

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), marzo-abril 2025,
Volumen 9, Número 2.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2

EL SOFTWARE CAD COMO HERRAMIENTA PARA LA ENSEÑANZA EN LA INGENIERÍA MODERNA

**CAD SOFTWARE AS A TOOL FOR MODERN ENGINEERING
EDUCATION**

Erick Uriel Morales Cruz

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

Irving Morgado Gonzales

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

José Merced Martínez Vázquez

Universidad Politécnica de Juventino Rosas, México

Cynthia Aristeo Domínguez

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

Demetrio Fuentes Hernández

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

El Software CAD como Herramienta para la Enseñanza en la Ingeniería Moderna

Erick Uriel Morales Cruz¹

erick_morales@uaeh.edu.mx

<https://orcid.org/0009-0008-2071-9713>

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
México

Irving Morgado Gonzales

imorgadog@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-7831-1752>

Universidad Autónoma del Estado de
Hidalgo
México

José Merced Martínez Vázquez

jmartinez_ptc@upjr.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-6230-3846>

Universidad Politécnica de Juventino Rosas
México

Cynthia Aristeo Domínguez

cynthia_aristeo@uaeh.edu.mx

<https://orcid.org/0009-0001-9041-7795>

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
México

Demetrio Fuentes Hernández

demetrio_fuentes@uaeh.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-0706-6219>

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
México

RESUMEN

En este trabajo, se presenta un análisis comparativo de diversas plataformas de software de diseño asistido por computadora (CAD por sus siglas en inglés), que son ampliamente utilizadas a nivel mundial en diversos sectores de la ingeniería moderna tales como: aeroespacial, automotriz, médica, educación y metalmecánico. Es gracias a las bondades que ofrecen estas plataformas CAD que podemos: crear modelos digitales en tres dimensiones, analizar la funcionalidad de un producto, prototipo o estructura antes de construirlo físicamente, y finalmente realizar simulaciones para detectar y predecir posibles errores o defectos antes de que el prototipo llegue a la fase de producción. Como resultados en términos comparativos, cada software CAD presenta una serie de ventajas y desventajas en función de las necesidades específicas de cada proyecto.

Palabras Clave: diseño asistido por computadora, modelado en 3d, diseño mecánico, software de diseño

¹ Autor principal

Correspondencia: erick_morales@uaeh.edu.mx

CAD software as a tool for modern engineering education

ABSTRACT

In this work, a comparative analysis of various computer-aided design (CAD) software platforms is presented, which are widely used worldwide in various sectors of modern engineering such as: aerospace, automotive, medical, education and metalworking. It is thanks to the benefits offered by these CAD platforms that we can: create three-dimensional digital models, analyze the functionality of a product, prototype or structure before physically building it, and finally carry out simulations to detect and predict possible errors or defects before they occur. The prototype reaches the production phase. As results in comparative terms, each CAD software presents a series of advantages and disadvantages depending on the specific needs of each project.

Keywords: computer-aided design, 3d modelling, mechanical design, design software

Artículo recibido 15 marzo 2025

Aceptado para publicación: 20 abril 2025



INTRODUCCION

Actualmente, la industria utiliza software de diseño asistido por computadora (CAD) para diseñar y fabricar productos, maquinaria y sistemas. Este tipo de software requiere una conexión directa y dinámica entre las especificaciones del cliente y las características del producto con respecto a su comportamiento. Muchas grandes empresas de automóviles, aeronaves, metalmecánicas y centros de investigación utilizan alguna plataforma de software CAD.

En la actualidad, puede ser difícil elegir entre la gran cantidad de programas de diseño asistido por computadora que están disponibles. Las plataformas CAD más conocidas incluyen: AutoCAD, CATIA, SolidWorks, Fusion 360 y ANSYS. Las primeras dos plataformas fueron desarrolladas por la compañía francesa Dassault Systèmes en los años de 1977 y 1995 respectivamente (Dassault Systèmes, 2022), mientras que AutoCAD fue desarrollado por Autodesk siendo uno de los primeros softwares CAD lanzados en el año de 1982 (Autodesk, 2022). Sin embargo, aunque AutoCAD es ampliamente utilizado, su manejo e interfaz no son sencillas, particularmente en la creación de modelos tridimensionales (3D) debido a que el usuario debería tener un amplio conocimiento en la implementación de macros (conjunto de instrucciones que se almacenan en una máquina para ser ejecutadas de manera secuencial) y scripts (fragmentos de código de programación que se diseñan para ejecutar un procedimiento particular o una serie de tareas específicas), convirtiendo a AutoCAD en el líder del modelado 2D.

Es por esta razón que Autodesk creó la plataforma Fusion 360 para el desarrollo de modelos 3D en 2013 (Rovira, 2020). Fusion 360 es un software de modelado 3D que está basado en la nube, lo que indica que varios diseñadores e ingenieros de diversos sectores industriales colaboran en el proceso de desarrollo.

Durante la década de los 70, se desarrolló la primer versión del software ANSYS permitiendo el modelado computacional mediante elemento finito (análisis estructural) y dinámica de fluidos (Ansys Inc, 2022), para el año 2014 ANSYS adquiere el software SpaceClaim (que es una plataforma CAD) empleada en el modelado de sólidos 3D para la ingeniería mecánica e integrándola a la familia de productos denominada “ANSYS SpaceClaim” facilitando a cualquier usuario crear, editar o modificar la geometría de modelos 3D importados, sin preocuparse por la complejidad asociada a los sistemas CAD tradicionales (Ansys, 2021).



Pese a la amplia gama de softwares CAD puede ser frustrante para la mayoría de los usuarios tanto a nivel profesional como educativo la elección de uno que se ajuste mejor a sus necesidades ya sea para el desarrollo o incluso la mejora de un producto. Se suelen encontrar descripciones generales de cada programa enfocándose en aspectos como el sistema operativo, versión, complementos entre otros lo cual difícilmente permite a los usuarios tomar una decisión acertada y muchas veces se opta por el más comercial o incluso el más barato.

En este artículo hacemos una comparación directa entre las diferentes plataformas de software CAD que los usuarios necesitan para el desarrollo o mejora de sus productos mediante modelos tridimensionales.

METODOLOGIA

Para la presente investigación se llevó a cabo un análisis de la información disponible de distintos softwares de CAD empleados en la enseñanza de la ingeniería moderna. Tomando en consideración aspectos como: facilidad de aprendizaje, herramientas disponibles, bases de datos y costos. Los programas CAD han cambiado la forma en que los ingenieros y diseñadores trabajan. Estas herramientas permiten la creación de modelos digitales 3D, el análisis de la funcionalidad de una estructura o producto antes de su construcción física y la realización de simulaciones para detectar errores o defectos antes de que el prototipo llegue a la fase de producción.

En la ingeniería moderna, estos softwares son utilizados en una amplia variedad de campos, desde la construcción de edificios y puentes hasta la fabricación de piezas para maquinarias y dispositivos médicos. Al permitir una representación virtual precisa de los objetos a diseñar, estos programas reducen el tiempo y costo de producción al tiempo que mejoran la calidad del producto final.

Muchas de las geometrías de los productos de la ingeniería moderna suelen ser complejas y la mayoría de las piezas se diseñan de forma interactiva a partir de cero empleando sistemas CAD, CATIA es una excelente opción si además del diseño de componentes se desea evaluar “la vida” del producto puesto que cuenta con un sistema de gestión del ciclo de vida del producto (PLM por sus siglas en inglés), ya que este sistema filtra automáticamente entre una multitud de soluciones existentes de productos y reconfigura rápidamente uno que “satisface” los requisitos del cliente con el menor costo, peso y tiempo de inversión, usando una arquitectura de Automatización Basada en el Conocimiento (KDA, por sus siglas en inglés) (Dassault Systèmes, 2022; Prasad, B., & Rogers, J., 2005). Los autores describen esta



arquitectura KDA como un proceso de ingeniería de sistemas basado en el conocimiento que se utiliza para obtener soluciones de diseño de ingeniería en un entorno de PLM comercial.

De manera similar, SolidWorks es una opción si solo está interesado en el aspecto del diseño en 3D. Mantiene el proceso general simple y rápido, pero limita las opciones y posibilidades generales del software. Para diseñar modelos 3D paramétricos, que están controlados por valores dimensionales, SolidWorks ofrece una solución gráfica gracias a su interfaz fácil de entender y altamente dinámica. Por lo tanto, el modelo cambia cada vez que se cambian las dimensiones, lo que hace que este software sea el líder del sector y reconocido en todo el mundo. Entre las distintas opciones CAD también nos podemos encontrar con Fusion 360 una poderosa herramienta de modelado 3D que ofrece un conjunto completo de herramientas y características que facilitan la creación de objetos. De manera similar, es una excelente opción una herramienta sencilla para convertir la geometría 2D a 3D facilitando el trabajo al generar datos para el modelado en 3D a partir de una extensa variedad de archivos ANSYS SpaceClaim mediante el uso de flujos de trabajo comunes.

El constante avance de los desarrollos computacionales apunta a corto plazo, a la incorporación de inteligencia artificial (IA), cada vez más avanzada en los softwares CAD, compañías como Autodesk (Revit, Fusión 360) y Dassault Systèmes (CATIA, SolidWorks) han sido pioneros en este ámbito, lo cual ha transformado radicalmente la forma en que ingenieros y diseñadores desarrollan sus productos mediante el llamado diseño generativo. Esta tecnología está dejando atrás la dependencia exclusiva de la experiencia y habilidades del diseñador, permitiendo generar una amplia variedad de soluciones optimizadas en cuestión de segundos (Autodesk, 2024a; Dassault Systèmes, 2024).

RESULTADOS

SolidWorks

Uno de los softwares más populares a nivel industrial debido a su facilidad de uso y amplia gama de herramientas de modelado y simulación. Utilizado para crear modelos 3D, ensambles y sistemas completos. Además, cuenta con una extensión para la simulación de cargas y condiciones de operación, lo que permite a los ingenieros evaluar el comportamiento del modelo y mejorar su diseño antes de la fabricación. SolidWorks se utiliza en la industria aeroespacial, automotriz, médica y de consumo, entre otras.

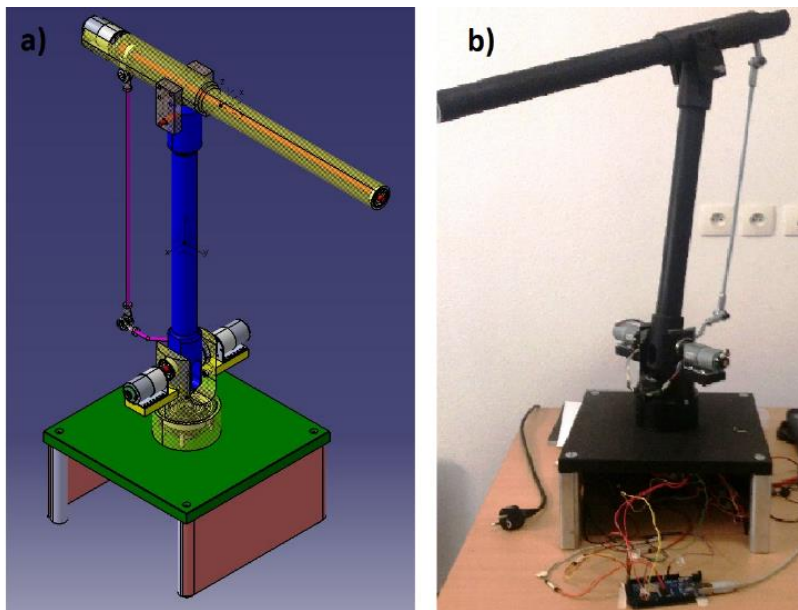


CATIA

Se utiliza principalmente en la industria aeroespacial y de automoción. Es capaz de manejar grandes conjuntos de piezas y componentes, haciéndolo ideal para la creación de modelos complejos de sistemas completos. CATIA V5 ofrece una amplia gama de herramientas de modelado con alrededor de 150 módulos especializados, que permiten a los ingenieros crear modelos detallados y precisos de los objetos y sistemas que se van a fabricar.

Por otra parte, se utiliza también en el sector académico como se muestra en la Figura 1 que muestra el esquema de un robot manipulador en la Figura 1a mediante el software CAD CATIA V5 y en la Figura 1b se observa la manufactura real del robot (Morgado González, I., 2019). Por último, esta plataforma CAD ofrece capacidades avanzadas de análisis y simulación, que permiten a los ingenieros evaluar el comportamiento del modelo bajo diferentes condiciones.

Figura 1. a) Esquema de robot manipulador de mecanismo de 5 barras, realizado en software CATIA V5, y b) Robot manipulador manufacturado a partir del esquema de diseño mecánico.



Fuente: (Elaboración Propia).

Fusion 360

Principalmente usado en la industria de la fabricación. Permite la creación de modelos 3D, la simulación de cargas y condiciones de operación, así como la generación de rutas de herramientas y programas de control numérico computarizado (CNC por sus siglas en inglés), la simulación de movimiento y la

colaboración en tiempo real en proyectos de diseño. Fusión 360 se utiliza para diseñar piezas y sistemas completos, y es especialmente útil para la fabricación de prototipos y piezas personalizadas.

ANSYS

Este programa permite la simulación de sistemas físicos, facilitando a los ingenieros evaluar su comportamiento en diferentes condiciones (principalmente externas). ANSYS se utiliza particularmente en la industria aeroespacial, automotriz, energética y de materiales, entre otras. Este software se utiliza para simular el comportamiento de sistemas complejos, como estructuras, fluidos y sistemas térmicos bajo condiciones que pueden preestablecidas simulando un entorno más realista.

AUTOCAD

Es un software CAD 2D que se utiliza principalmente en la industria de la arquitectura, la construcción y la ingeniería civil. Ofrece funciones básicas de dibujo, edición y anotación de planos y/o bosquejos. Por otra parte, la interfaz de usuario de AutoCAD es simple y fácil de usar, con una barra de herramientas y un panel de propiedades personalizables que permiten un aprendizaje fluido y amigable con el usuario. Generalmente AutoCAD es adecuado para proyectos poco complejos y no es ideal para trabajos que requieren una alta precisión como CATIA. (Autodesk, 2023).

REVIT

Es un software de modelado de información para la construcción (BIM), su principal campo de aplicación es la realización de proyectos arquitectónicos e infraestructura, permitiendo crear modelos 3D de manera detallada e integrar toda la información del proyecto en un solo archivo, lo cual permite trabajar de manera colaborativa entre los diferentes grupos involucrados en el diseño (Autodesk, 2024b).

DISCUSION

A continuación, en la Tabla 1 se presentan las principales ventajas y desventajas de las plataformas CAD antes mencionadas (Baig, G., 2020; Esdima, 2024):



Tabla 1. Comparativo de ventajas y desventajas de los softwares CAD. Fuente: Elaboración propia.

Software CAD	Ventajas	Desventajas
SolidWorks	Interfaz de usuario intuitiva.	Costo: Es relativamente costoso, lo que lo hace menos accesible para pequeñas empresas y emprendedores.
	Amplia gama de herramientas de modelado.	Requisitos de hardware: Requiere un hardware potente para funcionar correctamente, lo que puede ser un problema para empresas que no cuentan con la tecnología apropiada.
	Herramientas de simulación disponibles.	Capacitación: Requiere cierta capacitación para explotarlo al 100%, lo que puede ser un obstáculo para las empresas que no tienen acceso a capacitación especializada.
	Integración con otros programas.	
CATIA	Manejo de grandes conjuntos.	Costo: Es un software costoso, lo que lo hace menos accesible para pequeñas empresas y emprendedores.
	Amplia gama de herramientas de modelado.	Complejidad: La interfaz de usuario puede parecer abrumadora al principio, debido a la gran cantidad de herramientas y opciones que ofrece.
	Integración con otros programas.	
	Capacidad de análisis y simulación.	Requisitos de hardware: Requiere un equipo con recursos poderosos para funcionar correctamente.
Fusion 360	Permite la colaboración en tiempo real en proyectos.	
	Compatible con muchos formatos de archivo.	
	Interfaz muy intuitiva y fácil de aprender.	Licencia: Algunas de las funciones avanzadas requieren la suscripción a una cuenta de pago.
	Amplia gama de herramientas de diseño y modelado 3D.	Requisitos de hardware: Puede ser lento en computadoras con recursos limitados.
	Permite la colaboración en tiempo real en proyectos.	Rendimiento: Algunas herramientas de modelado 3D pueden no ser tan precisas como las ofrecidas por otros programas.

AutoCAD	Es compatible con la mayoría de los formatos de archivo.	
	Ofrece una opción de modelado paramétrico la cual permite la creación de modelos de diseño adaptable.	
	Muy popular en el mercado de la ingeniería y arquitectura.	
	Ofrece herramientas para crear dibujos y diseños precisos en 2D y 3D.	
ANSYS	Ofrece una amplia gama de funciones personalizables y compatibilidad con muchos formatos de archivo.	Costo: Puede ser más costoso en comparación con otros programas similares.
	La interfaz de usuario es sencilla y puede ser personalizada según las necesidades de los usuarios.	Licencia: Las actualizaciones y mantenimiento pueden ser costosas.
	Ofrece una amplia gama de herramientas de colaboración y edición.	Capacitación: Puede requerir una curva de aprendizaje más larga que otros programas similares.
	Ofrece simulaciones avanzadas en ingeniería, tales como simulaciones estructurales, dinámicas y térmicas.	Costo: Puede ser más costoso en comparación con otros programas similares.
ANSYS	Es un software muy potente y preciso.	Requisitos de hardware: Requiere un equipo con recursos poderosos para funcionar correctamente.
	Permite una gran variedad de opciones de personalización y configuración.	Capacitación: Puede requerir una curva de aprendizaje más larga que otros programas similares.



REVIT	Ofrece herramientas avanzadas para modelado 3D de edificios y estructuras.	Costo: Puede ser costoso en comparación con otros programas de arquitectura.
	Es ideal para la colaboración entre arquitectos, ingenieros y constructores en un mismo proyecto.	Requisitos de hardware: Requiere un equipo potente para manejar grandes modelos con muchos detalles.
	Permite el uso del Building Information Modeling (BIM), integrando toda la información del proyecto en un solo modelo.	Capacitación: Puede requerir una curva de aprendizaje más larga, especialmente para usuarios que no están familiarizados con BIM.

A pesar de las numerosas ventajas que ofrecen los Softwares CAD, es importante tener en cuenta que en todos los casos su uso requiere una curva de aprendizaje, y los usuarios deben ser capaces de comprender los conceptos fundamentales de la ingeniería y la física para crear diseños precisos y funcionales. Además, aunque los modelos virtuales pueden ser muy útiles en la toma de decisiones, siempre es necesario verificar los resultados mediante pruebas y ensayos físicos antes de su producción a gran escala (incluso evaluar el desempeño de prototipos).

Debido a que la representación virtual (objetos tridimensionales) requiere más recursos gráficos para visualizar los objetos con más detalle y realismo. Algunos requisitos gráficos para utilizar software CAD se enumeran a continuación. Estos requisitos varían según la complejidad del diseño, la cantidad de elementos manipulados y el nivel de detalle requerido para la simulación o modelado. Los requerimientos gráficos de los softwares CAD aquí tratados de forma general son los siguientes:

- SolidWorks: requiere una tarjeta gráfica dedicada para un mejor rendimiento en el modelado y la simulación. Se recomienda una tarjeta con al menos 4 GB de RAM y soporte para OpenGL 4.0. También se recomienda un procesador con múltiples núcleos y una cantidad suficiente de memoria RAM (al menos 16 GB) para manejar grandes ensamblajes y simulaciones (Dassault Systèmes, 2023a).
- CATIA: requiere una tarjeta gráfica para un mejor rendimiento en el modelado y la simulación. Se recomienda una tarjeta con al menos 4 GB de RAM y soporte para OpenGL 4.0. También se

recomienda un procesador con múltiples núcleos y una cantidad suficiente de memoria RAM (al menos 16 GB) para manejar grandes ensamblajes y simulaciones (Dassault Systèmes. 2023b).

- Fusion 360: puede ser utilizado en una amplia variedad de sistemas, desde computadoras de escritorio hasta laptops. Se recomienda una tarjeta gráfica dedicada para un mejor rendimiento en el modelado y la simulación. También se recomienda un procesador con múltiples núcleos y una cantidad suficiente de memoria RAM (al menos 8 GB) para manejar grandes ensamblajes y simulaciones (Autodesk, 2023b).
- AutoCAD: requiere una tarjeta gráfica dedicada para un mejor rendimiento en el modelado y la simulación. Se recomienda una tarjeta con al menos 2 GB de RAM y soporte para DirectX 11 o OpenGL 3.0. También se recomienda un procesador con múltiples núcleos y una cantidad suficiente de memoria RAM (al menos 8 GB) para manejar grandes dibujos y modelados (Autodesk, 2023c).
- ANSYS: requiere una tarjeta gráfica dedicada para un mejor rendimiento en la simulación y el modelado. Se recomienda una tarjeta gráfica con al menos 4 GB de RAM y soporte para DirectX 11 o OpenGL 3.2. También se recomienda un procesador con múltiples núcleos y una cantidad suficiente de memoria RAM (al menos 16 GB) para manejar grandes simulaciones y análisis (Ansys, 2023).
- REVIT: Requiere un procesador Intel i-Series, Xeon®, AMD® Ryzen o Ryzen Threadripper PRO de al menos 2.5 GHz (recomendado 6 GHz), 16 GB de RAM, y una tarjeta gráfica básica con adaptador de 24 bits o una avanzada compatible con DirectX 11 y al menos 4-6 GB de memoria de video. Se necesita una resolución de pantalla mínima de 1280 x 1024 con color verdadero (máxima de 4K), 30 GB de espacio libre en disco, y un ratón compatible con Microsoft o 3Dconnexion. Además, requiere .NET Framework 4.8 o posterior, conexión a internet para el registro y descarga de componentes (Autodesk, 2024c).

Finalmente, la viabilidad de uso de la Tabla 1 es con fines representativos y característicos, mostrando la comparación de plataformas CAD comerciales que están presentes hoy en día. Permitiendo al lector elegir la plataforma que mejor se adapte a sus requisitos de diseño de componentes. En el ámbito educativo (particularmente en las ingenierías), es muy recomendable usar cualquier plataforma aquí mostrada ya que se generan piezas, ensambles simples con un grado de dificultad básico-intermedio para su práctica y aprendizaje de estos softwares.



CONCLUSIONES

La constante evolución del software CAD ha transformado de manera significativa la forma de diseñar proyectos. En un inicio fueron desarrollados exclusivamente como una herramienta para el dibujo en 2D, pero evolucionaron para permitir el modelado en 3D y diseño paramétrico. Poco después, se incorporó la integración hacia el trabajo colaborativo en la nube permitió una gestión más eficiente de los recursos. Y recientemente, la incorporación de inteligencia artificial mediante el diseño generativo ha llevado al CAD a una nueva era, donde es posible generar de manera automática soluciones optimas en escasos segundos.

Los Softwares CAD en esencia, son una herramienta invaluable en la ingeniería moderna, los cuales permiten a los diseñadores, técnicos, ingenieros, estudiantes, y público en general crear modelos detallados, simular su comportamiento y detectar posibles errores antes de la producción. Aunque su uso requiere de un conocimiento previo y un aprendizaje constante, los beneficios que ofrecen en términos de eficiencia, prevención de desperfectos y calidad del producto final hacen que su uso sea imprescindible en la actualidad.

En términos comparativos, cada software CAD presenta ciertas ventajas y desventajas en función de las necesidades específicas de cada proyecto. En general, se puede decir que SolidWorks y CATIA son los más utilizados en la industria aeronáutica y automotriz debido a su capacidad para manejar diseños complejos y simulaciones avanzadas. Fusion 360, por otro lado, es una opción más económica para la ingeniería mecánica y la industrial de la fabricación. AutoCAD es ampliamente utilizado en el diseño de edificios y piezas, mientras que ANSYS es una herramienta de simulación potente para la ingeniería y la ciencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alicia M., (2021). Fusion 360: todo lo que necesitas saber sobre el software 3D.

<https://www.3dnatives.com/es/fusion-360-software-290420202/>

Ansys. (2021, enero 21). Ansys SpaceClaim | Announcing New Features [Video]. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=6vUMkT28q20>

Ansys Inc. 2022, Brand Story. <https://www.ansys.com/company-information/the-ansys-story>

Ansys, (2023). Ansys System Requirements. Retrieved from



<https://www.ansys.com/Products/PlatformSystems/Platform-Requirements>

Autodesk, (2022). ¿Qué es Fusion 360? <https://www.autodesk.mx/products/fusion-360/overview>

Autodesk, (2023a). What is CAD? Autodesk. <https://www.autodesk.com/solutions/cad-software/what-is-cad>

Autodesk, (2023b). Fusion 360 System Requirements. https://knowledge.autodesk.com/support/fusion-360/troubleshooting/caas/sfdcarticles/sfdcarticles/System_requirements-for-Autodesk-Fusion-360.html

Autodesk, (2023c). AutoCAD System Requirements. https://knowledge.autodesk.com/support/autocad/troubleshooting/caas/sfdcarticles/sfdcarticles/System_requirements-for-AutoCAD.html

Autodesk, (2024a). Autodesk. Diseño generativo para arquitectura, ingeniería y construcción. <https://www.autodesk.com/es/solutions/generative-design/architecture-engineering-construction>

Autodesk, (2024b). Software BIM para diseñar y crear todo lo que te propongamos. <https://www.autodesk.com/mx/products/revit>

Autodesk, (2024c). Autodesk. Requisitos del sistema de los productos de Revit 2024. https://www.autodesk.com/es/support/technical/article/caas/sfdcarticles/sfdcarticles/ESP/System_requirements-for-Revit-2024-products.html

Baig, G., (2020, May 13). Advantages and Disadvantages of Using CAD. LinkedIn. <https://www.linkedin.com/pulse/advantages-disadvantages-using-cad-gulzar-baig/>

Dassault Systèmes, (2022). CATIA., <https://www.3ds.com>

Dassault Systèmes, (2023a). SolidWorks System Requirements. [https://www.solidworks.com/support/system-requirements.Dassault Systèmes, \(2023b\).CATIA System Requirements](https://www.solidworks.com/support/system-requirements.Dassault_Systèmes,__(2023b).CATIA_System_Requirements)
<https://www.3ds.com/support/hardware-and-software/system-requirements/catia-system-requirements/>

Dassault Systèmes, (2024). Dassault Systèmes. Diseño generativo basado en el rendimiento. <https://www.3ds.com/es/products/catia/performance-driven-generative-design>



Esdima, (2024). Esdima. Ventajas y desventajas de utilizar Revit en un proyecto arquitectónico.

<https://esdima.com/ventajas-y-desventajas-de-utilizar-revit-en-un-proyecto-arquitectonico>

Morgado González, I., Ortiz Domínguez, M., Cruz Avilés, A., Paredes Rueda, M. A., García Macedo, J. A., Velázquez-Mancilla, R., Flores Rentería, M. A., Zuno Silva, J., & Farfán García, J. M., 2019. Diseño Mecatrónico de un Robot de Tres Grados de Libertad Aplicando la Metodología de Nigel Cross. Ingenio Y Conciencia Boletín Científico De La Escuela Superior Ciudad Sahagún, 6(12), 24-36. <https://doi.org/10.29057/escs.v6i12.4007>

Norbert Rovira, (2020). Autodesk Fusion 360: todo lo que necesitas saber.

<https://norbertrovira.com/autodesk-fusion-360-todo-lo-que-necesitas-saber/>

Prasad, B., & Rogers, J., (2005). A knowledge-based system engineering process for obtaining engineering design solutions. In International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference (Vol. 47403, pp. 477-488)

