

COMPARACIÓN DE SIMULACIONES ESTÁTICAS Y OPTIMIZACIÓN TOPOLOGICA EN SOLIDWORKS E INVENTOR

Oscar Hazel Guadalupe Serrano¹, Kevin Oswaldo Hernández Hernández², Jorge Alberto Cárdenas Magaña³, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Tamazula

Resumen - En este trabajo se presenta un estudio comparativo de simulaciones estáticas y optimización topológica aplicadas a un componente mecánico empleando los softwares SolidWorks y Autodesk Inventor. El análisis se desarrolló bajo condiciones de carga y restricciones idénticas, con el propósito de evaluar el comportamiento estructural, la distribución de esfuerzos y la reducción de masa del componente. Inicialmente, se realizó un análisis estático sobre la geometría de referencia, seguido de un estudio de optimización topológica orientado a la eliminación de material no estructuralmente relevante. Posteriormente, se llevó a cabo un proceso de rediseño geométrico basado en los resultados de la optimización para cada plataforma. Los resultados obtenidos muestran una reducción de masa cercana al 65 % con respecto a la geometría original, manteniendo factores de seguridad superiores a la unidad frente a la carga aplicada. Si bien se identificaron diferencias en los valores numéricos de esfuerzos de von Mises y desplazamientos máximos entre ambos softwares, atribuibles a los algoritmos de simulación y criterios de rediseño, la tendencia general de los resultados fue consistente. El estudio confirma la efectividad de la optimización topológica como herramienta de diseño asistido por computadora y evidencia la influencia del software empleado en los resultados finales del análisis estructural.

Palabras clave: Optimización topológica; análisis estático; modelado mecánico; simulación por elementos finitos; diseño asistido por computadora.

Abstract- This work presents a comparative study of static simulations and topology optimization applied to a mechanical component using SolidWorks and Autodesk Inventor. The analyses were conducted under identical loading and boundary conditions in order to evaluate the structural behavior, stress distribution, and mass reduction of the component. First, a static analysis was performed on the reference geometry, followed by a topology optimization study aimed at removing structurally inefficient material.

Documento enviado el 14 de enero de 2026.

Autores: 1. Oscar Hazel Guadalupe Serrano, estudiante afiliado al Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Tamazula. Tamazula de Gordiano, Jalisco, 49650. correo: tm210110493@tamazula.tecmm.edu.mx

2. Kevin Oswaldo Hernández Hernández, estudiante afiliado al Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Tamazula. Tamazula de Gordiano, Jalisco, 49650. correo: tm210111411@tamazula.tecmm.edu.mx

3. Jorge Alberto Cárdenas Magaña, profesor investigador afiliado al Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Tamazula. Tamazula de Gordiano, Jalisco, 49650. correo: Jorge.cardenas@tamazula.tecmm.edu.mx

Subsequently, a geometric redesign process was carried out based on the optimization results obtained from each software platform. The results show a mass reduction close to 65% with respect to the original geometry while maintaining safety factors greater than unity under the applied load. Although differences were observed in the numerical values of von Mises stresses and maximum displacements between both software tools, these variations can be attributed to differences in simulation algorithms and redesign criteria. Nevertheless, the overall trends of the results were consistent. This study confirms the effectiveness of topology optimization as a computer-aided design tool and highlights the influence of the selected software on the final outcomes of structural analysis.

Keywords: Topology optimization; static analysis; mechanical modeling; finite element simulation; computer-aided design.

I. INTRODUCCIÓN

La ingeniería asistida por computadora (CAE) se ha convertido en una herramienta fundamental en el diseño y análisis de componentes mecánicos, al permitir la evaluación del comportamiento estructural de piezas sometidas a distintas condiciones de carga sin necesidad de recurrir inicialmente a prototipos físicos. Estas herramientas han evolucionado significativamente en los últimos años, integrando técnicas avanzadas de simulación numérica que facilitan la optimización del diseño y la reducción del uso de material [1]. Entre las técnicas más utilizadas dentro del entorno CAE se encuentran los análisis estáticos y la optimización topológica, los cuales contribuyen a mejorar la relación peso–resistencia de los componentes, reduciendo material en regiones de baja contribución estructural sin afectar su desempeño mecánico. La correcta aplicación de estas técnicas depende en gran medida de la formulación del problema y de los algoritmos implementados en cada software de simulación [3].

En este contexto, los softwares de diseño asistido por computadora SolidWorks y Autodesk Inventor destacan por integrar módulos avanzados de simulación que permiten realizar estudios estructurales y procesos de optimización directamente sobre modelos CAD. No obstante, a pesar de que ambos programas emplean principios similares basados en el método de elementos finitos, las diferencias en sus algoritmos de cálculo y en la forma en que interpretan las restricciones de diseño pueden generar variaciones en los resultados obtenidos, particularmente en estudios de

optimización topológica. Diversos trabajos han demostrado la efectividad de la optimización topológica para reducir la masa de componentes mecánicos sin comprometer su desempeño estructural; sin embargo, son limitados los estudios que comparan de manera directa los resultados obtenidos por distintos softwares CAE bajo condiciones de simulación idénticas. Esta falta de comparaciones sistemáticas dificulta la toma de decisiones al momento de seleccionar herramientas de simulación, especialmente en entornos académicos y en etapas tempranas del diseño mecánico.

Por lo anterior, el presente trabajo tiene como objetivo comparar los resultados de simulaciones estáticas y estudios de optimización topológica realizados en SolidWorks e Inventor, aplicados a una pieza mecánica sometida a una carga de compresión. El análisis se centra en la evaluación de esfuerzos, desplazamientos, factor de seguridad y reducción de masa, con el fin de identificar similitudes y diferencias entre ambas plataformas y aportar criterios técnicos que faciliten la selección de software CAE en procesos de diseño mecánico.

II. ESTADO DEL ARTE

La optimización topológica se ha consolidado en los últimos años como una de las técnicas más relevantes dentro del diseño estructural asistido por computadora, debido a su capacidad para mejorar la relación peso–resistencia de los componentes mecánicos mediante la redistribución eficiente del material. Estudios recientes destacan que, bajo condiciones de carga estática, esta técnica permite eliminar regiones estructuralmente ineficientes sin comprometer el desempeño mecánico global de la pieza, siempre que se definan adecuadamente las restricciones y criterios de diseño [1].

A partir de 2020, la literatura especializada ha evidenciado un crecimiento significativo de trabajos de revisión que abordan tanto los fundamentos matemáticos de la optimización topológica como su integración con métodos numéricos avanzados. Diversos estudios coinciden en que la mayoría de las herramientas comerciales se apoyan en formulaciones clásicas basadas en el método de los elementos finitos; no obstante, en años recientes se han propuesto enfoques alternativos que incorporan técnicas como isogeometric analysis, métodos *level-set* y formulaciones híbridas, con el objetivo de mejorar la precisión, estabilidad y convergencia de los modelos numéricos [2]–[5]. Estos avances ponen de manifiesto que, si bien el marco teórico subyacente es común, la implementación computacional puede variar de manera significativa entre plataformas.

En el contexto del diseño mecánico asistido por computadora, varios trabajos han analizado la aplicación de la optimización topológica en combinación con herramientas CAD/CAE comerciales, destacando su utilidad en etapas tempranas del diseño. Investigaciones recientes han comparado diferentes plataformas de simulación desde el punto de vista de eficiencia computacional, facilidad de rediseño y calidad de las geometrías optimizadas, encontrando que los resultados pueden diferir incluso cuando se emplean condiciones de carga y restricciones similares [6], [7]. Estas diferencias se atribuyen principalmente a los algoritmos de optimización, criterios de filtrado y controles de manufactura implementados en cada software.

Por otro lado, la relación entre optimización topológica y manufactura aditiva ha sido ampliamente abordada en estudios recientes, donde se destaca que la impresión 3D ha permitido materializar geometrías complejas derivadas de estudios topológicos, aunque introduce nuevas consideraciones asociadas a la orientación de capas, parámetros de impresión y anisotropía del material [8]–[10]. En estos trabajos se señala que, en muchos casos, los análisis se realizan exclusivamente en entornos de simulación, dejando la validación experimental como una línea de investigación futura.

Adicionalmente, diversos autores han enfatizado la importancia de evaluar no solo los resultados numéricos de la optimización topológica, sino también la interpretabilidad de las geometrías generadas y su viabilidad para ser reconstruidas en entornos CAD. Se ha reportado que geometrías excesivamente complejas pueden dificultar el proceso de rediseño y limitar la aplicabilidad práctica del componente, aun cuando presenten un desempeño estructural adecuado en simulación [11], [12].

A pesar de los avances reportados, se identifica una brecha en la literatura relacionada con estudios comparativos directos entre softwares CAE ampliamente utilizados en entornos académicos, como SolidWorks y Autodesk Inventor, bajo condiciones de simulación idénticas y aplicados a un mismo caso de estudio. La mayoría de los trabajos existentes se enfocan en comparaciones entre plataformas especializadas o en el análisis individual de cada software, sin profundizar en las diferencias prácticas que influyen en el proceso de diseño y rediseño [13]–[15].

En este contexto, el presente trabajo se posiciona como un estudio comparativo que analiza los resultados de simulación estática y optimización topológica obtenidos en SolidWorks e Inventor, aportando una evaluación técnica basada en esfuerzos, desplazamientos, factores de seguridad y reducción de masa, con el objetivo de contribuir a la selección informada de herramientas CAE en procesos de diseño mecánico bajo condiciones idénticas de simulación.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología adoptada en este estudio se orienta a la comparación sistemática de los resultados obtenidos mediante simulaciones estáticas y estudios de optimización topológica realizados en dos softwares CAE comerciales: SolidWorks e Autodesk Inventor. El enfoque es completamente numérico y se basa en la aplicación de condiciones de simulación idénticas con el fin de garantizar la comparabilidad de los resultados. La figura 1 muestra este proceso.

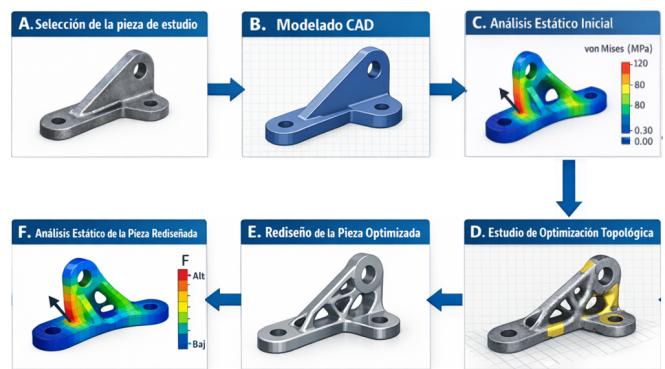


Figura 1. Flujo metodológico del estudio: (A) selección de la pieza de estudio, (B) modelado CAD, (C) análisis estático inicial, (D) estudio de optimización topológica, (E) rediseño de la geometría optimizada y (F) análisis estático de la geometría rediseñada.

A. Selección de la pieza de estudio.

La pieza seleccionada corresponde a una geometría prismática de sección trapezoidal, elegida por su estabilidad estructural y su uso frecuente en aplicaciones donde predominan cargas de compresión. Esta geometría permite una distribución eficiente de esfuerzos y resulta adecuada para evaluar el impacto de la optimización topológica en componentes sometidos a carga axial.

Las dimensiones de la pieza se definieron considerando las limitaciones geométricas de manufactura aditiva, asegurando que el volumen total se mantuviera dentro del área de trabajo de una impresora 3D de tipo FDM. Aunque en este estudio no se realiza validación experimental, este criterio permite analizar la viabilidad de manufactura de las geometrías optimizadas.

B. Modelado CAD.

El modelado tridimensional de la pieza se realizó de manera independiente en SolidWorks y Autodesk Inventor, siguiendo un procedimiento idéntico en ambos entornos para evitar variaciones asociadas al proceso de diseño. El modelo se generó a partir de un boceto bidimensional en un plano de referencia, al cual se le asignaron las dimensiones correspondientes en milímetros. Posteriormente, se aplicó una operación de extrusión desde el plano medio hasta alcanzar una longitud total de 40 mm. El uso de un procedimiento de modelado equivalente en ambos softwares garantiza que las diferencias observadas en los resultados se deban exclusivamente a los algoritmos de simulación y optimización implementados en cada plataforma. La figura 2 muestra la vista isométrica en ambos softwares.

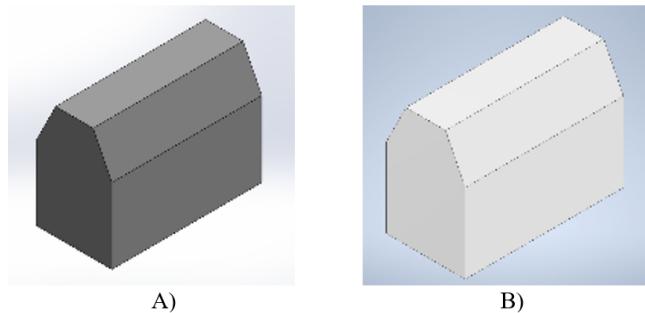


Figura 2. Vista isométrica de pieza modelada. A) SolidWorks, B) Inventor.

C. Análisis estático

Una vez generado el modelo CAD, se llevó a cabo un análisis estático lineal en ambos softwares con el objetivo de evaluar el comportamiento estructural inicial de la pieza. El material asignado fue Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS), utilizando las propiedades mecánicas predeterminadas en cada software. Se aplicó una carga de compresión de 1,000 N distribuida uniformemente sobre la cara superior de la pieza, actuando de manera perpendicular a dicha superficie. Como condición de frontera, se estableció una sujeción fija en la cara inferior, simulando un empotramiento completo que impide desplazamientos y rotaciones.

Para el mallado del modelo se utilizó una configuración de malla de densidad media (predeterminada) en ambos programas, buscando un equilibrio entre precisión numérica y tiempo de cálculo. Los resultados analizados incluyeron

esfuerzos equivalentes de von Mises, desplazamientos máximos y factor de seguridad, tal como se muestra en la figura 3.

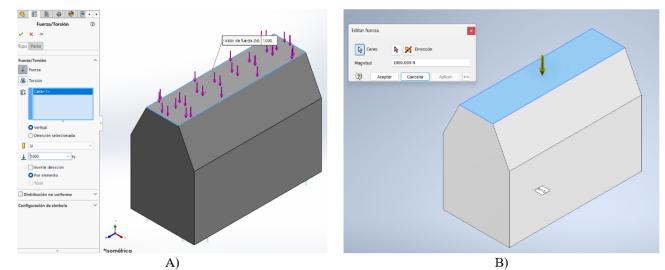


Figura 3. Fuerza de 1,000 N aplicada a modelo. A) SolidWorks, B) Inventor.

D. Estudio de optimización topológica

Posteriormente, se realizó un estudio de optimización topológica sobre la pieza original en ambos softwares, utilizando como base las mismas condiciones de carga y restricciones definidas en el análisis estático. El objetivo principal de este estudio fue reducir la masa del componente manteniendo su capacidad de soportar la carga aplicada. Se definieron regiones conservadas en las caras superior e inferior de la pieza, con el fin de preservar las zonas de aplicación de carga y sujeción. Asimismo, se establecieron planos de simetría para favorecer la obtención de geometrías equilibradas. El porcentaje de reducción de masa solicitado fue del 65 %, considerando que la pieza original presentaba un sobredimensionamiento para la carga analizada.

Los resultados del estudio topológico consistieron en geometrías sugeridas que indican las regiones donde el material es estructuralmente necesario. Estas geometrías no representan directamente una pieza manufacturable, sino una referencia para el proceso de rediseño. Los resultados de este estudio se muestran en la figura 4.

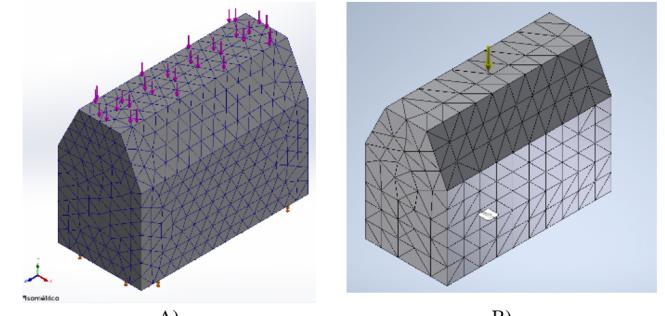


Figura 4. Estudio topológico aplicado a modelo. A) SolidWorks, B) Inventor.

E. Rediseño de la pieza optimizada

A partir de las geometrías sugeridas por los estudios de optimización topológica, se procedió al rediseño manual de la pieza en cada software. Para ello, las geometrías optimizadas se superpusieron sobre el modelo original, permitiendo identificar visualmente las zonas donde el material podía ser eliminado. Mediante la creación de nuevos croquis y operaciones de extrusión de corte, se reconstruyó una geometría final que respeta la intención de la optimización topológica y que, al mismo tiempo, fuera viable desde el punto de vista del modelado CAD y la manufactura. Este proceso se realizó de forma independiente para SolidWorks e Inventor, atendiendo a las particularidades de cada geometría sugerida.

F. Análisis estático de la pieza rediseñada

Finalmente, se aplicó un nuevo análisis estático a las piezas rediseñadas, empleando las mismas condiciones de carga, material y restricciones utilizadas en el análisis inicial. Este paso permitió evaluar el impacto de la reducción de masa en el comportamiento estructural del componente. Los parámetros evaluados en esta etapa fueron los esfuerzos máximos de von Mises, los desplazamientos máximos y el factor de seguridad, los cuales se compararon directamente con los resultados obtenidos para la pieza original. De esta manera, se analizó la relación entre la reducción de material y el desempeño estructural final en cada software CAE.

IV. RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados obtenidos del análisis estático, el estudio de optimización topológica y el rediseño final del componente, comparando los desempeños obtenidos en Autodesk Inventor y SolidWorks bajo condiciones equivalentes de carga y restricción.

A. Resultados del análisis estático inicial

El análisis estático inicial se realizó sobre la geometría original de la pieza con el objetivo de establecer una línea base para la comparación posterior. En ambos softwares se aplicaron las mismas condiciones de carga, material y restricciones, obteniéndose distribuciones de esfuerzo y desplazamiento similares en términos generales. Los resultados mostraron que los mayores esfuerzos equivalentes de von Mises se concentraron en la zona de transición entre el cuerpo principal y el elemento vertical de la pieza, particularmente en las cercanías del orificio superior. Esta concentración de esfuerzos es consistente con la dirección de la carga aplicada y con la geometría del componente. Asimismo, los desplazamientos máximos se localizaron en la región superior libre de la pieza, alejados de la zona de empotramiento.

Aunque los patrones de distribución fueron comparables, se observaron diferencias cuantitativas en los valores máximos de esfuerzo y desplazamiento entre SolidWorks e Inventor, atribuibles a las particularidades del mallado y a los algoritmos internos de resolución empleados por cada software.

B. Resultados del estudio de optimización topológica

A partir del análisis estático inicial, se llevó a cabo el estudio de optimización topológica con el objetivo de reducir la masa de la pieza manteniendo su capacidad estructural. En ambos softwares se definieron las mismas regiones conservadas y el mismo porcentaje objetivo de reducción de material.

Los resultados de la optimización topológica evidenciaron zonas claramente identificadas como estructuralmente innecesarias, principalmente en las regiones internas del cuerpo principal, tal como se muestra en la figura 5. Las geometrías sugeridas por ambos softwares presentaron similitudes en la eliminación de material en estas zonas, aunque se observaron diferencias en el nivel de detalle y continuidad de las estructuras resultantes.

En SolidWorks, la geometría optimizada mostró una distribución más uniforme de los elementos estructurales, mientras que en Inventor se generaron regiones con mayor concentración de material en zonas específicas. Estas diferencias influyeron directamente en el proceso de rediseño posterior.

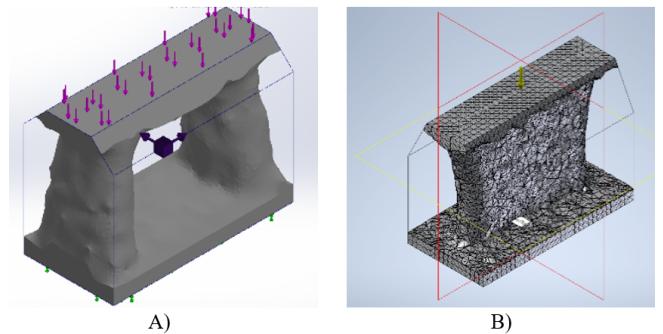


Figura 5. Resultados del estudio topológico aplicado a modelo. A) SolidWorks, B) Inventor.

C. Resultados del rediseño de la pieza optimizada

Con base en las geometrías sugeridas por los estudios de optimización topológica, se realizó el rediseño manual de la pieza en ambos softwares. El rediseño permitió obtener geometrías finales continuas y manufacturables, respetando la intención estructural de la optimización.

Como resultado de este proceso, se logró una reducción significativa de masa respecto a la geometría original en ambos casos. Aunque el porcentaje de reducción fue similar, las geometrías finales presentaron diferencias en la forma de los refuerzos internos y en la distribución del material remanente, reflejando la influencia del software utilizado en el proceso de rediseño, estos resultados se pueden apreciar claramente en la figura 6.

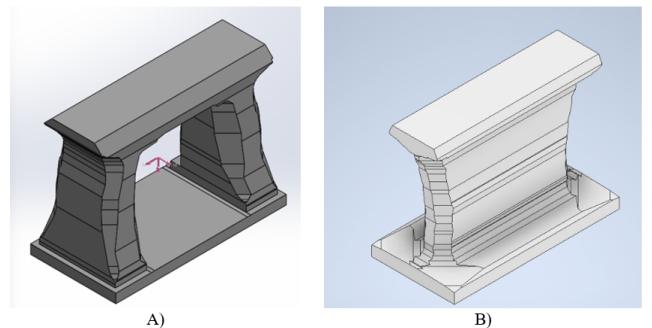


Figura 6. Resultados del rediseño aplicado a modelo. A) SolidWorks, B) Inventor.

La figura 7 muestra la comparación de la masa del componente en tres etapas: pieza de referencia, pieza optimizada topológicamente y pieza rediseñada. En ambos softwares se observa una reducción significativa de masa cercana al 65 %, confirmando que la geometría inicial se encontraba sobredimensionada para la carga de 1,000 N aplicada.

RESULTADOS

ESTUDIO DE TOPOLOGÍA Y REDISEÑO



Figura 7. Comparación de la masa del componente en la geometría de referencia, tras el estudio de optimización topológica y después del rediseño final, obtenida en SolidWorks e Inventor.

D. Resultados del análisis estático de la geometría rediseñada

Finalmente, se realizó un nuevo análisis estático sobre las geometrías rediseñadas utilizando las mismas condiciones de simulación aplicadas en el análisis inicial. Los resultados indicaron un incremento en los esfuerzos máximos equivalentes de von Mises respecto a la pieza original, como consecuencia directa de la reducción de material. No obstante, en ambos casos los resultados se mantuvieron dentro de rangos compatibles con el comportamiento esperado del material ABS, conservando un factor de seguridad adecuado frente a la carga aplicada. Asimismo, los desplazamientos máximos aumentaron en comparación con la geometría original, aunque sin comprometer la integridad estructural del componente.

La comparación entre SolidWorks e Inventor mostró diferencias en los valores máximos de esfuerzo y desplazamiento, lo que pone de manifiesto la influencia de los algoritmos de simulación y del proceso de rediseño en los resultados finales. La figura 8 presenta esta comparación.

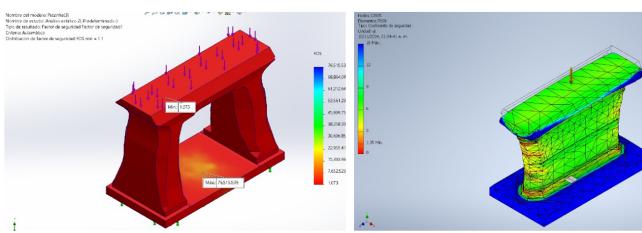


Figura 8. Resultados del análisis estático aplicado al modelo seleccionado. A) SolidWorks, B) Inventor.

Los resultados del análisis estático indican que, tras la reducción de material, los esfuerzos máximos aumentan de manera considerable, como se resume en la Tabla 1. Para el modelo rediseñado, Autodesk Inventor reporta un esfuerzo máximo de 14.83 MPa, mientras que SolidWorks alcanza 18.64 MPa. No obstante, dichos valores se mantienen dentro del límite elástico del material ABS, garantizando la integridad estructural de la pieza.

Tabla 1. Comparación de resultados del análisis estático y optimización topológica

Software	Estado del modelo	Masa (g)	Esfuerzo máx. (MPa)	Desplazamiento máx. (mm)	Factor de seguridad
Inventor	Referencia	23.38	2.792	0.0246	7.16
Inventor	Optimizado / rediseñado	8.54	14.83	0.0912	1.35
SolidWorks	Referencia	23.40	2.619	0.0272	7.68
SolidWorks	Optimizado / rediseñado	8.87	18.64	0.1464	1.073

En cuanto al desplazamiento máximo, ambos programas muestran incrementos coherentes con la disminución de rigidez estructural asociada a la reducción de masa. El desplazamiento máximo obtenido fue de 0.0912 mm en Inventor y 0.1464 mm en SolidWorks para las geometrías rediseñadas. El factor de seguridad disminuye respecto a la pieza de referencia, pasando de valores superiores a 7 en ambos casos a valores cercanos a 1.3 en Inventor y 1.07 en SolidWorks. Estos resultados indican un diseño más eficiente desde el punto de vista estructural, al aprovechar de mejor manera el material sin comprometer la resistencia requerida. Finalmente, aunque los valores numéricos presentan ligeras diferencias entre ambos softwares, atribuibles a los algoritmos de mallado y solución, la tendencia general de los resultados es consistente, validando la confiabilidad del estudio comparativo realizado.

E. Comparación del comportamiento estructural

La Figura 9 presenta la comparación del coeficiente de seguridad, el desplazamiento máximo y el esfuerzo equivalente de von Mises obtenidos para las geometrías original y rediseñada en SolidWorks e Inventor. Los resultados permiten evaluar de forma directa el impacto de la optimización topológica y el rediseño en el desempeño estructural del componente.

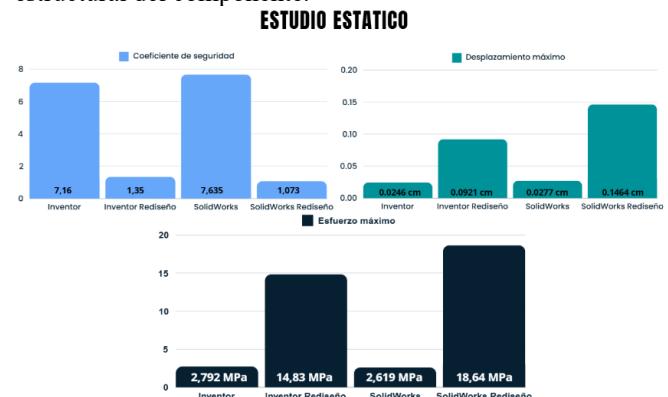


Figura 9. Comparación del coeficiente de seguridad, desplazamiento máximo y esfuerzo equivalente de von Mises obtenidos mediante análisis estático para la geometría original y la geometría rediseñada del componente en SolidWorks y Autodesk Inventor, bajo una carga de compresión de 1,000 N

V. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos confirman que la optimización topológica constituye una herramienta eficaz para la reducción de masa en componentes mecánicos sometidos a cargas estáticas, siempre que se complemente con un proceso posterior de rediseño geométrico. En ambos softwares analizados se logró una reducción de masa cercana al 65 %, lo que evidencia que la geometría inicial del componente se encontraba sobredimensionada para la carga de compresión considerada (1,000 N).

A pesar de haberse aplicado condiciones de carga, restricciones y parámetros de simulación equivalentes, las geometrías sugeridas por el estudio de optimización

topológica presentaron diferencias entre SolidWorks e Inventor. Estas variaciones pueden atribuirse a los algoritmos internos de optimización, mallado y redistribución de material propios de cada plataforma, lo cual pone de manifiesto que los resultados de la optimización topológica no son únicos y dependen del software empleado. El análisis estático de las geometrías rediseñadas mostró un incremento en los esfuerzos equivalentes de von Mises y en los desplazamientos máximos con respecto a la geometría de referencia, comportamiento coherente con la reducción de material y la consecuente disminución de rigidez estructural. No obstante, los valores obtenidos se mantuvieron dentro de rangos compatibles con el comportamiento esperado del material ABS, conservando factores de seguridad superiores a la unidad frente a la carga aplicada.

El proceso de rediseño posterior a la optimización topológica resultó fundamental para transformar las geometrías sugeridas en modelos continuos, interpretables y manufacturables. En este sentido, la fabricación aditiva de las geometrías rediseñadas permitió verificar la viabilidad geométrica y la manufacturabilidad de los modelos optimizados. Sin embargo, la validación mecánica experimental de los componentes impresos no forma parte del alcance del presente trabajo y se plantea como una línea de investigación futura.

En conjunto, la discusión de resultados evidencia que la optimización topológica debe entenderse como una herramienta de apoyo al diseño mecánico, cuyo verdadero potencial se alcanza cuando se integra con análisis estructurales rigurosos y un adecuado criterio de rediseño, especialmente en estudios comparativos entre diferentes plataformas de simulación.

VI. CONCLUSIONES

En este trabajo se realizó una comparación sistemática de simulaciones estáticas y estudios de optimización topológica aplicados a un componente mecánico utilizando SolidWorks e Autodesk Inventor, bajo condiciones de carga y restricción idénticas. Los resultados obtenidos permiten extraer conclusiones relevantes desde el punto de vista del diseño mecánico asistido por computadora.

En ambos softwares se logró una reducción de masa cercana al 65 % respecto a la geometría de referencia, confirmando que la pieza inicial se encontraba sobredimensionada para la carga de compresión de 1 000 N analizada. Esta reducción se alcanzó sin comprometer la integridad estructural del componente, ya que las geometrías rediseñadas mantuvieron factores de seguridad superiores a la unidad.

Los análisis estáticos mostraron un incremento esperado en los esfuerzos equivalentes de von Mises y en los desplazamientos máximos tras la reducción de material; sin embargo, los valores obtenidos permanecieron dentro de rangos compatibles con el comportamiento del material ABS. Las diferencias cuantitativas observadas entre SolidWorks e Inventor evidencian la influencia de los algoritmos de simulación, mallado y optimización propios de cada plataforma.

Adicionalmente, el proceso de rediseño a partir de las geometrías sugeridas por la optimización topológica resultó fundamental para obtener modelos continuos, interpretables y manufacturables, destacando que la optimización topológica debe entenderse como una herramienta de apoyo al diseño y no como un resultado final directo.

Finalmente, este estudio demuestra que tanto SolidWorks como Autodesk Inventor son herramientas confiables para la simulación y optimización de componentes mecánicos en entornos académicos y de diseño preliminar, siempre que se comprendan las particularidades de cada software. Como trabajo futuro se plantea la validación experimental de las geometrías optimizadas y el análisis del efecto de distintos materiales y procesos de manufactura aditiva sobre el desempeño estructural del componente.

VII. AGRADECIMIENTOS

Extendemos un sincero reconocimiento al Dr. Jorge Alberto Cárdenas Magaña por su acompañamiento durante el desarrollo de la materia Taller de Investigación II. Su experiencia en el área de investigación y su orientación constante fueron fundamentales para definir el enfoque y la estructura de este análisis. Agradecemos también el tiempo dedicado a la revisión y retroalimentación del trabajo, así como la guía que contribuyó a transformar un tema de interés en un documento académico formal.

VIII. REFERENCIAS

- [1] J. Mercado, “Evolución de los softwares de simulación para el diseño y construcción en la industria,” *Polo del Conocimiento*, vol. 5, no. 8, pp. 1333–1343, 2020, <https://doi.org/10.23857/pc.v5i8.1665>.
- [2] H. Zhu, C. Hu, and S. Gao, “Finite element mesh editing through CAD operations,” in *Proc. 12th Int. Conf. Computer-Aided Design and Computer Graphics*, Jinan, China, 2011, pp. 53–60, <https://doi.org/10.1109/CAD/Graphics.2011.76>.
- [3] J. Gao, M. Xiao, Y. Zhang, *et al.*, “A comprehensive review of isogeometric topology optimization: Methods, applications and prospects,” *Chinese Journal of Mechanical Engineering*, vol. 33, Art. no. 87, 2020, <https://doi.org/10.1186/s10033-020-00503-w>.
- [4] T. Tang, L. Wang, M. Zhu, H. Zhang, J. Dong, W. Yue, and H. Xia, “Topology optimization: A review for structural designs under statics problems,” *Materials*, vol. 17, no. 23, Art. no. 5970, 2024, <https://doi.org/10.3390/ma17235970>.
- [5] J. Wu, Z. Ren, and D. Zhang, “Literature reviews of topology optimal design methods and applications in magnetic devices,” *Energies*, vol. 18, no. 13, Art. no. 3295, 2025, <https://doi.org/10.3390/en18133295>.
- [6] E. Tyflopoulos and M. Steinert, “A comparative study of the application of different commercial software for topology optimization,” *Applied Sciences*, vol. 12, no. 2, Art. no. 611, 2022, <https://doi.org/10.3390/app12020611>.
- [7] P. Curkovic, “Comparative Analysis of Topology Optimization Platforms for Additive Manufacturing of Robot Arms,” *Designs*, vol. 8, no. 5, Art. no. 98, 2024, <https://doi.org/10.3390/designs8050098>.
- [8] I. El Khadiri, M. Zemzami, N.-Q. Nguyen, M. Abouelmajd, N. Hmina y S. Belhouideg, “Topology optimization methods for additive manufacturing: a review,” *International Journal for Simulation and Multidisciplinary Design Optimization*, vol. 14, Art. no. 12, pp. 1–16, 2023, <https://doi.org/10.1051/smdo/2023015>.
- [9] M. Valiente-López, S. Moyano-Sanz, M. Sanz-Contreras, and A. Romo-Melgar, “Compression strength of 3D printed objects taking into account the orientation of layers,” *DYNA*, vol. 95, no. 5, pp. 503–508, 2020, <https://doi.org/10.6036/9596>.
- [10] D. G. Zisopoli, I. Nae, and A. I. Portoaca, “Compression behavior of FFF printed parts obtained by varying layer height and infill percentage,” *Engineering, Technology & Applied Science Research*, vol. 12, no. 6, pp. 9747–9751, 2022, <https://doi.org/10.48084/etasr.5488>.
- [11] F. Tatar and R. Brighenti, “Structural topology optimization based on an immersed FEM level-set method,” *Structural and Multidisciplinary Optimization*, vol. 68, Art. no. 149, 2025, doi: <https://doi.org/10.1007/s00158-025-04083-y>.
- [12] R. M. Ferro and R. Pavanello, “A simple and efficient structural topology optimization implementation using open-source software for all steps of the algorithm: Modeling, sensitivity analysis and optimization,” *CMES—Computer Modeling in Engineering and Sciences*, vol. 136, no. 2, pp. 1371–1397, 2023, <https://doi.org/10.32604/cmes.2023.026043>.

- [13] C. J. Fuentes Cabrera and W. X. Mejía Holguín, “*Diseño y construcción de un prototipo didáctico de brazo robótico soldador de superficies planas para el proceso de soldadura GMAW, optimizando topológicamente los elementos estructurales del robot*”, tesis de licenciatura, Univ. Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), Quevedo, Ecuador, 2020, 89 pp. [En línea]. Disponible: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/5196>.
- [14] N. Sánchez Zamora and I. A. Lira Hernández, “La manufactura aditiva como potenciador de los sistemas productivos,” *Inventum*, vol. 15, no. 28, pp. 104–112, Sep. 2020, <https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.15.28.2020.104-112>.
- [15] D. B. Peralta Zurita and N. F. Llumigusin Yambay, “*Optimización topológica para el rediseño de una plataforma de carga para vehículo categoría N2 que transporta cilindros de gas industrial y medicinal, validación CAD-CAE y evaluación comparativa CAE utilizando el software Ansys y HyperWorks*”, tesis de maestría, Univ. Internacional SEK, Quito, Ecuador, Oct. 2022. [En línea]. Disponible: <https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/4881>