Información General del Semillero de Investigación	
Facultad: **Ciencias Naturales e Ingeniería FCNI**	
Programa académico: **Ingeniería de Telecomunicaciones**	Grupo(s) de Investigación: **GNET**
Nombre del semillero – Siglas **Semillero de investigación en Sistemas de Telecomunicaciones - SISTEL**	
Líneas de Investigación: **Sistemas de transmisión y recepción**	

Áreas del saber *			
	1. Agronomía veterinaria y afines		5. Ciencias sociales y humanas
	2. Bellas artes		6. Economía, administración, contaduría y afines
	3. Ciencias de la educación		7. Matemáticas y ciencias naturales
	4. Ciencias de la salud	x	8. Ingenierías, arquitectura, urbanismo y afines

Al diligenciar este documento autorizo a UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER, ubicada en Calle de los Estudiantes 9-82 Ciudadela Real de Minas y con teléfono de contacto 6076917700, para que recolecte, almacene, use, circule y/o suprima mis datos personales. Lo anterior para dar cumplimiento a las finalidades incorporadas en la Política de Tratamiento de Información disponible en www.uts.edu.co, la cual declaro conocer y saber que en esta se especifican cuáles datos son sensibles. Así mismo, conozco que como titular me asisten los derechos a conocer, actualizar, rectificar y suprimir mis datos y revocar la autorización. Igualmente declaro que poseo autorización, de los otros titulares de datos que suministro, para que UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER les dé tratamiento conforme a las finalidades consignadas en la Política.

Información del Docente Líder

Nombre	Documento	Correo electrónico
Johan Leandro Téllez Garzón	1101753049	jtellez@correo.uts.edu.co

Información de los Autores

Nombre	Documento	Correo electrónico
Germán Miguel Noriega Sanabria	1005236668	gnoriega@uts.edu.co

Proyecto

1. Título del proyecto: Bastón inteligente para personas con discapacidad visual para asistencia de movilidad urbana mediante alertas de obstáculos, monitoreo remoto de localización y detección de caídas	MODALIDAD DEL PROYECTO **			
	PA	PI	TI	Otra. ¿Cuál?
			x	
	Fecha de terminación del proyecto:			5/02/2024

2. Resumen del trabajo:

El proyecto tuvo como objetivo desarrollar un bastón inteligente para personas con discapacidad visual, equipado con sensores y sistemas de comunicación para asistencia activa, monitoreo web y alerta temprana de caídas en tiempo real. El propósito fue mejorar la movilidad y seguridad de los usuarios en entornos urbanos. Para lograrlo, se diseñó un prototipo

basado en Arduino, integrando sensores de proximidad, acelerómetro y giroscopio, y se configuró un servicio de hosting en la nube para alojar una página web que permitiera el monitoreo en tiempo real y la notificación de caídas.

Los objetivos específicos incluyeron la creación del prototipo, la contratación y configuración de un servicio de hosting seguro, y la validación del dispositivo mediante pruebas de laboratorio. La metodología combinó investigación documental, análisis de plataformas de hosting y diseño e implementación del prototipo, asegurando un enfoque integral que abarcó aspectos técnicos, legales y de usabilidad.

Como resultados, se obtuvo un prototipo funcional de bastón inteligente, una página web operativa y un servidor web para el almacenamiento y visualización de datos en tiempo real. Las pruebas diagnósticas permitieron evaluar la percepción y efectividad del dispositivo en situaciones reales, confirmando su potencial para mejorar la calidad de vida de los usuarios. Este proyecto sienta las bases para futuras mejoras y la implementación de tecnologías accesibles e innovadoras.

3. Objetivo general y objetivos específicos:

Desarrollar un bastón inteligente para personas con discapacidad visual, equipado con sensores, actuadores y elementos de comunicación para asistencia activa, monitoreo WEB y alerta temprana de caídas en tiempo real, con el fin de mejorar la movilidad del usuario en un ambiente urbano.

- Diseñar un prototipo de bastón inteligente dotado de un dispositivo equipado con sensores de proximidad, acelerómetro y giroscopio.
- Contratar un servicio de hosting en la nube que brinde el espacio web y el almacenamiento necesario para alojar la página web del proyecto del bastón inteligente. Configurar y gestionar el servicio de hosting para garantizar el acceso seguro y la disponibilidad de la página web, permitiendo que los usuarios autorizados visualicen la ubicación en tiempo real y reciban notificaciones de posibles caídas del bastón inteligente.
- Validar el funcionamiento del prototipo para evidenciar la operatividad de las funcionalidades del prototipo bastón desarrollado, así como llevar a cabo pruebas diagnósticas en laboratorio y sus familiares para valorar de forma cuantitativa la percepción y efectividad del bastón en situaciones reales de uso.

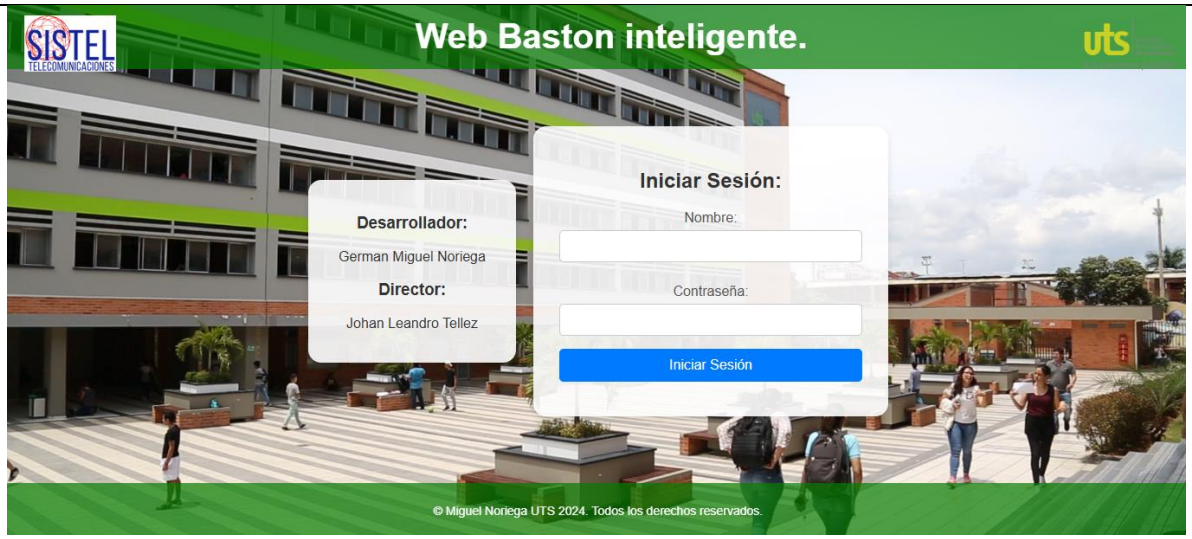
4. Análisis de resultados:

Diseño de la página web

El desarrollo de la página web inició con la configuración de un proyecto en Node.js, donde se estructuró la carpeta raíz y se instalaron las dependencias necesarias. Posteriormente, se estableció el backend mediante la creación de archivos clave como app.js y db.js, en los cuales se definieron las conexiones y parámetros para acceder a la base de datos.

Para la gestión de credenciales, se utilizó la plataforma Railway, que permitió generar variables de entorno y mantener una conexión segura con la base de datos. La implementación del sistema de autenticación en login.html demostró ser funcional, permitiendo validar usuarios en la tabla users antes de redirigirlos al panel principal. Una vez dentro, la interfaz web presenta datos relevantes enviados por el dispositivo, tales como coordenadas GPS, estado de orientación y alertas, confirmando que el flujo de información entre dispositivo, backend y frontend opera correctamente.

En la página web se puede evidenciar los diferentes datos obtenidos, como los datos del GPS, datos de la orientación de dispositivo, cabe aclarar que este dato lo que indica es si el bastón se encuentra en una posición de no uso o equivocada. En las figuras siguientes se observa la página web inicio (HOME) y la interfaz de visualización de los datos de monitoreo del prototipo bastón, respectivamente:





Diseño de la base de datos web

La estructura de la base de datos fue configurada mediante variables almacenadas en Railway, garantizando una conexión estable con el backend. Gracias al despliegue automático mediante GitHub, el sistema puede actualizarse sin complicaciones y mantenerse operativo en línea.

Los registros almacenados en la base de datos evidencian que se reciben correctamente valores como latitud, longitud, estado del bastón y fecha de envío. La alternancia entre estados de “Bastón Normal” y “Bastón Caído” confirma que el dispositivo detecta y reporta adecuadamente cambios de orientación, y que estos se almacenan de forma ordenada y cronológica.

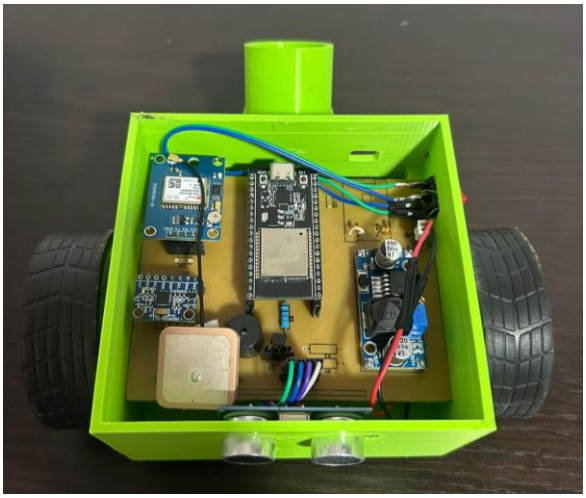
Resultados del diseño del dispositivo

La fabricación de la tarjeta electrónica (PCB), la integración de componentes y el diseño de la carcasa mediante impresión 3D permitieron consolidar un prototipo funcional. Durante las pruebas de verificación, el dispositivo mostró conectividad

estable a la red Wi-Fi y fue capaz de enviar datos correctamente al servidor, acompañados de mensajes de confirmación y mediciones operativas.

Los esquemas de alimentación y diseño electrónico proporcionan una guía clara sobre la arquitectura interna del prototipo y son útiles para replicar o diagnosticar el sistema. El montaje final del PCB y su integración estructural en el dispositivo demostraron que la parte mecánica y electrónica del proyecto funciona de manera conjunta y eficiente.

En las figuras siguientes se muestra el desarrollo mecánico y la implementación dentro de la base que se diseñó para el sistema desarrollado:



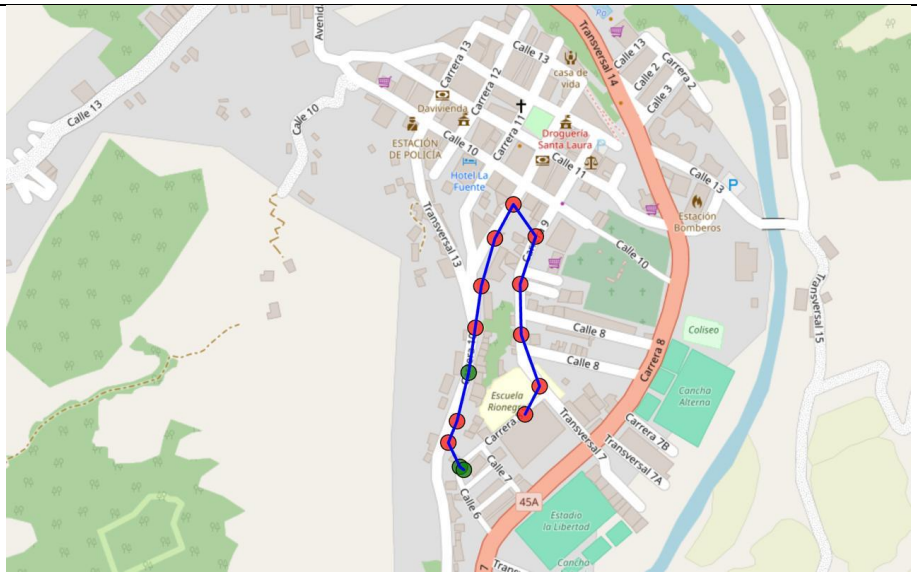


Pruebas de funcionamiento

Las pruebas realizadas en distintos municipios permitieron validar el desempeño del sistema en entornos reales. En cada recorrido se registraron múltiples estados del bastón, clasificando adecuadamente entre posiciones normales y posibles caídas, lo que demuestra la eficacia del sensor de orientación y del sistema de alertas.

La cantidad de eventos detectados en cada prueba indicó que el dispositivo responde correctamente a cambios de posición y es capaz de registrar desplazamientos completos junto con sus respectivas alertas. Además, se constató que el prototipo es fácil de manipular y se adapta bien al entorno urbano, lo que respalda su funcionalidad práctica para usuarios reales.

En la Figura se presenta una prueba #3 realizada en Rionegro, Santander:



Los resultados evidencian que:

- El sistema web y la base de datos operan correctamente y de forma sincronizada.
- El dispositivo es capaz de enviar información en tiempo real con precisión.
- La integración entre hardware, software y plataforma web se logró exitosamente.
- Las pruebas en campo validaron la detección de caídas y el registro de rutas.

En conjunto, el proyecto demuestra ser funcional, coherente y alineado con los objetivos propuestos.

5. Conclusiones:

El proyecto evidenció que la calibración del dispositivo presenta variaciones debido a que las pruebas iniciales se realizaron en un entorno no real y con un usuario sin discapacidad visual. Esto indica que la precisión y adaptabilidad del sistema pueden depender del usuario y del entorno, por lo que se recomienda realizar pruebas con una muestra más amplia y diversa para lograr una calibración más confiable.

En la parte tecnológica, la conexión entre la API y Railway presentó fallas debido a las limitaciones del plan gratuito, afectando la estabilidad y consistencia de los datos. La adquisición de una licencia permitió resolver estos problemas y mejorar el rendimiento del sistema, destacando la importancia de considerar desde el inicio las limitaciones de los servicios gratuitos y planificar adecuadamente la infraestructura.

Finalmente, la falta de interacción directa con una persona con discapacidad visual durante la calibración, diseño y pruebas redujo la capacidad para evaluar la usabilidad real del dispositivo. Esto resalta la necesidad de involucrar a los usuarios finales en proyectos orientados a necesidades específicas, con el fin de identificar fallos, mejorar la experiencia de uso y asegurar que el sistema cumpla verdaderamente con sus requerimientos.

6. Recomendaciones:

Se recomienda involucrar directamente a personas con discapacidad visual en todas las etapas del proyecto para asegurar que el sistema responda verdaderamente a sus necesidades y mejorar la funcionalidad y accesibilidad del dispositivo. También se sugiere colaborar con instituciones especializadas que puedan brindar acompañamiento técnico y acceso a usuarios reales.

Es aconsejable aplicar metodologías de diseño centrado en el usuario para ajustar el sistema de forma continua según la retroalimentación recibida. En cuanto al prototipo, se recomienda mejorar el sistema de carga, rediseñar la base de la PCB para optimizar su integración con el bastón y reducir su peso, y considerar la incorporación de conectividad 4G o 5G para un envío de datos más eficiente.

Finalmente, se propone realizar pruebas exhaustivas en entornos reales y con usuarios diversos, lo que permitirá validar la eficacia, accesibilidad y usabilidad del dispositivo en condiciones de uso cotidiano.

7. Bibliografía:

qaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., & Ayyash, M. (2015). Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications. *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, *17*(4), 2347–2376. https://doi.org/10.1109/COMST.2015.2444095

ango Araguillín, & Paul Guillermo. (2004). Estudio de la tecnología sistema general de transmisión de paquetes vía radio (GPRS) y sus aplicaciones en el sistema global para comunicaciones móviles (GSM). *BIBDIGITAL*. http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/5070

ino - Home. (2025). https://www.arduino.cc/

or Técnico del Sistema Estadístico Nacional -CASEN, C. (2022). *El diamante del cuidado frente a la experiencia de la discapacidad en Colombia: Nota Estadística No. 1 de 2023 NOTA CASEN*.

Mallick Chiradeep. (2025). *Funcionamiento, arquitectura y aplicaciones de GSM*. https://www.spiceworks.com/tech/networking/articles/what-is-gsm/

a Swift Yasgur, M. L. (2022, octubre 7). *Discapacidad visual y alteraciones del estado de ánimo*. Asociación Mácula Retina. https://www.macula-retina.es/alteraciones-del-estado-de-animo-con-discapacidad-visual/

lla Rossana, & Meza Jiménez. (2005). *Descripción y evolución de tecnologías para redes de datos*.

ntes bryan. (2020). *Diseño de un prototipo de un bastón inteligente con sensores para personas con discapacidad visual y física en la carrera de ingeniería en computación y redes*. https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2249/1/COLLANTES%20RODRIGUEZ%20BRYAN%20DAMIAN.pdf

no integramos los lenguajes HTML, CSS, y JavaScript? (2025). https://www.cursosgis.com/como-integramos-los-lenguajes-html-css-y-javascript/

Felipe, M. D. R., Pinargote Ortega, J. M., Demera Ureta, G. P., Vera Zambrano, E. M., & Mosquera Alcívar, R. A. (2018). Sistema de alerta para estudiantes con discapacidad visual en la UTM. *Revista científica*, *1*(31). https://doi.org/10.14483/23448350.12464

essif. (2025). *ESP32 Technical Reference Manual About This Manual*. www.espressif.com

go, F. V. (2017). *Sensores y actuadores PID_00247316*.

bot.es. (2025). *Desarrollo web: qué es, etapas y principales lenguajes*. https://blog.hubspot.es/website/que-es-desarrollo-web

tas Eduardo, Mangiaterra Aldo, & Noguera Gustavo. (2005). *Gps Posicionamiento satelital*.

Ilsa. (2025). https://www.innpulsacolombia.com/

J. G. L., & Franco, M. C. C. (2015). Prototipo de bastón inteligente para invidentes. *Revista sobre estudios e investigaciones del saber académico*, *9*, 44–47. https://doi.org/10.70833/RSEISA9ITEM140

ano Irala, J. G., & Cabral Franco, M. C. (2015). Prototipo de bastón inteligente para invidentes. *Revista sobre estudios e investigaciones del saber académico*, *9*, 44–47. https://doi.org/10.70833/rseisa9item140

encias. (2016). *Ministerio de ciencia, tecnología e innovación convocatoria para el apoyo a programas y proyectos de i+d+i que contribuyan a resolver los desafíos establecidos en la misión "bioeconomía para una colombia potencia viva y diversa hacia una sociedad impulsada por el conocimiento"*. http://innovationsfonden.dk/sites/default/files/societal_readiness_levels_-_srl.pdf

ıa de Coordinación Nacional de Posicionamiento, N. (2025). *Sistema de Posicionamiento Global*. https://www.gps.gov/spanish.php

ıdo, J., Mendoza, V., Del Gobernador De Santander, D., Ángel, M., Acosta, C., Alejandra, A., Díaz, C., De Los Estudiantes, R., Lengerke, O., Acevedo, A. S., Académico, V., Favio, I., & Castellanos, E. S. (2020). *PROYECTO EDUCATIVO INSTITUCIONAL*.

la Roberto, Quintero Rosas Veronica, & Diaz Ramirez Arnoldo. (2015). Monitoreo y localización depersonas extraviadas utilizando Arduino y GSM/GPS. *Industrial Data*.

-Ruz, A., Ribeiro, A., García-Alegre, M. C., García, L., Guinea, D., & Sandoval, F. (2015). *SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS): DESCRIPCIÓN, ANÁLISIS DE ERRORES, APLICACIONES Y FUTURO*.

é es una base de datos? | Oracle Colombia. (2025). https://www.oracle.com/co/database/what-is-database/

CTEL. (2013). *L80 Hardware Design GPS Module Series*. www.quectel.com

vay. (2025). https://railway.com/

berry Pi. (2025). https://www.raspberrypi.com/

zar Gómez, J. F., Dolores Ruíz, E., & Delfín Guzmán, J. A. (2023). Implementación de bastón guía electrónico para personas con deficiencia visual en el municipio de Tierra Blanca, Veracruz, México. *Revista Científica Ciencia y Tecnología*, *23*(38). https://doi.org/10.47189/rcct.v23i38.507

zar, J., & Silvestre, Y. S. (2016). *INTERNET DE LAS COSAS*. http://www.techpedia.eu

croelectronics. (2025). *Microcontrollers & microprocessors - PDF Documentation*. https://www.st.com/en/microcontrollers-microprocessors/documentation.html

ial Módulo GPS con Arduino. (2025). https://naylampmechatronics.com/blog/18_tutorial-modulo-gps-con-arduino.html

uez Salazar, R. D., & Cardona Mesa, A. A. (2019). Dispositivos de asistencia para la movilidad en personas con discapacidad visual: una revisión bibliográfica. *Revista Politécnica*, *15*(28). https://doi.org/10.33571/rpolitec.v15n28a10

8. Anexos:

Anexo A - enlace a repositorio de GITHUB: https://github.com/Bastonuts.

Anexo B – site desarrollado: https://bastonuts-production.up.railway.app/

*** Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE)**
**** PA: Proyecto de Aula; PI: Proyecto Integrador; TI: Trabajo de Investigación**