

# Diseño de un amortiguador para una silla de ruedas de básquetbol

Betak Licea, Anton

2024

---

<https://hdl.handle.net/20.500.11777/6147>

<http://repositorio.iberopuebla.mx/licencia.pdf>

# Diseño de un amortiguador para una silla de ruedas de básquetbol

Betak Licea Anton (quinto semestre en Ingeniería en Sistemas)<sup>1</sup>, López Luna Edith (tercer semestre en Ingeniería Biomédica)<sup>1</sup>, Manríquez Cortés Karla Paola (tercer semestre en Ingeniería Biomédica)<sup>1</sup>, Negrete Rodríguez Armando (tercer semestre Ingeniería Biomédica) Ramírez Rodríguez Rocío (profesora responsable)<sup>1</sup>.  
*Universidad Iberoamericana Puebla, San Andrés Cholula, Puebla, México*

**Palabras clave:** Cojín híbrido; Amortiguación; Deporte; Discapacidad; SolidWorks

\***Autor Corresponsal:** edith.lopez@iberopuebla.mx

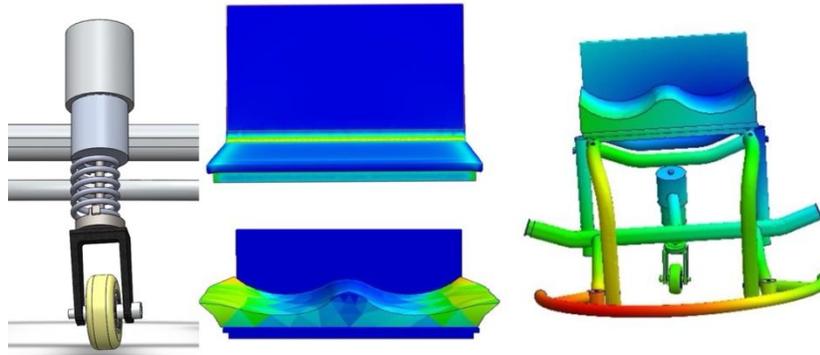
## ▪ **Introducción:**

El baloncesto en silla de ruedas ofrece a los deportistas con discapacidad la oportunidad de competir y superar desafíos [1]. Sin embargo, muchos jugadores enfrentan problemas relacionados con la comodidad y la seguridad debido a la falta de sistemas de amortiguación adecuados en sus sillas [2]. Los impactos y vibraciones durante el juego pueden causar lesiones musculoesqueléticas, afectando tanto su rendimiento como su calidad de vida [3]. Como antecedente al proyecto, se ha utilizado un diseño en 3D proporcionado por David Rodríguez Fco. conseguido en GrabCAD Community. Este recurso nos ha permitido aprovechar el diseño de una silla de ruedas para básquetbol como base para desarrollar un sistema de amortiguación. Sin embargo, es importante señalar que el modelo se modificó para una mejora en el desarrollo del proyecto. De acuerdo con lo anterior, este proyecto propone diseñar un sistema de amortiguación que se adapte a las características específicas de una silla de ruedas de básquetbol realizando una comparación del rendimiento de la silla con y sin el uso de un cojín de espuma. Los objetivos específicos planteados son: realizar una simulación dinámica de elemento finito con variables de tensiones, desplazamientos y deformaciones unitarias para evaluar el comportamiento del sistema de amortiguación diseñado, realizar una simulación con aplicación de cargas cíclicas para simular condiciones deportivas y comparar el rendimiento con un cojín de posicionamiento de espuma y sin el mismo.

## ▪ **Metodología:**

Se hizo uso de computadoras con el programa SolidWorks 2024. Inicialmente, el diseño fue conseguido en GrabCAD Community, sin embargo, se modificó como mejora al rendimiento de la silla de ruedas. En primer lugar, se rediseñó el amortiguador, reemplazándolo por un sistema de resorte combinado con un modelo de amortiguación por aceite y aire comprimido. Esto permitió optimizar el amortiguador para reducir la presión y la longitud necesaria del sistema. El cambio del amortiguador se inspiró en el modelo de la marca "Fox", utilizada en bicicletas. La versión resultante es una combinación entre un sistema de resorte y un sistema de aceite, similar al utilizado en algunos vehículos, específicamente de la marca Monroe, que es común en automóviles. En conjunto de gases, el nuevo diseño utiliza un mayor volumen de aceite que mejora la absorción de impactos. Además, se rediseñó la unión entre el chasis de la silla y la llanta. Este cambio proporcionó un área de contacto mayor, lo cual facilita una mejor distribución de la fuerza generada por el usuario al apoyar el pie en la silla. El soporte del chasis también fue modificado para adaptarse al nuevo tamaño y tipo de rueda. Posteriormente, en SolidWorks, se llevó a cabo una simulación utilizando el modelo base de la silla, donde se sometió a condiciones de fuerza y gravedad donde replicaba un terreno irregular, aplicando un movimiento lineal para el desplazamiento de las ruedas. Después se determinó un punto para la incorporación de un sistema de suspensión, en este caso, las ruedas giratorias, donde se procedió al aislamiento de las piezas que se conectaban con dichas ruedas, con el fin de diseñar el sistema de suspensión en un documento adicional, al cual se le aplicaron las mismas condiciones que al modelo base de la silla de ruedas. Finalmente, se reemplazaron las ruedas giratorias originales por versiones con suspensión. Se realizó un análisis de elemento finito para evaluar el rendimiento del amortiguador diseñado. Este análisis se llevó a cabo considerando variables clave como tensiones, desplazamientos y deformaciones unitarias, lo que permitió obtener una comprensión detallada del comportamiento del sistema bajo diferentes condiciones de carga.

- **Resultados:**



- **Análisis de resultados:**

Se realizó un sistema de amortiguador, un shock, cuya construcción sirvió para la estabilización de una silla de ruedas luego del momento de tiro, dónde se aplicó la mayor presión a la rueda posterior, cuya presión se descubrió causa caídas dentro de jugadores de básquetbol de silla de ruedas. Se realizó un conjunto de 2 pruebas dentro Solidworks, ambas documentadas en video. La primera prueba se realizó en el modelo CAD original, dentro de esta prueba se observó una respuesta base de la resistencia de la silla ante las presiones provenientes de la acción de tiro de manera estática; Dentro de la segunda prueba se realizó una prueba de esfuerzos, la cual demostró ser capaz de resistir la fuerza de tiro realizada por un jugador en movimiento con velocidad promedio de 5.12m/s, como se observa en las imágenes, dónde existe solamente una pequeña deformación dentro del cojín utilizado, aunque sin compresión que afecte a la estructura de aluminio utilizada. Poco después del fin de ambas pruebas se realizó una cancha dentro de Solidworks que complementó los estudios de movimiento con referencia a la cancha profesional estipulada por la IWBF con medidas de 15 metros de ancho y 28 metros de largo con sus respectivos 2m de margen por lado. Por último, se unió el amortiguador junto con la silla mediante el rediseño de la parte posterior de la silla, al igual que una unión a la rueda. Gracias a estos resultados se pudo comprobar la pregunta de investigación, al igual que encontraron múltiples beneficios para el mercado mexicano, en el cual no hay muchas opciones de compra. Estos resultados se podrían utilizar para la realización de sillas de ruedas mexicanas y de esta manera hacer su uso más generalizado y accesible para los usuarios.

- **Conclusiones**

En este trabajo se diseñó un amortiguador que se ajuste a las dimensiones y características de una silla de ruedas de básquetbol. El sistema de amortiguación que se diseñó cuenta con un sistema de resorte combinado con un modelo de amortiguación por aceite y aire comprimido, en el que, a través de simulaciones dinámicas de elementos finitos y simulaciones cíclicas se analizó el rendimiento del amortiguador durante condiciones deportivas, donde se analizaron variables de tensiones, desplazamientos, y deformaciones unitarias para evaluar su rendimiento. La simulación dinámica de elementos finitos mostró cómo el amortiguador aumenta la absorción de impactos a comparación de cuando no hay sistema de amortiguación. Al aplicar cargas cíclicas en las simulaciones, se replicó la fuerza ejercida en la silla durante el uso deportivo. Finalmente, al comparar el rendimiento del amortiguador en conjunto con un cojín de posicionamiento de espuma y sin él, se encontró que se reducen las fuerzas de impacto. Este proyecto abre varias oportunidades para futuras investigaciones y desarrollos en el uso de amortiguadores en sillas de ruedas deportivas, esto puede impulsar la industria nacional y ser una opción en la fabricación de equipo médico deportivo.

## Referencias

- [1] «Baloncesto en silla de ruedas | Paralímpicos». <https://www.paralimpicos.es/deportes-paralimpicos/baloncesto-en-silla-de-ruedas>
- [2] Lesiones y enfermedades durante el campeonato sudamericano de baloncesto en silla de ruedas 2021: un estudio epidemiológico. 2022. doi: 10.18176/archmeddeporte.00118.
- [3] Daños a la Salud por Exposición a Vibraciones Mecánicas - Quirónprevención», Quirónprevención. <https://www.quironprevencion.com/blogs/es/prevenidos/danos-salud-exposicion-vibraciones-mecanicas>
- [4] P. Somboon, "A Comprehensive Study on Mecanum Wheel-Based Mobility and Suspension Solutions for Intelligent Nursing Wheelchairs," in Proceedings of the 2007 RESNA Conference, 2007. [Online]. Available: <https://www.resna.org/sites/default/files/legacy/conference/proceedings/2007/Research/Mobility/Somboon.html>. [Accessed: Aug. 29, 2024].
- [5] «La historia detrás de las sillas de ruedas deportivas | Loh Medical», 31 de octubre de 2022. <https://www.lohmedical.com/es/blog/la-historia-detras-de-las-sillas-de-ruedas-deportivas>
- [6] «Baloncesto en silla de ruedas | Paralímpicos». <https://www.paralimpicos.es/deportes-paralimpicos/baloncesto-en-silla-de-ruedas>
- [7] «Estos son los deportes de Santiago 2023». [https://www.santiago2023.org/es/deportes/baloncesto-en-silla-de-ruedas.html#:~:text=Historia,ramas%20\(masculina%20y%20femenina\)](https://www.santiago2023.org/es/deportes/baloncesto-en-silla-de-ruedas.html#:~:text=Historia,ramas%20(masculina%20y%20femenina)).
- [8] «Sillas de ruedas deportivas para cada disciplina | Sunrise Medical». <https://www.sunrisemedical.es/blog/sillas-de-ruedas-deportivas-para-cada-disciplina>
- [9] E. S. F, «Características de las sillas de ruedas deportivas - Blog Kairos Medical», *Blog Kairos Medical*, 30 de septiembre de 2022. <https://www.kairosmedical.cl/blog/sillas-de-ruedas-deportivas/>
- [10] «SILLA DEPORTIVA DE BALONCESTO VIM», *Sillas de Ruedas y Artículos Vida Independiente S. de R.L. de C.V.* <https://www.tiendavidaindependiente.com/products/silla-deportiva-de-baloncesto>
- [11] «Silla de ruedas deportiva Club Sport - RGK | Sunrise Medical». <https://www.sunrisemedical.es/sillas-de-ruedas/rgk/sillas-deportivas/club-sport>
- [12] «Archivos de Medicina del Deporte». <https://archivosdemedicinadeldeporte.com/summary.php?articulo=2028>
- [13] A. Neti, A. Brunswick, L. Marsalko, C. Shearer, y A. Koontz, «Effects of In-Wheel Suspension on Whole-Body Vibration and Comfort in Manual Wheelchair Users», *Vibration*, vol. 7, n.º 2, pp. 432-452, abr. 2024, doi: 10.3390/vibration7020023.
- [14] «Fisioterapia para alteraciones de la columna vertebral», *Texum Fisioterapia*. <https://www.texum.es/fisioterapia-traumatologica/alteraciones-columna-vertebral.html>
- [15] World Health Organization: WHO, «Trastornos musculoesqueléticos», 14 de julio de 2022. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions>