



PROYECTO II TUNEL DE VIENTO

IAM

Docente: Vanessa Cob Gutierrez

Por:

*Jesus Orlando Jimenez Meza
Moises de Jesus Mena Chan
Carlos Mateo Pasos Cárdenas
Sebastian Suarez Sanchez*

Cap. I. Antecedentes de investigación

1.0 -Definición del Problema de Estudio

En el ámbito del diseño automotriz, la ingeniería mecánica y el desarrollo de prototipos a escala, existe una limitación significativa en el acceso a herramientas experimentales que permitan analizar de manera práctica el comportamiento del flujo de aire alrededor de un objeto. La mayoría de los estudios aerodinámicos se apoyan en simulaciones digitales o en instalaciones profesionales de alto costo, lo que dificulta que estudiantes e investigadores independientes puedan validar conceptos de forma experimental.

La ausencia de un sistema accesible para visualizar y medir fenómenos como la resistencia aerodinámica (*drag*), la generación de carga (*downforce*) y la formación de estelas turbulentas representa una barrera importante para el aprendizaje aplicado. Sin una herramienta adecuada, el análisis del flujo de aire queda limitado a la teoría.

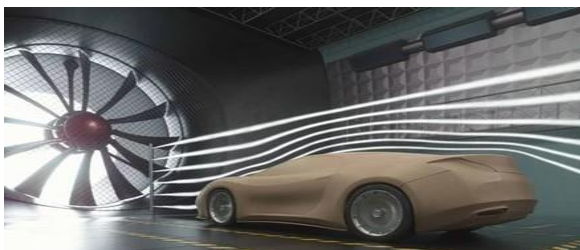
Ante esta necesidad, se propone el diseño y construcción de un túnel de viento modular de escala reducida, que permita generar un flujo de aire controlado y uniforme para facilitar el estudio de estos fenómenos.

1.2-Marco Teórico

1.2.1-Definición de Túnel de Viento

Un túnel de viento es una herramienta de investigación que permite simular el movimiento del aire alrededor de un objeto sólido.

Explicación: Imagina que sacas la mano por la ventana de un coche mientras avanza; sientes que el aire "golpea" tu mano. En un túnel de viento hacemos lo contrario: dejamos el objeto quieto y usamos un ventilador para que el aire pase sobre él. Esto nos permite estudiar cómo reacciona el objeto sin tener que moverlo por la calle.



1.2.2-Aerodinámica

Es la rama de la mecánica de fluidos que estudia las fuerzas que actúan sobre los cuerpos cuando se mueven a través del aire. Según Cadence CFD Solutions (2022), las fuerzas principales son la sustentación (hacia arriba) y la resistencia (hacia atrás).

1.2.3-Ecuación de Continuidad

Este principio indica que, en un sistema cerrado, la cantidad de aire que entra debe ser la misma que sale. Si el conducto se hace más estrecho, el aire debe ir más rápido.

Explicación: Es como cuando pones el pulgar en la punta de una manguera. Al reducir el espacio por donde sale el agua, esta sale con mucha más fuerza y velocidad. Lo mismo pasa dentro del túnel de viento para acelerar el aire antes de que toque nuestro modelo.

1.2.4-Efecto Venturi y Teorema de Bernoulli

Bernoulli explica que cuando la velocidad de un fluido aumenta, su presión disminuye. Esto es lo que permite que los aviones vuelen y que los coches de carreras se mantengan pegados al suelo.

1.2.5-Resistencia Aerodinámica (Drag)

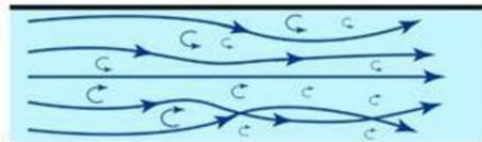
Es la fuerza que se opone al movimiento del objeto.

Explicación: Es la fuerza que "frena" al coche. Por eso los autos modernos son redondeados y suaves, para que el aire pase fácilmente y no gasten tanta energía tratando de "empujar" el viento.

1.2.6-Número de Reynolds

Es un valor que nos dice si el aire se mueve de forma suave (laminar) o caótica (turbulenta).

Explicación: Piensa en el humo de una varita de incienso. Al principio sube como una línea recta y perfecta; luego se vuelve caótico y forma remolinos. El número de Reynolds nos ayuda a saber cuándo el aire dejará de ser suave y se volverá desordenado alrededor de nuestro prototipo.



1.3.-MARCO CONCEPTUAL

El túnel de viento es una instalación experimental que genera un flujo de aire controlado para estudiar la interacción aerodinámica con un modelo físico. Se emplea en ingeniería para analizar resistencia, sustentación y comportamiento del flujo alrededor de cuerpos sólidos. Está conformado por una sección de entrada, cámara de estabilización, sección de prueba, difusor y sistema de ventilación.

Caracterizado por dar un flujo controlado y uniforme y ser un Instrumento de medición integrada. Esta permite reproducir condiciones aerodinámicas reales en un entorno controlado, facilitando la medición experimental de fuerzas.

El flujo laminar es un movimiento ordenado del fluido en capas paralelas sin mezcla transversal significativa. Caracterizado por baja velocidad, trayectorias predecibles y menor resistencia aerodinámica. Este se presenta cuando predominan las fuerzas viscosas sobre las inerciales.

El flujo turbulento es un movimiento caótico del fluido con formación de remolinos y fluctuaciones de velocidad. Es a diferencia del laminar posee alta velocidad, mezcla intensa y mayor disipación de energía. Se produce cuando las fuerzas inerciales superan a las viscosas.

El Número de Reynolds es un parámetro adimensional que relaciona fuerzas inerciales y viscosas en un flujo. Representado matemáticamente por

$$Re = \frac{\rho v L}{\mu}$$

Determina el régimen del flujo y es esencial para garantizar similitud dinámica en modelos a escala.

La Resistencia aerodinámica es la fuerza que se opone al movimiento de un cuerpo a través del aire. Esta depende de la velocidad, densidad, área frontal y coeficiente de arrastre.

1.4-Objetivos del Proyecto

1.4.1-Objetivos Generales

1. Diseñar e implementar un sistema de ventilación eficiente que proporcione un flujo de aire constante.
2. Integrar sensores electrónicos para que cualquier persona, aunque no sea experta, pueda visualizar los datos de presión y velocidad fácilmente.
3. Construir un prototipo funcional con conectividad Bluetooth para el monitoreo de datos.

1.4.2-Objetivos Específicos

- Garantizar que el flujo de aire sea lo más recto posible (laminar) mediante el uso de rejillas.
- Calibrar los sensores de presión para obtener lecturas precisas.
- Mantener un costo de producción bajo utilizando materiales accesibles.

1.5.-Alcances de investigación.

La presente investigación se enfoca en el diseño, construcción e implementación de un túnel de viento a escala con fines académicos y experimentales. El proyecto abarcará el análisis del comportamiento del flujo de aire en condiciones controladas, así como la medición de variables fundamentales como velocidad, temperatura, presión y fuerza de arrastre sobre modelos físicos.

El estudio permitirá:

- Analizar el régimen de flujo (laminar o turbulento) mediante la estimación del Número de Reynolds.
- Determinar experimentalmente la resistencia aerodinámica de distintos cuerpos.
- Evaluar la relación entre velocidad del flujo y variación de presión, conforme a los principios de Bernoulli.
- Obtener datos en tiempo real mediante sensores integrados y visualización digital.

La investigación se limita a un modelo a escala con fines académicos, por lo que no pretende reemplazar túneles de viento industriales ni realizar validaciones aeronáuticas certificadas. Sin embargo, permitirá generar resultados confiables dentro del contexto educativo y experimental.

1.6.-JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION.

El estudio y construcción de un túnel de viento a escala se justifica por la necesidad de fortalecer el aprendizaje práctico en el área de mecánica de fluidos y aerodinámica. Si bien los fundamentos teóricos son esenciales, la experimentación permite comprender de manera tangible fenómenos como la capa límite, la resistencia aerodinámica y los cambios de presión en un flujo.

Además, la implementación de instrumentación electrónica y control Bluetooth integra conocimientos multidisciplinarios (electrónica, programación, diseño estructural y análisis de datos), promoviendo el desarrollo de competencias técnicas en los estudiantes.

Desde el punto de vista académico, el proyecto permite validar conceptos

estudiados en clase, comparar resultados teóricos con datos experimentales y fomentar el pensamiento crítico en la interpretación de resultados. Asimismo, representa una alternativa de bajo costo frente a equipos comerciales, ampliando el acceso a herramientas experimentales dentro del entorno educativo

1.7.-PROPUESTA DE VALOR.

La propuesta de valor de este proyecto radica en ofrecer un túnel de viento funcional, accesible y tecnológicamente integrado, diseñado específicamente para el ámbito académico.

A diferencia de modelos convencionales de laboratorio, este sistema incorpora:

- Medición en tiempo real sin necesidad de cálculos manuales externos.
- Control remoto mediante tecnología Bluetooth.
- Diseño compacto, organizado y estéticamente estructurado.
- Integración de múltiples sensores en un solo sistema.

El resultado es un equipo didáctico que combina precisión, facilidad de uso y modernización tecnológica, permitiendo que cualquier usuario —con o sin experiencia previa— pueda realizar pruebas aerodinámicas de forma sencilla, comprendiendo visualmente los fenómenos físicos involucrados.

Capítulo II: Desarrollo y Progreso del Proyecto

1.2. Lista de Materiales y Costos

Material	Descripción	Cantidad	Costo Aprox.
Madera MDF / Acrílico	Estructura principal y cámara de pruebas	-	\$450.00
Ventilador de alta potencia	Generación de flujo de aire	1	\$280.00
Arduino Uno / ESP32	Cerebro del sistema electrónico	1	\$150.00

Sensor de Presión (MPX5010DP)	Medición de velocidad del aire	1	\$320.00
Tubo Pitot	Captador de presión	1	\$80.00
Módulo Bluetooth HC-05	Comunicación inalámbrica	1	\$120.00
Materiales varios	Pegamento, cables, fuente de poder	-	\$200.00
TOTAL ESTIMADO			\$1,600.00

Producto	Distribuidor	Precio
Triplay 12 mm	Home Depot México	\$499 MXN
Triplay 15 mm	Home Depot México	\$619-\$855 MXN
Triplay	Grupo Bajce / Maderas Oriente	Por cotizar
Triplay	GL INC. Maderas	Por cotizar
Ventilador MyVent	El Niplito	\$1,100 MXN
Ventilador Westinghouse 30"	Pahusa	\$7,737 MXN
Ventiladores varios	Linke Ventiladores	Por cotizar
Lámina acrílica	Plastitec México	Desde \$859 MXN
Lámina acrílica	ATP Acrílicos Mérida	Por cotizar
Lámina acrílica	Acrílicos Newton	Por cotizar
Máquina de humo 500W	Mercado Libre	\$808-\$935 MXN
Máquina de humo 1200W	Music Shop Mérida	\$1,800 MXN
Máquina de humo	Coppel	\$2,457-\$2,503 MXN
Popotes 40 pzas	Bodega Aurrera	\$36 MXN
Popotes 100 pzas	Mercado Libre	\$117 MXN
Popotes premium	Liverpool	\$129-\$349 MXN
Tira LED 5m	Home Depot	\$175-\$279 MXN
Tira LED RGB 10m	Steren	\$499 MXN
Tira LED 5m	Mercado Libre	\$242-\$329 MXN

Sensor LM35	Mercado Libre	\$52 MXN
Sensor DS18B20	Mercado Libre	\$59-\$66 MXN
Sensores	Amazon México	\$95-\$135 MXN
Sensores	VVA Industrial	\$2.5-\$5. 5 USD
Arduino UNO R3	Mercado Libre	\$169 MXN
Arduino	Avalanche Electronics	Por cotizar
Arduino UNO Rev3	Prometec México	\$184 MXN
Protoboard 509-010	Steren	\$127.60 MXN
Cables Dupont	Steren	\$48.72 MXN
Protoboard 830 pts	Mercado Libre	\$43-\$49 MXN
Protoboards	Idea Electrónica	\$12-\$149 MXN
Tornillería	El Niplito	Por cotizar
Tornillos	Home Depot	\$30-\$100 MXN
Tornillería	Ferreterías locales	Por cotizar
Tubo PET (25 pzas)	Mercado Libre	\$162 MXN
Envase PET (750 pzas)	Leoplasti	\$3,504 MXN
Botellas PET	Bio Poliyuca	Por cotizar

4.2.- Presupuestos y costos finales de materiales

-Estructura (madera y acrílico) Tabla

Material	Precio aprox.
----------	---------------

Triplay	\$700
---------	-------

Lámina acrílica	\$900
-----------------	-------

Tornillería	\$100 Subtotal
-------------	----------------

\$1,700 MXN

-Sistema de flujo de aire Material

Precio Ventilador

\$1,100 Máquina de

humo	\$900 Subtotal
------	----------------

\$2,000 MXN

-Visualización de flujo Tabla

Material	Precio
Popotes	\$100
Tiras LED	\$300
Subtotal	\$400 MXN

-Electrónica y control Tabla

Material	Precio
Arduino	\$180
Sensores	\$100
Protoboard + cables	\$150
Subtotal	\$430 MXN

-Materiales adicionales

Tabla

Material	Precio
Tubos PET	\$160
Extras (pegamento, cinta, etc.)	\$150
Subtotal	\$310 MXN

Considerando el subtotal haciendo la suma tenemos un costo de: $1,700 + 2,000 + 400 +$

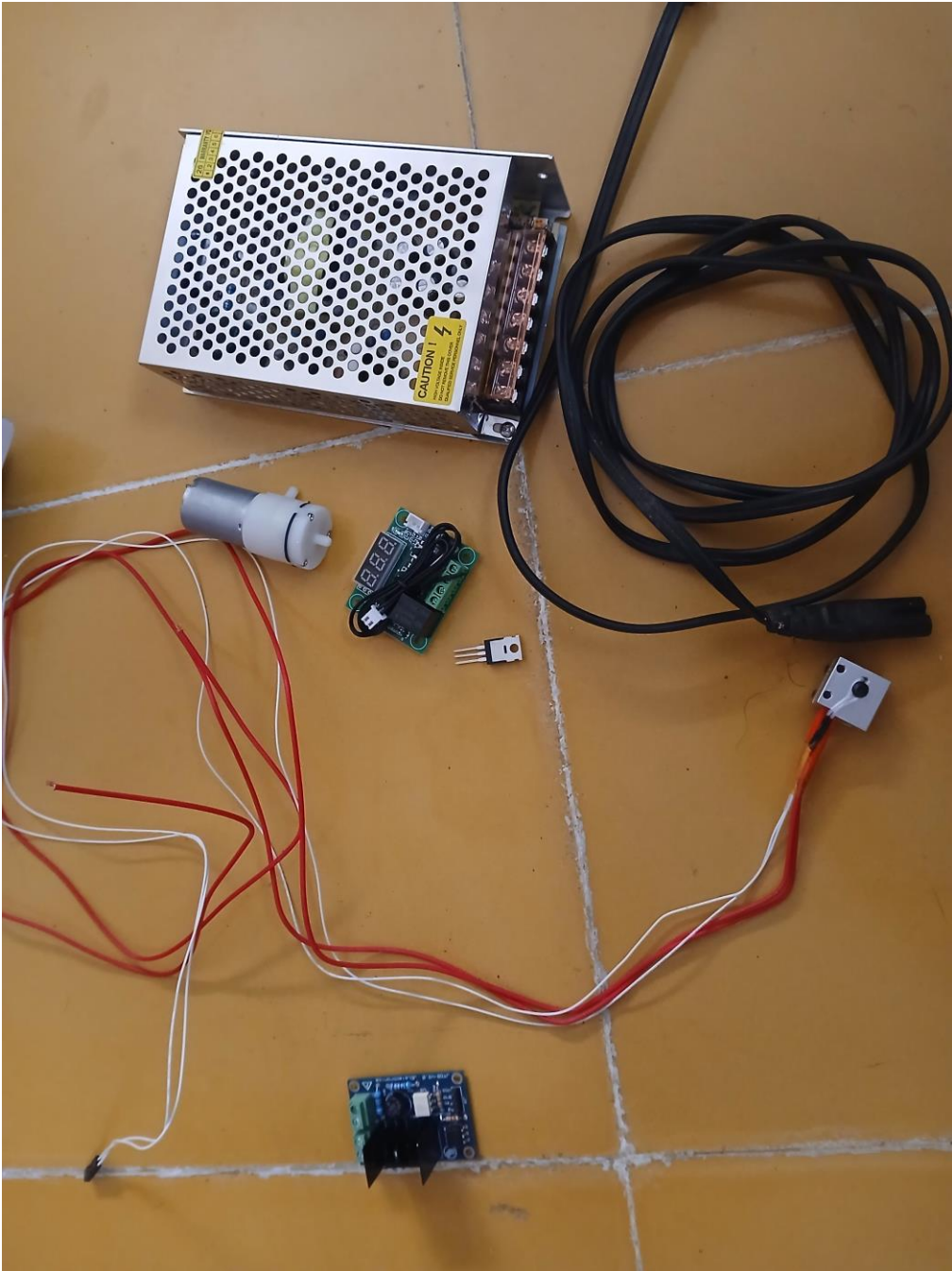
$430 + 310 = 4,840$
extra por imprevistos:

Considerando un 10–20%

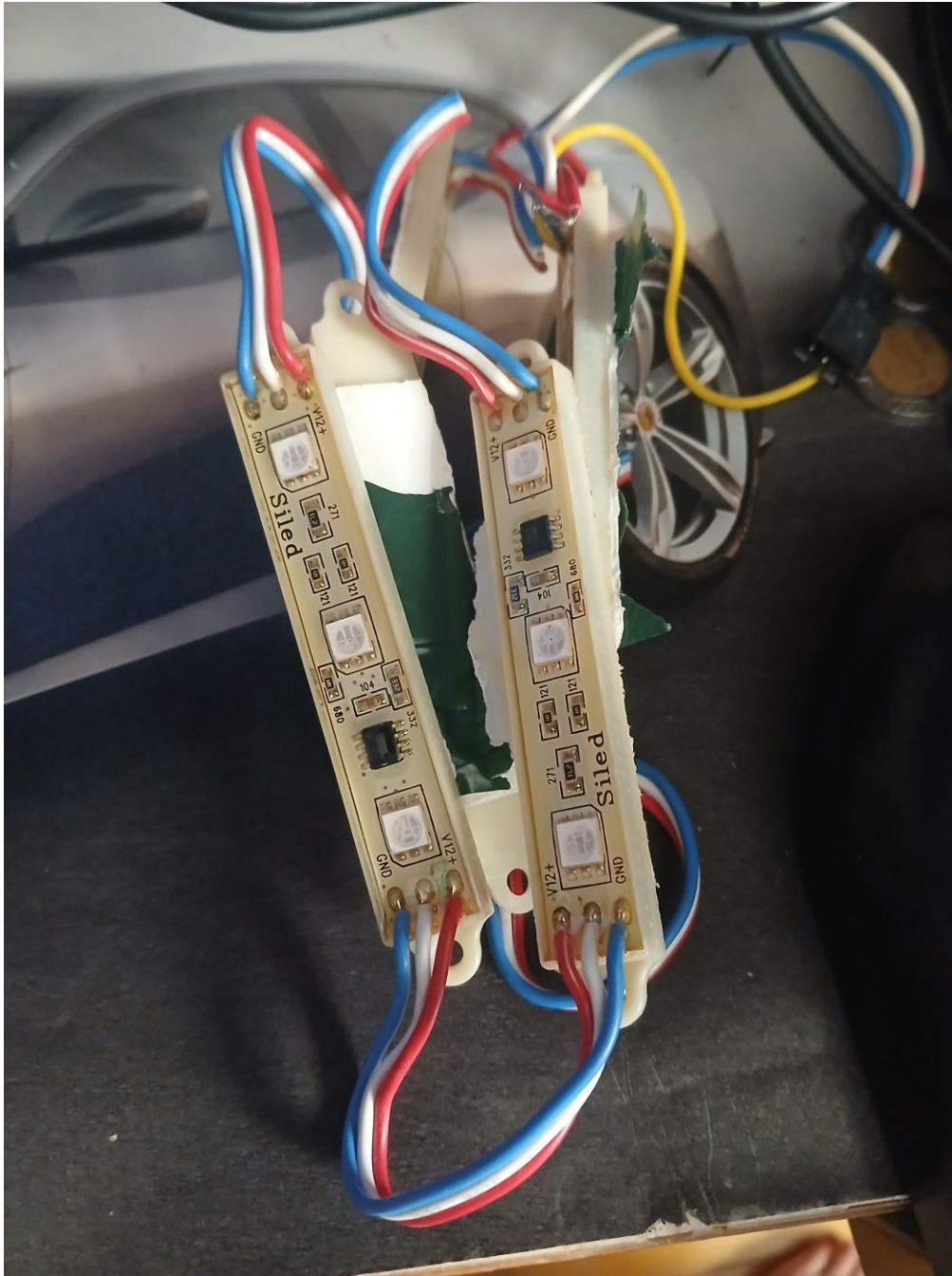
$4,840 \times 1.15 \approx 5,566$

El costo total estimado del proyecto se encuentra entre \$4,800 y \$5,600 MXN, considerando variaciones en proveedores y un margen adicional para imprevistos.

2.5 Compra y verificación de materiales (fotos reales)







Capítulo III.-Cálculos, ecuaciones y diagramas

3.1.- Cálculos, ecuaciones, diagramas

Código del arduino (o cerebro del tunel):

```
#include <SoftwareSerial.h>
#include <DHT.h>
#include "HX711.h"
```

```
SoftwareSerial miBT(10, 11);

#define DHTPIN 6
#define DHTTYPE DHT11
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

const int LOADCELL_DOUT_PIN = 4;
const int LOADCELL_SCK_PIN = 5;
HX711 balanza;

// --- Sensores de Viento (Herraduras) ---
volatile long pulsosS1 = 0;
volatile long pulsosS2 = 0;

void contarS1() { pulsosS1++; }
void contarS2() { pulsosS2++; }

void setup() {
  miBT.begin(9600);
  dht.begin();
  balanza.begin(LOADCELL_DOUT_PIN, LOADCELL_SCK_PIN);

  // Configurar ambos pines de interrupción
  pinMode(2, INPUT);
  pinMode(3, INPUT);
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(2), contarS1, RISING);
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(3), contarS2, RISING);

  balanza.set_scale();
  balanza.tare();
}

void loop() {
```

```
// 1. Capturar pulsos actuales y reiniciar contadores
// Lo hacemos rápido para que la medición sea precisa
noInterrupts(); // Pausa breve para leer valores reales
long s1 = pulsosS1;
long s2 = pulsosS2;
pulsosS1 = 0;
pulsosS2 = 0;
interrupts();

// 2. Calcular diferencia
long diferencia = abs(s1 - s2); // "abs" para que siempre sea positivo

// 3. Leer Clima y Peso
float h = dht.readHumidity();
float t = dht.readTemperature();
long peso = (balanza.is_ready()) ? balanza.get_units(5) : 0;

// 4. Enviar datos detallados al celular
miBT.print("S1:"); miBT.print(s1);
miBT.print(" S2:"); miBT.print(s2);
miBT.print(" DIF:"); miBT.print(diferencia);

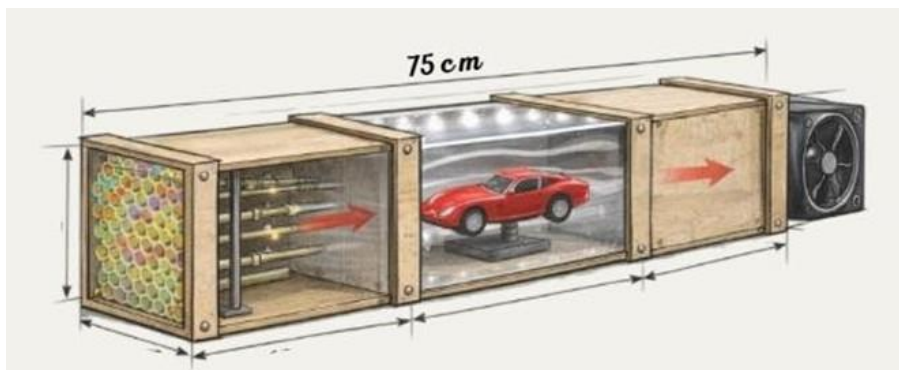
miBT.print(" | T:"); miBT.print(t);
miBT.print("C H:"); miBT.print(isnan(h) ? 0 : h);
miBT.print("% | P:"); miBT.print(peso);
miBT.println("g");

delay(2000); // El DHT11 necesita estos 2 seg para no fallar
}
```

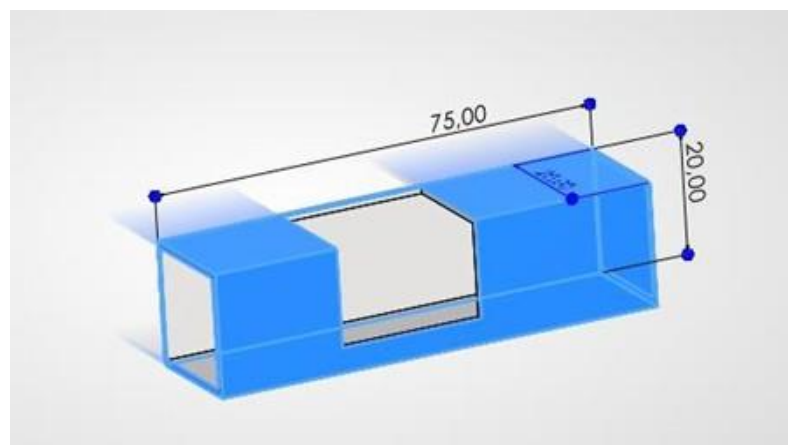
3.2.- Diseño y bocetaje

En la primera fase del armado del túnel de viento, se establece que la estructura estará dividida en cinco secciones principales: rectificador, dispersor de humo, cámara de pruebas, difusor y ventilador. Cada una de estas partes ha sido diseñada con la finalidad de ser desmontable, lo que facilita tanto su portabilidad como las labores de mantenimiento o reparación de cualquiera de sus componentes. En esta etapa inicial se incluyen los modelos tridimensionales (3D) de cada sección, junto con sus respectivas dimensiones expresadas en centímetros. Es importante señalar que el ventilador aún se encuentra en fase de definición de medidas; en consecuencia, el difusor carece, por el momento, de dimensiones exactas, ya que su diseño depende directamente de las especificaciones finales del sistema de ventilación. A continuación se mostrarán imágenes representativas respectivamente.

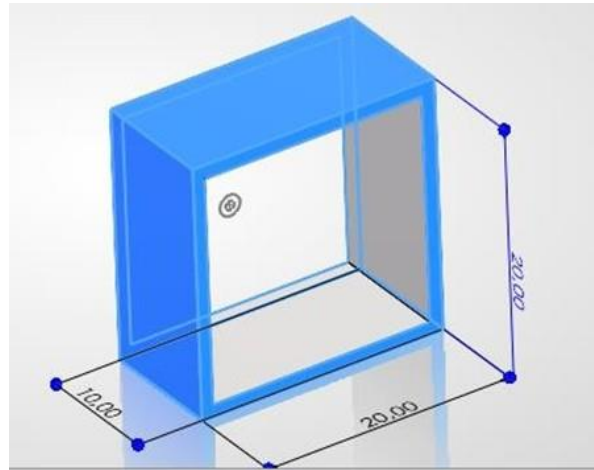
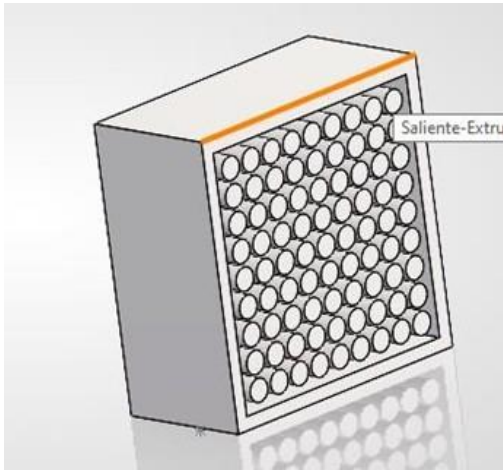
.-Modelo 3D Representativo:



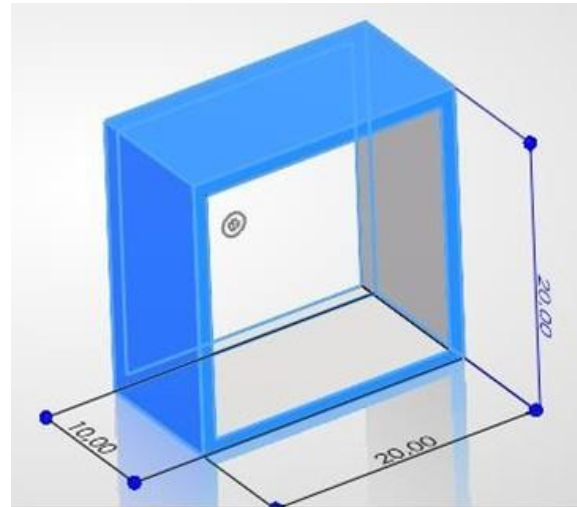
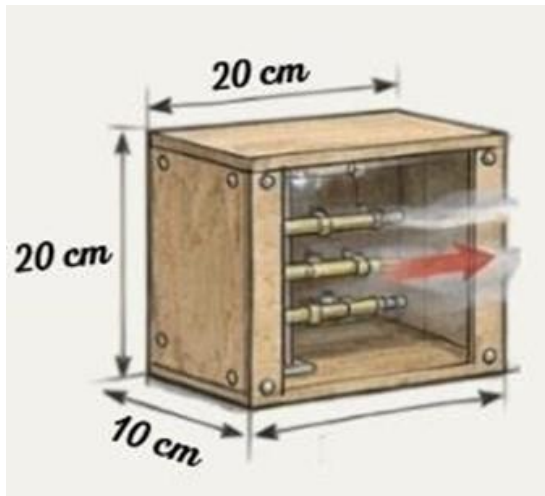
.-Medidas del cuerpo



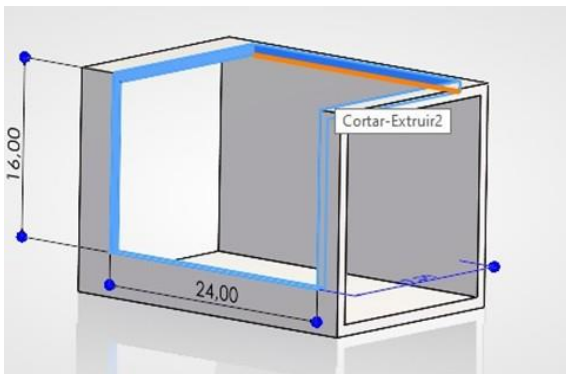
.-Enderezador de flujo y medidas



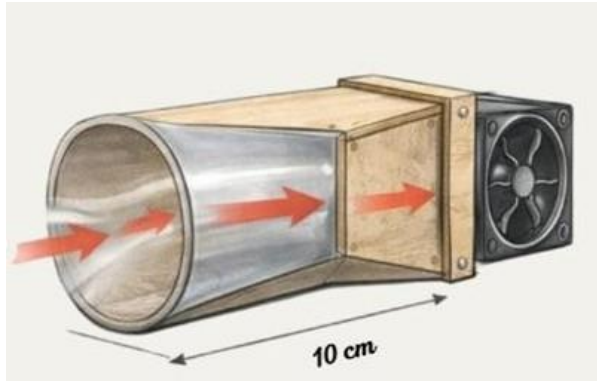
.-Dispensador de humo y medidas



.-Cámara de pruebas



.-Ventilador y difusor



3.3- .Lista de piezas principales y secundarias

- Sierra caladora o serrucho
- Taladro / Atornillador
- Juego de brocas (para madera y metal/plástico)
- Juego de destornilladores (cruz y planos)
- Flexómetro (cinta métrica)
- Lijas
- Cúter reforzado o para acrílico
- Pistola de aire caliente
- Pegamento para plásticos (o cloroformo)
- Cautín y soldadura
- Pinzas de corte y pelacables
- Multímetro
- Fuente de alimentación
- Cinta de aislar o tubo termo contráctil (thermofit)
- Nivel de burbuja
- Pinzas de punta

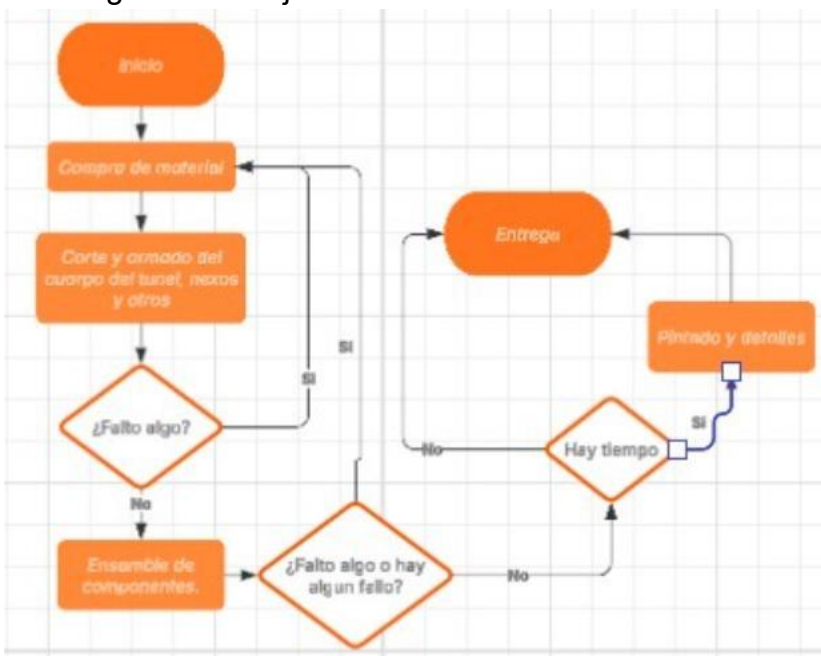
Cap. IV- Construcción

4.1. proceso de construcción

1. **Diseño de la estructura:** Se dividió el túnel en tres secciones: entrada (panel de abeja), cámara de pruebas (donde va el objeto) y difusor (salida).
2. **Ensamblaje:** Se utilizó pegamento para plásticos y tornillería para asegurar que no hubiera fugas de aire.

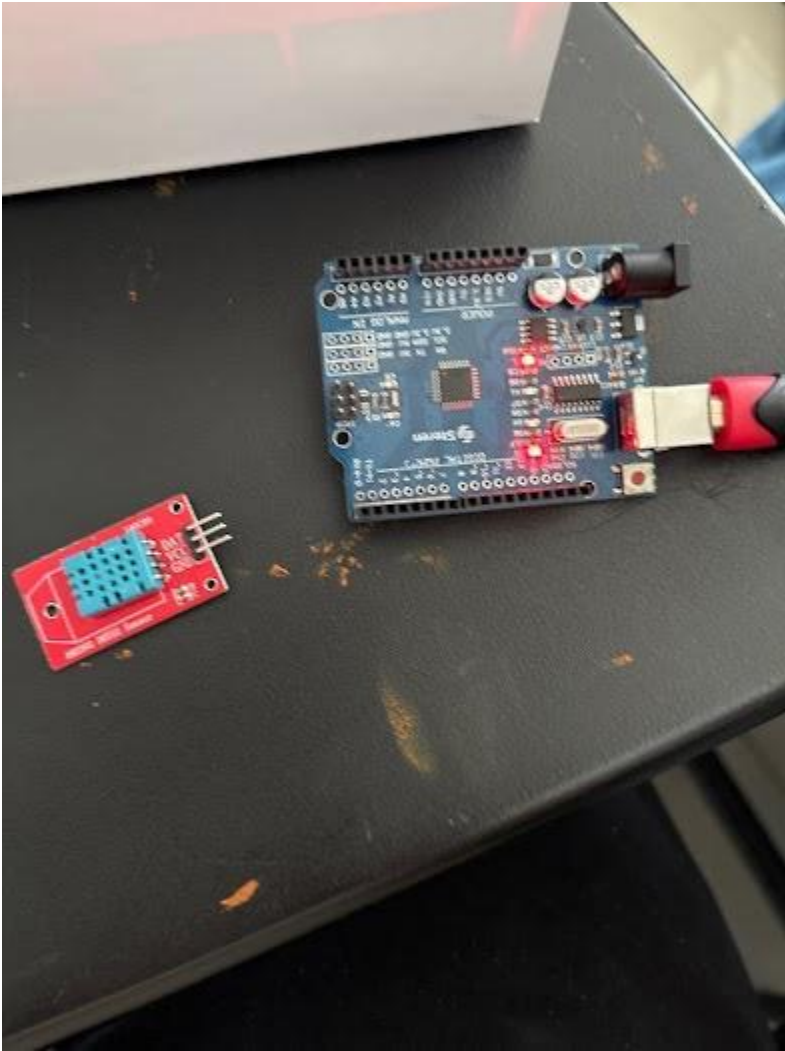
Electrónica: Se soldaron los sensores al microcontrolador y se programó la interfaz para enviar datos al celular vía Bluetooth.

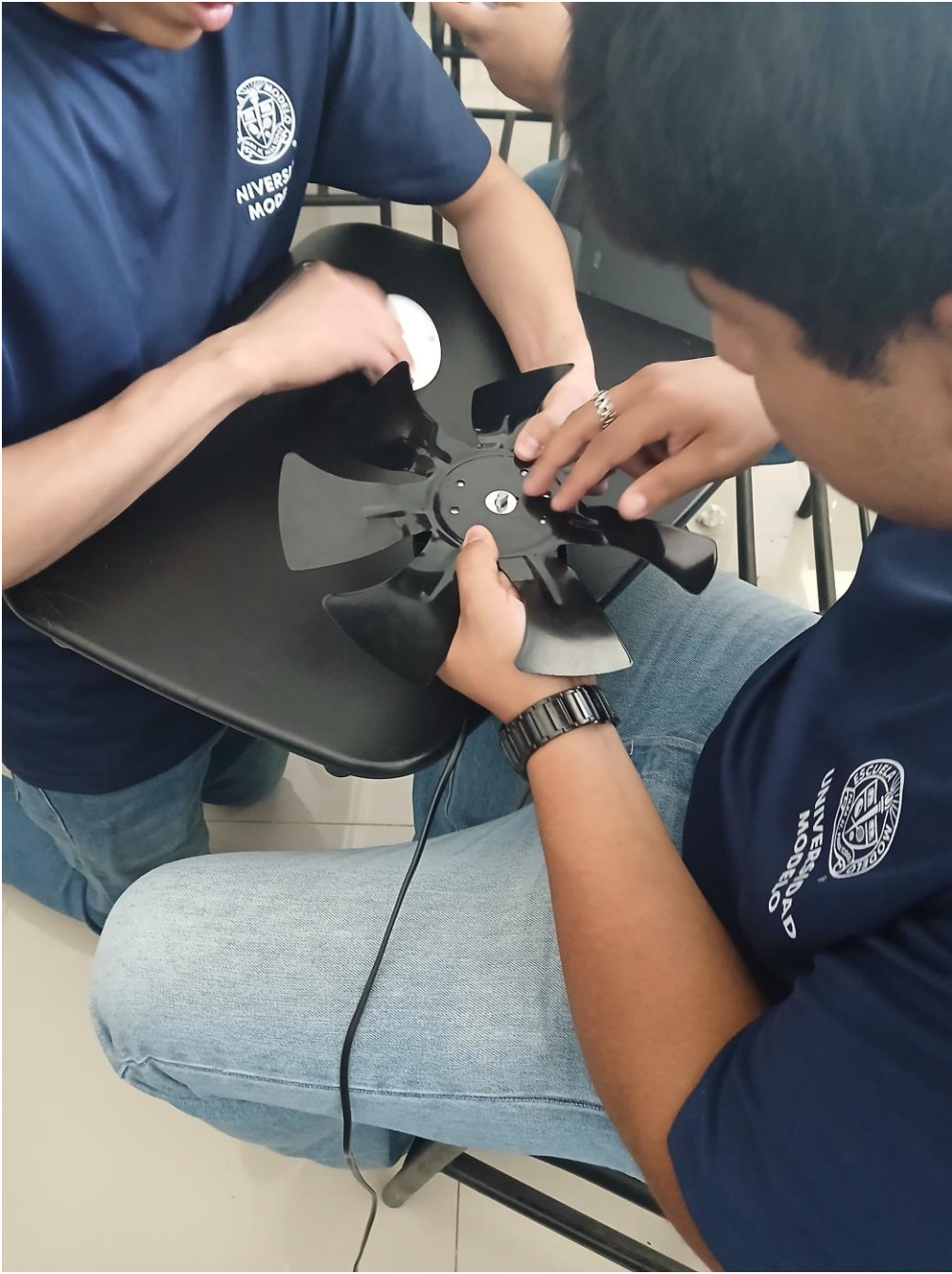
4.2 Diagrama de flujo

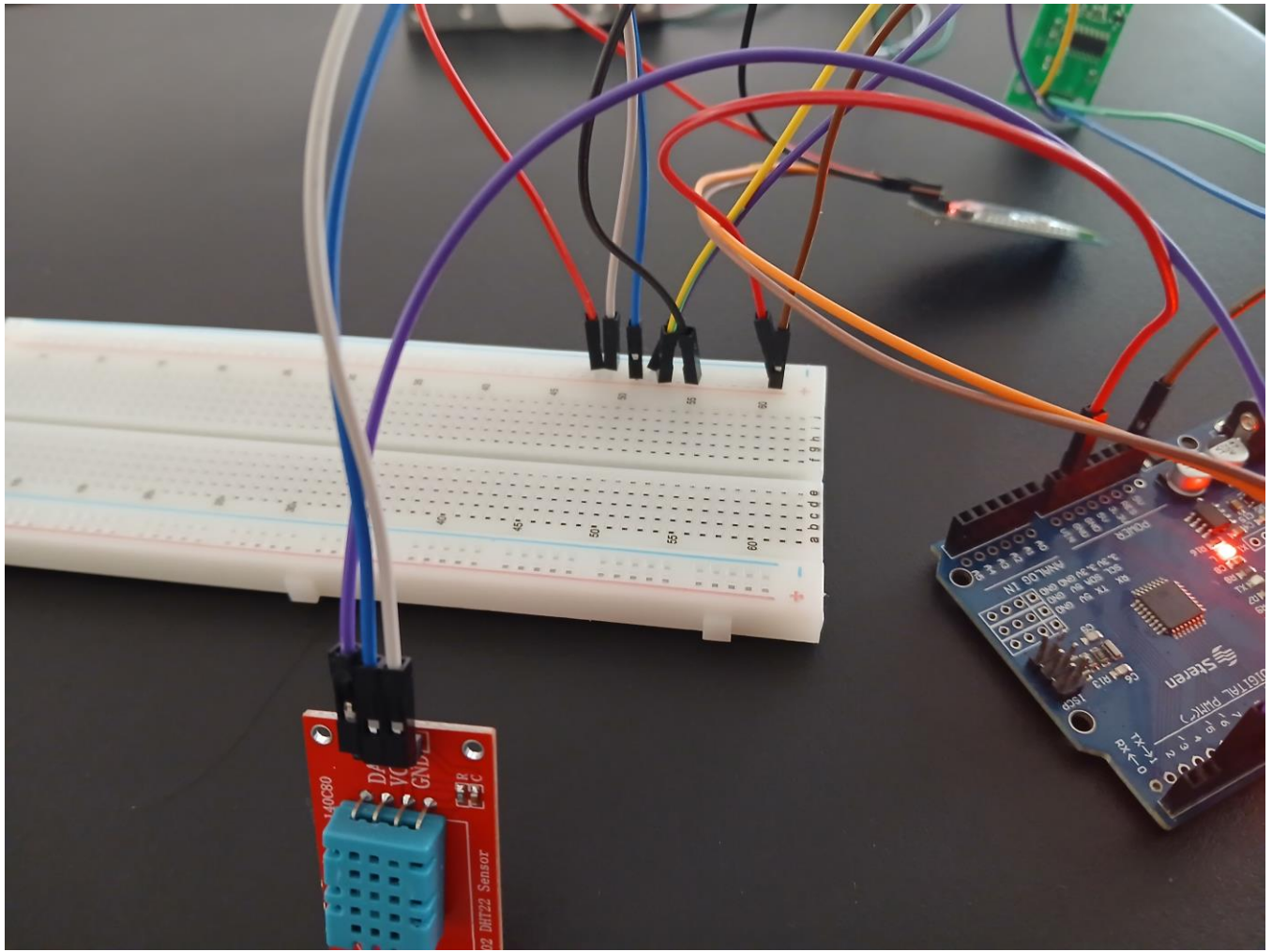


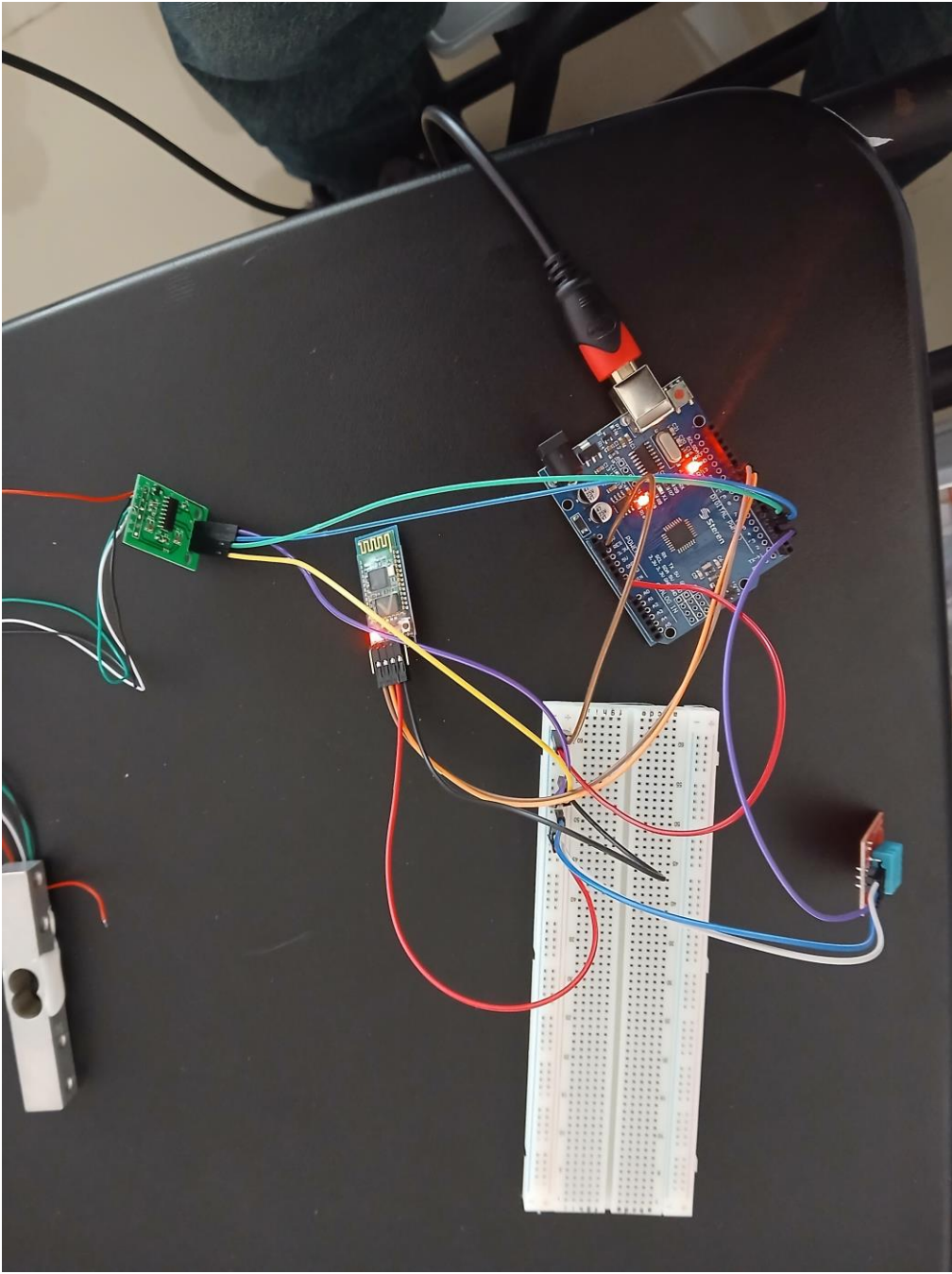
4.3 Ensamble, armado, pruebas finales y/o simulaciones

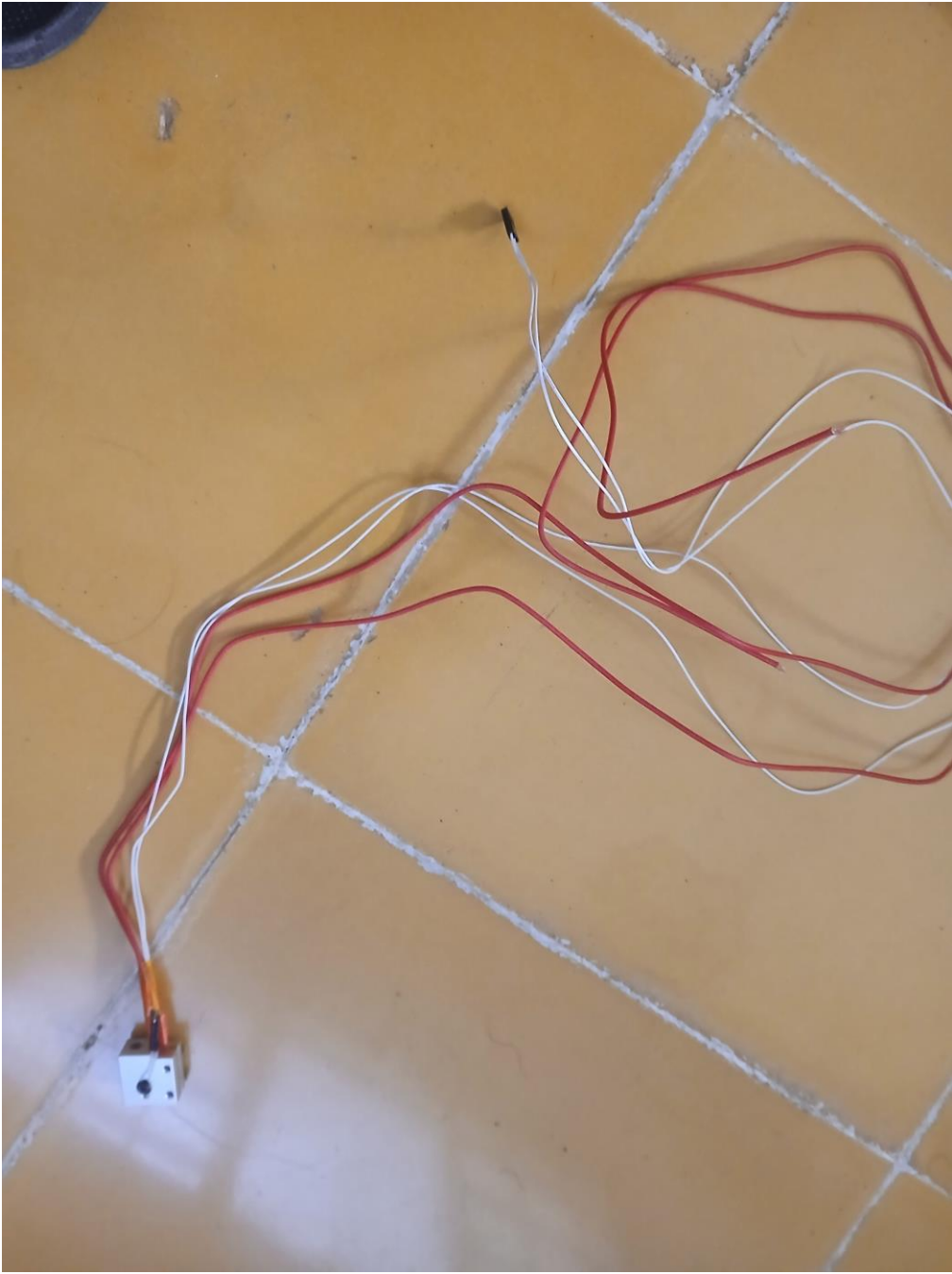


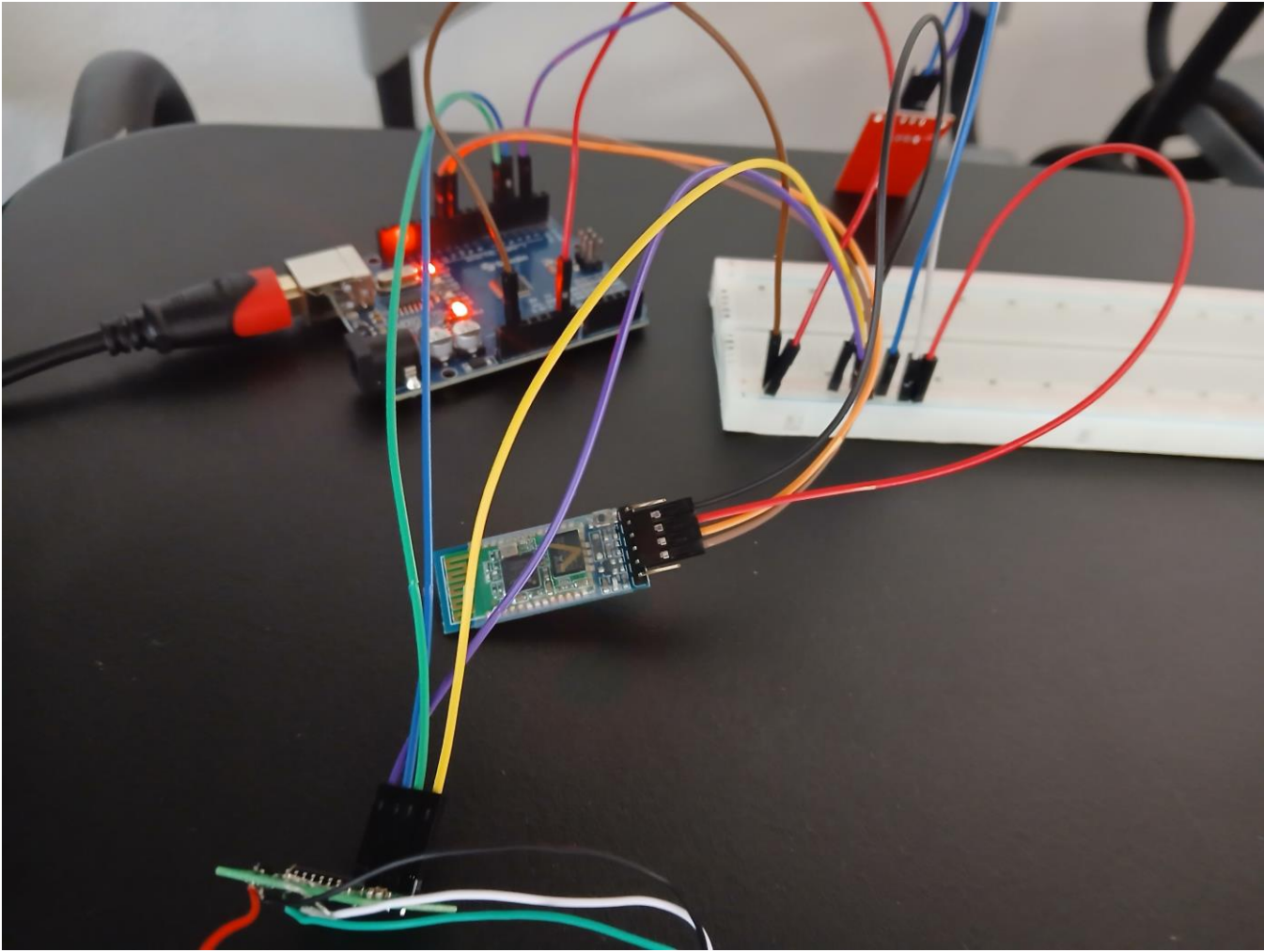
















Cap. V. Conclusiones

5.1-Conclusión del proyecto.

El desarrollo de este túnel de viento muestra que es posible integrar con éxito la ingeniería mecánica y la electrónica para crear una herramienta académica de bajo costo y cierta precisión. Mediante la construcción de una estructura eficiente y el uso de sensores vinculados por Bluetooth a un sistema Arduino, se logró transformar conceptos teóricos complejos —como el Número de Reynolds, el efecto Venturi y la resistencia aerodinámica— en fenómenos tangibles y medibles en tiempo real.

5.2-Reflexiones individuales.

Moises:

Esta experiencia reafirma que el aprendizaje de la ingeniería alcanza su máximo potencial cuando la teoría se pone a prueba en la práctica. Más allá de los cálculos de aerodinámica y la programación de sensores, el mayor desafío fue enfrentar y resolver los imprevistos técnicos propios de la construcción física, lo que nos permitió desarrollar un pensamiento crítico y una capacidad de adaptación esenciales para nuestra formación en Ingeniería Automotriz. Al final, este proyecto no solo nos deja un túnel de viento funcional, sino la satisfacción de haber creado una herramienta accesible que democratiza la

experimentación científica, recordándonos que la innovación no siempre depende de grandes presupuestos, sino de la integración inteligente de los recursos disponibles.

Mateo:

Construir este túnel de viento nos permitió entender que la ingeniería no se trata solo de seguir fórmulas, sino de resolver problemas reales con creatividad y precisión. A través de este proceso, aprendimos que la tecnología y la teoría deben trabajar en conjunto para ser útiles; por ejemplo, ver cómo un código de programación traduce el movimiento invisible del aire en datos concretos fue una lección invaluable sobre la interdisciplinariedad. Esta experiencia nos deja la convicción de que, como futuros ingenieros, nuestra labor es tender puentes entre lo complejo y lo accesible, creando soluciones que no solo funcionen técnicamente, sino que también inspiren a otros a explorar y cuestionar el mundo físico que nos rodea.

Orlando:

Este proyecto nos demostró que la verdadera ingeniería ocurre en la brecha entre el diseño digital y la construcción física, donde la precisión de un sensor o la uniformidad de un flujo de aire dependen de la atención al detalle. Al integrar conocimientos de mecánica de fluidos, electrónica y manufactura, no solo logramos fabricar un dispositivo funcional, sino que también desarrollamos la capacidad de diagnosticar y corregir fallas en tiempo real, una competencia que ninguna simulación puede sustituir. Nos retiramos de este trabajo con una visión más clara de nuestra responsabilidad como ingenieros: convertir recursos limitados en soluciones tecnológicas de alto valor que faciliten el aprendizaje y la innovación constante.

Sebastian:

Más que la construcción de un prototipo, este proyecto representó el reto de materializar lo invisible. Al ver cómo el humo atraviesa el rectificador y se desliza sobre el modelo, comprendimos que la aerodinámica no es solo teoría en un libro, sino una fuerza dinámica que define el futuro de la movilidad. Esta experiencia nos enseñó que la ingeniería automotriz exige un equilibrio perfecto entre la curiosidad científica y la ejecución técnica; nos llevamos la satisfacción de haber superado las limitaciones de recursos para crear una herramienta que no solo mide datos, sino que abre la puerta a una comprensión más profunda y tangible de la física en movimiento.

2. Bibliografía

- Cadence CFD Solutions. (2022, 3 de enero). *What are the important aerodynamic forces?* Cadence.com.
- Gpo Oasis. (2020, 2 de marzo). *Flujo de aire definición*. Grupo Oasis Colectores México.
- Griselda, N. (2022, 26 de agosto). *Número de Reynolds: qué es y cómo se calcula*. lelogis.
- Pakravan, S. (2024, 25 de julio). *What is aerodynamics lift?* CFDLAND.

- HR Motor. (2023, 15 de noviembre). *¿Qué es un túnel de viento?* HR Motor.

CRONOGRAMA DEL PROYECTO

- SEGÚN LO PLANEADO
- ⌚ RETRASO EN ALGÚN MOMENTO
- SI EL PROVEEDOR DE MADERA HACE EL CORTE Y ENSAMBLADO

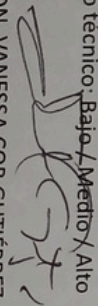
ETAPA	SEMANA 1 13/4 - 17/4	SEMANA 2 20/4 - 24/4	SEMANA 3 27/4 - 1/5	SEMANA 4 4/5 - 8/5	SEMANA 5 11/5 - 15/5	SEMANA 6 18/5 - 22/5	SEMANA 7 25/5 - 29/5	SEMANA 8 1/6 - 5/6			
COMPRA DE MATERIALES			ORLANDO								
CORTE Y ENSAMBLADO DEL CUERPO			MATEO								
ENSAMBADO DE LOS NEXOS Y OTRAS COSAS.				ORLANDO							
ENSAMBLADO DE LOS COMPONENTES					SEBASTIAN						
PROGRAMACION DEL CIRCUITO	MOISES										
ARREGLOS DE FALLOS			MOISES								
PINTADO Y DETALLES.		SEBASTIAN									
ENTREGA											

PASAPORTE DEL PROYECTO

Datos Generales	Fase conceptual	Validación interdisciplinaria	Cierre técnico
<p>Nombre de proyecto: Windkanal.</p> <p>Nivel/Semestre Inicial (2º-4º) []</p> <p>Intermedio (5º-6º) []</p> <p>Terminal (7º-8º) []</p> <p>Equipo: Moises de Jesus mena chan, Orlando Jimenez Meza, Sebastian Suarez Sanchez y Mateo Pasos Cardenas</p>	<p>Autotónica: Fabricar un túnel de viento con la finalidad de instrumentarlo para medir parámetros como la velocidad del viento, la temperatura y la humedad del aire, así como la fuerza del arrastre y carga aerodinámica del vehículo de prueba por medio de sensores.</p> <p><input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> Parcialmente [] No</p> <p>Ing. Emmanuel Caamal Chan</p> <p>Vobo. Maestro de Materia</p>	<p>ESTÁTICA: Evaluar el uso de los temas estática a través de un análisis de fuerzas sobre el vehículo antes y después del funcionamiento.</p> <p><input type="checkbox"/> SI [] Parcialmente [] No</p> <p>Dr. Alberto Gabriel Vega Poot</p> <p>Vobo. Maestro de Materia</p>	<p>A llenar por el profesor titular de la materia de Proyectos o el Evaluador Externo (G1).</p> <p>Nivel de logro del AE seleccionado:</p> <p><input type="checkbox"/> Insuficiente: El proyecto funciona por azar o carece de sustento. No hay dominio de conceptos.</p> <p><input type="checkbox"/> En Desarrollo: El proyecto tiene bases teóricas pero fallas en la implementación o validación.</p> <p><input type="checkbox"/> Satisfactorio: El proyecto demuestra aplicación correcta de ingeniería, costos y diseño. (Nivel esperado).</p> <p><input type="checkbox"/> Sobresaliente: Innovación clara, rigor técnico impecable y validación externa positiva.</p> <p>DICTAMEN FINAL DEL PASAPORTE</p> <p><input type="checkbox"/> Proyecto validado</p> <p><input type="checkbox"/> Proyecto en riesgo con observaciones finales</p> <p><input type="checkbox"/> Proyecto no cumple criterios ingenieriles</p>
<p>Atributo de Egreso (AE) de CACEI principal a Evaluar:</p>	<p>Para poder alcanzar este objetivo se requiriere que se hayan realizado las pruebas en el túnel y contar con los datos obtenidos a partir del sensor.</p>	<p>Algebra matricial y vectorial: Aplicar matrices para organizar y sistematizar las mediciones obtenidas en el túnel de viento, y utilizar vectores para representar e interpretar las variables del proyecto que admiten descripción vectorial con el fin de comunicar resultados coherentes y comparables entre sí.</p> <p>Dr. Jaelina Wilfrán Aguayo</p> <p>Vobo. Maestro de Materia</p>	
<p>AE APL CONC 1 [1] AE IDENTIFICACION Y SOLUCION DE PROBLEMAS 2 [1] AE DISEÑO DE SOLUCIONES 3 [1] AE INVESTIGACION 4 [1] AE APLICACION DE HERRAMIENTAS MORDENAS 5 [1] AE EIN 6 [1]</p>	<p>Sistemas de Gestión de Calidad: Identifica el proceso cualitativo, y su impacto en la empresa. Tiene claridad del proceso de calidad</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SI [] Parcialmente [] No</p> <p>Vobo. Maestro de Materia</p>	<p>Sistemas de Gestión de Calidad: Identifica el proceso cualitativo, y su impacto en la empresa. Tiene claridad del proceso de calidad</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SI [] Parcialmente [] No</p> <p>Mtra. Yvnessa Cob Guinérrez</p> <p>Vobo. Maestro de Materia</p>	

Notaciones: Cada Hoja Bo. aprobado es un sello de frontera. / El pasaporte dice si el proyecto es válido. La materia decide cuánto vale en puntos.



<p>AE ETICA PROFESIONAL 7 <input type="checkbox"/> AE TRABJO EN EQUIPO 8 <input type="checkbox"/> AE COMUNICACION 9 <input type="checkbox"/></p> <p>Este pasaporte existe para asegurar que tu proyecto es técnicamente válido, viable y propio de la ingeniería.</p>	<p>El proyecto NO será autorizado para la fase de construcción/ implementación sin esta sección validada.</p> <p>Riesgo técnico: <u>Bajo</u> <input checked="" type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/></p> <p> MDN. VANESSA COB GUTIÉRREZ Vobo Profesor PROYECTOS VI</p>	<p>Sistemas de Gestión de Calidad: Identifica el proceso cualitativo, y su impacto en la empresa. Tiene claridad del proceso de calidad</p> <p><input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> No</p> <p>_____ Vobo, Freddy Catzin</p>	
---	--	--	--

Comentarios Finales

Aclaraciones: Cada Vobo, aprobado es un sello de frontera. / El pasaporte dice si el proyecto es válido. La materia decide cuánto vale en puntos.

El Pasaporte del Proyecto elimina el método de prueba y error al transformar la estructura de desarrollo de los proyectos estudiantiles, pasando de un enfoque empírico (construir para ver si funciona) a uno de **validación predictiva obligatoria**.

Este instrumento funciona mediante tres mecanismos principales que "bloquean" la improvisación:

1. El "Candado Teórico" previo a la construcción. El mecanismo más directo es que el pasaporte establece una fase de restricción explícita. El documento dicta que el proyecto **no será autorizado para la fase de construcción o implementación** sin tener la sección de fundamento validada.

- En lugar de permitir que el estudiante ensamble prototipos inmediatamente, se le exige presentar primero el **fundamento físico-matemático o ingenieril** que rige su diseño (ecuaciones, balances de energía, cálculo de cargas).
- Esta medida ataca directamente el diagnóstico de que los estudiantes realizan proyectos por intuición en lugar de cálculo metódico.

2. La validación cruzada interdisciplinaria (Visto Bueno) El pasaporte elimina la autonomía aislada del estudiante (y su tendencia a adivinar) al requerir la intervención de expertos externos a la materia de proyectos, conocidos como materias "satélite".

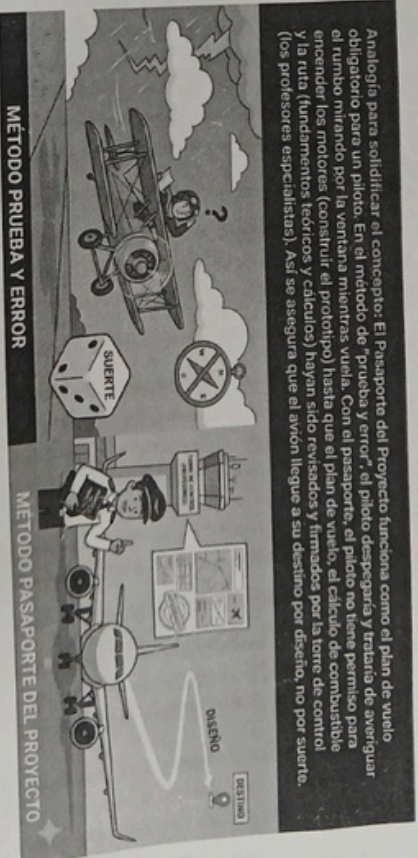
- Para avanzar, el estudiante debe recabar firmas de profesores de asignaturas como Cálculo, Física, Ingeniería Económica o Estadística.
- Por ejemplo, un profesor especialista debe validar que el diseño CAD o la simulación en software es correcto antes de fabricar cualquier pieza. Esto garantiza que el diseño se base en un cálculo físico previo y no en la intuición.

3. La penalización del "funciona por azar" en la evaluación. El pasaporte cambia las reglas del juego en la calificación para desincentivar el éxito accidental (típico de la prueba y error):

- Se establece una "Regla de Oro": el pasaporte representa un porcentaje significativo de la nota (20% o 30%). Aunque el prototipo físico funcione perfectamente, si el pasaporte no tiene todas las firmas que avalan su diseño, el estudiante no puede obtener la calificación máxima.

- La rúbrica de evaluación clasifica explícitamente como "insuficiente" aquellos proyectos que "funcionan por azar o carecen de sustento", forzando al alumno a valorar el dominio de los conceptos sobre la mera funcionalidad del artefacto.

4. Alineación con el rigor ingenieril. El objetivo final de esta herramienta es cambiar la mentalidad de "hacer prototipos" a "hacer ingeniería", exigiendo validación matemática y financiera. Esto asegura que el estudiante no solo entregue un producto, sino que demuestre la aplicación integrada de las ciencias básicas y la teoría, tal como lo exigen los atributos de egreso.



Anexo: Lista Completa de los 11 Atributos de Egreso (AE EIN)

AE EIN 1	AE EIN 7
Aplicación de conocimientos	Ética profesional
AE EIN 2	AE EIN 8
Identificación y formulación de problemas	Trabajo en equipo
AE EIN 3	AE EIN 9
Diseño de soluciones	Comunicación
AE EIN 4	AE EIN 10
Investigación	Gestión de ingeniería
AE EIN 5	AE EIN 11
Aplicación de herramientas modernas	Aprendizaje continuo
AE EIN 6	
Evaluación de impactos del desarrollo sostenible	