

---

**DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN PIE ORTOPÉDICO EN MATERIALES  
COMPUESTOS****FELIPE ROMERO MOSSO  
INGENIERO CIVIL MECÁNICO****RESUMEN**

En el presente documento de memoria se desarrolla el diseño estructural de una prótesis deportiva en materiales compuestos usando el método de Elementos Finitos. Posteriormente se realiza la fabricación de ésta utilizando el Método de Infusión al Vacío. Este trabajo corresponde a una continuación del trabajo de memoria realizado por Sebastián Correa además de la interacción en conjunto del equipo de trabajo del laboratorio. Se realizó la implementación del laboratorio de Materiales Compuestos en la Universidad de Talca, el cual posee las herramientas y materiales requeridas para trabajar con estos materiales. Para la estimación de las condiciones del análisis como las cargas y la rigidez que debe poseer la prótesis, se realizó una investigación teórica de la biomecánica de la pierna humana para así conocer y estimar las fuerzas aplicadas a la prótesis para luego simularlo en el laboratorio de diseño y mecánica computacional. En el análisis estructural de la prótesis se utiliza fibra de vidrio unidireccional y fibra de carbono unidireccional, los cuales son materiales ortotrópicos con diferentes propiedades y la orientación de los apilamientos será a  $0^\circ$ . Este análisis se llevará a cabo mediante el software computacional ANSYS en donde se estimaron los desplazamientos de la estructura y posterior aplicación de los criterios de falla Tsai-Hill y Tsai-Wu. Se concluye con dos modelos de prótesis ortopédicas, uno utilizando resina epóxica reforzada con fibra de vidrio y la otra resina epóxica reforzada fibra de carbono, usando la misma geometría para ambas. Las comparaciones entre ambos modelos se explican, llegando a la conclusión de que el modelo con fibra de carbono es más liviano y con menos espesor, pero el modelo de fibra de vidrio, aunque es más pesado, soporta más cargas antes de la falla del material debido al espesor del modelo. La fabricación se realizó utilizando el método de Infusión al Vacío, el cual permitió la fabricación de la prótesis en el laboratorio de materiales compuestos de la Universidad de Talca. Se realizó una estimación los costos asociados a la fabricación de la prótesis considerando los materiales y mano de obra. **PALABRAS CLAVE:** Diseño, Prótesis, Materiales Compuestos, Elementos Finitos, Infusión al Vacío iv

## ABSTRACT

In the present document, the structural design of a sports prosthesis is developed in composite materials using the Finite Element method, and then, for the manufacturing, the Vacuum Infusion method is performed.

This work corresponds to a continuation of the memory work carried out by Sebastian Correa as well as the interaction of the laboratory work team.

The implementation of the Laboratory of Composite Materials at the University of Talca was carried out, which now has the tools and materials required to work with these materials.

The estimation of the conditions of the analysis such as the loads and the rigidity that the prosthesis must have, a theoretical investigation of the biomechanics of the human leg was made in order to know and estimate the forces applied to the prosthesis and then simulate these conditions in the design and computational mechanics laboratory.

The structural analysis of the prosthesis uses unidirectional glass fiber and unidirectional carbon fiber, which are orthotropic materials with different properties and the orientation of the stacks used are at  $0^\circ$ . This analysis is developed using ANSYS computational software, where the displacements and stress of the structure and subsequent application of the Tsai-Hill and Tsai-Wu failure criteria were estimated.

It concludes with two models of orthopedic prostheses, one using fiberglass and the other carbon fiber, using the same design for both. The comparisons between both models are explained, concluding that the carbon fiber model is lighter and with less thickness, but the fiberglass model, although heavier, supports more loads before the material failure due to the thickness of the model.

The manufacturing was carried out using the Vacuum Infusion method, which allowed the manufacture of the prosthesis in the laboratory of composite materials of the University of Talca. The costs associated with the manufacture of the prosthesis were estimated considering materials and labor.

**KEY WORDS:** Design, Prosthesis, Composite Materials, Finite Element, Vacuum Infusion.