

# Perspectivas de las herramientas tecnológicas CAD en la construcción.

*Perspectives of CAD technology tools in construction.*

Lic. Rómulo Alejandro Barba López <sup>1\*</sup>, Ing. Joel Alejandro Barba Salazar <sup>2</sup>

1\* Magister en Contabilidad Pública Internacional. Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.

Email: [rómulo.barbal@ug.edu.ec](mailto:rómulo.barbal@ug.edu.ec) Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7674-2623>

2. Ingeniero en Sistemas Computacionales. Investigador Independiente, Ecuador.

Email: [joelbarba18@outlook.com](mailto:joelbarba18@outlook.com) Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0816-7978>

Correspondencia: [rómulo.barbal@ug.edu.ec](mailto:rómulo.barbal@ug.edu.ec)

Recibido: 26/octubre/2019

Publicado: 09/diciembre/2019

**Resumen:** Es evidente que las tecnologías han invadido todos los espacios de la humanidad, haciendo cada vez más visionarios las actividades cotidianas y laborales, es así como en la construcción, los proyectos actuales hacen uso de los sistemas de Dibujo Asistidos por Computadora (CAD), los cuales abre las puertas a proyectos que se pueden presentar en 2D, 3D e inclusive a través de realidades virtuales. Es por ello que con esta investigación se pretende analizar las perspectivas de estas herramientas, sus ventajas y desventajas, además su incidencia en los dibujos realizados a mano, también se presenta los diferentes softwares y sus características a fin de que se pueda conocer e identificar el más apropiado. La metodología utilizada en la investigación se basa en un diseño bibliográfico de tipo documental, basada en la revisión sistemática de artículos científicos. Una vez analizada todas las posiciones de los autores, se puede concluir que la última palabra en cómo y con qué herramienta realizar sus diseños la tendrá el ingeniero y su equipo de trabajo.

**Palabras Clave:** CAD, 2D, 3D, diseño, software.

**Abstract:** It is evident that technologies have invaded all spaces of humanity, making daily and work activities increasingly visionary, this is how in construction, current projects make use of Computer Aided Drawing (CAD) systems, which opens the doors to projects that can be presented in 2D, 3D and even through virtual realities. That is why this research aims to analyze the perspectives of these tools, their advantages and disadvantages, as well as their impact on drawings made by hand, the different softwares and their characteristics are also presented in order to reveal and identify the more suitable. The methodology used is based on a documentary-type bibliographic design, based on the systematic review of scientific articles. Once all the positions of the authors have been analyzed, it can be concluded that Engineers have the right to decide how and what tools to use to make their designs.

**Keywords:** CAD, 2D, 3D, Software.

## INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia el ser humano ha demostrado su sentido de adaptabilidad, a todas las circunstancias que involucran mejoras en su entorno, a pesar de que en muchas ocasiones les cueste aceptar el cambio, en ese sentido la informática conjuntamente con las herramientas tecnológicas han sido parte de esas mejoras tanto en la cotidianidad como en los espacios de trabajos. En ese sentido, afirma Morciego (2018), “la informática ha revolucionado todas las áreas del conocimiento humano”, siendo una de esas áreas la construcción, específicamente el diseño en la construcción.

En otro orden de ideas, la construcción también ha ido evolucionando, más como una necesidad de protección del hombre, así conseguimos, por ejemplo, las cuevas, las chozas, entre otros, hasta llegar las edificaciones de hoy en día. Afirma Aranda (2020), que las estructuras de construcción nacen por la necesidad de resguardarse, almacenar o acomodarse al terreno. Inicialmente los materiales usados provenían, sin apenas proceso, de la naturaleza como la madera o la piedra, en ocasiones argamasas de simples mezclas de minerales triturados.

En los actuales momentos, se cuenta con grandes urbanismos, que se han acoplados a la comodidad y exigencia de las diferentes personas o conglomerados, por ello, indica Aranda (2020), que la obra civil ha servido para sumar confortabilidad al desarrollo de las civilizaciones y comodidad a los hombres y mujeres que las conforman. Una sociedad con una ingeniería civil avanzada, es una sociedad vanguardista.

Es por eso que las tecnologías juegan en los actuales momentos un rol muy importante en el campo de la construcción, específicamente al momento del diseño, desde donde se inicia los grandes desarrollos urbanísticos, estas herramientas tecnológicas que permiten visualizar diseños en 2 y 3 dimensiones, son conocidas como Dibujo Asistido por el computador o CAD (por sus siglas en inglés).

Sin embargo, como sucede siempre con cualquier cambio, la irrupción de los sistemas CAD en el campo de la arquitectura y la construcción, tuvo muchas reticencias, hubo grandes detractores de la informática impulsados por un miedo fundamentado a veces en el desconocimiento (Acampa, Crespo, y Marino, 2019). Pero, todos esos temores se fueron dilucidando en el tiempo, al sopesar los beneficios que traen en el diseño y desarrollo de proyectos arquitectónicos y civiles.

Es evidente que todo cambio y en especial el tecnológico conlleva a una serie de impactos en cotidianidad del ser humano, y esto se ha visto reflejado en las herramientas tecnológicas 2D y 3D, que han afectado no solo la arquitectura, industria civil, sino también la electrónica, electromecánica, química, petrolífera, y técnica, entre otras, siendo actualmente muy usados para diseñar proyectos y planos acordes con las demandas y las necesidades de la empresa a la que responden o bien a las de sus clientes.

En el área de la construcción específicamente, el diseño juega un papel primordial, debido a que de allí se desprende las perspectivas que se presentarán en un determinado

proyecto, por ello las herramientas tecnológicas de diseño, conocidas como 2D y 3D o CAD, han venido a contribuir a que ese proyecto sea más seguro y confiable, ya que se podrá visualizar a través de esas herramientas antes y durante la implementación del proyecto

Para Acampa et al. (2019), las tecnologías digitales permiten prever en el proyecto, en forma de modelo virtual, el cumplimiento correcto de las prestaciones antes de emprender la construcción, no sólo en términos dimensionales, sino en cuanto a su funcionamiento dinámico.

En atención a lo anterior, el tener el proyecto en pantalla, permitirá realizarle cualquier ajuste y ver sus consecuencias inmediatamente, afirma Acampa et al. (2019), Los medios digitales permiten la simulación de la realidad de manera virtual donde se puede comprobar las decisiones de proyecto, sin necesidad de modelos físicos a escala, en otro punto el mismo autor indica que en la actualidad, el ordenador permite construir con mucha facilidad y precisión modelos tridimensionales y observarlos desde cualquier punto de vista, como si se tuvieran delante.

Es decir, estas herramientas contribuyen con el profesional en sus actividades de diseño, permitiendo realizar cualquier tipo de dibujos, siendo aplicable al dibujo técnico, mecánico, industrial, arquitectónico y al dibujo aplicado a topografía.

Es por ello, que es importante conocer las percepciones de las herramientas tecnológicas de dibujo 2D y 3D en el campo de la construcción, así como las ventajas y desventajas que poseen, y a través de ese contexto poder ir más allá, en lo que respecta a las implicaciones de la sustitución por completo los dibujos o diseños a mano.

En otro orden de ideas, el CAD, se puede definir como un software de computación que permite elaborar dibujos de manera rápida, ágil y sencilla, con acabado perfecto. Su aplicación está dirigida al campo de la Ingeniería y la Arquitectura (Calderón, 2018).

El Diseño asistido por computadora, hace referencia a las diferentes herramientas computacionales que asisten el trabajo de las diferentes áreas de la ingeniería, arquitectura, diseño, etc, (Correal, Mendoza, y Palacios, 2016)

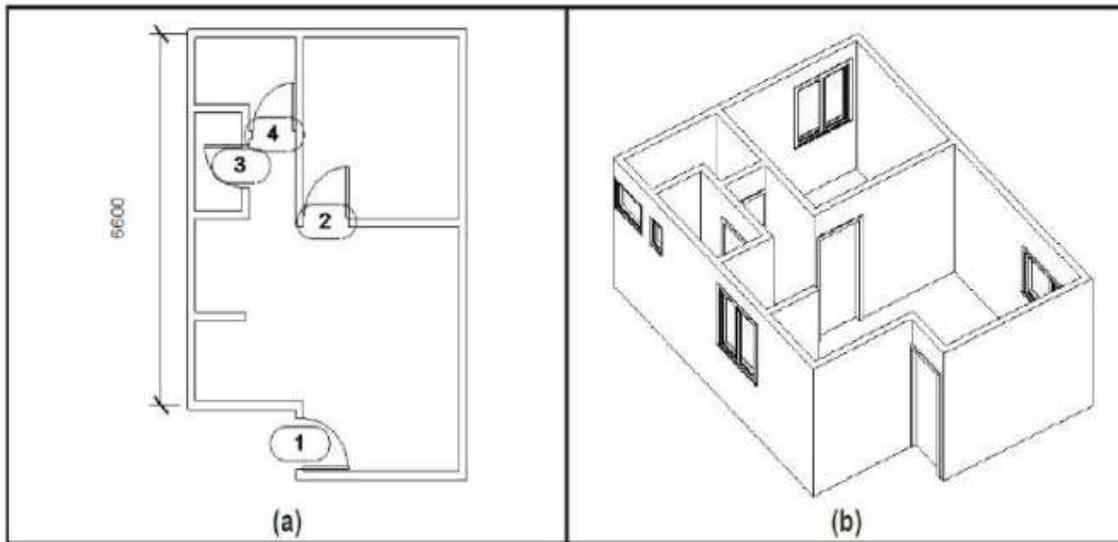
Con base en las anteriores afirmaciones, se puede decir que el diseño asistido por computador o CAD por sus siglas en inglés (Computer Aided Design), es el software que permite crear, modificar, documentar e inclusive analizar las representaciones graficas de dibujos bidimensionales o tridimensionales. Por ello, el CAD es utilizado durante todo el proceso de ingeniería, permitiendo en el caso de la ingeniería civil acoplar todas las áreas del diseño civil involucradas como son el área estructural, hidráulica, y de construcción e inclusive vial en el caso de grandes urbanismos. Promoviendo así la reducción de costos y tiempo que involucran los diseños a manos, garantizando la calidad y efectividad del proyecto.

En lo que respecta a los modelos de presentación, esta tecnología presenta dos modelos definidos como sigue por Calderón (2018):

- **Modelo 2D:** Es la representación gráfica de un modelo en dos dimensiones. Por lo general esta representación se hace sobre un plano.
- **Modelo 3D:** Es la representación gráfica de un modelo en tres dimensiones. Por lo general esta representación muestra la realidad de un objeto a escala. Con el modelo en tres dimensiones se puede definir un volumen en el espacio.

Es decir, los modelos 2D, solo muestran el ancho y el largo del dibujo, sin profundidad. Está formado por puntos, líneas, arcos y polígonos mientras los modelos en 3D se originan mediante un proceso de cálculos matemáticos sobre entidades geométricas tridimensionales, producidas en el computador. En la figura 1, se pueden observar un modelo 2D identificado con la letra (a) y el mismo modelo, pero en 3D identificado con la letra (b).

**Figura 1.**  
*Modelo 2D y 3D:*



Fuente: (Rodríguez y Zaragoza, 2017)

## METODOLOGÍA

Esta investigación se realiza a través de una revisión sistemática de diferentes autores, por ello está enmarcada en una metodología documental, como indica Grajales (2000), la investigación documental es aquella que se realiza a través de la consulta de documentos (libros, revistas, periódicos, memorias, anuarios, registros, códigos, constituciones, etc.).

En ese orden de ideas, dicha una revisión sistemática de artículos científicos basados en el tema de las herramientas tecnológicas de dibujo 2D y 3D, permitió evaluar y analizar las diferentes posiciones con respecto a percepciones que se generan en el campo de la construcción referente a su uso, con ello, construir las argumentaciones críticas y validas

que permitan establecer la adopción o no de dichas tecnologías y cuál es la más apropiada conforme a sus características y propiedades.

## RESULTADOS

En el proceso de la revisión bibliográfica, se pudo observar que los diferentes autores coinciden desde sus perspectivas en algunas de las ventajas y desventajas, así como el impacto que tienen en las diferentes áreas de la ingeniería y sus posiciones con respecto a lo sustitución del dibujo manual, por ello este punto se discierne los siguientes aspectos:

### Ventajas CAD

Algunas de las ventajas que ofrecen los sistemas CAD en el área de la construcción desglosan a continuación:

- Mayor rendimiento al momento de dibujar, permitiendo ahorrar tiempo de trabajo, así como la modificación y orden del dibujo de manera inmediata.
- Permite intercambiar información mediante la incorporación de bases de datos y archivos, inclusive desde otros sistemas informáticos y esto representa una mejora en rapidez y efectividad a la hora de interpretar diseños.
- Permiten la estimación de costos de construcción y de operación.
- Tiene herramientas para una buena presentación del documento en papel, en lo que respecta a la estética y a la información, siendo esta última una documentación más consistente y sencilla del diseño, tales como geometrías, dimensiones y listas de materiales.
- Algunas herramientas permiten dibujar tanto en 3D como en 2D, a ello se puede a partir del dibujo en 2D en planta, generar el modelo 3D en un tiempo mucho menor al tiempo que se emplea en dibujar un isométrico o una perspectiva a mano.
- Generación de diferentes alternativas de distribución en planta y en el espacio, así como el análisis de la eficiencia del movimiento de personas o vehículos.
- Generación de modelos virtuales, permitiendo girarlo, agrandar, reducirlo, cortarlo, medirlo, realizando inmediatamente los cambios al dibujo total, mejorando inclusive la visualización de los ensambles de las piezas.
- El CAD se ha convertido en un software estándar a tal punto que existen otros programas basados en su uso, por ejemplo, dentro de estos se encuentran según Calderón (2018), para Arquitectura y Construcción: Autodesk Revit, para la Industria y Fabricación: Autodesk Inventor, para Cartografía y GIS: AutoCAD Civil 3D, para los Medios y Entretenimiento: Autodesk 3ds MAX.

### Desventajas CAD

Estas herramientas también tienen algunas desventajas, como son:

- La adquisición y el entrenamiento de estas herramientas requieren de una inversión inicial costosa.

- Requiere de un buen tiempo para obtener un aprendizaje apropiado, para el uso adecuado y total de las herramientas.
- Requiere una computadora potente basada específicamente en velocidad y memoria que es necesaria para el mejor funcionamiento de las herramientas 2D y 3D.

## 2D vs 3D

Afirma Lucas (2019), “un proyecto de ingeniería está formado por un conjunto de escritos, cálculos y dibujos que tienen como objetivo dar idea de cómo tiene que ser y cuánto tiene que costar una obra de ingeniería.”

Por lo anterior, diseñar un proyecto de ingeniería en 2D o 3D, depende de una serie de decisiones que le corresponde al diseñador o ingeniero tomar, que tienen que ver con la envergadura del proyecto a presentar. A continuación, algunas diferencias entre ambos modelos.

- En la actualidad son muy poco los programas que solo usan 2D, ya que estos han sido sustituidos por programas que integran ambos modelos, lo cual abre un abanico de opciones en especial para proyectos grandes.
- Trabajar con 2D puede, por tener una imagen menos realista, dar lugar a diferentes interpretaciones, lo que a su vez puede dar lugar a malentendidos, fluctuaciones o incluso fabricaciones erróneas.
- A pesar que el software para modelos 3D son más costoso que los que solo usan modelos 2D.

Con esta información no se pretende descalificar los modelos 2D, sino como se indicó anteriormente es conocer de antemano con que se cuenta, los modelo 2D funciona para dibujos sencillos, pero cuando se tiene planificado un gran proyecto es conveniente usar un software 3D, que garanticen funcionalidad, eficiencia, calidad y bajos costos.

Para el logro de las especificaciones mencionadas se debe contar con tecnología avanzada, especialmente cuando se trate de proyectos de alta gama que involucre las diferentes áreas de la ingeniería y de la arquitectura donde deben trabajar de manera conjunta en consonancia con dicho proyecto.

Afirma Sierra (2016), en el método tradicional de diseño CAD, cada uno de los involucrados (arquitectos, ingenieros estructurales, ingenieros de instalaciones) trabajan por medio de dibujos 2D separados y sólo en aquellos elementos de los que son responsables, lo cual conlleva la poca comunicación y coordinación con el resto de involucrados que están trabajando bajo un mismo proyecto; generando interferencias que en principio son inevitables, pero que bajo una comunicación efectiva, continua y coordinada se podrían prever antes de entrar en una etapa de construcción.

A esa conjugación de áreas y herramientas se les conoce actualmente como sistema BIM, resultando la solución más eficiente y productiva para grandes proyectos urbanistas por lo

que muchos empresarios, inversionistas, ingenieros y arquitectos apuestan al uso los sistemas BIM.

Indica Sierra (2016), el BIM (siglas en inglés), es el Modelado de Información para la Construcción e Infraestructura, comienza por la creación de un modelo de diseño 3D inteligente y que posteriormente utiliza ese modelo para facilitar la coordinación, simulación y visualización, así como para ayudar a las partes interesadas a mejorar la manera de planificar, diseñar, construir y administrar edificios e infraestructuras.

En este sentido (Giménez, Gutiérrez, y Hernández, 2016) mencionan que

Estos modelos están lógicamente integrados en el sentido de que todos pueden acceder a datos compartidos, y además si un usuario resalta o cambia un aspecto de uno, pueden resaltar o cambiar los aspectos dependientes de los elementos integrados a éste. Los modelos son multidisciplinarios, ya que representan la arquitectura, ingeniería, construcción y propietario del proyecto, como sub-disciplinas.

Con lo anterior se garantiza el intercambio de información de manera eficaz y eficiente, entre los involucrados, ya que, con las representaciones digitales de todas las fases del proceso de construcción, se puede simular el rendimiento en una construcción real, pudiendo corregir errores en la representación virtual y no en la obra, lo que perfecciona el flujo de trabajo, aumenta la productividad y mejora la calidad.

Con base a todo el contexto anterior, es indiscutible que las herramientas tecnológicas 2D y 3D tienen un alto grado de impacto en el campo de la construcción, ya que los conceptos de tiempos de espera y exactitud han mejorado con la llegada y actualizaciones de estas herramientas, siendo así, los profesionales de la construcción pueden centrarse más en desarrollar la idea inicial, sin necesidad de que se tome mucho tiempo dibujando y perfeccionando sus planos.

Sin embargo, a pesar de todas las ventajas e implicaciones que tienen las herramientas 2D y 3D, aún hay mucha tela que cortar, específicamente en lo que se refiera a la sustitución total del dibujo a mano, existiendo muchas posiciones encontradas al respecto.

### **De la Mano a la Tecnología CAD**

Este es un punto muy controversial, aun cuando son más las ventajas que las desventajas en los sistemas CAD, hay que considerar que aún sigue siendo importante el dibujo a mano para muchos profesionales, ya que es un recurso privilegiado para los procesos creativos donde se concede acción a la innovación.

En relación a esto, Díaz (2016) menciona:

En el proceso de elaboración de bocetos no importa ni el tiempo ni el lugar, sólo se presenta el soporte plano-mesa, cuaderno, servilleta...- con el instrumento gráfico-lápiz, pluma, bolígrafo...- y la sustancia manchante –grafito, tinta, cera... Por ello la idea de proyecto

puede surgir en cualquier sitio, y muchos de los mejores proyectos se han originado en lugares distintos a un estudio de arquitectura

De la misma manera Contreras (2016) indica que:

Aunque la manipulación directa del diseño, mediante el boceto y la elaboración de modelos hechos a mano, siempre va a ser necesaria para que el diseñador pueda entenderlo en su totalidad, la integración de las nuevas tecnologías en su desempeño profesional, abre un abanico nuevo de posibilidades, pues el uso de la computadora y de herramientas automatizadas le permite realizar un trabajo más efectivo, porque es más preciso, además de que tiene la oportunidad de hacer cambios más rápidos sin tener que empezar desde cero y ofrecer un producto con mayor fidelidad y calidad.

“Por otro lado, los dibujos a mano requieren de más tiempo y pudieran no ser lo suficientemente flexibles para algunas necesidades especializadas” (Martínez, Delgado y Sotelo, 2020)

A la luz de las aserciones de los autores anteriores, la apuesta se define en la búsqueda del equilibrio en las ambas técnicas (la manual y la tecnológica), usando las ventajas de cada una a fin obtener los mejores resultados el diseño a proyectar. Es decir, no dejar de lado la creatividad e ideas del ingeniero o arquitecto plasmadas en un dibujo, sino mejorarlas a través de las herramientas tecnológicas, siendo eso el tema de la tecnología, de ser una herramienta que permite darle un mayor sentido de eficiencia y eficacia al proyecto dibujado.

Pero la incorporación de nuevos instrumentos no equivale a sustituir los tradicionales (dibujo o maquetas) por nuevos artefactos, sino que deberá conllevar un nuevo encaje para ellos. El dibujo, sus paradigmas, no están ausentes en los nuevos métodos (Acampa, et al. 2019).

Como se puede observar por las posiciones de los autores anteriores, este es un tema que prácticamente es personalizado, debido a que existen diferentes creencias y posiciones, por lo que la balanza tiende en la actualidad debido a la globalización y la revolución de las tecnologías a moverse más al uso de las herramientas 2D y 3D, dejando un poco de lado el uso de bocetos o maquetas a mano, para Díaz (2016), la realidad es que vivimos en una sociedad acelerada y sobreestimulada que nos remite a ser más automáticos, sin pasar por la dedicación y paciencia del boceto o pasando bien poco-antes de acometer con la máquina.

### **Las opciones de Software**

Actualmente debido al gran avance de las tecnologías en lo que respecta a software y hardware hay una gran variedad de herramientas que permiten mejorar la calidad y eficiencia de los proyectos de obras civiles, indica Contreras (2016), que existe una variedad de tecnologías de las cuales se puede valer el diseñador para realizar su ejercicio profesional, que van desde programas con licencia, que en ocasiones pueden ser bastante costosos, hasta programas de código abierto u Open Source, que gracias al trabajo de desarrollo de una

comunidad muy grande en Internet son opciones muy útiles y se convierten en fuertes herramientas para el trabajo profesional.

Estos programas han ido evolucionando a lo largo de tiempo, pasando por diferentes revisiones o versiones y con ello también mayor adaptabilidad a bases de datos y a otros programas. Sin embargo, a continuación, vamos a desglosar las características de estos programas, así como las bondades de otros, según diferentes autores.

Para Morciego (2018), los softwares más utilizados en la construcción son:

- El AutoCAD. En sus últimas revisiones se versiona la aplicabilidad de 2D y 3D y la implementación del lenguaje de programación completo para AutoCAD, denominado AutoLISP
- AutoDesk Revit. El autor indica que es el software CAD ideal para la construcción, ya que es un software de Modelado de información de construcción (BIM, Building Information Modeling), que permite al usuario diseñar con elementos de modelación y dibujo paramétrico, permite un diseño basado en objetos inteligentes y en tercera dimensión.

En este software, un cambio en algún lugar significa un cambio en todos los lugares, instantáneamente, sin la intervención del usuario para cambiar manualmente todas las vistas, siendo muy viable en los modelos BIM, los cuales debe contener el ciclo de vida completo de la construcción, desde el concepto hasta la edificación, esto es posible mediante la subyacente base de datos relacional de arquitectura de Revit.

Por su parte, Suárez y Montes (2016), indican que el AutoCAD cuenta con un gran despliegue de herramientas que permiten visualizar, verificar y ajustar las disposiciones establecidas por los diseños iniciales reduciendo la posibilidad de errores o inexactitudes en los planos finales, para desarrollos con una serie de plantillas que aceleran el trabajo permitiéndole al ingeniero conocer el contenido y conformación de un plano, a partir de esta información se crea el modelo base.

Además, estos autores ofrecen otras opciones de software CAD como lo que se muestran en la tabla 1.

**Tabla 1.**  
*Opciones de SoftwareCAD:*

Software	Descripción
Google SketchUp	Permite crear, compartir y presentar modelos 3D, compatible casi con cualquier dispositivo. Permite conceptualizar rápidamente volúmenes y formas arquitectónicas de un espacio. Los edificios creados pueden ser geo-referenciados y colocados sobre las imágenes de Google Earth. Se combina con AutoCAD convirtiéndose en una plataforma amigable, sencilla y practica al momento de crear los volúmenes teniendo en cuenta niveles, pendientes y elevaciones propias del terreno.

Fuente: (Suárez y Montes, 2016)

**Tabla 1.**

*Continuación:*

Lumion 6.0	<p>Es una herramienta de visualización arquitectónica 3D en tiempo real.</p> <p>Compatible con otros softwares de modelado.</p> <p>Optimiza los colores y las texturas, ajuste de iluminación acorde al proyecto favoreciendo la visualización de las texturas, buscando una presentación más real.</p> <p>Se le puede incorporar sonidos y rutas o recorridos de elementos inanimados como autos, personas, entre otros.</p>
------------	---

Fuente: (Suárez y Montes, 2016)

En la Tabla 2, se muestran las opciones de software con las que se cuenta no solo para la construcción, sino para otros campos de la ingeniería y el diseño.

**Tabla 2.**

*Software de diseño:*

Software	Características
AutoCAD	Permite crear dibujos 2D y 3D, edita geometría con sólidos y superficies.
Revit	Produce diseños y documentación de edificios, visualizaciones en 3D, actualiza planos, elevaciones, secciones y vistas 3D. Se incluye una base de objetos y texturas.
Revit 360 BIM	Plataforma que conecta datos en tiempo real, desde el diseño hasta la construcción.
3D Max	Solución de modelado 3D, con efectos visuales para crear escenas impresionantes y experiencias de realidad virtual.
SketchUp	Programa de modelado 3D, se puede diseñar cualquier objeto que pudiera usarse en el diseño, se incluye galería de objetos y texturas.
ArchiCad BIM (Building Information Modeling)	Programa que permite modelar rápido y crear detalles constructivos además de cálculos precisos, imágenes fotorrealistas, experimentación en tiempo real, vinculación con dispositivos electrónicos como tabletas y celulares.
Lumion	Permite a partir de un modelo 3D, transformarlo de manera realista y mostrar un contexto real, con movimientos y sonidos en un recorrido virtual.
Photoshop	Software de diseño gráfico, cuenta con herramientas de fotografía profesional, crea y transforma imágenes, tiene flexibilidad de usar en computadoras y iPads con vinculación a la nube.
InDesign	Software de diseño gráfico que permite crear y publicar desde libros hasta posters o planos, este es ideal para presentar libreto de anteproyectos profesionales.
Ilustrador	Software de diseño gráfico, donde se crean formas, se convierten colores para crear logotipos, iconos o gráficos de diseño.
After Effects	Permite crear transiciones en movimiento, crea efectos visuales y gráficos animados, ideal para presentaciones de proyecto de exposición.

Fuente: (Rodríguez y Zaragoza, 2017)

Cómo se puede observar, existen muchas alternativas, cada una con una gama de virtudes excepcionales, pero acá lo importante es, identificar cual ofrece la mejor alternativa a las características del proyecto a desarrollar y si se cuenta con el personal capacitado en ese software a fin de sacarle el mejor provecho a esa herramienta.

Ahora bien, en lo que respecta al campo de la construcción uno de los más cotizados tanto en su uso, como en las competencias que tenga el personal sobre él, es la familia del Autodesk Revit Building, aunque existen otros, pero son menos cotizados por sus costos y la poca mano de obra capacitada para usarlos.

Afirma Rodríguez y Zaragoza (2017), que el Autodesk Revit Building, se considera uno de los sistemas de modelado especializado en información sobre construcción (BIM) más avanzados del mundo, que refleja el universo real de la arquitectura al dejar que los arquitectos, diseñadores e ingenieros civiles trabajen en edificaciones desde un punto de vista holístico y no en términos de planos de planta, secciones y elevaciones individuales.

Este sistema trabaja bajo la tecnología de “motor de cambio paramétrico”, el cual se refiere a que cualquier cambio es coordinado automáticamente por todo un modelo, incluyendo perspectivas del modelo, hojas de planos, agendas, secciones, planes y presentaciones, todos los diseños y documentos están coordinados, son consistentes e íntegros, sin que importe el número de cambios que se realizan durante el proceso de diseño (Rodríguez y Zaragoza, 2017).

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Es indiscutible, que dibujar haciendo uso de las herramientas 2D y 3D ha revolucionado la forma de trabajar, impactando de manera más específica y positiva el campo de la construcción, permitiendo realizar diseños en periodos de tiempo más corto comparados cuando se realizan totalmente a mano, satisfaciendo de esta forma las exigencias del mercado actual.

- Por ello, a la luz de las aseveraciones críticas difundidas en este documento, se discernen las siguientes conclusiones:
- CAD siempre será el aliado del diseñador, bien sea del campo de la ingeniería, de la arquitectura o de la industria, ayudándolo a que sus diseños se acoplen a las exigencias de mercado. En la actualidad podemos argumentar que estas nuevas tecnologías han contribuido en la construcción, dándole un giro diferente a las técnicas de diseño y que dependerá de cada uno de nosotros como profesionales, implementarlas de la mejor manera posible (Martínez et al. 2020).
- Las herramientas tecnológicas 2D y 3D jamás podrán desplazar las ideas del profesional, las cuales pueden surgir y ser plasmadas con trazos y líneas en su mesa de dibujo. De allí que, si bien es cierto que el dibujo a mano jamás podrá competir con el dibujo digital, ambos pueden compaginarse, uno para proceso creativo y concepción del proyecto, y el otro para el proceso de representación, y

valoración del mismo. Así pues, es el profesional quien decidirá si trabaja con ambos o no.

Indica Rossado (2017), que existirán ocasiones que demanden el uso de la tecnología para la realización del proyecto, así como la expresión manual para comunicar rápidamente sus ideas.

- El diseñador tendrá con la utilización de las herramientas tecnológicas, la opción de ver su proyecto antes de desarrollarlo o construirlo, asegurando con esto la calidad del mismo. Pudiendo realizar cambios y/o aplicar nuevas ideas sin tener que empezar de nuevamente, ahorrando dinero y tiempo con ello.
- En lo que respecta a la enseñanza de la ingeniería, está debe pasar por un proceso de adaptación a las exigencias de una sociedad cada día más globalizada, es así como esta carrera debe mantenerse a la vanguardia en cuanto a las herramientas tecnológicas se refiere, concibiendo las competencias en los futuros profesionales, pero manteniendo siempre su génesis.

En base a esto (Martínez et al. 2020), explican que:

Sin duda alguna, las influencias de las nuevas tecnologías en la formación académica, ha impulsado a las generaciones de profesores a enseñar nuevos métodos de análisis, de presentación y entregas de proyectos, fomentando el uso de las paqueterías de softwares más comunes y básicas de esta era, dando lugar a desarrollar una habilidad de pensar, crear y representar nuestras ideas.

- Los profesionales de la ingeniería, de la arquitectura, y el diseño, deben mantenerse a la vanguardia de las tecnologías a fin de tener las competencias que exigen las diferentes entidades que lo puedan requerir para el desarrollo de algún proyecto.

De esta manera (Martínez et al. 2020) menciona:

Las influencias en el ámbito profesional son aún mayores, pues cuanto más precisión y detalle puedas presentar, se obtendrá una mejor satisfacción por parte del cliente, pues son una forma más realista de venderle una idea, ya que utilizando de una manera correcta las tecnologías se puede interpretar materiales, iluminaciones y por supuesto exhibe el resultado final al cliente.

- Para el sector de la construcción en sí, es indispensable que se mantenga actualizado a fin de poder competir en esta área tan demandante en el país, para obtener los proyectos con menores costos, y que permitan inclusive con la realidad virtual, pasarse no solamente en las unidades habitacionales, sino también en las áreas comunes, zonas verdes, sótanos y parqueaderos antes de construirlos, generando como indica Martínez et al.(2020), una percepción realista y una mejor visualización en tercera dimensión de lo que se está

diseñando, trayendo consigo una reducción considerable en el tiempo invertido en su diseño y presentación.

Al respecto, Suárez y Montes, afirman que es posible transformar el sector de la construcción por medio del uso de nuevas tecnologías para que permiten mejorar los procesos constructivos y de comercialización de proyectos al disponer de una apreciación objetiva en tiempo real (modelo virtual), reduciendo los errores y los costos relacionados a la construcción de maquetas, salas de ventas y apartamentos modelo, entre otros.

A la luz de las anteriores afirmaciones, se estaría en presencia de una especie de control de calidad antes de finalizar la construcción

- Se evidencia una gran variedad de programas de diseños que se adaptan a las características del proyecto, por eso para la selección del software no solo se debe considerar su costo, sino todos los beneficios que puedan ofrecer a los proyectistas.

Indica Rossado (2017), que dependerá del diseñador la elección del software más adecuado, algunas veces será necesario analizar cuestiones técnicas, estándares del país, recursos y compatibilidades, para optimizar el diseño arquitectónico y la gestión del proceso constructivo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acampa, G., Crespo, I., & Marino, G. (2019). Representación del dibujo frente a simulación de los sistemas BIM. Oportunidad o amenaza para la arquitectura. *ACE: Architecture, City and Environment* , 14 (40), 111-132.
- Álvarez, M., Raposo, J., Miranda, M., & Bello, A. (2018). Metodología de Generación de Modelos Virtuales Urbanos 3D para ciudades inteligentes. *Informe de la Construcción* , 70 (549), 1-13.
- Aranda, D. (2020). *Proyectos de Construcción Civil. Estructuras de Construcción*. Tesis de Maestría, Universidad de Jaén, Centro de Estudios de Posgrado.
- Calderón, D. (2018). *Software AutoCAD y matemática gráfica de la asignatura dibujo técnico en los estudiantes del primer ciclo de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos-2017*. Lima: Trabajo especial de grado de la Universidad Nacional Mayor de San Carlos.
- Contreras, J. (2016). *La importancia del empleo de herramientas 3D para el desarrollo profesional del Diseñador Industrial. Caso de estudio: "Taller de capacitación para construcción y uso de impresora 3D de código abierto en la Facultad de Arquitectura y Diseño . Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Arquitectura y Diseño*. México: Trabajo especial de grado de la Universidad Autónoma del estado de México.
- Correal, N., Mendoza, C., & Palacios, H. (2016). *Seguimiento a la construcción de un túnel de conducción hidráulica mediante herramientas SIG 2D y 3D*. Universidad de Manizales, Facultad de Ciencias de Ingeniería. Manizales. Colombia: Trabajo especial de grado de la Universidad de Manizales, especialización en Sistema de Información Geográfica.
- Díaz, J. (2016). *Percepciones imaginadas, relevancia del dibujo a mano en Arquitectura*. Universidad de Sevilla, Escuela Superior Técnica de Arquitectura. España: Trabajo especial de grado de la Universidad de Sevilla para optar al grado de Fundamentos de la Arquitectura.
- Giménez, Z., Gutiérrez, R., & Hernández, G. (2016). *Implementación de construcción virtual para mejorar la planificación de obras. Uso de modelo 4d en urbanismo ubicado en Valencia, Venezuela*. *Gaceta técnica* , 16 (1), 99-115.
- Grajales, T. (27 de Marzo de 2000). *Tipos de Investigación*. Recuperado el 2021 de Noviembre de 01, de <https://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1RM1F0L42-VZ46F4-319H/871.pdf>

- Lucas, J. (2019). Generación de las mediciones y el presupuesto en un entorno de CAD 3D. Universidad de Sevilla, Dpto. Ingeniería de la Construcción y Proyectos. España: Trabajo especial de grado de la Universidad de Sevilla para optar al grado de Ingeniería Aeroespacial.
- Martínez, C., Delgado, R., & Sotelo, H. (2020). El impacto de nuevas tendencias digitales en el diseño arquitectónico del área metropolitana de Monterrey. *Víncula tégica EFAN* , 1679-1691.
- Morciego, C. (2018). Tendencia evolutiva en la enseñanza del Dibujo de la construcción en Cuba. . ResearchGate .
- Rodríguez, J., & Zaragoza, J. (2017). Introducción al modelo integrado de diseño y construcción. *BIM en la construcción* , 33-51.
- Rossado, V. (2017). La Importancia del Dibujo en la Formación del Arquitecto: Equilibrio entre el diseño digital y el analógico. *Blucher Design Proceedings* , 3 (12), 178-184.
- Sierra, L. (2016). Gestión de proyectos de construcción con metodología BIM "Building Information Modeling". Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de Ingeniería. Bogotá, Colombia: Trabajo especial de grado de la Universidad Militar Nueva Granada para optar por título de especialización en Gerencia Integral de Proyectos.
- Suárez, N., & Montes, J. (2016). Estudio técnico para la modelación virtual de ambientes en proyectos del sector de la construcción. Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería, Colombia.