Manufactura y Caracterización de Materiales Compuestos de Fibra de Vidrio para Aeroestructuras de Coheteria Experimental

Congreso Espacial Centroamericano 2026
Universidad del Valle | Ciudad de Guatemala

Autores

Georgina Gutiérrez Romero | CRATER
Jimena Monge Scott | CRATER
Tomás Montero Van Dijk | CRATER
Ricardo A. Salas Ramírez | CRATER

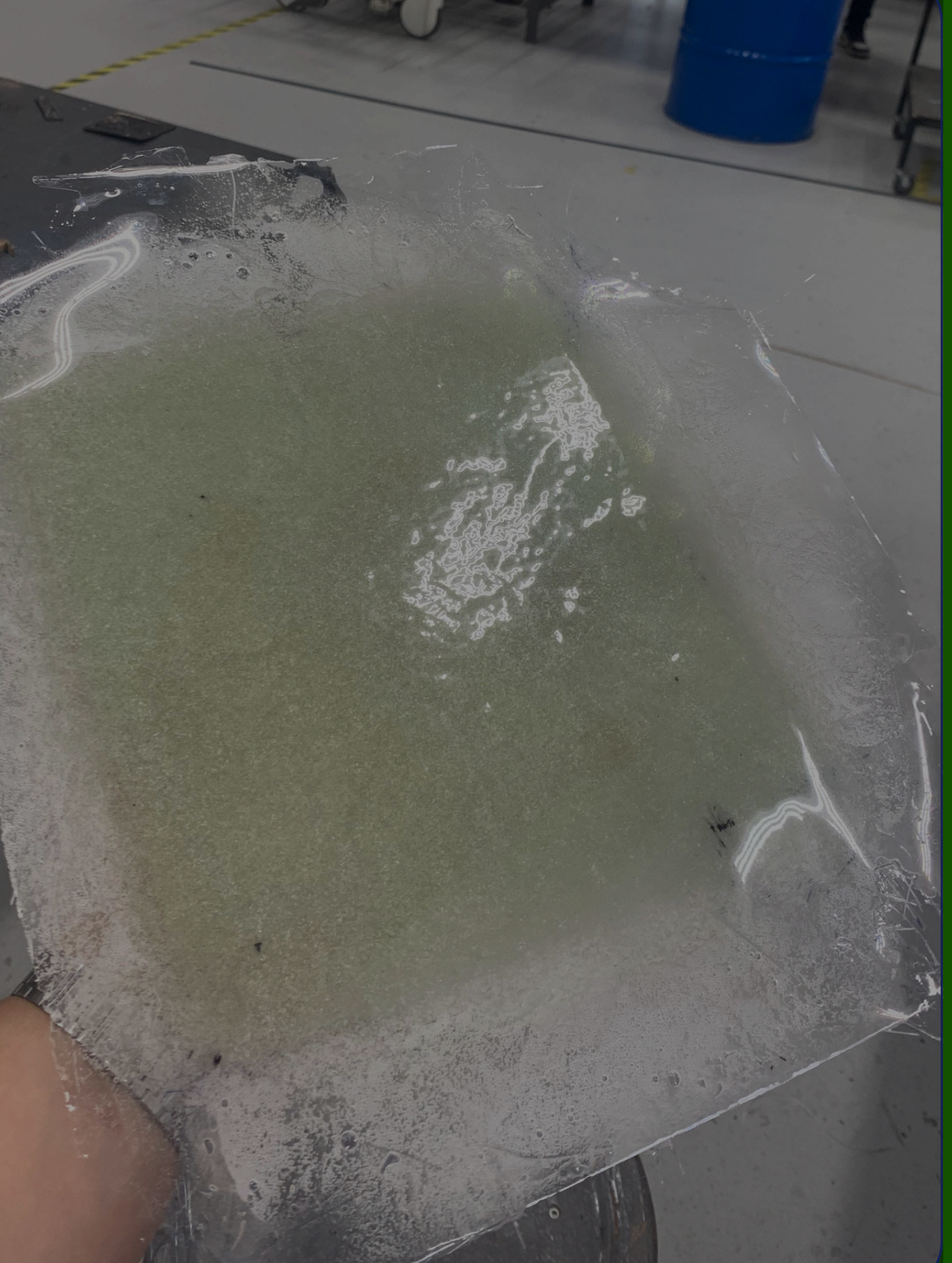
Congreso Espacial Centroamericano 2026
Universidad del Valle | Ciudad de Guatemala



Introducción

Este paper tiene como **objetivo** ser una **guía** de cómo se pueden **manufacturar** y **caracterizar** aeroestructuras para cohetes de alta **potencia** hechos a base de **fibra** de vidrio.

Congreso Espacial Centroamericano 2026
Universidad del Valle | Ciudad de Guatemala



Metodología

Método de Manufactura de Placas con Fibra de Vidrio CSM

1. Protocolos de seguridad y prevención
2. Acondicionamiento área de trabajo
3. Preparación fibra CSM
4. Dosificación y homogeneización matriz epoxi
5. Laminación manual
6. Moldeo por compresión y curado
7. Corte con láser CNC

Paso 1: Protocolos de seguridad

1.1. Protección respiratoria:

Por la **toxicidad** de los **compuestos orgánicos volátiles** (COV), utilizar una mascarilla con **cartuchos** para **vapores** orgánicos y **filtros** para partículas.





Paso 1: Protocolos de seguridad

1.2. Protección dérmica:

Los **filamentos** microscópicos de la fibra pueden causar **irritación** al entrar en **contacto** con la piel, se recomienda utilizar guantes de **nitrilo** y manga larga.

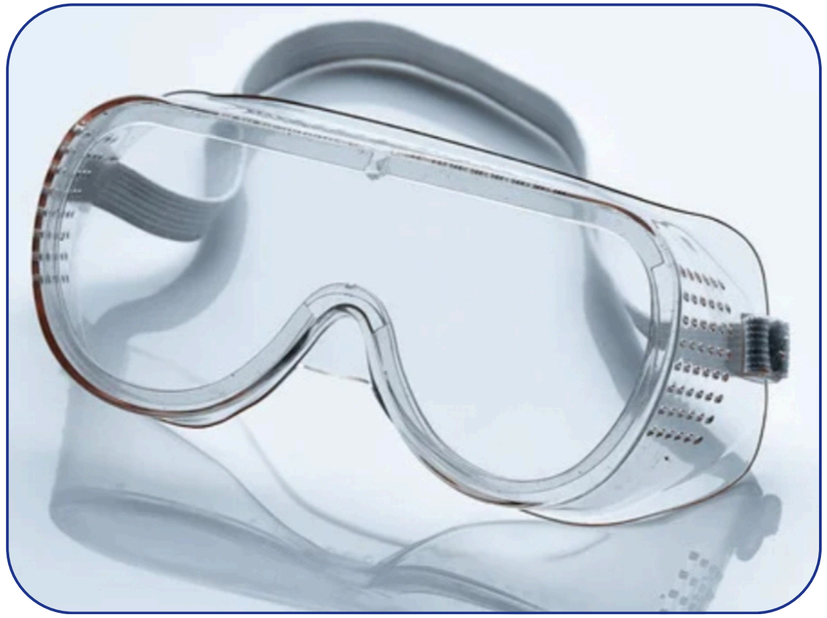




Paso 1: Protocolos de seguridad

1.3. Protección ocular:

Por las partículas **proyectadas** durante el proceso, se necesitan lentes de seguridad **herméticos**, es decir, sin **ventilación.**



Paso 2:



Acondicionamiemto del área de trabajo:

Colocar una placa de **plywood** de 40x40 cm y sobre ella una **lámina** de **Mylar** de 35x35 cm (margen de 5 cm).

Paso 3:

Preparación de la fibra CSM

Se recomienda emplear una tijera **microdentada** para obtener cortes **precisos.**

Recortar ocho piezas de 30x30 cm.





Paso 4:

Dosificación y homogeneización de la matriz epoxi

Proporción mezcla resina:catalizador de 1:1.

Colocar **componentes** en recipientes separados de plástico resistente **(polipropileno)**, mezclar en un **tercer** recipiente con paleta de **silicón**.

3 minutos de mezclado **lento** y **continuo**.

Paso 5: Laminación manual

Se utiliza un **rodillo de felpa** para esparcirla **uniformemente** sobre la primera lamina de fibra, evitando **burbujas**, zonas de **exceso** de resina o superficies **blancas**. Repetir hasta crear un **sándwich** de ocho láminas.





Paso 6: Curado y

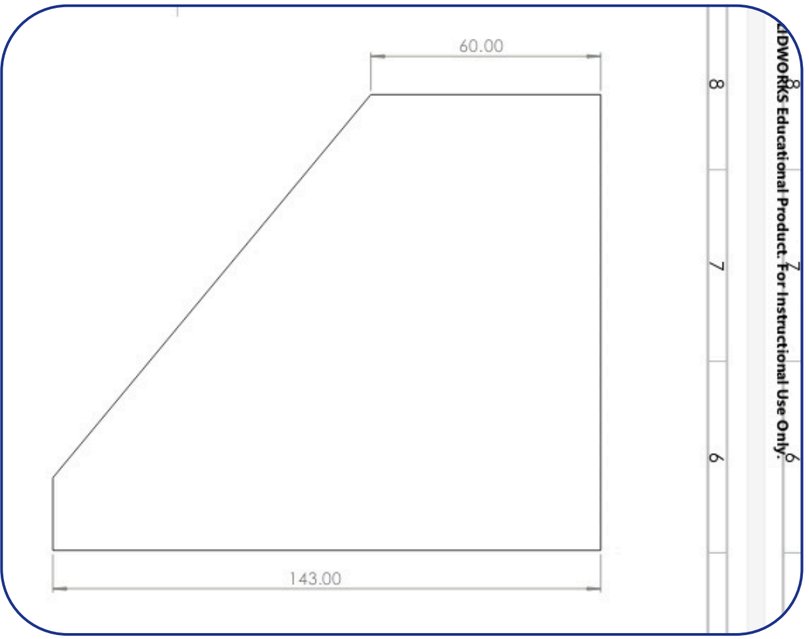
Moldeo por compresión

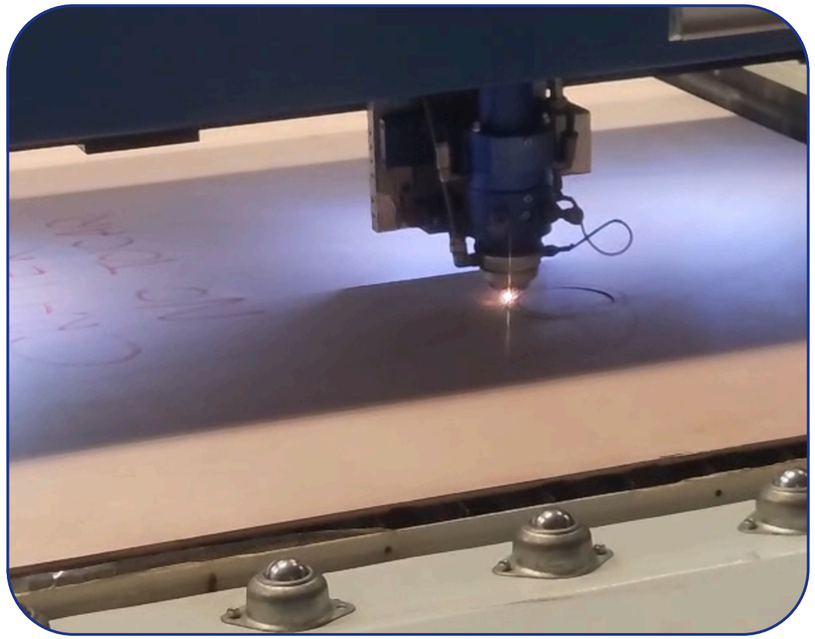
Se coloca el sándwich en la **prensa hidráulica** para **expulsar** excedentes de resina y darle **resistencia mecánica** a la placa de entre **3 a 4** mm de espesor, dejándola **reposar** 24 horas.

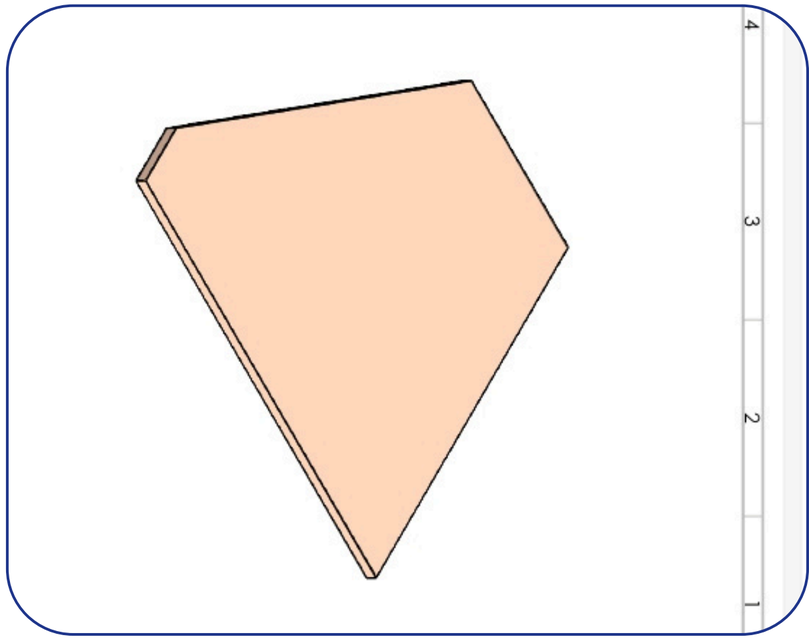


Paso 7: Corte con láser CNC

Después del proceso de curado, se procede a cortar. Cada aleta es un **trapezoide** con una altura de **14.3 cm**, base de **11.55 cm** y una punta de **6 cm.**







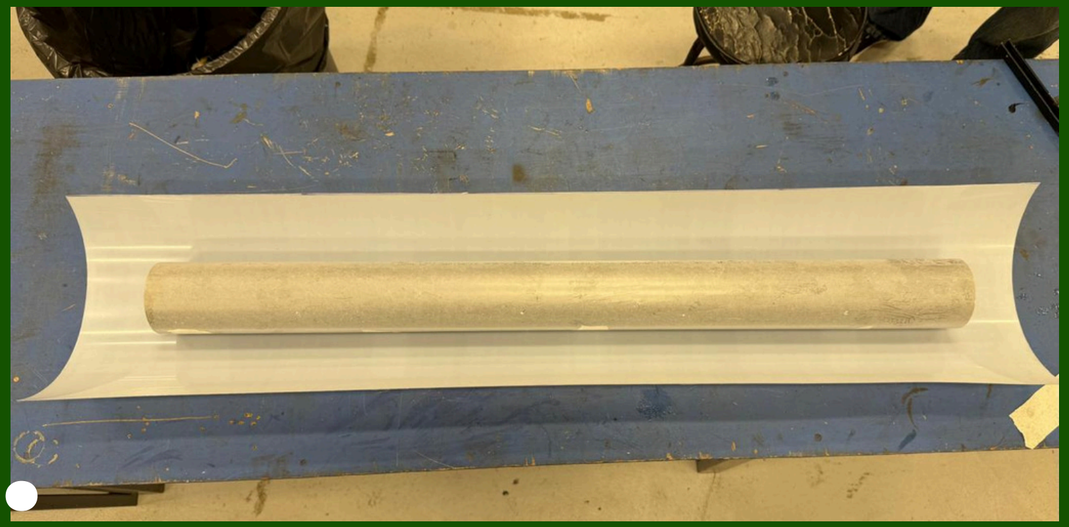
Metodología

Método de Manufactura con Mangas de Fibra de Vidrio Biaxial

- Materiales
- Preparación del Mandril
- Cortar Fibra de Vidrio y Preparación de Resina Epóxica
- Superficie Apta para Trabajar
- Aplicación de la Resina Epóxica a la Fibra de Vidrio

- Agregar una Capa de Fibra de Vidrio Cuando la Anterior está Con Resina Epóxica
- Remover exceso de Resina Epóxica y Burbujas Dentro del Tubo
- Secado y Desmoldado del Tubo de Fibra de Vidrio
- Acabado Final del Tubo de Fibra de Vidrio

1.



2.



3.

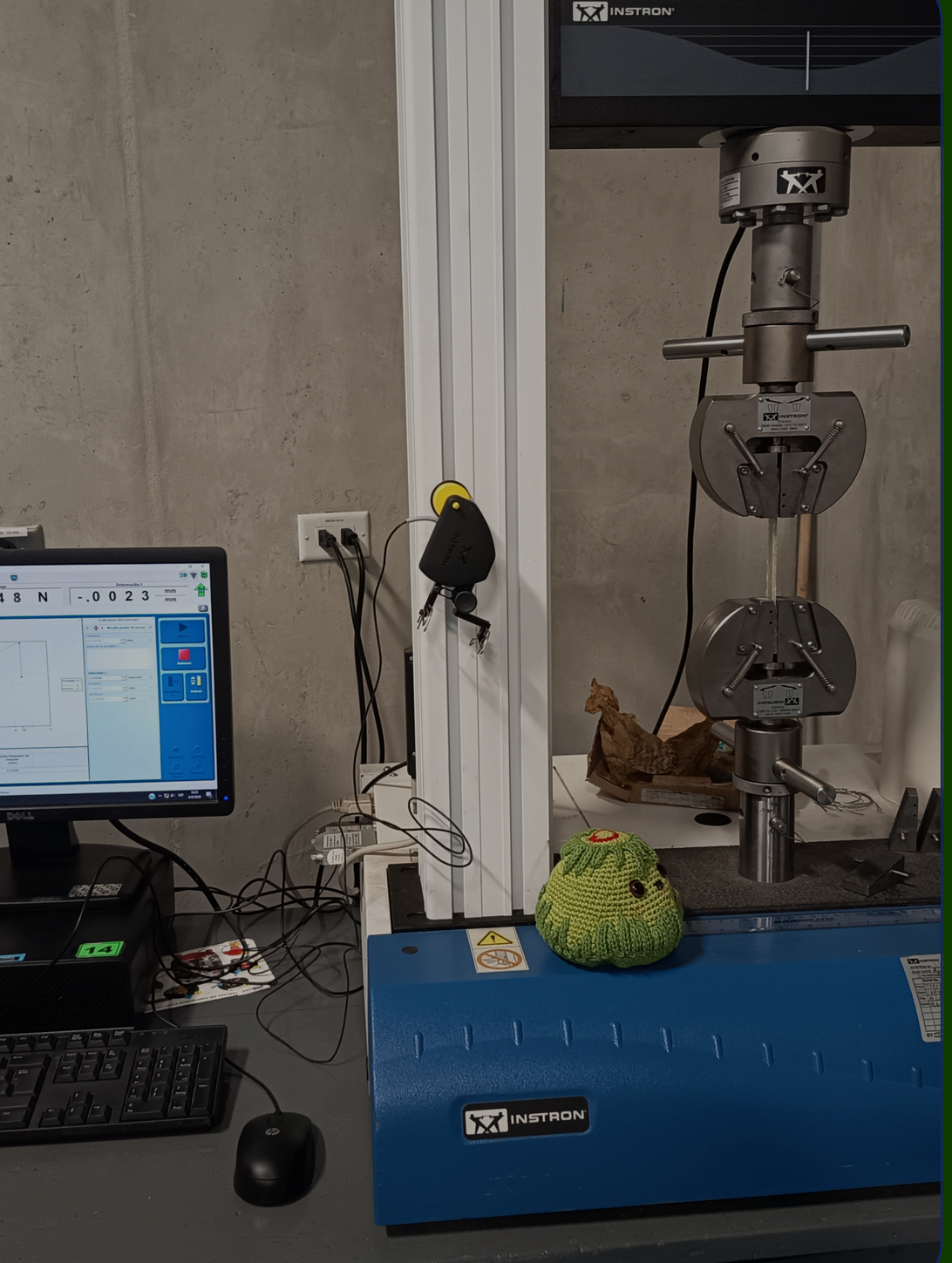


4.



5.





Método de pruebas

Preparación de las probetas:

- Fabricación de **placas** de CSM y epoxi
- Corte de probetas con **router** CNC
- Determinar **dimensiones** de sección transversal

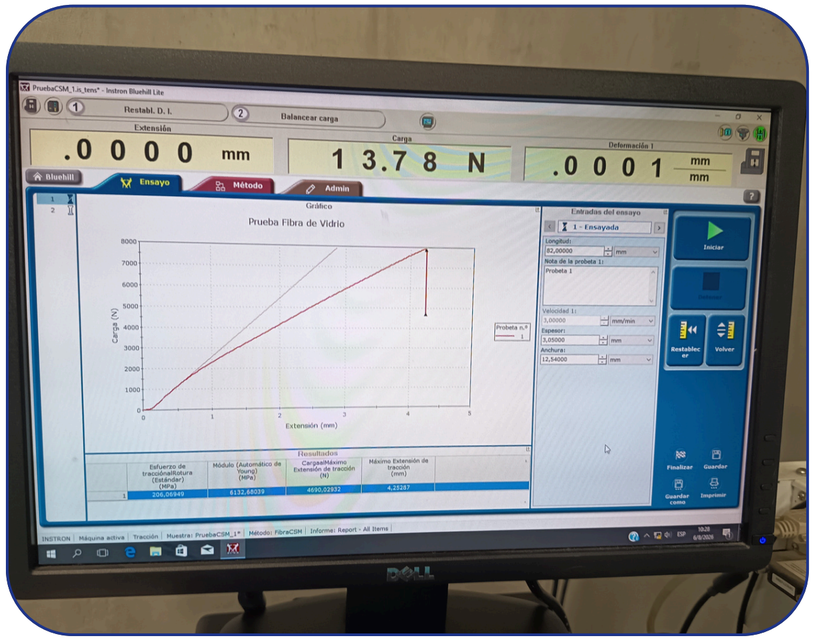
Caracterización mecánica:

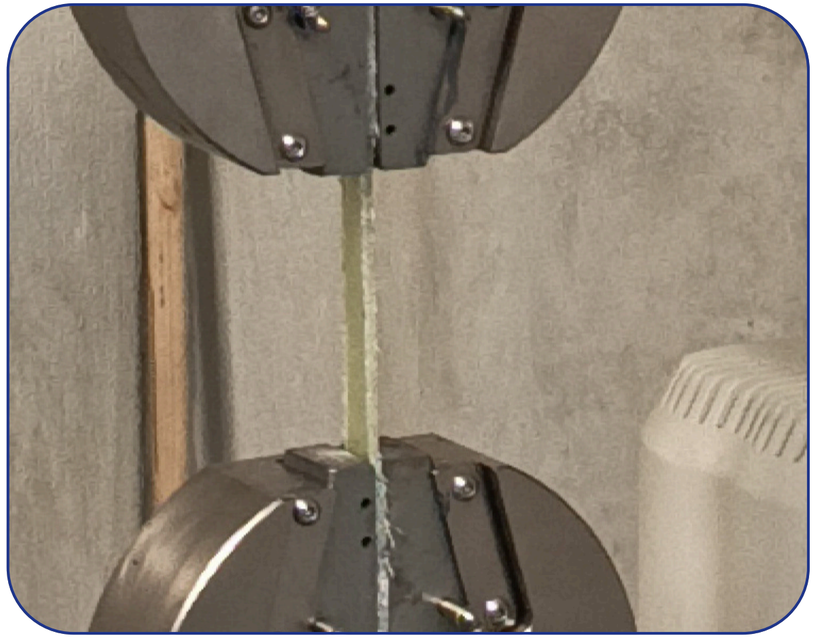
- Tracción
- Compresión

Caracterización mecánica

A tracción:

- **Máquina** universal de ensayos, norma **ASTM D3039M**.
- Cada probeta se coloca en las **mordazas** y se somete a una carga de **tracción axial** hasta producirse la **falla**.





Ensayo de tracción:

- A partir de la **fuerza registrada** y del **área transversal** inicial de cada probeta se determinó el **esfuerzo nominal de tracción** mediante:

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

- El **área transversal** inicial (ancho, espesor):

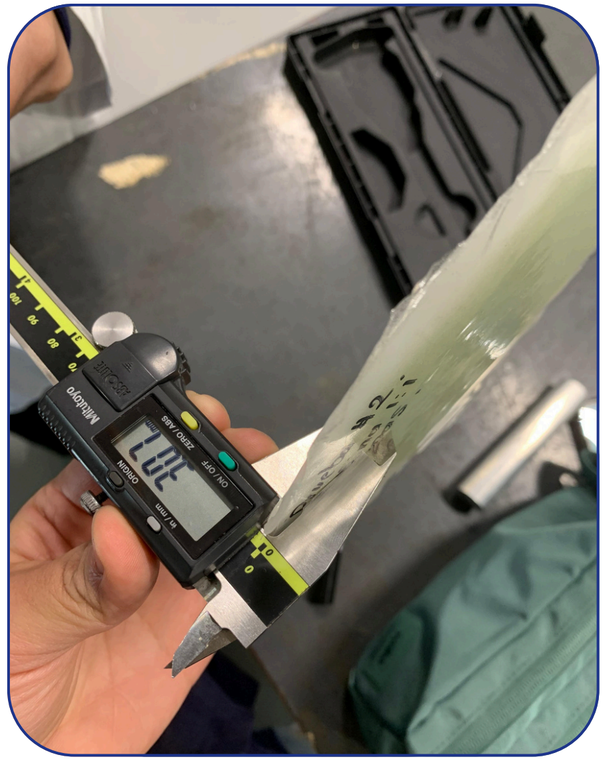
$$A_0 = b \cdot h$$

- La **deformación longitudinal**:

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

- **Módulo de Young**

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{F \cdot L_0}{A_0 \cdot \Delta L}$$



Caracterización
mecánica a compresión:

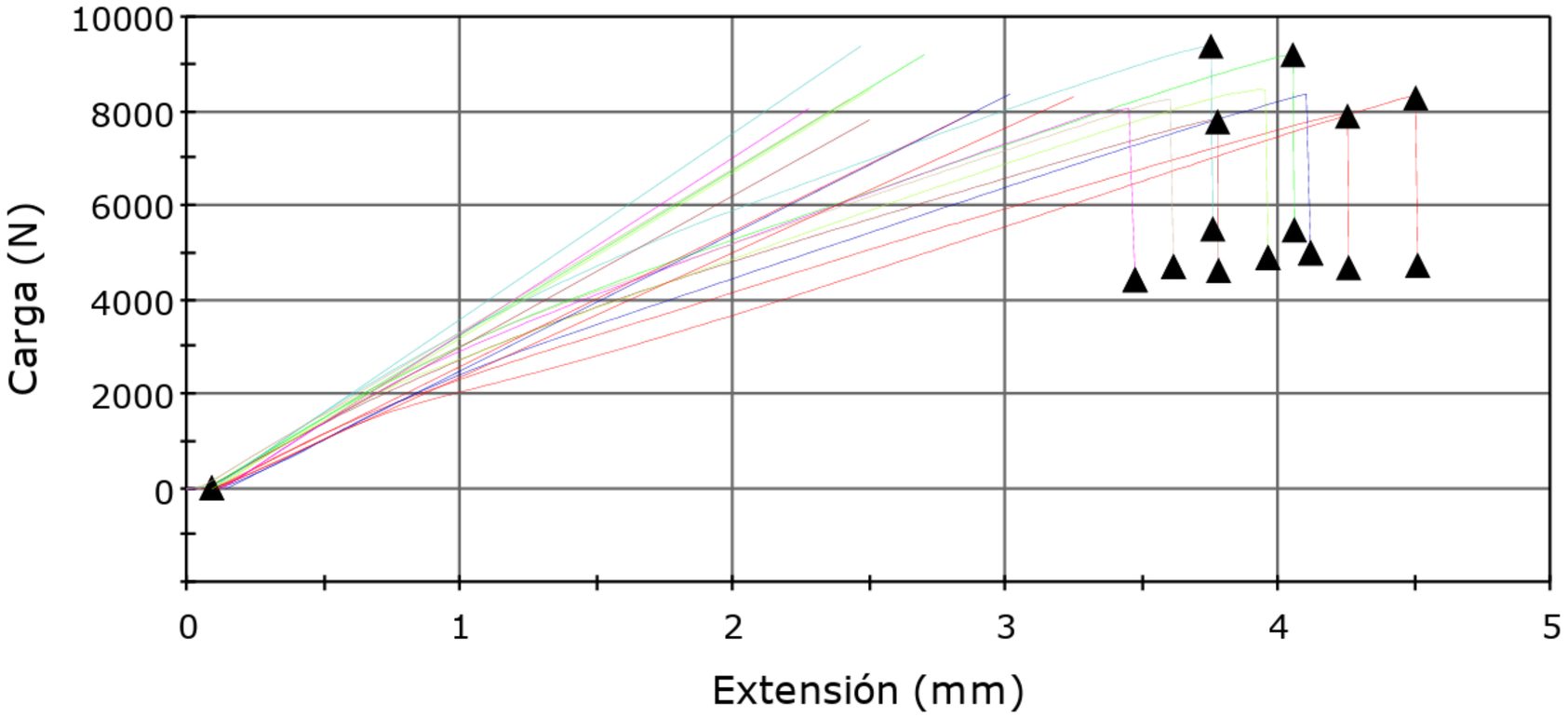
- **Máquina** universal de ensayos, norma **ASTM D6641M** (método CLC).

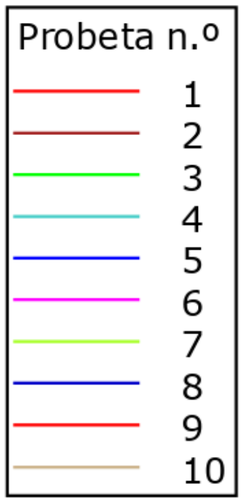
- Se instala en el dispositivo **CLC** y transmite una **combinación** de carga en los extremos y carga por cortante.

- Se consideran **mecanismos** como **fractura** de fibras, **aplastamiento, delaminación** o falla de la matriz.



Resultados de la Caracterización Mecánica a Tracción







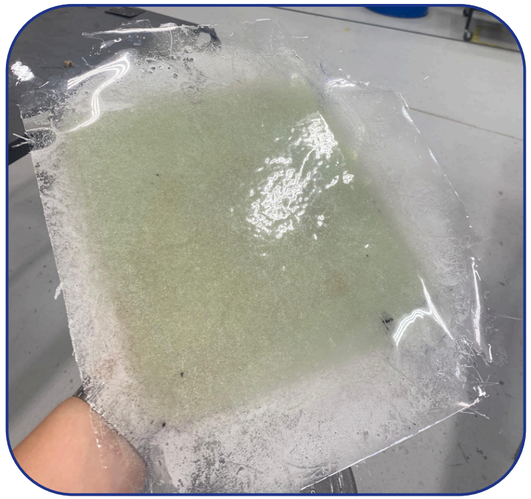
Congreso Espacial Centroamericano 2026
Universidad del Valle | Ciudad de Guatemala

Conclusiones



Fuselaje

Mangas de fibra de vidrio biaxial



Aletas

Fibra de Vidrio CSM

¡Gracias por su atención!



GRUPO DE INGENIERÍA
Aeroespacial

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
COSTA RICAN AEROSPACE TEAM FOR EXPERIMENTAL ROCKETRY