UNIÓN DE ASOCIACIONES DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES Y GRADUADOS EN LA INGENIERÍA DE LA RAMA INDUSTRIAL DE ESPAÑA

# UNIÓN DE ASOCIACIONES DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES Y GRADUADOS EN INGENIERÍA DE LA RAMA INDUSTRIAL DE ESPAÑA (UAITIE)

**“CONVOCATORIA 2025”**

**X PREMIO NACIONAL DE INICIACIÓN A LA INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA**

## Zapatilla HI-TECH multideportiva

AUTOR/ES:
MARC AYALA LÓPEZ,
SERGIO ORTUÑO GALVAÑ,
ALEJANDRO SZURDI GARCÍA

BLOQUE TEMÁTICO:
SEGURIDAD VÍAL
DISEÑO INDUSTRIAL

NIVEL EDUCATIVO:
1º BACHILLERATO

COORDINADOR:
JOAQUÍN AGULLÓ ROCA

MARZO 2025

# Resumen

El proyecto desarrollado es una zapatilla multideportiva de alta tecnología, que combina la función múltiple de poder practicar varios deportes con el mismo modelo de zapatilla, por medio de suelas técnicas específicas intercambiables, así como la integración de prestaciones de alta tecnología electrónica que aumenta la seguridad personal, y la prevención de accidentes con su uso.

Además, como valor añadido es un proyecto que cumple con los objetivos de la agenda 2030 de desarrollo sostenible ODS 3 (Salud y bienestar) y 9 (Industria, innovación e infraestructura), siendo un producto innovador en el sector del calzado con una propuesta pionera y novedosa.

Hoy en día la cultura del deporte está en auge, y la gente trata de practicarlo de manera autónoma. La práctica del deporte como es correr o caminar, puede provocar riesgos de accidentes, consecuencia de los lugares y superficies transitadas, así como la iluminación del momento en el que se practica el deporte. La gran mayoría de los accidentes de atropellos suelen suceder en lugares con poca visualización y por lo general en las horas y meses del año en los que menos luz solar hay. Además, gran parte de estos deportistas suelen sufrir de molestias y lesiones en los pies debido a un calzado inadecuado al deporte realizado, que normalmente va relacionado con la adecuación de la suela a la superficie de contacto.

El innovador proyecto desarrollado tiene como principal objetivo la prevención y protección física del deportista, de riesgos de lesiones deportivas, así como la prevención de accidentes externos que se puedan producir. Por un lado, evita el deslizamiento y falta de estabilidad que propone evitar lesiones en la práctica de deporte, optimizando la suela de la zapatilla al terreno, para tener un agarre óptimo. Y por otro lado mejora la prevención de riesgos de accidente, evitando los atropellos gracias a un sistema inteligente de señalización por medio de diodos LED de alta luminosidad, situado en los laterales del calzado, formando una baliza estándar de color rojo y verde, basado en el sistema de navegación y localización de luces de aeronaves y barcos. Como añadido tiene un dispositivo ahuyentador ultrasónico de animales peligrosos que evita los accidentes por ataque de perros u otros animales peligrosos.

# Palabras Clave

**Zapatilla inteligente**: Calzado moderno e innovador que contiene mejoras tecnológicas como sensores y diodos leds, y otras mecánicas y ergonómicas en diseño 3D.

**Seguridad vial**: Conjunto de acciones y elementos que garantizan el buen funcionamiento de la circulación de tránsito.

**Arduino**: Placa electrónica capaz de programar diferentes rutinas, sensores y leds mediante un software informático.

**Ergonomía**: Diseño de lugares de trabajo y herramientas enfocado en buscar la optimización y la comodidad de cualquier producto.

# Índice

**Resumen** ..... **2**
**Palabras Clave** ..... **3**
**Índice** ..... **4**
**1. Desarrollo** ..... **5**
1.1. Introducción ..... **5**
1.2. Objetivos ..... **7**
1.3. Metodología ..... **8**
1.3.1. Identificación de problema y justificación del proyecto ..... **8**
1.3.2. Búsqueda de información ..... **10**
1.3.3. Diseño del prototipo ..... **11**
1.3.4. Construcción del prototipo ..... **15**
1.3.5. Evaluación del prototipo ..... **17**
1.4 Resultados ..... **17**
1.4.1. Esquema eléctrico del circuito ..... **17**
1.4.2. Montaje del hardware electrónico ..... **17**
1.4.3. Programación del software de placa microcontroladora ..... **18**
1.4.4. Presupuesto del prototipo ..... **18**
1.5 Conclusiones ..... **19**
**2. Referencias** ..... **20**

# 1. Desarrollo

## 1.1. Introducción

La cultura del deporte es salud, y a lo largo de nuestra vida tratamos de realizar diversas actividades físicas para mantenernos saludables y disfrutar del ejercicio físico al mismo tiempo.

Estas actividades muchas veces se centran en correr o caminar, ya sea por el monte o la ciudad, y dependiendo de por donde se decida practicarlo y en que clima, es recomendable un calzado u otro, los cuales deben de ser los adecuados para que el corredor pueda estar durante mucho tiempo practicando deporte y que no sufra ningún tipo de lesión en el pie.

Según los estudios realizados por el prestigioso Centro Clínico Pododerm especializado en la salud del pie, en el 2025 más del 75% de las personas sufren algún tipo de patología en los pies, que generalmente son Fascitis Plantares, callosidades o Juanetes, principalmente ocasionados por un uso inadecuado del calzado y una intensidad excesiva en el deporte.

*Fig. 1. Zonas musculares con mayor índice de lesiones y patologías.*

Por otra parte, deportistas que transitan rutas no urbanas rurales o de montaña suelen sufrir accidentes por dos motivos principalmente: por un lado, el ataque de animales salvajes; y por lado el atropello de deportistas en carreteras rurales por falta de visibilidad, mientras practican deporte.

En relación a los ataques de animales salvajes a personas y corredores, un estudio de la editorial Scientific Reports en 2019, muestra que entre los años 2000 y 2019 hubo

664 ataques de osos pardos a senderistas y excursionistas de los cuales el 85% resultaron heridos y el 15% fueron víctimas mortales.

Como solución a las necesidades planteadas, se ha desarrollado un proyecto que integra diseño industrial y diseño electrónico, capaz de resolver todas las necesidades planteadas. Es por ello, que el prototipo desarrollado trata de solucionar estos problemas mediante el desarrollo de una zapatilla deportiva inteligente, capaz de integrar diversos elementos multifuncionales.

En primer lugar, se diseña una zapatilla con un sistema de suelas intercambiable que se adapta a cualquier tipo de condiciones del terreno y superficie.

Además, para tratar de solucionar los ataques inoportunos e inesperados de animales peligrosos, se incorpora un zumbador de alta frecuencia que se activa mediante un pulsador para ahuyentar a animales que intenten atacar al deportista.

Por último, se desarrolla un sistema inteligente de visualización y aviso del deportista, para que pueda ser detectado por los vehículos, cuando existe déficit de iluminación, ya que la mayoría de los accidentes por atropellos a corredores se producen cuando la luz ambiental es insuficiente.

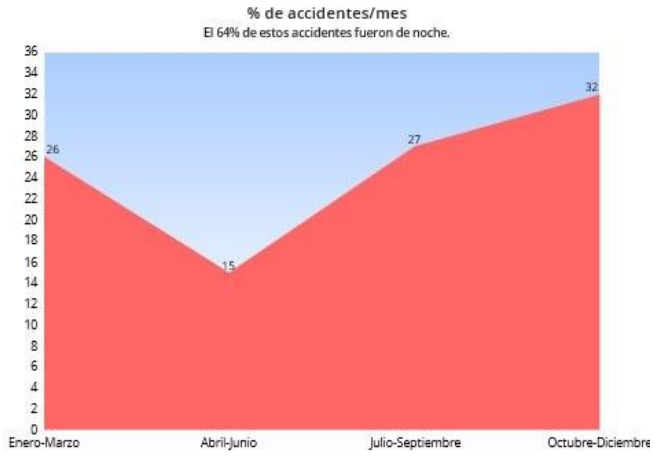



*Fig. 2. Estudio mensual de % accidentes de peatones, de los cuales el 64% del total son de noche. Fuente Diario Sur.*

De hecho, un estudio realizado por Diario Sur en el año 2022, indica que el 64% de los atropellos sucedieron por la noche, y, además, en los meses del año que menos luz había durante el día, como enero o diciembre.

Analizando el mercado existente en la actualidad, existen diferentes tipos de calzado con integración de luminosidad lateral, pero la función de esta es decorativa y no funcional, capaz de garantizar la seguridad vial de los deportistas. Además, no existe

en el mercado ningún producto que integre la multifuncionalidad con el intercambio de suelas, obteniendo un producto único especializado, para más de una modalidad deportiva. A ello se suma un sistema de seguridad de integridad personal, por medio de un dispositivo generador de ultrasonidos, capaz de disuadir los ataques de animales peligrosos existentes.

## 1.2. Objetivos

El proyecto desarrollado contribuye al cumplimiento de la Agenda 2030 de Naciones Unidas, en concreto con los ODS: 3 Salud y bienestar; 9 Industria, Innovación e infraestructura.

El producto final aborda la prevención de lesiones y accidentes en la práctica de deporte, actividad importantísima para poder mejorar la calidad de vida.

El diseño de la zapatilla permite la implementación de un sistema de suelas intercambiables mediante diseño 3D, que permite el uso de suelas optimizadas a las condiciones climatológicas y de la superficie donde se practica el deporte, evitando posibles lesiones por uso inadecuado del calzado.

Además, el proyecto reduce el riesgo de accidentes en seguridad vial, al incluir un sistema automático de iluminación LED nocturna, que permite avisar a los conductores de vehículos de la presencia de peatones en la calzada, en ambientes nocturnos de poca visibilidad.

Como complemento de integridad física del deportista, la zapatilla incorpora además de la seguridad vial, el desarrollo de un dispositivo ahuyentador de animales peligrosos, por medio de un proyector zumbador de sonido de alta frecuencia inaudible para las personas, pero disuasorio para animales peligros.

Los objetivos del proyecto desarrollado son:

- Cumplir con los objetivos de desarrollo sostenible ODS de la agenda 2030 consistentes en: 3. Salud y bienestar, ya que tratamos de conseguir una gran comodidad y evitar lesiones en los pies. 9. Industria, innovación e infraestructura debido a que innova en el sector del calzado con una propuesta pionera y novedosa.
- Fomentar la seguridad vial para todos los deportistas usuarios de las vías públicas tanto urbanas como rurales, de forma que se reduzcan el número de accidentes por atropellos, durante la práctica de deporte.

- Implementar un sistema electrónico de control de iluminación LEDs que señalice la posición del corredor por la noche y en ambientes poco lumínicos para garantizar la seguridad.
- Desarrollar un dispositivo integrado que reduce los ataques de animales salvajes en escenarios rurales o de montaña, por medio de un zumbador que emite ondas de alta frecuencia para ahuyentarlos.
- Diseñar una zapatilla funcional, que sustituye a varias zapatillas a la vez, apta para la realización de diversos multideportes específicos, que implementa un sistema de suelas intercambiables mediante impresión 3D, que promueve el uso de una única zapatilla para distintas funciones.
- Crear un producto polivalente y que no sea necesario tener que comprar otro tipo de calzado para que sea más barato y sostenible.
- Diseño y comercialización de una zapatilla que optimiza los recursos productivos, que evita la sobreproducción de excedentes, reduciendo las emisiones excesivas de CO2, y la sobreexplotación de recursos primarios.
- Impulsar la práctica del deporte seguro.

## 1.3. Metodología

### *1.3.1. Identificación del problema y justificación del proyecto*

Según estudio de investigación realizado por una de las revistas científicas de mayor reconocimiento mundial como es Scientifics Reports, realizó un estudió a más de 70 mil personas y de ellos entre el 56% presentaron problemas podológicos y se determinó que el uso del calzado inadecuado puede aumentar hasta cuatro veces la posibilidad de sufrir estas patologías y problemas en los pies. Si estos resultados lo extrapolamos a la práctica de deporte, los porcentajes se incrementan, al ser los pies el pilar fundamental de estabilidad de cualquier práctica deportiva.

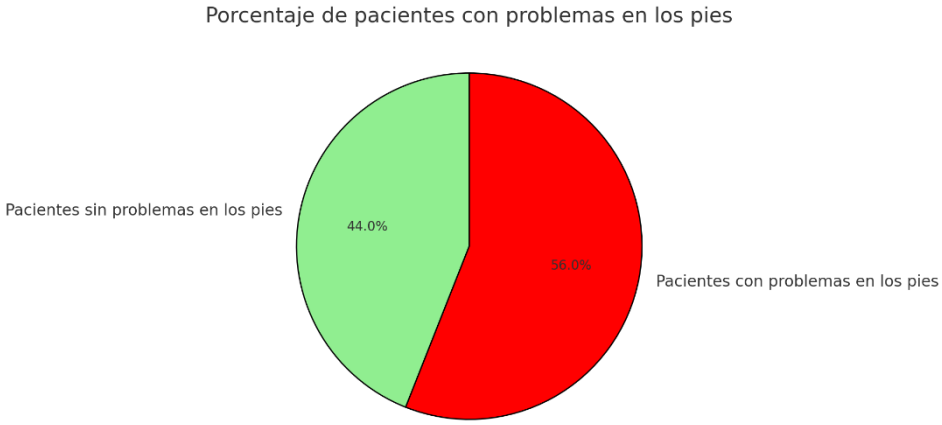



*Fig. 3. Gráfica de personas con problemas en los pies según el estudio de Scientifics Reports.*

Investigando en el campo del deporte, y en las noticias de los últimos 10 años, llama la atención que un hábito saludable como es la práctica de deporte pueda ser motivo de accidentes, lesiones y pérdidas de vidas humanas.

Ejemplo evidente de ello es la muerte de un conocido ciclista de Honeau, que murió atropellado mientras hacía running. Otro caso que causó impacto fue la muerte de un corredor italiano, consecuencia del ataque de un oso salvaje.

*Fig. 4. Noticia de la muerte de un conocido ciclista tras un atropello. Fuente: Amambay News.*

*Fig. 5. Noticia de la muerte de un corredor italiano por el ataque de un oso. Fuente: Runnersworld.*

Existen gran cantidad de estudios y noticias publicadas en prensa, relacionadas con el elevado índice de lesiones provocadas por un uso de zapatillas con suelas inadecuadas al estado de la superficie, así como las desgracias humanas por el fallecimiento de deportistas consecuencia de accidentes viales, o por ataque de animales peligrosos. Esta problemática pone de manifiesto la necesidad del desarrollo de un producto que cubra todas estas necesidades, en este caso una zapatilla HI-TECH que sea capaz de mejorar la salud podológica de los deportistas, así como prevenir lesiones y accidentes que evite estas desgracias.

### 1.3.2. Búsqueda de información

Se realiza un estudio de los diferentes tipos de suela que podemos encontrar dependiendo del lugar, terreno, clima y deporte que se vaya a practicar. El estudio realizado es el siguiente:

- **Suelas con tacos de goma**

Diseñadas específicamente para terrenos montañosos irregulares que presentan suelos húmedo, irregular y resbaladizo.

*Fig. 6. Suela con grabado de tacos de goma para mejora de agarre a superficie.*

- **Suelas curvadas**

Diseñadas según estudios ergonómicos para terrenos planos, y que ofrezcan una mayor comodidad e impulso al correr por ciudad.

*Fig. 7. Suela curvada diseñada ergonómicamente para correr por la ciudad.*

- **Suelas planas**

Diseñadas para terrenos lisos y resbaladizos como el cemento y deportes como futbol sala o halterofilia para tener mayor estabilidad.

*Fig. 8. Suelas planas diseñadas para jugar fútbol sala.*

- **Suelas en espiga**

  Especialmente utilizada en pádel, tenis y balonmano debido a su gran adaptabilidad y sensación de seguridad en los desplazamientos

*Fig. 9. Suela en espiga para pádel, tenis y balonmano.*

## 1.3.3 Diseño del prototipo

### Diseño industrial

En un primer momento, la idea principal fue la ubicación de un sistema microcontrolador Arduino Nano junto al talón de la zapatilla, quedando finalmente descartada por la dificultad de integrarlo en el corte textil del zapato. Además, impide una limpieza adecuada del calzado al llevar integrados componentes electrónicos.

Tras varios estudios y propuestas, se determina integrar los dispositivos electrónicos en el interior de las propias suelas intercambiables. Así se facilita la limpieza del textil

del calzado, ya que las suelas se diseñan de manera que pueden extraerse de la zapatilla por medio de un velcro de alta resistencia y agarre. Con ello se facilita la estabilidad del cableado de los diodos LEDs, LDR y el buzzer de ultrasonidos a través de unos orificios laterales hechos en la suela.

En las siguientes figuras se puede observar ideas iniciales del proyecto y como ha ido avanzando y evolucionando.

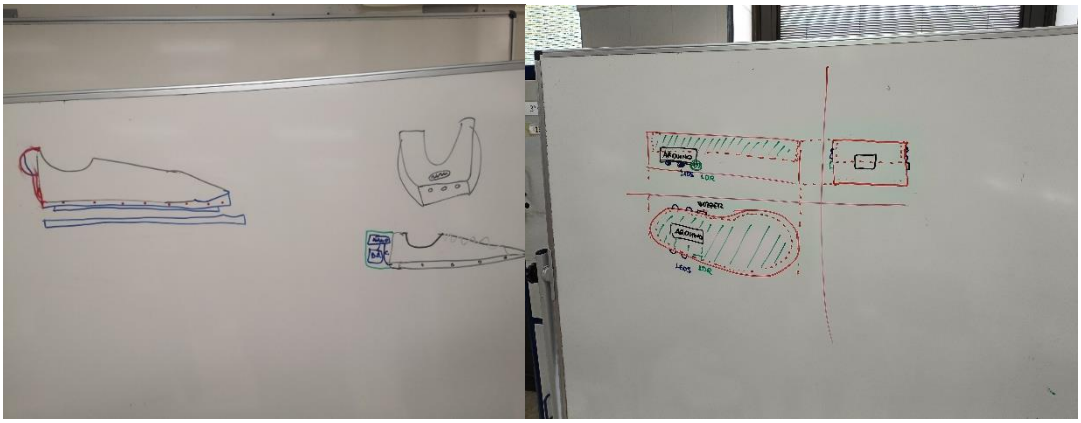


*Fig. 10 y 11. Bocetos iniciales del diseño y ubicación del sistema electrónico de la zapatilla HI-TECH.*

Una vez realizados los bocetos iniciales, se ha procedido a un escaneo 3D de una zapatilla deportiva standard tipo futbol sala, para proceder a la implementación del diseño industrial, creando suelas para distintas prácticas de deporte, así como la implementación del diseño electrónico en las suelas diseñadas.

Gracias a la aplicación *Polycam*, una herramienta la cual, mediante una cantidad de fotografías continuas proporciona un modelo 3D de las imágenes fotografiadas, se ha podido obtener un modelo base 3D, el cual ha brindado asistencia en el trazado de la suela.

*Fig. 12 y 13. Escaneo 3D de la zapatilla tipo futbol sala, realizado por la aplicación Polycam.*

Se han realizado diversos diseños en 3D y se han realizado ajustes perfeccionando las medidas, a la vez que se iba haciendo pruebas. Además, se ha procedido a la impresión con impresora 3D de suelas con material PLA, para posteriormente proceder a la impresión con material FLEX. Uno de los principales problemas ha residido en la segmentación del contorno de la suela, con el fin de proceder a un ajuste óptimo del diseño industrial a desarrollar.

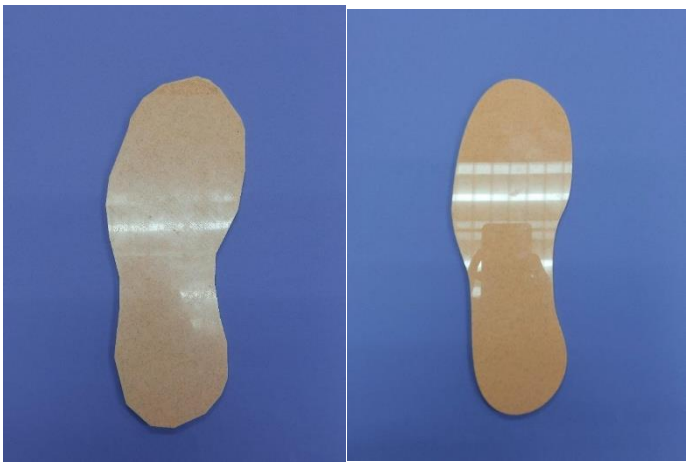
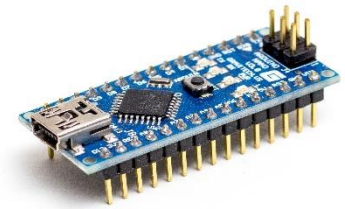


*Fig. 14 y 15. Primeras impresiones 3D de la forma del contorno de las suelas. En la imagen de la izquierda se aprecia la baja resolución en la segmentación de la pieza.*

Una vez obtenido el contorno adecuado para adaptar al corte textil de la zapatilla, se han realizado diversos diseños de grabado de la suela en 3D, dependiendo del terreno.

Por último, se ha procedido a agregar en el diseño industrial los huecos para integrar todos los dispositivos electrónicos que completan el sistema, como son el microcontrolador Arduino Nano, los respectivos cables, así como para los diferentes componentes electrónicos periféricos LEDs, LDR, buzzers y pulsadores.

## Diseño electrónico y mecánico

| | |
|---|---|
| **Arduino Nano**<br>Placa de hardware libre a la cual se puede conectar todo tipo de hardware y sensores. Es el dispositivo que se encarga de gestionar todas las prestaciones lumínicas y emisoras de ultrasonidos en caso de peligro. |  |
| **Diodo LED**<br>Estos diodos emiten una fuente de luz intensa. Un diodo led es un dispositivo semiconductor que emite luz cuando una corriente eléctrica fluye a través de él. En el proyecto se utiliza para iluminar al deportista y que sea visible ante iluminación escasa del ambiente. | |
| **LDR**<br>Una LDR o resistencia dependiente de la luz también conocida como fotorresistencia. Con este dispositivo añadimos la prestación automática de que la zapatilla se ilumina automáticamente en cuanto la visibilidad es escasa. | |
| **Buzzer**<br>Es un pequeño transductor capaz de convertir la energía eléctrica en sonido. El dispositivo está diseñado para emitir frecuencias del rango de ultrasonidos 20KHz-30KHz, inaudible para los seres humanos, y molesto para animales. | |
| **Pulsador**<br>Dispositivo que manda una señal eléctrica de entrada al microcontrolador Arduino Nano, para poner en funcionamiento el ahuyentador de animales peligrosos por medio de ultrasonidos. | |

Se procede a montaje de sistema electrónico formado por Arduino Uno y periféricos en placa protoboard, elaborando software y puesta en funcionamiento de hardware.

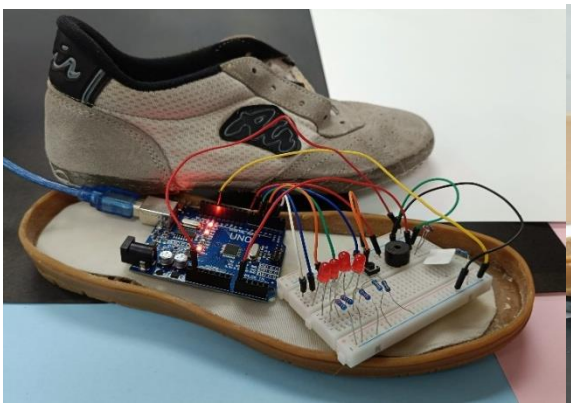
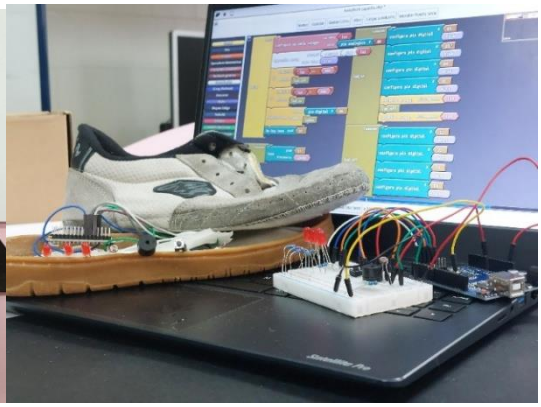



*Fig. 16 y 17. Pruebas de primer prototipo de suela, con Arduino Uno y placa protoboard.*

### 1.3.4 Construcción del prototipo

En primer lugar, se separa la suela del zapato original para proceder a estudio y diseño de los diferentes tipos de suela desarrollados.

*Fig. 18. Detalle de sujeción por medio de velcro de suelas multideportivas a corte textil de zapatilla.*

Tras separar la suela inicial del zapato, se procede a impresión 3D de los diferentes tipos de suelas que se ensamblan con la zapatilla. El proceso de ensamblado se realiza con velcro de alta resistencia macho al zapato y el hembra a los diferentes prototipos de suelas.

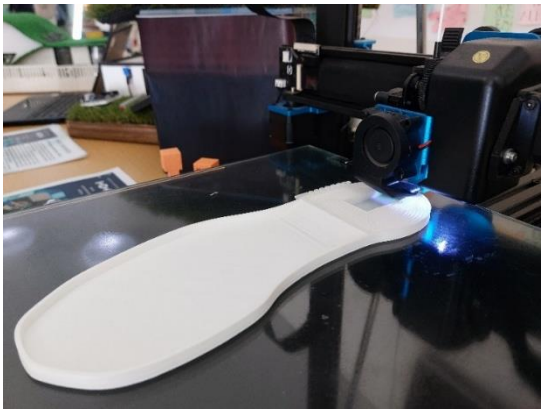


*Fig. 19. Impresión de la suela en 3D, con detalle de ubicación de microcontrolador.*

Una vez diseñados los prototipos de suelas específicas para cada deporte, se procede al ensamblaje del sistema electrónico, formado por la placa Arduino Nano con el cableado, los LEDs, la LDR, el buzzer y el pulsador, quedando todo el conjunto integrado en el proyecto.

*Fig. 20 y 21. Ensamblaje de prototipo de zapatilla Hi-TECH con sistema electrónico integrado.*

### 1.3.5 Evaluación del prototipo

Con todos los componentes ensamblados, el proyecto montado y el sistema de control programado se verifica de manera individual el funcionamiento.

En primer lugar, se evalúa el encendido de los leds en el momento que la LDR detecta poca luminosidad. Seguidamente, se comprueba que el buzzer funciona accionando el pulsador.

Por último, se verifica el anclaje de la suela al corte textil de la zapatilla, quedando bien sujeto con el velcro.

## 1.4. Resultados

Los resultados obtenidos del proyecto se desarrollan en los siguientes apartados:

*1.4.1. Esquema eléctrico del circuito.*

Se adjunta esquema eléctrico del proyecto con todas sus conexiones y pines correspondientes enlazados a la placa Arduino Nano 328P.

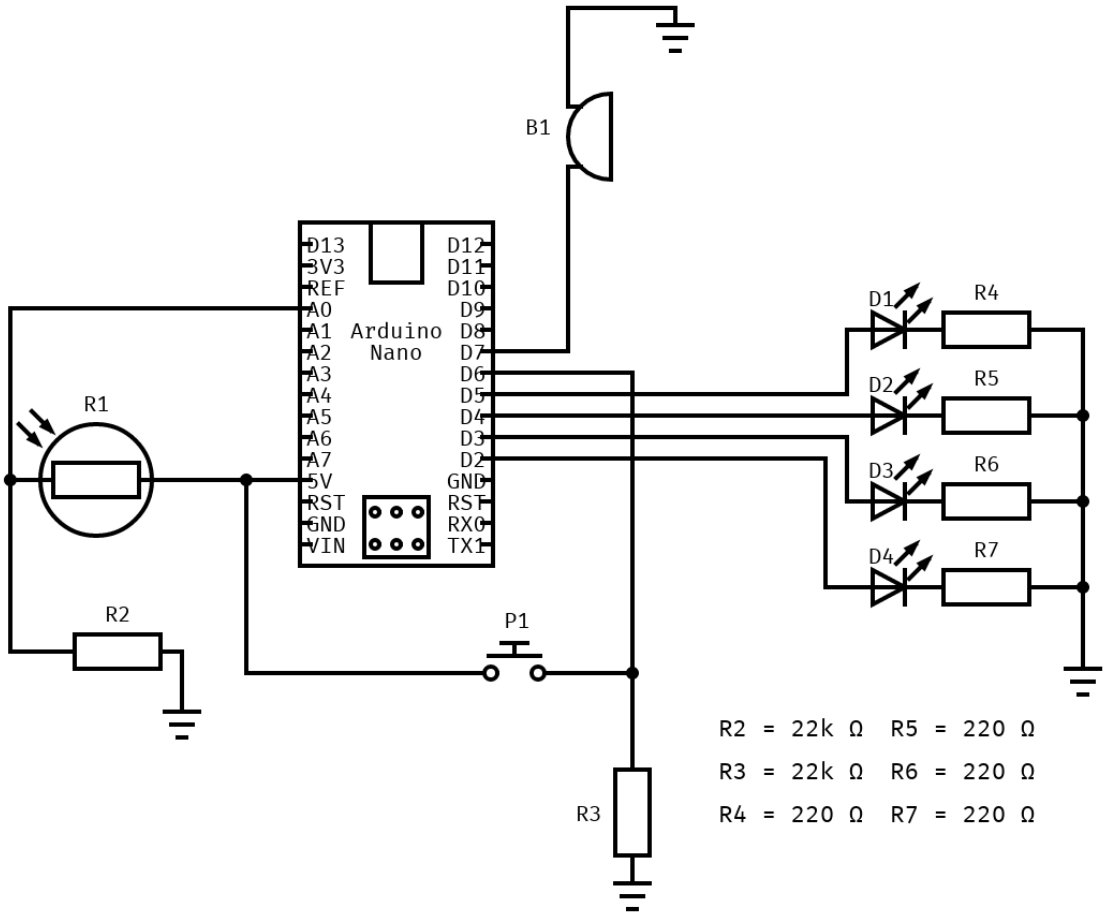



*Fig. 21. Esquema eléctrico de proyecto con microcontrolador Arduino Nano.*

*1.4.2. Montaje del hardware electrónico*

Se ha procedido al montaje, conexionado y ensamble del sistema electrónico a la suela de la zapatilla. El cableado y la instalación eléctrica se ha realizado por medio de cables unifilares y conectores pines hembra-macho y hembra-hembra de ráster 2,54.

*1.4.3. Programación del software de placa microcontroladora*

Se procede a la programación de cada uno de los componentes electrónicos del mismo mediante el entorno de desarrollo Ardublocks, el cual genera el código fuente en lenguaje de programación C. Se han distribuido rutinas de control para los siguientes módulos:

- Diodos leds, los cuales se iluminan o no en función de la cantidad luminosa que reciba la LDR.
- Buzzer ultasonidos, que se enciende en el momento que el pulsador es activado.

*1.4.4. Presupuesto del prototipo*

El presupuesto del prototipo, sin tener en cuenta mano de obra en el montaje y ensamblado es el siguiente:

| COMPONENTES | CANTIDAD | PRECIO | TOTAL |
|---|---|---|---|
| Arduino Nano | 1 | 7,99€ | 7,99€ |
| LEDS | 6 | 0,20€ | 1,20€ |
| BUZZER | 1 | 2,19€ | 2,19€ |
| LDR | 1 | 5,45€ | 5,45€ |
| Corte Textil | 1 | 8€ | 8€ |
| Suela elastómera | 1 | 2€ | 2€ |
| TOTAL: | | | 26.83€ |

Como se puede observar, el precio final reducido y asequible para unas zapatillas con suela intercambiable que pueden servir para salvar vidas y que agrupa las características de varios calzados en sus diferentes tipos de grabados en las suelas. El precio para fabricaciones en serie puede experimentar una reducción de más del 50% del precio total.

## 1.5. Conclusión

Tras la realización del proyecto, puesta en funcionamiento y múltiples pruebas realizadas, ha quedado demostrada la viabilidad y la funcionalidad del proyecto zapatilla inteligente con suela intercambiable para ayudar a los deportistas. Los integrantes del proyecto han investigado en la problemática actual, y se han involucrado en la resolución del problema, dedicando mucho tiempo fuera del horario escolar para alcanzar los objetivos previstos y planificados.

Por otra parte, se puede afirmar que se ha logrado diseñar un sistema innovador de suelas intercambiable capaz de ayudar a detectar a los corredores, que lleven calzado adecuado dependiendo de la superficie y que ningún animal salvaje les provoque problemas.

*Revisión de los objetivos planteados*

1. Se ha cumplido con los ODS de la agenda 2030 consistentes en: 3. Salud y bienestar, mejorando comodidad y evitando lesiones en los pies; 9. Industria, innovación e infraestructura debido a la innovación planteada en un producto del sector del calzado, con una propuesta pionera y novedosa.
2. Se ha aumentado la seguridad de los deportistas gracias a los leds laterales activados de manera automática, dependiendo de la luminosidad para que sean detectados para mayor seguridad.
3. Se ha conseguido emitir ondas de ultrasonidos a través de un buzzer, para poder ahuyentar a cualquier animal salvaje peligroso, incrementando la seguridad del deportista.
4. El proyecto presenta características de varios calzados en uno solo, evitando comprar múltiples zapatos y teniéndolo todo optimizado y compacto.
5. Ha sido realizado aprovechando al máximo los recursos con un material sostenible para evitar contaminar y explotar recursos primarios.

En resumen, el proyecto ha logrado cumplir con creces sus objetivos establecidos, ayudando a los deportistas a estar más seguros, mejorando la prevención de accidentes y lesiones deportivas.

## 2. Referencias.

**[1]** Cultura Vial. (2011, mayo 5). "¿Qué es seguridad vial? Cultura Vial." http://culturavial.com/2011/05/que-es-seguridad-vial/

**[2]** Kells Mcphillips. (2023, abril 8). "Una osa mata al corredor italiano Andrea Papi mientras entrenaba." https://www.runnersworld.com/es/noticias-running/a43544593/oso-mata-corredor-italiano-entrenaba/

**[3]** Rossel Aparicio. (2022, noviembre 27). "Atropellos mortales en carretera: dónde, cómo y cuándo se producen (y como evitarlos)." https://www.diariosur.es/sociedad/atropellos-carretera-donde-como-cuando-producen-accidentes-mortales-20221123121109-nt.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.diariosur.es%2Fsociedad%2Fatropellos-carretera-donde-como-cuando-producen-accidentes-mortales-20221123121109-nt.html

**[4]** Clínica de podología integral Pododerm (2024, marzo 27). "problemas más frecuentes en los pies, una guía detallada." https://www.centrosaludpodologica.com/problemas-mas-frecuentes-en-los-pies/

**[5]** Amambay News (2024, octubre 20) "Conocido ciclista de Honenau muere tras ser atropellado por un auto en Itapúa" https://www.amambaynews.com/conocido-ciclista-de-hohenau-muere-tras-ser-atropellado-por-un-auto-en-itapua-nt105803.html

**[6]** Bombieri, G., Naves, J., Penteriani, V. (2019, junio 12) "Brown bear attacks on humans: a worldwide perspective." https://doi.org/10.1038/s41598-019-44341-w

**[7]** Fiona Fylan, Mark King, Dean Brough, Alex A. Black, Neil King, Laura A. Bentley, Joanne M. Wood (2020, enero 10) "Increasing conspicuity on night-time roads: Perspectives from cyclists and runners" https://doi.org/10.1038/s41598-019-44341-w

**[8]** Javier Abián Vicén, Juan del Coso Carrigós, Cristina González Millán, Juan José Salinero Martín (2013, septiembre 06) "La biomecánica y la tecnología aplicadas al calzado deportivo" https://sneakershypebeast.wordpress.com/wp-content/uploads/2021/05/biomecanica_calzado_deportivo.pdf