

# Modificación de silla pélvica con dispositivo de apoyo al freno para descenso en personal del Ejército Nacional de Colombia

Modification of pelvic chair with brake support device for descent in personnel of the National Army of Colombia.

Juan Gabriel Rojas González<sup>1</sup>

Jorh Alexander Díaz Tovar<sup>2</sup>

Mónica Estefanía Hernández García<sup>3</sup>

Julián Enrique Barrero García<sup>4</sup>

Nathalie Tarazona Rojas<sup>5</sup>

DOI: <https://doi.org/10.18041/1909-2458/ingeniare.34.10985>

## RESUMEN

El presente artículo de investigación surge del proyecto "Silla pélvica modificada con dispositivo de apoyo al freno para descenso", que se realiza con base en las experiencias de contingencias presentadas en el primer hombre al momento de descender en la torre de Asalto Aéreo del Ejército Nacional de Colombia, con el fin de reducir el riesgo de accidentalidad del usuario a partir de la implementando un dispositivo de freno, que consiste en la adaptación de un mosquetón ubicado en un punto específico (parte lateral pierna izquierda o derecha) de la silla pélvica, el cual es un punto fijo con adaptabilidad y seguridad de anclaje. Esto le permite al oficial continuar con sus y da orientación y control a la cuerda, evitando nudos por oscilación al soltar la cuerda de freno.

**Palabras claves:** descenso, dispositivo de apoyo, Ejército Nacional, silla pélvica.

## ABSTRACT

This research article arises from the modified pelvic chair project with brake support device for descent, this project is carried out based on the experiences of contingencies presented in the first man at the time of descending in the Air Assault tower of the National Army of Colombia, seeking to reduce the risk of user accidents, implementing a braking device that consists of the adaptation of a carabiner located at a specific point of the pelvic chair, being a fixed point with greater adaptability and anchoring security, allowing to continue with the tasks they are performing, giving orientation and control to the rope, avoiding knots due to oscillation when releasing the brake rope.

**Keywords:** Descent, support device, national army, pelvic chair.



**Como citar este artículo:** J. G. Rojas, J. A. Díaz, M. E. Hernández, J. E. Barrero, and N. Tarazona. "Modificación de silla pélvica con dispositivo de apoyo al freno para descenso en personal del Ejército Nacional de Colombia". *Ingeniare*, vol. 19, no. 34, pp. 71-77, Diciembre 2022.

- 1 Oficial de Educación Superior [unidadinvestigacion@emsub.edu.co](mailto:unidadinvestigacion@emsub.edu.co) Militar de Suboficiales "Sargento Inocencio Chincá"
- 2 Oficial de Ciencia y Tecnología [unidadinvestigacion@emsub.edu.co](mailto:unidadinvestigacion@emsub.edu.co) Escuela Militar de Suboficiales "Sargento Inocencio Chincá",
- 3 Ingeniera Civil, Especialista en Gerencia de Proyectos. [Investigador.presupuesto@emsub.edu.co](mailto:Investigador.presupuesto@emsub.edu.co) Asesora de Investigación Escuela Militar de Suboficiales "Sargento Inocencio Chincá"
- 4 Ingeniero Industrial, Magíster en Educación Coordinador de Investigación. [Julian.barrero.profesor@emsub.edu.co](mailto:Julian.barrero.profesor@emsub.edu.co) Escuela Militar de Suboficiales "Sargento Inocencio Chincá"
- 5 Ingeniera Eléctrica, Especialista en Gerencia de Proyectos, Maestrante en Innovación y Tecnologías para la Educación [nathalietarazona@cedoc.edu.co](mailto:nathalietarazona@cedoc.edu.co) Docente ESAVE Escuela Militar de Aviación

Fecha de recepción: 15 de Marzo del 2023 • Fecha de aceptación: 30 de Mayo del 2023

**INGENIARE, Universidad Libre-Barranquilla, Año 19, N.º 34, pp. 71-77 • ISSN 2390-0504**

## 1. INTRODUCCIÓN

La Escuela de Asalto Aéreo capacita a los oficiales, suboficiales y soldados profesionales de las Fuerzas Militares de Colombia en la planeación, desarrollo y ejecución en operaciones de asalto aéreo con énfasis en selva, combinando la rapidez estratégica con la movilidad táctica de los elementos aéreos. Entre las capacitaciones están las maniobras de inserción y extracción de personal en los lugares más remotos y selváticos de Colombia. Esto implica el descenso desde helicópteros por medio de cuerdas, lo cual genera un riesgo para el personal, especialmente para el primer hombre, quien no posee el apoyo del maestro de sogas que se encuentre en tierra.

La Escuela de Asalto Aéreo de las Fuerzas Militares de Colombia especializa al personal militar en la torre más alta de Suramérica, con el fin de que socialice con la torre y pierda el miedo. La certificación en las aeronaves se realiza simulando una operación normal, en la que el militar pueda llevar a cabo el ejercicio sin ninguna contingencia.

Buscando la mejora continua tanto de las unidades como de los equipos en el entrenamiento y la capacitación de las fuerzas especiales se realizan entrenamientos de descenso en una torre de aproximadamente 14 metros. En esta estructura, que tiene una cabina parecida a la de los helicópteros reales (blajot, MI17, UH) y simula la distancia de una aeronave sobre el suelo, se realizan maniobras de sogas rápidas, que se utiliza cuando hay un objetivo de alto valor sobre un terreno plano. Este ejercicio se hace para optimizar la efectividad de las tropas destinadas a la lucha contra los grupos armados ilegales o para capturar y mantener posiciones claves. Para evitar accidentes y reducir costos no se entrena con aeronaves. En una operación de asalto real se desciende a más de 60 metros [1].

La práctica de asalto aéreo ha tenido una gran acogida en las fuerzas armadas, debido a que sus resultados en campo han demostrado ser bastante efectivos. En este entrenamiento se reconoce la necesidad de crear un elemento que evite accidentes por deslizamiento, precipitación al vacío o contingencias que tenga el primer hombre que desciende desde un helicóptero, quien se enfrenta a riesgos como soltar la cuerda de descenso o freno, nudos y enredos del material. Este primer hombre es el más expuesto a los peligros del descenso por no contar con alguien que le brinde el protocolo de seguridad en el extremo de la cuerda.

El objetivo de este proyecto es diseñar un dispositivo de freno adaptado a la silla pélvica certificada, que brinde mayor seguridad a los usuarios de los equipos de asalto. Debe ser un equipo con una combinación entre resistencia y liviandad, y contribuir a mejorar el desarrollo de las operaciones. Este proyecto se denomina "Silla pélvica modificada con dispositivo de apoyo al freno para descenso".

El dispositivo de freno propuesto para la silla pélvica es un segundo punto de fricción adicional que va a la altura de la pierna (derecha o izquierda, según la lateralidad de quien desciende), el cual permite dar una orientación y noción de posición de la cuerda. Por su parte, el dispositivo número dos de fricción evita que se hagan nudos, por ser un punto de control por el que pasa la cuerda. Además, la función vital, en caso de soltar la cuerda, es tener un punto fijo para colocar la mano y recobrar o coger nuevamente la cuerda, evitando la caída libre sobre el área de operaciones. El Código Sustantivo del Trabajo y Seguridad Social, en su artículo 348, modificado por el artículo 10 del Decreto 13 de 1967, estipula y regulariza las medidas de higiene y seguridad que deben adoptar las empresas en diferentes ámbitos del ambiente laboral [2].

Este diseño busca disminuir los riesgos de accidentalidad y brindar al usuario mayor flexibilidad, adaptando la silla pélvica para crear un sistema más seguro y eficaz, incluso en situaciones exigentes. Este dispositivo de freno se basa en la adaptación de un mosquetón a la silla pélvica en un punto estratégico, permitiendo el control de la cuerda. Cabe resaltar que la función principal es tener un mayor porcentaje de supervivencia del primer hombre que desciende desde un helicóptero hacia un área de operaciones militares.

La declaración Universal de los Derechos Humanos en su artículo 22 [3] hace referencia a “toda persona, como miembro de la sociedad, tiene derecho a la seguridad social y a obtener, mediante el esfuerzo nacional y la cooperación internacional, habida cuenta de la organización y los recursos de cada Estado, la satisfacción de los derechos económicos, sociales y culturales, indispensables a su dignidad y al libre desarrollo de su personalidad”.

## 2. METODOLOGÍA

El desarrollo metodológico del proyecto “Silla pélvica modificada con dispositivo de apoyo al freno para descenso” tiene en cuenta el alcance del proyecto y del producto. [4] afirma lo siguiente:

- **Alcance del proyecto.** Todos los procesos y el trabajo necesario que el equipo de investigación debe hacer para dotar al producto (silla pélvica modificada) con las características y funciones requeridas.
- **Alcance del producto.** Se refiere a las características y funcionalidad que debe tener el producto generado por el proyecto. Este alcance debe incluir todos los requisitos que se recopilaron a través de los interesados, siempre y cuando estén relacionados directamente con la necesidad por la cual fue emprendido el proyecto y con sus objetivos estratégicos.

Para una mejor percepción se utiliza la herramienta EDT (estructura de desglose de trabajo), que permite realizar una descomposición jerárquica del alcance total del trabajo, además de crear un marco de referencia con respecto a los sub-entregables.

Con base en la EDT que se propuso, el alcance del producto tiene cuatro fases:

- **Fase 1:** Diseño del prototipo
- **Fase 2:** Construcción del prototipo
- **Fase 3:** Pruebas de laboratorio
- **Fase 4:** Rediseño y construcción final

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La primera fase está compuesta por tres paquetes de trabajo. El “Diseño CAD”, que es la realización de un prototipo virtual de la silla pélvica en un programa de diseño como AutoCAD, SolidWorks o 3D Max. Aquí se detalla la forma, ubicación, características, tamaño, etc., del dispositivo para apoyo al freno.



**Figura 1. Ejemplo de silla pélvica simulada en CAD.**

Fuente: elaboración propia

El segundo paquete de trabajo es el “Análisis dinámico y estático”, que es muy importante porque permite estimar el comportamiento del prototipo en condiciones de operación específicas.

Simultáneamente se realizaron los otros dos paquetes de trabajo; “análisis y selección de material textil” y “análisis y selección de mosquetones”, con el fin de fabricar el primer prototipo para pruebas.

Para el análisis y selección de material textil se buscaron las normas relacionadas con las propiedades físicas del material para determinar la más apropiadas para el dispositivo de apoyo al freno de la silla pélvica.

Para la selección de mosquetones se analizaron diferentes tipos. Gracias al diseño CAD y al análisis dinámico y estático se pueden calcular las cargas a las que están expuestos los mosquetones, con el fin de establecer su resistencia, material y espesor.

En la Resolución 4272 de 2020, el Ministerio de la Protección Social establece el Reglamento Técnico de Trabajo en Alturas, que es el documento fundamental para la regulación del trabajo en alturas [5].

Con el prototipo se realizan pruebas mecánicas, físicas y funcionales en un laboratorio para obtener datos relevantes que contribuyan al proyecto.

### 3.1. Pruebas mecánicas

- **Resistencia a la tensión.** Esta prueba se realiza para medir la resistencia que tiene un material textil a la fuerza de tensión aplicada. Se puede hacer directamente a la tela para medir su máxima resistencia a la tensión o la resistencia de la sujeción entre telas (costuras), para validar si cumple con las necesidades requeridas o si es necesario cambiar la tela o el tipo de costura.
- **Resistencia a la fatiga textil.** Determina la resistencia de las construcciones de las costuras. Por medio de una máquina se realiza un proceso de tensión cíclico (se tensiona el material y luego se desaplica), con el fin de analizar al cabo de cuántos ciclos puede fallar, romperse o deshilarse la tela. La cantidad de ciclos puede variar, dependiendo la fuerza de tensión aplicada.
- **Ensayo de tirón estático.** Es una prueba parecida a la de resistencia a la tensión, en la que se aplica una fuerza que va aumentando hasta cuando la costura o la tela falla. La diferencia es que se realiza un tirón estático (una cantidad de fuerza específica en un instante de tiempo). Esto permite conocer la resistencia máxima del material ante un momento de mucha fuerza aplicada en un instante muy corto de tiempo (por ejemplo, se calcula si el producto soporta a una persona en el descenso, si se enreda o para bruscamente).

### 3.2. Pruebas físicas

- **Resistencia al rasgado.** Esta prueba analiza la fuerza necesaria para realizar el rasgado, ya sea de borde (fuerza necesaria para iniciar con el rasgado del material) o interno (fuerza necesaria para continuar con el rasgado). Se utiliza para caracterizar los materiales y su posterior selección. Esta prueba permite establecer la durabilidad del textil.
- **Prueba de envejecimiento acelerado.** Es un procedimiento artificial que permite establecer la vida útil de un producto. El procedimiento consiste en utilizar algunas condiciones como calor, humedad, luz solar, etc., para acelerar el envejecimiento del producto. Se realiza en una cabina hermética, en la que se deja el producto ciertas horas, cada hora de permanencia, según las condiciones, equivale a cierto número de horas en condiciones normales.
- **Prueba piloto experto seguridad.** Una empresa experta en seguridad en alturas evalúa el desempeño de la silla pélvica modificada en condiciones controladas (primer prototipo) y emite un concepto con comentarios y recomendaciones para mejorarlo. Con base en esta opinión y los resultados obtenidos en las pruebas (tanto físicas como mecánicas), se inicia la siguiente etapa del proyecto, que es el rediseño y construcción de un prototipo modificado.

Esta etapa final está compuesta por dos paquetes de trabajo; el “rediseño del producto” y la “construcción del prototipo final”. Para el primer paquete, un ingeniero rediseñó el prototipo teniendo en cuenta los resultados de las pruebas y el concepto del experto certificado en seguridad en alturas. Este trabajo se realiza en un programa de diseño CAD, y de ser posible, se vuelve a imprimir una muestra 3D en plástico ABS.

Con este rediseño y las nuevas características se procede con el segundo paquete de trabajo, la construcción del prototipo final. En él se incluyen las observaciones recopiladas en las pruebas, como material, tipo de mosquetón, tipo de costura, material de la costura, etc.

### 4. CONCLUSIONES

El proyecto intenta, por una parte, concientizar al militar sobre los riesgos que se pueden presentar con la actual silla pélvica, teniendo en cuenta que el freno se acciona con la mano, sin importar si es zurdo o diestro. El prototipo planteado disminuye este riesgo por medio de un dispositivo de freno. Por otra parte, se pretenden detectar las necesidades reales que se presentan en la práctica de asalto aéreo y poder evolucionar por medio de este diseño para futuros entrenamientos.

Con la adaptación del dispositivo de freno, la silla pélvica modificada servirá para minimizar los indicadores de muerte en el campo de operación.

Este prototipo generará más fuentes de trabajo para la fuerza militar, al emplearse y producirse para los diferentes trabajos seguros en alturas, lo que origina una mejor competitividad con el sector de salud ocupacional.

El impacto generado por la silla pélvica modificada con dispositivo de freno se obtiene al momento de desechar el prototipo.

## REFERENCIAS

- [1] Ministerio de defensa de Colombia (2012, Agosto 23). *Entrenamiento* [En línea]. Disponible en: <https://www.aviacionejercito.mil.co/entrenamiento/>
- [2] Presidencia de la República de Colombia (1967). *Código sustantivo del trabajo* [En línea]. Disponible en: [https://docs.supersalud.gov.co/PortalWeb/Juridica/Decretos/D0013\\_67.pdf](https://docs.supersalud.gov.co/PortalWeb/Juridica/Decretos/D0013_67.pdf).
- [3] Naciones Unidas (1948). *Resolución 217 A (III)* [En línea]. Disponible en: <https://www.un.org/es/universal-declaration-human-rights/>.
- [4] La Guía del PMBOOK (s.f.). *Gestión del alcance del proyecto* [En línea]. Disponible en: <https://uacm123.weebly.com/1-gestioacuten-del-alcance-del-proyecto.html>
- [5] Ministerio de la protección social (2008). *Requisitos mínimos de seguridad para el desarrollo de trabajo en alturas* [En línea]. Disponible en: <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=120880&dt=S>

## REFERENCIAS DE CONSULTA

- Organización Internacional del Trabajo (2016). *Convenio sobre el trabajo a tiempo parcial, 1994 (núm. 175)*. Obtenido de *Convenio sobre el trabajo a tiempo parcial, 1994 (núm. 175)*: [https://www.ilo.org/global/standards/WCMS\\_488770/lang--es/index.htm](https://www.ilo.org/global/standards/WCMS_488770/lang--es/index.htm).
- Organización Internacional del Trabajo (1925). *C017 - Convenio sobre la indemnización por accidentes del trabajo, 1925 (núm. 17)*. Obtenido de *C017 - Convenio sobre la indemnización por accidentes del trabajo, 1925 (núm. 17)*: [https://www.ilo.org/dyn/normlex/es/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100\\_ILO\\_CODE:C017](https://www.ilo.org/dyn/normlex/es/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100_ILO_CODE:C017).
- Servicio Nacional de Aprendizaje (04 de 06 de 2009). *Resolución 1486 de 2009*. Obtenido de *Resolución 1486 de 2009*: [https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion\\_sena\\_1486\\_2009.htm#:~:text=Que%20el%20numeral%201%20del,%C3%A9ticos%2C%20culturales%20y%20ecol%C3%B3gicos%E2%80%9D](https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_sena_1486_2009.htm#:~:text=Que%20el%20numeral%201%20del,%C3%A9ticos%2C%20culturales%20y%20ecol%C3%B3gicos%E2%80%9D).
- Sistema Único de Información Normativa (11 de 05 de 2001). *Decreto 873 de 2001*. Obtenido de *Decreto 873 de 2001*: <http://suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/1182125>.

Sistema Único de Información Normativa (14 de 06 de 1967). *Ley 23 de 1967*. Obtenido de <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/1579006>.

SURA (26 de 09 de 2008). Resolución número 3673 de 2008. Obtenido de <https://www.arlsura.com/index.php/component/content/article?id=1207#:~:text=Mediante%20la%20cual%20el%20Ministerio,de%20la%20econom%C3%ADa%2C%20que%20desarrollen>.