

memoria ***NSMONN***

Proyecto ASTI robotics.

Presentado por:

Sandra Rabanal, María
Fraile y Irene González.

índice

Nuestro proyecto	1
Planificación	2
Diseño del robot	3
Programación, pruebas y resultados	4
Presupuesto	5
Modelo de financiación	6
Difusión y Patrocinio	7
Presentación final del robot	8

1. nuestro proyecto

Hola, somos **NSMONN** (No Se Me Ocorre Ningún Nombre), un grupo de alumnas del IES Vega del Prado de 1º de Bachillerato, donde cursamos la asignatura de Tecnología e Ingeniería. Gracias a ello hemos descubierto el desafío **ASTI Robotics Challenge**, al cual hemos decidido presentarnos construyendo nuestro propio robot móvil, y ya estamos más que listas para ganar este reto.

El equipo:



Marketing



Montaje



Programación



2. planificación

Nuestro proyecto comenzó a inicios del curso 2024 / 2025, cuando nuestra profesora de la clase de Tecnología e Ingeniería, **Nuria Fernández**, nos explicó en qué consistía la competición ASTI Robotics y lo que haríamos durante el proceso.

Esta iniciativa nos encantó, y dispuestas a ganar decidimos formar nuestro equipo: NSMONN.

Una vez creado el equipo y elegido nuestro maravilloso nombre, nos pusimos manos a la obra. Primero nos repartimos las tareas, basándonos en nuestros puntos fuertes, aunque luego nos ayudaríamos las unas a las otras.

A continuación contaremos como hemos llevado a cabo nuestro proyecto.

Fin del proyecto							
2024				2025			
Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	En adelante	
Conocer el proyecto	Búsqueda de patrocinadores. Diseño del robot	Diseño del robot. Investigación de Hidrógeno Verde	Montaje de robot. Programación	Pruebas de funcionamiento. Realización de memoria	Seminarios 6 de marzo	Seguir mejorando y preparando pruebas para la final.	
Búsqueda de información, patrocinadores y difusión	Buscamos información del proyecto			Difusión en redes y otros	Difusión en redes	Difusión Puertas abiertas	
	Realizamos un tríptico informativo	Creamos redes sociales y difundimos	Participamos en un programa de radio			Programa de Radio	
		Buscamos patrocinadores.	RIC ENERGY nos introduce en el Hidrógeno Verde.	Buscamos patrocinadores			
Desarrollo del robot		Montamos el chasis del robot	Diseño de piezas: chasis, rampa,		Mejora de nuestro diseño.		
			Búsqueda de información de las pruebas Siguelineas y Sumo				
Programación			Primeros pasos con Arduino Blocks.	Programación específica de las pruebas	Programación específica de las pruebas	Mejora de los programas y afrontamos nuevos retos	



Nuria Fernández
(Profesora del IES Vega del Prado)

1

Chasis para robot de Arduino:

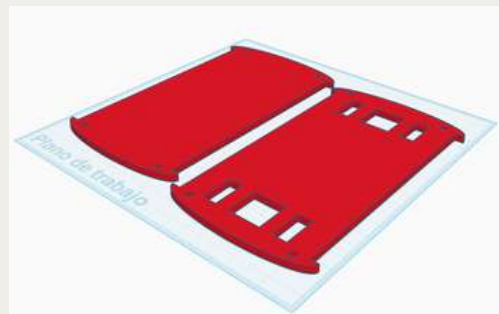
Nuria nos ofreció un modelo de chasis con el cual comenzaríamos a realizar nuestro robot.

2

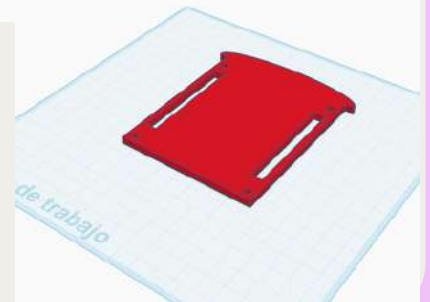
Cambio de chasis:

Aunque al inicio usamos el chasis comercial para comenzar a hacer pruebas, teníamos que cambiarlo ya que superaba las medidas establecidas por las bases de ASTI. Aquí fue cuando decidimos crear nuestro propio chasis. Para ello usamos Tinkercad y lo imprimimos con la impresora 3D del centro.

CHASIS COMERCIAL



Diseño del nuevo chasis



3 . diseño robot

Como también tenía que ser atractivo a la vista, lo pintamos de morado con spray.

3

SIGUE LÍNEAS:

Empezamos usando unas ruedas MECANUM, pero hacían que el sensor fuera algo inestable, por lo que decidimos probar a cambiarlas por unas normales. Esto no dió los resultados deseados, ya que las ruedas normales tienen un diámetro mayor que las mecanum, haciendo que el sensor se separase demasiado del suelo. Finalmente volvimos a instalas las mecanum y sujetamos bien el sensor.

Ruedas normales



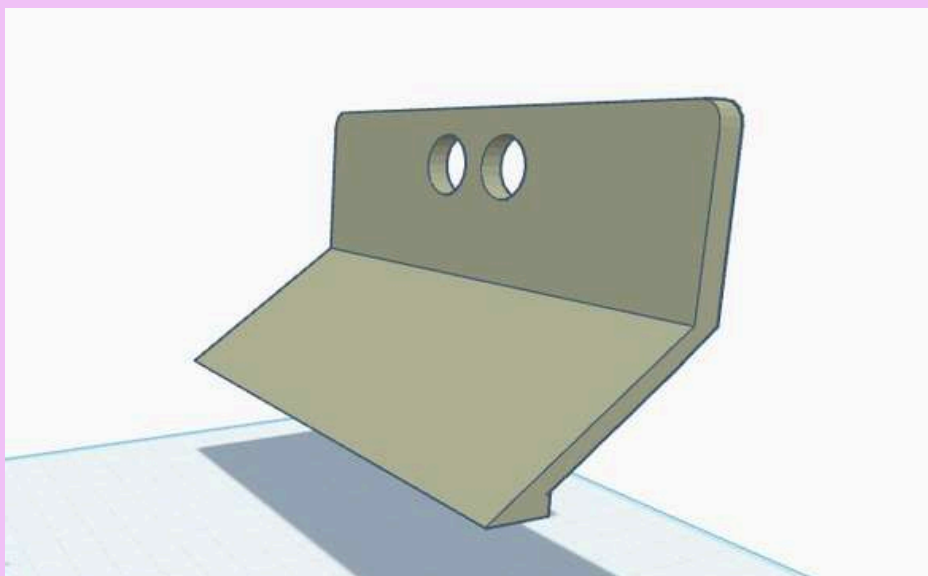
Ruedas Mecanum

3 . diseño robot

4

SUMO:

Tras ver distintos vídeos de robots participando en competiciones de sumo, llegamos a la conclusión de que una de nuestras mejores opciones era crear una rampa para empujar y levantar a nuestros contrincantes. Además, Nuria nos comentó lo que eran los sensores de ultrasonidos, y nos pareció una buena idea añadir unas aberturas en la rampa y así poder incluirlo. Con este sensor nuestro robot será capaz de detectar la distancia a la que está su contrincante. Por último consideramos agregar un sensor de inclinación, pero tras pensar en distintas circunstancias por las que podría pasar nuestro coche, decidimos descartar esta idea.



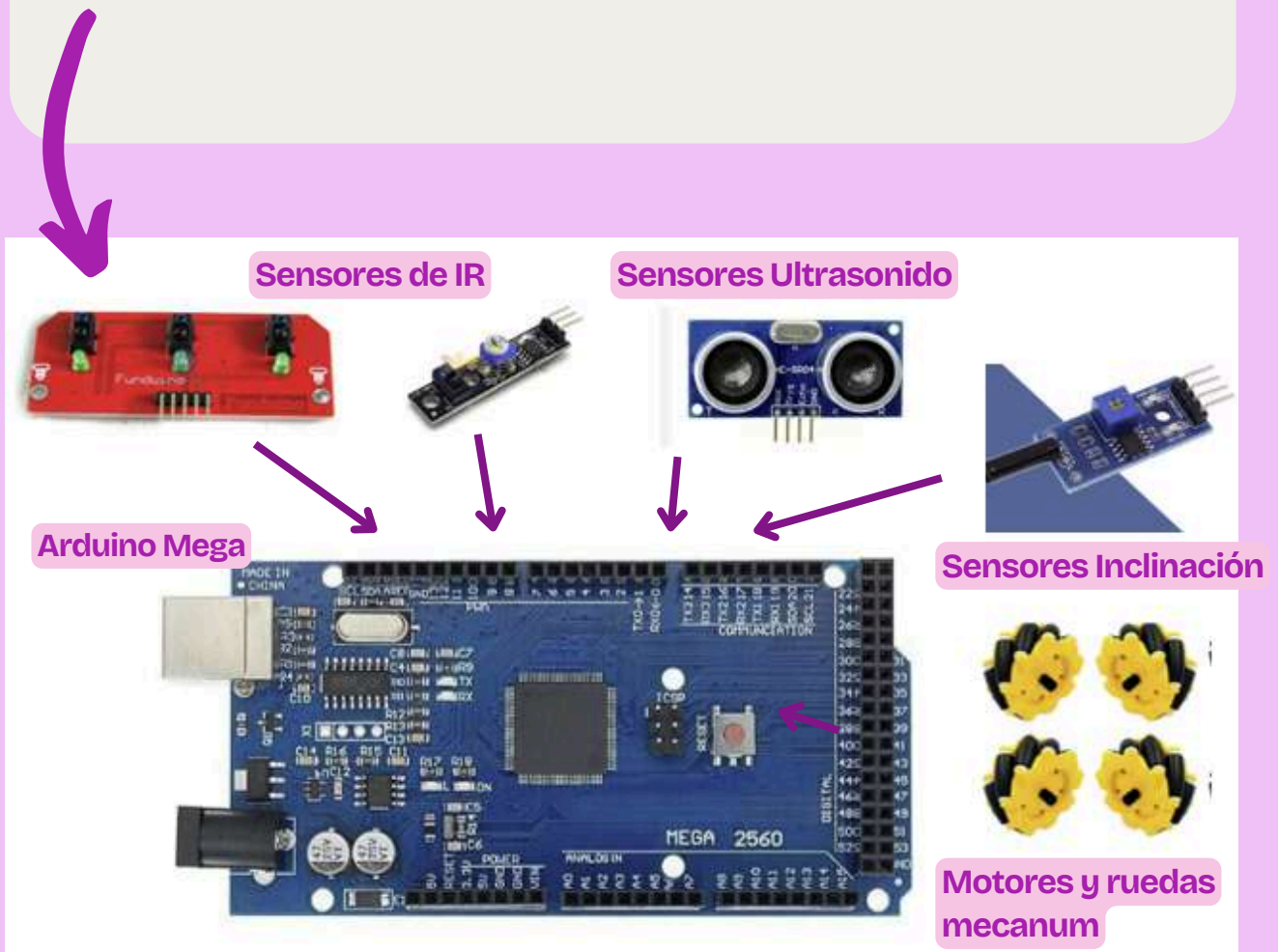
3 .

diseño robot

5

COMPONENTES DEL ROBOT:

En la siguiente imagen mostramos todos los sensores y principales componentes que hemos empleado nuestro robot, que se controlan mediante una controladora ARDUINO MEGA 2560, que nos proporcionaba más pines que arduino UNO.



3 .

diseño robot

4. Programación

Lenguajes de programación

Para poder realizar nuestros programas hemos usado la aplicación de ARDUINO BLOCKS, que posee una interfaz gráfica con instrucciones a modo de puzzle, que nos ha facilitado entender y crear algoritmos para nuestro robot. Antes de programarlos, hemos analizado las posibles soluciones y plasmado en diagramas de bloques, como el que aparece en la siguiente imagen.

En las páginas siguientes os contaremos un poco como nos hemos iniciado en la programación del robot, hasta llegar a la programación actual, gracias a diversas tareas.

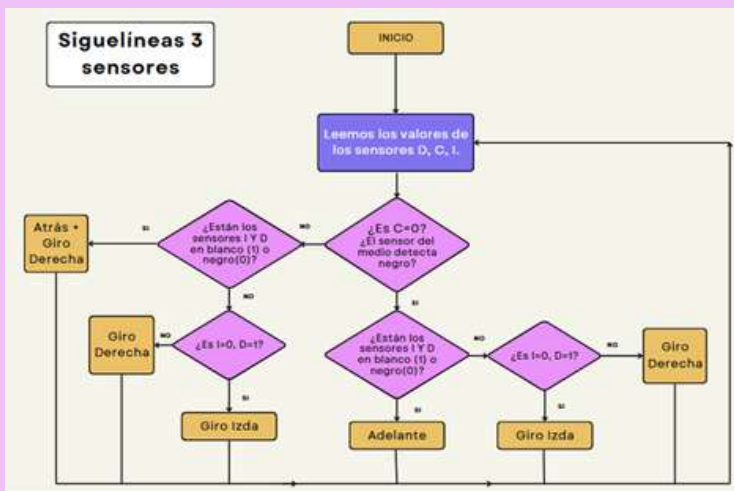
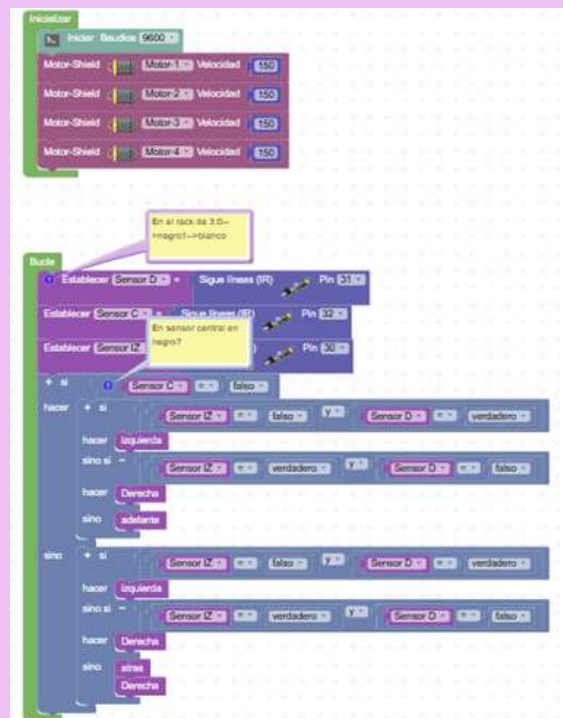


Diagrama de bloques

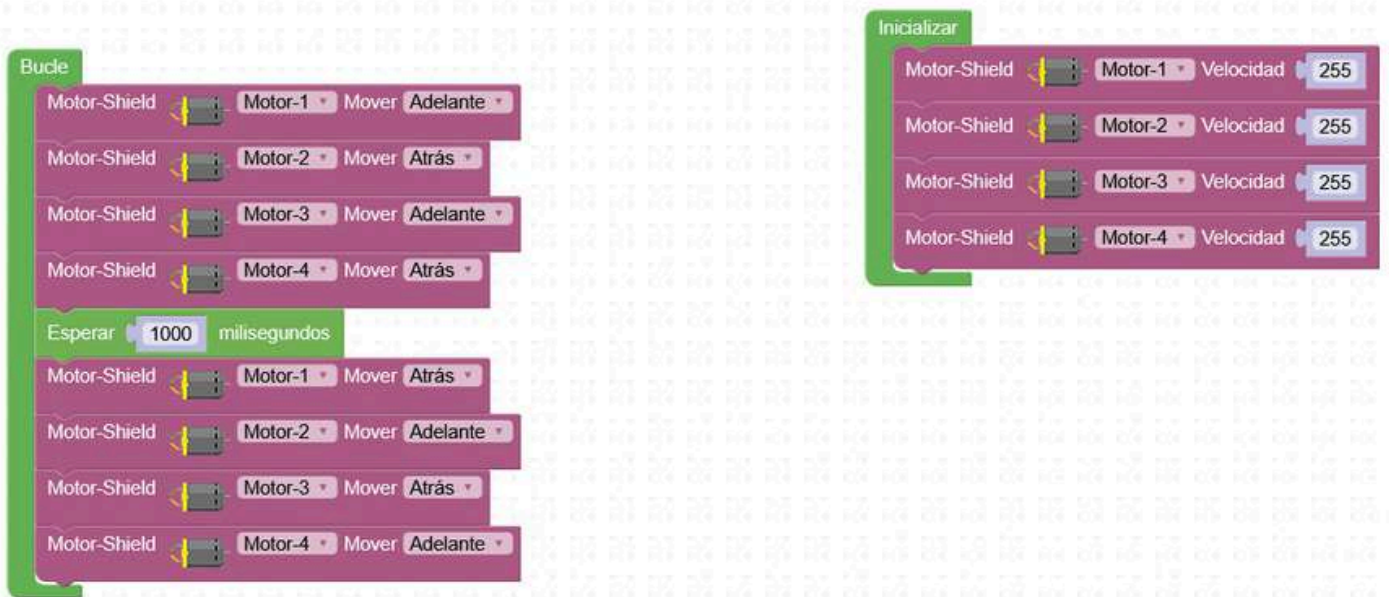


Programación en ArduinoBlocks

Tarea 1.

CUADRADO

Esta fue la primera tarea realizada. En ella debíamos lograr que el coche realizará un cuadrado, y para ello teníamos que programar cada uno de los motores de forma distinta:



4.

Programación

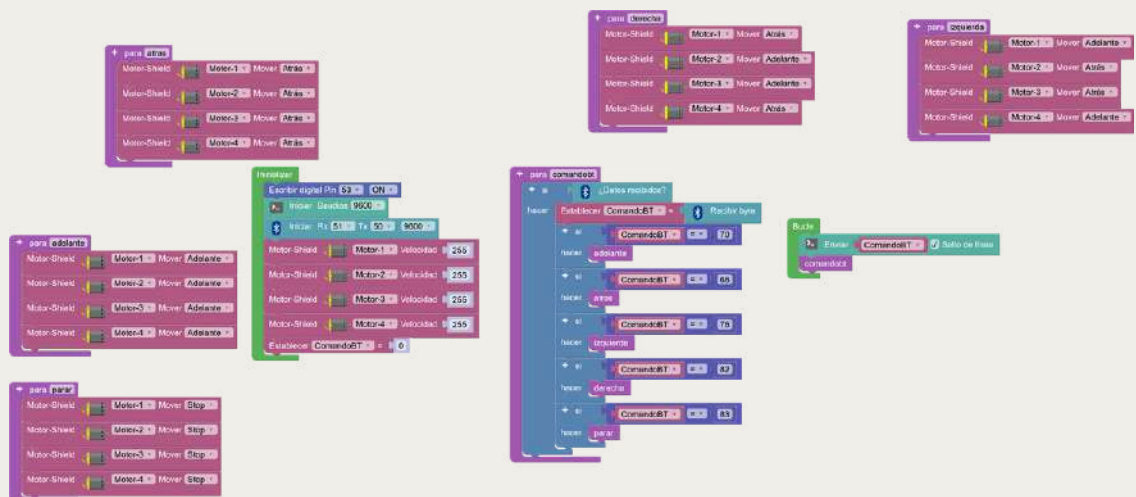
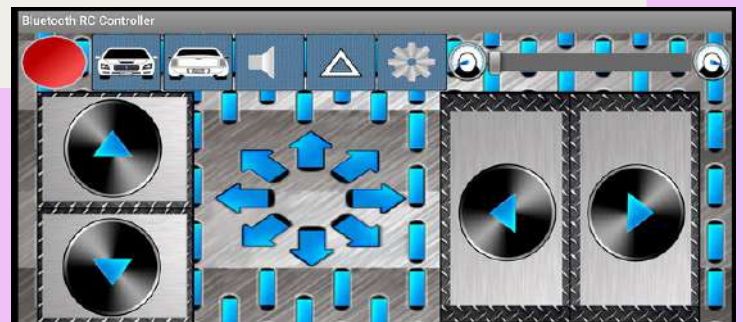
10

Tarea 2.

BLUETOOTH:

Aunque en esta primera jornada del ASTI Robotics Challenge no vayamos a usar el bluetooth, Nuria nos propuso esta tarea para así poder familiarizarnos mejor con nuestro robot, y así ya lo tendríamos programado en el caso de que pasemos a la siguiente fase.

Con esta tarea hubo ciertas complicaciones ya que la aplicación no se conectaba adecuadamente al vehículo, pero finalmente logramos que funcionará.



4.

Programación

Tarea 3.

SIGUE LÍNEAS:

Esta tarea estaba planteada para una de las pruebas de la primera jornada del ASTI Challenge. Para completarla el coche debe seguir un recorrido de líneas negras sobre un fondo blanco.

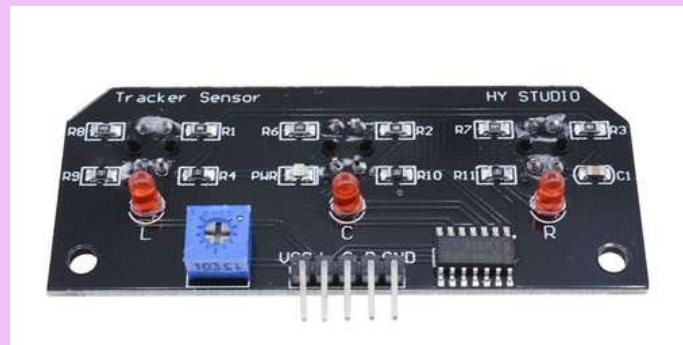
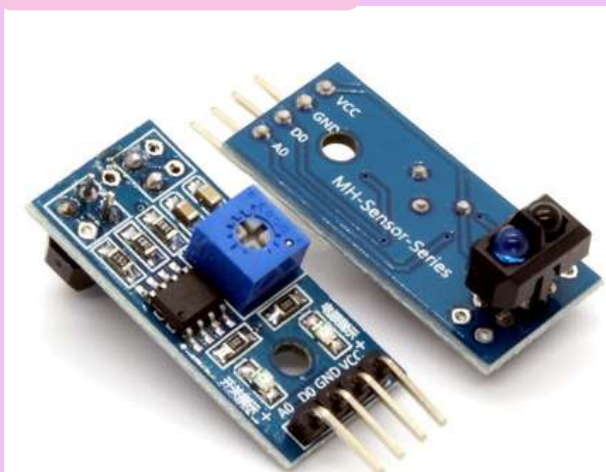
Iniciamos programando dos sensores, pero no conseguimos que siguiera las líneas ya que estás eran demasiado finas.

Después probamos a separar los dos sensores, pero también tuvimos que descartarlo ya que el coche no podía realizar giros muy cerrados.

En este punto nos pusimos a pensar, y se nos ocurrió usar un sensor triple, o de forma técnica, un RACK con 3 sensores TCRT500. Este sensor le pudimos comprar gracias al dinero que nos dieron nuestros patrocinadores.

Tras otra serie de dificultades y complicaciones, como la colocación de los pines al revés, que iba demasiado rápido o muy lento, el cambio de ruedas, mencionado en el apartado de diseño, ... logramos que el robot realizará correctamente el circuito de prácticas (proporcionado por ibimagen).

Sensores iniciales

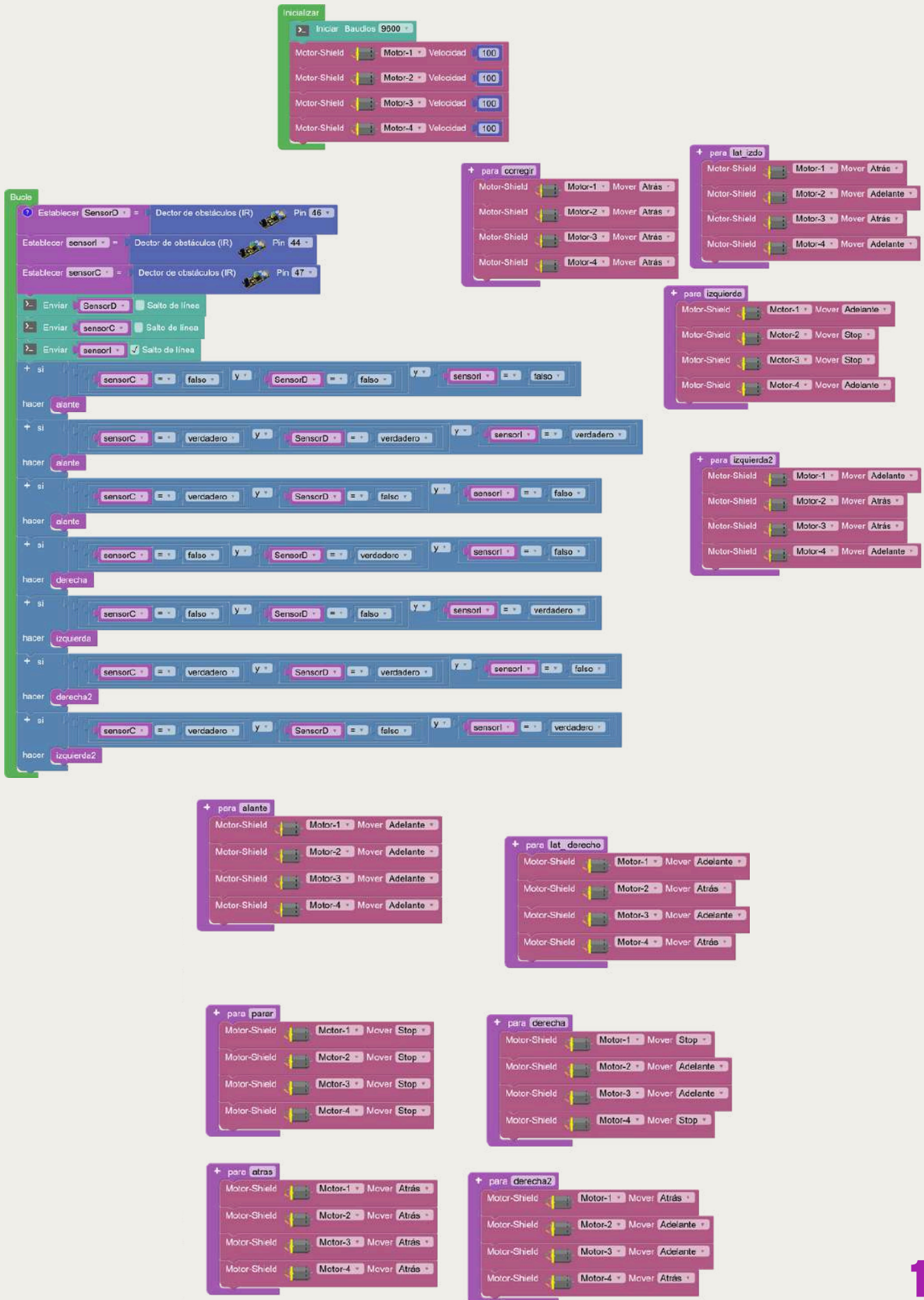


**RACK con 3
sensores TCRT500**

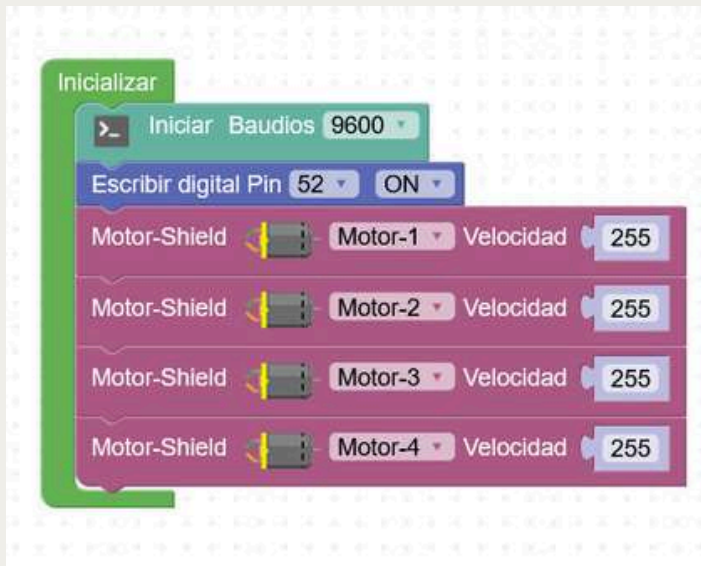
4.

Programación

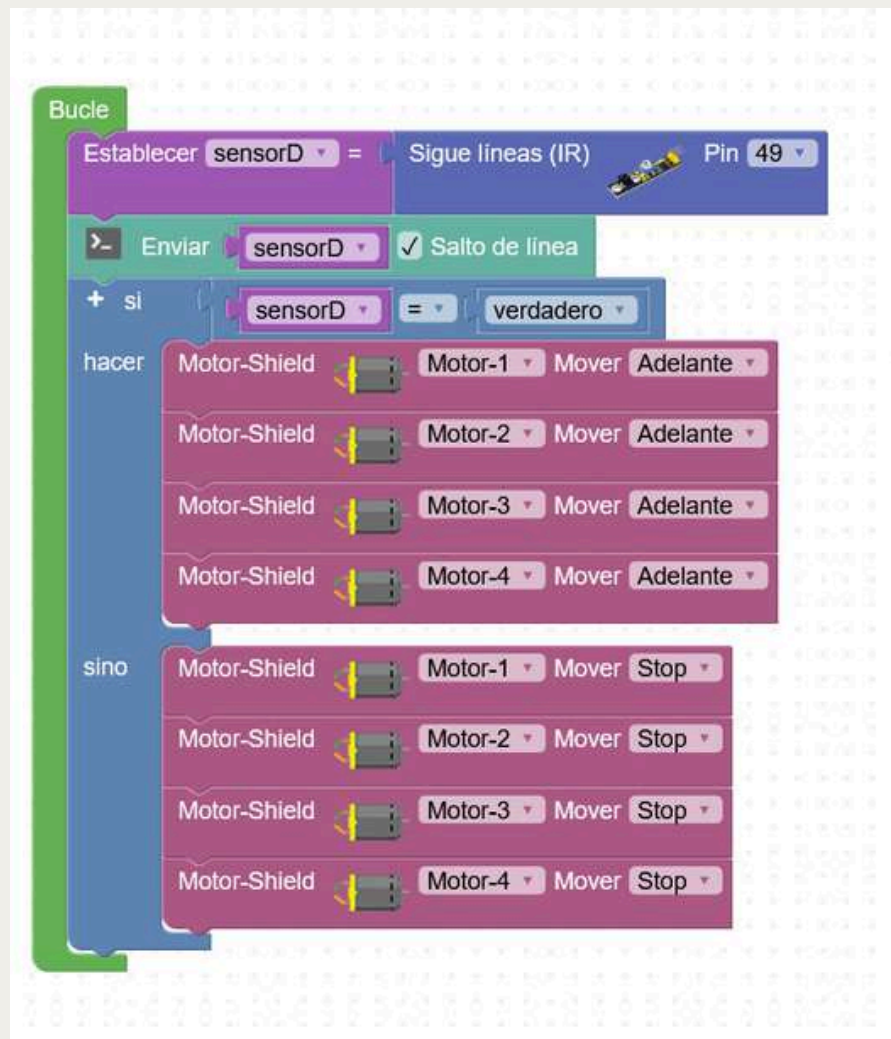
prácticas.



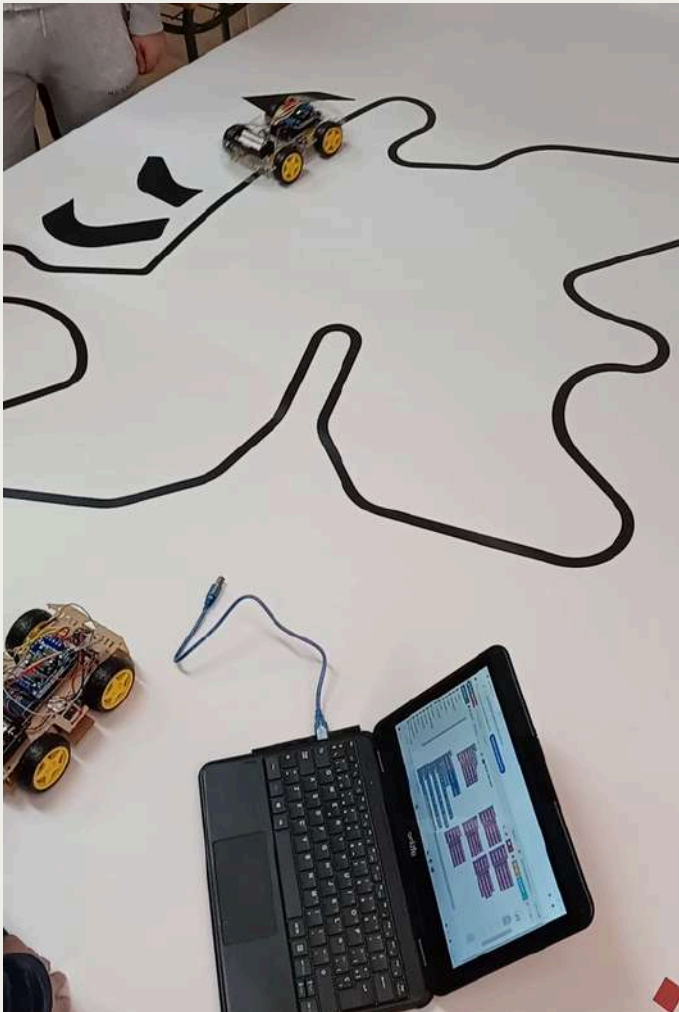
prácticas.



Infrarrojos



prácticas.



Tarea 4.

SUMO:

Hemos programado los sensores de tal forma que si detectan la línea negra giren un poco para así evitar salirse. además hemos añadido sensores en la parte trasera del coche. Tras ciertos retoques en el programa, pues al inicio se daba la vuelta o cogía mucha velocidad.

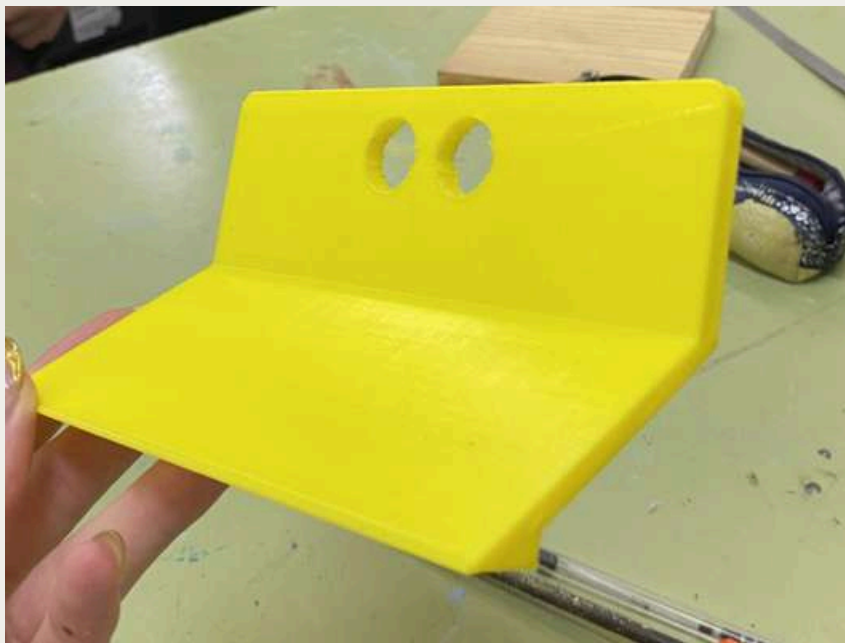
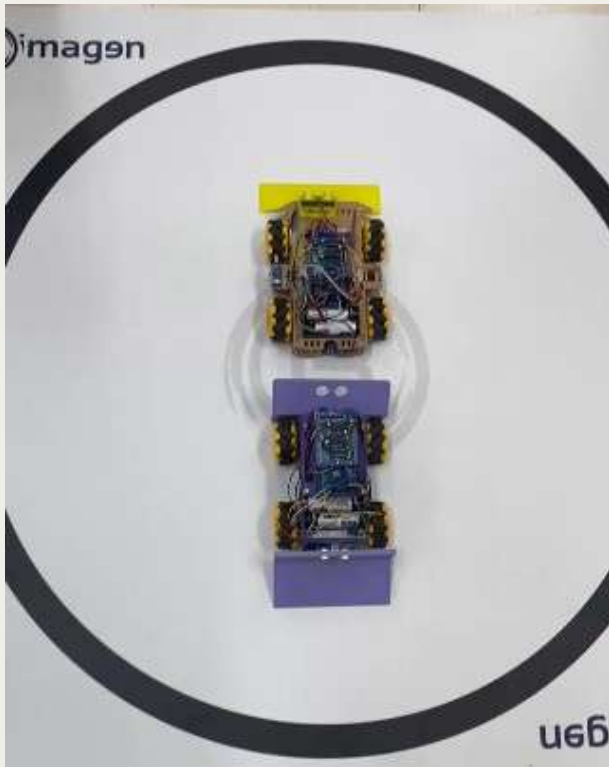
Además añadimos el ultrasonidos, programándolo para que cuando detecte algún objeto a menos de 30 centímetros aumente la velocidad al máximo y así empuje al contrincante.

Sensor de ultrasonidos

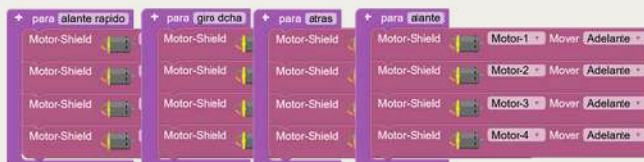
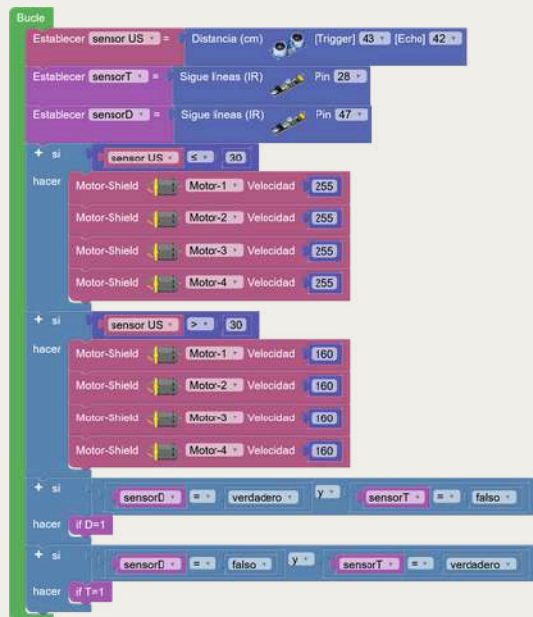


4. Programación

prácticas.



prácticas.



Sumo + sensor
de ultrasonidos

5.

presupuesto



Material	Unidad	Precio	Total
Tornilleria	1	3,99	3,99
Arduino Mega	1	38,13	38,13
Shiel control de motores L293d	1	4,71	4,71
Chasis coche con ruedas y motores	1	7,99	7,99
Ruedas mecanun wheels (4 UD)	1	9,99	9,99
Sensor de IR	4	1,11	4,44
Sensor de inclinación	1	0,97	0,97
Sensor ultrasonidos	1	1,21	1,21
Cables conexiones (100 Ud)	1	1,44	1,44
baterias 18650	2	13,99	27,98
cargador de baterias doble	1	4,99	4,99
Plástico, para impresión 3D	1	15,99	15,99
RACK con 3 sensores TCRT500	1	1,79	1,79
Tornillos con separadores	1	11,98	11,98
Pintura	2	5,99	11,98
			147,58

En el listado anterior hemos puesto todos los componentes que hemos comprado para nuestro Robot. En el taller de Tecnología del centro había otros materiales consumibles (cable, estaño,, termofusible, cinta aislante...) que no hemos añadido puesto que el uso ha sido mínimo y no aporta una gran variación.

El coste total del robot es de 147.58€. Teniendo en cuenta los patrocinadores y trabajos realizados, para su venta, podemos decir que hemos financiado nuestro robot al 100% y tenemos un excedente para posibles compras si pasamos a la final del 10 de mayo.

5. modelo de financiación



Diseño y venta de llaveros

Para financiar nuestro proyecto hemos diseñado e impreso en 3D llaveros para el IES, los alumnos ayudantes del centro y para el programa Erasmus YES-U2. Podemos decir que nuestros llaveros han llegado a Bruselas, Italia, Noruega... donde han sido conocidos de nuestra participación Hemos obtenido más de 300€ a repartir entre los 3 equipos de 1ºBachillerato.



5. difusión y patrocinio

Presencia en redes sociales

Creamos la cuenta de **@nsmonn_robotics_pucela** en redes sociales para dar a conocer nuestro proyecto, aquí hemos ido compartiendo todo el proceso e incluso logramos conseguir patrocinadores por este medio.



Carteles

@asier.garmar, alumno del CFGS de Iluminación y Captación de imagen en nuestro centro, nos ha diseñado carteles gracias a los cuales hemos podido difundir nuestro trabajo en el centro.

Radio escolar

Hemos realizado una intervención en el programa de radio de Navidad del centro, dando a conocer nuestra participación en el ASTI ROBOTIC.

EL 10 de marzo colaboraremos en un especial "Mujeres relevantes" en el que hablaremos de Verónica Pascual Boe, fundadora de ASTI.



5. difusión y patrocinio

NSMONN ROBOTICS

¿QUIENES SOMOS?

¡Hola! Somos María, Sandra e Irene, tres alumnas de la clase de Tecnología e Ingeniería de 1º bachillerato del IES Vega del Prado de Valladolid.



¿QUIERES AYUDARNOS?

Necesitamos **PATROCINADORES** que nos puedan proporcionar filamento 3D, herramientas y materiales, dinero para camisetas y cajas,...



A cambio llevaremos tu nombre en nuestras camisetas, pondremos carteles de tu empresa y te mencionaremos en redes sociales cada vez que publiquemos. ¿Nos ayudas?



¿QUÉ HACEMOS?

Estamos creando un robot móvil, el cual pretendemos presentar a ASTI robotics, una competición de robótica a nivel nacional en la que competirán alumnos de la ESO, bachillerato y de FP.



contacta con nosotras en

nsmonnrobotics.puce@gmail.com
47005697@educa.jcyl.es (con el IES)

y sigue nuestro proceso en nuestras redes
[@nsmonn_robotics_pucela](https://www.instagram.com/nsmonn_robotics_pucela)



[@nsmonn_robotics](https://www.instagram.com/nsmonn_robotics)





ASTI
TALENT & TECH
FOUNDATION

Tríptico para la búsqueda de patrocinadores

Nuestra primera tarea para buscar patrocinadores fue crear un tríptico informativo, que repartimos en varios locales y publicitamos en redes. Así logramos estos patrocinadores:

- Patrocinio Particular (30€)
- Patrocinio Bentabol y Rodrigo, Arquitectos (100€)
- Ibimagen (Camisetas y tapetes)

estudio **Bentabol + Rodrigo** urbanismo & arquitectura



conclusión

Nuestra participación en el desafío de robótica ASTI Challenge está siendo una experiencia increíble, que nos ha permitido **aprender** y crecer en diversas áreas.

Como equipo nos enfrentamos a un desafío complejo que abarca desde la construcción de estructuras hasta la **programación** de nuestro robot. Cada una de nosotras ha desempeñado un papel fundamental, trabajando juntas en el diseño, la electrónica y la programación para lograr el mejor rendimiento posible.

En cuanto a estructuras, aprendimos la importancia de la estabilidad y la optimización de los materiales para crear un **robot** robusto y eficiente. Nos enfrentamos a retos que nos obligaron a ser creativas y a probar diferentes diseños hasta encontrar el que mejor se adaptara a las necesidades del torneo.

En electrónica, profundizamos en el manejo de circuitos, **sensores** y motores. Es fascinante ver cómo pequeños **ajustes** en los componentes pueden cambiar completamente el comportamiento del robot, y aprendimos a resolver problemas de conexión y funcionamiento en tiempo real.

La programación está siendo una de las **tareas** que más nos cuesta. Hemos escrito y ajustado **códigos** para que el robot pudiera ejecutar movimientos precisos y tomar decisiones autónomas en función de los datos de los sensores. Aprendimos sobre lógica, algoritmos y depuración, y cómo cada línea de código tiene un **impacto** directo en el rendimiento del robot.

En cuanto al diseño, entendimos cómo la estética y la **funcionalidad** deben ir de la mano. Cada decisión sobre el diseño no solo afectaba la apariencia, sino también el rendimiento del robot, lo que nos hizo valorar aún más la importancia de una planificación meticulosa.

Este desafío está siendo una gran oportunidad para desarrollar nuestras habilidades técnicas y también para reflexionar sobre la **importancia** de las actividades STEM en la formación de jóvenes como nosotras. La figura de Verónica Pascual Boé ha sido una inspiración. Su trabajo promoviendo las actividades STEM para mujeres nos motivó a seguir adelante y a darnos cuenta de que la tecnología es un campo que nos pertenece y que podemos conquistar con **esfuerzo** y dedicación.

Encontrarás un último mensaje uniendo todas las mayúsculas resaltadas. ¡Esperamos poder vernos el 10 de mayo!



**MARÍA FRAILE, IRENE GONZÁLEZ Y
SANDRA RABANAL**

1º Bachillerato-Tecnología e Ingeniería

HIDRÓGENO VERDE



Contenido

1.	INTRODUCCIÓN	2
2.	¿QUÉ ES EL HIDRÓGENO VERDE?	4
3.	VENTAJAS DEL HIDRÓGENO VERDE	6
4.	DESAFIOS DEL HIDRÓGENO VERDE.....	8
5.	APLICACIONES DEL HIDRÓGENO VERDE.....	10
6.	TRANSPORTE DEL HIDRÓGENO VERDE	14
7.	IMPACTO AMBIENTAL Y ECONÓMICO DEL HIDRÓGENO VERDE.....	16
8.	INNOVACIONES TECNOLÓGICAS.....	18
9.	CONCLUSIONES.....	20
10.	ANEXOS.....	20

1. INTRODUCCIÓN

1.1. CONTEXTO ENERGÉTICO GLOBAL Y NECESIDAD DE ALTERNATIVAS:

La demanda energética está aumentando a nivel mundial, pues la energía es necesaria para cubrir la gran mayoría de nuestras necesidades. Al tiempo que esta demanda aumenta los recursos energéticos como el petróleo, el gas natural, el carbón, etc., van disminuyendo. Por ello son necesarios nuevos métodos para el uso de las energías renovables que nos permitan satisfacer al completo nuestras necesidades y que además su precio y transporte sean asequibles.

Cuando empezamos a investigar sobre el Hidrógeno Verde leímos noticias cómo:



Fuente 3: El Español

La macroplanta de hidrógeno de Arroyo reducirá 6.000 toneladas de CO2 al año

El proyecto, en plazo de información pública de impacto ambiental, se ubicará en el polígono industrial de La Encomienda de la localidad vallisoletana / Ocupará 11.090 metros cuadrados y contará con un hidroducto de casi tres kilómetros, tras una inversión de 25 millones

Fuente 2-El Norte de Castilla

En marcha H2-Valladolid, el primer proyecto de hidrógeno de RIC Energy en España

La instalación dispondrá de una capacidad de producción máxima anual de 1.500 toneladas de hidrógeno.

Por: Javier López de Quintana - 2017/12/2018 - H2-HIDRÓGENO



Fuente 1-Energy News

A través de la profesora de Tecnología e Ingeniería conseguimos contactar con la empresa RIC Energy, que va a implantar una macroplanta de Hidrógeno Verde en una localidad limítrofe a Valladolid y Zaratán, localidades donde vivimos.

En todo momento nos mostraron su apoyo y el 19 de diciembre, dos de sus ingenieros, acudieron a nuestro instituto para darnos una charla sobre este gran proyecto.



Fotografía 1-RIC Energy en IES Vega del Prado

1.2. IMPORTANCIA DEL HIDRÓGENO VERDE EN LA INDUSTRIA ENERGÉTICA:

Una de estas energías renovables es el hidrógeno verde, que cada vez tiene mayor importancia en esta transición energética, pues apuesta por abandonar los combustibles fósiles y usar en mayor medida este nuevo tipo de energías limpias. Además, el hidrógeno verde se está convirtiendo en una fuente de energía clave en España, y parte de su relevancia se debe a que ayuda a descarbonizar los sectores industriales y a reducir sus emisiones.

Uno de los movimientos actuales con motivo de mejorar el funcionamiento de nuestro planeta, tanto de forma social como ecológica, económica, etc; son los ODS. Los ODS son unos Objetivos de Desarrollo Sostenible aprobados por las Naciones Unidas en 2015 y que tienen como fecha para completarlos el 2030. El hidrógeno verde puede estar relacionado con alguno de estos objetivos, como por ejemplo con el objetivo número 7 (energía asequible y no contaminante) o con el número 11 (ciudades y comunidades sostenibles).



2. ¿QUÉ ES EL HIDRÓGENO VERDE?

El hidrógeno verde es un **vector energético** usado para **descarbonizar** industrias de forma **sostenible**, o, en otras palabras, una fuente de energía limpia que no deja residuos en el aire y solo emite vapor de agua, capaz de sustituir a los combustibles fósiles. Esta es la definición, pero ¿qué opinan del Hidrógeno verde grandes personajes?

El hidrógeno verde...

		"...tiene el potencial de convertirse en el nuevo petróleo del siglo XXI , proporcionando una fuente de energía limpia y renovable que puede transformar el sistema energético global."
	Fatih Birol, Director ejecutivo de la Agencia Internacional de Energía (AIE)	
		"...permitirá descarbonizar industrias que son difíciles de electrificar y proporcionará una solución limpia y segura para nuestro futuro energético."
	Ursula von der Leyen, Presidenta de la Comisión Europea	
		"...es el combustible del futuro . (Tras la solar) hay que hacer lo mismo ahora y demostrar que es una industria eficiente y con futuro. Lo único que hace falta es que haya suficiente para que su precio baje y sea accesible "
	Bertrand Piccard Explorador y medioambientalista suizo, promotor pionero en el uso de tecnologías limpias.	
		"Necesitamos convertir la energía del sol en combustibles líquidos basados en hidrógeno "
	Beatriz Roldán Cuenya, Física Directora Instituto Fritz Haber Berlín (Sociedad Max Planck), 2024 Member German National Academy of Sciences	
		"...es una pieza crucial del rompecabezas para alcanzar emisiones netas cero."
	Bill Gates, cofundador de Microsoft y filántropo	
		"...no solo ofrece una solución a la crisis climática, sino también una oportunidad económica significativa para las empresas y las economías globales, impulsando la innovación y la creación de empleo en sectores clave."
	Anne Finucane, Vicepresidenta de Bank of America	

Fuente 4-RIC Energy

Se obtiene a partir del agua mediante un proceso llamado **electrólisis**, y además es almacenable y transportable.



Ilustración-Fuente: Iberdrola

Diferencias entre hidrógeno verde, azul, y gris.

- El **hidrógeno verde** es obtenido directamente del **H₂O**, y extraído usando **electricidad no contaminante**, por lo que no se produce dióxido de carbono que pueda ser perjudicial. Esto es lo que diferencia básicamente al hidrógeno verde de otros como el azul o el gris.
- El **hidrógeno gris** se produce a partir de **combustibles fósiles** y conlleva importantes emisiones de **CO₂**, aunque este es el más consumido, sobre todo en las industrias relacionadas con la refinería.
- Por otro lado, tenemos el **hidrógeno azul** que se extrae también de **combustibles fósiles**, pero este cuenta con tecnologías de captura y almacenamiento de carbono, lo que lo hace **menos contaminante** que el gris. Sin embargo, este hidrógeno no elimina estas emisiones, solo las reduce.

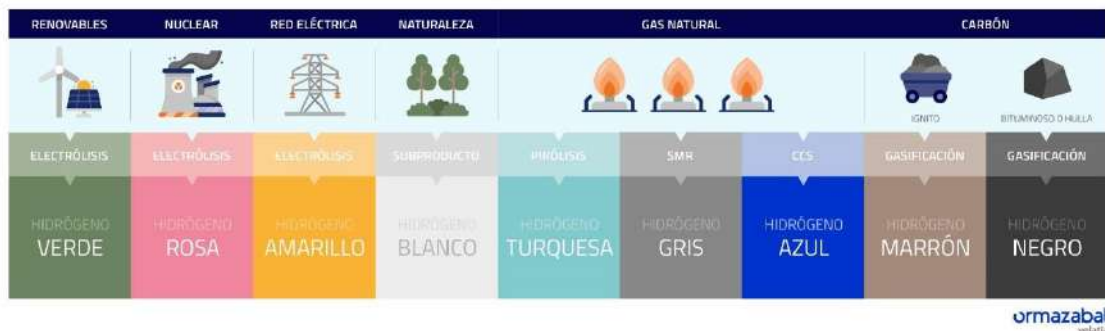
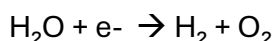


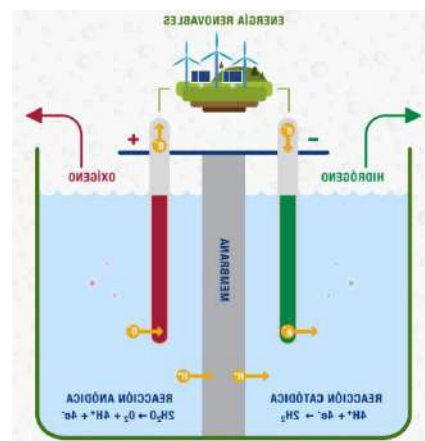
Ilustración-Fuente: Ormazabal

Procesos de producción: electrólisis alimentada por energías renovables.

El hidrógeno verde se produce principalmente mediante **electrólisis**, un proceso en el que se conecta la **corriente eléctrica** continua mediante electrodos del agua y el H₂O se descompone en **H₂** y **O₂**.



Para que este proceso sea completamente limpio y renovable, la energía que se utiliza debe de serlo también, ya sea, por ejemplo, eólica o solar.



A continuación mostramos una imagen, en la que se puede ver el proceso de producción de Hidrógeno Verde y los distintos usos que se le puede dar.

Tipología de proyecto de H2

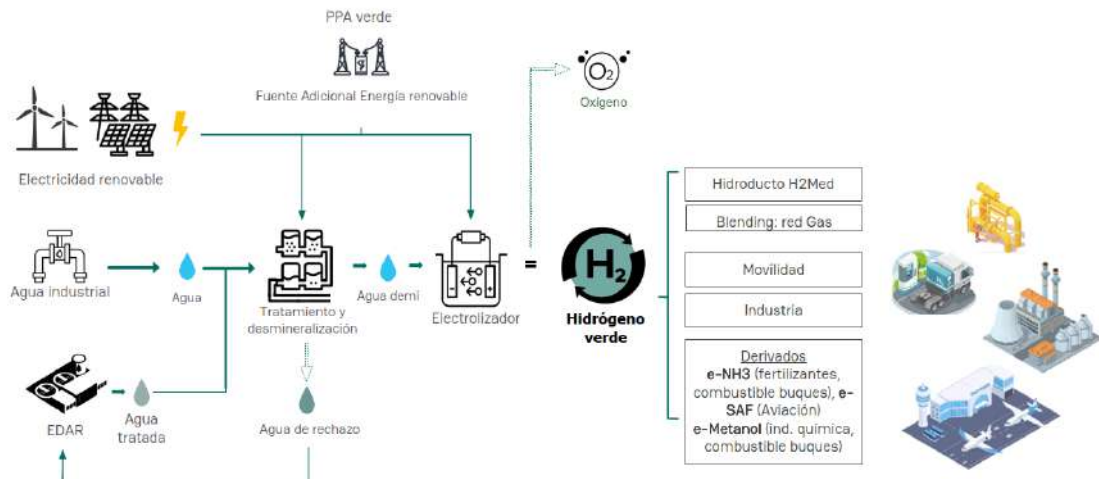


Ilustración-Fuente: Ric Energy

3. VENTAJAS DEL HIDRÓGENO VERDE

3.1. Cero emisiones de carbono

El hidrógeno verde es una de las alternativas más prometedoras en la lucha contra el cambio climático debido a su capacidad de producir energía sin emitir gases de efecto invernadero. Se obtiene mediante electrólisis del agua utilizando energías renovables como la solar o la eólica. Este proceso divide las moléculas de agua en hidrógeno y oxígeno sin recurrir a combustibles fósiles, eliminando así la producción de dióxido de carbono (CO_2). Por ejemplo, si comparamos el hidrógeno verde con el hidrógeno gris (que se produce utilizando gas natural), por cada tonelada de hidrógeno producido, el proceso verde evita la emisión de hasta 10 toneladas de CO_2 . Esto lo convierte en una herramienta clave para países que buscan cumplir con los objetivos de neutralidad climática establecidos en el Acuerdo de París.

Además, el uso de hidrógeno verde no solo reduce las emisiones en su producción, sino también en su consumo, ya que, al quemarse, solo libera vapor de agua, contribuyendo a una mejora significativa en la calidad del aire de las ciudades.

3.2. Almacenamiento y transporte de energía

El hidrógeno verde tiene un gran potencial como sistema de almacenamiento de energía. A diferencia de las baterías eléctricas, que pierden efectividad con el tiempo y dependen de minerales como el litio, el hidrógeno se puede almacenar en grandes cantidades durante meses sin pérdida de capacidad. Esto lo hace especialmente útil para garantizar el suministro energético durante los periodos en

los que las fuentes renovables, como la solar y la eólica, no producen suficiente electricidad.

Por ejemplo, en Alemania, se están desarrollando proyectos que integran el almacenamiento de hidrógeno verde en redes energéticas nacionales, permitiendo mantener la estabilidad del suministro eléctrico incluso en los meses de invierno, cuando la generación solar disminuye.

En cuanto a su transporte, el hidrógeno puede comprimirse en gas o licuarse a temperaturas extremadamente bajas, lo que facilita su envío a largas distancias. Países como España, con gran capacidad para generar energía renovable, podrían convertirse en exportadores de hidrógeno verde a otras regiones con menos recursos energéticos.

3.3. Aplicaciones en sectores difíciles de descarbonizar

El hidrógeno verde es especialmente importante en sectores que son difíciles de electrificar debido a sus altas demandas energéticas o a la necesidad de generar calor extremo.

- **Industria pesada:** Sectores como el acero y el cemento, que utilizan combustibles fósiles en sus procesos, pueden usar hidrógeno verde como fuente de energía y materia prima. Un ejemplo es el proyecto HYBRIT en Suecia, que está desarrollando acero libre de fósiles mediante la sustitución del carbón por hidrógeno verde.
- **Transporte de larga distancia:** Vehículos pesados, como camiones, barcos y aviones, pueden beneficiarse del hidrógeno gracias a su alta densidad energética. Un caso destacado es el de la empresa japonesa Kawasaki Heavy Industries, que está trabajando en barcos propulsados por hidrógeno líquido para transporte internacional.

4. DESAFIOS DEL HIDRÓGENO VERDE.

4.1. ALTO COSTE EN LA PRODUCCIÓN DEL HIDRÓGENO VERDE:

El alto coste de la producción del hidrógeno verde se debe a varios factores:

- Para producirlo se necesita una tecnología llamada electrólisis del agua. Esta tecnología utiliza la electricidad para separar el hidrógeno del oxígeno. Es un proceso costoso debido al alto precio de los electrolizadores, ya que son costosos de fabricar y mantener.
- El hidrógeno verde utiliza diversas fuentes de energía renovable para su producción. El costo de estas energías puede variar dependiendo de la ubicación y disponibilidad, la cual suele ser limitada, pero generalmente es alto.

4.2. INFRAESTRUCTURA LIMITADA:

Al ser una energía relativamente nueva no cuenta con una gran cantidad de plantas de producción, por lo que la construcción de estas infraestructuras son un gasto adicional a su producción.

- Existen plantas pequeñas de hidrógeno verde en funcionamiento, pero la infraestructura para la producción masiva de hidrógeno verde no está completamente desarrollada. Esto implica la construcción de plantas de electrólisis y la necesidad de una infraestructura eléctrica renovable (paneles solares, parques eólicos, etc.) para alimentar las instalaciones de manera continua. España, se prevé, que será una gran exportadora de Hidrógeno Verde a la unión Europea, por ello, se apuesta por la construcción de hidreoductos. Aquí dejamos algunas de las noticias que hemos encontrado al respecto.

Pedro Sánchez destaca la apuesta de España por el Hidrógeno Renovable: "Nos lo jugamos todo al verde"

29.01.2025



Fuente 6-Gobierno de España

Firman el acuerdo para exportar hidrógeno verde desde España a Países Bajos y Alemania

El Puerto de Bilbao, el de Ámsterdam y Duisport han firmado un MoU para explorar el desarrollo de un corredor intraeuropeo para el hidrógeno renovable que conecte de extremo a extremo España, Países Bajos y Alemania.

NOVIEMBRE 17, 2023 **PILAR SÁNCHEZ MOLINA**

Fuente 5-pv-magacine

España y el hidrógeno verde: de la hoja de ruta nacional a la integración internacional

Según un informe publicado por Springer, la construcción de nuevas infraestructuras es crucial, especialmente para integrar a la Península Ibérica en el mercado energético de la UE.

Fuente 7-El periódico de la energía

·RIC Energy nos facilitó información acerca del proyecto de construcción de esos hidroductos, que recorrerán España de Norte a Sur.



Fuente 8-Ric Energy

Además, su almacenamiento puede ser un reto, pues es un gas con una densidad muy baja y que para almacenar grandes cantidades de forma eficiente se necesita una infraestructura especializada, como un almacenamiento en forma líquida a temperatura extremadamente baja o tanques de alta presión. El costo de toda esta infraestructura es elevado, sumando que su desarrollo de momento es experimental o en pequeña escala.

· Otra dificultad son las estaciones de recarga, pues si la intención del hidrógeno verde es utilizarse de forma amplia en el sector del transporte estas estaciones serán necesarias para el repostaje de los vehículos.





4.3. COMPETITIVIDAD FRENTE A OTRAS ENERGÍAS RENOVABLES:

- Una de sus competencias es el hidrógeno gris, producido a partir del gas natural. Esta fuente de energía es considerablemente más barata debido a los bajos precios del gas natural y a su infraestructura ya establecida. Una ventaja del hidrógeno verde frente al hidrógeno gris es su impacto ambiental, ya que este último produce grandes emisiones de CO₂ durante su producción.
- El hidrógeno azul es una variante del hidrógeno gris con captura de carbono a la cual también se enfrenta el hidrógeno verde. Este es más caro que el gris, pero sigue siendo más barato que el verde. Además, puede reducir considerablemente sus emisiones de CO₂, aunque no es completamente libre de ellas.
- La energías solar y eólica son otra gran competencia para el hidrógeno verde, debido a que han reducido sus costos de producción notablemente, aunque cuentan con un punto en contra: tienen una limitación en cuanto a su almacenamiento y flexibilidad.

5. APLICACIONES DEL HIDRÓGENO VERDE.

El hidrógeno verde está siendo muy importante en distintas industrias como la petroquímica, la química, la siderúrgica...Pero definitivamente, en el sector del transporte este combustible será clave, tanto en transporte público y pesado como en la aviación y el transporte marítimo.

Vehículos de hidrógeno.

Los vehículos eléctricos, en la actualidad representan una revolución en el sector de las energías renovables, también lo hacen los que tienen **celdas de**

combustible de hidrógeno y emplean un combustible con una **huella de dióxido de carbono nula**.

En estos vehículos, el tubo de escape solo produce **vapor de agua**, **no** generan **emisiones** y pueden ser una gran alternativa para una movilidad mucho más sostenible y un transporte descarbonizado. Tienen una combustión interna de hidrógeno, y son propulsados por motores alternativos.

Usan una **pila de combustible**, que es un dispositivo electroquímico que aprovecha la reacción entre el hidrógeno y el oxígeno. El oxígeno de la atmósfera entra en la pila, reacciona con el hidrógeno y se obtiene agua, calor y electricidad.

La primera marca en implantarlo fue **Toyota**, en la actualidad marcas como Hyundai y Marco Polo también lo están usando.



Ilustración-Fuente: Centro Nacional del hidrógeno

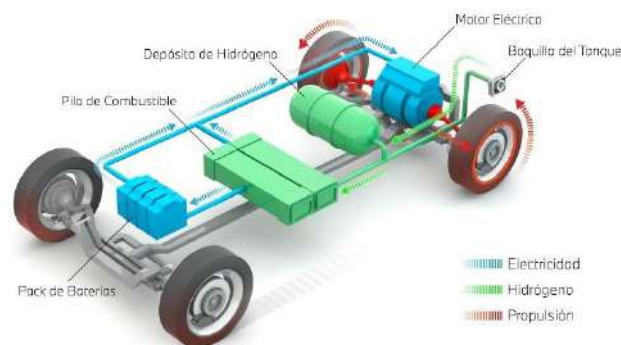


Ilustración-Fuente: BMW

Trenes y aviones impulsados por hidrógeno.

Sectores como la aviación y el transporte ferroviario son **difíciles** de **descarbonizar**, por lo que encontrarán en el hidrógeno verde su solución

sostenible. Aunque **sustituir** los **combustibles** que se usan hoy en día por hidrógeno **no será fácil**.

En la aviación sería imposible usar **baterías** eléctricas, ya que son demasiado **pesadas**. Por eso empresas como **Airbus** llevan un tiempo explorando las posibilidades de usar aviones impulsados por **hidrógeno verde**.

El objetivo sería combinar **pilas de hidrógeno ultraligeras** con **tanques** que ofrezcan la misma **eficiencia** en relación con el peso; por cada kilo de hidrógeno harían falta unos diez de material de almacenaje. Por ello se busca desarrollar estos **tanques** hechos de **grafito ultraligero**.



Ilustración-Fuente: National Geographic España

Para descarbonizar el **transporte ferroviario** también se usarían métodos similares, como un sistema de **propulsión** por **pila de combustible** de hidrógeno y **baterías**.

Uno de los proyectos más importantes es **“Hympulso”**, desarrollado por la empresa **Talgo** junto a empresas españolas como Repsol, Sener, Optimus3D, Universidad Pontificia Comillas, Tecnolia...

El sistema de propulsión mediante hidrógeno verde ha sido sustituido en uno de sus trenes Talgo 250 de larga distancia.



Ilustración-Fuente: El Español

Industria

La industria es uno de los sectores que más puede beneficiarse del hidrógeno verde, ya que actualmente es responsable de aproximadamente un tercio de las emisiones globales de CO₂. A continuación, se explican algunas aplicaciones clave:

- **Producción de amoníaco y fertilizantes:** Actualmente, el 50% del hidrógeno producido a nivel mundial se destina a la fabricación de amoníaco, un componente esencial de los fertilizantes. Al utilizar hidrógeno verde en lugar de gris, es posible reducir drásticamente las emisiones asociadas con este proceso. Por ejemplo, la empresa española Fertiberia ha iniciado un proyecto en colaboración con Iberdrola para fabricar amoníaco utilizando hidrógeno verde.
- **Generación de calor en procesos industriales:** Industrias como la del cemento o el vidrio requieren temperaturas superiores a los 1.500 grados Celsius, algo que es difícil de lograr con electricidad. El hidrógeno verde puede sustituir al gas natural en estos casos, reduciendo las emisiones sin comprometer la eficiencia del proceso.
- **Refinación de petróleo:** Aunque se espera que la dependencia del petróleo disminuya con el tiempo, mientras esto ocurre, el hidrógeno verde puede utilizarse en la refinación para reducir la huella de carbono del sector.

En España, el Plan Nacional de Hidrógeno incluye inversiones en proyectos piloto que demuestran cómo el hidrógeno verde puede integrarse en estos procesos industriales, creando además empleo en regiones con alto potencial renovable, como Castilla y León.

6. TRANSPORTE DEL HIDRÓGENO VERDE

- El transporte por tuberías. Este es uno de los métodos más eficientes para transportar el hidrógeno verde a cortas distancias, pues permiten un transporte constante y continuo, aunque también tiene sus desafíos. La infraestructura de tuberías es limitada, ya que necesitan ser diseñadas especialmente o adaptar las redes de gas natural.



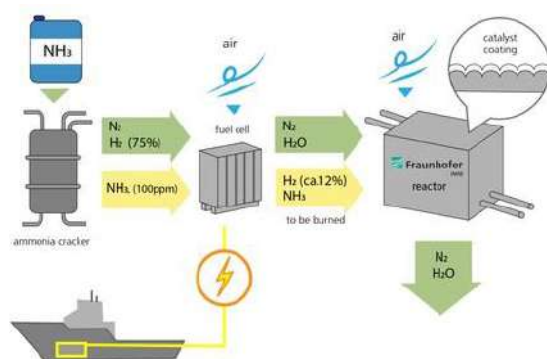
- El transporte por camiones cisterna. Estos camiones cisterna deben estar a una alta presión, y es una buena opción para trayectos en los que no existen tuberías, pues permite su entrega a diversos puntos. UN problema de este método es el alto coste que tiene debido a la necesidad de compresión del hidrógeno. Además, la capacidad de estos camiones es limitada, comparándola con la de las tuberías, lo que puede hacer que su coste a distancias largas sea mayor.



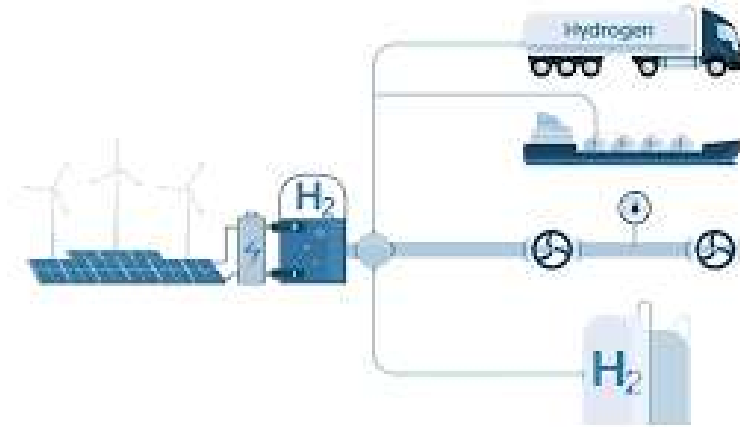
- Transporte por barcos. Este método es el usado para el hidrogeno verde líquido. Es un transporte para largas distancias por lo que ha empezado a explorar el concepto de “hidrógeno verde global”. Aunque es una buena opción, ya que se pueden transportar grandes cantidades de hidrógeno con tan solo licuarlo a temperaturas extremadamente bajas, es precisamente esto lo que le hace un proceso costoso. Además, en el transporte en estado líquido es necesario un aislamiento y equipos especializados para mantener bajas las temperaturas.



• Transporte por amoníaco. El amoníaco está en proceso de investigación como portador de hidrógeno, ya que es más fácil de almacenar y transportar. El hidrógeno puede ser extraído posteriormente del amoníaco por un proceso de descomposición, haciendo que sea más sencillo moverlo a largas distancias. El desafío de este método es el proceso de conversión de hidrógeno en amoníaco y su posterior vuelta a hidrógeno, pues es necesaria una infraestructura y tecnologías adicionales. Además, el amoníaco es corrosivo y tóxico, por lo que su manejo puede tener ciertos riesgos.



• Y por último el transporte de hidrógeno en estado sólido. Se están investigando el uso de metales y aleaciones especiales que puedan almacenar el hidrógeno de forma sólida. Este método de transporte sería más eficiente en cuanto a términos de almacenamiento, además de ser más seguro. Sus desafíos son los costos que conlleva su investigación y desarrollo.



7. IMPACTO AMBIENTAL Y ECONÓMICO DEL HIDRÓGENO VERDE.

Como ya hemos mencionado una de las funciones principales del hidrógeno verde es la de **descarbonizar**, y por lo tanto **reducir la huella de carbono**, ya que mediante este combustible no habría ninguna emisión de este elemento.

Uno de los principales riesgos ambientales asociados al hidrógeno verde es la posible **escasez de agua**. La producción de H_2 requiere una cantidad significativa de agua y, en algunas zonas donde el agua escasea, este aumento de la demanda podría agravar la situación existente.

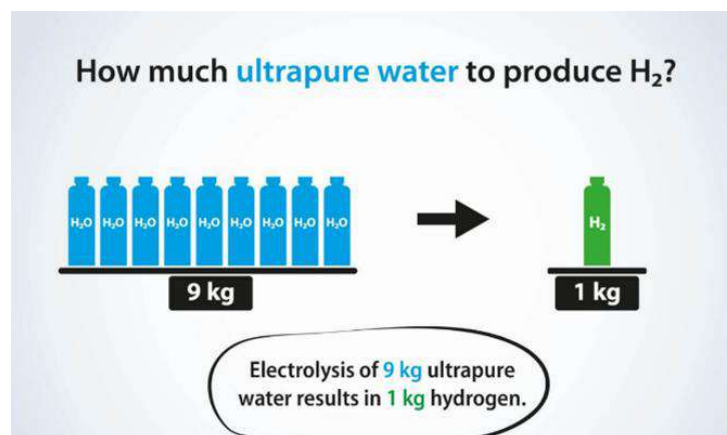


Ilustración-Fuente: AtlantHy

Potencial para la generación de empleo verde.

La transición energética generará una gran cantidad de **nuevos empleos**, principalmente por la necesidad de ir hacia fuentes de energías más limpias o renovables. Se estima que en los próximos seis años se crearán **30 millones** de empleos en sectores relacionados con la **transición energética**.

A su vez ya existe una gran demanda de formación especializada, tanto a nivel universitario como de formación profesional. Algunas de las **nuevas carreras** que han surgido en este campo son las siguientes:

- Máster en Hidrógeno y Pilas de Combustible.
- Grado en Ingeniería de la Energía.
- Grado en Ciencias Ambientales.
- Máster en Energías Renovables y Sostenibilidad Energética.

Comparación de costes a corto, medio y largo plazo.

- A **corto plazo**, los costos del **hidrógeno verde** están en el rango de **2,5-6 USD/kg H₂**. Esto significa que el hidrógeno verde es más caro que el gris o el azul, siendo los del **gris** de alrededor de **1 USD/kg H₂** para regiones con precios bajos de gas y carbón.
- El **precio** del hidrógeno verde se mantendrá **caro** durante **décadas**.
- Sin embargo, con una visión a **largo plazo**, la ampliación y las **innovaciones** podrían asegurar que los **costes** del hidrógeno producido a partir de fuentes renovables **no** fuesen **tan desorbitados** en relación con los producidos por combustibles fósiles.

Países tales como Uruguay, Nueva Zelanda, Mongolia o Australia entre otros, tienen la capacidad de instalación de **plantas** de producción de **energía solar y eólica simultáneas**, gracias a la disminución de los costos de la energía solar fotovoltaica y eólica, la construcción de **electrolizadores** junto con fuentes de energía renovable sería una opción de suministro de **hidrógeno de bajo costo**, incluso después de tener en cuenta los costes de transmisión y distribución de transportarlo desde estas naciones hasta los usuarios finales.

A medida que la transición global baja en carbono acelera, se espera que la **energía del hidrógeno verde** se **desarrolle rápidamente**. Según fuentes como las principales agencias internacionales de energía, la producción de energía de

hidrógeno alcanzará los **500-800 millones de toneladas anuales** para **2050**. Siendo en su mayoría energía limpia, de hidrógeno azul y verde. Se espera que la energía del hidrógeno aumente en tan solo un 0,1% actualmente respecto a la energía mundial en la actualidad, a más del **12 %** para la década de **2050**.

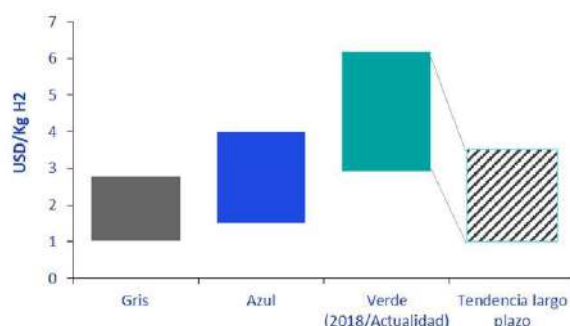


Ilustración-Fuente: KPMG

8. INNOVACIONES TECNOLÓGICAS

El desarrollo tecnológico es fundamental para que el hidrógeno verde se convierta en una opción competitiva. Actualmente, se están investigando y desarrollando nuevas tecnologías para hacer más eficiente y menos costosa su producción.

- **Electrólisis más eficiente:** Una de las principales barreras del hidrógeno verde es el costo de los electrolizadores, los dispositivos que dividen el agua en hidrógeno y oxígeno. Empresas como Siemens y Nel Hydrogen están trabajando en tecnologías de electrolizadores alcalinos y de membrana de intercambio de protones (PEM) que requieren menos materiales raros y son más eficientes.
- **Almacenamiento mejorado:** Científicos en todo el mundo están investigando formas de almacenar hidrógeno de manera más segura y eficiente, como el uso de materiales sólidos (hidruros metálicos) o el desarrollo de tanques más ligeros para transporte.

Además, en España, empresas como Cepsa están invirtiendo en proyectos de innovación que combinan plantas solares con electrolizadores de última generación, con el objetivo de producir hidrógeno verde de manera descentralizada.

8.1. POLÍTICAS Y REGULACIÓN NECESARIAS PARA SU DESARROLLO.

El crecimiento del hidrógeno verde depende en gran medida de las políticas públicas y de la regulación internacional. Algunos de los aspectos clave que deben abordarse incluyen:

- **Subsidios e incentivos fiscales:** Países como Alemania y Japón ya están proporcionando ayudas económicas a proyectos de hidrógeno verde. España, dentro del marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, ha destinado fondos para apoyar la instalación de electrolizadores y el desarrollo de infraestructuras.
- **Normativas de transporte:** Es necesario crear estándares internacionales que regulen cómo debe transportarse el hidrógeno, ya sea por tuberías, en barcos o en camiones. Esto incluye la certificación del origen renovable del hidrógeno.
- **Acuerdos internacionales:** Dado que muchos países con capacidad para producir hidrógeno verde planean exportarlo, es esencial establecer acuerdos que faciliten su comercio. Por ejemplo, Marruecos y España están colaborando para crear corredores de hidrógeno entre Europa y África.

Estas políticas no solo fomentarán la inversión, sino que también crearán un marco de seguridad jurídica para las empresas que desean desarrollar proyectos de hidrógeno verde.

8.2. PERSPECTIVAS PARA EL 2030 Y MÁS ALLÁ:

Las perspectivas del futuro del hidrógeno verde son muy prometedoras, aunque dependen de factores como los avances tecnológicos, una mayor inversión en infraestructuras y una mayor demanda.

Se espera que para el 2030 el hidrógeno verde haya sufrido una reducción de costos gracias a mejoras como la de la tecnología de la electrólisis y a una expansión de energías renovables. Además, se cuenta con la disminución de los costos de los electrolizadores a medida que aumente la capacidad de producción y la eficiencia de los sistemas. Teniendo en cuenta esta esperada tendencia de disminución, para más allá del 2030 el hidrógeno verde podría convertirse en una opción económicamente competitiva a nivel mundial.

También se espera que para el 2030 ya exista una infraestructura de transporte y almacenamiento más avanzada, con redes de tuberías especializadas, estaciones de recarga, ... Y siguiendo estos avances es posible que más adelante se logre una forma de transporte de hidrógeno verde a nivel mundial.

9. CONCLUSIONES

Por un lado, la **descarbonización** en distintos sectores como el transporte pesado o distintas industrias gracias a el hidrógeno verde **reduciría** significativamente las emisiones de **dióxido de carbono** y por lo tanto los **gases de efecto invernadero**.

Además, este combustible ofrece una **solución** para el **almacenamiento** de **energía** a gran escala gracias a su capacidad para almacenarse y transportarse a través de tuberías puede resolver algunos de los principales problemas relacionados con la **irregularidad** de las fuentes de **energía renovable**.

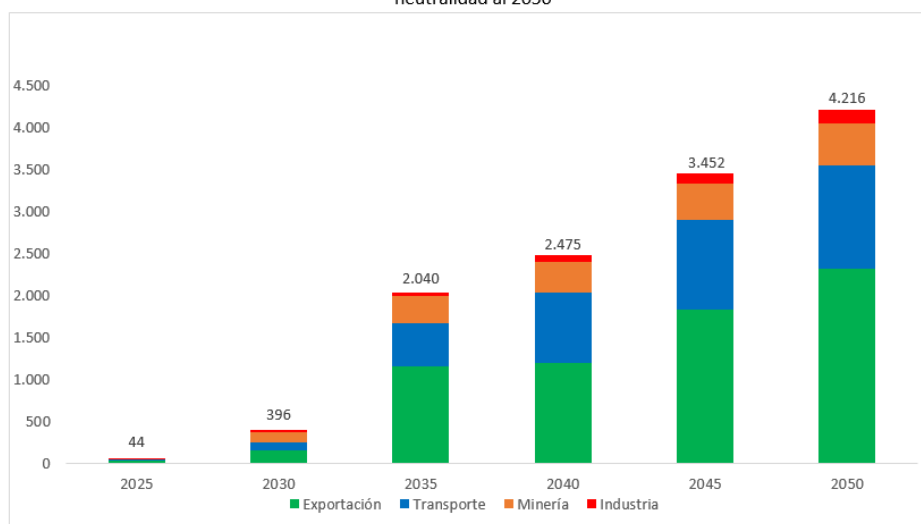
Otro punto muy importante y positivo es la **creación** de **empleos** y nuevas oportunidades económicas, el desarrollo de esta industria podría generar una gran cantidad de empleos.

Definitivamente el uso del **hidrógeno verde** tendrá un papel muy **importante** en el futuro de la **sostenibilidad**.

10. ANEXOS

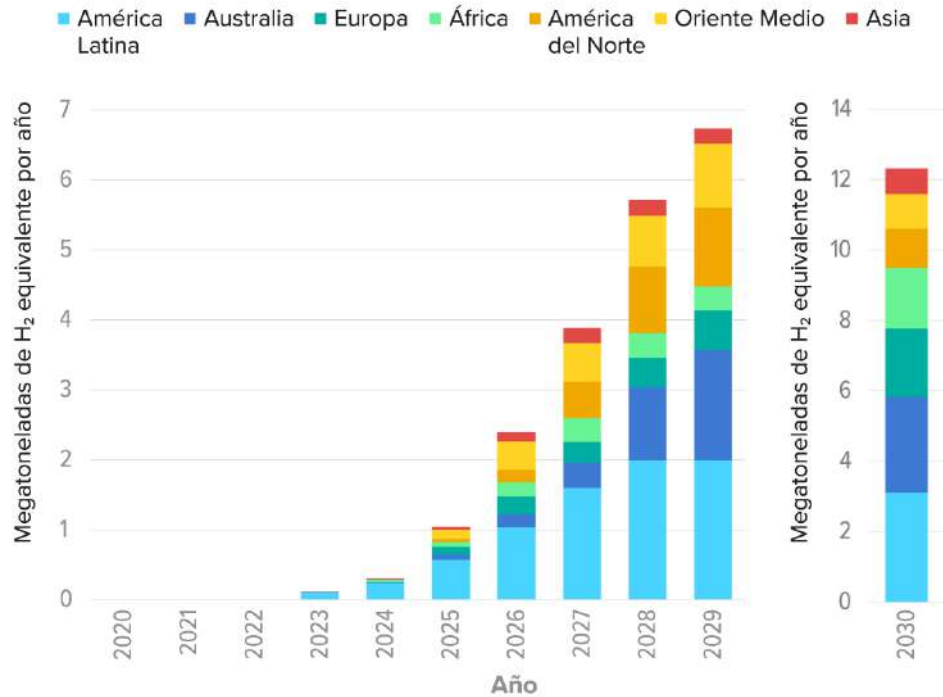
10.1 Gráficos y tablas de apoyo

Figura 1: Proyección de demanda por H2V (kTon H2), según destino, en escenario consistente con la carbono-neutralidad al 2050



Fuente: Elaboración propia en base a minuta: "Proyecciones de producción nacional y demanda de H2V", División de Planificación Estratégica y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Energía (2024).

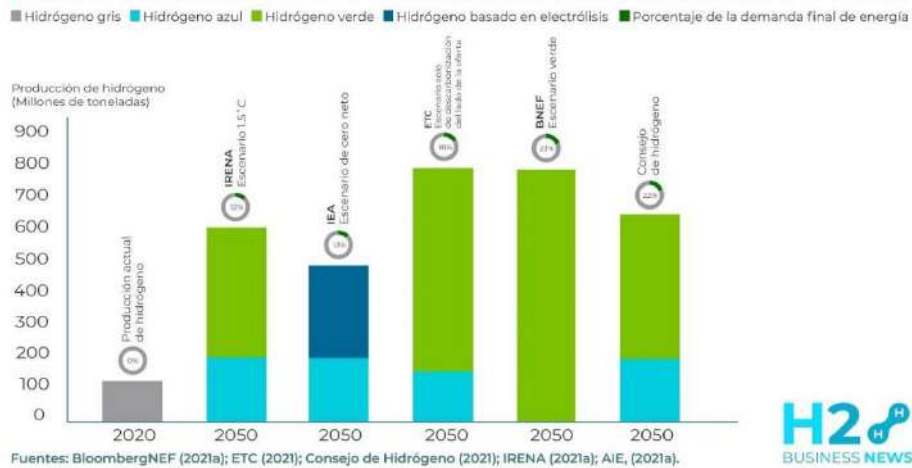
Exportaciones de hidrógeno previstas por región



FUENTE: ADAPTADO DE GLOBAL HYDROGEN REVIEW / IEA 2022

REVISTA KNOWABLE

ESTIMACIONES DE LA DEMANDA DE HIDRÓGENO 2050



H2^H
BUSINESS NEWS

10.2 Referencias y agradecimientos

Para hacer este trabajo hemos tomado referencias de la conferencia que vino a dar la empresa RIC Energy tanto a nuestra clase como a nuestros compañeros de 2º de bachillerato que cursan la asignatura de tecnología.

Esta charla fue muy útil para la realización de este trabajo, ya que hicieron una presentación que cubría aproximadamente los mismos puntos, y que nos sirvió como punto de partida para desarrollar este trabajo.

También cabe destacar que tuvimos la oportunidad de estudiar un ejemplo de central de hidrógeno verde que se construirá muy cerca de nosotros y que será una macroplanta escalable (lo que significa que en el futuro podría aumentar aún más su producción) que contendrá hidrogeneras, y conexiones a los gaseoductos y un cargadero de camiones como principales fuentes de distribución del hidrógeno, además de almacenamiento.



En este ejemplo es muy fácil ver como la construcción de plantas de hidrógeno beneficia a la población local ya que con esta planta se crean muchos puestos de trabajo que podrán ser aprovechados por los residentes de los alrededores.

Queremos dar las gracias a RIC Energy por proporcionarnos una ayuda fundamental en la base de este trabajo, y por hacernos entender mucho mejor cómo funcionarán en un futuro las redes de hidrogeno verde, y todos los beneficios que estas traen.

10.3 Bibliografía

[el papel del hidrogeno verde en la transición energética](#)

[los desafíos del hidrogeno verde](#)

[que es el hidrogeno verde y su importancia](#)

[¿qué es el hidrogeno verde?](#)

[hidrogeno verde: solución y desafío](#)

[todo lo que hay que saber del hidrogeno verde](#)

[Apoyo: chat GPT](#)

[Hidrógeno renovable \(verde\) - ¿Qué es y qué usos tiene? | Repsol](#)

[¿Qué es el hidrógeno verde?](#)

[¿Qué es el hidrógeno verde? | Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia Gobierno de España.](#)

[El precio del hidrógeno verde se mantendrá caro durante décadas](#)

[Hidrógeno Verde - KPMG Uruguay](#)

[Empleos del hidrógeno verde: profesionales que busca el sector](#)

[Aspectos clave para gestionar los riesgos ambientales y sociales del hidrógeno verde - Sostenibilidad](#)

[EL TREN DEMOSTRADOR DEL PROYECTO FCH2RAIL, PRIMER TREN DE HIDROGENO QUE CIRCULA EN PRUEBAS EN LA RED FERROVIARIA ESPAÑOLA - Adif](#)

[Talgo presenta el primer tren de alta velocidad del mundo con hidrógeno verde](#)

[Aviones de hidrógeno verde impulsados por una innovadora tecnología | I'MNOVATION](#)

[¿Qué es y cómo funciona un coche con hidrógeno?](#)