

Diseño de un carro de arrastre para la medición de fuerzas sobre modelos sumergidos en un canal hidráulico

PROBLEMA

El principio de equivalencia entre un cuerpo en movimiento dentro de un fluido en reposo y un cuerpo estático sometido a un flujo de fluido es ampliamente aceptado en la mecánica de fluidos. La formación práctica en ingeniería requiere experiencias experimentales que complementen las simulaciones numéricas y permitan a los estudiantes comprender fenómenos reales. El Laboratorio de Hidráulica de ESPOL dispone de un canal hidráulico de recirculación G.U.N.T. HM 162 de 10 m de longitud, equipado con instrumentación para el estudio de fenómenos hidráulicos y flujo en canales abiertos. Por ello, surge la necesidad de desarrollar nuevos dispositivos experimentales que amplíen las capacidades del laboratorio aprovechando la infraestructura existente..

OBJETIVO GENERAL

Diseñar un carro de arrastre para medir fuerzas hidrodinámicas sobre modelos sumergidos en un canal hidráulico, permitiendo futuras investigaciones experimentales para la validación de simulaciones CFD y el estudio de fuerzas de arrastre y sustentación.

PROPUESTA

Se diseñó un prototipo móvil adaptado a las dimensiones de un canal hidráulico existente (G.U.N.T. HM 162). La solución integra:

- Un carro remolcado mediante cuerdas por un motor paso a paso.
- Un sistema de adquisición de datos digital utilizando un sensor de fuerza resistivo y sensores ópticos para monitorear la velocidad
- Procesamiento de señales integrado en un sistema de adquisición de datos.

La metodología incluyo:

- Definición de requerimientos de diseño y desarrollo conceptual de alternativas.
- Análisis mecánico mediante diagramas de cuerpo libre.
- Diseño CAD en Autodesk Inventor y simulaciones CFD en ANSYS para estimar fuerzas hidrodinámicas.
- Dimensionamiento de componentes y selección de materiales.

RESULTADOS

Se desarrolló exitosamente un carro de arrastre adaptable al canal hidráulico G.U.N.T. HM 162 del Laboratorio de Hidráulica de ESPOL.

- El sistema incorpora elementos mecánicos, sensores de medición y un sistema de adquisición de datos que permiten realizar ensayos sobre modelos sumergidos bajo condiciones controladas de flujo y velocidad.
- El diseño fue concebido considerando las dimensiones y condiciones operativas del canal existente, permitiendo aprovechar la infraestructura disponible sin necesidad de realizar modificaciones significativas en el laboratorio
- Mediante simulaciones en ANSYS, se analizaron las fuerzas hidrodinámicas de prueba, encontrando que un modelo de "medio tubo" alcanza una fuerza máxima de arrastre de 2.322 N al operar a la velocidad límite de 0.3 m/s.
- Se elaboró un presupuesto con proveedores del mercado local, determinando un costo total de implementación asequible de \$1,479.50 USD

Tabla 1. Presupuesto para construir el sistema

Descripción	Costo (USD)
Equipamiento y materiales	\$561.52
Fabricación de componentes y modelos	\$725.00
Transporte y logística (courier)	\$64.33
Materiales complementarios	\$128.65
Costo total estimado del prototipo	\$1,479.50



Fig. 1. Canal Hidraulico
Marca: G.U.N.T. Hamburg
Modelo No.: HM 162
Longitud: 10 m
Area: 0.309 m ancho x 0.450 m alto
Pendiente: 0.0° ± 0.2°
Flujo de agua: 90 m3/h

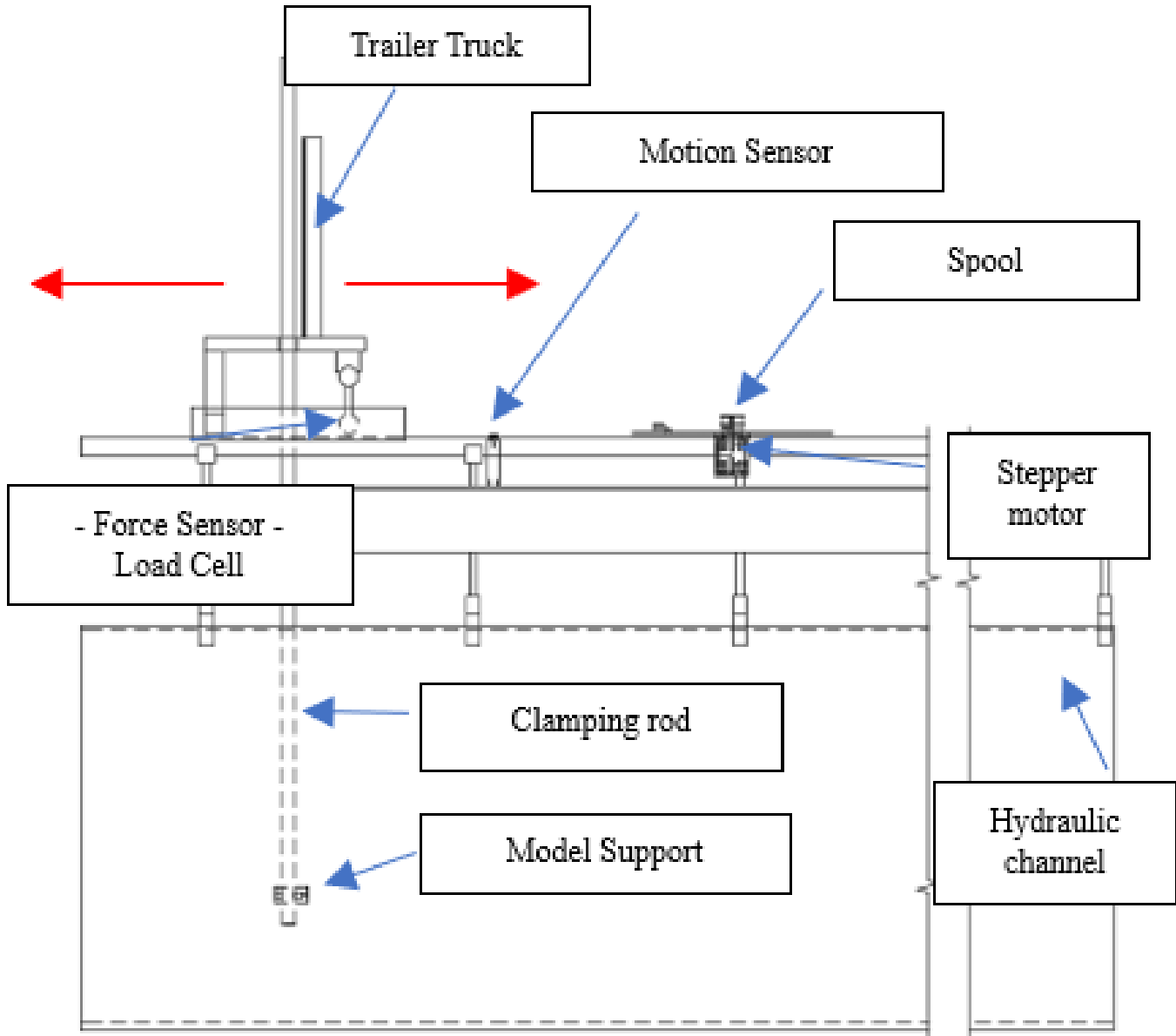


Fig. 2. Esquema del prototipo

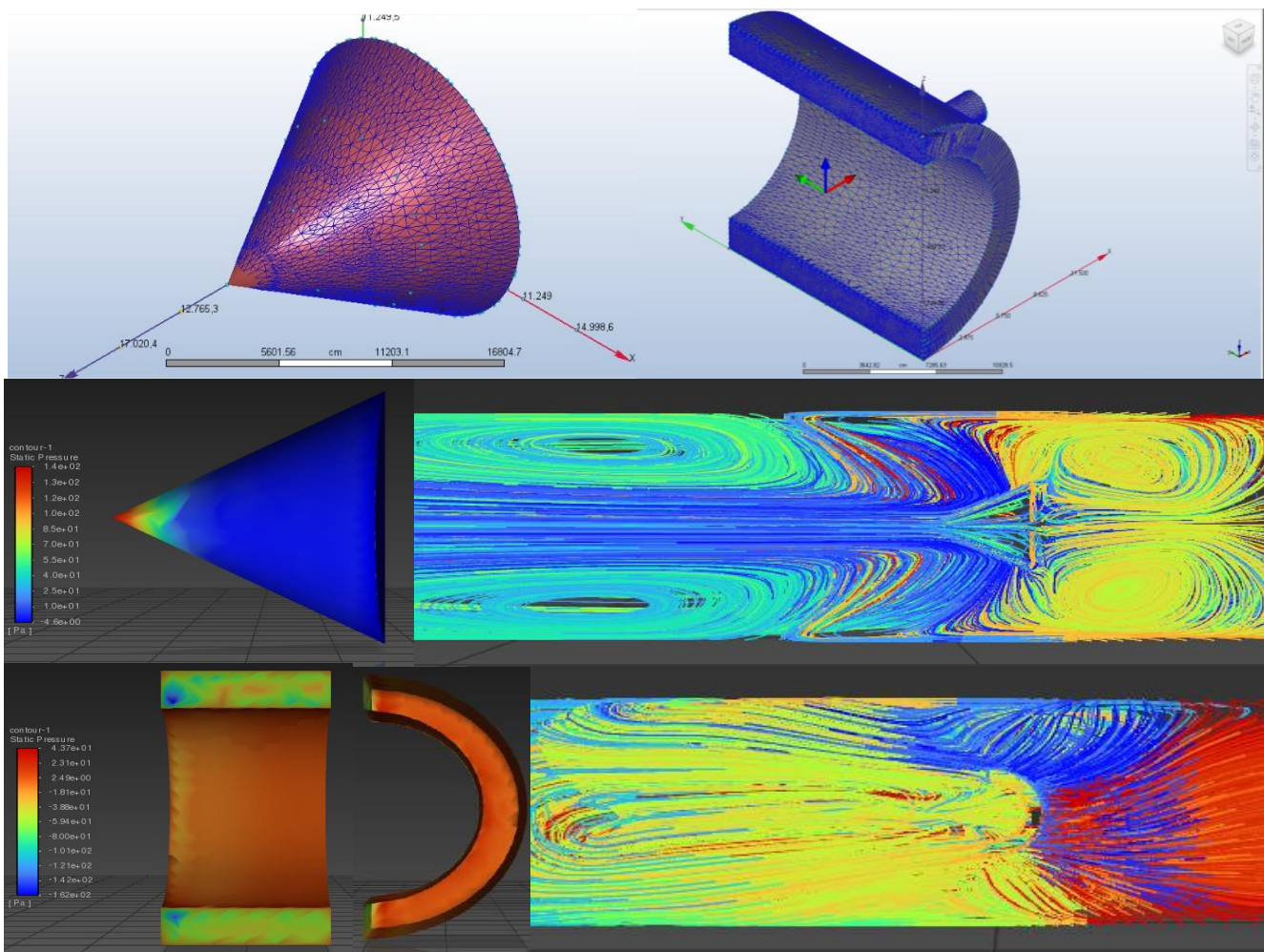


Fig. 3. Modelos simulados en CFD

CONCLUSIONES

- El diseño propuesto es técnicamente viable y puede construirse utilizando componentes disponibles en el mercado ecuatoriano.
- Las simulaciones CFD permitieron dimensionar adecuadamente el sistema y validar el comportamiento esperado de los modelos sumergidos. El medio cilindro presentó la mayor fuerza hidrodinámica, alcanzando aproximadamente 2.32 N a una velocidad de 0.30 m/s.
- La selección de materiales y componentes minimiza vibraciones, garantizando estabilidad y precisión en las mediciones.
- El sistema constituye una plataforma experimental con potencial para investigación en mecánica de fluidos, validación de modelos CFD