

## Revista Latinoamericana de Difusión Científica



**Volumen 4 - Número 6**  
Enero – Junio 2022  
Bogotá – Colombia

## La digitalización de los proyectos arquitectónicos en Nuevo León, México. Una mirada a la actualización tecnológica de la práctica profesional de la Arquitectura

---

DOI: <https://doi.org/10.38186/difcie.46.02>

---

Raymundo Alberto Portillo Ríos\*

### RESUMEN

El proyecto arquitectónico constituye el quehacer esencial de la práctica profesional de la Arquitectura. El presente trabajo analiza la digitalización de los proyectos arquitectónicos en Nuevo León, México; teniendo como objetivos específicos: describir las fases del proyecto arquitectónico; señalar las herramientas digitales empleadas como soportes en la digitalización; así como identificar las técnicas digitales de representación aplicadas en los proyectos arquitectónicos. El estudio, con enfoque y metodología cuantitativa, descriptiva, transaccional, analizó los datos recabados de 75 profesionales de la Arquitectura, mediante técnicas estadísticas descriptivas. Los resultados arrojaron que en todas las etapas del proyecto arquitectónico, las herramientas digitales más utilizada son el CAD, seguidas por las de modelado y renderizado, y en menor medida por las asociadas al uso de BIM; constituyéndose las técnicas del dibujo digital en 2D y en 3D como las más importantes en todo el proceso, asegurando no solo la digitalización del proyecto, sino el uso progresivo de las tecnologías digitales en la representación y en el hacer arquitectónico.

**PALABRAS CLAVE:** proyecto arquitectónico; Arquitectura; digitalización; técnicas digitales; herramientas digitales.

\*Profesor de Arquitectura. Escuela de Arquitectura y Ciencias del Hábitat de la Universidad de Monterrey, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7575-4956> E-mail: raymundo.portillo@udem.edu

Este artículo presenta algunos resultados parciales de la tesis doctoral titulada: "*Mapa de tecnologías digitales para la representación de los proyectos arquitectónicos, en cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana NMX-C-527-1-ONNCCE-2017*", realizada por el autor en la Universidad Benito Juárez G. Puebla, México (2021).

Recibido: 28/10/2021

Aceptado: 14/12/2021

## The digitalization of architectural projects in Nuevo León, Mexico. A look at the technological update of the professional practice of Architecture

### ABSTRACT

The architectural project constitutes the essential task of the professional practice of Architecture. This work analyzes the digitalization of architectural projects in Nuevo León, Mexico; having as specific objectives: to describe the phases of the architectural project; point out the digital tools used as supports in digitalization; as well as identifying the digital representation techniques applied in architectural projects. The study, with a quantitative, descriptive, transactional approach and methodology, analyzed the data collected from 75 architecture professionals, using descriptive statistical techniques. The results showed that in all stages of the architectural project, the most widely used digital tools are CAD, followed by modeling and rendering, and to a lesser extent by those associated with the use of BIM; constituting the techniques of digital drawing in 2D and 3D as the most important in the whole process, ensuring not only the digitization of the project, but also the progressive use of digital technologies in architectural representation and making.

**KEYWORDS:** architectural project; Architecture; digitalization; digital techniques; digital tools.

### Introducción

La digitalización en la Arquitectura es un proceso indetenible; forma parte de una verdadera revolución tecnológica, que no solo ha influenciado en el hacer arquitectónico, sino en los métodos y herramientas empleados en el desarrollo de su proceso: como representación, como proyecto y como solución materializada en la construcción.

Sin embargo, la digitalización sigue siendo tarea pendiente en muchas de las oficinas de diseño y construcción en México. Según una encuesta presentado por la Fundación de la Industria de la Construcción (FICM, 2017), sólo 58% de los arquitectos vinculados a dicho sector tiene formación en las tecnologías digitales; a diferencia de ingenieros a fines que reportaron 31%; mientras que 10% de los constructores demostró tener la capacitación adecuada para adaptarse a ellas.

En dicho estudio de la FCIM (2017) se refleja, además, que sólo 36% de las empresas usan tecnologías CAD para sus proyectos; mientras que 32% combina BIM y CAD; y sólo

7% aplica únicamente la tecnología BIM. Lo que significa que la adaptación a la digitalización está todavía en un periodo incipiente y temprano de ajustes para la transición.

Otro dato interesante del informe, señala que solo 47% de las empresas tienen disposición de seguir actualizando sus tecnologías digitales según las demandas del mercado, mientras que el resto del peso estadístico no lo considera una prioridad en su gestión de proyectos (FCIM, 2017).

A fin de acelerar dichos cambios, y promover la digitalización y por ende el control de todos los procesos de diseño en la construcción, y en aras de facilitar el manejo de los recursos públicos, la Secretaría de Economía del gobierno federal ha presentado la norma NMX-C-527-1-ONNCCE-2017, la cual motiva entre el sector de la construcción de obras públicas y privadas el uso y adaptación de la tecnología BIM (SINEC-20170306174310000, Diario Oficial de la Federación Secretaría de Gobernación, 2017).

Dicha norma surge como propuesta del Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación en México en el año 2017, y cuenta además con el apoyo de la Secretaría de la Economía, que promovió su publicación en el diario oficial de la federación, por parte de la Secretaría de Gobernación.

Como consecuencia de ello, la Secretaría de Hacienda y de Crédito Público (SHCP, 2019:1), presentó en 2019 un documento denominado: “Estrategia para la implementación del modelado de información de la construcción (MIC) en México”; con lo cual se busca impulsar no sólo la aplicación de la norma oficial, sino el uso de tecnologías digitales que permitan la modelización y el control de la información del proyecto arquitectónico, al menos con inmediatez en el ámbito público; por lo que dicha norma significó un avance y reconocimiento sobre la necesaria actualización en lo referido a las tecnologías digitales.

Por todo ello, surgieron las siguientes interrogantes de investigación para el presente estudio: ¿Cómo es la digitalización de los proyectos arquitectónicos en Nuevo León, México? ¿Cuáles son las herramientas digitales aplicadas para la representación de los proyectos arquitectónicos, en cuanto a los entregables? ¿Cuáles son las técnicas de representación digital aplicadas en las fases de diseño de los proyectos arquitectónicos?

## 1. Materiales y métodos

El objetivo general del trabajo se centró en analizar la digitalización de los proyectos arquitectónicos en Nuevo León, México; teniendo como objetivos específicos: describir las fases del proyecto arquitectónico, para señalar las herramientas digitales empleadas como soporte en la digitalización en cada una de las etapas; así como identificar las técnicas digitales de representación aplicadas en los proyectos arquitectónicos.

El trabajo se realizó partiendo del enfoque metodológico cuantitativo, siguiendo la tipología descriptiva, con diseño no experimental transaccional. Se aplicó un instrumento de recolección de datos cerrado, auto administrado, entre los meses de octubre 2020 y marzo 2021.

Dicho instrumento fue probado mediante prueba piloto, arrojando una confiabilidad de 80.4%, y luego validado por expertos en el área de la digitalización y las arquitecturas avanzadas, para garantizar su objetividad. El mismo fue respondido por 75 profesionales de la Arquitectura en Monterrey, Nuevo León, México, consultados vía correo electrónico, mediante un muestro no probabilístico en cadena o por bola de nieve, que garantizó la no repetición de los informantes. Estos fueron escogidos debido a su experticia profesional, por ser los mejores preparados en cuanto al uso de las tecnologías, según indicaba la FCIM (2017); además de laborar en el segundo estado más importante en materia de construcción y aporte al PIB nacional, como lo es Nuevo León, México.

Para el procesamiento de la información, arrojada a partir de la contestación de los 76 ítems del instrumento, se aplicaron técnicas estadísticas descriptivas en el software SPSS; para calcular tablas de frecuencia y mediante cruces de indicadores, se agruparon resultados por variables y objetivos; y luego se diseñaron gráficos para ilustrar mejor los datos recabados.

## 2. Proyecto arquitectónico

El tema del proyecto arquitectónico es amplio y complejo, y se entrecruza con la práctica profesional, la enseñanza y el aprendizaje de la Arquitectura; por lo que su aproximación teórica depende del enfoque propio del trabajo de investigación en el que se circunscriba, que lo describirá como técnica, compendio, proceso, instrumento, documento, esencia y meta de la misma Arquitectura.

Delucchi (2016: 261) describe que la Arquitectura se conoce a través del proyecto; por lo que este, “no sólo es un procedimiento operativo orientado a ordenar los materiales físicos y arquitectónicos con criterios de orden y consistencia visual sino también herramienta principal de construcción de conocimiento en el campo de la Arquitectura”.

El profesional de diseño que la ejecuta, cuenta con materiales propios del proyecto, “constituidos por el conjunto de elementos arquitectónicos y criterios formales que la historia, a través de las obras realizadas”, puestos a disposición de quien los proyecta (Delucchi, 2016: 261). El proyecto de Arquitectura es, por tanto, la obra y el hacer del arquitecto.

Muñoz (2016: 19) coincide con Delucchi (2016), al afirmar “que proyectar es crear Arquitectura”. Por ello el proceso de diseño (incluido el dibujo como medio de representación del diseño) es el núcleo de la actividad profesional de los arquitectos.

Por tanto, el proyecto arquitectónico es, “la resolución de ciertas necesidades humanas mediante un ejercicio intelectual de diseño arquitectónico, pero también puede ser una propuesta innovadora de relaciones espaciales, organizativas o sociales” (Muñoz, 2016: 14).

El autor mencionado insistirá en el proyecto como medio de acción, de generación de ideas, de soluciones arquitectónicas, indicando:

“Un proyecto es el deseo de creación de una nueva realidad en el plano social, económico, político o físico, donde la arquitectura tiene un campo de acción concreto y limitado, a la vez que conectado con otras materias. En un plano más específico, el proyecto es la serie de actividades que realizamos para crear una obra arquitectónica, es decir, es la práctica del trabajo del arquitecto que idea, define y representa un objeto arquitectónico que antes no existía; pero también el proyecto es el conjunto de dibujos, de planos, de textos, de documentos que se necesitan para ejecutar la obra y construirla” (Muñoz, 2016: 16).

El proyecto de Arquitectura es, por tanto, “un conjunto de ideas transformadas en Arquitectura, y sólo representándolas adecuadamente” podrá este llegar a cumplir sus objetivos como profesión y disciplina en función de su práctica y ejercicio (Muñoz, 2016: 117).

Remes (2016) seguirá en la misma línea que los autores mencionados, indicando que estudiar el proyecto es entender la acción de los profesionales de la Arquitectura y los personajes que intervienen en dicho proceso. De modo que el autor habla de “multiplicidades”, ya que el proyecto se enmarca dentro de un sistema que admite lo múltiple

y deja entender no un único problema por vez, sino muchos, y por ende muchas soluciones, orientadas o enfocadas en la Arquitectura (Remes, 2016:153). Por tanto, el proyecto de Arquitectura es un invento con toda propiedad, y no un descubrimiento, ya que “requiere un proceso pautado, ordenado, metódico que permita muchos finales, algunos más efectivos que otros (Remes, 2016: 158).

El autor también asocia los conceptos de imagen, dibujo y proyecto e indica que es allí, en la representación de dibujos, maquetas, y el trabajo sobre ellos (como actividad paciente, pero riguroso, sobre el lenguaje gráfico), que se encuentra el fundamento para profundizar los temas del proyecto y su diseño, “materializando argumentos y procedimientos; dependiendo de las técnicas elegidas el proyecto tomará su camino y se materializará” (Remes, 2016: 161).

El referido autor insiste en la importancia de profundizar sobre los procesos y mecanismos que permitirán comprender al proyecto de diseño, ya que en dichas actividades se encuentra el campo de “actualización constante que permite una concepción innovadora y necesaria para la disciplina” (Remes, 2016: 162). Dicha actualización está operando como una transición del objeto arquitectónico, al sistema, donde los cambios surgen no desde los objetos, sino más bien en cómo estos fueron realizados, el paso de lo analógico a lo digital, o su integración, como punto de partida para el proyecto arquitectónico.

La digitalización del proceso es una de esas actualizaciones referidas por el autor, enfocándose no sólo en el objeto mismo de la Arquitectura, sino en las herramientas, técnicas e instrumentos utilizados para llegar a este, como meta última del proceso proyectual.

Al respecto, Remes (2016: 158) sostiene que “el nivel de complejidad que requiere la Arquitectura contemporánea no puede ser predecible ni establecido como una secuencia de pasos lineales que comienza con ideas globales de forma, para luego pasar a las ideas supuestamente subsidiarias o decantadas”; de modo que si ha cambiado la Arquitectura, es por cuanto cambió el método o medio de proyección y representación.

### 3. La digitalización en la Arquitectura, un cambio de medio y de método

La digitalización ha sido más que un relevamiento instrumental, ya que ha marcado un cambio paradigmático en el ejercicio profesional de la Arquitectura, superando la mera

actualización tecnológica, por cuanto influye en el modo de hacer, pensar y expresar el objeto arquitectónico en sí mismo.

Esto es lo que llevará a Szelagowski (2016: 121) a afirmar de manera categórica:

“Si el Renacimiento fue una revolución en Arquitectura a partir de la aparición del arquitecto proyectista y de un nuevo método de análisis y de determinación del espacio del hombre, también lo es en similar magnitud la revolución digital que convierte al proyecto en un medio de pensamiento que permite nuevas posibilidades geométrico-espaciales”.

El proyecto de Arquitectura, por tanto, está inmerso en la revolución digital, y no sólo en cuanto a medio o método de representación, sino que ha influenciado en el cómo de la Arquitectura, con un enfoque sistémico, que va más allá de la expresión gráfica y visual, hasta desembocar en el pensamiento contemporáneo de lo que se entiende actualmente por hacer Arquitectura.

Llopis (2018) se atreverá a más, definiendo dichos cambios con un nuevo término, denominado Proyecto Digital de Arquitectura, en cuanto a método y lenguaje de expresión, desarrollado mediante las técnicas y herramientas digitales disponibles por la contemporaneidad. Dice al respecto el autor: “estas transformaciones se caracterizan por el tránsito de la bidimensionalidad remanente en el proyecto digital, hacia una tridimensionalidad integral del proyecto que concibe la representación gráfica como una réplica tridimensional del edificio previa a su materialización constructiva” (Llopis, 2018: 262).

Cabe recalcar que Llopis (2018), será el único que hable de proyecto digital en el desarrollo de sus ideas, aunque otros autores refieran la digitalización, pero no como un adjetivo propio del proyecto. De modo que si el proyecto arquitectónico es digital, también lo es el producto generado o emanado de este como proceso de diseño, expresión y representación. Y es en este aspecto en el que la Arquitectura adquiere plenamente el sentido propio del término de digitalización, por cuanto no se limita al uso de una herramienta o software en específico, sino a la forma de hacer y pensar el objeto diseñado.

Como todo proceso, el proyecto digital de Arquitectura tiene también fases o etapas, descritas a continuación desde el punto de vista del desarrollo o ejecución.

#### 4. Fases del proyecto arquitectónico



Remes (2016: 157) indicará que el proyecto de Arquitectura “no es un sistema de fases con pasos enumerados sobre los que todos debieran pasar, el proyecto de arquitectura es pautado pero posee una estructura rizo matica donde a veces se toma un camino y otras veces no”.

En la misma línea Muñoz (2016), indica que el proceso de realización del proyecto arquitectónico es complejo e incluye actividades de muy variado género o categorías. Dice el autor: “aunque pudiéramos imaginar que el camino desde los ‘croquis preliminares’ hasta el ‘proyecto’ sea siempre un aumento en la precisión con la que el diseñador imagina y, por consiguiente, representa”. La gradación y diversidad de las representaciones de mayor generalidad hacia otras de mayor o menor definición, son válidas para la mayoría de los procesos de proyecto, de modo que este no representa un procedimiento único (Muñoz, 2016: 19).

A pesar de ello, Muñoz (2016) se atreverá a establecer fases genéricas del proyecto arquitectónico, que serán también las referidas en el presente trabajo de investigación, a saber: la fase analítica, la fase de ideación y la fase de documentación. Estas no representan una secuencialidad del proyecto; tampoco el cumplimiento de una será el avance de la otra; los caminos del proyecto arquitectónico son tan complejos y diversos, dependiendo del equipo y el objeto de diseño, así como sus características, las demandas del mercado, las necesidades del cliente, entre otras variables.

#### 4.1. Fase analítica

Fase previa en la que “se recoge, se selecciona y se elabora la información que vamos a necesitar para realizar el proyecto” (Muñoz, 2016: 29). Aquí se obtienen amplios registros fotográficos y se realizan diversas maquetas del lugar; el análisis del sitio, considera la topografía y los edificios de su entorno y contexto. Se caracteriza por el desarrollo de diagramas de adyacencias y de circulaciones, mapas y esquemas conceptuales; muchas veces junto con los usuarios del futuro edificio se hacen planos funcionales utilizando métodos simples de representación para aproximarse al tema del proyecto arquitectónico.

En esta fase se harán también: plantas, fachadas, planos, secciones y axonometrías, es decir, se elaborará una base cognitiva selectiva del lugar en el que va a estar emplazado el proyecto arquitectónico (Muñoz, 2016).

#### 4.2. Fase de ideación

Esta fase puede depender del arquitecto o bien de su equipo de trabajo. Para dar inicio, normalmente tiene lugar después de haber “obtenido, elaborado y asimilado toda la información” preliminar. Se “comienza a dibujar sobre el papel en blanco, a trazar sobre la pantalla del ordenador o a construir en la maqueta unas primeras ideas, intentando dar respuesta a los condicionantes más relevantes” (Muñoz, 2016: 42).

El autor señala que “en algunos casos, esos primeros trazos constituirán la envolvente de un volumen; en otros casos, serán una organización en planta; en otros representarán un tipo de sección estructural; en otros serán todo eso a la vez” (Muñoz, 2016: 42).

De modo que para la representación de las ideas del arquitecto no hay una secuencia formal; las técnicas podrán ser variadas, analógicas o digitales, o bien mixtas, por lo que es posibles hacer aproximaciones en base a esquemas gráficos en 2D o 3D.

Frecuentemente, esta fase está caracterizada por el uso del croquis o el sketch; a través de estos, “se van ensayando las primeras respuestas a la demanda proyectual, creando aproximaciones en las que se va esbozando un esquema funcional hecho estructura y forma” (Muñoz, 2016: 42).

La representación no es solo en base a las técnicas de planimetría, es posible que en esta fase se incluyan técnicas de maquetería, para volúmenes sobre los que se trabajará.

En la ideación “se desarrollan propuestas en las que la manipulación directa de los materiales permite desarrollar nuevas ideas. Este trabajo con las maquetas puede hacerse también mediante el ordenador, trabajando con maquetas infográficas” que comúnmente son llamadas como maquetas o modelado digital (Muñoz, 2016: 49).

Se trabajarán sobre diversas aproximaciones, “pasando de la escala de emplazamiento a la de diseño general, y a la de detalle para comprobar la validez de las ideas”; de esta manera se irá avanzando y madurando en las propuestas surgidas (Muñoz, 2016: 42).

Esta aproximación se hará mediante el manejo de diversas escalas y proporciones, así como de técnicas y herramientas; resulta muy importante concebir el tamaño del objeto arquitectónico diseñado; por ello “con el diseño asistido por ordenador, en el que no hay escalas, este proceso es mucho más directo y rápido” (Muñoz, 2016: 42).

#### 4.3. Fase de documentación

Podría ejemplificarse como la etapa conclusiva del proceso del proyecto, normalmente materializado en un documento, que también se denomina con el nombre de proyecto: “una suma de determinaciones y representaciones gráficas y escritas que permiten construir la obra proyectada” (Muñoz, 2016: 20).

Este documento (o compendio de documentos y legajos) recoge la prefiguración que se ha definido en el proceso de proyectar, de modo que la transmite para que se pueda construir (materializar) la obra arquitectónica en base a dicha comunicación.

El proyecto será por tanto el proceso, así como la serie de operaciones necesarias para definir la Arquitectura y convertirla en realidad; también será el “conjunto de documentos que permitirá transmitirlos y materializarlos” (Muñoz, 2016: 15).

El documento plasmado como proyecto de Arquitectura, “servirá para llevar a cabo la construcción de la obra, dejando fuera mucho material que habrá sido utilizado como instrumento de trabajo” para su culminación (Muñoz, 2016: 18).

El proyecto de Arquitectura se sirve pues de técnicas y herramientas digitales, como medios de comunicación y expresión para la documentación arquitectónica; entendiendo estas como el hardware y software utilizados para su producción “así como a su manejo en aras del dibujo 2D o 3D y la edición de imagen y vídeo durante el proyecto” del edificio arquitectónico (Oliva, 2016: 18).

De modo que, como indica Portillo en su trabajo sobre el tema (2021), toda técnica de representación digital trae implícito el uso de herramientas, que la ejecuta y la pone en práctica. Por tanto, la herramienta digital es la que permite que se aplica o desarrolle cualquier técnica digital.

#### 5. Técnicas y herramientas digitales aplicadas al proyecto arquitectónico

Como se ha dicho hasta ahora, el proyecto de Arquitectura y sus fases requieren de un soporte o medio de representación capaz de comunicar y transmitir la información técnica

constructiva del objeto arquitectónico a construirse, y es en esto donde entra la mayor función de la digitalización, ya que se sirve de soporte y de entorno, en el que opera todo el proceso.

Se entiende por técnicas digitales aquellas empleadas en la comunicación del proyecto arquitectónico. Oliva (2016, p. 18) lo dirá más claramente señalándolas como el “procedimiento instrumental conjunto de hardware y software, utilizado para dicha producción, así como a su manejo en aras del dibujo 2D o 3D y la edición de imagen y vídeo durante el proyecto”.

De modo que las técnicas digitales de representación no sólo se asocian a su carácter tecnológico, sino al producto devenido de este, como son: los dibujos 2D, o en 3D; la edición de imágenes o videos; la realidad virtual y aumentada; e incluso la fabricación digital.

Sin embargo, como se ha mencionado más arriba, toda técnica requiere de una herramienta, es decir, de un instrumento (en este caso digital) que permita la generación de los productos o entregables aplicados al diseño arquitectónico.

Las herramientas digitales, también llamados por Oliva (2016) como software o programas informáticos, son precisamente los soportes o medios de expresión digital aplicados en el proceso proyectual del diseño arquitectónico. Tienen como principal característica que sólo se usan en un ambiente digital, mediante el computador o un dispositivo electrónico, y que por medio de ellos se obtienen entregables tanto físicos como digitales (planos, maquetas, renders, videos).

Para el presente trabajo se tomó como referencia lo planteado por Oliva (2016), en cuanto a las herramientas digitales relacionadas al ejercicio de la Arquitectura, clasificadas en: herramientas CAD, las asociadas a BIM, las de modelado y renderizado, las de representación real 3D o simulación, las de video y fotografía.

## 6. Resultados y discusión

En el ejercicio de la Arquitectura es muy importante considerar que las acciones: dibujar, diseñar, proyectar y representar son análogas, ellas se entrecruzan en el hacer y pensar el edificio, no se refieren a un momento en específico o a una etapa en particular del proceso, sino que abarcan todo el trabajo.

Complementario a esto, se entiende el proyecto como compendio o legajos de documentos que buscan comunicar las ideas arquitectónicas sobre un objeto formal, espacial y funcional, próximo a materializarse y construirse.

Para el abordaje del mismo, es necesario que el profesional se valga de muchas herramientas técnicas, que se aplican con el fin de: dibujar, diseñar, proyectar, visualizar y representar la propia Arquitectura.

De allí la complejidad que conlleva tratar el tema del proyecto arquitectónico en el ámbito digital, pues no es un producto, sino un proceso, muchas veces no lineal, ni definido; en donde se entrecruzan diversas variables, pero que tiene como filigrana de conexión, la representación y comunicación del objeto mismo.

Por eso se consultó a los arquitectos informantes sobre cuáles eran las técnicas y herramientas digitales aplicadas en dichos momentos. Como se explica a continuación.

### 6.1. Fase analítica

Correspondiente a la exploración preliminar del objeto arquitectónico, es la etapa de estudio y revisión de otros referentes, del análisis de sitio, de establecer el programa de diseño, del estudio de las variables condicionantes y determinantes en el proceso.

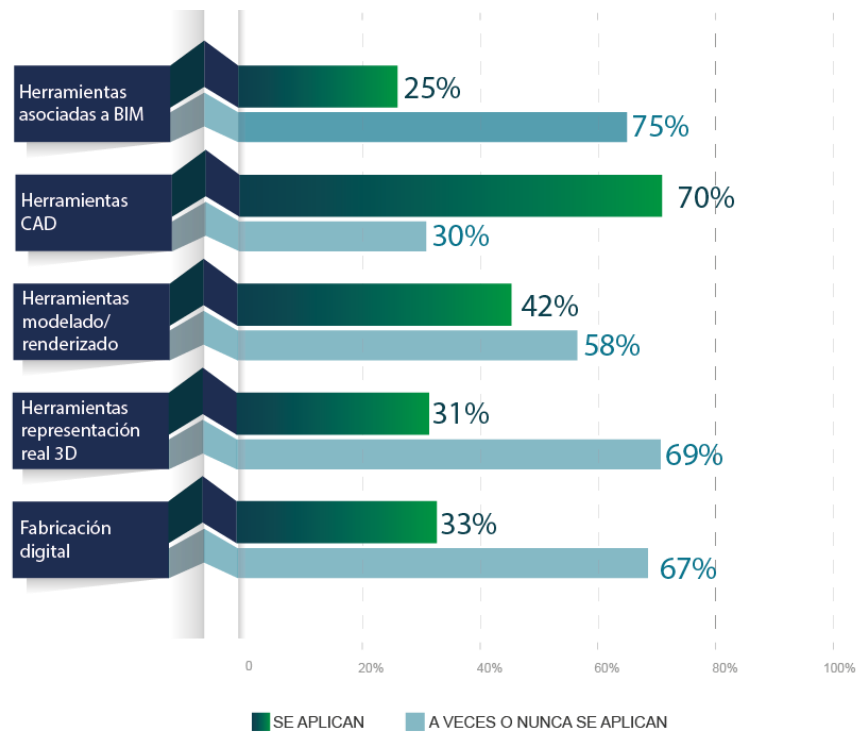
En algunos casos es llamada la fase de anteproyecto, ya que busca sentar las bases sobre lo que será la nueva propuesta arquitectónica, y en donde muchas veces nacen las ideas trascendentales que trazan el rumbo del mismo.

El gráfico 1 agrupa los resultados por tipo de herramienta digital, a fin de ilustrar mejor cuáles son aquellas que sobresalen de todo el peso estadístico, que reúnen la mayor cantidad de opiniones de uso en la etapa analítica o de anteproyecto.

Los resultados demuestran que la principal herramienta digital aplicada en esta primera etapa del proyecto, es el CAD, ya que supera por casi treinta puntos porcentuales al resto de las opciones disponibles.

En segundo lugar, y con una media de 40%, las herramientas de modelado y renderizado, así como las de representación real 3D. Es congruente este resultado pues muchas veces estas herramientas se trabajan en conjunto, para la visualización del dibujo digital en 2D y 3D del objeto que se diseña.

Gráfico 1. Las herramientas de digitalización en la fase analítica del proyecto arquitectónico.



Por último, se encuentran la fabricación digital y las herramientas asociadas a BIM, siendo esta última la que cuenta con el menor porcentaje de aplicación, alrededor de 25%. Es comprensible el resultado, pues en estas etapas tempranas del proyecto, surgen las primeras volumetrías o maquetas físicas de estudio, o bien del contexto asociadas al objeto en sí. Sigue siendo una fase exploratoria, de estudio, de correcciones mediante la práctica del ensayo - error.

La información obtenida confirma lo expuesto por Muñoz (2016), quien señala que durante la fase analítica se trabajan con los primeros esquemas, diagramas, dibujos en 2D y 3D, maquetas y aproximaciones del sitio; aparecen las proyecciones ortogonales como plantas, alzados y secciones, y se plantea el fundamento cognitivo de la solución arquitectónica a aportar mediante el ejercicio de diseño.

Además, el autor indica que es la etapa de las alternativas, de propuestas, del estudio de varias o muchas soluciones, antes de la toma de decisión definitiva. Ya en esta fase incipiente está presente la digitalización en el proceso proyectual como se ha demostrado.

## 6.2. Fase de ideación y desarrollo

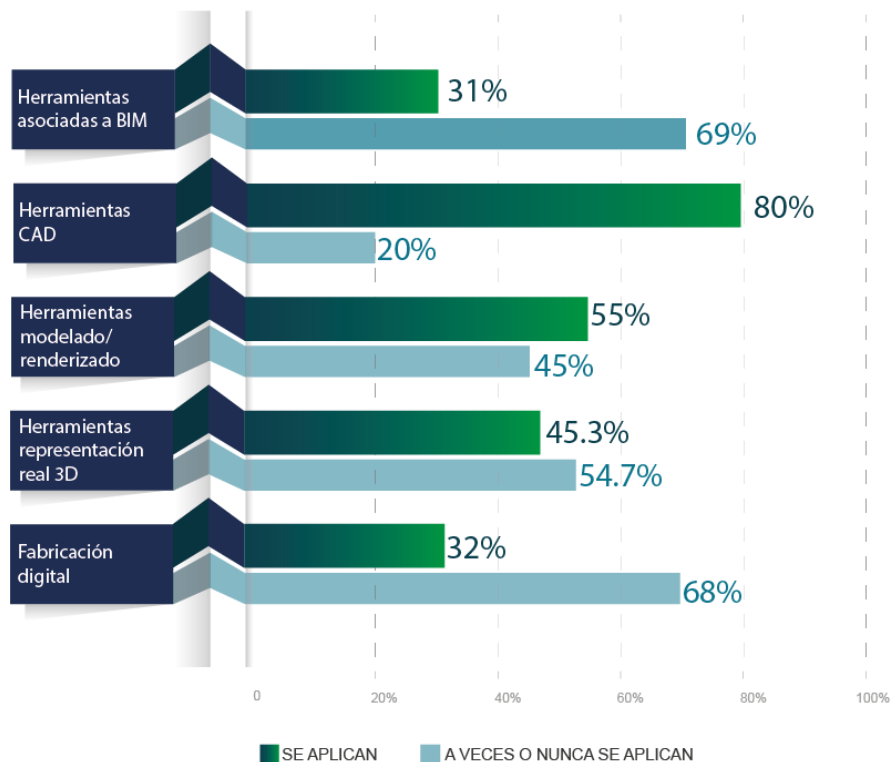
Constituye el cuerpo del trabajo, quizás la etapa de mayor duración o esfuerzo, pues terminan de consolidarse lo planteado en el momento anterior.

Es la fase donde Muñoz (2016) señala que se incorporan más fuertemente el tema de las herramientas digitales, de la integración del trabajo en el equipo de diseño, y de entrar a profundidad en la temática y solución planteada.

Los resultados apuntaron a la profundización de la digitalización en esta etapa, sobre todo porque ofrece resultados más rápidos, y es en ese aspecto expedito en donde cobra mayor importancia la representación digital de la Arquitectura.

El siguiente gráfico 2 muestra las ponderaciones de las opiniones, considerando las herramientas abordadas, muestra datos muy similares a los de la fase anterior.

Gráfico 2. Herramientas digitales aplicadas en la fase de ideación y desarrollo del proyecto arquitectónico.



Los resultados arrojan que 80% de las opiniones afirmativas señalan el uso de los CAD, siendo estos los programas más utilizados para la representación arquitectónica en la segunda fase, así como en la primera.

El siguiente lugar lo ocupan las herramientas de modelado y renderizado, y seguidamente las de representación real 3D, y las herramientas asociadas a BIM, con una media de 45% de afirmación.

Este resultado confirma lo propuesto por Muñoz (2016), para quien en esta fase de ideación y desarrollo se acentúa el uso de las herramientas digitales; por ello se destaca el crecimiento del uso de la edición de imágenes y videos, y por ende la representación real 3D.

A partir de este momento el proyecto arquitectónico queda definido, y empiezan a darse soluciones más ejecutivas sobre el diseño; se definen aspectos formales, espaciales, funcionales, constructivos y ejecutivos del edificio, encaminándose a una versión definitiva del mismo.

Se muestra, por tanto, que la digitalización también está presente en esta segunda etapa del proceso, y no solo como soporte y método, sino que incluso el hecho de que las herramientas relacionadas a generar productos en 3D se hagan más indispensables, hace saber que son un componente importante en el proceso de diseño y solución arquitectónica.

### 6.3. Fase de documentación

Ciertamente no es la etapa final, aunque de alguna manera si conclusiva, pues se encarga de documentar y sintetizar el trabajo de todo el proyecto; aquí se organizan los legajos con toda la planimetría, se configuran y preparan los entregables, tanto físicos como digitales. Se establecen aspectos económicos, programáticos y temporales de la propuesta arquitectónica a ejecutarse. Muchas veces esta etapa se compagina con la génesis de la construcción material del edificio.

Los resultados mantienen la misma línea de los anteriores, así como también de la profundización y énfasis de algunos programas digitales, ya señalados.

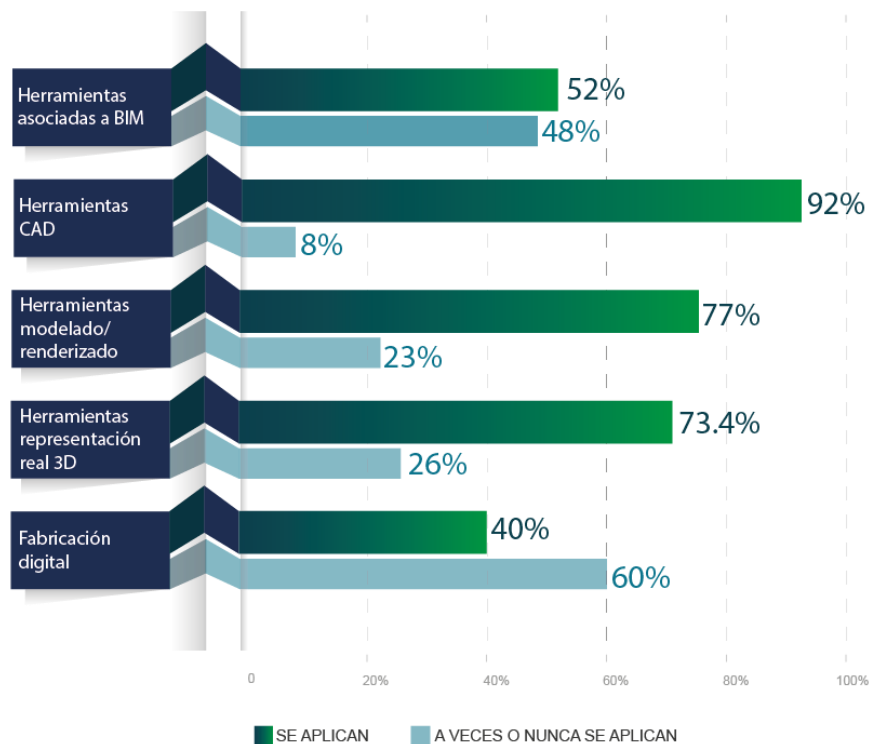
Las herramientas para la digitalización, ahora son entendidas como medios generadores de entregables finales del proyecto, y es en ello en donde se observan las mayores diferencias.



El gráfico 3 sintetiza los resultados comentados, donde la herramienta CAD mantiene la mayor preferencia de uso con valores por encima de 90%; esto reafirma los valores obtenidos en otros ítems del instrumento, relacionados a la misma temática.

En segundo lugar, con valores también destacables por encima de la media, con más de 70% de opinión favorable, se encuentran las herramientas de modelado, renderización y representación 3D, que normalmente se relacionan a la edición de imágenes y vídeos. Por último, se encuentra el uso de herramientas asociadas a BIM y la fabricación digital.

Gráfico 3. Herramientas de digitalización del proyecto arquitectónico en la fase final de documentación.



Estos resultados coinciden con lo expresado por Muñoz (2016) sobre la fase de documentación, como compendio y armado de los entregables del proyecto arquitectónico en sí, y por ende como confirmación total de la digitalización del mismo.

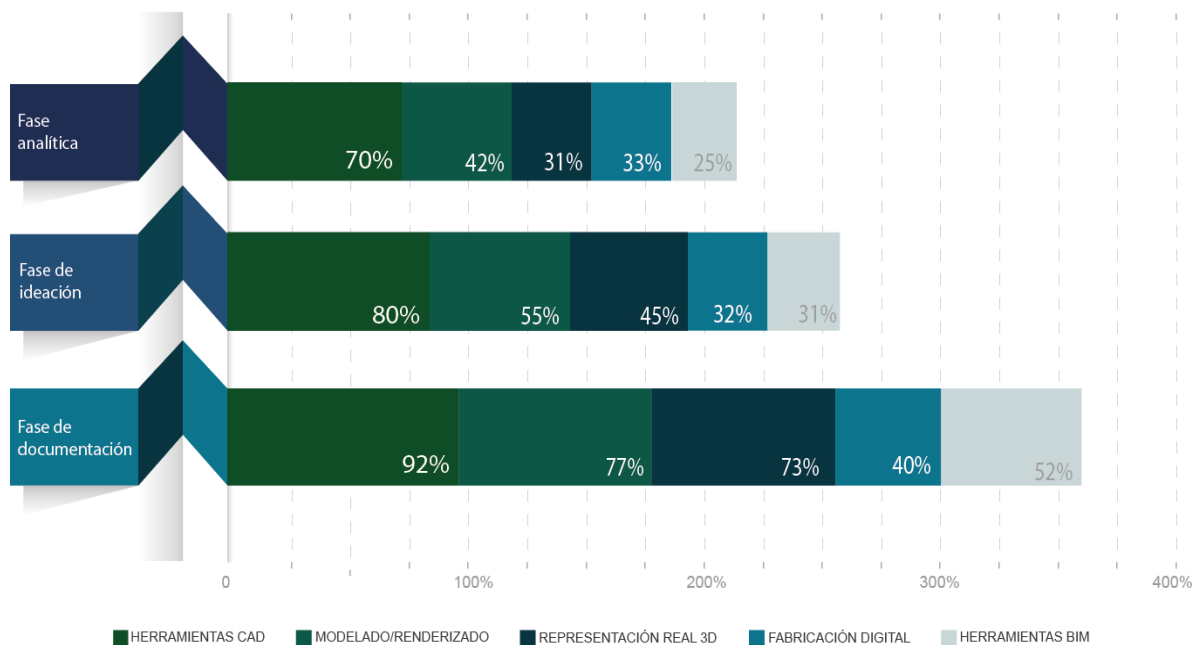
Aquí se agrupan la mayor cantidad de determinaciones, las especificaciones, la planimetría final, y las piezas complementarias de comunicación del proyecto final, y es por

ello que las herramientas digitales mejor valoradas cobran en este punto mayor prominencia.

#### 6.4. Técnicas y herramientas aplicadas en las fases de los proyectos arquitectónicos

A manera de síntesis, y para explicitar mejor todos los resultados presentados hasta ahora, el gráfico 4 muestra de manera pormenorizada, cuáles son las herramientas más emblemáticas, según las tres fases analizadas del proyecto arquitectónico, expresados en porcentajes de aprobación aportados por los informantes.

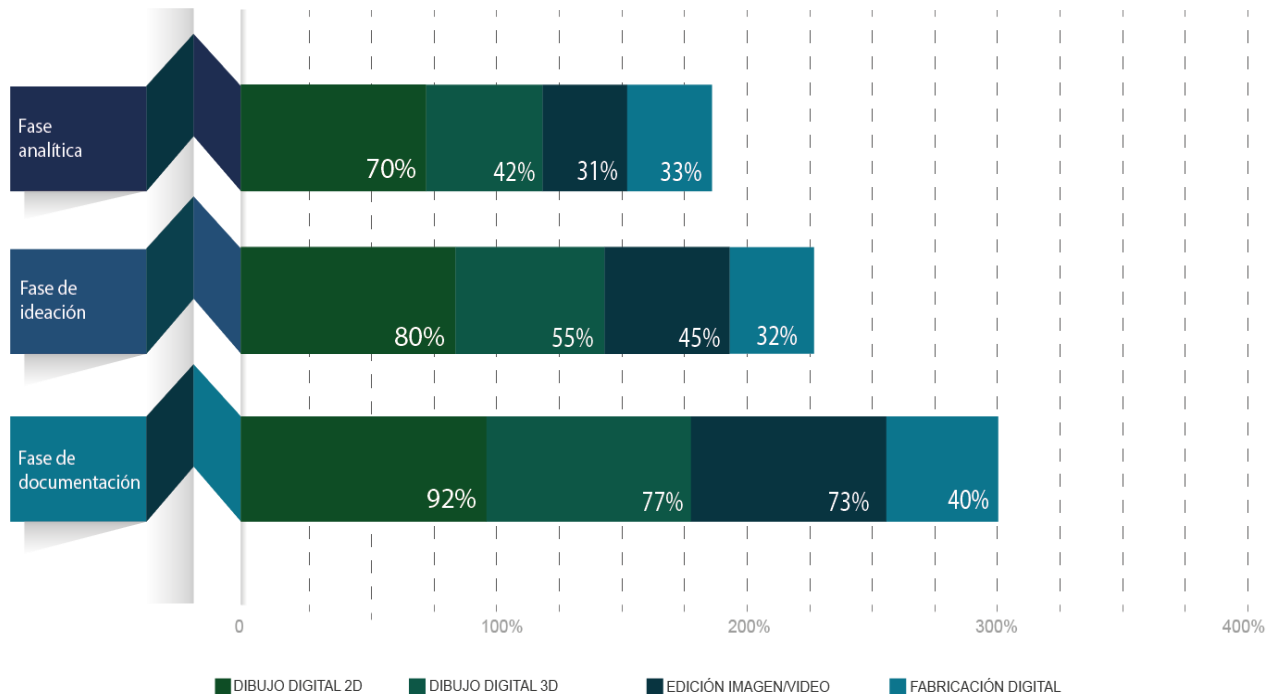
Gráfico 4. Herramientas de digitalización aplicadas en las fases del proyecto arquitectónico.



El gráfico 4 muestra, además, que en la medida que se avanza en el desarrollo del proyecto de Arquitectura, se hace mayor uso de las herramientas digitales, por lo que se posicionan de manera protagónica los programas CAD, los de modelado y renderizado, así como los utilizados para la representación real 3D. Estas constituyen las principales herramientas a emplear para la comunicación y documentación del proyecto arquitectónico,

desarrollado precisamente a partir de las técnicas digitales, como se muestra a continuación.

Gráfico 5. Técnicas de digitalización aplicadas en las fases del proyecto arquitectónico



El gráfico 5 recoge, por su parte, las técnicas digitales aplicadas a la representación del proyecto arquitectónico, según las fases y etapas establecidas, en donde resalta el uso del dibujo digital 2D y 3D; estas técnicas aumentan progresivamente en importancia en cada etapa de trabajo, convirtiéndose en las prioritarias de todo el proceso.

Le siguen las técnicas de edición de imágenes y la fabricación digital, ordenadas pormenorizadamente, estas se consideran como complementarias, ya que su porcentaje de aprobación, aunque también vaya incrementándose, nunca llega a alcanzar los anteriores.

Un caso a destacar es como en la fase de documentación, tanto el dibujo digital 3D como la edición de imágenes, llegan a compartir más del 70% de la balanza estadística; en esta etapa se afianzan y profundizan las técnicas de representación digital, tal y como se refleja en los resultados obtenidos.

De modo que los datos respaldan la digitalización del proyecto arquitectónico en Nuevo León - México, donde se consideran determinantes y en aumento en cada una de las etapas.

## Conclusiones

Los resultados evidencian que, a pesar de estar presente la digitalización en el proyecto arquitectónico, en la práctica sigue permaneciendo el pensamiento analógico del dibujo y la representación 2D propia de la Arquitectura. Una muestra de ello es como el software de preferencia entre los encuestados, sigue siendo un programa que emula el trabajo sobre la mesa o restirador, donde las herramientas han sido sustituidas por comandos de ortogonalidad y precisión (comandos propios del CAD).

Por ello, el uso de las técnicas y herramientas digitales en el proyecto arquitectónico ha demostrado la existencia de una simbiosis en las técnicas; una correlación, una singularidad resolutive, entre lo que se diseña como objeto, y los instrumentos que se aplican para lograrlo.

Puede afirmarse que toda la Arquitectura como proyecto pasa por la digitalización. Sin embargo, determinar su carácter digital, como adjetivo de referencia, dependerá de la profundidad en el uso y aplicación de dichas herramientas en el proceso de diseño, más allá de la producción de los entregables.

Este trabajo de investigación se enfocó precisamente en el proyecto y sus fases, como proceso de diseño, comunicación y documentación; pero no profundizó en la creación o generación de ideas arquitectónicas, mediante el software digital o el entorno virtual; esta es un área prominente a investigar.

Puede afirmarse también, que la digitalización en la Arquitectura en Nuevo León, (México) ya se ha iniciado, y su desarrollo y evolución es constante, aunque todavía se considere en etapa adaptativa o de transición; y su aplicación debe ser observada no solo como instrumentación, sino como proceso de gestión y de información, sobre todo en las fases proyectuales finales, donde se hace necesario documentar y comunicar los datos técnicos del edificio a construir.

La digitalización del proyecto arquitectónico en Nuevo León (México) ya ha iniciado, y esto se demuestra en el hecho de que en todas las fases proyectuales se apliquen

herramientas digitales, y más aún, que en la medida que se avanza en el proceso se hacen más determinantes las representaciones o dibujos 3D.

Es precisamente este uno de los puntos más importantes devenidos de la digitalización, en la comprensión tridimensional 3D de la forma y función espacial del objeto diseñado, representado, revisado, probado y controlado, primero en el ámbito digital, y luego expresado mediante renders o videos digitales.

De modo que puede concluirse que para el proyecto arquitectónico, las herramientas y técnicas digitales son importantes, pero lo son por el fin de la Arquitectura misma, y de allí lo trascendental del aquí y el ahora de la actualización tecnológica, no porque sea un carrera contra el tiempo, sino por el urgente horizonte que se vislumbra a partir de la digitalización y sus resultados favorables en el proceso.

## Referencias

Delucchi, A. (2016). Investigación del proyecto. En: *Acerca del proyecto en arquitectura: Entre la reconstrucción y la invención*. Editado por Delucchi, A. (Ed.). Editorial UFLO Universidad de Flores. Buenos Aires, Argentina. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/universidadmonterreysp/reader.action?docID=4760515&query=Acerca+del+proyecto+en+arquitectura%3A+Entre+la+reconstrucci%C3%B3n+y+la+invenci%C3%B3n>

FICM, Fundación de la Industria de la Construcción (2017). Encuesta BIM. México, México. [https://issuu.com/lidiamr0/docs/resultados\\_encuesta\\_bim](https://issuu.com/lidiamr0/docs/resultados_encuesta_bim)

Llopis, J. V. (2018). *Dibujo y arquitectura en la era digital: Reflexiones sobre el dibujo arquitectónico contemporáneo*. Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.

Muñoz, A. (2016). *El proyecto de arquitectura: concepto, proceso y representación*. (2da. Edición). Editorial Reverté.

Oliva, R. (2016). *Avances tecnológicos en representación gráfica su influencia en el diseño arquitectónico* (Tesis doctoral). Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). <https://www.tesisenred.net/handle/10803/397699>

Portillo Ríos, R. A. (2021). Técnicas de representación digital aplicadas a los proyectos arquitectónicos en Nuevo León, México. *Revista Científica UISRAEL*, 8(3), 27–49. <https://doi.org/10.35290/rcui.v8n3.2021.449>

Remes, L., P. (2016). Procesos iterativos versus la repetición del inconsciente. En: *Acerca del proyecto en arquitectura: Entre la reconstrucción y la invención*. Editado por Delucchi,

A. (Ed.). Editorial UFLO Universidad de Flores. Buenos Aires, Argentina.  
<https://ebookcentral.proquest.com/lib/universidadmonterreysp/reader.action?docID=4760515&query=Acerca+del+proyecto+en+arquitectura%3A+Entre+la+reconstrucci%C3%B3n+y+la+invenci%C3%B3n>

SHCP Secretaría de Hacienda y Crédito Público (2019). Estrategia para la implementación del modelado de información de la construcción (MIC) en México. Documento de la Sub Secretaría de Ingresos, Unidad Inversiones. México, México  
[https://grupoenconcreto.com/wp-content/uploads/2019/11/Plan\\_estrategico\\_MIC.pdf](https://grupoenconcreto.com/wp-content/uploads/2019/11/Plan_estrategico_MIC.pdf).

SINEC-20170306174310000 Diario Oficial de la Federación Secretaría de Gobernación (2017). Norma NMX-C-527-1-ONNCCE-2017 Industria de la Construcción-Modelado de Información de la Construcción-Especificaciones-Parte 1: Plan de Ejecución para Proyectos. México, México. [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5489920&fecha=12/07/2017](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5489920&fecha=12/07/2017)

Szelagowski, P. E. (2016). La enseñanza del proyecto en nuestra contemporaneidad un mar de dogmas y confusiones. En: Acerca del proyecto en arquitectura: Entre la reconstrucción y la invención. Editado por Delucchi, A. (Ed.). Editorial UFLO Universidad de Flores. Buenos Aires, Argentina.  
<https://ebookcentral.proquest.com/lib/universidadmonterreysp/reader.action?docID=4760515&query=Acerca+del+proyecto+en+arquitectura%3A+Entre+la+reconstrucci%C3%B3n+y+la+invenci%C3%B3n>