



IX DESAFIO ASTI ROBOTICS CHALLENGE

---

# Proyecto Digi5

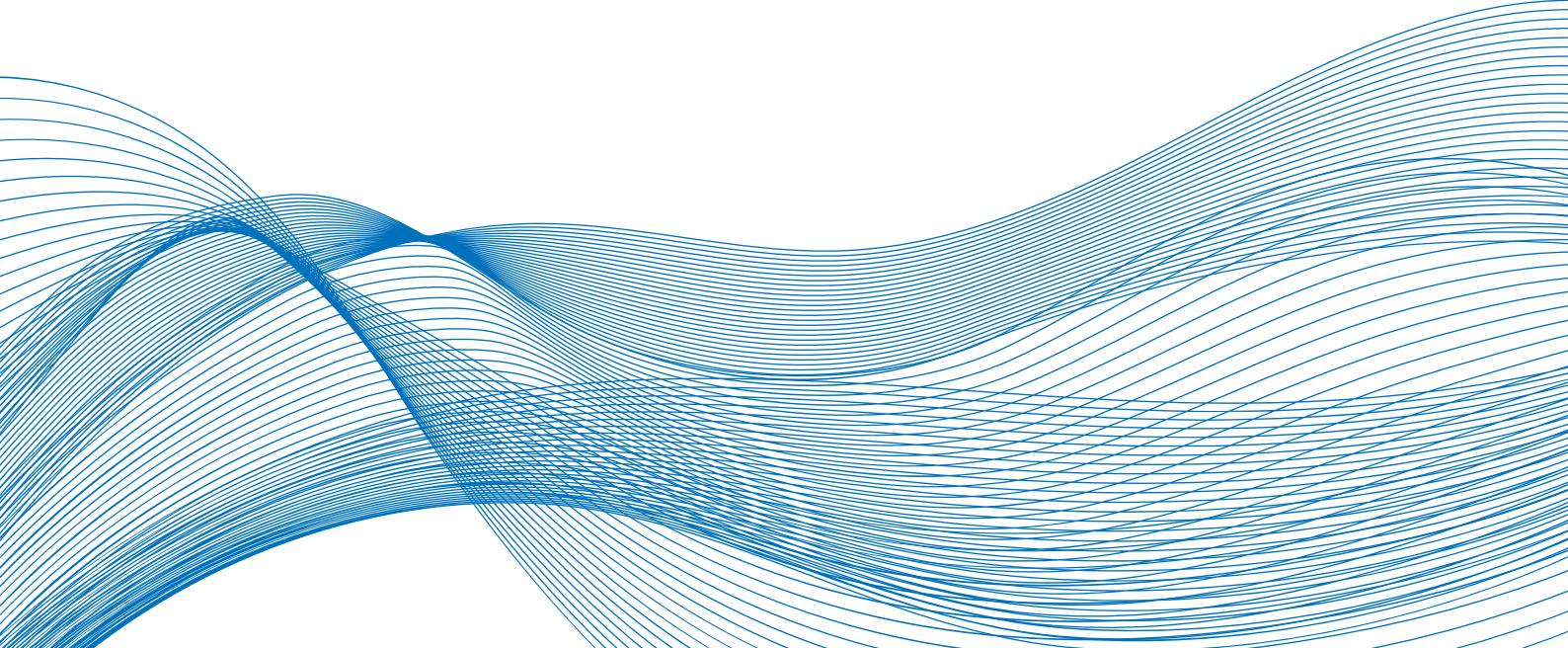


## **PARTE 1**

---

---

# **Diseño y desarrollo del prototipo**



```
def digi5(índice):
```

```
while True:
```

```
if index == 1:
```

```
    print("1. Introducción: Pág. 4")  
    print(" 1.1. Objetivos del trabajo: Pág. 4")  
    print(" 1.3. Equipo de trabajo: Pág. 5")
```

```
elif index == 2:
```

```
    print("2. Plan de operaciones: Pág. 6")  
    print(" 2.1. Fases principales: Pág. 6")  
    print(" 2.2. Cronograma: Pág. 9")
```

```
elif index == 3:
```

```
    print("3. Creación del prototipo: Pág. 10")  
    print(" 3.1. Diseño y impresión: Pág. 10")  
    print(" 3.2. Montaje y construcción: Pág. 11")  
    print(" 3.3. Programación: Pág. 12")  
    print(" 3.4. Testing y validación: Pág. 14")
```

```
elif index == 4:
```

```
    print("4. Presupuesto y financiación: Pág. 15")
```

```
else:
```

```
    print("¡Muchas gracias por su tiempo!")  
break
```

# 1. Introducción

Autómatas, androides, ciborgs... Elaborar un juicio de valor en torno al papel de la robótica en nuestra sociedad trasciende a su propia ingeniería. Su importancia sobrepasa la barrera del conocimiento científico, nutriéndose de la creatividad y del decoro de las artes para dotar a su cuerpo de algo que, en esencia, es contrario a su naturaleza: Espíritu.

Un espíritu que suma a la máquina en un camino humanista. Un camino lleno de aprendizaje, en donde el prototipo sea capaz de ejecutar acciones equiparables e incluso ulteriores a las llevadas a cabo por un igual de nuestra especie.

Y es en esta transición donde, imbuidos por el espíritu de la sostenibilidad y la conservación de nuestro medio ambiente, valientes y pródigos unen fuerzas en la consecución del mismo objetivo: Ser capaces de construir una “vida” que contribuya a mejorar la de los demás.

## 1.1. Objetivos del trabajo

Desde su concepción, el grupo *Digi5* persigue la planificación, elaboración y ejecución de un proyecto de creación de robot. En adición a esto, dicho prototipo deberá ser capaz de superar de forma efectiva las cuatro pruebas planteadas en el desafío:

- *Sigue-líneas*: Seguimiento de un recorrido a contrarreloj sin cometer errores.
- *Sumo*: Sacar a un robot contrincante del tatami sin rebasar las zonas delimitadas.
- *Golf*: Introducir una pelota de golf en un hoyo en el menor tiempo posible.
- *Dibujar la figura*: Dibujar en un papel ubicado en el suelo una figura geométrica al azar, utilizando un rotulador de 14 milímetros.
- *Mini-fábrica*: Transportar una carga de pallets de PLA con un peso estimado de 180 gramos y una tolerancia de +/-15g.

## 1.2. Equipo de trabajo

Como consecuencia a la cita de *ASTI Robotics Challenge* del año 2025, surge la iniciativa Digi5.

Compuesto por cinco estudiantes del primer año de Desarrollo de Aplicaciones Multiplataforma de la sede de *Digitech* en Málaga, *Digi5* aúna el aprendizaje de cinco profesionales versados en distintas áreas de conocimiento, amparados por las célebres leyes de la robótica de Asimov.

### Equipo *Digi5*: Integrantes



**David Gallardo**

Responsable  
técnico  
(Fabricación e  
impresión 3D)



**Víctor Gómez**

Desarrollo de  
sistemas  
embedidos



**Juan Manuel Jiménez**

Líder de proyecto.  
Comunicación y  
documentación



**Javier Montilla**

Responsable  
técnico  
(Diseño y edición  
de componentes)



**Mario Rodríguez**

Responsable  
técnico  
(Montaje y testing  
de prototipado)



El *background* individual de cada componente facilita que *Digi5* sea un equipo *multitasking* equilibrado y versado en prácticamente cualquier área del proyecto.

No obstante, no es baladí hacer referencia la gran labor participativa por parte de *Digitech FP Málaga* y sus docentes, quienes junto con *ASTI Foundation* nos inspiraron para dar lo mejor de nosotros mismos en esta hermosa iniciativa.

## 2. Plan de operaciones

Llevar a cabo un proceso de esta índole sin establecer previamente un plan de actuación definido podría convertirlo en una tarea ardua.

Y es que, desde los momentos previos a la creación del prototipo, *Digi5* ha apostado por una estrategia de control y seguimiento basada en la continua documentación de procesos, permitiendo a sus integrantes tomar decisiones de manera más eficaz y con menor margen de error.

### 2.1. Fases principales del proyecto

#### Fase 0: Planificación

Antes de pasar a la acción, es fundamental establecer ciertas medidas que faciliten el correcto desempeño de la actividad, mejorando la productividad de todos los miembros del equipo:

- Establecimiento de roles y funciones basados en el área y nivel de experiencia de cada integrante, fomentando simultáneamente la cooperación y aparición de sinergias.
- Uso de herramientas que faciliten la labor de los distintos componentes del trabajo:
  - A) Software de diseño y edición de componentes.
  - B) Impresora 3D para fabricación de partes.
  - C) Editor y recursos bibliográficos dedicados a código de control remoto.
  - D) Aplicaciones de comunicación y transferencia y almacenamiento de archivos.

## Fase 1: Diseño y características

En una primera instancia, se llevó a cabo un proceso de *brainstorming* destinado a plasmar una idea inicial del posible robot destinado a competir en el certamen.

Una de las características generadas en esta lluvia de ideas fue la de la *modularidad*, concebida en la práctica como un prototipo compuesto por una “base” o “esqueleto” mantenido a lo largo de todas las pruebas y modificado a través de la implementación de componentes adicionales en base a los resultados a alcanzar.

Para ello, se recurrió a *FreeCAD* a su buen hacer en las tareas de modelado 3D más exigentes (especialmente aquellas destinadas a procesos de diseño paramétricos propios de una ingeniería).

## Fase 2: Montaje y construcción

Primeramente, se tomaron los diseños del robot elaborados a través de *FreeCAD* y almacenados en archivos con formato *.stl* para posteriormente ser materializados mediante una impresora 3D y, en nuestro caso, una bobina de filamentos.

Una vez obtenidas las piezas, se procedió al ensamblado y montaje de estas siguiendo las directrices y pautas establecidas hasta replicar el boceto concebido en la fase de diseño.

## Fase 3: Testing y validación

Finalmente, para el correcto desempeño de las pruebas a las que será sometido el prototipo, será necesario el testing de las distintas piezas que configuran la máquina junto con su sincronía con los algoritmos elaborados.

En cuanto a la cobertura elaborada mediante impresión 3D, esta será sometida a una evaluación de resistencia frente a impactos (atributo vital de cara a una *performance* notable dentro del certamen), pudiendo tomar medidas y cambios en base a los resultados obtenidos.

## Fases simultáneas: Programación y Memoria de Proyecto

---

Dentro del desarrollo de este proyecto, existen dos fases que no se rigen bajo el orden secuencial seguido previamente. Esto se debe a que su desarrollo tiene momento a lo largo de todo el trabajo, pues dada su naturaleza ambas requieren ser trabajadas de forma continuada hasta que el prototipo finalmente sea validado.

Primeramente, la fase de *Programación* se encargará de la elaboración de estructuras de código capaces de dotar al robot de un desempeño óptimo en base a su cometido. Dicho proceso es plausible de ser iniciado una vez concluida la fase de planificación, pudiéndose extender hasta el momento en el que la creación sea construida (es importante que la fase de programación no interfiera con la de testing y montaje, ya que ello podría traducirse en demoras de tiempo que incidirían en los tiempos previamente establecidos en el cronograma).

En segunda instancia, la fase de Memoria de Proyecto abarcará todo el espectro del susodicho, centrándose en la extracción de información relevante dentro de cada una de las fases para ser finalmente plasmada en este escrito (facilitando su compresión a todos aquellos lectores interesados en nuestra vivencia).

## 2.2. Cronograma



# 3. Creación del prototipo

Una vez definidas las fases a seguir y el orden en el que han de ser ejecutadas, es imperante reflejar cómo ha sido el desarrollo de cada una ellas.

## 3.1. Diseño y características

En pro de una mayor optimización de tiempo y coste, se optó por la adquisición de un kit que contase con el chasis necesario para Arduino. Dicho kit consta de:

- *Trolley Chassis*: Base hecha de acrílico en la que ubicar los componentes. Cuenta con perforaciones tornillos y una caja de batería. Su tamaño es de 21,6 x 15,8 x 4,2 centímetros y su peso de 280 gramos.
- *Motor de engranaje de CC (2x)*: Reducen la velocidad y aumentan la fuerza. Además, han sido probados para minimizar interferencias electromagnéticas
- *Ruedas amarillas (2x)*: Ruedas de plástico acoplables a los motores de engranaje. Su anillo de goma facilita la tracción.
- *Rueda loca*: Rueda única que cumple una función de apoyo en el giro del robot.
- *Marcación rápida de 20 velocidades (4x)*: *Encoders* que miden la rotación de los motores, contando con hasta 20 niveles de medición de velocidad.
- *Sujetadores (8x)*: Tornillos y piezas encargados de fijar los componentes a la base.
- *Pilar de cobre con tuerca*: Sirve para montar el Arduino sobre el chasis sin que interfiera con otras partes de este, pudiendo ajustar la altura con la tuerca.



**Figura 1.** Kit con la base del prototipo

Además, *Digitech Málaga* se ofreció a colaborar aportando el resto de componentes:

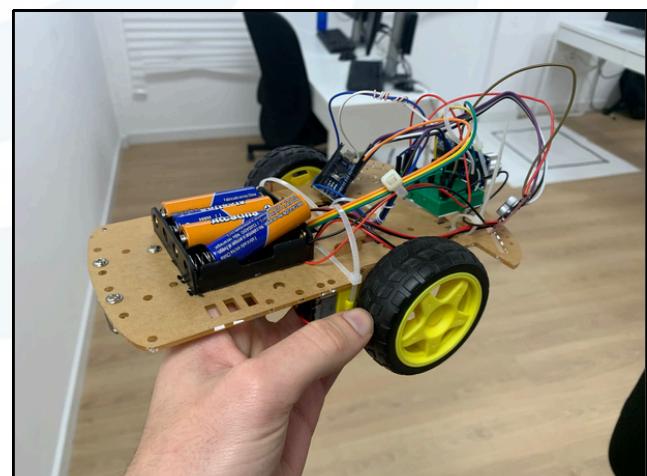
- *Placa de Arduino (Uno)*: Ejecuta el código procesado por los sensores y controla los motores, convirtiéndose así en la zona neurálgica del prototipo.
- *Controlador*: Regula la velocidad y la dirección de giro de los motores CC.
- *Sensor infrarrojos*: Detecta la línea negra sobre el fondo blanco.
- *Sensor ultrasonido*: Detecta los posibles obstáculos frente al robot.
- *Cables Dupont*: Vinculan módulos y sensores al Arduino
- *Pack de pilas AA*: Dotan de energía tanto al Arduino como a los motores.

## 3.2. Montaje y construcción

El proceso de ensamblaje del dispositivo tuvo su inicio en la fase de montaje de toda la parte correspondiente al chasis. En ella, se agregaron tanto los motores de engranaje de corriente continua como las tres ruedas mencionados previamente, manteniéndolos en paralelo para evitar desvíos.

Parecido es el caso de los sensores requeridos para la prueba de *sigue-líneas*, ubicados con cautela bajo el chasis (infrarrojos) y sobre este (ultrasonidos) para que no queden apercibidos y rindan óptimamente.

En lo que respecta a los componentes electrónicos del robot, el controlador ha de ser ubicado cerca de la ubicación del motores de engranaje, mientras que el Arduino Uno queda fijado en la parte superior de la base con tornillos. Las distintas conexiones vienen a cuenta de los cables Dupont macho-macho y macho-hembra.



**Figura 2.** Dispositivo montado

Las cuatro pilas AA requeridas como batería son colocadas en la caja de batería ubicada en la zona de arriba del chasis, no afectando en absoluto a la estabilidad del prototipo.

### 3.3. Programación

Elaborado en Python, el código utilizado en este proyecto se rige bajo la siguiente distribución:

#### *Paso 1: Definición de pines*

- *IN1, IN2, IN3, IN4*: Se conectan al controlador para cambiar el giro de los motores.
- *TRIGGER\_PIN, ECHO\_PIN*: Se utilizan para mandar un pulso corto (trigger) y aplicar una medición de distancia en función del tiempo que ha tardado en regresar (echo).
- *SENSOR\_IZQ A0, SENSOR\_DER A1*: Pines izquierdo y derecho para el infrarrojos.

#### *Paso 2: Configuración de setup()*

- *OUTPUT*: Configuración asociada a los pines *IN1, IN2, IN3 e IN4*.
- *INPUT*: Configuración para el sensor ultrasonidos.

#### *Paso 3: Creación de lógica en loop()*

- *digitalRead(SENSOR\_IZQ) / digitalRead(SENSOR\_DER)*: Variables que determinan el estado del sensor infrarrojos. Además, se determina que los valores enteros 0 y 1 son iguales a negro y blanco respectivamente.

- Para una correcta detección de la línea, se definen las variables *izq* y *der* como enteros (*int*) y se procede al siguiente bucle *if* ubicado a la derecha de la pantalla:

```
if (izq == 0 && der == 0) {
    adelante();
} else if (izq == 1 && der == 0) {
    derecha();
} else if (izq == 0 && der == 1) {
    izquierda();
} else {
    detener();
}
```

- Opción 1: El sensor detecta negro (avanza recto).
- Opción 2: El sensor derecho detecta negro (gira a la derecha).
- Opción 3: El sensor izquierdo detecta negro (gira a la izquierda).
- Opción 4: El sensor detecta blanco (se detiene).

#### *Paso 4: Establecimiento de las funciones de movimiento*

```
void adelante() {
    digitalWrite(IN1, HIGH);
    digitalWrite(IN2, LOW);
    digitalWrite(IN3, HIGH);
    digitalWrite(IN4, LOW);
}
```

*Función de avance:* Ambos motores avanzan simultáneamente, haciendo que el robot se desplace hacia delante

*Función de giro a la derecha:* El motor ubicado en la izquierda avanza, mientras que el de la derecha retrocede

```
void izquierda() {
    digitalWrite(IN1, LOW);
    digitalWrite(IN2, HIGH);
    digitalWrite(IN3, HIGH);
    digitalWrite(IN4, LOW);
}
```

*Función de giro a la izquierda:* El motor ubicado en la derecha avanza, mientras que el de la izquierda retrocede

*Función de detención:* Los dos motores se detienen a la vez.

```
void derecha() {
    digitalWrite(IN1, HIGH);
    digitalWrite(IN2, LOW);
    digitalWrite(IN3, LOW);
    digitalWrite(IN4, HIGH);
}
```

```
void detener() {
    digitalWrite(IN1, LOW);
    digitalWrite(IN2, LOW);
    digitalWrite(IN3, LOW);
    digitalWrite(IN4, LOW);
}
```

### 3.4. Testing y validación

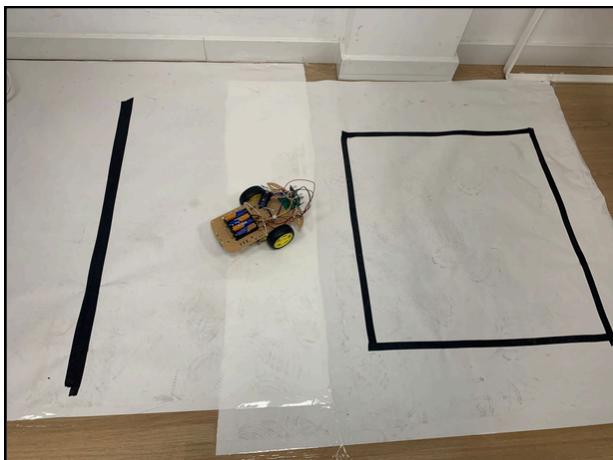


Figura 3. Dispositivo en entorno de pruebas

Para validar tanto el prototipo montado como el código en Python, se creó un entorno de pruebas en el aula 4 de la sede de Digitech Málaga. Dicho entorno se compone de lonas de papel blanco con dos formas negras dibujadas.

La primera de ellas es una línea negra, ideal para analizar si este es capaz de seguir una trayectoria recta sin acontecer desviaciones indeseadas de por medio. La calibración en los sensores fue clave para una correcta actuación.

La segunda forma es un cuadrado, el cual evalúa si el dispositivo es capaz de efectuar giros de forma eficaz. Ajustar la velocidad en el código es vital para que sea capaz de superar esta prueba con éxito.

Cabe destacar que, previamente a la fase de testing, es indispensable que el aula contase con una iluminación adecuada que interfiera en los resultados del robot, ya que este puede interpretar las sombras como superficie oscura.

Finalmente, tras varios intentos y revisiones, el prototipo de *Digi5* fue capaz de completar la trayectoria de ambas figuras geométricas de forma correcta, quedando por tanto oficialmente validado para una prueba de *sigue-líneas* en un entorno competitivo.

## 4. Presupuesto y financiación

---

Como en cualquier ámbito competitivo, existen ciertas ocasiones en la que competidores buscan llevar la situación a límites extremos que conllevan grandes esfuerzo a nivel físico, mental e incluso económico.

Desde *Digi5*, concebimos esta iniciativa como un reto que nos anima a ser mejores tanto a nivel profesional como grupal, contribuyendo a fortalecer el vínculo entre sus componentes en aras de seguir desempeñando labores de forma conjunta en el futuro más próximo.

Uno de esos retos fue la creación de este nuestro dispositivo mediante una inyección de inversión mínima, teniendo un precio de 15 euros el kit que contaba con la base del robot (mencionado previamente en el punto de *Diseño y características*) y obteniendo el resto de componentes gracias al altruismo de *Digitech Málaga*, quienes fueron amables de ofrecernos un aula en el que poder desarrollar toda la fase de pruebas pertinente de cara al funcionamiento del dispositivo.

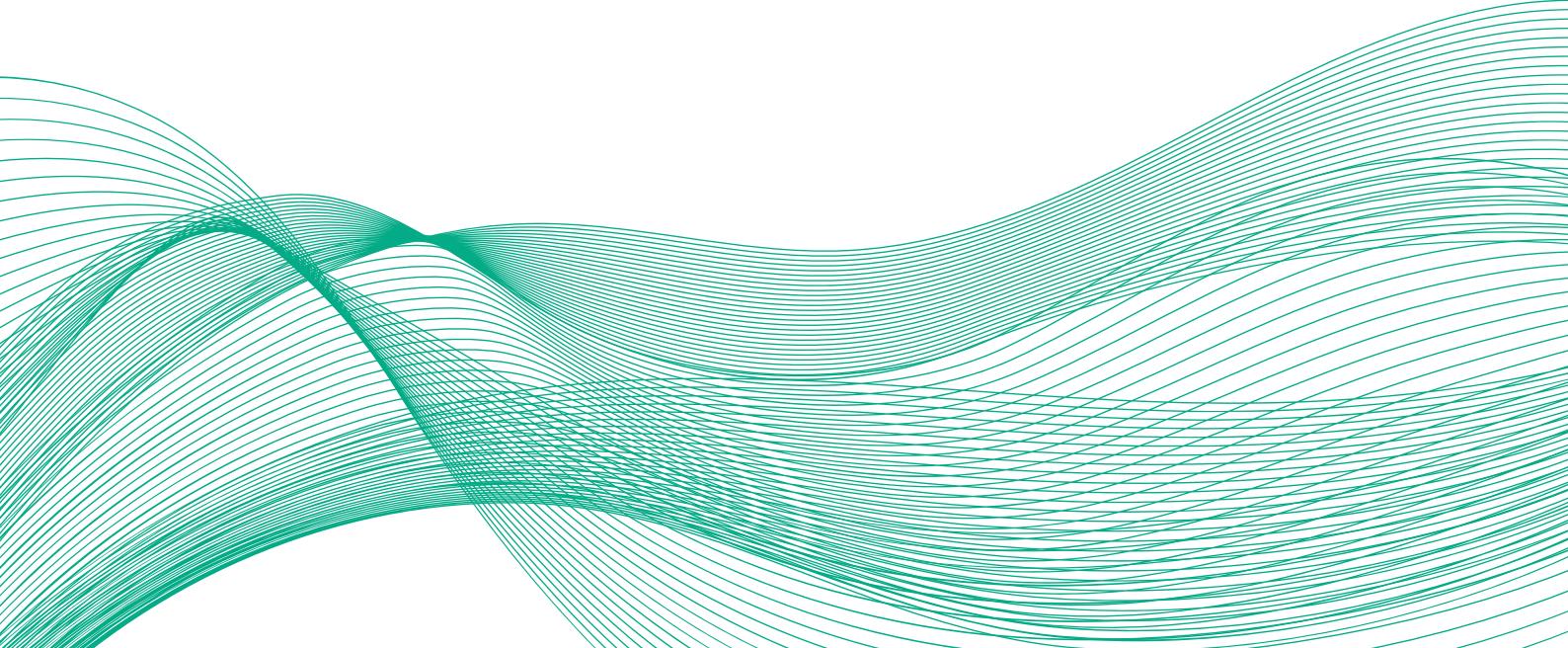
Y es que a pesar de que la rivalidad es latente en este tipo de certámenes, siendo posible encontrar oponentes que han sido financiados y apoyados a un nivel institucional, es imposible medir de forma tangible la satisfacción que despierta el hecho de haber sido capaz de construir un elemento tan competente desde cero, con un presupuesto reducido y contando con nuestro buen hacer como el mayor de los avales.

## **PARTE 2**

---

---

# **Investigación sobre el hidrógeno verde**



```
def hidrógeno_verde(índice):
```

```
    while True:
```

```
        if index == 1:
```

```
            print("1. Introducción: Pág. 18")
```

```
        elif index == 2:
```

```
            print("2. Producción: Pág. 19")
```

```
        elif index == 3:
```

```
            print("3. Transporte y almacenamiento: Pág. 20")
```

```
        elif index == 4:
```

```
            print("4. Uso y aplicaciones: Pág. 22")
```

```
        elif index == 5:
```

```
            print("5. Retos y futuro: Pág. 23")
```

```
    else:
```

```
        print("¡Muchas gracias por su tiempo!")
```

```
        break
```

# 1. Introducción

Es posible que aquellos no tan duchos en materia ecológica, el tema haya pasado totalmente desapercibido. Sin embargo, dentro de otras temáticas como el mundo del motor, el concepto de “hidrógeno verde” ha sido un sospechoso habitual durante estos últimos años.

El hidrógeno verde es una variante del hidrógeno producida mediante la electrólisis (separación de compuestos a través de la electricidad) del agua utilizando electricidad proveniente de fuentes renovables (principalmente la energía solar, eólica e hidráulica). Debido a que, durante su producción, no se emiten gases de efecto invernadero (GEI), lo que la hace una de las alternativas más limpias para descarbonizar sectores industriales y de energía. A diferencia de los métodos convencionales de producción de hidrógeno (como el hidrógeno gris, que utiliza gas natural y emite CO<sub>2</sub>), el hidrógeno verde tiene un impacto ambiental mucho menor, lo que lo posiciona como una pieza clave en la transición energética hacia un futuro sin carbono (considerándose por tanto como energía renovable).

No obstante, existe un gran potencial en torno a la figura del hidrógeno verde como elemento capaz de descarbonizar sectores que son a día de hoy imposibles de desempeñar su actividad mediante electricidad, como lo son la almacenamiento de energía, el transporte de larga distancia o la industria pesada, entre otros. A esto se le añade una facultad de importancia reseñable: La capacidad de almacenar la energía no gastada, de tal forma que pueda ser reusada en la generación de hidrógeno.

Y es que, en momentos de una transición ecológica transversal, nuevas alternativas verdes se alzan como una llave de cara al largo plazo. Concretamente, prueba de ello es la puesta en marcha de iniciativas como la *Catapulta de Hidrógeno Verde* (abanderada por las Naciones Unidas) y su persecución hacia que los electrolizadores verdes consigan generar 45 gigavatios para el año 2027.

## 2. Producción

Tal y como se mencionó previamente, la producción de hidrógeno verde involucra el uso de una técnica denominada como electrólisis. En ella, el uso de electricidad permite tomar moléculas del agua y dividirlas en hidrógeno y oxígeno (recordemos que la forma molecular del agua es  $H_2O$ , con lo que la partición resultaría en una molécula de hidrógeno frente a dos de oxígeno).

Los pasos a seguir serían los siguientes:

- El agua se introduce en el electrolito, que tiene dos electrodos: un ánodo (positivo) y un cátodo (negativo).
- Cuando se aplica electricidad al agua, se rompen los enlaces entre los átomos de hidrógeno y oxígeno.
- En el ánodo, las moléculas de agua se dividen para producir oxígeno e iones de hidrógeno cargados positivamente (protones).
- Estos iones de hidrógeno se mueven hacia el cátodo, combinándose con electrones para formar hidrógeno.
- Tiene como resultado la creación de gas hidrógeno en el cátodo y gas oxígeno en el ánodo.

Todo este fenómeno no sería posible sin la ayuda de un electrolizador que lleve a cabo la partición. Estos pueden ser alcalinos (los más usados, aprovechando soluciones alcalinas como electrolito, que ayudan a conducir la electricidad), PEM (los más flexibles y compactos, utilizando una membrana polimérica sólida como electrolito) o SOEC (usan un electrolito cerámico hecho de óxidos metálicos, requiriendo temperaturas superiores a los 700 °C).

## 3. Transporte y almacenamiento

Tanto el almacenamiento como el transporte de hidrógeno verde son esenciales para una implementación correcta en la infraestructura energética actual.

En primer lugar, el almacenamiento ha de poder garantizar la disponibilidad en todo momento, ya que la producción de hidrógeno a partir de fuentes renovables es intermitente. El almacenamiento adecuado también permite mantener una suministración constante de hidrógeno para diversos sectores, como pueden ser la industria, el transporte y la generación de energía. Los tipos de almacenamiento son:

- *Alta Presión (Hidrógeno Comprimido)*: El hidrógeno se comprime a presiones de hasta 700 bar (alrededor de 10,000 psi). Esta es la forma más común de almacenamiento de hidrógeno para aplicaciones de transporte y en estaciones de repostaje.
- *Forma Líquida (Hidrógeno Líquido)*: El hidrógeno se licúa a temperaturas alrededor de -253°C. Esto aumenta significativamente la densidad energética por volumen.
- *Materiales Sólidos*: El hidrógeno puede ser almacenado en materiales metálicos o compuestos químicos que reaccionan con el hidrógeno para formar hidruros metálicos o compuestos químicos que lo almacenan de forma segura. Estos hidruros pueden liberar hidrógeno cuando se calientan.
- *Formas Químicas (Hidrógeno en Amoníaco o Metanol)*: El hidrógeno puede ser químicamente almacenado como amoníaco o metanol, siendo una forma más estable y fácil de almacenaje y transporte.

En cuanto al transporte, por su baja densidad el hidrógeno verde ha de contar con alternativas apropiadas para dotarle de eficiencia y seguridad. Estas son:

- *Transporte por carretera:* Uso de camiones cisterna que transporten el hidrógeno en estado líquido o comprimido. Es eficiente siempre y cuando esté en forma de metanol o amoníaco y se cuenten con infraestructuras ya preestablecidas. Es importante que este se halle bien distribuido entre todos los vehículos que componen la flota.
- *Transporte por barco:* Uso de barcos para el transporte en estado líquido. Esto permite que se pueda comercializar a nivel global, fomentando un mercado internacional conformado por países que apuesten por la exportación de renovables. No obstante, es vital que se pueda almacenar el hidrógeno en temperaturas bajas, así como la concepción de que este procedimiento es bastante costoso a nivel energético.
- *Transporte químico:* Transportar el hidrógeno en forma de metanol o amoníaco permite mantenerlo a temperatura ambiente, aunque es indispensable contar con infraestructura adicional que permita volverlo a transmutar en hidrógeno para su uso final.
- *Gaseoductos:* Los sistemas de gaseoductos permiten el transporte de forma autónoma a larga distancia, siendo obligatorio que su infraestructura se halle bien desarrollada. Es una práctica muy común en países como Alemania,

## 4. Uso y aplicaciones

Muchas aplicaciones importantes del hidrógeno verde que pueden ayudar a reducir la contaminación y cambiar la forma de obtención de energía:

- *Agricultura*: El hidrógeno verde puede usarse como combustible en maquinaria agrícola y para la elaboración de fertilizante, contribuyendo así a que sea más sostenible y se emitan menos gases contaminantes.
- *Industria*: El hidrógeno verde puede sustituir al carbón, altamente contaminante, en industrias como la siderúrgica, la petrolera o la química.
- *Transporte*: Utilizado como combustible en coches, autobuses y camiones. Con una pila de combustible de hidrógeno, un vehículo puede funcionar sin emitir dióxido de carbono, únicamente agua. Es bastante posible que estos avances puedan ser aplicados en su futuro tanto a barcos como aviones.
- *Producción de energía*: En el campo de las energías renovables, el hidrógeno verde permite almacenar energía residual para ser usada con posterioridad. También puede usarse en centrales eléctricas para producir electricidad sin emitir gases contaminantes.
- *Sectores afectados por la descarbonización*: Sectores como la minería o el cemento, actualmente insostenibles por otro combustible que no sea contaminante, el hidrógeno verde podría reemplazar los combustibles fósiles y reducir las emisiones de dióxido de carbono.

## 5. Retos y futuro

A pesar de ser una alternativa energética muy prometedora, el hidrógeno verde ha de hacer frente a varios retos y problemas como los siguientes:

- *Costes de Producción:* Actualmente, la producción de hidrógeno verde es más cara que la de otros hidrógenos como el gris, debido a que la energía requerida para generarlo es bastante superior.
- *Almacenamiento y Transporte:* Debido a las características de este gas (muy ligero y complicado de almacenar y transportar) es necesario contar con una infraestructura especial bastante costosa (como gasoductos y sistemas de almacenamiento de alta presión).
- *Escalabilidad:* Al no contar actualmente con capacidad suficiente para producir hidrógeno verde en grandes cantidades, se necesitan un mayor número de plantas y tecnologías capaces de satisfacer la futura demanda.
- *Competencia con otras Tecnologías:* Concretamente las baterías eléctricas en el transporte y el almacenamiento de energía, con una mayor eficiencia en mercados como el de coches eléctricos.
- *Carencia de Políticas de Refuerzo:* Al no existir políticas fuertes ni incentivos reseñables a nivel nacional e internacional que apoyen el uso del hidrógeno verde, el nivel de inversión en este es prácticamente nulo.