las vistas tridimensionales del proyecto, la cámara y la caja de sección.

La cámara es la responsable de las vistas cónicas, fugadas, estas se podrán hacer del modelo exterior, interior e incluso de una sección. La caja de sección, en contraposición, será la encargada de las vistas axonométricas, donde se podrá recortar y configurar el modelo según los deseos del autor. Estas vistas que nos generan serán las que se podrán renderizar a posteriori. Cabe decir que Revit no contiene un motor de renderizado de altas cualidades, es comúnmente usado para vistas rápidas y explicativas, no como realidad virtual en sí. Es cuando se importa a otros programas (Lumion, 3D max, Vray, etc.) cuando el modelo adquiere esa virtud.

Resulta claro concluir este capítulo manifestando que, aunque Revit haya surgido a partir de un lenguaje estandarizado procedente de sus creadores y que se le atribuye una connotación en lo referido al grafismo con un lenguaje más técnico, el arquitecto será capaz de conocer y controlar el programa a fin de trasladarlo a su propia expresión gráfica y poner los planos y las vistas en potencia.

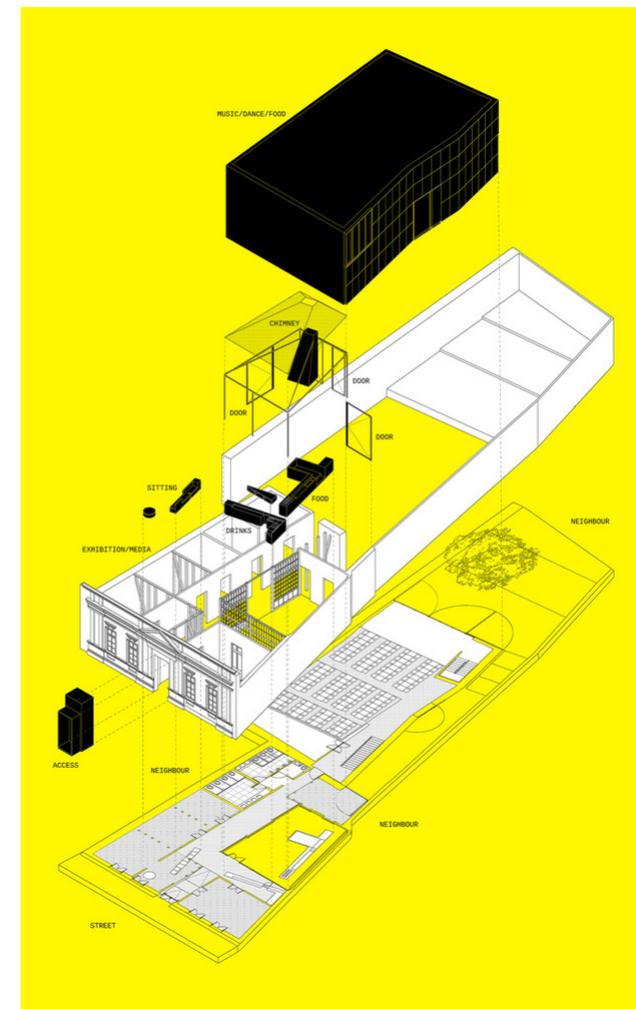


Ilustración 26. Axonometría explotada realizada con Revit. De Pablo A Violeta / SCL - Studio Caceres Lazo

# Cuadro comparativo

	Rotring	AutoCAD	Revit
IMPLANTACIÓN	Alemania, 1930, Escuela de diseño y arte Bauhaus.	1982, evento COMDEX	Primera versión año 2000 por la empresa Autodesk.
OPERATIVIDAD	Todo aquello que permitan las capacidades de las manos, las herramientas de dibujo técnico y los instrumentos de trazo.	Dibujo geométrico : líneas, círculos, polígonos, etc.	Elementos constructivos con propiedades, FAMILIAS (muros, puertas, ventanas, componentes, etc. )
DIBUJO	MANUAL, dibujos figurativos o abstractos hechos manualmente que evocan una intención futura	VECTORIAL: gestión de entidades geométricas que delimitan un espacio con una realidad futura.	PARAMÉTRICO: objetos inteligentes que reflejan en tiempo real el objeto futuro.
SOPORTE GRÁFICO Y MODELIZACIÓN	Papel 2D	Pantalla digital 2D, 3D	Pantalla digital 3D y en adelante
HERRAMIENTAS	Rotrings, material de dibujo técnico y programas anexos	Programa principal de infografía + programas anexos no vinculados.	Un programa que engloba la gestión completa del proyecto y además compatible con la vinculación de otros programas.
RELACIÓN DE VISTAS	Independientes. - imágenes realizadas desde una percepción subjetiva del autor	Independientes, cada vista se realiza de manera individual, sin vinculación alguna.	Un modelo único del que se abstrae el 100% de las representaciones

	Rotring	AutoCAD	Revit
<b>OBJETIVO DEL DIBUJO, INTENCIÓN DEL AUTOR</b>	Dar comienzo al proyecto, cuando el arquitecto se somete a un proceso de autoconocimiento en el que intervienen dudas, cambios y soluciones con el fin de obtener un objeto coherente.	Representar la caracterización formal del proyecto para hacerlo inteligible y veraz ante terceros	Presentar el proyecto haciendo alusión a la realidad de manera atractiva. Dibujos que nos presentan el edificio futuro en un clima de autenticidad
<b>PRODUCTIVIDAD</b>	Mientras el dibujo de ideación requiere el tiempo que decida su autor, el dibujo de representación manual carece de ventajas en lo referido a productividad y agilidad. Son dibujos laboriosos y sofisticados que poco margen dejan al error	El programa soluciona el desafío de la corrección. Permite borrar, variar y rectificar e incluso recuperar los dibujos de cualquier archivo, aunque se haga vista por vista.	Integrada la solución de la corrección, Revit trabaja con un modelo único inteligente, donde la modificación en cualquiera de sus infinitas vistas, varía el completo del objeto
<b>COMUNICACIÓN</b>	REFLEXIVA: vínculo exclusivo del artista con su proyecto.	DESCRIPTIVA: arquitecto con el objetivo de exponer verazmente su proyecto a terceros.	EXPOSITIVA: afán del arquitecto de seducir al cliente mediante sus dibujos.
<b>ACTUALIDAD</b>	El arquitecto no renuncia al uso de la mano a la hora de iniciar sus proyectos, sabe que es el método más ágil y expresivo. El dibujo de representación ha quedado supeditado a medios digitales.	AutoCAD sigue implantado en el 90% de los estudios de arquitectura en cuanto a dibujo de representación, pero siente su cercana coexistencia con Revit.	Aunque sigue generando recelo su incorporación, su establecimiento en despachos no dista de un futuro próximo.
<b>EXPRESIÓN GRÁFICA</b>	NO hay límites, el arquitecto elige sus propias herramientas y recursos para entender su proyecto. No tienen una base establecida de lenguaje universal, cada individuo es responsable de qué y cómo lo quiere comunicar. Se entiende el dibujo como obra de arte y acto creativo.	Está pensada como herramienta de Dibujo, por lo que contiene amplios recursos gráficos. Mientras el arquitecto sepa qué y cómo representar, será capaz de actuar con los instrumentos del dibujo con el objetivo de darle un fin y un uso.	Genera desconfianza ante la cuestión de si su formato presta más hacia una producción y agilidad en la gestión del proyecto que a una cuestión gráfica. Será siempre la figura del arquitecto la artífice de explora sus modestos recursos con el fin de llevar los dibujos a su máxima ponencia.

# Caso práctico La Fisher House.

Evolución del medio gráfico en un proyecto de arquitectura : del dibujo a mano al CAD y al BIM. La FISHER HOUSE.

## 5.1 Introducción al caso de estudio

Una vez teorizadas, evaluadas y comprendidas las herramientas gráficas a las que el arquitecto ha tenido que embeberse a lo largo de la historia de su oficio, se procede a realizar un estudio práctico a razón de concienciar y poner en balanza las oportunidades que nos otorga cada herramienta.

Por consiguiente, se va a realizar un estudio gráfico de la Fisher House, vivienda realizada por Louis Kahn en 1967. Consta que es un proyecto del que se han adquirido los planos y croquis originales realizados con pluma estilográfica y lápiz, y de los que se ha procedido a la posterior reproducción en los programas AutoCAD y Revit con el fin de poder contrastar las tres herramientas. Todo ello ha sido llevado a cabo con el objeto de sintetizar totalmente lo descrito en el bloque uno y comprender qué ventajas y desventajas hubiera tenido el autor de la obra habiendo podido beneficiarse de los recursos digitales.

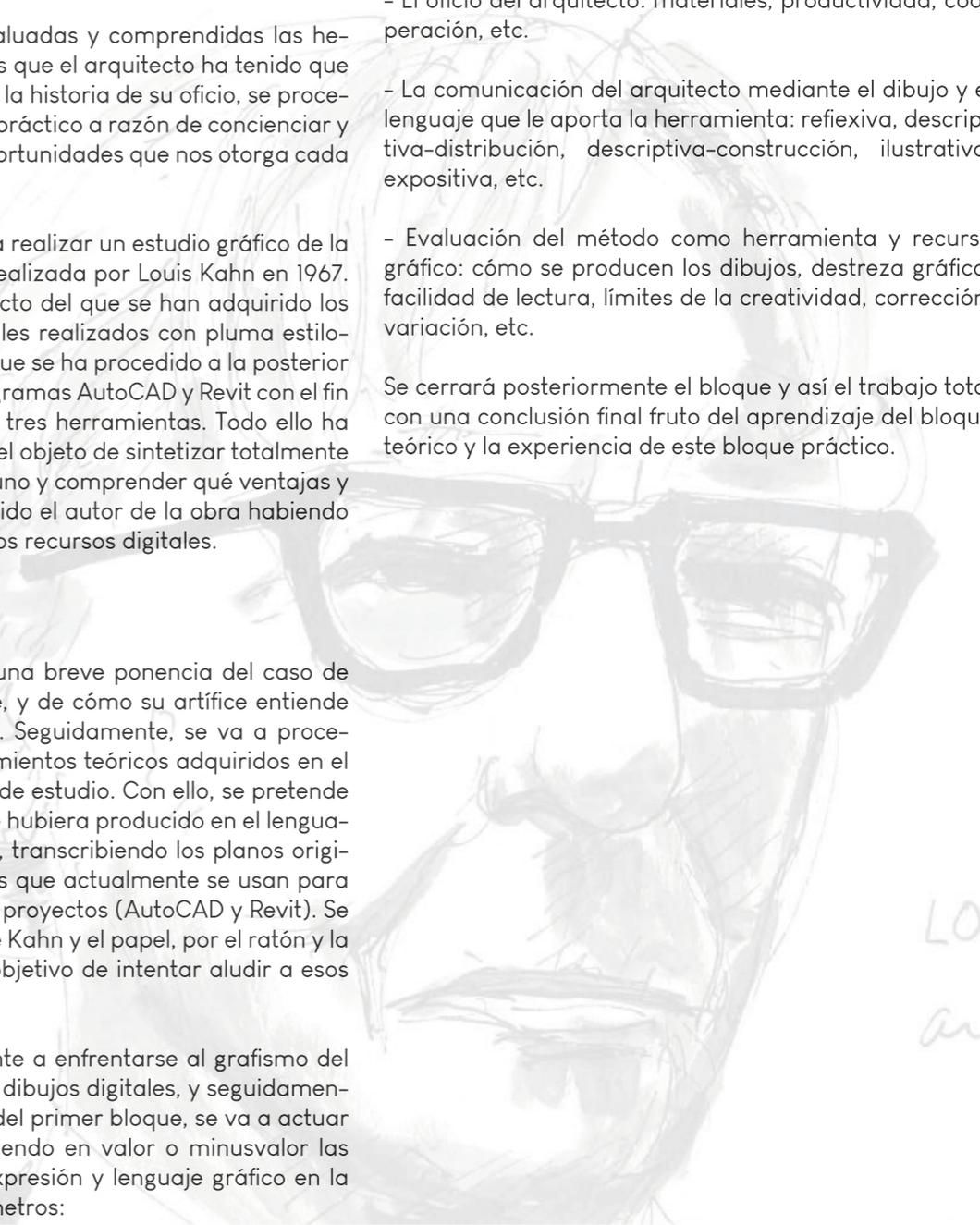
### 5.1.1 Metodología

El bloque se inicia con una breve ponencia del caso de estudio, La Fisher House, y de cómo su artífice entiende el dibujo arquitectónico. Seguidamente, se va a proceder a aplicar los conocimientos teóricos adquiridos en el primer bloque al objeto de estudio. Con ello, se pretende reflejar el cambio que se hubiera producido en el lenguaje gráfico del arquitecto, transcribiendo los planos originales a las herramientas que actualmente se usan para la representación de los proyectos (AutoCAD y Revit). Se va a sustituir la mano de Kahn y el papel, por el ratón y la pantalla digital, con el objetivo de intentar aludir a esos planos originarios.

Se procede primeramente a enfrentarse al grafismo del proyecto, realizando los dibujos digitales, y seguidamente, asimilando la teoría del primer bloque, se va a actuar de manera crítica, poniendo en valor o minusvalor las tres herramientas de expresión y lenguaje gráfico en la siguiente serie de parámetros:

- El oficio del arquitecto: materiales, productividad, cooperación, etc.
- La comunicación del arquitecto mediante el dibujo y el lenguaje que le aporta la herramienta: reflexiva, descriptiva-distribución, descriptiva-construcción, ilustrativa, expositiva, etc.
- Evaluación del método como herramienta y recurso gráfico: cómo se producen los dibujos, destreza gráfica, facilidad de lectura, límites de la creatividad, corrección, variación, etc.

Se cerrará posteriormente el bloque y así el trabajo total con una conclusión final fruto del aprendizaje del bloque teórico y la experiencia de este bloque práctico.



LO  
an



Ilustración 27. Domingo Aldama, F.Foster, durante la presentación de su proyecto en Bilbao, en 2019, ante varias imágenes de su



Ilustración 29. Domingo Aldama, F.Foster, durante la presenta-



Ilustración 28. Domingo Aldama, F.Foster, durante la presentación de su proyecto en Bilbao, en 2019, ante varias imágenes de su propuesta.



Ilustración 30. Domingo Aldama, F.Foster, durante la presenta-

## 5.2 El dibujo para Louis Kahn y su proyecto, la Fisher House.

### 5.2.1 Dibujar para Louis Kahn.

“Amo lo inicios. Los inicios me llenan de maravilla. Yo creo que el inicio es lo que garantiza la prosecución. Si ésta no tiene lugar, nada podría ni querría existir.” (Galván Desvaux & Tordesillas, 2017)

Kahn contrastaba el concepto elaborar un dibujo de ideación con un pleito de aprendizaje, donde interverían actos de canalización, comprensión y naturalidad que se enfrentaban a la racionalidad. Para él, el dibujo es investigación, es cuestionarse y exigirse una verificación constante. Así, en su continua observación, indagación y reflexión, consigue un equilibrio en sus dibujos entre palabra, imagen y pensamiento. Kahn es capaz de alcanzar una inquebrantable solidez y coherencia en sus proyectos mientras que le da una connotación personal y filosófica a cada uno (García Domínguez, 2020).

Así, Kahn consigue en esos instantes primarios de pensamiento una idea espontánea, la cual estudia y observa minuciosamente dándole uso a la sensibilidad, creatividad y juicio propio. El dibujo para él es un autoconocimiento, una introspección en la que el proyecto se enfrenta a su mente y donde se da correría a los límites de la imaginación. Dibujar es refugiarse en pensamientos críticos y sensitivos hasta sintetizar esa idea inicial que dará desarrollo al proyecto formal (Portela i Valls, 2015).

### 5.2.2 Louis Kahn, breve ponencia del caso de estudio, La Casa Fisher.

El proyecto de la Casa Fisher de Louis Kahn data de 1967 en Hatboro, Pennsylvania. Es conocida por la intersección de dos cubos a cuarenta y cinco grados, su basamento de piedra y su revestimiento y estructura en despieces de madera de cedro. Distinguida por la geometría en toda su simpleza, Kahn organiza el programa segregándolo en los dos cubos, uno para la zona de día y otra para la zona de noche (Di Carlo, Mediza, Paiva, & Silva, 2020).

La vivienda está orientada en base a su relación con la iluminación natural y las carpinterías están pensadas para ventilar incluso en épocas de lluvia. Kahn respeta minuciosamente el entorno y lo revaloriza dando grandes luces a la vegetación cercana. Logra un diálogo de lo nuevo con lo presente.

La relación entre los cubos parece simple y aleatoria, pero están pensadas con mecanismos complejos y precisos. Kahn comunica los dos cubos horizontalmente a través del cruce de sus aristas, pero también lo hace de forma vertical por la popular y voluminosa chimenea pétreo que ancla todo el cuerpo de día.

La casa Fisher se presenta como una evocación a la geometría más simple, está considerada un clásico de la arquitectura del siglo XX por abrazar la perfección en confort, habitabilidad, composición y, por encima de todo, emoción.

## 5.3 La Fisher House y el dibujo manual.

### 5.3.1 Los dibujos de ideación de la Fisher House.

Como se ha apuntado, a la hora de empezar un proyecto, el arquitecto es independiente del estilo, forma, color, grosor y técnica que tenga como recurso para reflejar su propio proceso de creación. El dibujo de ideación comienza con la mano alzada y guía al proyecto en sus primeras decisiones. Es un momento de plantear soluciones y problemas, de pensamiento crítico e introspección. El arquitecto se comunica de forma personal y sensitiva.

No constan los dibujos de ideación en ninguna base de datos, pero podemos intuir el proceso de desarrollo de la Casa Fisher mediante las siguientes imágenes que muestran los primeros esquemas del proyecto de Kahn.

Como es sabido, Kahn siempre empieza por cuadrados, y así se ve en sus dibujos. En estas imágenes podemos ver que Kahn se ha introducido en el proceso de desarrollo del proyecto y por ello está cerca de involucrarse en la fase de dibujo de representación. Se observa una cercana caracterización formal del proyecto, se pueden ver grosores de línea que nos señalan la entidad de los muros, mobiliario, anotaciones, relación con el entorno, composición de fachada, etc.

Aunque son esquemas previos a la obtención del proyecto final, se atiende a que hemos sobrepasado el dibujo de ideación y nos aproximamos a un proceso de representación formal del proyecto. Todo este proceso reflexivo de representación es un continuo autoconocimiento y exploración por la mente y los criterios del artista, lo que, a posteriori, tras dudas, cambios, preguntas y soluciones, alcanzará la obra final.

### 5.3.2 Los dibujos de representación de la Fisher House.

El arquitecto Louis Kahn, tras el proceso del dibujo de ideación y su desarrollo en un continuo bagaje por su mente, conocimientos y sensibilidad, logra alcanzar el modelo competente de su proyecto. Es momento del dibujo de representación, responsable del proceso comunicativo descriptivo a terceros y que marca el formalismo reglamentario de los aspectos técnicos y objetivos para la comprensión de la obra futura.

Se observa como los dibujos han adquirido una imagen precisa y dotada del realismo que le confiere la mano. En estos dibujos en planta y en sección se percibe todo lo relacionado con la representación arquitectónica, se pueden ver los encajes en el papel, la ambientación arquitectónica, las calidades de las líneas, el mobiliario, los sombreados, y las anotaciones y acotaciones, entre otros.

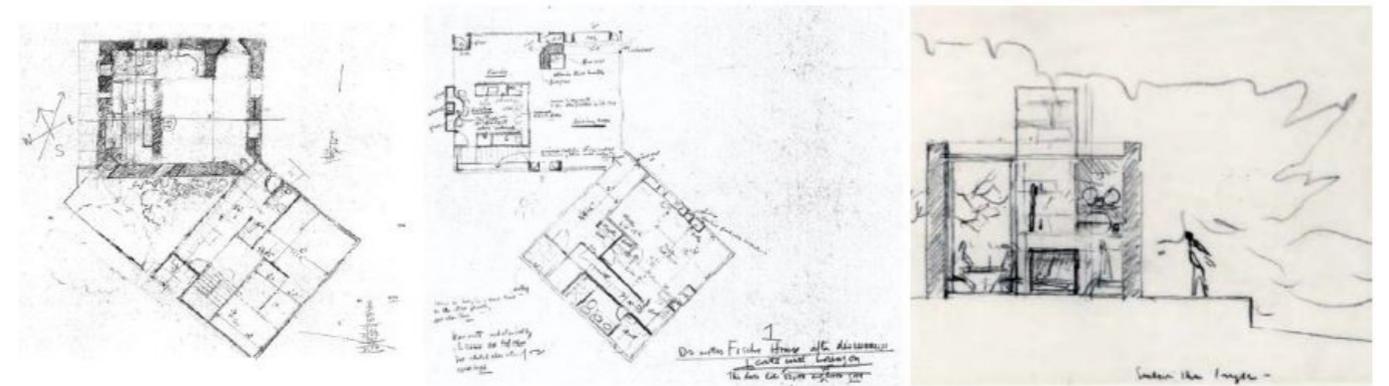


Ilustración 31. Planta de la versión 3 y 4, 1963-64. Sobre estos esquemas, el arquitecto trabajará la versión definitiva de la casa.

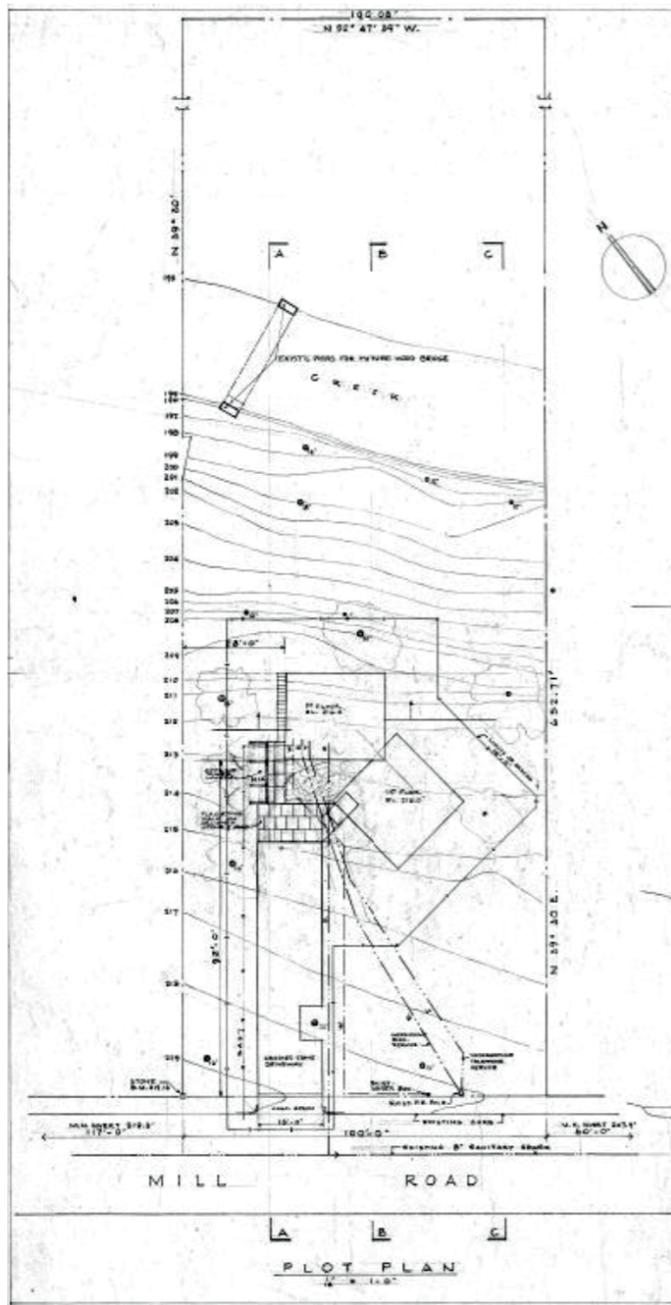


Ilustración 32. Plano de emplazamiento original ejecutado por Kahn del proyecto de la Fisher House.

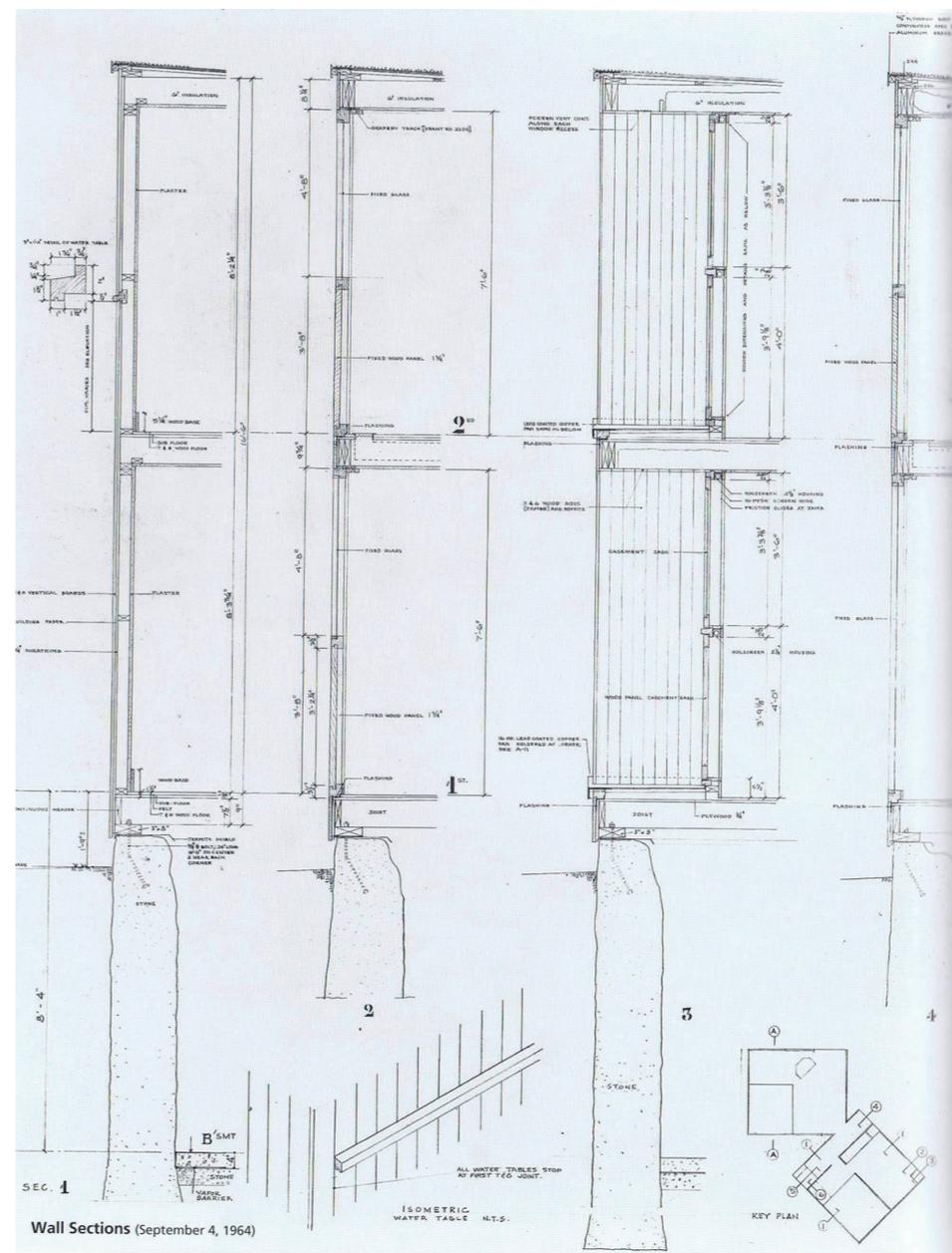


Ilustración 33. Plano de sección constructiva original ejecutado por Kahn el proyecto de la Fisher House.

## 5.4 Evaluación del método de mano alzada de la Fisher House.

A razón de haber expuesto y descrito brevemente los dibujos de representación realizados por Louis Kahn, es conveniente estudiar el método de dibujo a mano alzada, con el fin de ponerlo en valencia o en desinterés en los siguientes parámetros.

### 5.4.1 El dibujo manual en el oficio del arquitecto.

En lo referido al dibujo de ideación, anotaremos que el recurso manual ha sido y será siempre la herramienta irremplazable a la hora de iniciar esas primeras líneas en un papel. Pues un proyecto es una idea, y esa idea siempre tendrá que ir de la mano de nuestro pensamiento crítico a un mundo material y acotado. Es por ello que la mano manifiesta el mejor camino a la hora de realizar esos primeros bosquejos de ideación, pues cualquier herramienta de trazo no tiene límite a la hora del lenguaje gráfico de cada individuo. El límite lo pone el pensamiento, la sensibilidad y conocimiento del autor.

Por el contrario, los dibujos de representación de Kahn, que datan de mediados de los años sesenta, fueron realizados por el único medio que se conocía por entonces a la hora de representar arquitectura, el dibujo manual con instrumental técnico. Estos planos reflejan la arquitectura y la manera de oficialarla en esa época. El papel es el único medio comunicador, la mano junto a los estilógrafos la herramienta transmisora, los planos el mensaje y el arquitecto el emisor.

Kahn es el único artífice presente y conocedor del proyecto. Eso lo hace responsable, en este caso, del total de los dibujos, por lo que el tiempo invertido en ellos es considerable, pues no había medios de corrección y la elaboración de planos era un proceso lento y riguroso.

Los materiales que se utilizan para este dibujo son delicados, cualquier equivocación conducía a dañar el plano,

y no había otro medio para enmendarlo que el corta y pega.

Los materiales auxiliares que se utilizaban con el dibujo a mano (reglas, cartabones, compases, etc.) eran de coste alto y la continua generación de planos hacía del dibujo de representación un trabajo costoso y elaborado.

En conclusión, el trabajo del arquitecto en lo que refiere al dibujo representativo era de poca productividad utilizando medios manuales y materiales técnicos auxiliares.

### 5.4.2 La comunicación del arquitecto mediante el dibujo manual de ideación.

En estas imágenes se observan esos primeros esquemas que desarrolla Kahn en el proceso de ideación de su proyecto. Se contempla que no son trazos seguros, definitivos, si no que aluden al cambio y a la indagación, y estas transformaciones van a partir de la mano del arquitecto.

Es por ello que se nada en una fase de comunicación reflexiva e intuitiva, es el propio Kahn el que se comunica con su pensamiento crítico a través de sus dibujos. El receptor del mensaje es el propio artífice, el único crítico. No necesita un lenguaje convencional pues él mismo comprende su obra y sus trazos. Son dibujos de experimentación y maniobra a la hora de alcanzar el proyecto final, pues esas líneas visuales iniciales acabarán acotando un modelo formal definitivo.

Cabe apuntar que en los planos de representación que se han mostrado, la comunicación reflexiva desaparece, ha pasado a una fase donde la idea ha sido definida en su cabeza hasta un proyecto coherente que se ha reflejado en el papel. Por ello esos dibujos se comunican de una forma descriptiva, pues es el momento de enviar el mensaje a un receptor con el fin de explicarlo específicamente.

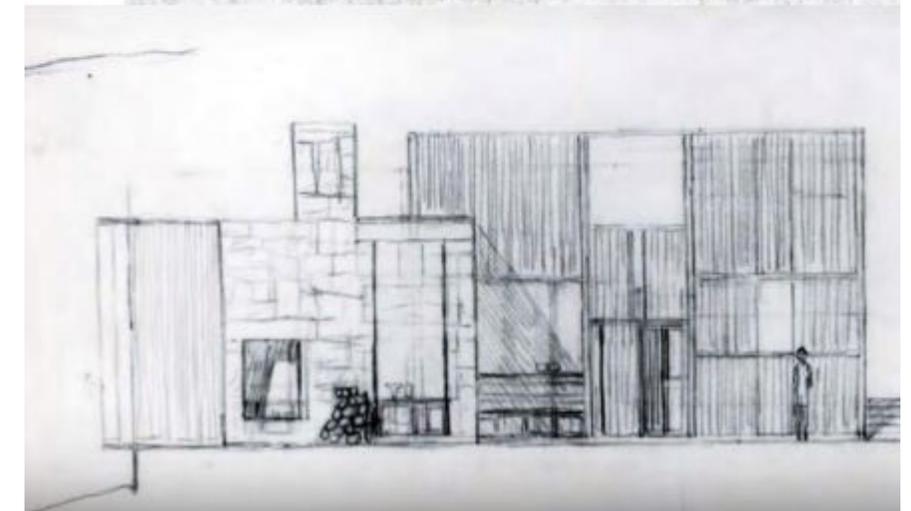
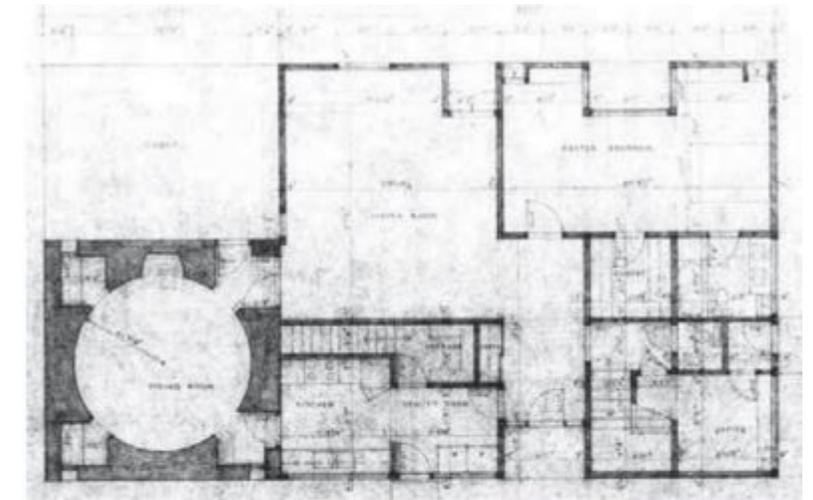


Ilustración 34. Primeros esquemas (marzo de 1962) Planta baja y Alzado Noreste. Estos esquemas no fueron la versión definitiva de la vivienda.

te, de reflejarlo con la realidad. Dejamos una fase subjetiva y personal y nos trasladamos a un lenguaje preciso, juicioso e inequívoco, pero esta fase será desglosada en el capítulo siguiente, pues está más relacionado con los recursos que nos ofrece AutoCAD.

### 5.4.3 El dibujo manual de Kahn como herramienta y como recurso gráfico en el proyecto de la Fisher House.

En lo referido al dibujo de ideación, ese método de expresión subjetiva e individual, no se puede sintetizar esta herramienta en unos patrones básicos ni acotarlo en un solo concepto, pues el único límite que tiene son las capacidades de su autor. Es el cerebro quien piensa, y la mano la primera que nos ofrece esas líneas de orientación. Por lo que estamos hablando de un lenguaje arquitectónico no convencional, donde cada dibujo de ideación es, si cabe, una obra de arte, esa seña que identifica a cada autor. Como cada individuo tiene una forma de expresarse, no habrá un lenguaje definido, no habrá un dibujo igual a otro. El arquitecto podrá jugar con trazos de diferentes herramientas, lápiz, plumas, bolígrafos, acuarelas, y a ellos les prestará unos grosores de línea, tramados, connotaciones de colores, anotaciones, etc. También puede ayudarse con el modo de abstracción del concepto, qué vistas use, el tipo de lenguaje, figurativo o abstracto, o por ejemplo complementarse de collages y maquetas. No se ve el horizonte a la hora de idear un proyecto. En definitiva, no podemos ponerle límite al dibujo manual en lo referido al proceso de ideación, pues es un proceso individual, personal e íntimo de cada autor, y cada dibujo llegará hasta donde dictamine su artífice.

Hablo de esas líneas continuas y orgánicas de Niemeyer, de la ayuda de los colores en los bocetos de Steven Holl, las acuarelas de Hans Scharoun, los diagramas de Michael Rotondi o las abstracciones tan características de la arquitecta Zaha Hadid. Sintetizaremos los dibujos de Kahn como unas líneas y palabras que representan una idea mientras reflejan los conocimientos de manera honesta y sin pretensión del gesto caligráfico, pero distin-

guiéndolo.

Es momento de hablar del dibujo representativo de Kahn. Nos introducimos en un lenguaje descriptivo del proyecto, de convencionalismos gráficos. En este dibujo una línea denota una realidad futura, y no una intención. Tomando como ejemplo la vista en planta baja originaria del autor, podemos ver que se trata de un dibujo individual y sus alteraciones derivarán en el cambio del resto de planos. Se observa que la superficie gráfica es un papel, que el instrumento de trazo ha sido la pluma estilográfica y se deduce que ha usado herramientas auxiliares, entre otras, la regla.

Kahn define la planta de su proyecto con líneas, con las que delimita espacios, acota, anota y sombrea. Kahn utiliza la herramienta Rotring en todo su dibujo, pero le da un valor a la línea según su importancia. Así, se puede observar que el corte en sección de los muros resalta por encima del mobiliario al darle un mayor grosor a la plumilla del Rotring, mientras que utiliza otras de menor espesor para líneas auxiliares, como la abertura de la carpintería, su despiece, etc.

Cada línea evoca una realidad futura, por lo que no son puestas aleatoriamente, si no que ayudan a entender el conjunto del dibujo. Las líneas, entendidas como sucesión de puntos infinitos, también son anotaciones. Kahn especifica cada estancia, detalla el tipo de carpintería mediante números y figuras geométricas, acota cada distancia que considera relevante y designa materiales, entre otros.

Entendiendo las texturas como tramado de puntos, rayas o sombras, Kahn las utiliza como recurso esclarecedor. Así, el arquitecto señala con líneas paralelas la dirección del suelo, clarifica el cambio de material en la chimenea y en el paramento de la cocina o señala la localización del servicio eléctrico.

Kahn en este dibujo se retira en lo referido a matices de colores y juegos de luces y sombras, es un dibujo repre-

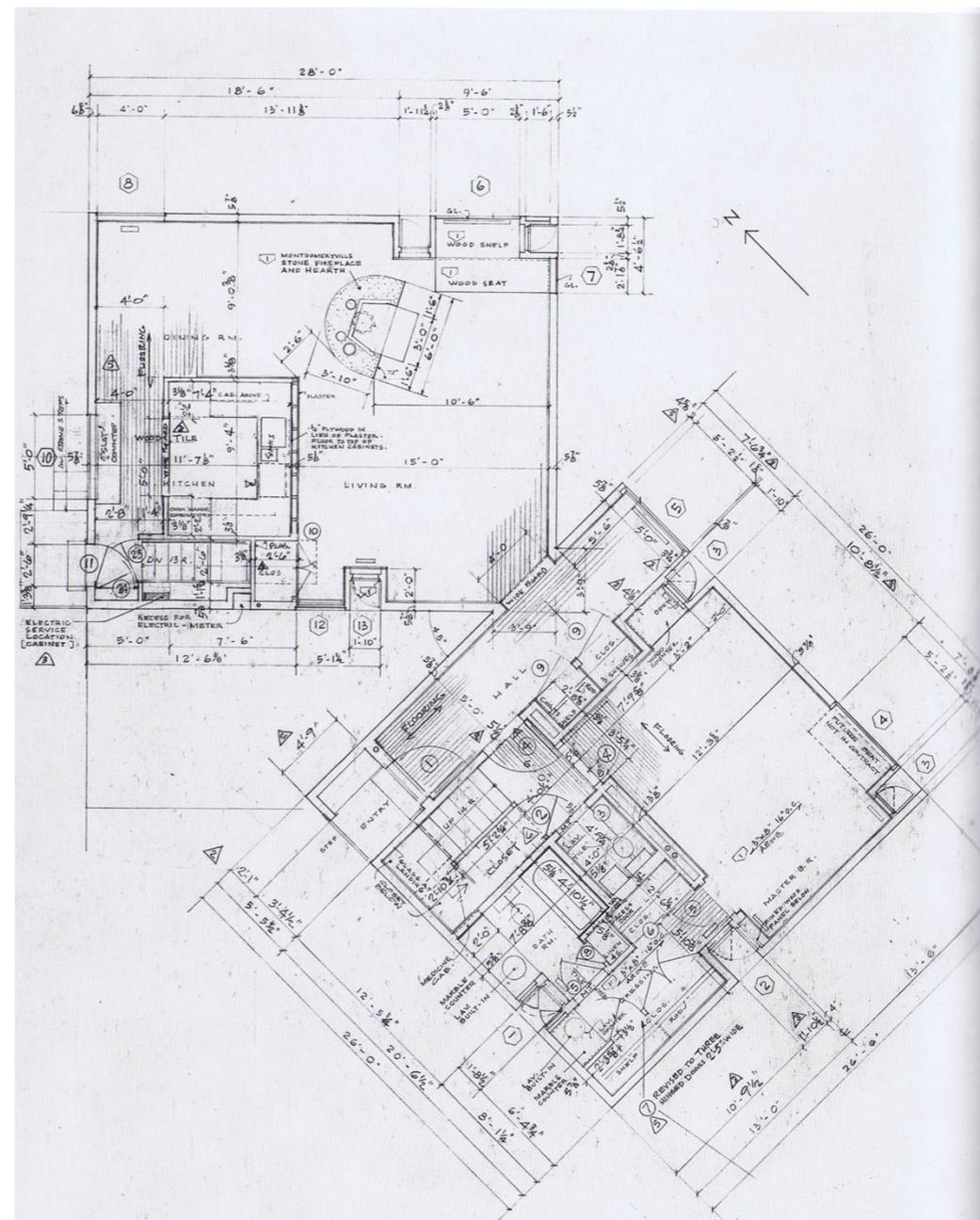


Ilustración 35. Louis, K., (1964) Planos original de la planta de entrada principal ejecutados a mano de la Fisher House.

sentativo, su objetivo es clarificar y hacer inteligible una realidad futura, y este plano cumple su cometido en la totalidad.

Conocemos a Kahn como maestro del dibujo y entendemos que aun siendo un proceso que carece de agilidad, el arquitecto se siente familiarizado y gratificado con esta herramienta, no la esquiva a la hora de comunicar de forma fidedigna un proyecto.

### 5.5 Evaluación del método del Dibujo Asistido por Computadora del proyecto de la Fisher House.

Visto en el capítulo anterior todo lo referido a la apreciación del método de dibujo manual mediante los dibujos originarios de Kahn, se procede al estudio del método de Dibujo Asistido por Computadora, mediante la herramienta AutoCAD. Por consiguiente, este título se va a centrar en la evaluación del plano de planta baja y de emplazamiento, que se ha elaborado digitalmente a partir del modelo primario del autor, poniéndolo en contexto y con el fin de emplazarlo hacia un tono ventajoso o no respecto a las demás herramientas a partir de la experimentación propia.

#### 5.5.1 Dibujo Asistido por Computadora en el oficio del arquitecto.

Se va a avanzar en este bloque hacia el dibujo de la era digital, método que sustituyó encarecidamente al dibujo manual en lo que respecta a la representación arquitectónica. El ratón ha reemplazado a la mano y la superficie gráfica digital al papel.

En 1982, se establece el lenguaje vectorial gracias a la empresa Autodesk, creadora del programa AutoCAD. El lenguaje de representación en este contexto crucial no difiere de los convencionalismos gráficos conocidos del dibujo manual.

Entendido el trabajo como las ventajas que obtendría Kahn utilizando esta herramienta pero desde la experi-

mentación individual, cabe puntualizar que estamos en un escenario donde el arquitecto es la única figura artífice de todo el proyecto, se le considera el único artista ejecutor de su obra. Por lo que, en lo que respecta al tiempo de vida del proyecto, AutoCAD permite una inversión en la duración de esta etapa, se agiliza la productividad.

AutoCAD salva el pasado problema de corrección de planos in situ, ya no hay que dibujar con miedo a dañarlo y rehacerlo. AutoCAD nos concede la instantánea verificación de cambios, aunque seguimos trabajando con vistas independientes, es decir, si se produce un cambio, este modifica todos los planos relacionados con el proyecto.

Con este método, Kahn ya no tendría un espacio de dibujo delimitado, la interfaz de Autocad trabaja con una plantilla de dibujo infinita, donde todo el proyecto, desde el entorno más lejano hasta el detalle más riguroso tiene cabida dentro, herramienta que se puede abrazar como recurso para una buena organización y fluidez de planos. En definitiva, el arquitecto consigue agilidad y producción en la representación arquitectónica del proyecto, pero va a seguir ligado al dibujo manual en el momento inicial de ideación, pues para Kahn los trazos de sus líneas y la naturaleza que le confiere a sus dibujos en el proceso de ideación son inviables ante una herramienta digital.

#### 5.5.2 La comunicación del arquitecto mediante el dibujo vectorial de AutoCAD.

Cuando finaliza el proceso de comunicación reflexiva entre autor y obra de esos primeros esbozos en un papel, pasamos a una segunda etapa de comunicación, la descriptiva. La mano va a seguir siendo el ejecutor del pensamiento crítico y personal hasta un concepto racional, y AutoCAD se va a derivar al uso del formalismo, definición y comprensión de esos primeros trazos.

Una vez obtenida la idea de manera coherente y juiciosa, es hora de trasladarlo a un lenguaje gráfico arquitectónico asentado, que nos permita entender, asimilar y co-

nocer el proyecto en su totalidad. Kahn se sumergiría en una era de informatización, donde el objetivo es expresar de la manera más veraz el proyecto al nuevo receptor, el promotor.

El arquitecto se tiene que alejar de lenguajes subjetivos y conducir el proyecto a una fase que no concede errores, debe crear una imagen exacta de lo que se quiere construir. Por ello la comunicación descriptiva va a ser el calco gráfico de instrucciones vitales para la ejecución perfecta del proyecto. El dibujo tiene que contener la información suficiente para la compresión total del receptor, por lo que Kahn tendrá que recurrir a convencionalismos gráficos que permitan reflejar una imagen exacta de lo que se quiere construir, pues será una persona ajena a él la responsable de recibir el mensaje.

#### 5.5.3 El Dibujo Asistido por Computadora como herramienta y como recurso gráfico para Kahn en el proyecto de la Fisher House.

Es momento de evaluar los recursos gráficos que aporta AutoCAD. Se han escogido la planta de emplazamiento y la planta baja de la vivienda como foco del apartado con el fin de alcanzar el objetivo de poner en ventaja o no esta herramienta respecto a las demás, desde la mirada ficticia del arquitecto Kahn.

AutoCAD funciona como una superficie gráfica ilimitada donde, a través de comandos y entidades geométricas, se da configuración al dibujo o a la totalidad del proyecto. El software está pensando fundamentalmente como una herramienta de dibujo digital, y por ello se le confieren ventajas que con el dibujo manual no existían. Cabe destacar su rasgo más definitorio a la hora de ponerlo el valor, y es la corrección instantánea, aunque los dibujos siguen siendo independientes y la modificación de una vista involucre a las restantes.

El dibujo se ha realizado con constancia de que el programa trabaja por capas. El programa se conoce y se sabe que según la importancia que se le quiera dar a según qué líneas tendrá que asignarles unas características. Ya no se tiene que poseer varios instrumentos de dibujo, si no que basta con el cursor del ratón. Es por ello que se le otorga a cada capa un nombre, un grosor, un trazado y un color según la importancia que se le confiera al elemento que define. Es aquí el instante donde interviene la expresión gráfica del individuo, pues le ha dado mayor propiedad a las líneas definitorias y ha dejado en un segundo y tercer plano las líneas de elementos auxiliares, como las anotaciones, el mobiliario, las cotas, etc.

Para llegar al lenguaje gráfico técnico universal, y una vez definidas las líneas espaciales, se debe dar conocimiento de todos los detalles que componen la construcción de su obra.

AutoCAD trabaja en unidades a las que se le confiere el sistema métrico que se desee. Kahn obra en pulgadas, por lo que todo el plano se ha acotado de manera automática según las distancias que se han señalado. Recurso ventajoso respecto al uso de las antiguas reglas. No se puede desestimar que AutoCAD es capaz de traducir esas unidades a una escala determinada y configurar sus cotas de acuerdo al tamaño del dibujo.

En lo referido a la anotación, se han colocado los mismos textos y símbolos indicativos que en su primer dibujo a mano, dándonos cuenta incluso que es un proceso que lleva más tiempo que la herramienta manual. A través de los sombreados y la amplia gama que regala el programa, se han utilizado los más sugerentes para las líneas de dirección del suelo, la sección de chimenea o la proyección de la escalera.

Kahn opta por contar el plano de forma monocromática, utilizando la escala de grises, pero en este caso práctico se ha indagado en el color y las transparencias que ofrecen las capas y se ha jugado con la definición final de los bloques de AutoCAD en las masas arbóreas de la planta

de emplazamiento, dándole presencia a la vegetación y más dinamismo al dibujo. Así, la idea del proyecto de Kahn de convivencia de lo nuevo con lo presente se ha llevado a la expresión gráfica con este recurso. Y ha resultado de agrado.

Una vez se trazan los planos, se observan, y se es consciente que son líneas perfectas y totalmente controladas. La productividad que confiere AutoCAD es evidente. Queda pues consentido y asumido el cambio a esta era digital, pues los dibujos de representación han adquirido un lenguaje arquitectónico descriptivo que roza la perfección de la obra futura.

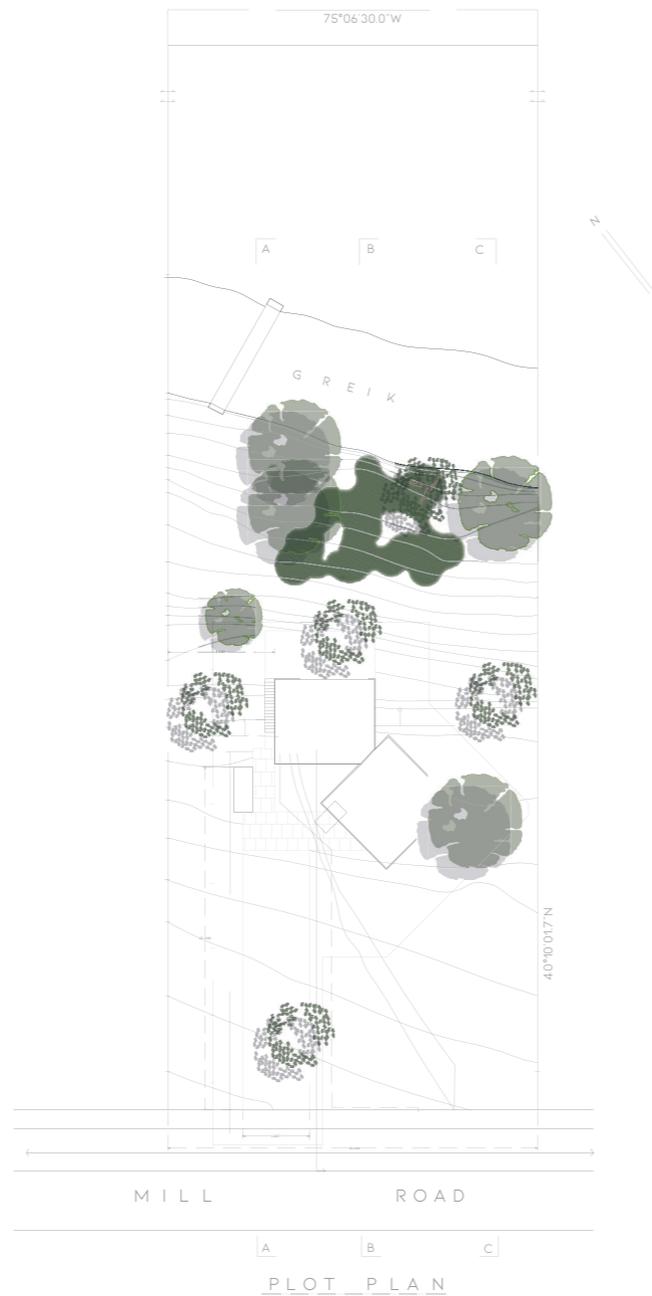


Ilustración 36. Plano de emplazamiento realizado con AutoCAD a partir de la documentación original de la Fisher House. e 1/600

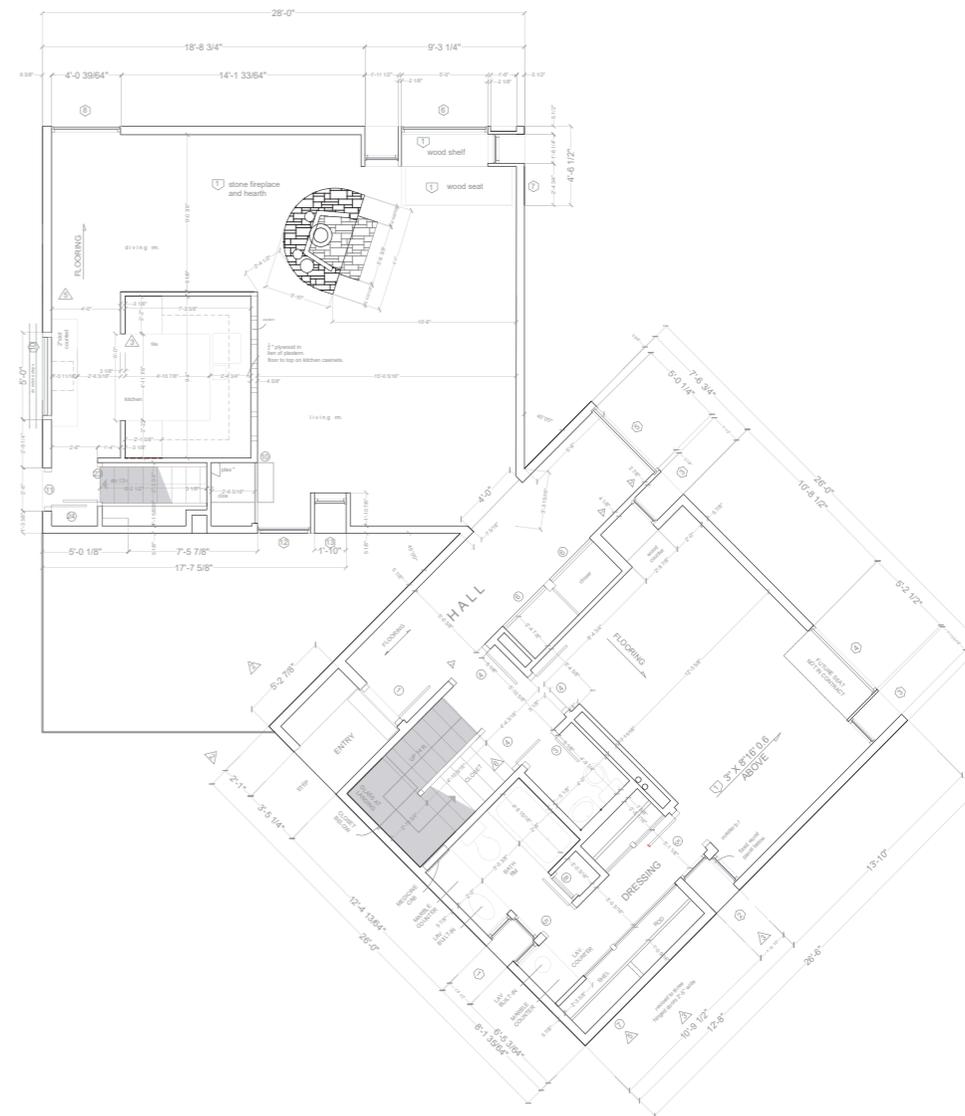


Ilustración 37. Plano de planta principal de entrada realizado con AutoCAD a partir de la documentación original de la Fisher House. e 1/125



## 5.6 Evaluación del método del dibujo paramétrico a través de Revit de la Fisher House.

Una vez que se ha familiarizado con la era digital, es necesario saber el impacto que tendrá en el oficio del arquitecto y en su lenguaje gráfico la llegada de la metodología de trabajo BIM. Por consiguiente, este título se va a centrar en la evaluación del plano de planta primera y de la sección constructiva que se ha elaborado digitalmente a partir del modelo primario del autor. Se pondrá la herramienta Revit en enfoque con el fin de conducirlo hacia un tono ventajoso o no respecto a las demás herramientas desde la experimentación propia de haber realizado el modelo de forma paramétrica de la Fisher House.

### 5.6.1 Impacto de la metodología de trabajo BIM en el oficio del arquitecto.

El mundo y sus avances tecnológicos vuelven a ofrecer otro método de trabajo ventajoso, BIM. Se debe ser consciente de que esta metodología está pensada para la coordinación, eficiencia y gestión de los proyectos. El arquitecto va a tener que sumergirse en los modelos paramétricos y pluridimensionales, además de estar al tanto de que esta tecnología permite incorporar a la plantilla de dibujo varios procesos en el desarrollo del proyecto, como la planificación, el presupuesto y los cálculos, entre otros.

Sabiendo que BIM no es un programa si no una metodología nueva de trabajo que implica el flujo de información entre los softwares intervinientes en la gestión del proyecto a partir de un modelo único, se va a elegir, de entre todos los programas que emplean BIM como esa metodología de gestión, el software Revit. Es así que el arquitecto ha empezado con el dibujo manual, se ha sumido en el dibujo vectorial y ahora va a ahondar con modelos paramétricos.

Revit se empieza a utilizar en despachos a partir del 2000. Unos años más adelante, aparecen normativas técnicas que incrementan el nivel de exigencias para validar los proyectos. Hay más trámites burocráticos que antaño no se conocían y eso se refleja en una ampliación en el tiempo del proyecto. La tecnología siempre va en concordancia a las demandas de la sociedad, y Revit va a facilitar mucho el proceso del desarrollo del proyecto.

La figura del arquitecto ya no refleja un único artista multidisciplinar. Se piensa y se desarrolla el proyecto a sabiendas de que el arquitecto que controla Revit controla el proyecto en su totalidad. Ahora un solo profesional es incapaz de solventar el alto grado de documentación y cálculos que se exigen, por lo que se confían la parte técnica a los profesionales correspondientes.

Alzando la vista, se es consciente de que lo técnico está ahogando a lo creativo. Con Revit se reside en un escenario donde los programas tienden a un lenguaje arquitectónico con falta de personalidad y de gestos sensibles a la expresión gráfica. Aun habiendo sabido coexistir con el dibujo manual y AutoCAD, el arquitecto está despierto ante la implantación próxima de Revit. En este momento se vaga por un contexto donde se antepone el potencial y la efectividad de las herramientas digitales al proceso de creación y la sensibilidad cognitiva del artista. Y esto no gusta a la imagen artística y sensible del arquitecto.

### 5.6.2 La comunicación del arquitecto Kahn mediante el dibujo paramétrico de Revit.

La manera de comunicarse con los modelos de dibujo que genera Revit pasa a un grado expositivo, el objetivo final del dibujo no es una interacción autocrítica entre este ni el autor, ni una caracterización formal y descriptiva de los dibujos, ahora la intención es presentar el proyecto, exhibirlo al cliente de una manera atractiva y fehaciente.

El promotor o cliente acude al arquitecto para que dé luz a su proyecto en base a unas exigencias y criterios. Es responsabilidad de su figura ordenar, manejar y con-



Ilustración 40. Vista cónica modelado en Revit del proyecto Fisher House. Tratamiento de visualización: Línea oculta.

cretar esas ideas hasta un propósito final que se va a construir y presentarlo de una manera atractiva a su beneficiario. Son tiempos donde la imagen prima más que el contenido, y aunque pueda incomodar, el arquitecto accede a ello.

Revit proporciona un lenguaje anclado al realismo y la rapidez, pues tiene herramientas para el control de sol, atribución de materiales reales y vistas automáticas en fuga del modelo que permiten un entendimiento global y tentador hacia el cliente. Ya no se necesitan maquetas, bastará con una vista cónica y un renderizado (imagen digital de presentación partir de un modelo 3D) para que el cliente entienda el espacio.

El arquitecto actual es partícipe de esta revolución digital y contempla como el lenguaje de presentación de Revit es capaz de conquistar a cualquier cliente. Ya no de dibujan intenciones, sino que se regala virtualmente la sensación de estar ante la obra futura.

Ahora se camina por un mundo donde el objetivo no es crear una obra de arte, si no comunicarse fácil, rápida y llanamente con el cliente, pero es gratificante pensar que al final siguen siendo esas primeras líneas esbozadas tras un proceso de exploración, sensibilidad y juicio con uno mismo el auténtico corazón del proyecto.

### 5.6.3 El dibujo paramétrico de Revit como herramienta y como recurso gráfico en el proyecto de la Fisher House.

Llegado a este punto del trabajo, es momento de evaluar los recursos gráficos que aporta Revit respecto al dibujo arquitectónico de la Fisher House. Se han escogido la planta de emplazamiento y la planta baja de la vivienda como foco del apartado con el fin de alcanzar el objetivo de poner en ventaja o no esta herramienta respecto a las demás desde un ensayo particular y pertinente.

Revit se pone en el punto de mira en lo relativo a la cali-

Revit se pone en el punto de mira en lo relativo a la calidad de los planos y si esta es idónea es el aspecto gráfico, pues contiene un lenguaje demasiado estandarizado que corre hacia lo técnico por encima de la declaración estética. Revit genera documentación con facilidad y fluidez, pero ¿deja atrás el aspecto artístico? El arquitecto contemporáneo se plantea esta problemática y, seguro de las capacidades que lo confieren como artista, asimilará el programa y se esforzará para llevarlo a su máxima brillantez. Pues el límite, aunque lo ponga el software, no detiene al creador. Si sabe cómo, puede conseguir cualquier cosa.

Es así que, elaborando este proyecto de la Fisher House se ha detectado una estructura de trabajo donde un modelo único es capaz de contener toda la información que se le otorgue y esa información va a ser compartida con todos los profesionales que trabajen en ese archivo. Revit funciona con modelos paramétricos que gravitan sobre una plantilla de dibujo infinita. Los modelos que crea el software son inteligentes y tridimensionales, aunque se trabaje en una vista en concreto, los cambios se producirán en el envoltorio completo del arquetipo. Ya no se dibujan líneas que acotan espacios, se trabaja con elementos tridimensionales que evocan objetos reales y que se mudan en torno a un modelo tridimensional.

Para modelar esta vivienda unifamiliar, se ha comenzado con los muros, los cuales son sumisos a la hora de atribuirles espesores. En el proyecto de la Fisher House, donde el sistema de cerramiento es de madera de cedro al exterior y enlucido de yeso en el interior, se podrá asignar a los tabiques unas características de espesores y materiales y Revit las dibujará, tanto en dos como en tres dimensiones.

Revit califica a los elementos o componentes del dibujo como familias, los trazos que vemos en el espacio de trabajo hacen referencia a objetos y no a líneas que detectan espacios. Estos objetos forman parte de las familias del sistema, que son todos los elementos con los que construimos su condición. Son los muros, suelos, cubier-

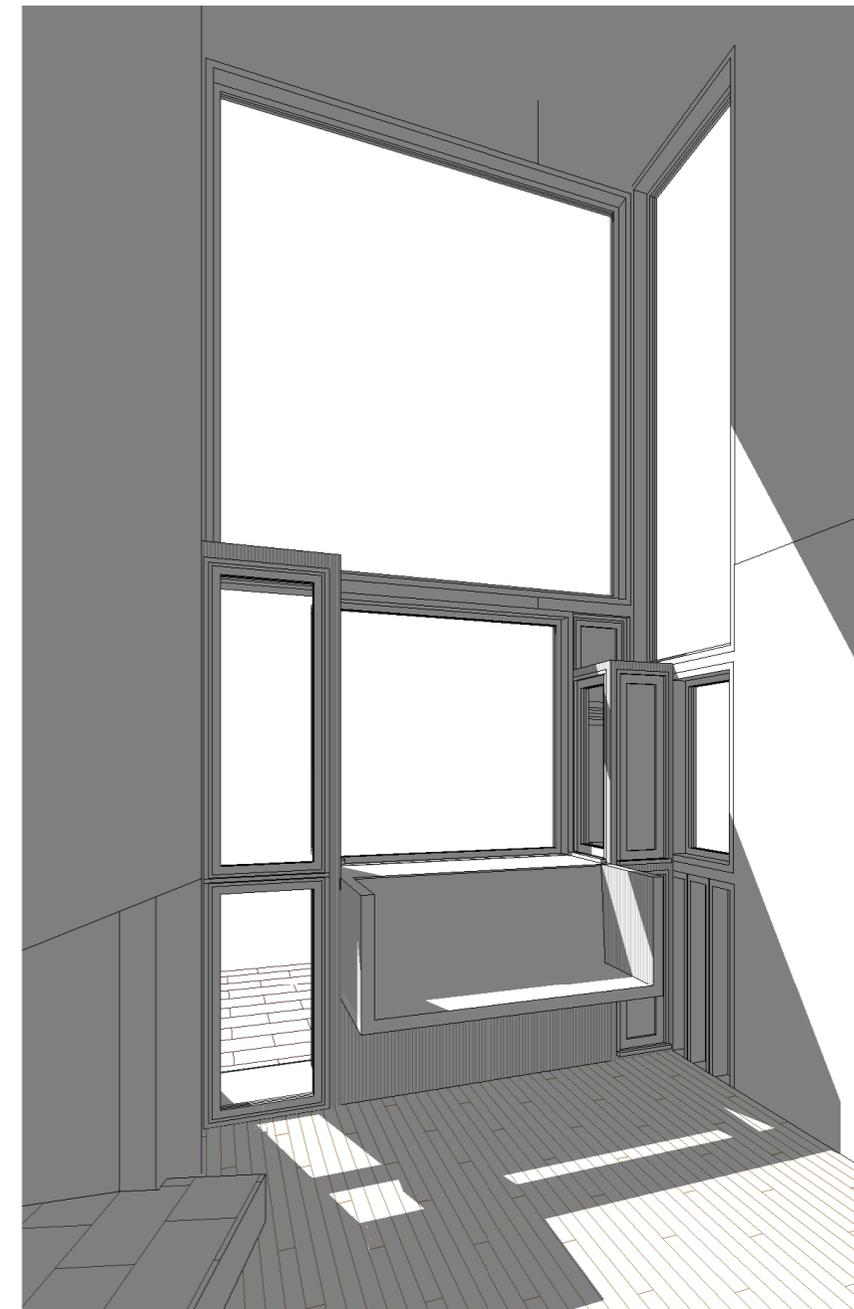


Ilustración 41. Vista cónica interior modelado en Revit del proyecto Fisher House. Detalle banco cedro.

tas, escaleras, etc.). No obstante, ¿qué sucede con las puertas, la vegetación y el mobiliario? Bien, para estos integrantes del dibujo se utiliza las familias cargables, archivos de extensión RFA que se insertan desde el exterior del programa mediante contenidos de carpeta externa o descargas en webs.

Surge aquí el conflicto del diseño. Cuando Kahn creó el despiece de la carpintería, tanto en el cerramiento como en el mobiliario interno, desarrolló piezas especiales para cada espacio. Revit proporciona la capacidad de creación de piezas especiales, pero en este caso no se alcanza ese control del programa y se ha tendido a utilizar los archivos externos descargables y que vienen estandarizados por medidas universales o fichas técnicas. Es decir, el diseño no es exacto a lo que Kahn proyectó, las demás herramientas sí permiten crear diseños con autonomía y con libertad de dibujo pero Revit condiciona en este caso ese diseño, se está estandarizando una obra original y personal.

Es por ello, que en este sentido, donde interviene el diseño auténtico, no se obtiene ventaja con el programa, se ha tenido que adaptar a piezas predeterminadas cuando su proyecto es un continuo desmembramiento de piezas especiales. Si Kahn tiene pensado un modelo particular de puerta, es fácil que lo dibuje en Autocad, pero en el caso de Revit, hablando de elementos tridimensionales, es laborioso conseguir un modelo idéntico cuando se habla de piezas singulares.

Un ejemplo de ello es el icónico banco enfrentado a la chimenea, el cual forma parte del despiece de la propia carpintería a la que pertenece. Es un diseño particular de Kahn, por lo que se ha tenido que modelar esta pieza especial con las herramientas que le proporciona el programa, pues no se iba a encontrar ninguna familia cargable que luzca como su diseño.

Pese a todas las confrontaciones que se ha tenido para configurar el modelo final, se ha conseguido un objeto confiable al que Kahn configuró en su mente. Es hora

de presentar el proyecto, hacerlo atractivo y cautivar al cliente. Es momento de la expresión gráfica.

Como hemos apuntado al principio del capítulo, este apartado se va a centrar en la elaboración del plano de planta primera y el de sección constructiva, con el fin de poner el programa en valor o desventaja respecto a los planos originarios. Bien, es momento de ver qué recursos se han utilizado.

En el plano de planta primera, se ha comenzado configurado el conjunto del dibujo con un estilo de visualización, la línea oculta, por ser ejemplo de modelo de dibujo lineal, sin sombras ni texturas. Además, conociendo su plano originario, se le ha dado al dibujo un nivel de detalle bajo, pues es necesario ornamento superfluo en el plano de Kahn.

Ahora comienza el papel de la visualización de cada familia con los comandos modificadores de visibilidad. Aquí se adjudican grosores, trazos, patrones y colores a las líneas de proyección o de corte por familias, además de determinar si la categoría va a ser visible o no. Por ello, mientras que a los muros se le han atribuido líneas de corte con color negro, relleno uniforme blanco, y grosor 2; las carpinterías y mobiliario juegan con una configuración de menor valor. En otro caso, por ejemplo, se ha dado un patrón específico al corte de la chimenea o a la proyección de la caja de la escalera.

Siguiendo con este punto, los modificadores de visibilidad/gráficos contiene desgloses en sus familias. Por ejemplo, una puerta se detalla en batiente de plano, cristal, hueco, panel, tirador, ect. Cada una de ellas es también configurable. En particular, las ventanas opacas de cedro que utiliza el arquitecto en su carpintería no contienen tiradores, por lo que sólo se ha tenido que apagar la visibilidad de estas en la plantilla de dibujo para que no se mostraran.

Revit organiza los proyectos por niveles, cuando en una vista cortas a una altura específica, Revit solo dibuja en

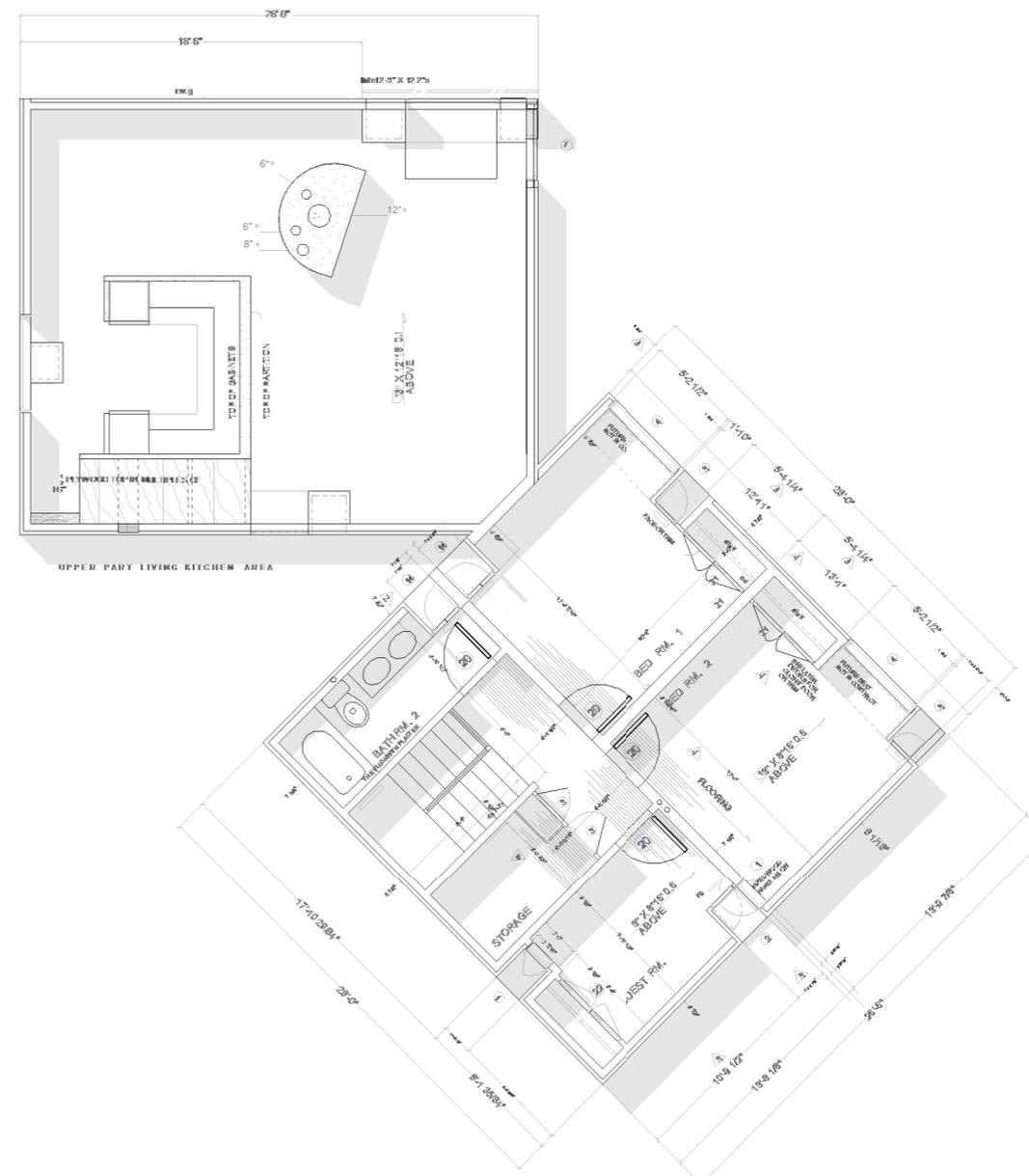


Ilustración 42. Vista planta primera modelado en Revit del proyecto Fisher House. Tratamiento de visualización: sombras y de línea oculta.

proyección ese nivel. Esta planta contiene un cubo de 3 niveles y otro con un nivel y una doble altura. Al cortar por el nivel de planta primera, el cuerpo de día quedaba en blanco. Como es conocida la herramienta de región de plano, se ha solucionado este conflicto, pues se ha delimitado el cuerpo sin proyección y le ha atribuido un rango de vista a la planta baja para una mejor comprensión del proyecto.

Una vez terminada la configuración de las líneas de corte y proyección del dibujo de planta primera de todos sus elementos y familias, es hora de las anotaciones, tan presentes en los dibujos primitivos de Kahn.

Como a cada vista se le dan unas propiedades, se ha decidido trabajar el plano en escala 1/100 y se le ha dado un tamaño real a los textos y a las acotaciones en base a esa escala. Además, con la amplia capacidad del programa para el diseño y estilos de líneas, se han creado tres modelos de trazos y tonalidades grises para dibujar proyecciones, flechas, y líneas auxiliares.

Estando a un paso de finalizar. Se conoce que Kahn ideó su proyecto en base a la dirección del sol, quería controlar los espacios y la iluminación de cada estancia y a partir de ahí diseñar la carpintería y los espacios. Revit permite controlar el juego de iluminación y sombras a tiempo real. El programa ha conseguido que una de sus herramientas sea parte del espíritu del proyecto.

Por último, se va a poner en ponencia brevemente el programa Revit en base a la realización del plano de sección constructiva de la Fisher House. Conociendo la herramienta de plantilla de vista, y a partir del plano de planta anterior, se ha guardado las configuraciones de ese plano y se le han atribuido al corte de sección, tarea que ha simplificado el trabajo de configuración gráfica del dibujo.

Partiendo de que el modelo del proyecto en el software se ha realizado sin conocimiento del funcionamiento de la estructura de madera y siendo consciente que se

encarga de un despiece complejo, al hacer el corte de la vista, todas las piezas especiales, vigas de madera, perfiles metálicos y detalles constructivos intrínsecos del forjado y la cubierta son incorpóreos. Tanto es así, que se ha tenido que redibujar cada minucia de su espinoso detalle al no controlar las capacidades estructurales del programa Revit.

Por ello, aunque el dibujo presente todas las características formales del detalle real, en el modelo no aparecen. Las figuras que se representan, muchas de ellas, son líneas de modelo o de detalle que permite hacer Revit, además de regiones rellenas. Otro punto conflictivo serían las carpinterías, las familias que se han colocado difieren en sección respecto a las originales.

En definitiva, si no se tiene control del programa respecto a las herramientas estructurales es costoso realizar un buen detalle constructivo, consecuencia de que muchos a día de hoy sigan utilizando AutoCAD. Si no conoce el programa a la perfección como para hacer una sección en detalle y además el programa no permite la libertad de creación que las piezas especiales requieren es coherente recurrir al dibujo libertino que nos proporciona el dibujo vectorial, pues el dibujo que genera Revit no es más que una base la cual hay que maquillar. No se han alcanzado ventajas al respecto, ha sido laborioso y los resultados, si cabe, son inferiores a los obtenidos con AutoCAD.

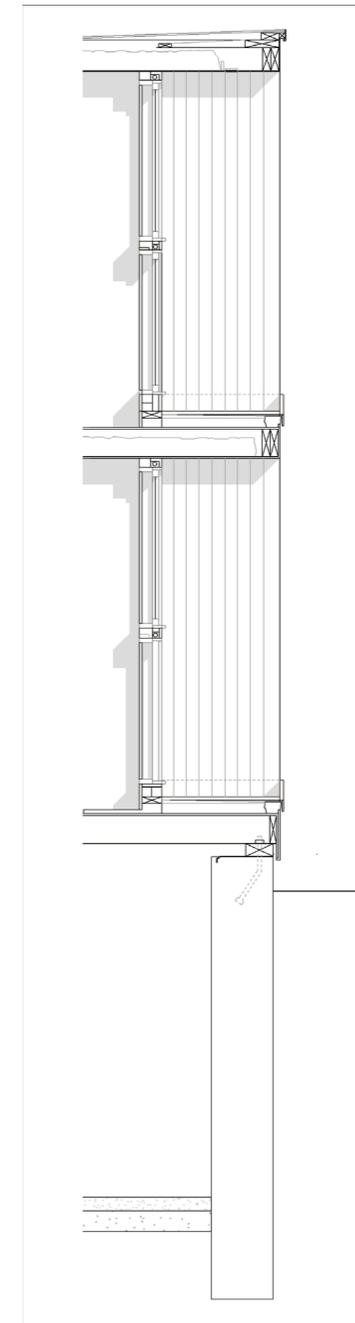


Ilustración 42. Vista sección constructiva modelado en Revit del proyecto Fisher House. Tratamiento de visualización: sombras y de línea oculta.



Ilustración 44. Vista planta segunda modelada en Revit del proyecto Fisher House. Tratamiento de visualización : sombras y de línea oculta.

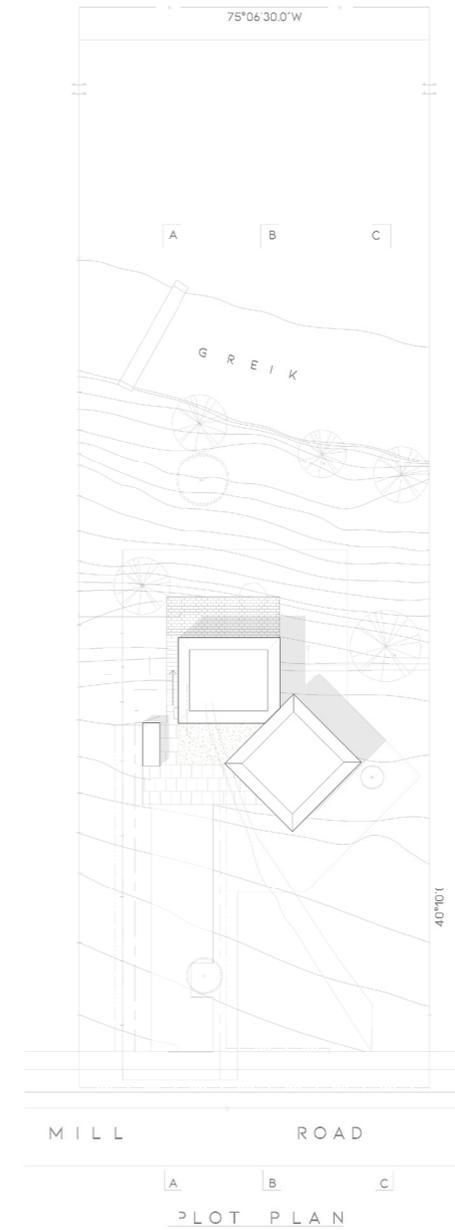


Ilustración 45. Vista planta emplazamiento modelada en Revit del proyecto Fisher House. Tratamiento de visualización : sombras y de línea oculta.

# Conclusión

## 6.CONCLUSIÓN

Al comienzo de este trabajo se formulaba la pregunta de si la arquitectura era posible sin la ayuda del dibujo. Conociendo la figura del arquitecto y todo lo que encarna, bien podemos afirmar que su imagen siempre va a ir cogida de este. Pues el arquitecto es un creador, es un soñador constante, un artesano de espacios, un artífice de ideas. Y esas ideas necesitan un medio para manifestarse.

Durante todo el trabajo, se ha diferenciado entre dos tipologías de dibujo, la primera referida al dibujo de ideación, donde interviene la expresión gráfica personal y subjetiva, y el dibujo de representación, responsable del proceso descriptivo a terceros, función más técnica y objetiva.

Los arquitectos, conscientes y competentes en lo referido al lenguaje arquitectónico y la expresión gráfica, artífices de su propio lenguaje gráfico y su manera de comunicarse con el dibujo, han tenido que adecuarse a los cambios sociales y tecnológicos que se han embebido en su profesión. Este trabajo de investigación ha sido sujeto del estudio de las herramientas gráficas que han utilizado los arquitectos y de cómo ha evolucionado su oficio y su manera de comunicar los proyectos.

Tras cerrar los bloques teórico y el práctico, y haberlos interiorizado, es pertinente que se asimile el siguiente resumen del trabajo.

El arquitecto empezó siendo una figura única artística y el exclusivo creador de su obra. Su profesión en los años sesenta era vista como una figura multidisciplinar capaz de elaborar el proyecto completo. Esto lo hacía único conocedor de su obra. Siempre cerca de un lápiz o una pluma, el arquitecto de mediados del siglo XX representaba su función como una entidad única y excepcional a partir de sus dibujos de ideación. Eran su seña como sujeto. Son muchos los arquitectos que hoy en día se reconocen por sus trazos distintivos. El proceso de ideación actual-

mente, pese al establecimiento de la digitalización, sigue siendo recurso vital a la hora de empezar un proyecto.

El dibujo de ideación es la manera de ser de cada individuo, es un proceso de juicio, dudas y respuestas que guía al proyecto en sus primeras decisiones y que sólo el dibujo manual nos regala. Es donde nace el esbozo y se empieza a satisfacer el proyecto. En este proceso, el límite lo pone el creador, no hay criterios establecidos, no se pueden establecer fronteras a la hora de hacer esas primeras líneas que luego tendrán una caracterización formal. Por eso no se puede hablar de grosores, trazos o métodos concretos, al igual que tampoco lo podemos hacer de una herramienta en particular, pues cada arquitecto elegirá los conductos necesarios para interactuar con sus dibujos.

En este caso práctico, Kahn lidia con esos dibujos primarios con la pluma estilográfica. Para él, el dibujo es investigación, es cuestionarse y exigirse una verificación constante. Así, en su continua observación, indagación y reflexión, consigue un equilibrio en sus dibujos entre palabra, imagen y pensamiento. Kahn se comunica con líneas y con discursos en sus dibujos. Y eso no es ni mejor ni peor, es su destreza particular.

Pero debemos cuestionarnos si es el dibujo manual suficiente para la representación arquitectónica. Claro es afirmar que no, este dibujo pertenece a la fase comunicativa del proyecto cuya intención es declarar y describir un objeto real y exacto. El dibujo a mano representativo es costoso, laborioso y frágil. Hacer líneas perfectas sobre un papel en blanco tiende a malograr el resultado final, es una tarea que implica muchos cuidados.

Es por ello que el establecimiento del Dibujo Asistido por Computadora a finales del siglo XX supuso un alivio para el sector arquitectónico y la representación de planos. El trabajo en superficies digitales e infinitas mediante programas vectoriales agilizó y perfeccionó los dibujos representativos de la arquitectura. AutoCAD logró satisfacer el problema de la corrección instantánea y el trazado

de planos legibles en su totalidad. Aunque el arquitecto sigue empezando con un dibujo manual, va a formalizar el proyecto en un soporte digital.

Respecto a la expresión gráfica del programa, el dibujo descriptivo del software AutoCAD seguía marcado por un lenguaje gráfico universal. El enfoque para representar un proyecto no ha cambiado, las herramientas sí. Autocad contiene herramientas que si se usan con sensibilidad y criterio, permiten representar el proyecto con creatividad e inventiva. Aunque el límite lo ponga el programa, siempre será el autor del dibujo el responsable de maniobrar y jugar con ellos con el objetivo de darle un fin y una presencia.

En su ensayo práctico del modelo de la Fisher House, se ha sido consciente de la productividad del programa y la perfección de los trazos que confiere AutoCAD. El cambio a esta era digital es aceptado, pues los dibujos de representación adquieren un lenguaje arquitectónico descriptivo que roza la perfección de la obra futura, mientras que se seguirá partiendo de esos trazos manuales iniciales que dan a luz al alma del proyecto.

Pero AutoCAD no ha sido el último avance en dibujo arquitectónico, pues entrado el siglo XIX aparece el software Revit, nacido de la metodología de gestión BIM y vanguardista en los dibujos a partir de modelos paramétricos. Ya no se dibujan sucesiones de líneas que delimitan espacios, si no que se modela un único objeto pluridimensional inteligente.

Revit aparece en un contexto histórico donde se ha incrementado la documentación que se exige para validar un proyecto. El programa funciona de forma pareja a cómo piensa un arquitecto y le proporciona productividad y profesionalidad en el diseño y gestión de su obra. Son muchos los que entran en conflicto a la hora de preguntarse si es un programa focalizado en la agilización y veracidad de documentación y deja atrás el concepto gráfico.

Revit presenta los proyectos, no los representa. Son di-

bujos fidedignos a una realidad, a una obra futura. La intención del arquitecto ahora es describir el proyecto, pero hacerlo de forma atractiva para seducir al cliente. Los planos ya no se presentan de forma monocromática o con intención de evocar materiales, si no que reflejan la obra futura virtualmente regalando la sensación de estar frente a ella.

El proceso comunicativo se ha dirigido hacia un lenguaje fácil, seductor y llano con el cliente. El usuario actual ya no tiene que interpretar unos dibujos, ahora se le entregan dibujos de fácil lectura y comprensión.

Por ello la pregunta ahora es si Revit es capaz de dar espacio a la expresión gráfica sabiendo que nace de unas circunstancias donde el lenguaje técnico y global prima sobre el guiño arquitectónico.

Tras haber asimilado el caso de estudio práctico, se palpa el recelo ante los límites de expresión gráfica que impone el programa. Ya no se dibujan líneas, son objetos reales que poco dejan a inventiva. Pero no por ello el programa tiene que trazar las vistas de manera técnica y estandarizada. Revit ofrece una amplia gama de recursos respecto a la visualización gráfica. El objeto es el que es, poco acepta a su modificación corpórea, pero todo elemento que lo contiene es sensible de darle un trato particular. El que bien conoce el software y tiene sensibilidad es capaz de crear configuraciones gráficas alternativas que nos recuerden a las permitidas por las herramientas anteriores y que a su vez son atractivas para el receptor. Es por ello que aunque Revit manifiesta un lenguaje estandarizado y técnico, el arquitecto es capaz de conocer y controlar el programa a fin de trasladarlo a su propia expresión gráfica y poner los planos y las vistas en potencia.

Cuando se ha alcanzado el conocimiento de todo lo anterior se ha procedido a una experimentación individual en un caso práctico, la Fisher House, del arquitecto Louis Kahn.

A partir de los planos originales del proyecto se ha dibujado de manera vectorial varias vistas. No se ha encontrado ninguna controversia en sus desarrollos, pues AutoCAD permite libertinaje a la hora de emplear líneas, figuras geométricas y anotaciones que dan uso a un dibujo representativo veraz y accesible. En lo referido a la configuración final del dibujo, AutoCAD ha proporcionado unos trazos limpios y astutos que han sido configurables gráficamente sin complejidad alguna. La herramienta ha conseguido una similitud acertada a la hora de darle el carácter de los planos originarios de Kahn.

Posteriormente, se ha creado el modelo tridimensional completo de la Fisher House y se han generado la vista de planta primera y se sección constructiva. Siendo conscientes de las limitaciones gráficas del programa y de sus tendencias hacia un lenguaje técnico, se ha procurado asemejarse a las intenciones que el arquitecto puso en el dibujo originario, obteniendo unas vistas que poco distan de un calco de la original. Aunque se ha tenido que intuir, probar y maniobrar con los recursos gráficos del programa, se ha conseguido el objetivo. Además se sabe que una vez moldeado el objeto se permite trazar vistas infinitas en cónica, axonometría y sección con el fin de dar a conocer y entender al cliente de la forma más directa y llana el proyecto. El arquitecto es conocedor de que el tiempo de producción de un proyecto se invierte con Revit, pero a la vez sigue arraigado a la idea de que la esencia de este se inicia siempre con el dibujo manual y que AutoCAD le permite alejarse de un lenguaje tan estandarizado.

Acabando este apartado, cabe concluir que:

-El dibujo manual sigue siendo hoy pieza irremplazable a la hora de trazar esas primeras líneas de esbozo que guiarán el proyecto futuro. Es una herramienta sin límites gráficos y sin idioma establecido. Cada lenguaje es propio del autor, y eso lo convierte en un idioma íntimo y sensible de la arquitectura. Entendida esta disciplina como arte, no se concibe la idea de un arquitecto lejano a un lápiz y un papel.

-AutoCAD es utilizado universalmente para la formalización y representación de proyectos. Permite líneas vectoriales y fluidez de planos. Confiere al dibujo una capacidad descriptiva de total definición ante un proyecto. Aunque los dibujos sean independientes da cabida a una superficie ilimitada donde el diseño es libre. Los recursos gráficos son modestos, pero la capacidad del autor para darle dinamismo y juego a sus dibujos es competente a la hora de crear planos que serán veraces y vistosos.

-Revit, aun siendo un programa casi desconocido y aun habiendo recelo a su uso, es un software que solo ofrece oportunidades. La metodología BIM se está implantando poco a poco en la producción de los proyectos arquitectónicos y será en un futuro breve su uso universal. Revit se establece como un modelo tridimensional inteligente que, una vez se le ha dado forma, se pueden trazar vistas y cortes infinitos, exteriores e interiores, y con tratamientos visuales que poco distan de la realidad. Esto nos aleja de maquetas y otras ayudas con las que nos apoyábamos en antaño. Es un programa que facilita el goteo de vistas de espacios realistas en un contexto donde el cliente se aleja de interpretar dibujos, quiere conocer la realidad inmediata.

No sabemos si Revit llegará a sustituir a AutoCAD, pero su coexistencia no está lejana para muchos arquitectos. Aun conduciéndonos a un lenguaje que dista del guiño arquitectónico que se imparte en la Escuela, Revit es capaz de componer planos que poco tienen que envidiar de herramientas anteriores. El límite gráfico lo impone Revit, pero hasta donde se exprima es cometido del autor.

Sintetizando todo lo anterior, decir que es el arquitecto el eterno protagonista en la creación del corazón del proyecto y que aunque tenga recelo o no del uso de nuevas tecnologías por el límite que le impongan a su gesto arquitectónico y a su lenguaje gráfico, el arquitecto, como figura sensible y creadora, será capaz de interiorizar hasta donde llegan las fronteras del grafismo de los programas digitales y los alzará hacia su mayor esplendor.

## Relación del trabajo con los ODS.

La figura del arquitecto ha ido menguando a través de la historia según los avances tecnológicos y sociales a los que se ha visto sometido. Siempre fiel a que su imagen va de la mano de la producción de dibujos, el arquitecto es consciente de que su función en los días que nos envuelven está más definida en la producción y gestión de proyectos con productividad, cooperación y agilidad.

El oficio del arquitecto comenzó como una figura independiente, multidisciplinar y solitaria, pero son las exigencias adyacentes las que le comprometen a día de hoy hacia el cambio de su profesión dirigida más hacia la producción y cooperación entre otros profesionales.

Sustituyendo aquel dibujo primario de ideación que se completaba con la ejecución laboriosa y voluminosa de planos dibujados a mano, el arquitecto actual obra a través de plataformas digitales que aceleran el rendimiento del ciclo de vida de un proyecto.

Así, el dibujo manual adopta el carácter subjetivo y creativo del proyecto y deja para plataformas digitales todo lo referido a lo técnico, formal y colaborativo. Se ha apartado el dibujo a mano al proceso primario de creación, pero la imagen de presentación y representación de los planos, la que confiere su uso para dar entendimiento y tentación a terceros, se le atribuye a los recursos digitales.

Con la llegada del Dibujo Asistido por Computadora el dibujo adquiere perfección, flexibilidad y prontitud. Todo ello se incrementa con la incorporación coetánea de softwares vinculantes tanto al programa como al proyecto en sí que facilitan el cálculo y la generación de documentación que se solicita.

Pero no es hasta la llegada de la metodología BIM cuando al proyecto se le confiere un diseño colaborativo, coordinado y estandarizado. Esta metodología de trabajo es conocida por su aporte en técnicas de comunicación e

nace Revit, que se instaura como un programa diseñado para la cooperación y coordinación en la gestión de proyectos. Calidad y agilidad que se traducen en un beneficio económico, en un escenario donde la arquitectura se ha convertido en un producto de consumo.

Revit trabaja de manera paramétrica y con modelos inteligentes y pluridimensionales. Aparte de lo mencionado, la tecnología BIM y por ello, Revit, abraza herramientas vinculantes o intrínsecas en el programa que permiten la interacción y colaboración en el mismo proyecto de diferentes disciplinas y profesionales.

Revit agrupa el proyecto en un archivo integral y modificable a tiempo real y por diferentes programas. Al proyecto se le pueden incorporar varios procesos, como el presupuesto, el modelado, la planificación, los cálculos, la planimetría, etc. Un cambio se redirige a todos los procedimientos y formas del proyecto. En definitiva, Revit permite la creación de un modelo global al que se le atribuye una cuantía de datos y al cual se le asocia más información de la mano de otros softwares intervinientes en la gestión de ese proyecto.

A partir de esta introducción y conscientes de que estamos al borde de una globalización de la arquitectura a partir de estos programas de cooperatividad y gestión, es de relevancia apuntar que estas herramientas agilizarán el cometido del objetivo 17 de Desarrollo Sostenible para la agenda 2030.

Revit, y en particular la metodología de trabajo BIM apresura y profundiza los compromisos de acción. Este método fomentará alianzas sólidas entre distintos países en la generación de proyectos y la movilización de recursos internos y conocimientos entre ellos.

BIM es una tecnología que divulga un método de trabajo racional que incrementará el apoyo internacional para realizar actividades de creación eficaces y específicas. Puede ayudar sin duda a cumplir, gestionar y alcanzar otros ODS, como el número 11, referido a las ciudades y

y comunidades sostenibles. Conforme avanza la informatización, cada vez hay más softwares y datos que se le pueden vincular a Revit, como la transmitancia de materiales a fin de crear proyectos de sostenibilidad de una forma pronta y eficiente.

Con ello queremos concluir que la metodología de trabajo que nos regala BIM aumentará considerablemente la alianza mundial entre países en lo referido a la gestión de la construcción y el desarrollo de proyectos vinculantes a otros objetivos. Será la herramienta base para que los interesados movilicen e intercambien datos y conocimientos de forma digital y veraz. BIM acelerará los progresos y coaliciones mundiales, por lo que tendrá un papel fundamental en este reto.

## Bibliografía

Carnero Olavarría, M. (2020). Luis Barragán. Dibujo y Color. Madrid: Escuela Técnica Superior de Arquitectura en Madrid.

CurioSfera Historia 2021. (2021). Recuperado el 22 de Junio de 2021, de <https://curiosfera-historia.com/historia-de-la-pluma-estilografica-inventor/>

Delgado Yanes, M., & Redondo Domínguez, E. (2007). Dibujo a mano alzada para arquitectos. Aula de dibujo profesional, 11-31.

Di Carlo, L., Mediza, B., Paiva, W., & Silva, B. (2020). Louis L KAHN. En el proyecto de la casa Norman Fisher. Montevideo: Facultad de Arquitectura y Diseño - UdelaR.

Domene Camarasa, S. (2018). La representación gráfica: reflexiones sobre la evolución del dibujo y las nuevas tecnologías. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

Escuela de Diseño de Madrid. (2018). ESDIMA. Recuperado el 29 de Junio de 2021, de <https://xn--master-diseo-khb.com/origen-del-programa-revit-de-autodesk/>

Ferrater Mora, J. (1964). Diccionario filosófico. Buenos Aires: Editorial sudamericana.

Font Andreu, J. (2007). Impacto tecnológico del CAD en la docencia de la expresión gráfica en la Ingeniería. Barcelona: Universitat de Barcelona.

Gallardo, S. (14 de Mayo de 2015). Portavoz haciendo cultura. Recuperado el 30 de Junio de 2021, de <http://portavoz.tv/que-venden-los-arquitectos>

Galván Desvaux, N., & Tordesillas, A. Á. (2017). Louis Kahn, el comienzo de la arquitectura - Notas sobre el silencio y la luz. Valladolid: Universidad de Valladolid.

Garcelán Docio, J. (2016). Impacto del BIM en la gestión de un proyecto y obra de arquitectura: de AutoCAD a REVIT. Valencia: Escuela Técnica Superior de Arquitectura.

García Domínguez, J. (2020). Lo que dice la línea, el valor artístico del boceto en la arquitectura contemporánea. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

Gómez Molina, J., Cabezas, L., & Copón, M. (2005). Los nombres del Dibujo. Madrid: Cátedra.

Gómez-Blanco Pontes, A. (n.d.). Medios gráficos, soportes e instrumentos. Granada: Universidad de Granada.

Granados Valencia, J. (2014). Conceptualización Arquitectónica. Valencia.

Grupo de investigación ARC. (2015). III Jornadas de Innovación Docente en Arquitectura. Barcelona: Escona Técnica i Superior d'Arquitectura - La Salle Universitat Ramon Llull.

IAC. (17 de Diciembre de 2015). <https://www.iac.com.co/bim-para-arquitectos/>. Recuperado el 29 de Junio de 2021, de <https://www.iac.com.co/bim-para-arquitectos/>

Luna Criollo, V. (2014). La expresión gráfica manual como herramienta fundamental para la innovación. Cuenca: Universidad de Cuenca.

Monfort Pitarch, C. (2015). Impacto del BIM en la gestión del proyecto y la obra de arquitectura: Un proyecto con REVIT. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

Oya Sala, T. (2015). Impacto del BIM en la gestión del proyecto y la obra de arquitectura : Un proyecto con REVIT. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

Plumed, R., & Gómez Fabra, M. (24 de Febrero de 2016 ). Apuntes de expresión gráfica. Recuperado el 05 de Junio de 2021, de [https://issuu.com/universitatjaumei/docs/sapiential12\\_parte1](https://issuu.com/universitatjaumei/docs/sapiential12_parte1)

Portela i Valls, S. (2015). El dibujo como forma de ideación y comunicación del proyecto de arquitectura. Septiembre: Universidad Politécnica de Valencia.

Romero Moruno, M. (2016). El comportamiento colaborativo en la implementación de BIM durante el ciclo de vida de la infraestructura: perspectiva de estudiantes universitarios. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

Sáinz, J. (2005). Las variables gráficas de las que dispone el dibujante son: la figura, la textura, la luz y la sombra y el color. Barcelona: Reventé.

Sáinz, J. (2005). Las variables gráficas de las que dispone el dibujante son: la figura, la textura, la luz y la sombra y el color. Barcelona: Reventé.

Salvador, M. (2019). REVIT Y LA CALIDAD DE LA EXPRESIÓN GRÁFICA EN LOS PLANOS. Recuperado el 2021 de 4 de Junio, de <https://www.linkedin.com/pulse/revit-y-la-calidad-de-expresi%C3%B3n-gr%C3%A1fica-en-los-planos-moret-colomer/?originalSubdomain=es>

Sepúlveda, M. (n.d.). BSG Institute. Recuperado el 28 de Mayo de 2021, de <https://bsginstitute.com/bs-campus/blog/autocad-la-herramienta-que-cumplio-33-anos-1101>

Silvano Florêncio, C. (2014). Aplicación del software AutoCAD Sobre el aprendizaje de la expresión gráfica en dibujo técnico de los estudiantes del primer ciclo de ingeniería industrial de la universidad Ricardo Palma. Lima: Universidad nacional de educación Enrique Guzmán y Valle.

Trejo, W. (17 de Marzo de 2016). La expresión gráfica en la arquitectura. Es una herramienta que permite comunicar ideas, conceptos, a travez del dibujo y diferentes técnicas gráficas. Recuperado el 03 de Junio de 2021, de <https://williamt2016.wordpress.com/2016/03/17/la-expresion-grafica-en-arquitectura/>

Vidal, F. (2000). Técnicas actuales en el diseño y la gestión de parques y jardines. Valencia: Escuela técnica superior de Arquitectura.

W. Torme, M. (2020). elarquitectohamuerto. Recuperado el 22 de Junio de 2021, de <https://elarquitectohamuerto.blogspot.com/2020/02/que-ha-sido-del-rotring.html>

## Índice de ilustraciones.

Ilustración 1. Dibujo de ideación original de Utzon para el concurso de la Opera de Sydney (1956) Disponible en : <https://docplayer.es/81160825-De-la-mancha-a-la-geometria-jorn-utzon-y-la-casa-de-la-opera-de-sydney.html> [Consultado 1-07-2021]

Ilustración 2. Dibujo representativo original de Utzon presentado al concurso de la Ópera de Sydney (1956) Disponible en : <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/opera-de-sydney/> [Consultado 1-06-2021]

Ilustración 3. Estudiantes en el Departamento de Arquitectura de la Bauhaus Dessau. Lotte Beese y Helmut Schulze en la mesa de dibujo. c. 1928. Disponible en: <https://lab.ccb.org/en/lessons-from-the-bauhaus-for-the-21st-century/> [Consultado 1-06-2021]

Ilustración 4. Fotografía metodología de trabajo Wright's Taliesin West (1937-2020).Escuela de arquitectura diseñada y fundada por Frank Lloyd Wright. Disponible en: <https://www.vernearquitectura.com/blog/taliesin-west-1937-2020> [Consultado 03-06-2021]

Ilustración 5. Imagen por cortesía de Peter Zumthor (2013). Disponible en: <https://www.arch2o.com/peter-zumthor-local-international/> [Consultado 04-06-2021]

Ilustración 6. Boceto original Torres de Ciudad Satélite, Luis Barragán. Disponible en : <https://www.jmhdezhdz.com/2015/07/torres-de-satelite-mexico-barragan.html> [Consultado 6-06-2021]

Ilustración 7. Torres de Ciudad Satélite, Luis Barragán-Mathias Goeritz, Naucalpan de Juárez, Estado de México, 1957-1958. Disponible en : <https://www.jmhdezhdz.com/2015/07/torres-de-satelite-mexico-barragan.html> [Consultado 6-06-2021]

Ilustración 8. Dibujos de la arquitecta Italo-brasileño (fuente: Lina Bo Bardi, Milán, Edizioni Charta, 1996). Disponible en : <https://www.select.art.br/mil-e-uma-manieras-de-expor/> . [Consultado 06-06-2021]

Ilustración 9. Ilustración 12. Zaha Hadid, Ampliación del parlamento holandés, 1978. Tinta y acrílico sobre papel, 290 x 210 mm. DMC 3000.7. Disponible en: <https://drawingmatter.org/zaha-hadid/> [Counultado 06-06-2021]

Ilustración 10. Plano de planta originario realizado a Rotring por el Arquitecto Julio Cano Lass de su propia casa unifamiliar en Florida(1958). Disponible en:<https://lasso.archivosarquitectos.com/es/original/project/8>. [Consultado 2-07-2021]

Ilustración 11. Planos originales dibujados a mano Central de Comunicaciones Vía Satélite. Buitrago de Lozoya. Madrid. (1966). Disponible en: <https://juliocanolasso.org/portfolio/central-de-comunicaciones-buitrago-1966>. [Consultado 3-07-2021]

Ilustración 12. Croquis en sección Building Workshop, Renzo Piano. Disponible en: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/896808/100-croquis-y-bocetos-de-arquitectura/5b292e02f197cca8a90000b3-100-architectural-sketches-photo>. [Consultado 06-06-2021]

Ilustración 12. Croquis en sección Building Workshop, Renzo Piano. Disponible en: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/896808/100-croquis-y-bocetos-de-arquitectura/5b292e02f197cca8a90000b3-100-architectural-sketches-photo>. [Consultado 06-06-2021]

Ilustración 13. Dibujo a Rotring. Perspectivas del Edificio del Casino de la Sociedad Recreativa de Sada. Andrés fernández-albalat(1962). Disponible en: <https://fernandezalbalat.archivosarquitectos.com/es/original/project/3> [Consultado 06-06-2021]

Ilustración 14. Fotografía de dos personas contrapuestas, a la izquierda usando la herramienta de dibujo a mano y a la derecha la herramienta digital. Disponible en: [https://www.flickr.com/photos/twm\\_news/9717154582/in/faves-hauntedhouseofprojects/](https://www.flickr.com/photos/twm_news/9717154582/in/faves-hauntedhouseofprojects/). [Consultado 07-07-2021]

Ilustración 15. Studio Aalto en los años 50.Disponible en :<https://www.iconichouses.org/news/maintaining-the-studio-aalto-helsinki>. [Consultado 06-06-2021]

Ilustración 16. Wagner,T. (2015) Fotografía con la incorporación de las computadoras del Despacho de Alvar Aalto en el atelier. Disponible en: <https://www.stylepark.com/en/news/the-boss-sat-at-the-back>. [Consultado 06-16-2021]

Ilustración 17.Dibujo de ideación del proyecto Los Terrenos de Tatiana Bilbao. (2012). Disponible en: <https://tatianabilbao.com/projects/los-terrenos>. [Consultado 07-06-2021]

Ilustración 18. Dibujo representativo realizado en AutoCAD del proyecto Los Terrenos de Tatiana Bilbao . (2012). Disponible en: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/888926/los-terrenos-tatiana-bilbao> [Consultado 07-06-2021]

Ilustración 19. Rem Koolhaas, dialogando en el Baluarte de Pamplona con el también arquitecto y reconocido profesor y estudioso Richard Ingersoll. Disponible en:<https://pro.cosentino.com/es/blog/koolhaas-ingersoll>. [Consultado 5-07-2021]

Ilustración 20. Planta baja realizada en AutoCAD con diferenciación de espacios mediante sombreados.Disponible en:<https://www.archdaily.com/905951>. [Consultado 4-07-2021]

Ilustración 21. RPBW. Vista en sección Lenfest Center for the Arts integrado en la Universidad de Columbia por Renzo Piano en colaboración con SOM (26/10/2016). Disponible en: <https://www.metalocus.es/en/news/columbia-university-campus-masterplan-perfect-collaboration> con SOM (26/10/2016). Disponible en: <https://www.metalocus.es/es/news/columbia-university-campus-masterplan-perfect-collaboration-between-renzo-piano-and-som> (Consultado 07-06-2021)

Ilustración 22. Malallister,S. (2014) Revit 2014 Displacement for Le Corbusiers Villa Savoye. Disponible en: [https://www.behance.net/gallery/7175417/Villa-Savoye-Revit-Model-Le-Corbusier\\_2014-update](https://www.behance.net/gallery/7175417/Villa-Savoye-Revit-Model-Le-Corbusier_2014-update) [Consultado 07-06-2021]

Ilustración 23. Oficinas MVRDV en Rotterdam, pioneros en el uso de la metodología BIM. Nuevo concepto de despacho de arquitectura. Disponible en: [https://diariodesign.com/2016/08/mvrdv-disena-un-nuevo-hogar-para-su-gran-comunidad/?utm\\_source=feedburner&utm\\_medium=email&utm\\_campaign=Feed%3A+DiarioDesign+%28Diario+Design%29](https://diariodesign.com/2016/08/mvrdv-disena-un-nuevo-hogar-para-su-gran-comunidad/?utm_source=feedburner&utm_medium=email&utm_campaign=Feed%3A+DiarioDesign+%28Diario+Design%29) [Consultado 07-07-2021]

Ilustración 24Presentación en alzado con el software Revit del proyecto Casa AD-01 / Díaz Fernández Arquitectos. Disponible en:[https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/910010/casa-ad-01-diaz-fernandez-arquitectos?ad\\_medium=gallery](https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/910010/casa-ad-01-diaz-fernandez-arquitectos?ad_medium=gallery). [Consultado 14-07-2021]

Ilustración 25. Domingo Aldama, F.Foster, durante la presentación de su proyecto en Bilbao, en 2019, ante varias imágenes de su propuesta. Disponible en : <https://www.republicainmobiliaria.com/editorial/foster-covid-remodelar-ciudades/>. [Consultado 11-07-2021]

Ilustración 26 Axonometría explotada realizada con Revit. De Pablo A Violeta / SCL – Studio Caceres Lazo. Disponible en:[https://www.archdaily.com/782406/de-pablo-a-violeta-scl-nil-studio?ad\\_medium=gallery](https://www.archdaily.com/782406/de-pablo-a-violeta-scl-nil-studio?ad_medium=gallery). [Consultado 12-07-2021]

Ilustración 27. L. Kahn, secuencia de sus manos dibujando a carboncillo en su estudio. Fotogramas de My Architect, a son's journey, Nathaniel Kahn. Disponible en: [disegnounioenitalianadisegno.it](https://www.disegnounioenitalianadisegno.it) [Consultado 9-07-2021]

Ilustración 28. L. Kahn, El silencio y la luz: la eternidad, 1972 [Tyng 1984, p. 136]. Disponible en: [disegnounioenitalianadisegno.it](http://disegnounioenitalianadisegno.it) [Consultado 9-07-2021]

Ilustración 29. Casa Fisher, vista desde el exterior con su entorno cercano. By: arkiiv. Disponible en: <https://arkiiv.tumblr.com/post/120716672574/louis-kahn-fisher-house> [Consultado 08-07-2021]

Ilustración 30. Casa Fisher, detalle del salón. By: arkiiv. Disponible en: <https://arkiiv.tumblr.com/post/120716672574/louis-kahn-fisher-house> [Consultado 08-07-2021]

Ilustración 31. Planta de la versión 3 y 4, 1963-64. Sobre estos esquemas, el arquitecto trabajará la versión definitiva de la casa. Disponible en: [https://dlwqtxts1xzle7.cloudfront.net/65327684/Louis\\_I\\_Kahn\\_en\\_el\\_proyecto\\_de\\_la\\_casa\\_Norman\\_Fisher.pdf](https://dlwqtxts1xzle7.cloudfront.net/65327684/Louis_I_Kahn_en_el_proyecto_de_la_casa_Norman_Fisher.pdf). [Consultado 8-07-2021]

Ilustración 32. Louis, K., (1964) Plano de emplazamiento original ejecutado por Kahn del proyectode la Fisher House. Disponible en: <http://hicarquitectura.com/2017/09/louis-kahn-fisher-house-2/> [Consultado 08-07-2021]

Ilustración 33. Louis, K., (1964) Plano de sección constructiva original ejecutado por Kahn del proyectode la Fisher House Disponible en: <http://hicarquitectura.com/2017/09/louis-kahn-fisher-house-2/> [Consultado 08-07-2021]

Ilustración 34. Primeros esquemas (marzo de 1962) Planta baja y Alzado Noreste. Estos esquemas no fueron la versión definitiva de la vivienda. Disponible en: <http://hicarquitectura.com/2017/09/louis-kahn-fisher-house-2/> [Consultado 08-07-2021]

Ilustración 35. Louis, K., (1964) Planos original de la planta de entrada principal ejecutados a mano de la Fisher House. Disponible en: : <http://hicarquitectura.com/2017/09/louis-kahn-fisher-house-2/> [Consultado 08-07-2021]

Ilustración 36.Plano de emplazamiento realizado con AutoCAD a partir de la documentación original.de la Fisher House. e 1/600

Ilustración 37.Plano de planta principal de entrada realizado con AutoCAD a partir de la documentación original.de la Fisher House. e 1/125

Ilustración 38.Plano de planta primera realizado con AutoCAD a partir de la documentación original.de la Fisher House. e 1/125

Ilustración 39. Plano de sección constructiva realizado con AutoCAD a partir de la documentación original.de la Fisher House. Sin escala

Ilustración 40. Vista cónica modelada en Revit del proyecto Fisher House.

Ilustración 41. Vista cónica interior modelada en Revit del proyecto de la Fisher House. Detalle banco de cedro. Tratamiento de visualización: Línea oculta.

Ilustración 42. Vista en planta modelada en Revit del proyecto de la Fisher House. Tratamiento de visualización: sombras y línea oculta.

Ilustración 43. Vista sección constructiva modelado en Revit del proyecto Fisher House. Tratamiento de visualización : sombras y de línea oculta.

Ilustración 44. Vista planta segunda modelada en Revit del proyecto Fisher House. Tratamiento de visualización : sombras y de línea oculta.

TFG  
2021



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA